



PARCO REGIONALE DELLA VALLE DEL LAMBRO
"Ente di diritto pubblico"

Via Vittorio Veneto, 19 - 20844 TRIUGGIO (MB)

Tel. 0362/970961 fax 0362/997045 e-mail info@parcovallelambro.it



**Regione
Lombardia**



**COMUNE DI
ANNONE BRIANZA**



**COMUNE DI
OGGIONO**






**COMUNE DI
SIRONE**

PROGETTO DEFINITIVO

AREA DI LAMINAZIONE DELLE PIENE
DEL TORRENTE GANDALOGGIO E ALTRI
NEI COMUNI DI OGGIONO, SIRONE E ANNONE
(LC)

LUGLIO 2017

	NOME	FIRMA	DATA
REDAZIONE	P. Dal Negro		
VERIFICA	G.B. Peduzzi		
APPROVAZIONE	G.B. Peduzzi		
 STUDIO PAOLETTI ETATEC STUDIO PAOLETTI S.r.l. SOCIETA' DI INGEGNERIA Via Bassini, 23 - 20133 MILANO (IT) Tel.+39 02 26681264 - Fax +39 02 26681553 etatec@etatec.it - etatec@pec.etatec.it www.etatec.it		UN DIRETTORE TECNICO : <i>Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI</i> IL PROGETTISTA: <i>Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI</i>	
 <small>Sistema Certificato UNI EN ISO 9001:2008 SC 06-647 Rev.04/EA 34</small> 		GEOLOGIA: <i>Dott. Geol. PAOLO DAL NEGRO</i>	

TITOLO

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA

Revisioni	N°	Descrizione		Data
	1			
	2			
	3			
Numero elaborato	TIPOLOGIA PD	COMMESSA 365-08	DOCUMENTO ATTI	NUMERO A.03.00

INDICE

1 - INTRODUZIONE	2
2 - INQUADRAMENTO GENERALE	4
3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	5
4 - INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO	9
5 - VINCOLISTICA GEOLOGICA ED AMBIENTALE	13
5.1 - Fasce fluviali	13
5.2 - Studio Geologico comunale	13
5.3 - Studio del reticolo idrico minore	18
6 - ASPETTI SISMICI	18
6.1 - Zonizzazione sismica Nazionale e Regionale	18
6.2 - Amplificazione sismica locale - secondo livello di approfondimento sismico	20
6.3 - Indagine sismica in sito	21
6.4 - Determinazione dei fattori di amplificazione locale - amplificazione litologica	24
6.5 - Definizione dell'azione sismica di base	27
6.6 - Verifica esclusione liquefazione	28
7 - INDAGINI GEOLOGICHE E GEOGNOSICHE	32
7.1 - Sondaggi e prove penetrometriche	33
7.2 - Analisi di laboratorio	38
7.3 - Indagine geofisica	40
7.4 - Rilievo di terreno	40
8 - MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO	40
9 - VERIFICHE GEOTECNICHE	43
9.1 - Verifiche di stabilità	43
9.1.1 Verifiche Sezione 1 - Risultati	48
9.1.2 Verifiche Sezione 2 - Risultati	49
9.1.3 Verifiche Sezione 3 - Risultati	50
9.1.4 Verifiche Sezione 4 - Risultati	51
9.2 - Carico limite	52
9.3 SLE / SLD	54
10. FORMAZIONE DI RILEVATI	57
10.1 - Caratteristiche del materiale per la costruzione dei rilevati	57
10.2 Modalità esecutive	58
10.3 - Modalità di verifica in corso d'opera	58
11 - CONCLUSIONI	59

ALLEGATI

- Tavola 1 - Carta di inquadramento geologico (scala 1: 10.000)
- Tavola 2 - Ubicazione indagini e sezioni litotecniche (*tratto da Studio Georisk: Incarico per l'esecuzione di indagini geognostiche e redazione relazione geologica-geotecnica propedeutica all'intervento*)
- Allegato 1 - Report verifiche di stabilità
- Allegato 2 - Report analisi capacità portante e cedimenti

1 - INTRODUZIONE

La presente relazione è stata redatta a supporto della progettazione definitiva delle opere relative a “Area di laminazione delle piene del Torrente Gandaloglio e altri nei comuni di Oggiono, Sirone e Annone (LC)”.

L'ubicazione dell'area di indagine su ortofoto satellitare digitale è indicata nella figura 1.



Figura 1 - Ubicazione sito di intervento su immagine satellitare digitale - non in scala

L'intervento prevede la costruzione di un argine perimetrale di altezze variabili tra 70 cm ed un massimo di 2,5 m e di lunghezza pari a circa 4 km che delimita un'area di estensione pari a circa 635.000 mq all'interno del territorio comunale di Oggiono. Si rimanda agli elaborati progettuali per la puntuale definizione dell'opera.

La presente relazione è stata redatta ai sensi e nel rispetto della vigente normativa:

- DM 14.01.08 - Norme Tecniche delle Costruzioni e succ. circolare esplicativa;
- D.M. 11.03.88 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione, e succ. circolare esplicativa;
- D.Lgs n.50/2016 e s.m.i.
- L.R. 12/05 Legge per il governo del territorio e criteri applicativi per la componente geologica, idrogeologica e sismica d.g.r. 28/05/2008 n. 8/7374.

Nella presente relazione, che costituisce relazione geologica e geotecnica a supporto della progettazione definitiva delle opere, vengono prioritariamente definiti:

- Caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici dell'area di intervento;
- Modello geologico;
- Condizioni di pericolosità geologica;

-
- Compatibilità geologica degli interventi con gli strumenti di pianificazione geologica vigenti;
 - Modello geotecnico;
 - Analisi geotecniche sui principali opere e sistemi geotecnici.

Si è proceduto alla valutazione della fattibilità e compatibilità geologica degli interventi con gli strumenti di pianificazione geologica vigenti, in particolare con quanto disposto dallo Studio Geologico Comunale di supporto alla pianificazione territoriale, redatto in base alla L. 12/2005 “Legge per il governo del territorio”.

Lo studio geologico comunale attribuisce larga parte dell'area di intervento alla classe di **fattibilità 3, con consistenti limitazioni**. Parte degli ambiti di intervento lambiscono inoltre aree attribuite alla classe di fattibilità 4 (fattibilità con gravi limitazioni) – sottoclassi 4a e 4b.

A supporto della presente analisi è stato effettuato accurato rilievo di terreno in corrispondenza delle aree di prevista realizzazione delle opere, atto a definire le condizioni di pericolosità geologica locale, al fine di poter definire il corretto inserimento dell'opera, gli accorgimenti da adottarsi e di valutare i riflessi comportati dalle trasformazioni in progetto.

Per procedere alla definizione di quanto sopra espresso, ci si è basati sulle seguenti indagini ed analisi:

- ricerca ed analisi di documentazione bibliografica;
- analisi strumenti di pianificazione geologica ed idraulica;
- rilievo geologico e geomorfologico;
- analisi del progetto preliminare con particolare attenzione agli esiti delle indagini a supporto del progetto preliminare a cura di Studio Georisk (Report indagini geologiche aprile 2016).

L'area in esame è già stata fatta oggetto di campagne di indagine geologica e geognostica, le quali sono state analizzate e criticamente valutate per la definizione del modello geologico e geotecnico del sito di intervento.

2 - INQUADRAMENTO GENERALE

L'area di laminazione in progetto è posta lungo il margine occidentale del territorio comunale di Oggiono (LC), al limite con il comune di Annone Brianza a Nord, con Molteno a Ovest e Sirone a Sud-Ovest.

L'area in esame è delimitata a Nord da un maneggio di cavalli, ad Est da coltivazioni di tipo agricolo, verso Sud dalla Linea ferroviaria Monza-Molteno-Lecco e verso Ovest da un alto morfologico sul quale sorge Cascina Brughello e le varie attività industriali di via dell'Industria.

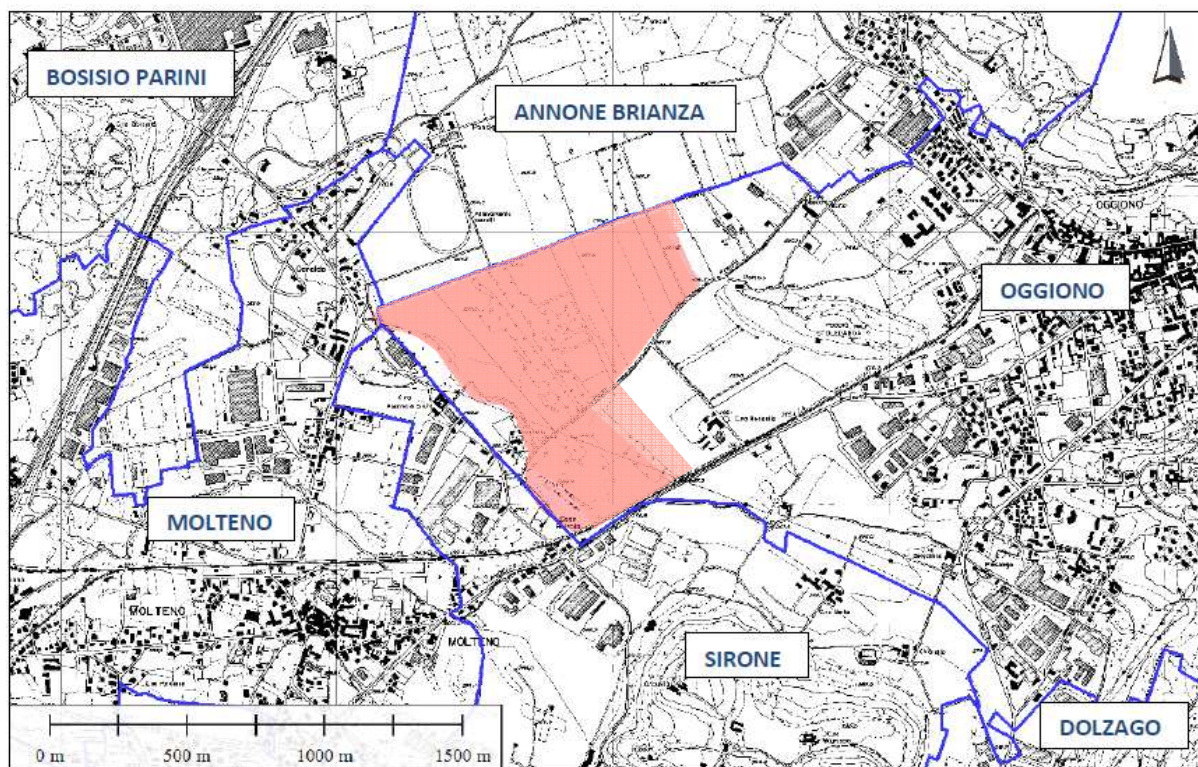


Figura 2 - Ubicazione sito di intervento su CTR - non in scala

L'area oggetto di intervento si estende tra le quote 260 m e 270 m s.l.m., e comprende in gran parte un ambito palustre con ristagno perenne di acqua e in minor misura dei settori adibiti a coltivazione agricola. All'interno è stato realizzato un fitto reticolo di canali da bonifica che convogliano le acque meteoriche verso il Fosso dei Pascoli e da questo nel Torrente Gandaloglio che scorre attualmente ad Ovest di via dell'Industria.

All'interno dell'area sono presenti alcuni elementi antropici di particolare rilevanza quali la strada consorziale dei Pascoli, la Strada Comunale della Redaella e accessi minori ad attività agricole. Si segnala la presenza, inoltre, della rete gas metano di proprietà SNAM, costituita da un collettore principale e da due diramazioni secondarie con annesse cabine di controllo.

3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

E' stata eseguita una ricerca bibliografica utile ad approfondire le caratteristiche geologiche dell'area in esame che ha previsto la consultazione delle seguenti documentazioni:

- *Carta Geologica d'Italia, Progetto CARG, Fogli 96-Seregno, in scala 1:50.000 e note illustrative;*
- *Relazione Geologica generale allegata al PGT del Comune di Oggiono: "Studio per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio" ai sensi della DGR n.8/1566 del 22 dicembre 2005, aggiornata nell'Aprile 2012 dal Dott. Geol. Egidio de Maron.*
- *Studio di verifica di compatibilità idraulica e idrogeologica e valutazione delle condizioni di rischio nelle aree del territorio comunale di Oggiono classificate "Zona I del P.S. L.267/98-Aree a rischio idrogeologico molto elevato", redatto dal Dott. Geol. Walter Tavecchio.*
- *Geoportale della Regione Lombardia <http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>*

Il territorio comunale di Oggiono si colloca nella porzione settentrionale della Brianza, in corrispondenza della fascia pedemontana prealpina, a sud-est del lago di Annone e all'interno dell'anfiteatro morenico costituito dai depositi lasciati in posto durante le fasi glaciali quaternarie.

La conformazione del territorio è strettamente legata all'azione modellatrice esercitata delle lingue glaciali provenienti da Nord (ghiacciaio del Lario) che hanno interessato questa zona nel corso di varie fasi glaciali con cicli di erosione e deposizione che si sono succeduti nel tempo. I ghiacciai al loro ritiro hanno lasciato depositi morenici che sono stati in seguito rimodellati dalle acque di fusione del ghiacciaio e dagli altri agenti atmosferici tipici di un ambiente periglaciale (gelo - disgelo, vento): il risultato di tale azione è dato da una serie di terrazzi di origine glaciale e fluvio-glaciale attualmente visibili nel settore centrale e meridionale del territorio comunale, con morfologie per lo più subpianeggianti interrotte da scarpate, localmente a pendenza elevata, che delimitano le differenti porzioni dei ripiani di origine fluvio-glaciale.

La maggior parte dei rilievi presenti rappresentano le elevazioni del substrato roccioso sottostante, mascherato dalle coltri di depositi superficiali.

L'influenza che l'assetto strutturale del substrato ha sui caratteri geomorfologici del territorio si manifesta prevalentemente nella parte più settentrionale, verso il rilievo montuoso del Cornizzolo, ossia prossima al margine prealpino e lungo il rilievo di San Genesio a SE; nel resto del territorio i caratteri morfologici predominanti sono invece legati alle recenti fasi glaciali e ai depositi ad esse connessi.

Le colline a ossatura rocciosa sono estese da Pusiano a Civate, nella fascia tra Sala al Barro, Elio e Castello Brianza, tra Barzago, Bulciago, Garbagnate Monastero, Costa Masnaga e Rogeno. Tra i laghi di Bosisio e Annone si localizzano le culminazioni di Annone Brianza, Bosisio, Molteno, Sirone e di poggio Stolegarda di Oggiono (vedi Figura 3 in allegato).

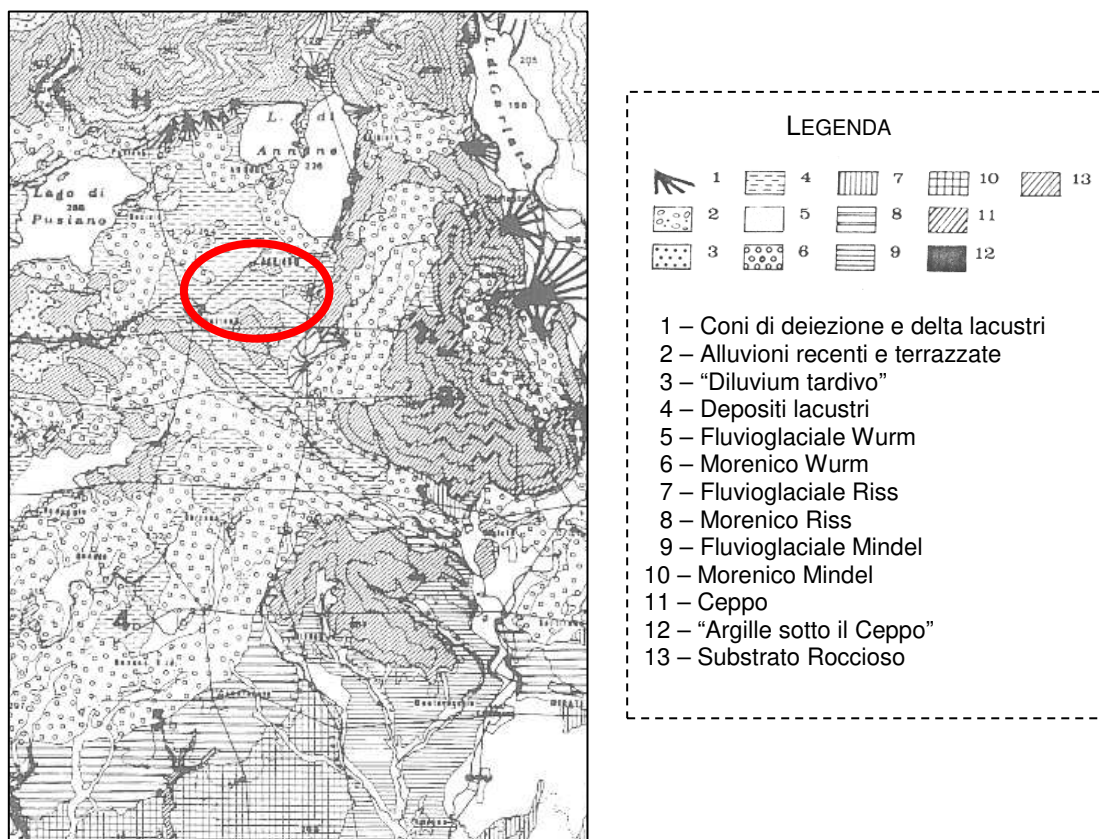


Figura 3 – Carta geologica generale con ubicazione sito di intervento - non in scala

Le rocce delle aree di affioramento sono collegate tra di loro ai di sotto dei depositi quaternari e costituiscono nel loro insieme il substrato impermeabile del territorio.

In relazione alla presenza della roccia, i ghiacciai e le fiumane quaternarie che hanno invaso il territorio hanno depositato i materiali sciolti. I depositi morenici risultano particolarmente estesi secondo un arco presso la sponda meridionale del lago di Annone, occupando il territorio tra Suello, Annone e Oggiono. Estese sono anche le “morene” tra Galbiate, Ello e Castello Brianza, che ricoprono con vario spessore le culminazioni rocciose; infine depositi morenici si localizzano tra Bosisio Parini, Garbagnate Monastero e Barzago sia a ricoprire il substrato roccioso che a formare colline completamente costituite da depositi morenici.

All'interno degli allineamenti morenici e delle culminazioni rocciose suddetti, sono presenti delle zone pianeggianti la cui origine è dovuta in parte al modellamento delle masse glaciali e delle fiumane che si sono succedute, e in parte alla presenza di antichi bacini lacustri.

Le unità geolitologiche presenti nell'area sono di seguito descritte, dalla più antica alla più recente (utilizzando la nomenclatura introdotta dal CARG), secondo quanto riportato nella Tavola 1 in allegato.

SUBSTRATO ROCCIOSO PREQUATERNARIO

Il substrato roccioso prequaternario costituisce la base della successione geologica locale e affiora con continuità al di sotto delle unità deposizionali più antiche collegate alle glaciazioni quaternarie che si sono susseguite nell'area. Esso comprende una vasta gamma di tipi litologici quali calcari marnosi, marne, marne calcaree grigio rosate o rossastre ed è presente in affioramento lungo le principali incisioni dei corsi d'acqua ed in corrispondenza delle porzioni più elevate dell'area delle colline moreniche.

Il substrato roccioso prequaternario presente nell'area indagata si riferisce alle formazioni di seguito descritte.

ARENARIE DI SARNICO

Indicate con la sigla **SAR**, comprendono arenarie grigie torbiditiche, in strati da sottili a molto spessi, alternanze di peliti in orizzonti al massimo centimetrici con stratificazione regolare e ritmica e minori intercalazioni marnose sottili. L'unità, riferibile cronologicamente al Coniacciano, affiora limitatamente e in modo discontinuo lungo il litorale meridionale del lago di Annone, sul versante occidentale del Poggio Stolegarda costituendone l'ossatura e dei rilievi di Bosisio. L'unità si approfondisce progressivamente verso N-O ($10\div40^\circ$ di inclinazione) e viene largamente mascherata dalle spesse coltri dei depositi lacustri e fluvio-glaciali sopra descritti. Procedendo verso sud, le arenarie passano a conglomerati che risultano ben visibili in corrispondenza dei fronti di coltivazione delle cave abbandonate presenti al piede della collina di Sirone.

CONGLOMERATO DI SIRONE

Indicato con la sigla **CSH** è formato da ortoconglomerati ed arenarie molto grossolane a clasti per lo più ben arrotondati e grossi frammenti di rudiste. Si presenta in banchi (spessore da 0.5 a 2 metri) e talora con presenza di strutture a laminazioni incrociate. Si tratta di clasti poligenici con cemento calcareo, spesso molto compatti e resistenti ed è costituito da un insieme di corpi di forma lenticolare, interpretabili come canali torbiditici, che segnano la fase di massima progradazione nel bacino del sistema torbiditico. Cronologicamente è riferito al Santoniano. Il passaggio tra Conglomerato di Sirone e Arenarie di Sarnico, (non visibile nell'area in oggetto perché al di sotto delle coperture) è caratterizzato da una zona di transizione formata da intercalazioni di torbiditi arenaceo marnose, ben stratificate e paraconglomerati bianchi; tale facies di transizione, è visibile nella stratigrafia del pozzo in comune di Molteno.

FLYSCH LOMBARDO

Comprende diverse unità stratigrafiche databili al Cretacico, di origine prevalentemente torbiditica, e identifica una successione eterogenea di sedimenti terrigeni ed emipelagici estesa tra il Varesotto occidentale e il Lago d'Iseo, con le aree di affioramento più continue e significative localizzate in Bergamasca.

Nel settore occidentale dell'area è rinvenuta l'unità litostratigrafica del Flysch di Bergamo (indicato con la sigla **FBG**), costituita da alternanze di peliti e arenarie in strati da sottili a spessi, talora organizzati in cicli *coarsening-upward*; gli strati arenitici risultano gradati e laminati, con frequenti controimpronte e tracce di bioturbazione alla base.

SUPERSINTEMA DEI LAGHI – SINTEMA DI CANTU'

Indicato nella Tavola 1 con la sigla **LCN**, è costituito da depositi di varia genesi riferiti al Pleistocene Superiore (Wurm secondo la nomenclatura tradizionale).

Da un punto di vista litologico, il sintema è costituito da:

- depositi glaciali: diamicton massivi a supporto di matrice sabbioso-limosa talora abbondante, con tessitura caotica. I clasti sono da spigolosi a subarrotondati, eterometrici anche di notevoli dimensioni (erratici). Costituiscono con spessori di diverse decine di metri, i rilievi di Via dell'Industria a Ovest dell'area.
- depositi fluvioglaciali: ghiaie da medie a grossolane a supporto di matrice sabbioso-ghiaiosa fine, da ben stratificata a grossolanamente stratificata, con strati di spessore variabile da decimetrico a metrico. I clasti sono poligenici, da male a ben selezionati. Subordinatamente sono costituiti da sabbie da fini a grossolane, talora limose, in lamine piano-parallele con ciottoli sparsi e più raramente massive o con laminazione obliqua a basso angolo o incrociata concava. È presente una locale cementazione. In superficie sono poco o nulla alterati, ricoperti unicamente da un modesto spessore di suolo.
- depositi glaciolacustri: costituiti da argille e limo argilloso-sabbiosi in lamine piano-parallele orizzontali con dropstones sparsi spesso striati. Localmente si rinvencono livelli torbosi e deformazioni (pieghe di piccole dimensioni) legate a glaciotettonica, ossia a spinta dovuta alla fronte della lingua glaciale in avanzata; in tali casi i sedimenti risultano sovraconsolidati. I depositi glaciolacustri affiorano nella piana interessata dall'intervento in progetto e le aree limitrofe. Qui si ritrovano a partire da 2 m di profondità da piano campagna e possono estendersi fino ad alcune decine di metri di profondità.

In generale, tutte le tipologie di depositi afferibili al Sintema di Cantù sono caratterizzate da un profilo di alterazione poco evoluto, inferiore a 1,5 m di spessore. La maggior parte dei clasti non è alterata o presenta un cortex di alterazione non molto sviluppato: solo i clasti carbonatici possono essere alterati e i metamorfici scistosi arenizzati nei primi metri del profi-

lo. I depositi di questa unità non sono coperti da coltre loessica.

UNITÀ POSTGLACIALE

Indicati con la sigla **POI** nella Tavola 1 in allegato, i depositi appartenenti a questa unità si riferiscono al Pleistocene Superiore – Olocene e sono caratterizzati da un'alterazione poco evoluta, con suoli poco sviluppati.

Da un punto di vista litologico, nell'area in esame l'unità è composta da depositi fluviali e alluvionali, costituiti da ghiaie medio grossolane a supporto di matrice sabbiosa e da sabbie e ghiaie a supporto di matrice limoso sabbiosa, talora si intercalano dei livelli più grossolani con matrice in quantità ridotta, limi sabbiosi e limi con clasti sparsi (depositi di esondazione). I clasti sono da subarrotondati a spigolosi, poligenici. La stratificazione è piano-parallela orizzontale. Questi depositi, aventi un presumibile spessore di pochi metri, sono limitati all'alveo attuale del Torrente Gandaloglio e alle sue immediate vicinanze.

Nello specifico, l'area oggetto di intervento è caratterizzata da un assetto subpianeggiante, in corrispondenza della quale affiorano depositi a granulometria fine, poco consolidati, passanti in profondità e lateralmente a terreni di origine glaciale e fluvioglaciale afferibili al Sintema di Cantù.

Il rilievo di terreno ha evidenziato la presenza di materiali di riporto antropico, con caratteristiche granulometriche eterogenee, utilizzati come riempimenti di zone allagabili e lungo il rilevato ferroviario della linea Lecco-Molteno a sud dell'area.

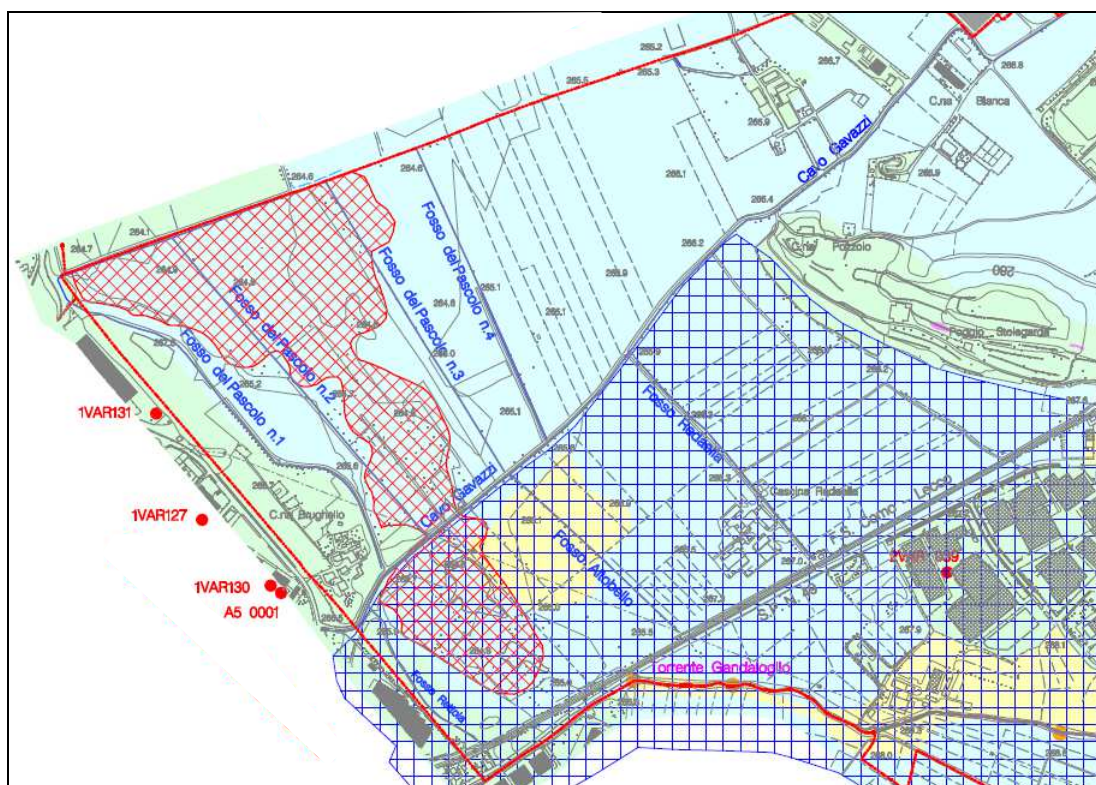
4 - INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

L'elemento idrico principale del territorio in esame è il Torrente Gandaloglio, tributario del torrente Bevera, che ha origine da una serie di corsi d'acqua minori che si formano lungo le pendici montuose del versante settentrionale e occidentale del Monte Crocione. Il corso d'acqua è alimentato da acque sorgive perenni che garantiscono presenza di acqua anche nei periodi di forte siccità, con portate minime di 4-5 l/min.

Il suo corso attraversa il territorio comunale lungo il confine nord-orientale, per scorrere quindi nella piana tra Oggiono e Sirone costeggiando la Strada Provinciale 49 fino all'abitato di Molteno confluendo poi nel torrente Bevera. In prossimità del sito di studio prosegue in direzione Est con pendenza ridotta (<2%). Le sue piene sono causa di inondazioni frequenti all'interno dell'area in oggetto.

Le caratteristiche morfometriche, indicate nello Studio di compatibilità idraulica e idrogeologica allegato al PGT di Oggiono, indicano una lunghezza dell'asta principale di 6.7 km e, considerando come sezione di chiusura il punto di uscita dal territorio comunale in Via per Molteno, il bacino del torrente copre una superficie pari a circa 9 km². La portata smaltibile indicata è di 12,5m³/sec mentre la portata di piena cinquantennale risulta essere di 22,5m³/sec.

Gli altri corsi d'acqua che costituiscono il reticolo idrico del comune di Oggiono sono rappresentati dal Fosso dei Pascoli, dal quale si dirama una fitta rete di solchi realizzati a fini irrigui all'interno della piana agricola (Fosso Redaella, Fosso Altobello, Fosso Rettola) - vedi figura 4.



Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione specialistica facente parte del Progetto.

Area di laminazione delle piene del torrente Gandaloglio e altri nei comuni di Oggiono, Sirone ed Annone
Progetto definitivo - **Relazione geologica - geotecnica** 10

coincidenti con le valli e le paleovalle dell'idrografia superficiale.

Gli acquiferi principali individuabili sono da ricercarsi in superficie e al di sotto dei depositi lacustri; il substrato roccioso appartenente alla formazione del conglomerato di Sirone e subordinatamente della facies di transizione, possono essere considerati acquiferi, solo se posseggono un indice di fratturazione elevato, ossia se la permeabilità per fratturazione è elevata.

All'interno dei depositi lacustri possono essere presenti lenti o orizzonti, comunque poco estesi, di ghiaie e sabbie, leggermente intasate da depositi fini, generati da passati e locali scaricatori glaciali, contenenti acqua (falde sospese e/o localmente di limitato spessore). Tali piccole "falde", normalmente, presentano un coefficiente di immagazzinamento basso ed hanno una scarsa continuità, il che le rende poco sfruttabili.

Nel comune di Molteno dal 1940 ad oggi sono stati realizzati almeno 12 pozzi idrici a scopo idropotabile o industriale, questi pozzi risultano essere collocati principalmente nelle vicinanze del torrente Bevera; la gran parte di tali pozzi è stata chiusa dopo la terebrazione, a causa della scarsa portata emungibile, o per l'assenza di acqua.

La falda subsuperficiale che alimenta i corsi d'acqua locali è limitata verso il basso dalla soglia di permeabilità costituita dai depositi lacustri.

Le informazioni a disposizione, indicano che la zona della piana alluvionale del Torrente Gandaloglio e del Torrente Bevera, è caratterizzata da una falda superficiale, contenuta nel sottile strato superficiale e sospesa sui limi lacustri. La profondità varia quindi localmente (generalmente tra 0,5 e 3 m) a seconda dello spessore di depositi superficiali e risulta fortemente connessa agli eventi meteorici.

In alcune zone, sono presenti falde più profonde sfruttate a scopo idropotabile a profondità molto variabili (tra -10 e -60 m da p.c.). La permeabilità dei terreni è variabile in funzione di numerose caratteristiche fisiche. Sulla base delle caratteristiche litologiche, i terreni presenti nell'area possono essere distinti in tre principali unità.

Risulta esemplificativa a tale proposito la Carta Idrogeologica dello studio geologico di Oggiono (vedi figura 5).

Terreni con permeabilità variabile da ridotta a molto ridotta: depositi lacustri, a prevalente granulometria limoso - argillosa. Indicativamente, il coefficiente di permeabilità K è inferiore a 10^{-6} m/s.

Terreni con permeabilità variabile da media a ridotta: depositi morenici caratterizzati da alternanze di livelli in cui prevalgono le granulometrie grossolane e livelli di materiali più fini costituiti da argille e limi. Indicativamente il coefficiente di permeabilità K risulta variabile tra

10^{-6} e 10^{-4} m/s.

Substrato roccioso: caratterizzato da una permeabilità secondaria generalmente bassa che diviene più elevata negli intervalli poco cementati e fratturati, dove è possibile una buona circolazione idrica. La permeabilità primaria dovuta alla porosità è pressoché nulla.

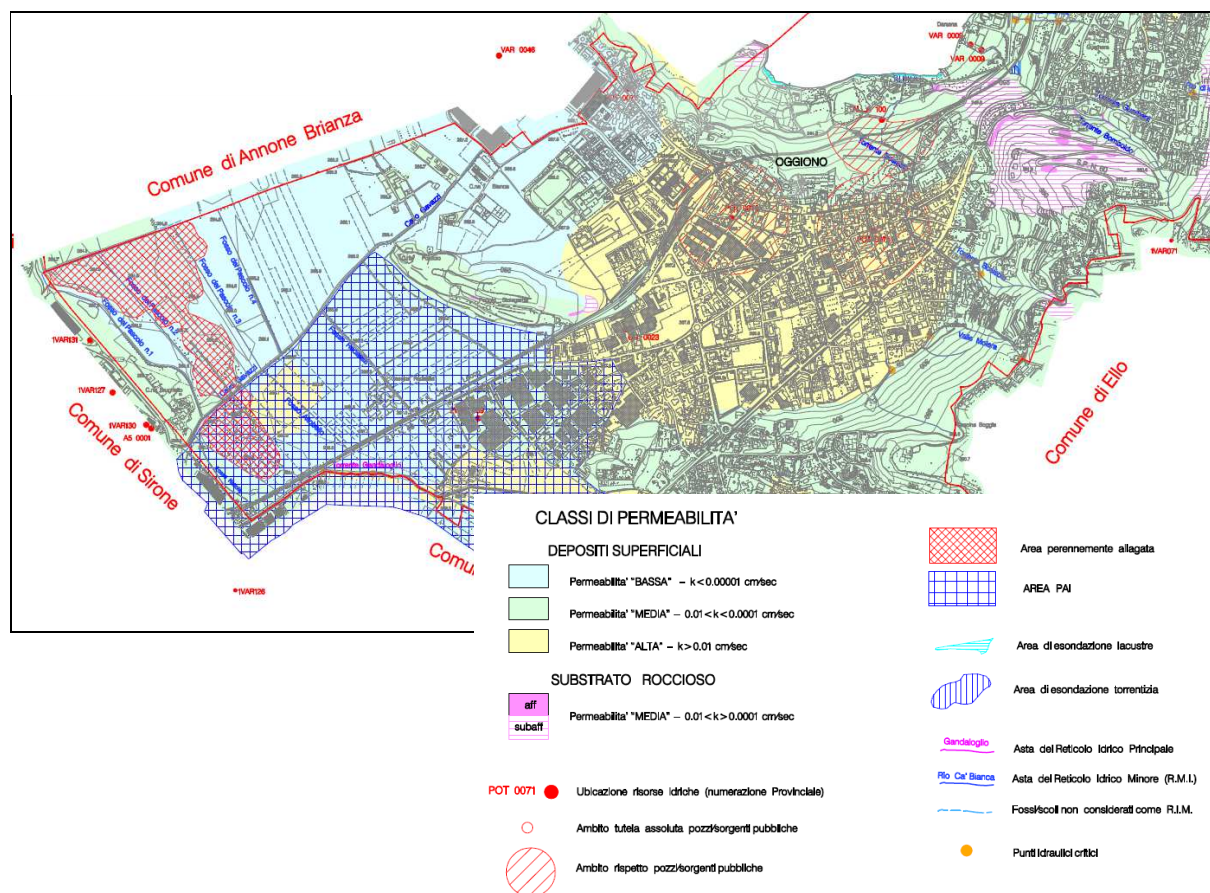


Figura 5 - Stralcio Carta Idrogeologica studio geologico comune di Oggiono – non in scala

Non si ritiene che le opere in progetto possano causare interferenze con lo sfruttamento dei pozzi esistenti.

5 - VINCOLISTICA GEOLOGICA ED AMBIENTALE

L'area di intervento ricade all'interno del Parco Valle Lambro ed in particolare all'interno del sistema delle aree fluviali e lacustri. Inoltre, è interessata da vincoli D.Lgs 42 22/01/2004 (aree di notevole interesse pubblico) e a vincoli di natura idraulica (fasce PAI e fasce fluviali).

5.1 - Fasce fluviali

Per quanto riguarda gli elementi ed i vincoli di natura idraulica con le relative norme (e verifiche del rischio idraulico) si rimanda alla relazione specialistica facente parte del progetto.

La porzione occidentale dell'area di laminazione in progetto, soggetta ad allagamento perenne, è indicata come area PAI a pericolosità media o moderata (Em) - vedi figura 6.

L'area di esondazione del Torrente Gandaloglio, inserita nell' "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici" dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con la dicitura 063-LO-LC, è attualmente classificata come area di esondazione "Zona I-Pericolosità Elevata" (L.267/98), ovvero potenzialmente interessata da inondazioni per eventi di piena con tempi di ritorno inferiore o uguale a 50 anni; tale area occupa il settore meridionale dell'area di laminazione in progetto.

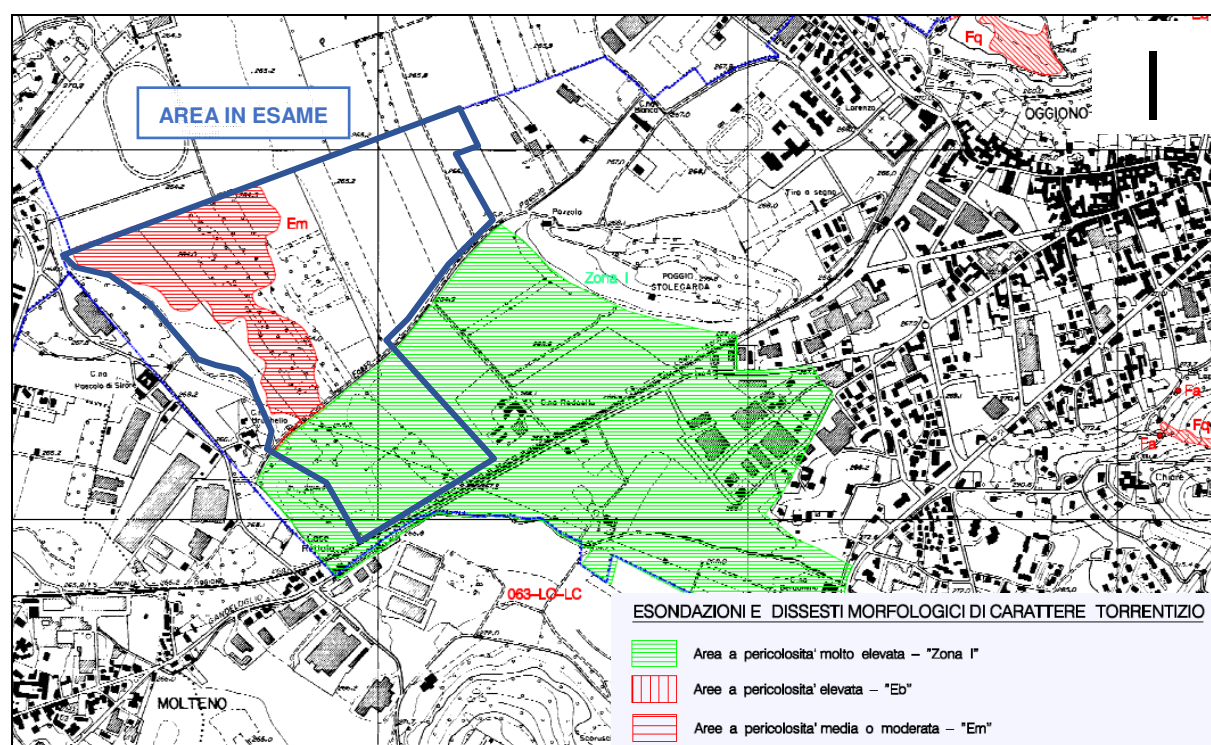


Figura 6 - Ubicazione area in esame su carta PAI – non in scala

5.2 - Studio Geologico comunale

Lo strumento principale cui fare riferimento nel valutare la compatibilità geologica di un intervento è il Piano di Governo del Territorio (PGT) ed in particolare allo studio di analisi della componente geologica, idrogeologica e sismica.

Il comune di Oggiono è dotato di uno studio geologico di supporto alla pianificazione territo-

riale (PGT) aggiornato ai sensi della l.r. 12/2005 da De Maron nel 2012.

In tale elaborato vengono analizzate le caratteristiche geologiche generali del territorio, e cioè le componenti geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrografiche e geotecniche. Tutte queste informazioni, opportunamente sintetizzate, portano alla redazione della carta di fattibilità, che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni e destinazioni di uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi ed indagini da effettuare.

Si riportano di seguito le risultanze sintetiche di tale documento, utili per la definizione delle problematiche geologiche del sito in esame.

La Carta di Sintesi riporta le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità riferita allo specifico fenomeno che la genera. Tale carta è infatti costituita da una serie di poligoni che definiscono una porzione di territorio caratterizzata da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di dissesto idrogeologico in atto o potenziale o da vulnerabilità idrogeologica.

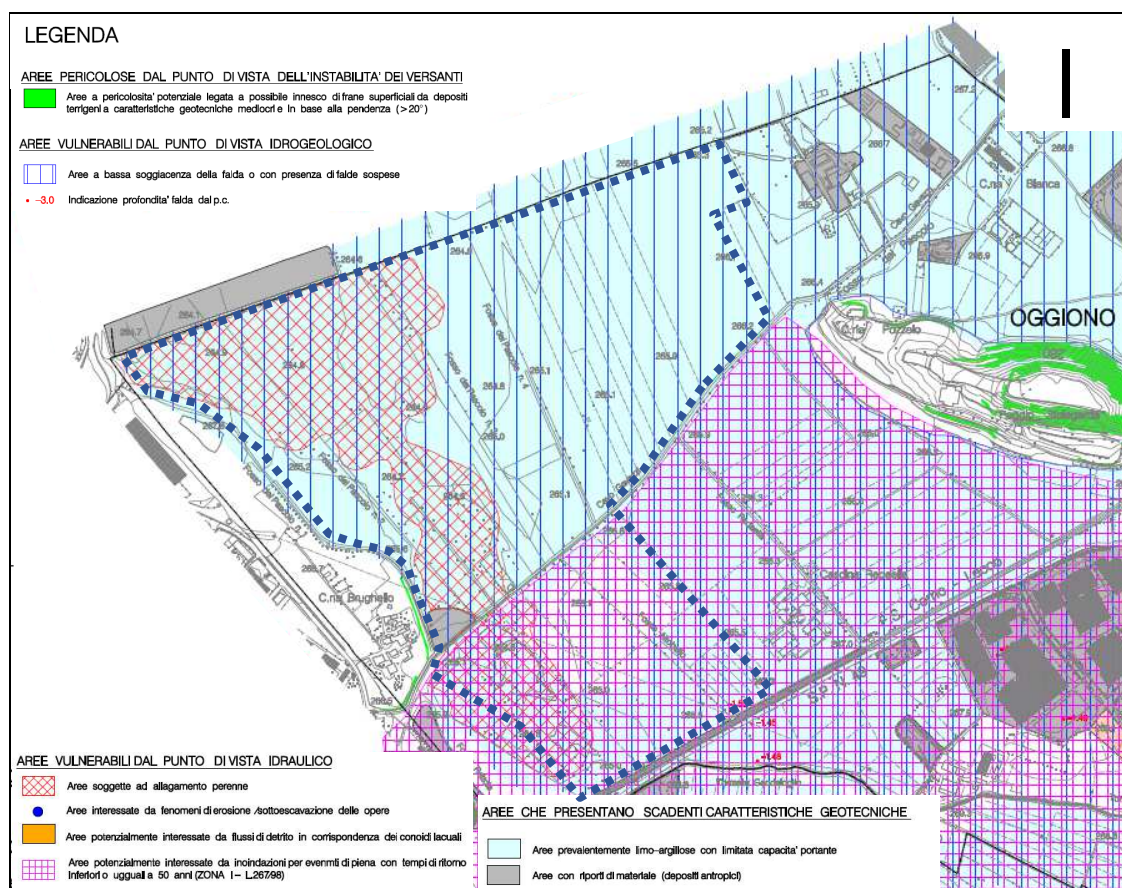


Figura 7 - Carta di sintesi tratta dal PGT di Oggiono - fuori scala

Nella zona di intervento (vedi figura 7) si segnalano i seguenti elementi:

- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico: il settore occidentale dell'area di laminazione in progetto è indicato come "area soggetta ad allagamento perenne" mentre la porzione

di tale settore, a valle del Fosso dei Pascoli, è indicata come “area potenzialmente interessata da inondazioni con eventi di piena con tempi di ritorno inferiori o uguali a 50 anni (ZONA 1 PAI).

- Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico: in tutta l’area di intervento è indicata la presenza di terreni con bassa soggiacenza della falda o con presenza di falde sospese;
- Aree con caratteristiche geotecniche scadenti: tutta l’area di laminazione andrà ad interessare depositi prevalentemente limoso-argillosi con limitata capacità portante.

I tematismi riportati nella carta di Sintesi portano alla definizione della Carta di Fattibilità, che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni e alle destinazioni di uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi e alle indagini da effettuare.

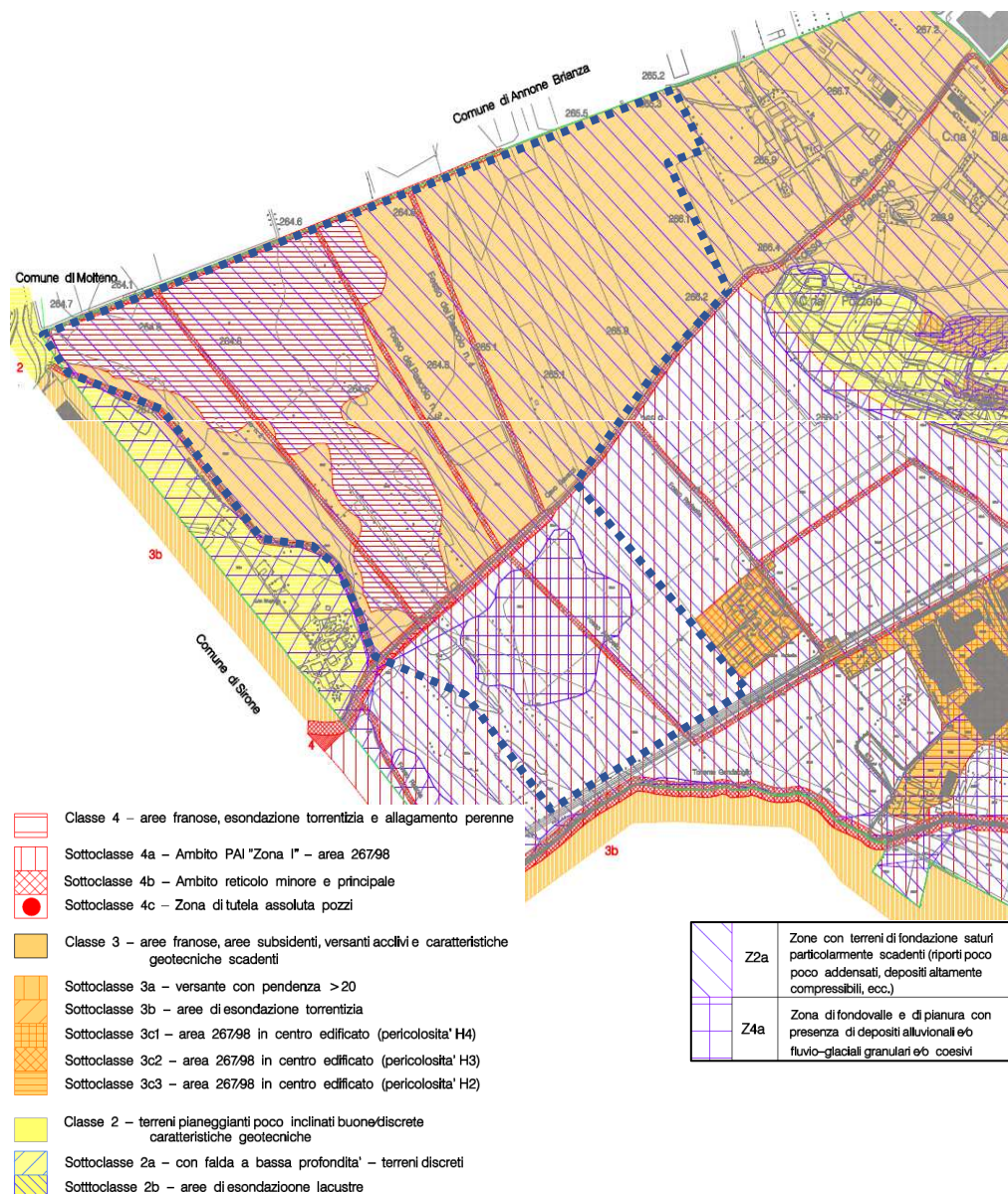


Figura 8 - Carta di Fattibilità tratta dal PGT di Oggiono - fuori scala

Sulla Carta di Fattibilità Geologica (vedi figura 8), l'area di laminazione ricade in:

- **classe di fattibilità 3** (fattibilità con consistenti limitazioni) per quanto riguarda i settori posti a Nord del Fosso del Pascolo, con presenza di aree subsidenti e con caratteristiche geotecniche scadenti;
- **classe di fattibilità 4** (fattibilità con gravi limitazioni) – sottoclassi 4a e 4b che includono i settori paludosi e di allagamento perenne a Ovest (area PAI Em), i fossi inerenti il reticolo idrico principale e minore e la zona a Sud di Fosso del Pascolo inserita nell'ambito PAI ZONA I come area di esondazione.

Dal momento che le limitazioni disposte dalla carta di fattibilità dello studio geologico comunale fanno esplicito e diretto riferimento alla normativa PAI in merito alla fattibilità geologica delle opere in progetto, si rimanda ai contenuti della relazione specialistica idraulica per la determinazione ed espressione della compatibilità degli interventi in progetto.

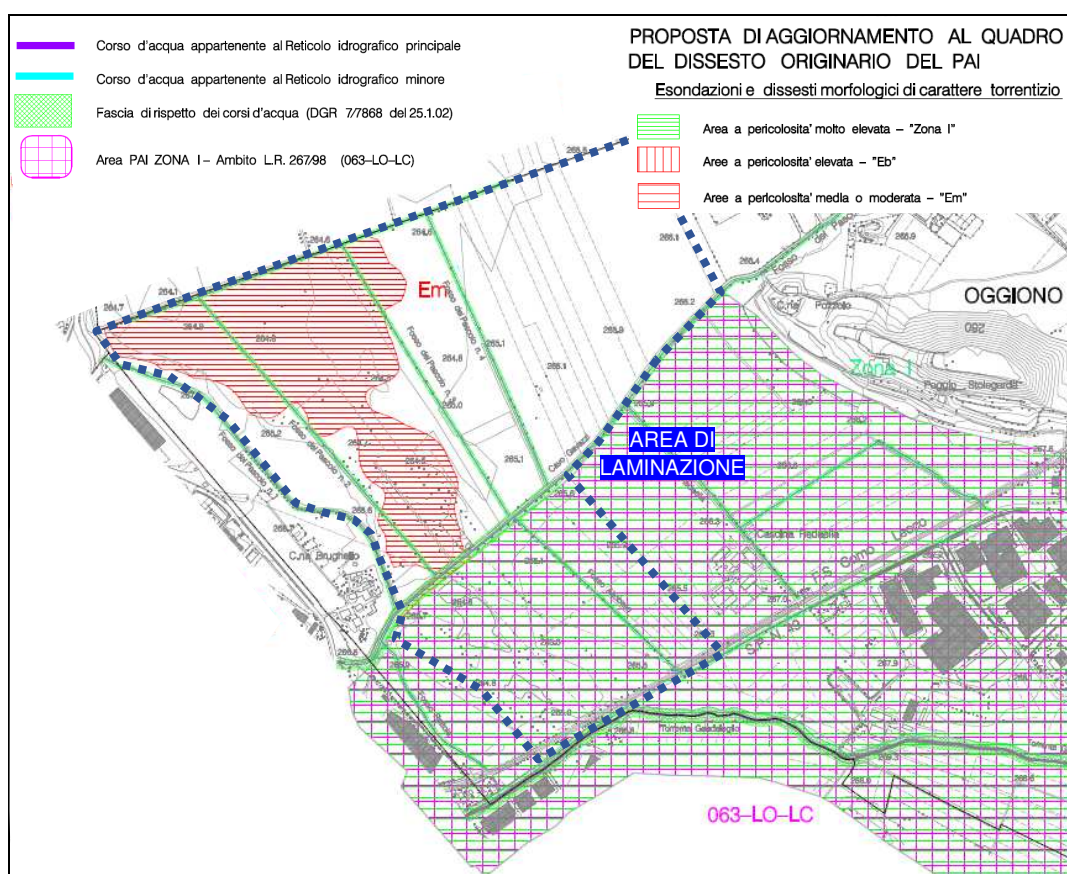


Figura 9 - Carta dei vincoli tratta da PGT Oggiono - fuori scala

Nella Carta dei vincoli (vedi figura 9), come precedentemente accennato, in corrispondenza dell'area di laminazione in progetto sono riportate le seguenti limitazioni:

- area PAI a pericolosità media o moderata (Em) per esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio che interessa il settore occidentale dell'area di laminazione soggetto ad allagamento perenne;

- area di esondazione del Torrente Gandaloglio, inserita nell' "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici" dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con la dicitura 063-LO-LC, è attualmente classificata come Area di esondazione "Zona I-Pericolosità Elevata" (L.267/98), ovvero potenzialmente interessata da inondazioni per eventi di piena con tempi di ritorno inferiore o uguale a 50 anni;
- fasce di rispetto dei corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore del Comune di Oggiono e del Torrente Gandaloglio appartenente al Reticolo Idrico Principale (Identificativo "**LC003**").

Essendo l'intervento in oggetto realizzato per la protezione idraulica nei confronti dei fenomeni di piena e di esondazione diffusa sul territorio in esame, si ritiene che esso sia compatibile con i vincoli e le limitazioni esistenti.

La carta della pericolosità sismica locale (vedi Figura 10) inserisce l'area di laminazione in progetto nello scenario di pericolosità sismica locale denominato Z2a (che comprende zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti) che potrebbero comportare fenomeni di cedimenti. Il settore posto a sud del corso d'acqua denominato Fosso dei Pascoli ricade entro lo scenario denominato Z4a che comprende le zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi che potrebbero comportare effetti di amplificazione litologica e geometrica.

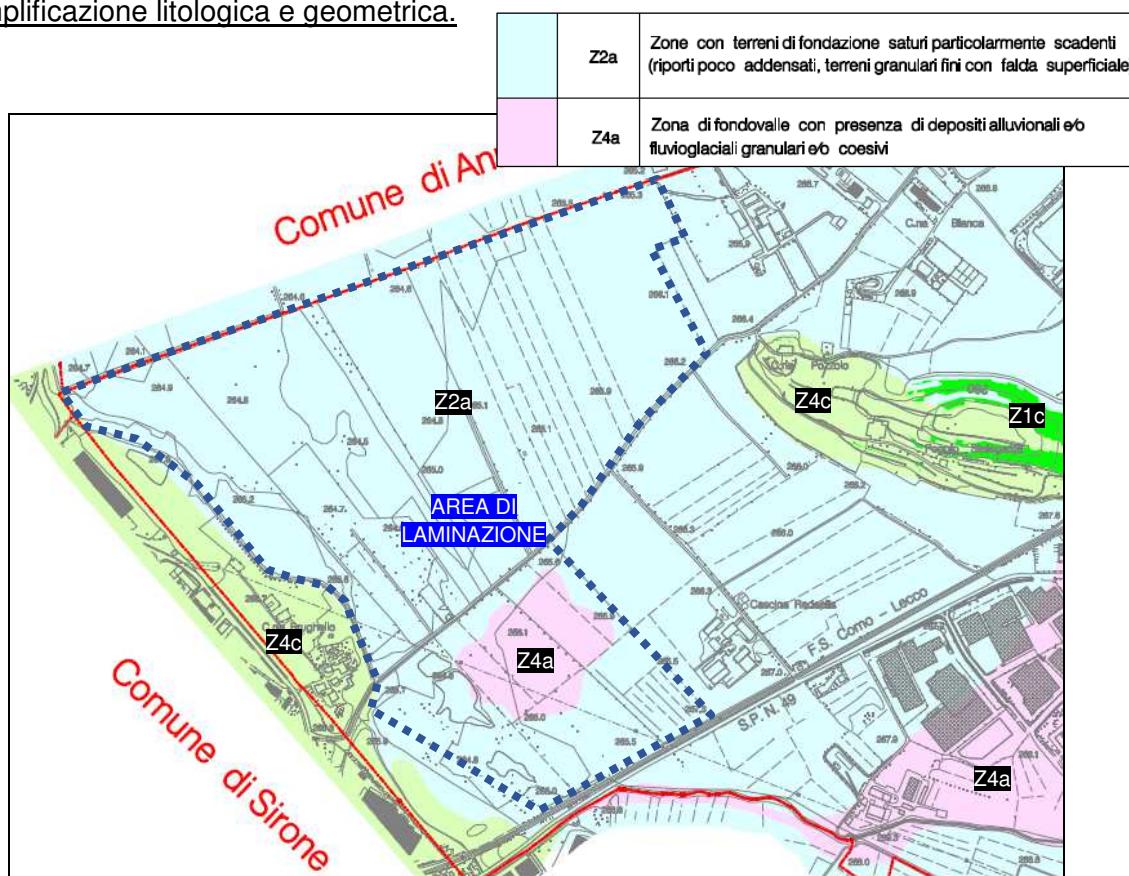


Figura 10 - Estratto Carta di PSL da PGT Oggiono - fuori scala

In zona sismica 3, la normativa vigente prevede nelle zone PSL Z3 e Z4 l'applicazione del 2° livello mentre nelle zone Z1 e Z2 è necessaria l'applicazione del 3° livello di approfondimento sismico.

5.3 - Studio del reticolo idrico minore

Studio di riferimento principale in materia di vincolistica idraulica è lo studio del Reticolo Idrico Minore, il quale individua i corsi d'acqua appartenenti al reticolo minore, di competenza comunale, le fasce di rispetto degli stessi e le norme per esercitare le attività di polizia idraulica.

Il comune di Oggiono è dotato di tale studio redatto dal Dott. Geol. Invernizzi nel 2004.

Dai contenuti di tale studio, riportati negli strumenti di pianificazione urbanistica precedentemente riportati, emerge che l'opera in progetto interferirà con le fasce fluviali degli elementi idrici così denominati: Fosso dei Pascoli n. 1-2-3-4, Cavo Gavazzi, Fosso Rettola, Fosso Altobello. Non sono indicati ulteriori elementi del reticolato idrografico interferenti con le opere in progetto.

6 - ASPETTI SISMICI

6.1 - Zonizzazione sismica Nazionale e Regionale

In merito all'applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003, è stata redatta una mappa della pericolosità sismica di base per tutto il territorio nazionale, con l'individuazione di quattro zone sismiche a pericolosità decrescente (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4) e la formazione degli elenchi dei comuni compresi in ciascuna zona.

Ogni zona sismica è contrassegnata da un diverso *range* di valori del parametro a_g corrispondente alla accelerazione di picco orizzontale del suolo, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g , secondo la seguente tabella.

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

- Zona 1: è la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti
- Zona 2: zona in cui possono verificarsi terremoti abbastanza forti
- Zona 3: zona in cui possono verificarsi scuotimenti modesti
- Zona 4: zona meno pericolosa; possibilità di danni sismici bassa

L'Ordinanza PCM 3274 ha richiesto anche la compilazione di una nuova mappa di pericolosi-

tà del territorio Nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s).

Tale mappa è stata approvata con Ordinanza PCM 28 aprile 2006 n. 3519.

La Regione Lombardia, con d.g.r. 7 novembre 2003 n. 7/14964 ha stabilito la classificazione sismica dei singoli comuni proposta dalla OPCM sopracitata ed ha stabilito i modi e i tempi di applicabilità della nuova normativa sismica sia per le costruzioni esistenti che per quelle future.

La d.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)" ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni. La delibera in oggetto, pubblicata sul B.U.R.L. n. 29, S.O., del 16/7/2014.

Secondo questa nuova classificazione al Comune di Oggiono è stata attribuita la zona sismica 3.

L'OPCM n. 3274/2003, oltre a definire una nuova classificazione dei Comuni nazionali, ha introdotto una classificazione del sottosuolo in "categorie sismiche", basata sulla stima di alcuni parametri fondamentali (V_s , N_{spt} , C_u , profondità del bedrock). Ad ogni categoria, sono stati attribuiti i valori dei parametri dello spettro di risposta per la stima delle azioni sismiche di progetto. Questa classificazione è stata ripresa nel D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

Le tabelle riportate alla pagina seguente riassumono la classificazione del sottosuolo, secondo le citate "categorie sismiche".

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

6.2 - Amplificazione sismica locale - secondo livello di approfondimento sismico

Le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (definite come “condizioni locali”) possono influenzare la pericolosità sismica di base, producendo effetti diversi che devono essere considerati nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area stessa.

Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti, ricavabile dall'identificazione delle caratteristiche del terreno presente nell'area.

In funzione di tali caratteristiche, si distinguono due gruppi di effetti locali:

- Effetti di sito o di amplificazione sismica locale: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento stabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese. Gli effetti sono rappresentati dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento) relativo ad una formazione rocciosa di base (bedrock) può subire a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali. Tali effetti si distinguono in:
 - effetti di amplificazione topografica: si verificano quando le condizioni locali sono caratterizzate da morfologie articolate ed irregolari;
 - effetti di amplificazione litologica: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche.
- Effetti di instabilità: interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati da fenomeni di instabilità consistenti in collassi e/o movimenti di grandi masse di terreno.

La valutazione degli effetti sismici di sito riportata nella delibera di riferimento (d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 “*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12*” e successive modifiche) prevede tre livelli di approfondimento con grado di dettaglio crescente:

- 1° livello: da realizzarsi in fase di pianificazione urbanistica;
- 2° livello: obbligatorio per i Comuni ricadenti in Zona Sismica 4 in aree classificate Z3 e Z4 solo per progettazione di edifici strategici e/o rilevanti;
- 3° livello: da realizzarsi, se necessario, in fase di progettazione.

Il 1° livello consiste in un approccio qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento. Si tratta di un metodo empirico che permette l'individuazione delle zone dove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono prevedibili, sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili.

Lo Studio Geologico Comunale di Oggiono ha effettuato il primo livello di approfondimento sismico su l'intero territorio comunale inserendo il sito in esame nei seguenti scenari di pericolosità sismica:

- Z2a (zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti);
- Z4a (zone di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi).

L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione di aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (*Fattore di amplificazione calcolato superiore ai Fattori di amplificazione di soglia comunali* forniti dal Politecnico di Milano).

La metodologia utilizzata per la stima semiquantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di fattore di amplificazione locale è stata applicata secondo la procedura indicata riportata nella d.g.r. 22 dicembre 2005 n. 8/1566 e s.m.i..

Di seguito vengono riportati i valori di soglia del Fattore di Amplificazione calcolati dal Politecnico di Milano per il Comune di Oggiono (LC).

CATEGORIA DI SUOLO	<u>FATTORE DI AMPLIFICAZIONE</u>	<u>FATTORE DI AMPLIFICAZIONE</u>
	Intervallo di periodo 0.1-0.5 s	Intervallo di periodo 0.5-1.5 s
B	1,4	1,7
C	1,8	2,4
D	2,2	4,2
E	2,0	3,1

Fattori di amplificazione per periodi e suoli differenti del comune di Oggiono

6.3 - Indagine sismica in sito

Al fine di procedere ad una caratterizzazione sismica locale dei terreni, sono stati considerati i risultati dell'indagine geofisica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) eseguita nel 2016 per la progettazione preliminare a cura dello Studio Georisk. In particolare, sono stati effettuati n. 2 stendimenti sismici dalla società Appli srl di Seriate (BG); l'ubicazione degli stendimenti è riportata nella figura 11.

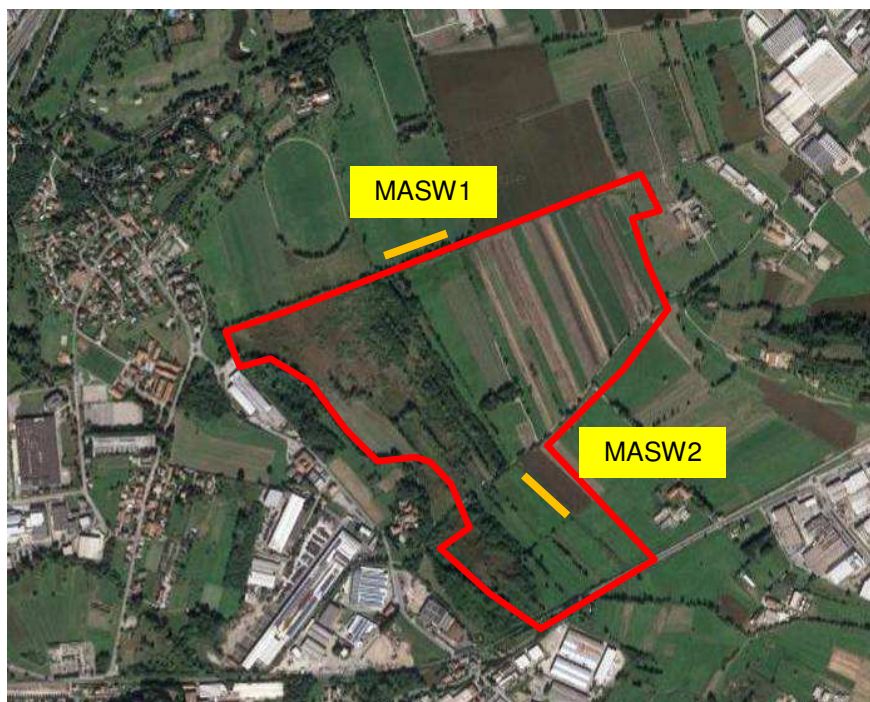


Figura 11 - Ubicazione stendimenti sismici su immagine satellitare digitale - non in scala

La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park et al., 1999), permette di determinare in modo dettagliato l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali o di Rayleigh.

Il modello sismico monodimensionale (V_s -profondità) costituisce infatti l'aspetto principale sia nella stima degli effetti sismici di sito che nella definizione dell'azione sismica di progetto, in quanto consente di conoscere l'incidenza delle locali condizioni stratigrafiche nella modifica della pericolosità sismica di base (amplificazioni di natura litologica).

Ciò permette una corretta progettazione strutturale in relazione alle condizioni sitospecifiche, garantendo un adeguato livello di protezione antisismica delle costruzioni (O.P.C.M. 3274 e s.m.i; D.M. 14.09.2005; Eurocodice 8; D.M. 14.01.2008).

Il metodo MASW è basato sul tempo necessario perché la perturbazione elastica, indotta nel sottosuolo da una determinata sorgente di energia, giunga agli apparecchi di ricezione (geofoni) percorrendo lo strato superficiale con onde dirette e gli strati più profondi con onde rifratte.

Il “metodo attivo” di indagine MASW è basato sulla produzione di onde superficiali con una sorgente impulsiva disposta a piano campagna e vengono registrate da uno stendimento lineare composto da numerosi ricevitori posti a breve distanza (distanza intergeofonica). La metodologia attiva è quella utilizzata per queste indagini.

Con questo metodo si ottiene una curva di dispersione nel *range* di frequenza compreso tra 10 e 40 Hz e fornisce informazioni sulla parte più superficiale di sottosuolo (fino a circa 20-30

m di profondità in funzione della rigidezza del suolo.

L'acquisizione dei dati avviene utilizzando un allineamento di 24 sensori (geofoni) collegati tramite cavi sismici al sismografo, collegato a sua volta ad una batteria.

I 24 geofoni vengono infissi a un passo di due metri, partendo dal punto 0 in cui viene infisso il primo geofono, in posizione verticale e solidamente collegati col terreno; il sismografo viene posto al centro dello stendimento.

L'ubicazione delle energizzazioni è standard: per una stesa di 24 geofoni vengono energizzati i punti a -10 a +56 in cui viene posizionata una piastra di alluminio che, al momento opportuno, viene battuta con una mazza da 5 kg. L'energizzazione avviene nel momento di minor rumore ambientale possibile; vengono effettuate 7 battute su ciascuno dei due punti di energizzazione. Al momento della battuta il sismografo visualizza l'onda rifratta registrandola in un file.

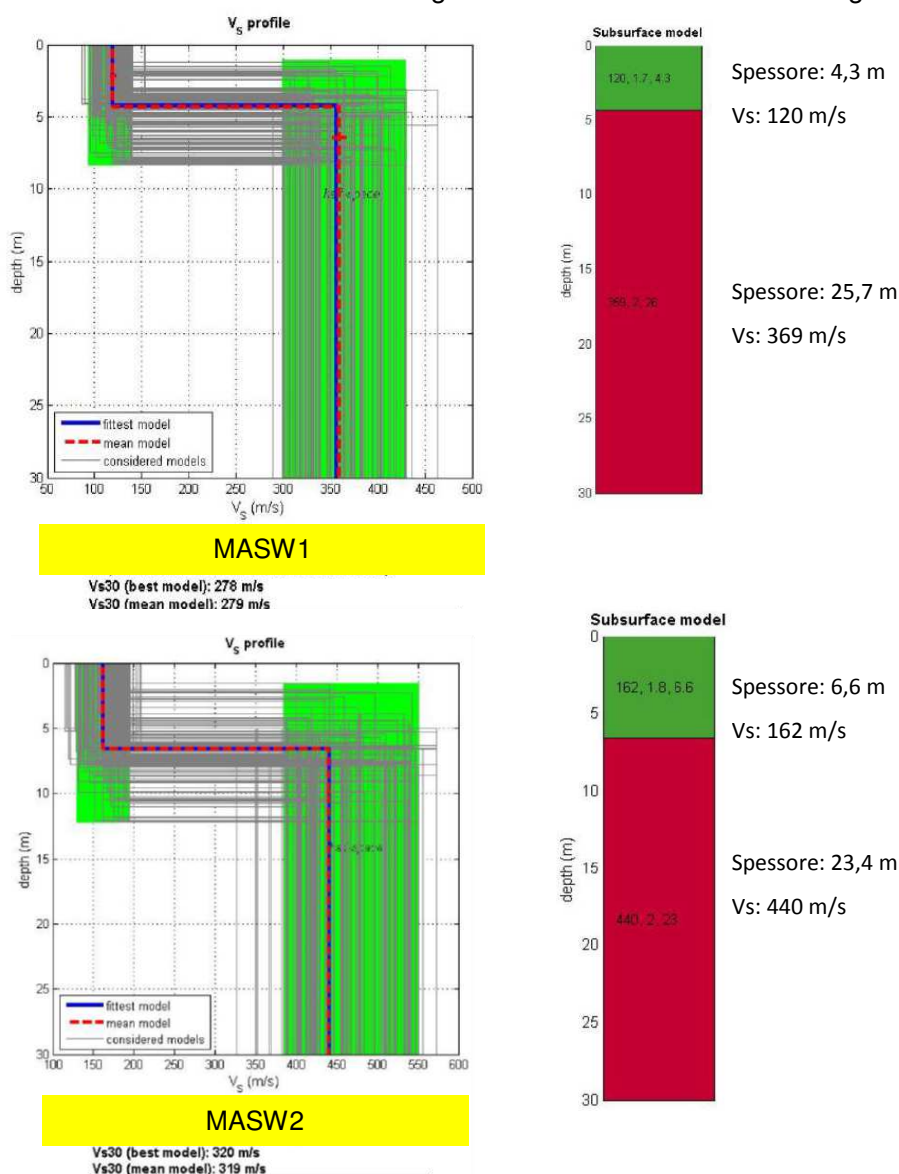


Figura 12 - Andamento onde S in profondità desunto da indagini MASW

Il processing dei dati indica valori di V_{s30} rispettivamente pari a 279 e 319 m/sec.

Secondo normativa, la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la C.

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

6.4 - Determinazione dei fattori di amplificazione locale - amplificazione litologica

La procedura consiste in un approccio semiquantitativo e fornisce la stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore di fattore di amplificazione (F_a). Il piano di riferimento per i successivi calcoli è assunto pari all'attuale piano campagna.

Per l'analisi degli effetti litologici si fa riferimento a quanto riportato nell'Allegato 5 della D.G.R. n. 9/2616 del 30/11/2011 e di seguito analizzati.

In base all'andamento delle V_s con la profondità, ricavato dall'indagine con metodologia MASW, ed in funzione della litologia attesa del sottosuolo, si è scelta come riferimento la scheda per la **litologia sabbiosa** (vedi figura 13), per la quale la curva V_s -Z sperimentale è interamente compresa nel campo di validità.

Di seguito sono riportati gli spessori e le velocità V_s degli strati considerati per le differenti indagini MASW.

Indagine MASW	Spessore primo strato	Velocità V_s
MASW-1	4,3 m	120 m/s
MASW-2	6,6 m	162 m/s

Riferendoci alla matrice della scheda con litologia sabbiosa, per entrambe le MASW è stata scelta la curva 2 (verde), come più appropriata per il successivo calcolo del fattore di amplificazione.

Il calcolo del periodo proprio del sito considera tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore a 800 m/s con la seguente formula:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove:

h = spessore orizzonte sismico

V_s = velocità onde s per l'orizzonte

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA SABBIOSA

PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da sabbia con ghiaia e ciottoli a limo e sabbia passando per sabbie ghiaiose, sabbie limose, sabbie con limo e ghiaia, sabbie limose debolmente ghiaiose, sabbie ghiaiose debolmente limose e sabbie

NOTE:

Comportamento granulare

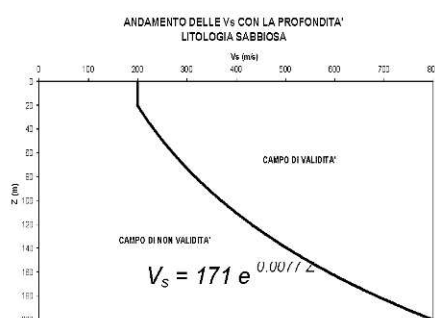
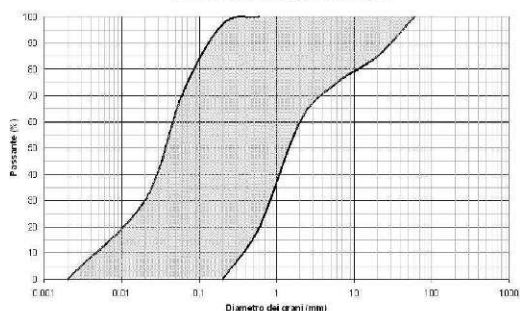
Struttura granulo-sostenuta

Clasti con $D_{max} > 20$ cm inferiori al 15%

Frazione ghiaiosa inferiore al 25%

Frazione limosa fino ad un massimo del 70%

FUSO GRANULOMETRICO INDICATIVO

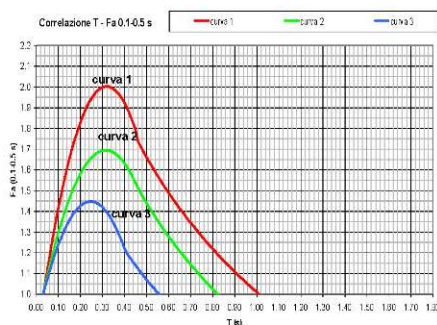


Profondità primo strato (m)	1-3	4	5-12	13	14	15	16	17	18	20	25	30	40	50	60	70	90	110	130	140	160	180
200	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
250	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
300	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
350	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
400	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
450	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
500	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
600	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
700	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

ove
la sigla NA indica $Fa = 1$

il riquadro rosso indica la condizione stratigrafica per cui è necessario utilizzare le curve 1

CONDIZIONE: strato con spessore compreso tra 5 e 12 m e velocità media V_s minore o uguale a 300 m/s poggiante su strato con velocità maggiore di 500 m/s



Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.03 \leq T \leq 0.50$ $Fa_{(0.1-0.5)} = -12.21 T^2 + 7.79 T + 0.78$	$0.50 < T \leq 1.00$ $Fa_{(0.1-0.5)} = 1.01 - 0.94 \ln T$	$T > 1.00$ $Fa_{(0.1-0.5)} = 1.00$
2	$0.03 \leq T \leq 0.45$ $Fa_{(0.1-0.5)} = -8.65 T^2 + 5.44 T + 0.84$	$0.45 < T \leq 0.80$ $Fa_{(0.1-0.5)} = 0.83 - 0.88 \ln T$	$T > 0.80$ $Fa_{(0.1-0.5)} = 1.00$
3	$0.03 \leq T \leq 0.40$ $Fa_{(0.1-0.5)} = -8.68 T^2 + 4.77 T + 0.86$	$0.50 < T \leq 0.55$ $Fa_{(0.1-0.5)} = 0.82 - 0.85 \ln T$	$T > 0.55$ $Fa_{(0.1-0.5)} = 1.00$

Curva	Tratto polinomiale	Tratto logaritmico	Tratto rettilineo
1	$0.08 \leq T \leq 1.80$ $Fa_{(0.5-1.5)} = 0.57 T^3 - 2.18 T^2 + 2.38 T + 0.81$		
2	$0.08 \leq T < 0.80$ $Fa_{(0.5-1.5)} = -6.11 T^2 + 5.79 T^2 + 0.44 T + 0.93$	$0.80 \leq T \leq 1.80$ $Fa_{(0.5-1.5)} = 1.73 - 0.61 \ln T$	

Figura 13 - Matrice per la scelta della curva più appropriata per il calcolo del fattore di amplificazione per la scheda con litologia sabbiosa

L'indagine sismica non ha raggiunto velocità comparabili con quelle del substrato sismico

($V_s > 800$ m/s). Per le indagini effettuate sono stati così ottenuti i seguenti valori.

- $T_{(MASW1)} = 0,36$
- $T_{(MASW2)} = 0,32$

Sono stati quindi determinati i valori di F_a per le due indagini contraddistinte dai due intervalli di periodo 0,1-0,5 s (strutture rigide e basse) e 0,5-1,5 s (strutture flessibili e alte).

Le indagini condotte hanno ricavato un assetto stratigrafico e dei valori di velocità delle onde S che corrisponde ad un terreno di tipo C per quanto riguarda il settore occidentale della vasca di laminazione mentre evidenze di terreno indicano la presenza di substrato roccioso a profondità di circa 20 metri da piano campagna compatibile con un suolo di tipo E nel settore orientale.

Nella tabella 1 sono riportati i valori dei fattori di amplificazione ottenuti con il metodo semplificato, comparati con i valori di soglia per terreni di tipo C e di tipo E proposti dalla normativa vigente per il comune di Oggiono.

Periodo proprio del sito	Intervallo (0.1-0.5)	Valore di soglia	Intervallo (0.5-1.5)	Valore di soglia
0,32 (MASW-2)	$F_a = 1,7 \pm 0,1$	1,8 (suolo C)	$F_a = 1,5 \pm 0,1$	2,4 (suolo C)
		2,0 (suolo E)		3,1 (suolo E)
0,36 (MASW-1)	$F_a = 1,7 \pm 0,1$	1,8 (suolo C)	$F_a = 1,6 \pm 0,1$	2,4 (suolo C)
		2,0 (suolo E)		3,1 (suolo E)

Tabella 1 - Sintesi analisi sismica di secondo livello

L'analisi effettuata tramite le schede di valutazione indica che il valore del Fattore di Amplificazione determinato per il caso in esame è inferiore ai valori di soglia stabiliti per il comune di Oggiono sia per strutture alte e snelle, sia per strutture basse e rigide.

Pertanto, sia per strutture con periodo proprio nel range 0,1-0,5 s ((strutture rigide e basse), sia per strutture con periodo proprio nel range 0,5- 1,5 s (strutture alte e snelle), la normativa nazionale è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla norma.

Nel proseguio delle analisi, sulla scorta delle evidenze litologiche e del grado di addensa-

mento / consistenza di terreni, e pertanto sulla scorta di un criterio geologico e geotecnico, è stata adottata la **categoria di sottosuolo D**, più cautelativa rispetto alle categorie di sottosuolo C ed E.

6.5 - Definizione dell'azione sismica di base

Con il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 sono state approvate le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni. La parte relativa alla determinazione delle azioni sismiche rappresenta una delle principali novità del nuovo testo normativo. Viene definitivamente abbandonato il concetto di "Zone Sismiche" e viene introdotto il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale.

La "pericolosità sismica di base" costituisce quindi l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alla progettazione strutturale dei manufatti. Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è costituito dallo spettro di risposta elastica costituito da uno spettro normalizzato considerato indipendente dal livello di sismicità, moltiplicato per il valore dell'accelerazione massima ($a_g \times S$) del terreno che caratterizza il sito di fondazione.

Gli spettri sono definiti in base a tre parametri fondamentali:

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

Questi parametri sono calcolati in funzione del "reticolo di riferimento". Sul territorio italiano è infatti stata individuata una maglia di circa 10 km di lato, associando a ciascun nodo la definizione di tali parametri. Partendo dai valori nei nodi, per ogni punto individuato sul territorio mediante le sue coordinate geografiche (longitudine, latitudine) e attraverso interpolazione, è possibile individuare i parametri di pericolosità sismica per un periodo di ritorno (T_R) assegnato. Il periodo di ritorno viene valutato in funzione della "Vita di Riferimento" (V_R) ed in base alla corrispondente probabilità del suo superamento allo stato limite che si intende verificare. La "Vita di Riferimento" (V_R) viene calcolata in funzione della "Vita Nominale" e del "Coefficiente d'uso" (C_U).

Per l'opera in esame, su indicazione dei Progettisti, è stata considerata una Vita nominale delle opere (VN) 100 anni; è stata inoltre valutata una classe d'uso III (coefficiente $C_U=1,5$).

Il periodo di riferimento dell'azione sismica è quindi pari a 150 anni.

Eventuali diverse indicazione da parte dei Progettisti dell'opera comporterà la rideterminazione dell'azione sismica.

Dall'elaborazione (effettuata con il programma online Geostru PS Parametri sismici) si ottengono i parametri di azione sismica per i diversi stati limite.

La definizione delle azioni di progetto comporta, oltre alla conoscenza della “pericolosità sismica di base”, la definizione di altri parametri. Si tratta in pratica di “modificare” la forma spettrale del sottosuolo di categoria A, attraverso un coefficiente stratigrafico (S_s), un coefficiente topografico (S_t) e un coefficiente in funzione della categoria (C_c) che modifica il valore del periodo T_C . Si rammenta altresì che i calcoli di seguito sviluppati, come riportato al par. 3.2.3.2 delle NTC, consentono di definire lo spettro di risposta elastico in accelerazione per strutture con periodo fondamentale minore od uguale a 4,0 s. Qualora venga definito un periodo fondamentale, per l'opera in progetto, superiore a 4,0 s, l'azione sismica deve essere definita mediante accelerogrammi determinati ad hoc.

Nel caso in esame, le indagini e gli approfondimenti condotti portano a far ritenere utilizzabili i seguenti parametri:

- Vita nominale: 100 anni
- Classe d'uso: III
- Categoria sottosuolo: D (ipotesi più sfavorevole)
- Categoria topografica: T1 superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$

(1)* Coordinate WGS84 (°)

Latitudine Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)

Latitudine Longitudine

Classe dell'edificio

$S_u = 1.5$

Vita nominale
(Opere provvisorie ≤ 10 , Opere ordinarie > 50 ,
Grandi opere ≥ 100)

Interpolazione

Media ponderata

Calcola

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

☐ Muri di sostegno ☒ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
S_s * Amplificazione stratigrafica	1,80	1,80	1,80	1,80
C_c * Coeff. funz. categoria	2,74	2,60	2,27	2,24
S_t * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s^2]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,013	0,025	0,029
kv	0,005	0,006	0,013	0,015
Amax [m/s^2]	0,535	0,634	1,233	1,431
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Stato Limite	Tr [anni]	a_0 [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	90	0,030	2,580	0,208
Danno (SLD)	151	0,036	2,607	0,230
Salvaguardia vita (SLV)	1424	0,070	2,685	0,303
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0,081	2,731	0,312
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	150			

Figura 14 - parametri di accelerazione sismica dei terreni di fondazione

6.6 - Verifica esclusione liquefazione

Le NTC richiedono di verificare che il sito sul quale è ubicato il nuovo manufatto risulti stabile nei confronti della liquefazione.

Ai sensi del par. 7.11.3.4.2 delle NTC 08 (DM 14/01/2008), le verifiche alla liquefazione possono essere omesse quando si manifesta almeno una delle seguenti circostanze:

1) eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5

nel caso in esame, non ricadendo l'area all'interno di zone sismogenetiche con Magnitudo nota, secondo quanto riportato negli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica- Gruppo di lavoro MS 2008", un metodo semplice e in favore di sicurezza che può essere utilizzato per stimare quale sia il valore di magnitudo da considerare per il sito è quello di determinare le minime distanze (R_i) in km dalle zone sismogenetiche (i) circostanti e si controlla per ciascuna di esse se la magnitudo M_i della zona è inferiore alla magnitudo fornita dalla relazione $M_s = 1 + 3 \log(R_i)$. Se ciò accade, la verifica a liquefazione non è necessaria. Se invece è necessaria, si assume il valore di magnitudo M_i più alto fra quelli per i quali la verifica è necessaria.

Nel caso in esame: $M_s = 1 + 3 \log(24 \text{ km}) = 5,14$ è superiore a $M_i = 6,14$ zona ZS907 (Bergamasco) prossima all'area → NON SODDISFATTA

2) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g

Nel caso in esame A_{max} per SLV è pari a 1.233 m/s^2 (ovvero pari a 0,125 g) che risulta superiore a 0,1 g → NON SODDISFATTA

3) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali

Nel caso in esame, la falda è posta a profondità di circa 0.8 m – 1 m da piano campagna → NON SODDISFATTA

4) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100kPa.

Nel caso in esame, la condizione → NON SODDISFATTA

5) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 7.11.1a nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c^ < 3.5$ ed in figura 7.11.1b nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c^* > 3.5$*

* U_c rapporto D_{60}/D_{10} , dove D_{60} e D_{10} sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa

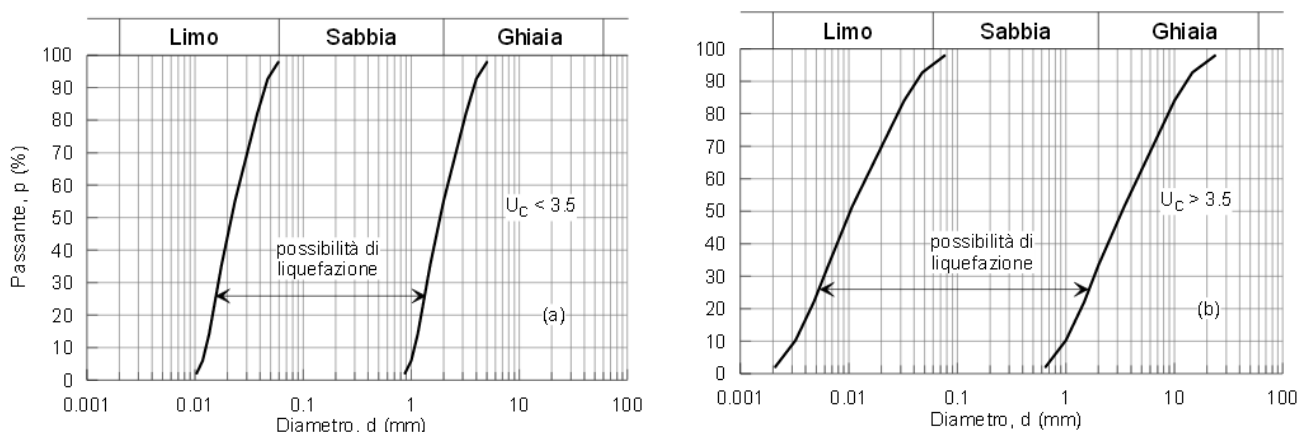
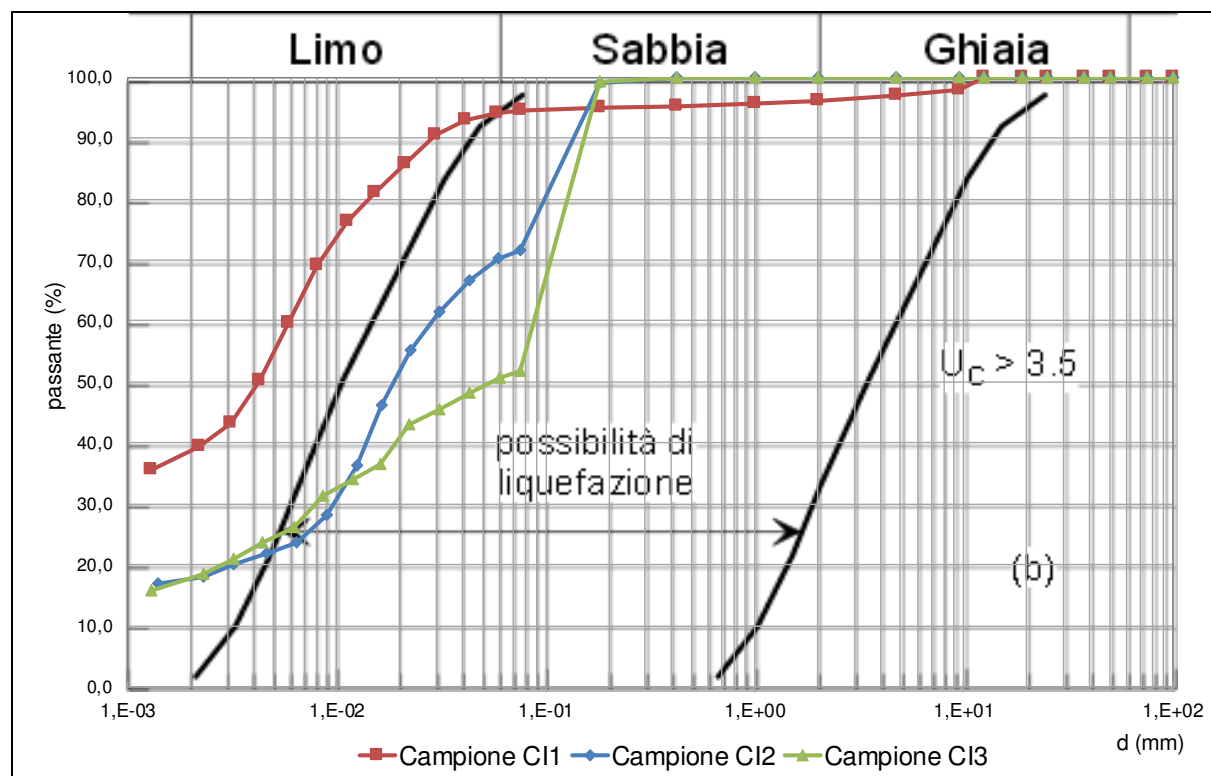


Figura 15 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ (figura 7.11.1a a sx) e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$ (figura 7.11.1b a dx)

Nel caso in esame, sono stati presi in considerazione le analisi granulometriche dei campioni prelevati entro i fori di sondaggio denominati CI1, CI2 e CI3 (riportate nella Relazione Geologica a supporto del Progetto Preliminare a cura dello Studio Georisk) e sono state confrontate con i fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione (condizione 5).

Il rapporto $U_c = D_{60}/D_{10}$ per tutte le curve considerate è risultato maggiore di 3,5 pertanto le curve granulometriche sono state sovrapposte al grafico 7.11.1 b.



Il campione CI1 prelevato in corrispondenza del sondaggio S1 nella porzione più settentrionale della vasca di laminazione risulta esterno all'area di possibile liquefazione mentre i campioni CI2 e CI3 (prelevati rispettivamente nel sondaggio S2 e S3) ricadono nella zona con possibilità di liquefazione → NON SODDISFATTA

Si è pertanto proceduto alla verifica della suscettibilità a liquefazione secondo il metodo semplificato di Seed e Idris utilizzato dal software Loadcap per la valutazione della liquefacibilità di un terreno sabbioso saturo durante un evento sismico.

Si basa sul numero di colpi della prova Standard Penetration Test e richiede solo la conoscenza di pochi parametri geotecnici: la granulometria, la densità relativa, il peso di volume. Con tale metodo il fattore di resistenza alla liquefazione FS viene valutato dal rapporto tra la capacità di resistenza normalizzata (R) e la domanda di resistenza ciclica (T), moltiplicato per un fattore di scala valutato considerando un evento sismico atteso di magnitudo M=6.5 che assume un valore costante pari a 1.19 (condizione peggiore).

La capacità di resistenza normalizzata rispetto alla tensione verticale efficace iniziale viene espressa dalla seguente relazione:

$$R = \frac{\tau_{ult}}{\sigma'_{v0}}$$

e può essere determinata graficamente, funzione di parametri desunti da prove SPT opportunamente corretti e normalizzati.

Se $FS > 1.3$ il deposito viene considerato non liquefacibile.

Per tutti i livelli individuati nel sottosuolo del sito di indagine viene determinato un fattore di sicurezza accettabile. Per le verifiche si rimanda al relativo allegato.

7 - INDAGINI GEOLOGICHE E GEOGNOSICHE

Per la definizione del modello geologico del sito in esame, è stato fatto riferimento ai risultati delle seguenti analisi pregresse effettuate in corrispondenza dell'area di laminazione in progetto:

- *Relazione geologico-geotecnica degli interventi di Sistemazione idraulica dei torrenti Bevera e Gandaloglio redatta dallo Studio Paoletti di Milano, su commissione della Regione Lombardia - Novembre 2001;*
- *Esecuzione di indagini geognostiche e redazione relazione geologica-geotecnica propedeutica al progetto preliminare della vasca di laminazione in progetto, redatta dallo Studio Georisk - marzo 2016.*

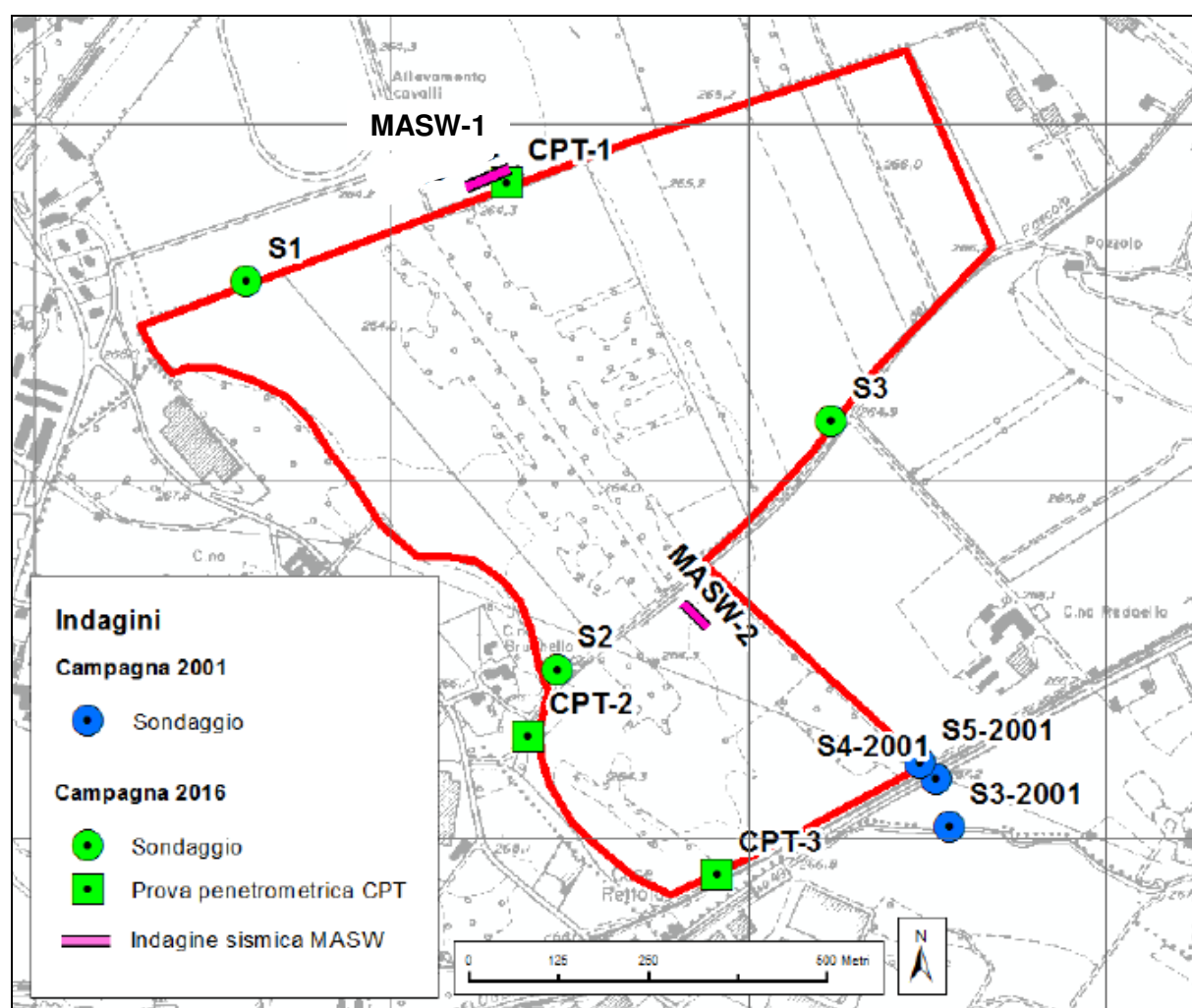


Figura 16 - Ubicazione indagini pregresse - non in scala

Le analisi sopra elencate sono risultate più che esaustive e nello specifico, si tratta di:

- n. 3 sondaggi a carotaggio continuo (prof. 15 m) nel 2001 e n. 3 sondaggi nel 2016;
- n. 8 prove SPT nel 2001 e n. 15 nel 2016;

- n. 2 prove di permeabilità tipo Lefranc nel 2001 e n. 3 nel 2016;
- prelievo di n. 7 campioni nel 2001 e n. 3 campioni indisturbati con campionatore Shelby nel 2016;
- n. 3 prove penetrometriche CTP di lunghezza 20 m nel 2016.
- n. 2 indagini geofisiche tipo MASW nel 2016;
- Prove di laboratorio geotecnico sui campioni indisturbati nel 2016:
 - n. 3 analisi di classificazione (umidità naturale, peso di volume naturale, peso di volume di granuli, granulometria setacci/sedimentazione, limiti di Atterberg);
 - n. 3 prove di consolidazione edometrica (ASTM D2435)
 - n. 3 prove di compressione triassiale UU (ASTM D2850)

I risultati delle indagini sono riportati in allegato alla presente relazione mentre la loro ubicazione è indicata nella Figura 16

7.1 - Sondaggi e prove penetrometriche

Per quanto riguarda i sondaggi verticali, sono stati eseguiti n. 3 sondaggi durante l'indagine del 2001 e altrettanti durante le indagini del 2016.

Tutti i sondaggi hanno raggiunto la profondità di 15 m da p.c. e sono stati eseguiti con carotiere semplice di diametro pari a 101 mm. Nella tabella seguente vengono riportate le principali caratteristiche. Unica differenza tra le campagne di indagine del 2001 e del 2016 è che nelle indagini più recenti sono stati prelevati n. 3 campioni indisturbati da sottoporre ad analisi di laboratorio mentre nel 2001 sono stati prelevati unicamente campioni disturbati.

CODICE	DATA	EST	NORD	QUOTA (m slm)	PROF. (m)	SOGG. FALDA (m)	n. SPT	n. CAMPIONI	n. LEFRANC
S1	16/03/2016	1524296	5070779	264.1	15.0	0.80	5	1 indisturbato	1
S2	14/03/2016	1524730	5070234	264.7	15.0	1.42	5	1 indisturbato	1
S3	15/03/2016	1525115	5070584	265.1	15.0	0.78	5	1 indisturbato	1
S3-2001	24/08/2001	1525281	5070014	265.9	15.0	265.9	2	2 disturbati	1
S4-2001	27/08/2001	1525264	5070082	265.4	15.0	265.4	3	2 disturbati	-
S5-2001	28/08/2001	1525241	5070104	265.4	15.0	265.4	3	3 disturbati	1

Sondaggi geognostici e loro caratteristiche

Di seguito si riportano schematicamente le stratigrafie dei tre sondaggi eseguiti nel 2016.

Sondaggio S1	
Prof. da p.c. attuale	Descrizione stratigrafica
0.00 - 0.80	Terreno di riporto con laterizi
0.80 - 1.50	Torba di colore grigio scuro/marrone scuro con presenza di materiale organico e livelli alterati in matrice sabbiosa fine-limosa, con sparsi ciottoli subarrotondati
1.50 - 3.00	Sabbia fine debolmente ghiaiosa di colore marrone/grigio scuro con locali ciottoli sub-arrotondati passante a sabbia fine di color grigio
3.00 - 14.80	Limo grigio debolmente argilloso di bassa consistenza. Da 3.0m a 3.10m sabbia finissima grigia
14.80 - 15.00	Sabbia fine poco addensata di colore grigio

Sondaggio S2	
Prof. da p.c. attuale	Descrizione stratigrafica
0.00 - 0.20	Terreno vegetale color marrone
0.20 - 1.00	Riporto antropico con laterizi
1.00 - 1.15	Torba di colore nero in matrice limosa, con ghiaia sparsa
1.15 - 1.50	Limo sabbioso di colore grigio con consistenza bassa
1.50 - 3.50	Sabbia media-grossa passante a sabbia limosa con locali livelli ghiaiosi, addensamento basso. Ciottolo metamorfico a 3 m
3.00 - 7.00	Limo debolmente sabbioso grigio di consistenza media. Ciottolo metamorfico a 4.5 m
7.00 - 11.20	Sabbia media ghiaiosa con locali livelli debolmente limosi
11.20 - 15.00	Ghiaia e sabbia grigia

Sondaggio S3	
Prof. da p.c. attuale	Descrizione stratigrafica
0.00 - 0.50	Terreno vegetale organico di color marrone scuro
0.50 - 0.90	Terreno agricolo limoso ben consistente con ghiaia arrotondata.
0.90 - 4.30	Sabbia ghiaiosa grigia passante a sabbia media a partire da 3 m
4.30 - 4.70	Sabbia fine
4.70 - 6.60	Limo debolmente sabbioso, debolmente argilloso
6.60 - 10.00	Sabbia fine limosa passante a limo debolmente sabbioso fine
10.00 - 15.00	Limo grigio con bassa consistenza

La successione stratigrafica dell'area mostra dall'alto verso il basso la presenza di uno strato superficiale di riporto/terreno agricolo con spessore massimo di 1 metro, costituito da sabbie limose con ghiaia e laterizi, seguiti da uno strato di torba con contenuto organico di colore nero, in matrice sabbiosa fine, che si spinge nel settore paludoso e ne La Poncia fino a 3 metri di profondità. La successione comprende poi livelli sabbiosi medio-fini di colore grigio con grado di addensamento basso, localmente limosi, di spessore massimo di 5 metri seguiti da limo grigio con consistenza da media a bassa fino a fondo foro. Talvolta si rinvencono sabbie ghiaiose e ghiaie con sabbia grigia da 9 metri di profondità, con grado di addensamento variabile tra basso e medio. La misurazione dei livelli di falda eseguita durante le campagne di indagini pregresse indicano la presenza nella piana di una falda superficiale con soggiacenza media di 0.8/1 metro e nei settori paludosi a piano campagna, con direzione di flusso orientata generalmente verso Ovest con gradiente estremamente basso, circa 0.2%.

Punto di misura	Soggiacenza falda (m)	Quota falda (m slm)
Sondaggio S1 - 2016	0.80	263.30
Sondaggio S2 - 2016	1.42	263.28
Sondaggio S3 - 2016	0.78	264.32
Sondaggio 3 - 2001	1.48	264.42
Sondaggio 4 - 2001	1.45	263.90
Sondaggio 5 - 2001	1.55	263.87

Tabella 2 - Elenco quote di falda ricavate da indagini pregresse

Sulle carote estratte sono state realizzate in situ, previa scarificazione della parte superficiale, misure di resistenza al taglio non drenata Cu e di resistenza a compressione UCS tramite Vane Shear e Pocket Penetrometer. Nella tabella seguente vengono riportati i risultati ottenuti, te-

nendo presente che tali prove sono state eseguite su campioni rimaneggiati e pertanto devono considerarsi come riferimento di massima per la caratterizzazione geotecnica.

	PROFONDITA'	UCS Pocket Penetrometer	PROFONDITA'	Vane shear Cu Picco	Vane shear Cu residuo
	(m)	(kPa)	(m)	(kPa)	(kPa)
S1	6	<25	1.65	11.76	3.92
	6.2	<25	6.1	5.88	1.96
	6.4	<25	6.5	14.70	3.92
	6.6	<25	7	11.76	5.88
	7	<25	7.5	31.36	9.80
	7.5	125	8.25	3.92	1.96
	-	-	10.15	7.84	4.90
S2	1.5	50	4.1	80.36	23.52
	3.65	225	4.6	70.56	19.60
	3.9	275	5	121.52	19.06
	4.2	550	-	-	-
	4.5	500	-	-	-
	4.8	300	-	-	-
	5	400	-	-	-
S3	5.2	25	5.05	9.8	<1.00
	5.4	12.5	5.5	11.76	1.96
	5.6	50	5.8	17.64	3.92
	5.7	25	10.25	13.72	4.90
	5.8	25	10.9	13.72	3.92
	5.9	10	11.4	19.60	2.94
	8.8	150	12.3	13.72	2.94
	8.9	225	13	5.88	1.96
	9.2	25	13.4	13.72	2.94
	9.3	150	-	-	-
	9.7	100	-	-	-
	10.15	75	-	-	-
	10.4	50	-	-	-
	11.3	<25	-	-	-
	11.8	<25	-	-	-
	12.2	25	-	-	-
	12.5	25	-	-	-
	13	25	-	-	-

Tabella 3 - Risultati misure effettuate con Pocket Penetrometer e Vane Test

Per quanto riguarda le prove penetrometriche standard (SPT), sono state eseguite n.15 prove penetrometriche dinamiche SPT all'interno dei fori dei sondaggi della campagna del 2016, 5 per ciascuno, a cui vengono aggiunte le 8 prove de realizzate nei sondaggi del 2001. Le profondità sono comprese tra 1.5 e 9.5 metri. I risultati sono riassunti nella tabella seguente.

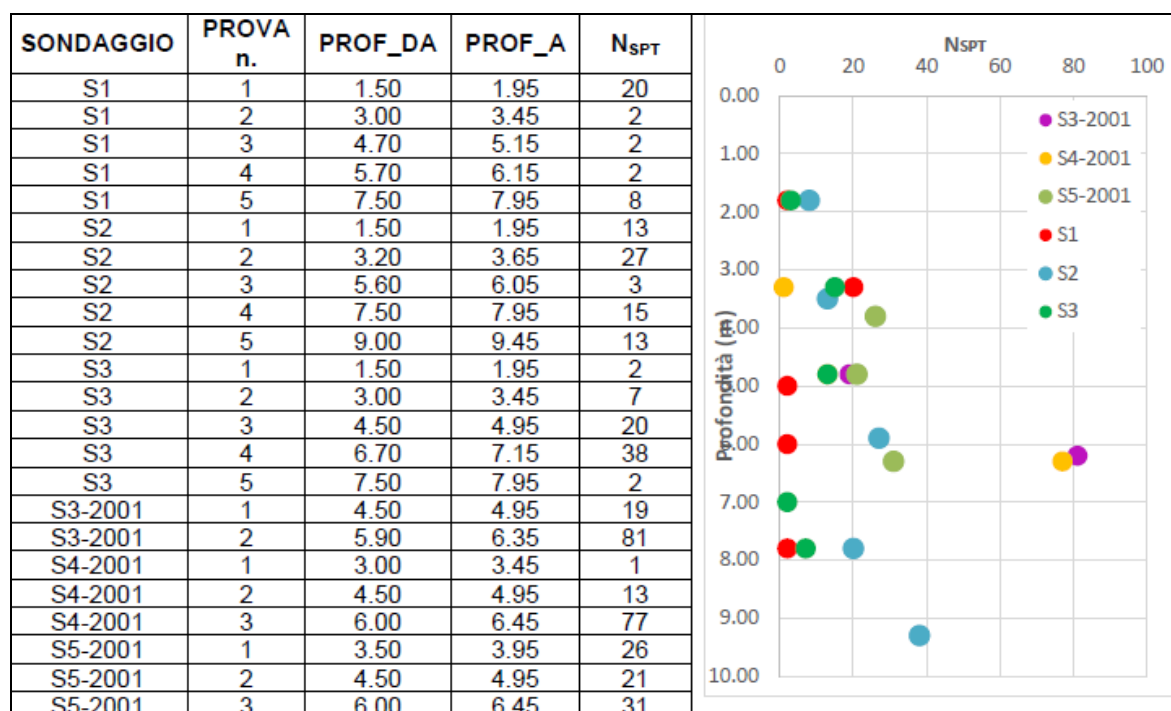


Tabella 4 - Elenco prove SPT e andamento dei valori di Nspt con la profondità

Per quanto riguarda le prove di permeabilità dei terreni entro i fori di sondaggio, sono state eseguite n. 2 prove Lefranc durante l'indagine del 2001 e n. 3 prove durante le indagini del 2016. La procedura adottata è a Carico Variabile in cui previa saturazione della tasca di prova per qualche minuto, sono stati misurati gli abbassamenti del livello di acqua nel rivestimento per una durata di 30 minuti. I risultati sono riportati nella tabella seguente e indicano valori di permeabilità bassa per i terreni fini dell'unità lacustre e moderata per quanto concerne i suoli grossolani di origine fluvioglaciale.

Sondaggio	Tipologia	Deposito	Profondità (m)	Lunghezza tasca (m)	Livello statico (m)	K (m/s)
S1	Carico variabile	Limo debolmente argilloso	7.0-7.5	0.50	0.80	4.8E-08
S2	Carico variabile	Sabbia fine ghiaiosa	6.75-7.15	0.50	0.95	1.1E-05
S3	Carico variabile	Limo	12.9-13.40	0.50	0.78	7.6E-06
S3-2001	Carico variabile	Ghiaia sabbioso-limosa	2.50-3.00	0.50	1.48	1.8E-05
S5-2001	Carico variabile	Ghiaia sabbioso-limosa	2.00-2.50	0.50	1.55	2.1E-05

Tabella 5 - Sintesi risultati prove di permeabilità Lefranc

Per depositi di origine glacio-lacustre, i termini ghiaioso-sabbiosi debolmente limosi mostrano valori di permeabilità media pari a $2 \cdot 10^{-5}$ m/sec mentre per i limi i valori sono compresi tra $5 \cdot 8 \cdot 10^{-8}$ e $8 \cdot 10^{-6}$ m/sec. Per i depositi fluvioglaciali, l'unico valore misurato equivale a $1.1 \cdot 10^{-5}$ m/sec in sabbia fine ghiaiosa.

Nel 2016 sono state eseguite n. 3 prove CPT mediante un penetrometro Pagani TG63-200 secondo lo standard ISSMGE. Le caratteristiche delle prove sono riassunte nella tabella seguente.

Prova	Est	Nord	Quota (m slm)	Profondità (m)
CPT-1	1524659	5070907	264.5	20.00
CPT-2	1524691	5070141	264.0	13.80
CPT-3	1524955	5069948	264.6	20.00

Riassunto prove CPT

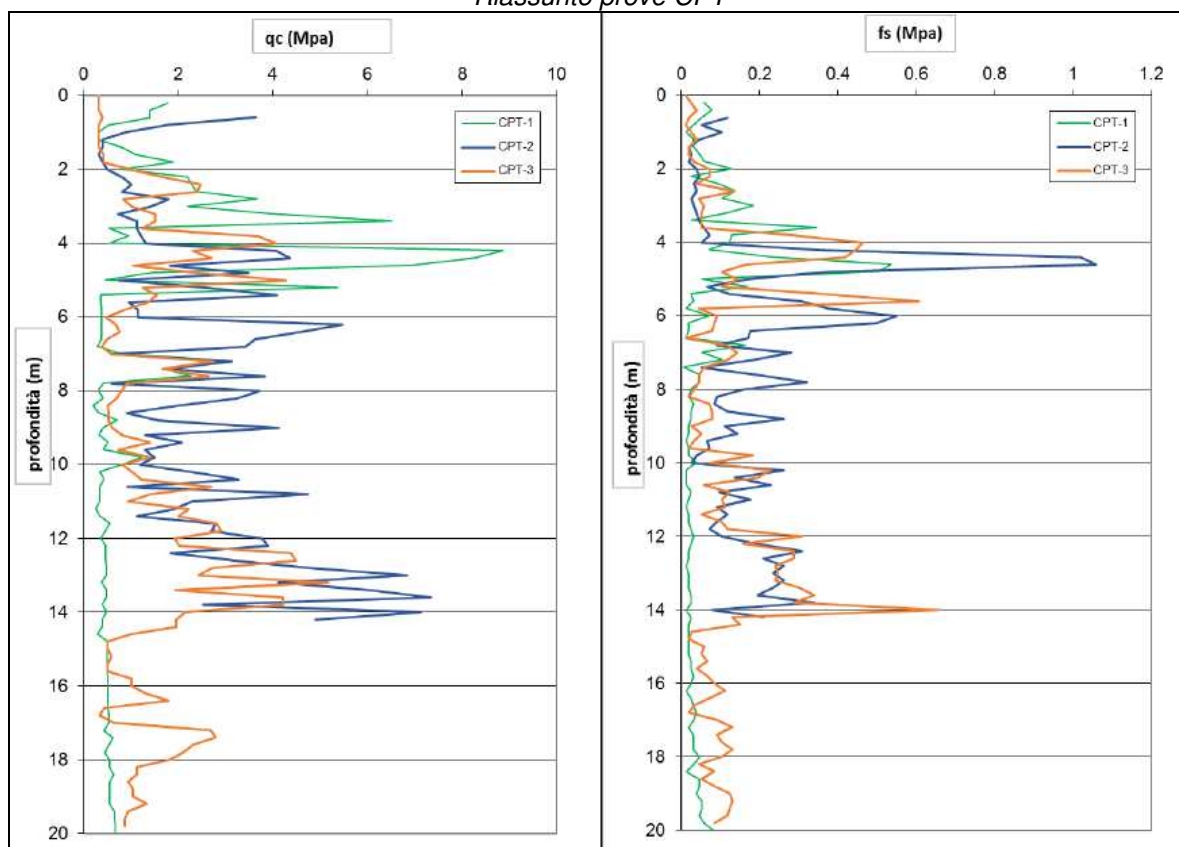


Figura 17 - Diagrammi di resistenza alla punta (sinistra) e di attrito laterale (destra) delle prove CPT

I risultati, riportati nella figura 17, indicano andamenti della resistenza alla punta della prova CPT-1 coerenti con l'assetto stratigrafico locale (sondaggio S1), con valori di resistenza alla punta qc fino a 8 Mpa a 5 metri di profondità; dai 6 metri l'andamento è costante sui 0,5 Mpa, indicando resistenze molto basse associate a terreni limosi.

La qc nelle prove CPT-2 e CPT-3 si presenta molto variabile con la profondità, tra un minimo di 0.5 e un massimo 7 MPa; la variabilità è possibilmente associata ad alternanze di termini fini con strati più grossolani. Tra i 14,5 m e 16,5 m le resistenze della CPT-3 individuano un livello limoso. L'andamento della resistenza laterale presenta valore massimo di 1 Mpa a 4m di profondità nella prova CPT-2 e minimi associati alla prova CPT-1 con fs costante sul valore medio di 0.03 Mpa fino al fondo. Viene marcata una lente grossolana tra 12 e 14 metri dalle CPT-2 e CPT-3.

7.2 - Analisi di laboratorio

Sono stati prelevati n. 3 campioni indisturbati mediante campionatore Shelby in corrispondenza dei sondaggi S1, S2 e S3 riferiti al 2016 e sono stati sottoposti a prove del laboratorio. In fase di caratterizzazione, sono stati considerati anche i campioni disturbati prelevati dai sondaggi del 2001.

Codice campione	Sondaggio	Profondità prelievo (m)	Descrizione litologica	Tipologia campione
S1-1	S1	5.00-5.70	Limo con sabbia fine argillosa	Indisturbato
S2-1	S2	5.10-5.60	Limo con argilla	Indisturbato
S3-1	S3	6.00-6.70	Sabbia con limo argillosa	Indisturbato
S3-2001-1	3	3.80-4.40	Sabbia ghiaiosa limosa	Disturbato
S3-2001-2	3	5.50-6.00	Sabbia con limo e argilla	Disturbato
S4-2001-1	4	4.50-5.0	Sabbia debolmente limosa deb. ghiaiosa	Disturbato
S4-2001-2	4	5.70-6.00	Limo con argilla debolmente sabbioso	Disturbato
S5-2001-1	5	3.50-4.00	Sabbia limosa debolmente ghiaiosa	Disturbato
S5-2001-2	5	5.00-5.50	Limo ed argilla con sabbia	Disturbato
S5-2001-3	5	11.60-12.00	Limo con argilla	Disturbato

Tabella 6 - Elenco dei campioni prelevati dai sondaggi

Gli standard utilizzati per la classificazione granulometrica corrispondono a ASTM D421-07/D422-07. I risultati delle analisi realizzate nella campagna del 2001 (7 prove) e del 2016 (3 prove) vengono riassunti nella tabella seguente. I campioni, appartenenti alla litozona glaciolacustre, si riferiscono sia a limi che a sabbie; la componente argillosa è pari a circa il 27% mentre la percentuale ghiaiosa è limitata al 4% (massimo 16%).

Codice campione	GRANULOMETRIA			
	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
S1-1	0	28.4	53.9	17.8
S2-1	2.96	2.4	56.0	38.6
S3-1	0	48.3	34.0	17.7
S3-2001-1	15.9	71.1	13.0	
S3-2001-2	0	51.9	48.2	
S4-2001-1	6.9	85.6	7.6	
S4-2001-2	0	11.2	57.4	31.4
S5-2001-1	12	70.0	18.0	
S5-2001-2	0	29.2	70.8	
S5-2001-3	0	0.4	65.5	31.1

Tabella 7 - Risultati analisi granulometriche

Nella tabella 8 vengono riportati i risultati inerenti le analisi del peso di volume e di umidità naturale eseguiti sui campioni indisturbati prelevati nei sondaggi del 2016.

Codice campione	Peso di volume naturale γ_n (kN/m ³)	Peso specifico dei grani G_s (kN/m ³)	Umidità naturale (%)
S1-1	19.27	2.75	24.26
S2-1	19.66	2.82	23.48
S3-1	19.84	2.74	20.14

Tabella 8 - Risultati analisi peso di volume e umidità naturale

I limiti di Atterberg, che consentono di valutare le caratteristiche di consistenza delle terre coesive e la suscettività alle variazioni di contenuto d'acqua, sono riportati nella tabella seguente. Si dispone dei risultati delle due campagne investigative, che indicano valori medi di Limite Liquido di 33% e 21% di limite plastico.

Per quanto riguarda l'indice di plasticità, i valori indicano una media di 18% (terreno plastico). In base alla classificazione USCS i campioni sono compresi nelle classi ML e CL descritte come limi e argille a bassa plasticità.

Campione	Descrizione litologica	Limite liquido LL (%)	Limite plastico LP (%)	Indice di plasticità IP=LL-LP (%)
S1-1	Limo con sabbia fine argillosa	20.6	N.P.	N.P.
S2-1	Limo con argilla	41.3	22.2	19.1
S3-1	Sabbia con limo argillosa	20.5	N.P.	N.P.
S4-2001-2	Limo con argilla debolmente sabbioso	39	21	18
S5-2001-2	Limo ed argilla con sabbia	36	20	16
S5-2001-3	Limo con argilla	40	21	19

Tabella 9 - Limiti di Atterberg

Le prove edometriche (standard ASTM D2435-96) sono state condotte per verificare l'entità dei cedimenti per consolidazione che potrebbero verificarsi a seguito del sovraccarico prodotto dal rilevato. I risultati indicano condizioni di normal consolidazione dei campioni e capacità di consolidamento relativamente contenute. La tabella seguente riporta i valori del modulo edometrico e del parametro C_v riferiti al gradino di carico da 50 a 100 kPa, che è quello più rappresentativo per la variazione di pressione indotta dall'argine.

Le prove triassiali sono state realizzate in condizioni non drenate-non consolidate (UU, standard ASTM D2850) con pressioni di confinamento laterale pari a 50, 100 e 150 KPa.

Il parametro ricavato dal test è rappresentato dalla resistenza al taglio non drenata C_u ottenuta dalla media tra gli stress minimi e massimo applicati $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$.

Codice campione	Modulo edometrico a 100 kPa	C_v (cm ² /sec)	Compressione triassiale UU C_u (kPa)
S1-1	4.35 Mpa	0.00076	85.9
S2-1	8.47 Mpa	0.01471	108.7
S3-1	11.36 Mpa	0.00106	123.0

Tabella 10 - Risultati prove edometriche e prove triassiali non consolidate-non drenate UU

7.3 - Indagine geofisica

Nel 2016 è stata eseguita una campagna di indagini sismiche tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), per determinare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs nei primi 30 metri di terreno. Sulla base del profilo di velocità è possibile ricavare una velocità media equivalente Vs30 rappresentativa del sito in esame, che consente di classificare il suolo secondo la normativa sismica italiana vigente e le NTC.

Sono stati eseguiti due stendimenti sismici: la linea MASW-1 ubicata all'interno del maneggio La Poncia lungo il suo confine meridionale e la MASW-2 in vicinanza al Fosso del Pascolo, al centro dell'area agricola.

Il processing dei dati indica valori di Vs30 rispettivamente pari a 279 e 319 m/sec. Tali valori sono stati considerati in fase di classificazione sismica descritta nel Capitolo 6.

7.4 - Rilievo di terreno

La ricostruzione dell'assetto geologico, stratigrafico e geomorfologico del sito è stata fondata su accurato rilievo delle aree oggetto di intervento e dei settori ad esso attigui.

Il sito di intervento si colloca ad una quota media di 240 m s.l.m. e si caratterizza per morfologie blande, pressochè tabulari, a debole pendenza verso l'incisione del torrente Lambro.

L'analisi della morfologia di dettaglio dei siti consente di ricavare la presenza di terrazzi di natura antropica, che delimitano le aree oggetto di rimodellamento tramite messa in posto di terreni alloctoni. Verso Ovest si riconosce una risalita topografica correlata ad una variazione del contesto geologico-geomorfologico.

Le sponde del fiume sono in parte naturali ed in parte antropica.

Nella porzione centrale dell'area oggetto di intervento si riconoscono morfologie depresse con ampie evidenze di ristagni idrici e morfologie tipiche delle aree palustri.

La fitta rete di canali drena le acque che vengono a giorno in tali aree depresse, a testimonianza della bassa soggiacenza della falda.

La presenza di terreni fini favorisce inoltre localmente la formazione di ristagni idrici, specie a seguito di eventi piovosi.

8 - MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

I dati e le indagini disponibili consentono di delineare il modello geologico del sottosuolo dell'area di intervento.

In allegato è riportata la tavola redatta dallo Studio Georisk a supporto del progetto preliminare dove sono riportate le sezioni geologico-tecniche di correlazione delle indagini svolte e dei dati bibliografici significativi.

In linea generale, in corrispondenza del sito oggetto di intervento si possono distinguere 5 differenti unità geotecniche, costituite da strati suborizzontali variamente intercalati tra loro:

- Unità UG0 (torba, terreni superficiali e di riporto - T, A, R): da piano campagna fino a 0.8 metri di profondità, comprende materiali eterogenei tra cui riporti antropici con laterizi e calcinacci, livelli torbosi decimetrici teneri, suolo superficiale organico/agricolo; grado di addensamento medio-basso; insaturo.
- Unità UG1 (Depositi lacustri - Sl): costituita da sabbie medio-fini limose grigie con spessori variabili tra 2 e 5 metri; grado di addensamento medio; satura.
- Unità UG2a (Depositi lacustri - Li): costituita da limi, limi sabbiosi e limi debolmente sabbiosi di colore grigio con spessori anche superiori a 15 metri; grado di consistenza molto basso; satura.
- Unità UG2b (Depositi lacustri - Li): costituita da limi, limi sabbiosi di colore grigio con locali livelli decimetrici di sabbia medio-fine avente anche superiori a 15 metri; grado di consistenza medio; satura.
- Unità UG3 (Depositi fluvioglaciali - GS): costituita da sabbie ghiaiose e ghiaie con sabbia arrotondate, con locali intercalazioni di matrice debolmente limosa. Si incontra a partire da profondità minime di 2 metri e con spessori fino ad alcune decine di metri. Grado di addensamento medio; satura.

I parametri geotecnici associati a ciascuna unità sono stati ricavati dalle prove di laboratorio e dai risultati delle indagini in sito mentre i parametri fisici delle unità sono stati ricavati a partire dalle prove di laboratorio (UG1, UG2a e UG2b).

Unità geotecnica	Sondaggio/ Campione	Peso di volume naturale	Peso specifico dei grani	Contenuto di umidità	LL	LP	IP
	#	KN/m^3	Mg/m^3	%	%	%	%
UG1	S3-C1	19.84	2.74	20.14	20.5	-	-
UG2a	S1-C1	19.27	2.75	24.26	20.6	-	-
UG2b	S2-C1	19.66	2.82	23.48	39	21	18

Tabella 11 - Risultati medi delle prove di laboratorio per le unità geotecniche analizzate

Le caratteristiche di resistenza e deformabilità delle unità sono state dedotte in base a correlazioni di letteratura con le prove SPT e penetrometriche.

Il valore medio di NSPT definito dalla statistica dei dati relativi a ciascuna UG è stato utilizzato per ricavare il valore di densità relativa D_r e dell'angolo di attrito efficace ϕ' tramite correlazioni di proposte in letteratura (Skempton 1986, Yoshida 1988, Schmertmann 1977 e Peck 1974). Il valore di coesione efficace c' è stato sempre considerato pari a 0 per tutte le unità.

Unità geotecnica	N _{SPT}					
	N. prove	Profondità media (m)	Minimo	Media	Massimo	Dev. St.
UG0	1	1.8	-	2	-	-
UG1	11	4.0	1	15	31	9
UG2a	5	6.7	2	3	7	2
UG2b	3	5.7	21	24	27	4
UG3	2	8.6	20	29	38	13

tabella 12 - Risultati statistici dei valori di Nspt ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche SPT per unità geotecnica

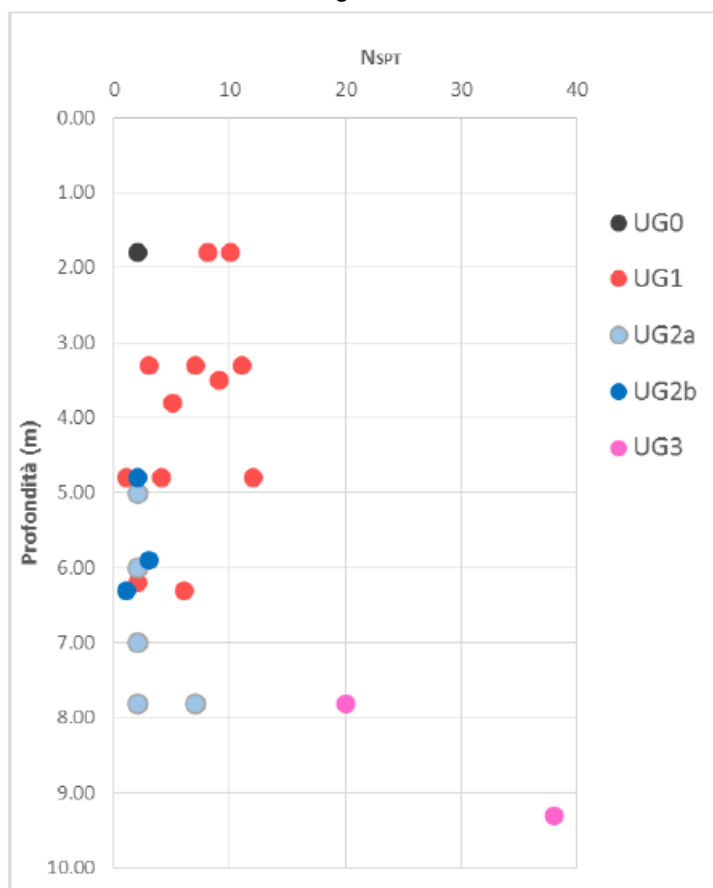


Figura 18 - valori medi di Nspt inerenti le unità geotecniche proposte

Le prove CPT sono state utilizzate per determinare il valore di resistenza al taglio non drenata C_u dei terreni coesivi secondo la formulazione di Searle (1979) a partire dalla statistica dei valori di resistenza alla punta e di attrito laterale.

Unità geotecnica	N. intervalli	Profondità media (m)	Qc (MPa)				fs (MPa)			
			Min.	Media	Max.	Dev. St.	Min.	Media	Max.	Dev. St.
UG0	29	1.1	0.31	0.81	3.64	0.74	0.01	0.04	0.13	0.03
UG1	35	3.7	0.36	2.65	8.88	2.22	0.03	0.16	0.54	0.15
UG2a	73	12.8	0.21	0.55	3.13	0.42	0.01	0.30	3.13	0.35
UG2b	41	10.5	0.39	1.00	2.70	0.60	0.01	0.70	6.20	0.84
UG3	91	10.7	0.33	2.50	7.33	1.60	0.02	1.55	10.80	1.71

Tabella 13 - Risultati statistici dei valori di Qc e fs ottenuti dalle prove penetrometriche statiche CPT

I moduli di deformazione elastica E_y sono stati calcolati in base alla correlazione proposta da Janbu (1967) per le prove SPT, mentre i moduli edometrici E_d sono stati definiti a partire dai risultati delle prove di consolidazione eseguite in laboratorio.

I parametri geotecnici di riferimenti ricavati per ciascuna unità vengono riportati nella tabella seguente.

Unità geotecnica	Peso di volume naturale γ_n (kN/mc)	Peso di volume saturo γ_{sat} (kN/mc)	Contenuto d'acqua (%)	Densità relativa D_r (%)	Coesione efficace c' (kPa)	Angolo d'attrito efficace Φ' (°)	Coesione non drenata c_u (kPa)	Modulo elastico E_y (MPa)	Modulo edometrico E_d (MPa)
UG0	18.5	19.5	5	18	0	30	27	9	-
UG1	19.8	19.8	20.14	50	0	32	105	25	11.36
UG2a	19.2	19.2	24.26	-	0	28	20	10	4.35
UG2b	19.6	19.6	23.48	-	0	32	65	20	8.47
UG3	19.5	19.5	10	60	0	34	-	50	20

Tabella 14 - Parametri geotecnici di riferimento

9 - VERIFICHE GEOTECNICHE

Il progetto di un manufatto in materiali sciolti deve tenere conto dei requisiti prestazionali richiesti e delle caratteristiche dei terreni di fondazione.

Le verifiche SLU per opere di materiali sciolti devono essere effettuate secondo l'Approccio 1, Combinazione 2: (A2+M2+R2). La stabilità globale dell'insieme manufatto-terreno di fondazione deve essere studiata nelle condizioni corrispondenti alle diverse fasi: al termine della costruzione e in esercizio.

Il punto 6.8.3 - verifiche in condizioni di esercizio SLE stabilisce inoltre che si debba verificare che i cedimenti del manufatto, dovuti alla deformazione dei terreni di fondazione e dell'opera, siano compatibili con la sua funzionalità.

Per quanto concerne le verifiche al sifonamento si rimanda agli elaborati a cura dei Progettisti della parte idraulica.

9.1 - Verifiche di stabilità

Conformemente a quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" al Par. 6.4.2.1 le verifiche devono essere effettuate con l'Approccio 1:

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

dove i coefficienti parziali sono riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I ($R_2=1.1$) della stessa Norma.

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_{Qk}	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)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_t	1,0	1,0

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1,1

La combinazione di verifica A2+M2+R2 ha quindi imposto di considerare come parametri di progetto M2 del terreno quelli ottenuti riducendo i parametri geotecnici caratteristici delle unità geotecniche definite con i coefficienti parziali da normativa.

Deve essere soddisfatta la condizione $E_d \leq R_d$ ossia:

$$F.S. = \frac{R_d}{E_d} \geq 1 \quad \text{dove} \quad R_d = (R_k / \gamma_d) * (1/\gamma_R)$$

con R_d : resistenza di progetto R_k : resistenza caratteristica (parametri geotecnici caratteristici).

Le verifiche di stabilità globale sono state eseguite sul lato campagna e lato fiume del rilevato arginale in progetto. In particolare per ciascuna delle aree di intervento con differente modello geotecnico, è stata scelta la sezione più rilevante e quindi rappresentativa delle condizioni più critiche.

La stabilità è stata verificata nelle seguenti condizioni:

- a termine costruzione (serbatoio vuoto);
- a serbatoio pieno con il livello di massimo invaso posto a -0,20 m dal ciglio del rilevato;
- a seguito di rapido svaso.

Le verifiche sono state svolte in condizioni statiche ed in condizioni sismiche, sia in condizioni drenate (lungo termine) che in condizioni non drenate (breve termine).

Per le verifiche della stabilità è stato utilizzato un software dedicato che effettua l'analisi di stabilità dei pendii in terra con i metodi all'equilibrio limite.

E' stato utilizzato il *metodo di Spencer* (1967); tale metodo divide il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno.

Per le verifiche in condizioni sismiche (adottato il metodo pseudo-statico), sono stati considerati i parametri di amplificazione k_h e k_v (SLV) ricavati dall'inquadramento sismico sito dipendente per la categoria di sottosuolo D e la categoria topografica T1.

Si ha nel caso specifico: $k_h = 0,025$ e $k_v = 0,013$

Nelle verifiche è stato considerato anche un carico alla sommità del rilevato, come di seguito specificato:

- Mezzo di manutenzione o soccorso → carico uniformemente distribuito su una larghezza di 1,5 m e posto al centro del rilevato

$$Q = 30,77 \text{ kN/m}^2 = 0,314 \text{ kg/cm}^2$$

Adottando i coefficienti A2 della normativa i carichi utilizzati sono quindi i seguenti:

➤ **VERIFICHE CONDIZIONE STATICA**

- mezzo manutenzione o soccorso → $Q = 0,314 \text{ kg/cm}^2 \times 1,3 \approx 0,408 \text{ kg/cm}^2$

➤ **VERIFICHE CONDIZIONE SISMICA**

- mezzo manutenzione o soccorso → $Q = 0,314 \text{ kg/cm}^2 \times 1 \approx 0,314 \text{ kg/cm}^2$

Si fa notare che, data la tipologia dell'opera, l'adozione dei carichi suddetti è cautelativa.

Relativamente al terreno delle opere arginali sono stati utilizzati i seguenti parametri. Ai fini dell'ottenimento di tali valori si rimanda a quanto indicato al paragrafo 10.

RILEVATO				
Peso di volume	Peso di volume saturo	Angolo di resistenza al taglio	Coesione	Coesione non drenata
$\gamma_t \text{ (kN/m}^3\text{)}$	$\gamma_t \text{ (kN/m}^3\text{)}$	$\phi_k \text{ (}^\circ\text{)}$	$C' \text{ (kPa)}$	$C_u \text{ (kPa)}$
19	21	28	10	60

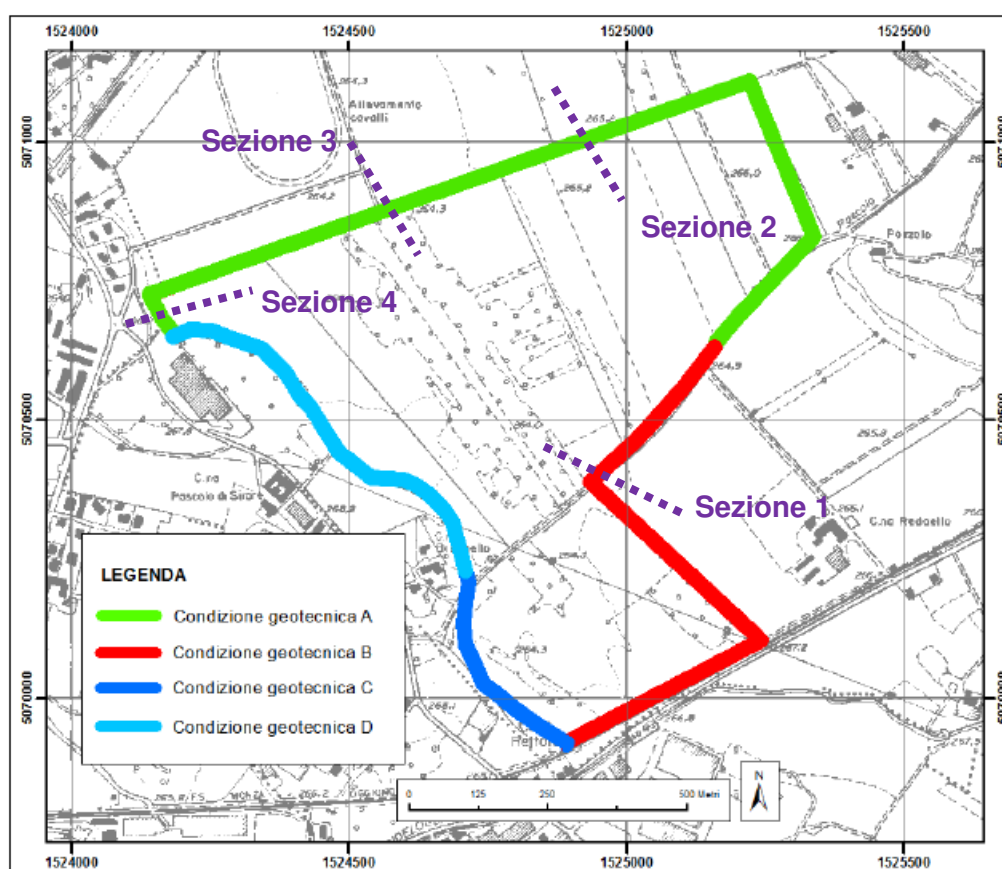
Tabella 15 - Parametri di riferimento per i Rilevati

I parametri geotecnici dei terreni naturali sono stati ricavati dalle indagini pregresse condotte e sintetizzate al paragrafo 8.

Incrociando le caratteristiche geometriche delle opere in progetto con la distribuzione spaziale delle unità geotecniche riscontrate, sono state sottoposte a verifica 4 sezioni significative, secondo quanto riportato nella Tabella 16.

Sezione di verifica	Condizione geotecnica di riferimento	Altezza massima rilevato / tipologia	Note
Sezione 1	B	1,1 m (terra sciolta)	Appoggio profondità -1 m
Sezione 2	A	0,7 m (terra sciolta)	Appoggio profondità -1 m
Sezione 3	A	1,5 m (terra rinforzata)	Appoggio prof. -1,5 m
Sezione 4	A	2,5 m (terra sciolta)	Appoggio profondità -1 m

Tabella 16 - Sintesi sezioni tipo di verifica



- Sezione A: costituita da uno strato di 1m di UG0, 3m di UG1 e 20m di UG2a;
- Sezione B: costituita da uno strato di 1m di UG0, 3m di UG1 e 20m di UG2b;
- Sezione C: costituita da uno strato di 1m di UG0, 2m di UG1 e 20m di UG3;
- Sezione D: costituita da condizioni variabili tra quelle sopra indicate.

Figura 19 - Sezioni geotecniche di riferimento, relative caratteristiche, ed ubicazione sezioni tipo di verifica rilevati arginali

La superficie di filtrazione all'interno del corpo arginale nelle condizioni di massimo invaso è stata ipotizzata con riferimento a schematizzazioni di letteratura. Essa si sviluppa da -0,20 m dalla sommità arginale (valore desunto dalle simulazioni idrauliche effettuate) lato fiume alla base dell'argine lato campagna fino ad intercettare il livello di falda individuato dalle indagini realizzate.

Stessa condizione di cautela sussiste anche per la verifica al rapido svasso, per la quale si ipotizza che il rilevato arginale del lato fiume cassa rimanga totalmente saturo al di sotto della linea di filtrazione di massimo invaso.

Nella tabella 17 sono sintetizzate le condizioni di verifica ed i relativi coefficienti di sicurezza minimi ottenuti, mentre in allegato a fine testo si riportano gli output grafici ed i report delle verifiche effettuate con indicazione della superficie di instabilità più critica individuata (F_s minimo).

Le verifiche sul lato campagna a seguito costruzione sono risultate identiche alle rispettive lato vasca e per questo non riportate in allegato a fine testo.

9.1.1 Verifiche Sezione 1 - Risultati

SEZIONE 1				
CARICO SOMMITÀ DELL'ARGINE : MEZZO DI MANUTENZIONE E SOCCORSO				
CONDIZIONE	AZIONE SISMICA	LATO	Fs min breve termine	Fs min lungo termine
fine opera → serbatoio vuoto	SENZA	lato vasca	4,35	1,73
		lato campagna	idem	idem
	CON	lato vasca	4,60	1,79
		lato campagna	idem	idem
Serbatoio pieno	SENZA	lato vasca	4,28	1,26
		lato campagna	4,08	1,44
	CON	lato vasca	4,62	1,43
		lato campagna	4,33	1,62
Rapido svasso	SENZA	lato vasca	3,93	1,43
		lato campagna	4,08	1,45
	CON	lato vasca	4,23	1,57
		lato campagna	4,28	1,59

Le verifiche effettuate hanno ricavato coefficienti di sicurezza nei vari scenari e condizioni di analisi superiori a 1, con i valori nelle condizioni drenate generalmente inferiori a quelli non drenati. Si ribadisce che i valori di Fs riportati in tabella sono già decurtati del fattore Rd pari ad 1,1.

9.1.2 Verifiche Sezione 2 - Risultati

SEZIONE 2				
CARICO SOMMITÀ DELL'ARGINE : MEZZO DI MANUTENZIONE E SOCCORSO				
CONDIZIONE	AZIONE SISMICA	LATO	Fs min breve termine	Fs min lungo termine
fine opera → serbatoio vuoto	SENZA	lato vasca	4,45	1,81
		lato campagna	idem	idem
	CON	lato vasca	4,67	1,61
		lato campagna	idem	idem
Serbatoio pieno	SENZA	lato vasca	4,81	1,25
		lato campagna	3,99	1,64
	CON	lato vasca	4,78	1,29
		lato campagna	4,43	1,83
Rapido svaso	SENZA	lato vasca	4,32	1,69
		lato campagna	3,99	1,60
	CON	lato vasca	4,50	1,55
		lato campagna	4,42	1,67

Le verifiche effettuate hanno ricavato coefficienti di sicurezza nei vari scenari e condizioni di analisi superiori a 1, con i valori nelle condizioni drenate generalmente inferiori a quelli non drenati.

9.1.3 Verifiche Sezione 3 - Risultati

In questo caso si prevede di realizzare un rilevato rinforzato con geogriglie. Nelle verifiche sono state considerate geogriglie bidirezionali con resistenza ultima a trazione pari a 40 kN/m.

SEZIONE 3				
CARICO SOMMITÀ DELL'ARGINE : MEZZO DI MANUTENZIONE E SOCCORSO				
CONDIZIONE	AZIONE SISMICA	LATO	Fs min breve termine	Fs min lungo termine
fine opera → serbatoio vuoto	SENZA	lato vasca	4,14	2,19
		lato campagna	idem	idem
	CON	lato vasca	5,78	2,27
		lato campagna	idem	idem
Serbatoio pieno	SENZA	lato vasca	4,12	1,90
		lato campagna	4,10	1,95
	CON	lato vasca	5,06	2,27
		lato campagna	4,69	2,34
Rapido svaso	SENZA	lato vasca	4,10	1,94
		lato campagna	4,10	1,95
	CON	lato vasca	4,69	2,11
		lato campagna	4,69	2,34

Le verifiche effettuate hanno ricavato coefficienti di sicurezza nei vari scenari e condizioni di analisi superiori a 1, con i valori nelle condizioni drenate generalmente inferiori a quelli non drenati.

9.1.4 Verifiche Sezione 4 - Risultati

SEZIONE 4				
CARICO SOMMITÀ DELL'ARGINE : MEZZO DI MANUTENZIONE E SOCCORSO				
CONDIZIONE	AZIONE SISMICA	LATO	Fs min breve termine	Fs min lungo termine
fine opera → serbatoio vuoto	SENZA	lato vasca	2,70	1,42
		lato campagna	idem	idem
	CON	lato vasca	2,77	1,43
		lato campagna	idem	idem
Serbatoio pieno	SENZA	lato vasca	2,86	1,08
		lato campagna	2,68	1,24
	CON	lato vasca	3,04	1,05
		lato campagna	2,76	1,24
Rapido svaso	SENZA	lato vasca	2,68	1,07
		lato campagna	2,68	1,24
	CON	lato vasca	2,76	1,04
		lato campagna	2,72	1,21

Le verifiche effettuate hanno ricavato coefficienti di sicurezza nei vari scenari e condizioni di analisi superiori a 1, con i valori nelle condizioni drenate generalmente inferiori a quelli non drenati. Si osservano fattori di sicurezza ridotti, sebbene al di sopra del valore di norma, per le verifiche lato vasca in condizioni drenate per massimo invaso e rapido svaso.

9.2 - Carico limite

Per quanto attiene la progettazione geotecnica dell'opera, la normativa vigente prevede di definire i valori caratteristici dei parametri geotecnici significativi. Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

Nelle seguenti analisi, a titolo cautelativo non è stato considerato il contributo di resistenza del geosintetico alla base del rilevato, nè la influenza del procedimento di addensamento del piano di imposta delle lavorazioni.

Ai fini delle verifiche geotecniche con il metodo semiprobabilistico agli stati limite, secondo quanto definito nella normativa vigente (DM 14-01-08), è previsto che:

SLU. Sia verificata la seguente disequazione:

$$Ed \leq Rd$$

ove Ed è il valore di progetto dell'azione e Rd il valore di progetto della resistenza.

Le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi sono state condotte adottando **l'Approccio 2** il quale prevede una unica combinazione, così definita:

- A1+M1+R3

SLE. Sia verificata la seguente disequazione:

$$Ed \leq Cd$$

ove Ed è il valore di progetto dell'effetto dell'azione e Cd il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni.

Di seguito sono riportati i coefficienti parziali per le azioni, le resistenze ed i parametri geotecnici, come definiti nella normativa di riferimento.

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

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	γ_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	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Per lo specifico caso in esame, si individuano i seguenti stati limite di tipo geotecnico (GEO):

1. collasso per scorrimento sul piano di posa.
2. collasso per carico limite dell'insieme opera-fondazione;

Non è stata fornita azione orizzontale e pertanto non è stato possibile procedere a verifica allo scorrimento, che, vista la conformazione geometrica del rilevato e l'incastro della fondazione non si ritiene problematica ai fini del soddisfacimento delle verifiche.

Resistenza – carico limite

Sono stati adottati i parametri caratteristici relativi al cuneo di rottura del terreno.

Il calcolo della resistenza a rottura del terreno è stato eseguito sulla scorta dei seguenti dati:

- Fondazione assimilabile a striscia continua;
- Piano di posa sito alla base dell'orizzonte UG0 (approfondimento strato di fondazione);
- Larghezza fondazione pari a larghezza rilevato come da sezioni di progetto;
- Presenza di falda;
- Condizioni drenate / non drenate
- Calcolo capacità portante secondo teoria Hansen (1970) per le condizioni drenate e di Brinch-Hansen per quelle non drenate;
- Correzione sismica mediante formulazione Paolucci & Pecker;
- Combinazione di carico A1+M1+R3
- Azione di progetto in sommità rilevato pari a 31 KPa.

Sezione di riferimento	Condizioni	Statico Dinamico	Carico limite Q _{ult} (KPa)	Resistenza progetto R _d (KPa)
SEZIONE 1	Drenate	Statico	1056	459
		Sismico	1042	561
	Non drenate	Stat/Sism	478	207
SEZIONE 2	Drenate	Statico	814	354
		Sismico	802	349
	Non drenate	Stat/Sism	465	202
SEZIONE 3	Drenate	Statico	838	364
		Sismico	825	358
	Non drenate	Stat/Sism	436	189
SEZIONE 4	Drenate	Statico	877	381
		Sismico	863	375
	Non drenate	Stat/Sism	273	118

Tabella 17 - Sintesi verifiche SLU/SLV - Carico limite

9.3 SLE / SLD

Le NTC prevedono che:

SLE/SLC. Sia verificata la seguente disequazione: $E_d \leq C_d$

ove E_d è il valore di progetto dell'effetto dell'azione e C_d il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni.

Per la stima dei cedimenti indotti dal carico dei rilevati arginali ai terreni naturali presenti si è utilizzato un software dedicato. Tale applicativo utilizza il metodo edometrico.

Il calcolo è stato effettuato per ciascuna delle quattro sezioni tipo, scegliendo la sezione geometricamente più rilevante e, quindi, rappresentativa delle condizioni più critiche, semplificando ad una forma simmetrica opportuna la geometria del rilevato arginale.

Relativamente al terreno di rilevato, si è attribuito il peso di volume $1,9 \text{ t/m}^3$, mentre si è considerato un piano di posa (incastro) al di sotto dell'orizzonte UG0, inidoneo a fungere da piano fondale.

I parametri geotecnici dei terreni naturali sono quelli delle varie unità ricavate dalle indagini nelle diverse zone e già riportate precedentemente.

Relativamente alla determinazione del grado di consolidazione OCR (rapporto fra pressione di preconsolidazione e tensione verticale efficace attuale), che rappresenta la storia tensionale del deposito, è stato utilizzato (a favore di sicurezza) un valore unitario ($OCR = 1$).

Le verifiche sono state effettuate utilizzando il seguente sovraccarico:

- mezzo manutenzione o soccorso → pressione imposta in sul rilevato = 3,1 t/m²

E' quindi stato valutato un carico di progetto derivante dal peso proprio del rilevato e del sovraccarico come ricavabile dall'apposita routine di calcolo Rilevati del programma Loadcap ©.

Tenuto conto delle caratteristiche dei terreni in esame sono stati stimati i cedimenti totali teorici attesi per la tipologia di fondazione ipotizzata, secondo la teoria della consolidazione edometrica, utilizzando i dati derivanti dalle prove edometriche disponibili.

Si è poi calcolato anche il cedimento al centro del rilevato utilizzando l'apposito modulo rilevati del software Loadcap. Tra i due valori ricavati, si è assunto il valore più limitante.

Si rammenta che le analisi svolte sono una stima cautelativa del cedimento, non essendo stato considerata la presenza del geosintetico alla base del rilevato nè le operazioni di preparazione ed addensamento del piano di posa del rilevato, come descritto al paragrafo seguente.

Il cedimento di riconsolidazione, per i terreni granulari o coesivi saturi liquefacibili e per i terreni coesivi, può essere valutato dalla seguente espressione:

$$\Delta H = \varepsilon_{vr} \cdot H$$

dove H è l'altezza del generico strato ed ε_{vr} (%) rappresenta la deformazione volumetrica post-ciclica definita da:

$$\varepsilon_{vr} = \frac{\alpha \cdot C_r}{1 + e_0} \log \left(\frac{1}{1 - \frac{\Delta u}{\sigma'_0}} \right)$$

in cui

α costante sperimentale compresa tra 1 e 1.5;

e_0 è l'indice dei vuoti iniziale;

$C_r=0.225 C_c$ è l'indice di riconsolidazione post-ciclica;

C_c è l'indice di compressione.

Nel caso di terreni coesivi, il rapporto di pressione interstiziale viene calcolato come:

$$\frac{\Delta u}{\sigma'_0} = \beta \cdot \left[\log \frac{\gamma_{\max}}{\gamma_v} \right]$$

σ'_0 è il valore iniziale della pressione media efficace alla profondità considerata.

Il rapporto di pressione interstiziale, nel caso di terreni incoerenti liquefacibili, viene determinato per interpolazione lineare dai valori riportati nella tabella 8 in funzione dell'ampiezza della deformazione massima indotta dal terreno.

Tabella 8 - Rapporto di pressione interstiziale r_u in funzione di γ_{\max}

γ_{\max} [%]	$r_u = \Delta u / \sigma'_0$
0.005	0.2
0.1	0.4
0.2	0.6
0.4	0.8
5	0.95

L'ampiezza della deformazione di taglio massima γ_{\max} si calcola dalla relazione seguente:

$$\gamma_{\max} = 0.65 \cdot \frac{a_{\max,s}}{g} \cdot \sigma_v \cdot r_d \cdot \frac{1}{G}$$

dove

$a_{\max,s}$ è il picco di accelerazione al piano campagna del sisma di progetto;

g è l'accelerazione di gravità;

σ_v è la tensione totale verticale;

r_d coefficiente riduttivo dell'azione sismica che mette in conto la deformabilità del sottosuolo determinato dalla relazione $r_d = 1 - 0.015z$;

G modulo di taglio corrispondente al livello deformativo γ_{\max} , valutato a partire dal valore di G statico (G_0)

Nella tabella 18 sono sintetizzati gli esiti delle verifiche ai cedimenti svolti, riportando i casi più limitanti, ribadendo che non sono stati considerati gli effetti della presenza del geosintetico alla base del rilevato e le lavorazioni previste al piano di posa del rilevato.

Sezione di riferimento	Condizioni	Tipologia calcolo	Valore (mm)	Ced. Totale (mm)
SEZIONE 1	Statiche	Edometrico	75	80
		Rilevati	56	
	Sismiche		5	
SEZIONE 2	Statiche	Edometrico	47	123
		Rilevati	77	
	Sismiche		46	
SEZIONE 3	Statiche	Edometrico	59	127
		Rilevati	74	
	Sismiche		53	
SEZIONE 4	Statiche	Edometrico	136	185
		Rilevati	108	
	Sismiche		49	

Tabella 18 - Sintesi verifiche SLE/SLD

Spetterà al progettista la verifica della compatibilità del cedimento atteso con il cedimento compatibile nelle condizioni di esercizio dell'opera.

10. FORMAZIONE DI RILEVATI

10.1 - Caratteristiche del materiale per la costruzione dei rilevati

Facendo riferimento alla classificazione contenuta nelle norme CNR UNI 10006, le terre preferibilmente da utilizzare **dovranno essere di tipo argilloso e limoso (classi A-4, A-6)**, con contenuto minimo di sabbia pari al 15% e con indice di plasticità inferiore a 25.

In casi di accertata impossibilità di utilizzare la tipologia di materiali sopra riportata è facoltà della Direzione Lavori di accettare materiale differente, ferma restando la necessità di effettuare le verifiche geotecniche di legge utilizzando i parametri riferiti al materiale utilizzato, sia in termini di resistenza che di permeabilità.

Non si dovranno in ogni caso utilizzare le materie organiche e le sabbie pulite.

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale, con tolleranza di +/- 1%. La corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione. Definita anche la percentuale di umidità, questa dovrà essere mantenuta costante con una tolleranza di +/- 1%.

Il materiale da usarsi per il rivestimento delle scarpate dei rilevati dovrà essere terreno agra-

rio, vegetale, proveniente da scotico. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente.

10.2 Modalità esecutive

Nelle aree di impronta dei nuovi argini di progetto sono previste le seguenti lavorazioni.

- Asportazione del terreno vegetale, degli apparati radicali e predisposizione di uno scavo di cassonetto di altezza non inferiore a 50 cm. Il terreno vegetale dovrà essere accantonato all'interno dell'area di cantiere per il successivo rivestimento degli argini.
- **Andrà completamente asportato lo spessore di terreni costituito dell'unità A (terreno agricolo limoso-ghiaioso) e T (livelli torbosi in matrice sabbiosa fine), di cui viene indicato, dalle indagini disponibili e fornite dalla Committenza, uno spessore variabile da punto a punto e su valori medi di 1,0 m.**
- Addensamento dei terreni presenti sul fondo scavo mediante passaggi con rullo statico.
- **Posa di geosintetico con funzione di separazione e rinforzo:** stesa di geotessile non tessuto associato a geogriglia biorientata (peso unitario geotessuto non inferiore a 165 g/mq + geogriglia biorientata con resistenza a trazione non inferiore a 30 kN/m);
- Messa in opera dei terreni per la formazione degli argini. Il terreno sarà messo in opera per strati il cui spessore finito non sia superiore a 30 cm. Ogni strato andrà adeguatamente compattato.

In linea generale il costipamento dei terreni fini risulta di maggiore efficacia se effettuato con rulli cilindrici associati a rulli a piedi costipanti.

10.3 - Modalità di verifica in corso d'opera

Prima dell'accettazione dei terreni da utilizzare per la realizzazione degli argini si dovranno analizzare alcuni campioni rappresentativi. I campioni di terreno saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolare modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo. Saranno poi eseguite le prove necessarie per la determinazione della resistenza al taglio e dell'optimum Proctor.

La verifica del rispetto delle prescrizioni di costipamento in corso d'opera sarà effettuata mediante la misura della densità secca in sito. La procedura consiste nel prelevare un campione di terreno costipato, nella misura del volume del relativo scavo mediante ad esempio il volumometro a sabbia, e nella determinazione della massa e del contenuto d'acqua del campione. Sullo stesso campione prelevato (o su un adiacente campione di terreno) saranno determinati in laboratorio la densità secca maximum ed il contenuto d'acqua optimum mediante

prova Proctor standard.

La densità secca determinata in sito dovrà risultare maggiore o uguale al 95% della densità secca determinata in laboratorio mediante prova Proctor standard.

E' consigliabile per ognuno dei siti la realizzazione di un tratto di argine da considerarsi come "campo prova" variando le modalità di messa in opera e ricavando le lavorazioni minime necessarie per ottenere i parametri di progetto, riferite alla tipologia di materiale utilizzato e al tipo di terreno naturale su cui vengono posate le opere. Una volta ricavate le modalità ottimali, tali lavorazioni potranno essere riproposte per la realizzazione dell'intero tratto arginale.

Potranno infine essere richieste delle verifiche a campione sull'opera ultimata da parte della Direzione Lavori.

11 - CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta a supporto della progettazione definitiva delle opere relative a "Area di laminazione delle piene del Torrente Gandaloglio e altri nei comuni di Oggiono, Sirone e Annone (LC)".

Nella presente relazione, che costituisce relazione geologica e geotecnica di caratterizzazione del terreno a supporto della progettazione definitiva delle opere, sono definiti:

- Caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici dell'area di intervento;
- Modello geologico;
- Condizioni di pericolosità geologica;
- Compatibilità geologica degli interventi con gli strumenti di pianificazione geologica vigenti;
- Modello geotecnico.
- Analisi geotecniche sui principali opere e sistemi geotecnici.

Di seguito vengono analizzati in dettaglio tutti i principali aspetti litostratigrafici, geomorfologici ed idrogeologici dell'area al fine di verificare l'eventuale presenza di problematiche di natura geologica da considerare nella progettazione delle nuove opere.

• Frane e dissesti

Il problema di instabilità di versante sussiste qualora esistano dei dislivelli in grado di innescare dei movimenti di terreno. Nel caso in esame il sito di intervento è caratterizzato da un assetto morfologico subpianeggiante in corrispondenza del quale è possibile escludere potenziali fenomeni di dissesto attivi o quiescenti. Si osserva altresì la locale presenza di fenomeni di erosione spondale lungo i corsi d'acqua principali.

• Vincoli e problematiche di natura idraulica

L'area di intervento ricade, almeno parzialmente in:

- area PAI a pericolosità media o moderata (Em) per esondazioni e dissesti morfologici di

carattere torrentizio che interessa il settore occidentale dell'area di laminazione soggetto ad allagamento perenne;

- area di esondazione del Torrente Gandaloglio, inserita nell' "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici" dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con la dicitura 063-LO-LC, è attualmente classificata come Area di esondazione "Zona I-Pericolosità Elevata" (L.267/98), ovvero potenzialmente interessata da inondazioni per eventi di piena con tempi di ritorno inferiore o uguale a 50 anni;
- fasce di rispetto dei corsi d'acqua appartenenti al Reticolo Idrico Minore del Comune di Oggiono e del Torrente Gandaloglio appartenente al Reticolo Idrico Principale (Identificativo "**LC003**").

Essendo l'intervento in oggetto realizzato per la protezione idraulica nei confronti dei fenomeni di piena e di esondazione diffusa sul territorio in esame, si ritiene che esso sia compatibile con i vincoli e le limitazioni esistenti.

Si rimanda allo specifico studio idraulico per la definizione della compatibilità delle opere con le fasce e norme idrauliche.

- **Acque sotterranee**

All'interno dell'ambito oggetto di intervento è stata riconosciuta la presenza di flussi idrici sotterranei, con soggiacenza posta a breve distanza dal piano campagna.

Di tale aspetto dovrà tenersi conto nella programmazione delle lavorazioni in progetto.

- **Cedimenti e subsidenze**

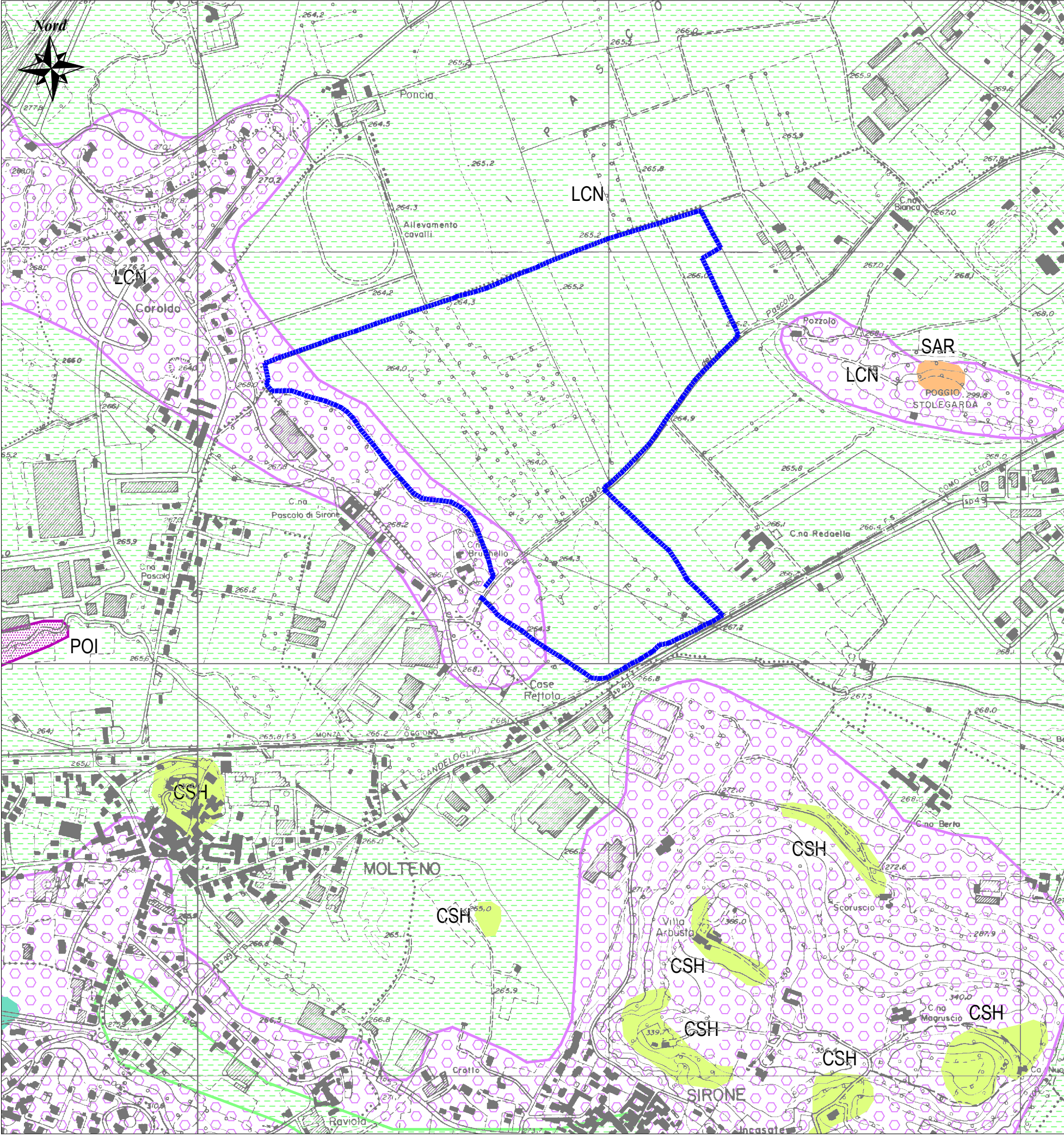
Dal momento che il sito di intervento si colloca in ambito con prevalente presenza di terreni fini, cui si associano livelli di terreni torbosi superficiali, la tematica dei cedimenti risulta limitante per le lavorazioni in progetto. Per tale motivo si raccomanda la osservazione delle prescrizioni indicate al paragrafo 10. Dovrà inoltre valutarsi la compatibilità dei cedimenti attesi, come esposto al paragrafo 9, con l'esercizio delle opere in progetto.

Considerato il contesto geologico, geomorfologico e idrogeologico del sito in esame, fatte salve le prescrizioni e le indicazioni riportate nella presente relazione, si ritiene l'intervento in esame compatibile con le condizioni geologiche presenti.

Villa Guardia, 05/06/2017

Dott. Geol. Paolo Dal Negro





SUCCESIONE SEDIMENTARIA NEOGENICO-QUATERNARIA	
POI	<div>SINTEMA DEL PO Da sabbie a supporto di matrice a ghiaie fini con sabbia grossolana a supporto di clasti ma con matrice abbondante costituita da sabbie grossolane; depositi fluviali e di conoide dominati da debris flow. Argille e torbe: depositi lacustri. Alterazione assente. Morfologia ben espressa nelle piane fluviali dei principali corsi d'acqua. PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE</div>
LCN	<div>SUPERSINTEMA DEI LAGHI - SINTEMA DI CANTU' Diamicton massivi a supporto sia di matrice, sia di clasti: <i>till di ablazione</i>. Diamicton a supporto di matrice, sovraconsolidati: <i>till di alloggiamento</i>. Sabbie fini con ripple da corrente; sabbie a laminazione incrociata; sabbie da fini a medie, a laminazione incrociata con Sabbie fini in strati centimetrici orizzontali passanti a sabbie fini limose, letti di ghiaie e sabbie a stratificazione inclinata: depositi di delt Limi spesso laminati, ma anche massivi, e sabbie per lo più massive. Sono frequenti i dropstones: depositi glacialacustri. Colore della matrice 10 YR. Alterazione da scarsa ad assente, con spessore di 1-1,5 m. Morfologie ben conservate. PLEISTOCENE SUPERIORE</div>
CSH	<div>CONGLOMERATO DI SIRONE Conglomerati da clasti da centimetrici a decimetrici massivi e più rare arenarie conglomeratiche in strati lenticolari. Conglomerati a supporto clastico, disorganizzati, con ciottoli embricati e stratificazione grossolana evidenziata da interstrati pelitici discontinui o allineamenti di ciottoli. Rari frammenti di Rudiste rimaneggiati. Spessore circa 200 m. Conoide torbiditica progredante. SANTONIANO</div>
SAR	<div>ARENARIA DI SARNICO Alternanze di peliti e arenitici fini, in strati da sottili a medi, con strutture tipiche della sequenza di Bouma generalmente complete (Ta-e Stratificazione piano-parallela a base netta con controimpronte di fondo. Alle sequenze ritmiche sottili, si intercalano strati medi, talvolta massivi, con frequenti lamine piano-parallele, oblique o convolute e strati da fuga d'acqua. Rarissimi fossili (Ammoniti). Spessore non valutabile nel foglio (aree limitrofe: 350-450 m). Lobi torbiditici. CONIACIANO</div>


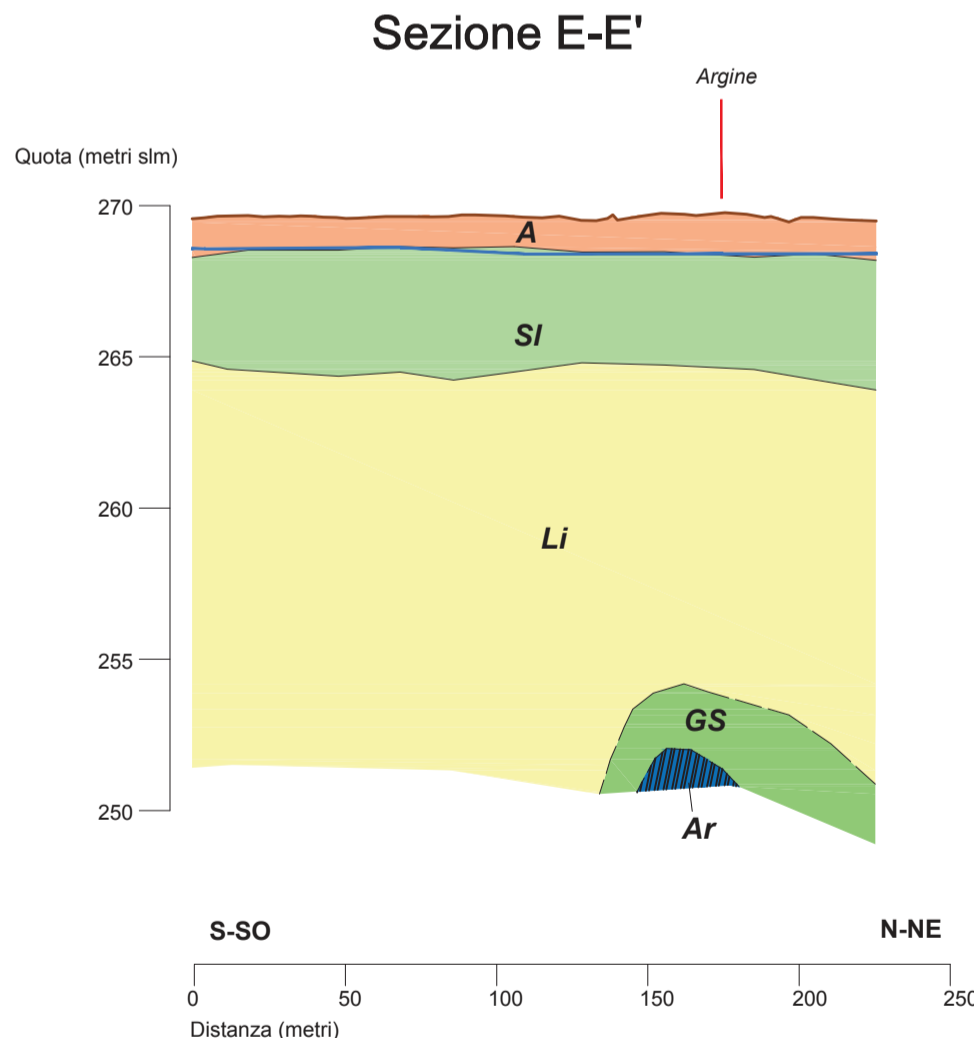
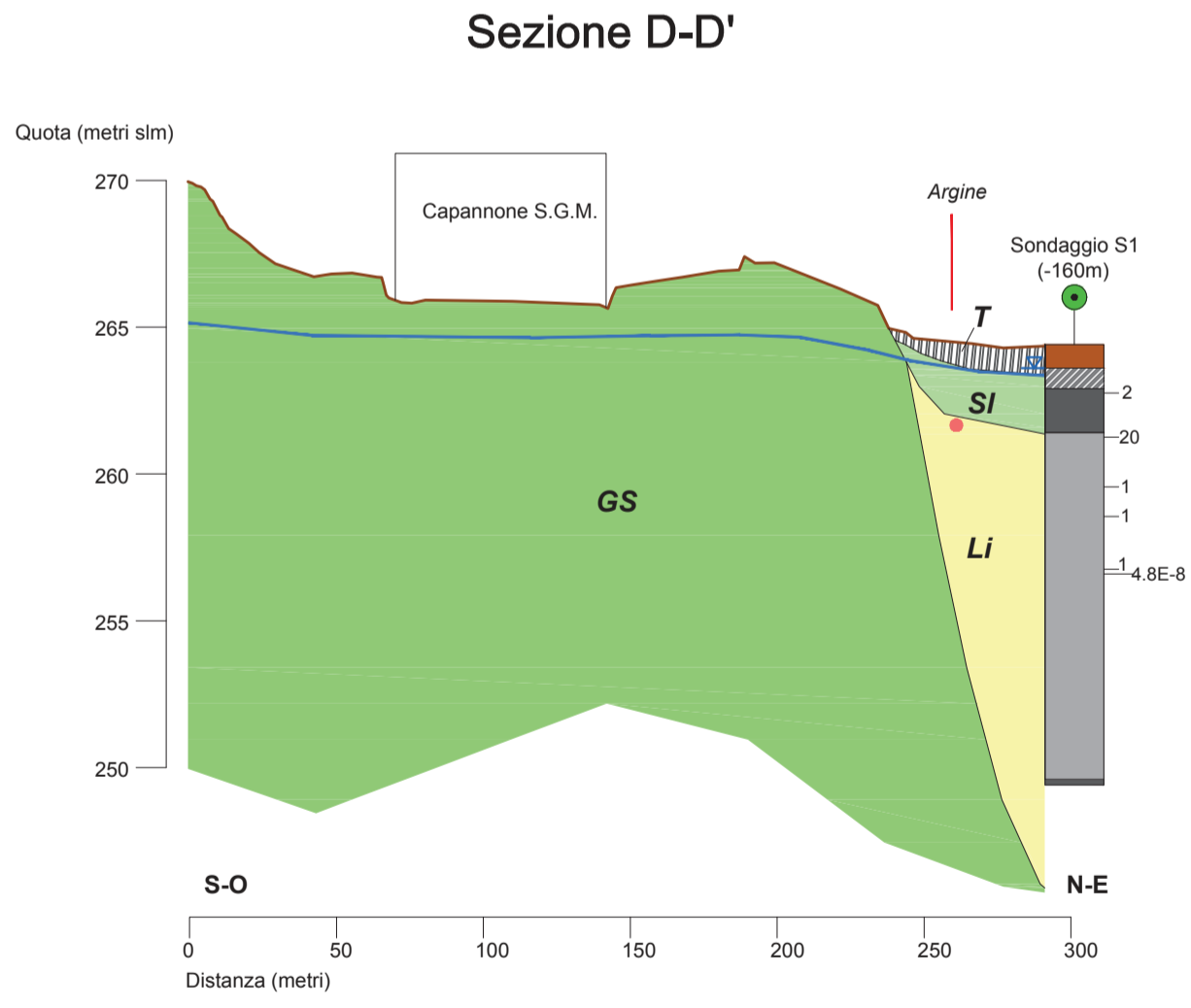
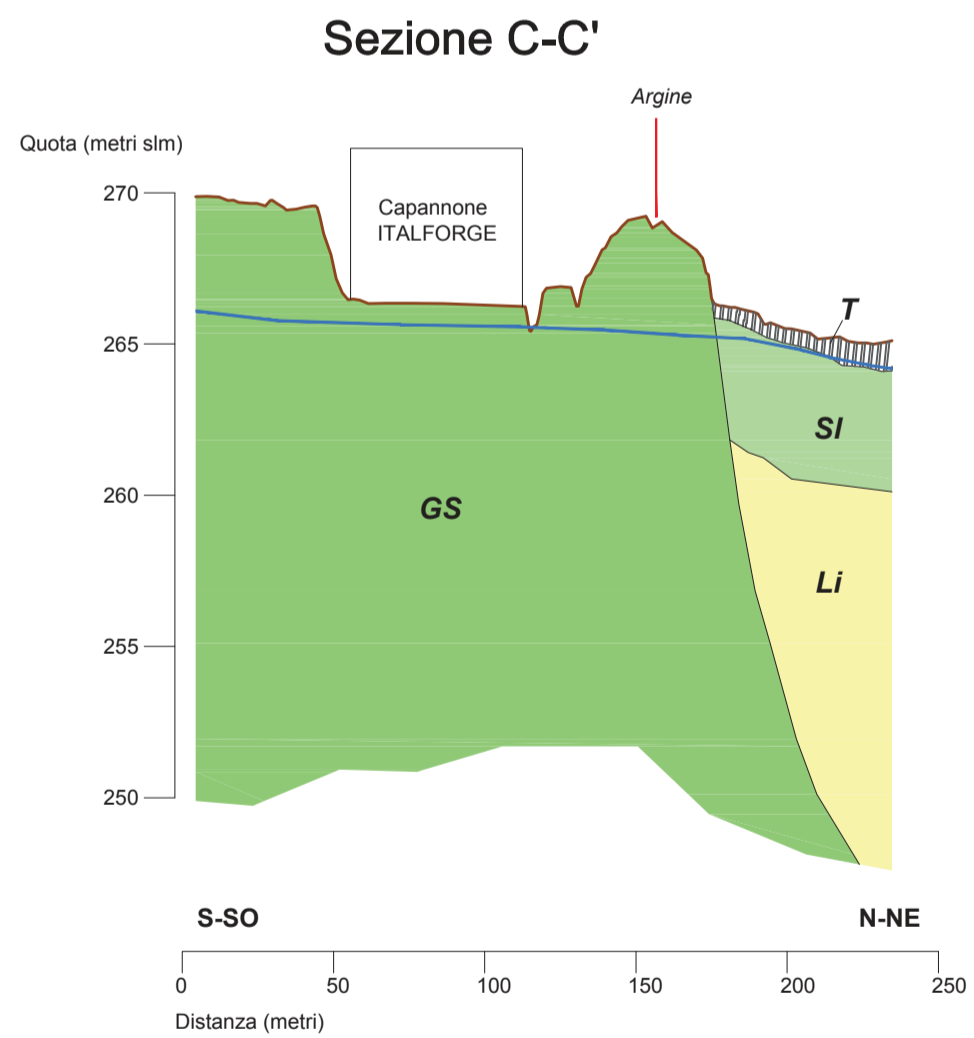
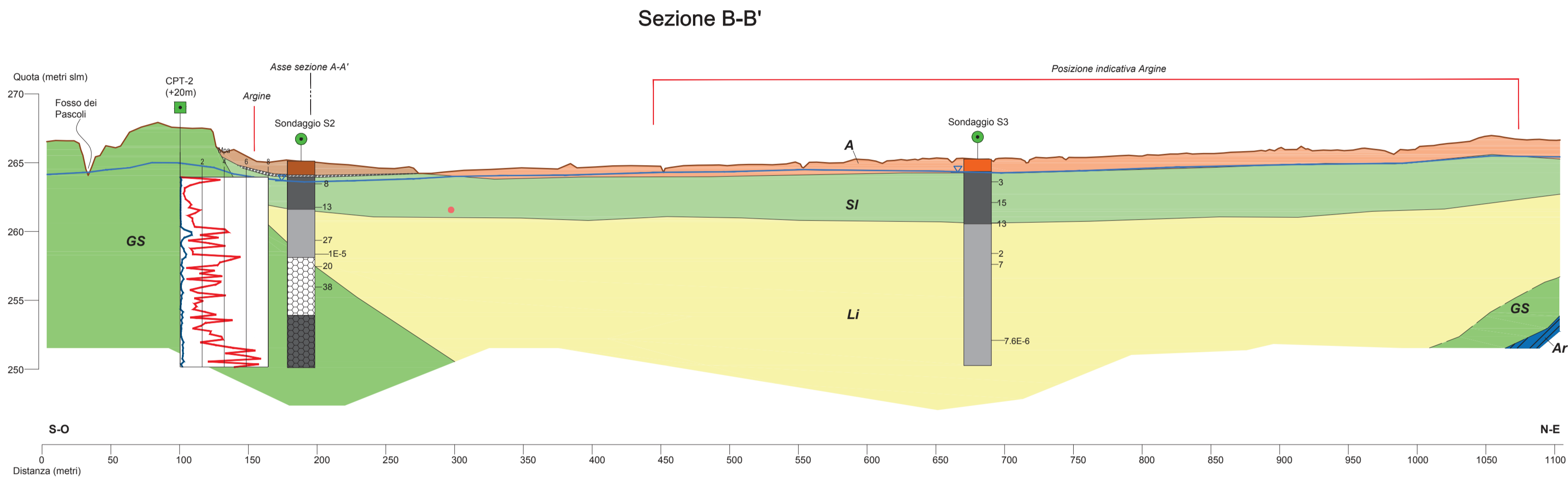
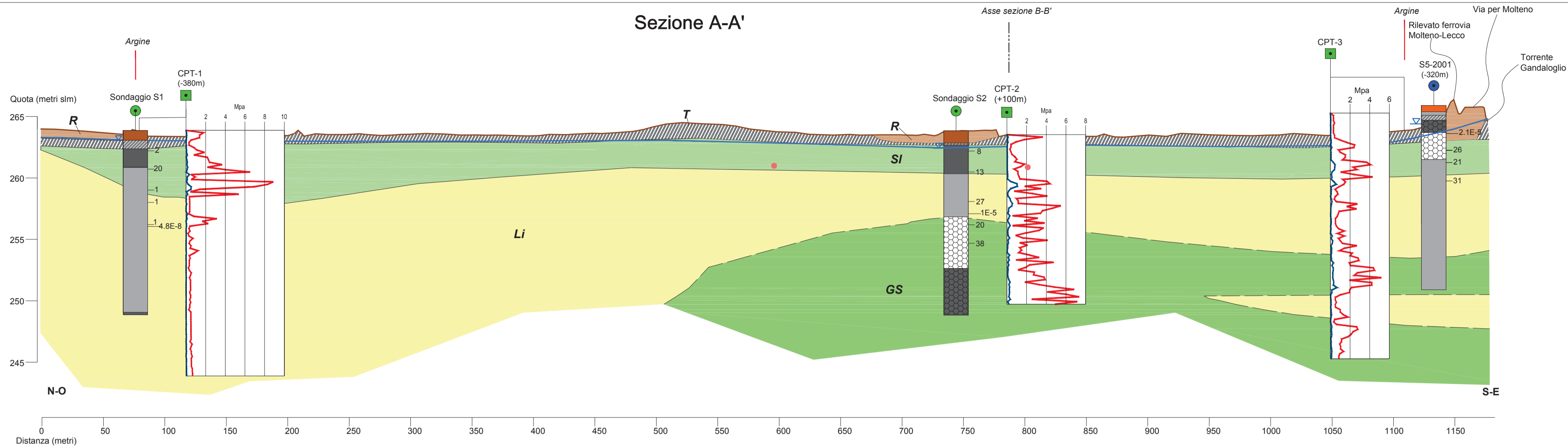
 Area di laminazione in progetto

TAVOLA 1 - Carta di inquadramento geologico - scala 1:10.0



Legenda

● Metanodotto SGR

— Profilo topografico (estratto dal DEM Regione Lombardia, risoluzione 1m x 1m)

— Livello freatico

— Contatto geologico

--- Contatto geologico incerto

Indagini

Sondaggio geognostico

campagna 2001 ● campagna 2016 ●

Litologia

Livello piezometrico

valore N_{SP}

1.5E-5

permeabilità

prova Leffranc in m/sec

Litologia sondaggi

■ Riporto antropico

■ Terreno agricolo

■ Livelli organici/torbiosi

■ Ghiaia con sabbia

■ Sabbia ghiaiosa

■ Sabbia limosa

■ Limo

Prova penetrometrica statica - APPLI SRL (campagna 2016)

Mpa

2 4 6 8

— resistenza alla punta q_c (Mpa)

— attrito laterale f_s (Mpa)

UNITA' GEOLOGICHE

■ Riporto antropico e laterizi

■ Terreno agricolo limoso-ghiaioso

Depositi recenti

Sistema di Canbi-Olocene

Substrato - Cretaceo sup.

Glacio-lacustre

■ Livelli torbosi in matrice sabbiosa fine

■ Sabbia limosa

■ Limo grigio con livelli debolmente sabbiosi

Fluvioglaciale-morenico

■ Ghiaia arrotondata poligenica con sabbia e locali trovanti

Arenarie

■ Arenarie di Sarnico: arenarie grigie torbiditiche in alternanza con peliti centimetriche a stratificazione regolare. Minori intercalazioni marnose

NOTE:

La posizione delle prove proiettate segue la seguente nomenclatura:

+: prova posizionata davanti alla sezione

-: prova posizionata dietro la sezione

La posizione del metanodotto e la sua dimensione sono puramente indicative

Parco Valle Lambro
Ufficio Riqualfica Fluviale



Commissa: co05-16
Cod. Relazione R01-05-16

Area di laminazione delle piene del Torrente Gandaloglio e altri nei Comuni di Oggiono, Sirone e Annone

CUP B38C15000460002 CIG Z36187CBD7

TAVOLA 2 SEZIONI GEOLOGICHE

Scala (A1): H 1:2.500
V 1:250

Data: 07/04/2016

ALLEGATO 1
REPORT VERIFICHE DI STABILITA'

SEZIONE 1

Relazione di calcolo

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

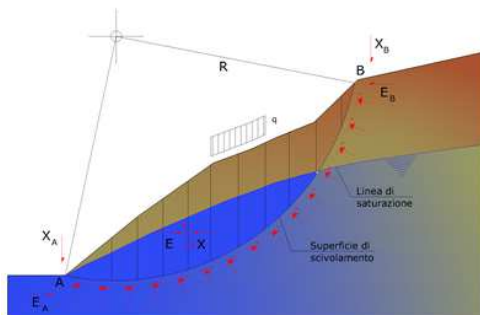
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in concii considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.). Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei concii.



Metodo dei concii

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di concii. Se il numero dei concii è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i ;
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei concii;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei concii;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n ;
- equazioni relative al criterio di rottura n .

Totale numero di equazioni $4n$.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite. I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni.

Metodo di Spencer (1967)

Il metodo è basato sull'assunzione:

1. le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli concii sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo θ ;
2. tutti i momenti sono nulli $M_i = 0$ con $i = 1, \dots, n$.

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale al metodo di Morgenstern e Price quando la funzione $f(x) = 1$. Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:

$$1) \quad \sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

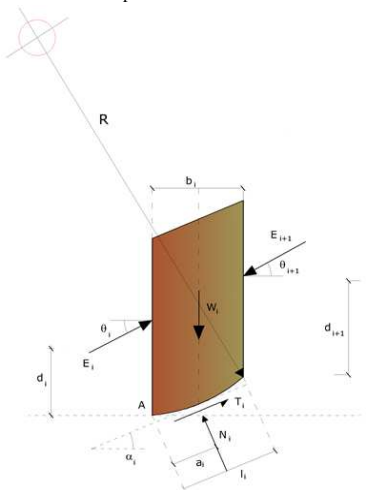
dove:

$$Q_i = \frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h l \sec \alpha) \frac{\tan \alpha}{F_s} - W \sec \alpha \cos(\alpha - \theta) \left[\frac{F_s + \tan \phi \tan(\alpha - \theta)}{F_s} \right]$$

forza d'interazione fra i concii;

R = raggio dell'arco di cerchio;

θ = angolo d'inclinazione della forza Q_i rispetto all'orizzontale.



Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\sum (Q_i \cos \theta) = 0$$

$$\sum (Q_i \sin \theta) = 0$$

Con l'assunzione delle forze Q_i parallele fra loro, si può anche scrivere:

$$2) \quad \sum Q_i = 0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo (F_{sm}) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo (F_{sf}) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo θ , considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia:

$$F_{sm} = F_{sf}$$

Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- W peso concio;
- K_x coefficiente sismico orizzontale;
- K_y coefficiente sismico verticale.

Ricerca della superficie di scorrimento critica

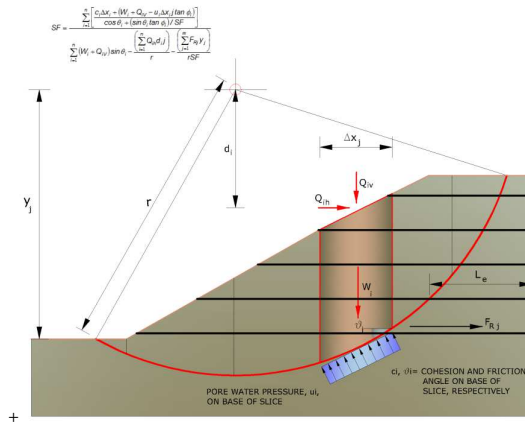
In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminare un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Elemento Rinforzo

I Rinforzi sono degli elementi orizzontali, la loro messa in opera conferisce al terreno un incremento della resistenza allo scorrimento.

Se l'elemento di rinforzo interseca la superficie di scorrimento, la forza resistente sviluppata dall'elemento entra nell'equazione di equilibrio del singolo concio, in caso contrario l'elemento di rinforzo non ne influenza la stabilità.



Le verifiche di natura interna hanno lo scopo di valutare il livello di stabilità dell'ammasso rinforzato, quelle calcolate sono la verifica a rottura dell'elemento di rinforzo per trazione e la verifica a sfilamento (*Pullout*). Il parametro che fornisce la resistenza a trazione del rinforzo, T_{Allow} , si calcola dalla resistenza nominale del materiale con cui è realizzato il rinforzo ridotto da opportuni coefficienti che tengono conto dell'aggressività del terreno, danneggiamento per effetto creep e danneggiamento per installazione.

L'altro parametro è la resistenza a sfilamento (*Pullout*) che viene calcolata attraverso la seguente relazione:

$$T_{Pullout} = 2 \cdot L_e \cdot \sigma'_v \cdot f_b \cdot \tan(\delta)$$

Per geosintetico a maglie chiuse:

$$f_b = \frac{\tan(\delta)}{\tan(\phi)}$$

dove:

- δ Rappresenta l'angolo di attrito tra terreno e rinforzo;
- $T_{Pullout}$ Resistenza mobilitata da un rinforzo ancorato per una lunghezza L_e all'interno della parte stabile del terreno;
- L_e Lunghezza di ancoraggio del rinforzo all'interno della parte stabile;
- f_b Coefficiente di *Pullout*;
- σ'_v Tensione verticale, calcolata alla profondità media del tratto di rinforzo ancorato al terreno.

Ai fini della verifica si sceglie il valore minimo tra T_{Allow} e $T_{Pullout}$, la verifica interna verrà soddisfatta se la forza trasmessa dal rinforzo generata a tergo del tratto rinforzato non supera il valore della T .

Ancoraggi

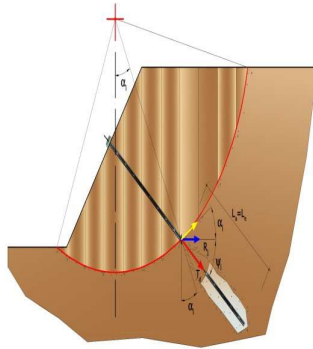
Gli ancoraggi, tiranti o chiodi, sono degli elementi strutturali in grado di sostenere forze di trazione in virtù di un'adeguata connessione al terreno.

Gli elementi caratterizzanti un tirante sono:

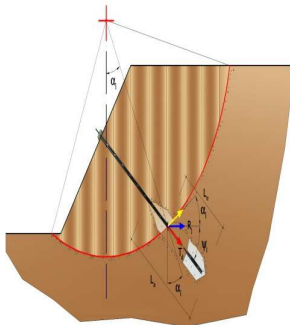
- **testata:** indica l'insieme degli elementi che hanno la funzione di trasmettere alla struttura ancorata la forza di trazione del tirante;
- **fondazione:** indica la parte del tirante che realizza la connessione con il terreno, trasmettendo al terreno stesso la forza di trazione del tirante.

Il tratto compreso tra la testata e la fondazione prende il nome di parte libera, mentre la fondazione (o bulbo) viene realizzata iniettando nel terreno, per un tratto terminale, tramite valvole a perdere, la malta, in genere cementizia. L'anima dell'ancoraggio è costituita da un'armatura, realizzata con barre, fili o trefoli.

Il tirante interviene nella stabilità in misura maggiore o minore efficacia a seconda se sarà totalmente o parzialmente (caso in cui è intercettato dalla superficie di scorrimento) ancorato alla parte stabile del terreno.



Bulbo completamente ancorato



Bulbo parzialmente ancorato

Le relazioni che esprimono la misura di sicurezza lungo una ipotetica superficie di scorrimento si modificheranno in presenza di ancoraggi (tirante attivo, passivo e chiodi) nel modo seguente:

- per i tiranti di *tipo attivo*, la loro resistenza si detrae dalle azioni (denominatore);

$$F_s = \frac{R_d}{E_d - \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i}}$$

- per tiranti di *tipo passivo* e per i *chiodi*, il loro contributo si somma alle resistenze (numeratore)

$$F_s = \frac{R_d + \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i}}{E_d}$$

Con R_j si indica la resistenza dell'ancoraggio e viene calcolata dalla seguente espressione:

$$R_j = T_d \cdot \cos \Psi_i \cdot \left(\frac{1}{i} \right) \cdot \left(\frac{L_e}{L_a} \right)$$

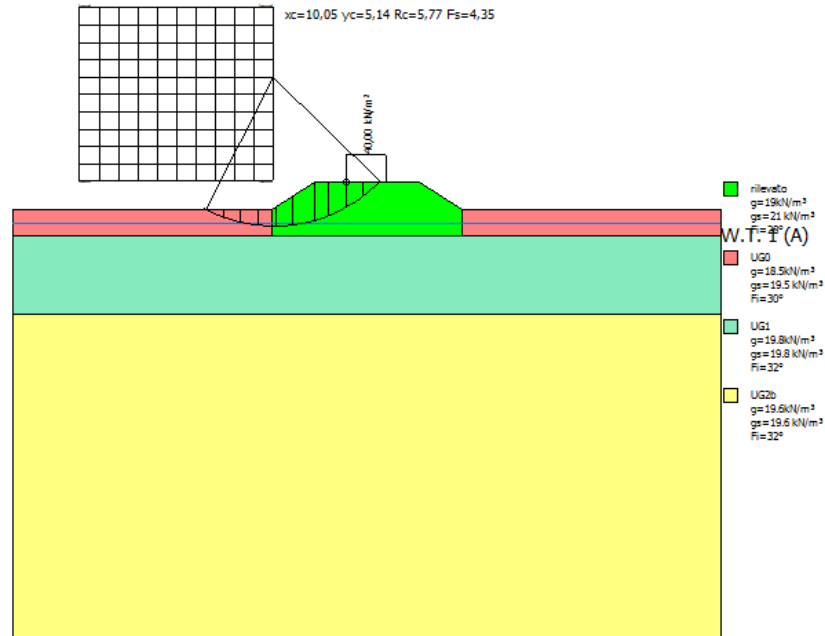
dove:

- T_d tiro esercizio;
- Ψ_i inclinazione del tirante rispetto all'orizzontale;
- i interasse;
- L_e lunghezza efficace;
- L_a lunghezza d'ancoraggio.

I due indici (i, j) riportati in sommatoria rappresentano rispettivamente l'i-esimo concio e il j-esimo ancoraggio intercettato dalla superficie di scorrimento dell'i-esimo concio.

SEZIONE 1 - FINE COSTRUZIONE OPERA

SEZIONE 1 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,57 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1,12 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,05 m
Ordinata vertice destro superiore ys	7,81 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	27,3	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0

6 27,3 0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di

Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,35
Ascissa centro superficie	10,05 m
Ordinata centro superficie	5,14 m
Raggio superficie	5,77 m

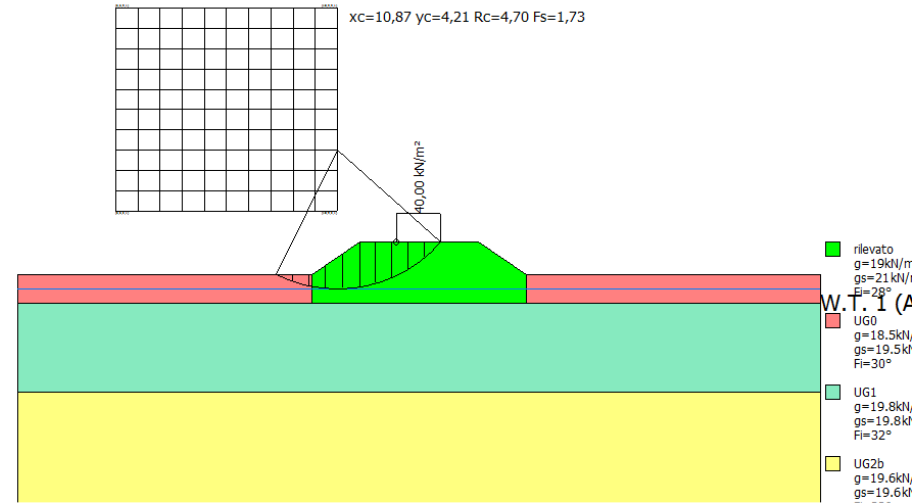
xc = 10,052 yc = 5,138 Rc = 5,772 Fs=4,346
Lambda = 0,241

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,68	-23,45	0,74	2098,34
2	0,68	-16,3	0,7	5307,3
3	0,68	-9,4	0,68	7333,1
4	0,68	-2,65	0,68	8270,42
5	0,68	4,07	0,68	13152,61
6	0,85	11,75	0,87	23761,66
7	0,5	18,69	0,53	15024,44
8	0,68	25,02	0,75	16949,13
9	0,68	32,71	0,8	36928,79
10	0,68	41,15	0,9	27532,41

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1117,77	4632,55	0,0	0,0	-944,06	2969,96	0,0
2	2288,47	9484,41	1117,77	4632,55	2608,61	2838,73	0,0
3	3297,29	13665,44	2288,47	9484,41	5556,08	2761,75	0,0
4	4056,82	16813,25	3297,29	13665,44	7357,55	2727,54	0,0
5	5278,09	21874,74	4056,82	16813,25	12260,84	6070,07	0,0
6	5593,45	23181,72	5278,09	21874,74	23220,89	7788,67	0,0
7	5964,72	24720,46	5593,45	23181,72	14373,35	4733,83	0,0
8	5848,41	24238,4	5964,72	24720,46	15260,52	6681,6	0,0
9	2680,66	11109,85	5848,41	24238,4	26645,06	7195,64	0,0
10	13,99	58,0	2680,66	11109,85	15466,55	8041,06	0,0

SEZIONE 1 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,33 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,14 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,87 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,05 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	27,3	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,73
Ascissa centro superficie	10,87 m
Ordinata centro superficie	4,21 m
Raggio superficie	4,7 m

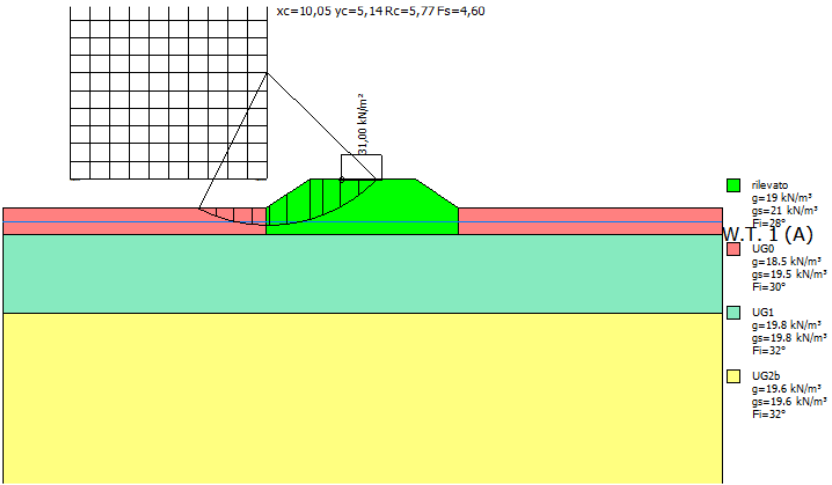
xc = 10,868 yc = 4,213 Rc = 4,70 Fs=1,727
Lambda = 0,306

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,56	-22,61	0,61	1319,97
2	0,56	-15,36	0,58	3314,29
3	0,56	-8,36	0,57	5976,68
4	0,56	-1,49	0,56	10468,07
5	0,62	5,75	0,63	16049,44
6	0,5	12,69	0,51	13925,53
7	0,56	19,42	0,59	14061,61
8	0,56	26,88	0,63	27460,12
9	0,56	34,88	0,68	30377,31
10	0,56	43,78	0,78	24735,5

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	381,45	1248,55	0,0	0,0	386,44	93,95	0,0
2	1057,97	3462,94	381,45	1248,55	1957,0	475,78	0,0
3	2713,77	8882,71	1057,97	3462,94	3486,95	3166,0	0,0
4	4370,34	14304,97	2713,77	8882,71	8667,93	4301,47	0,0
5	5722,85	18731,99	4370,34	14304,97	15066,69	6010,63	0,0
6	6438,96	21075,98	5722,85	18731,99	13401,72	5149,02	0,0
7	6669,57	21830,79	6438,96	21075,98	13295,03	5479,06	0,0
8	5446,51	17827,49	6669,57	21830,79	23774,64	7968,89	0,0
9	2894,0	9472,64	5446,51	17827,49	22236,89	7855,51	0,0
10	-2,07	-6,76	2894,0	9472,64	13389,85	6266,76	0,0

SEZIONE 1 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,57 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1,12 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,05 m
Ordinata vertice destro superiore ys	7,81 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: D
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0253
Coefficiente azione sismica verticale 0,0127

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	27,3	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,6
Ascissa centro superficie	10,05 m
Ordinata centro superficie	5,14 m
Raggio superficie	5,77 m

xc = 10,052 yc = 5,138 Rc = 5,772 Fs=4,598

Lambda = 0,243

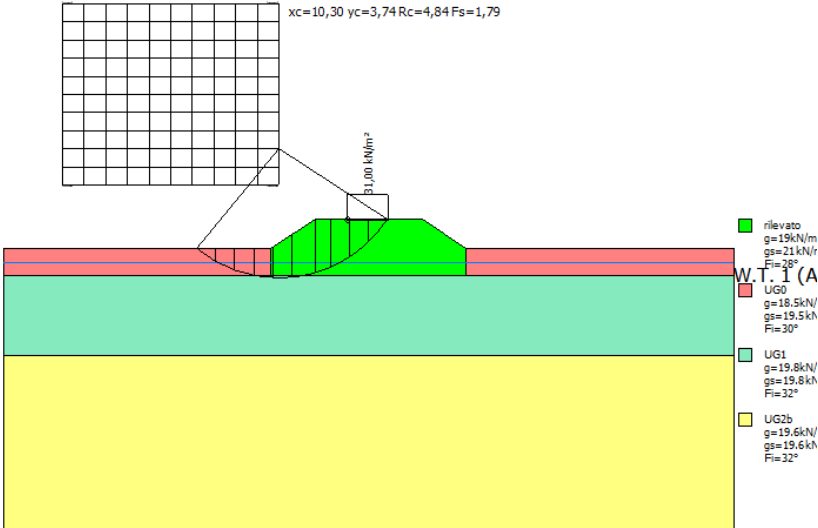
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,68	-23,45	0,74	2098,34
2	0,68	-16,3	0,7	5307,3
3	0,68	-9,4	0,68	7333,1
4	0,68	-2,65	0,68	8270,42
5	0,68	4,07	0,68	13152,61
6	0,85	11,75	0,87	23761,66

7	0,5	18,69	0,53	15024,44
8	0,68	25,02	0,75	16949,13
9	0,68	32,71	0,8	31248,79
10	0,68	41,15	0,9	22353,45

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1066,33	4391,2	0,0	0,0	-755,24	2807,12	0,0
2	2172,76	8947,56	1066,33	4391,2	2855,6	2683,09	0,0
3	3106,45	12792,55	2172,76	8947,56	5807,31	2610,33	0,0
4	3783,94	15582,48	3106,45	12792,55	7570,61	2577,99	0,0
5	4850,99	19976,64	3783,94	15582,48	12510,23	5737,26	0,0
6	4934,73	20321,51	4850,99	19976,64	23424,63	7361,64	0,0
7	5125,4	21106,71	4934,73	20321,51	14361,83	4474,28	0,0
8	4804,8	19786,45	5125,4	21106,71	15104,9	6315,26	0,0
9	2067,62	8514,58	4804,8	19786,45	22413,35	6801,12	0,0
10	13,24	54,53	2067,62	8514,58	12653,01	7600,19	0,0

SEZIONE 1 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco

Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,39 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,3 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,16 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0253
Coefficiente azione sismica verticale	0,0127

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	27,3	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,79
Ascissa centro superficie	10,3 m
Ordinata centro superficie	3,74 m
Raggio superficie	4,84 m

xc = 10,30 yc = 3,743 Rc = 4,845 Fs=1,787

Lambda = 0,245

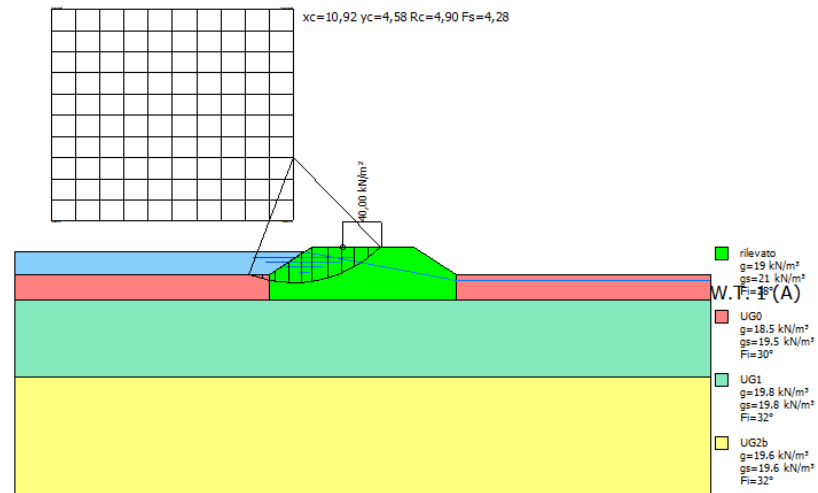
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,71	-34,3	0,86	3521,66
2	0,71	-24,54	0,78	8808,92
3	0,71	-15,51	0,74	12230,92
4	0,71	-6,87	0,72	14152,22
5	0,71	1,6	0,71	18903,61
6	0,86	11,01	0,87	29806,96
7	0,57	19,76	0,6	20734,56
8	0,71	28,13	0,81	24097,64
9	0,71	38,31	0,91	37976,53
10	0,71	50,32	1,12	25537,54

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1273,29	5197,0	0,0	0,0	-984,11	-231,26	0,0
2	3295,83	13452,07	1273,29	5197,0	2938,97	690,65	0,0
3	5130,54	20940,49	3295,83	13452,07	8247,08	1938,05	0,0
4	6533,89	26668,32	5130,54	20940,49	12192,89	3101,14	0,0
5	7525,31	30714,85	6533,89	26668,32	18245,08	4640,46	0,0
6	7765,5	31695,21	7525,31	30714,85	29437,6	7487,17	0,0
7	7702,67	31438,76	7765,5	31695,21	19556,24	6693,65	0,0
8	6735,73	27492,14	7702,67	31438,76	20225,4	7671,06	0,0
9	3286,11	13412,41	6735,73	27492,14	23562,04	8801,09	0,0
10	146,29	597,09	3286,11	13412,41	8159,2	6314,85	0,0

SEZIONE 1 - CONDIZIONI MASSIMO INVASO

SEZIONE 1 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE



analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1,45 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,1 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,92 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,38 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III

Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,9
2	11,35	0,9
3	17,3	-0,2
4	27,3	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	Fi (°)	G (kN/m ³)	Gs (kN/m ³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,28
Ascissa centro superficie	10,92 m
Ordinata centro superficie	4,58 m
Raggio superficie	4,9 m

xc = 10,92 yc = 4,584 Rc = 4,903 Fs=4,276
Lambda = 0,243

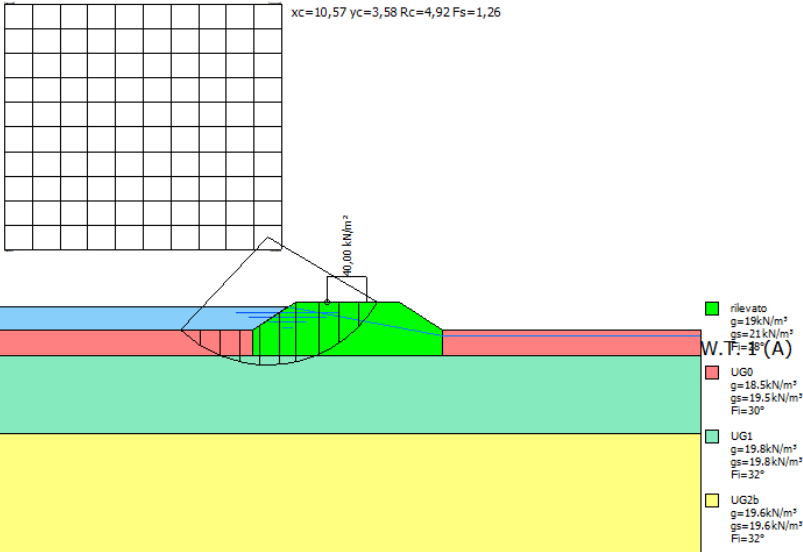
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,52	-17,57	0,54	5480,15
2	0,52	-11,3	0,53	6828,34
3	0,52	-5,17	0,52	9672,71

4	0,52	0,91	0,52	11889,32
5	0,39	6,25	0,4	10379,95
6	0,64	12,42	0,66	17643,85
7	0,52	19,5	0,55	12393,64
8	0,52	26,09	0,58	28488,23
9	0,52	33,08	0,62	27570,76
10	0,52	40,7	0,68	19345,68

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N°i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1071,81	4415,16	0,0	0,0	2869,42	2230,73	0,0
2	1984,24	8173,78	1071,81	4415,16	5064,56	2168,67	0,0
3	3383,85	13939,24	1984,24	8173,78	7720,38	4745,08	0,0
4	4481,25	18459,83	3383,85	13939,24	10862,39	4726,4	0,0
5	5343,23	22010,59	4481,25	18459,83	9848,1	3601,53	0,0
6	5589,55	23025,28	5343,23	22010,59	17208,55	6012,22	0,0
7	5797,5	23881,89	5589,55	23025,28	11772,89	5013,25	0,0
8	4042,14	16650,96	5797,5	23881,89	23982,31	5261,91	0,0
9	1688,11	6953,91	4042,14	16650,96	19779,67	5640,28	0,0
10	-2,65	-10,92	1688,11	6953,91	11405,21	6233,88	0,0

SEZIONE 1 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

=====	
Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	
=====	

Maglia dei Centri

=====	
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,41 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,11 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,11 m
Ordinata vertice destro superiore ys	12,6 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0
=====	

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====	
Dati generali	
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
----	----------	----------

1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,9
2	11,35	0,9
3	17,3	-0,2
4	27,3	-0, 2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====	
Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si
=====	

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0	G	Dr	OCR	IP
--------	----	---	----	-----	----

	(KPa)	(KPa)	(%)		(%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,26
Ascissa centro superficie	10,57 m
Ordinata centro superficie	3,58 m
Raggio superficie	4,92 m

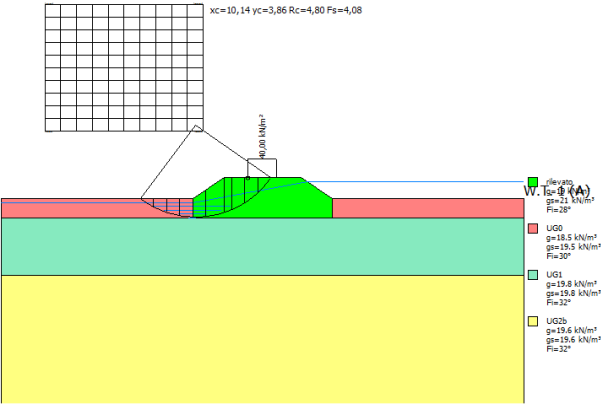
xc = 10,574 yc = 3,581 Rc = 4,916 Fs=1,256
Lambda = 0,173

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,76	-37,64	0,96	2385,85
2	0,76	-27,04	0,85	5921,34
3	0,76	-17,4	0,8	8232,56
4	0,76	-8,26	0,77	9547,26
5	0,76	0,67	0,76	14658,53
6	0,64	8,88	0,65	15245,6
7	0,88	18,07	0,93	40079,37
8	0,76	28,56	0,87	45749,32
9	0,76	39,36	0,98	50804,52
10	0,76	52,4	1,25	20597,11

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	826,7	4785,39	0,0	0,0	-1687,86	-564,25	0,0
2	2091,14	12104,59	826,7	4785,39	820,12	274,17	0,0
3	3338,36	19324,13	2091,14	12104,59	4506,61	1630,56	0,0
4	4310,77	24952,96	3338,36	19324,13	7677,31	2777,77	0,0
5	5250,3	30391,44	4310,77	24952,96	13781,58	4986,39	0,0
6	5780,8	33462,27	5250,3	30391,44	15012,69	5431,83	0,0
7	5139,7	29751,22	5780,8	33462,27	20618,73	7460,19	0,0
8	3833,28	22188,97	5139,7	29751,22	26199,45	13085,19	0,0
9	1081,38	6259,56	3833,28	22188,97	24520,59	13251,25	0,0
10	139,57	807,92	1081,38	6259,56	8821,32	9941,51	0,0

SEZIONE 1 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,3 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,53 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,55 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,15 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
-----------------------	---

Categoria topografica:		T1		
S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali
Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,0	-0,2
3	16,0	0,9
4	17,3	0,9
5	27,3	0,9

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X	y
---	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno
=====

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

=====

Stratigrafia
c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]
=====

Fs minimo individuato	4,08
Ascissa centro superficie	10,14 m
Ordinata centro superficie	3,86 m
Raggio superficie	4,8 m

=====

xc = 10,142 yc = 3,857 Rc = 4,797 Fs=4,081
Lambda = 0,237

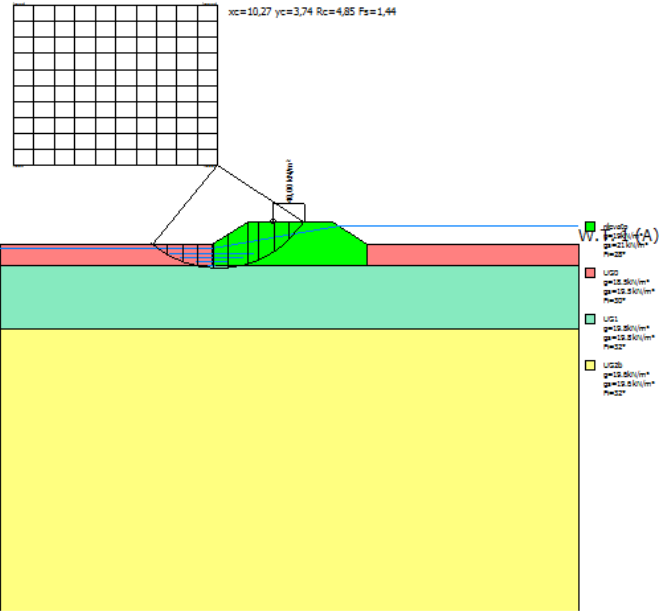
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,68	-31,72	0,8	3027,15
2	0,68	-22,57	0,73	7602,96
3	0,68	-14,01	0,7	10555,2
4	0,68	-5,76	0,68	12112,14
5	0,68	2,37	0,68	16550,17
6	0,97	12,37	0,99	32775,39
7	0,38	20,78	0,41	13946,44

8	0,68	27,81	0,77	21209,21
9	0,68	37,51	0,85	35849,54
10	0,68	48,77	1,03	29215,11

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1634,29	6906,95	0,0	0,0	-2447,2	3423,77	0,0
2	3359,96	14200,14	1634,29	6906,95	2627,64	3153,79	0,0
3	4799,97	20286,01	3359,96	14200,14	7371,04	3001,46	0,0
4	5809,2	24551,31	4799,97	20286,01	10618,82	2926,98	0,0
5	7167,9	30293,56	5809,2	24551,31	15415,7	6477,09	0,0
6	7076,31	29906,45	7167,9	30293,56	32020,58	9496,66	0,0
7	7534,76	31843,98	7076,31	29906,45	13298,06	3922,18	0,0
8	6921,24	29251,06	7534,76	31843,98	18091,41	7316,98	0,0
9	3470,78	14668,48	6921,24	29251,06	22297,61	8157,91	0,0
10	35,39	149,59	3470,78	14668,48	10600,07	9819,08	0,0

SEZIONE 1 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long. 45,788884/9,316197
Normativa NTC 2008
Numero di strati 4,0

Numero dei conci 10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1,1
Coefficiente parziale resistenza 1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 0,62 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi 3,74 m
Ascissa vertice destro superiore xs 10,27 m
Ordinata vertice destro superiore ys 11,31 m
Passo di ricerca 10,0
Numero di celle lungo x 10,0
Numero di celle lungo y 10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe III
Vita nominale: 100,0 [anni]
Vita di riferimento: 150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: D
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1

5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,0	-0,2
3	16,0	0,9
4	17,3	0,9
5	27,3	0,9

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					

3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,44
Ascissa centro superficie	10,27 m
Ordinata centro superficie	3,74 m
Raggio superficie	4,85 m

xc = 10,268 yc = 3,738 Rc = 4,845 Fs=1,437

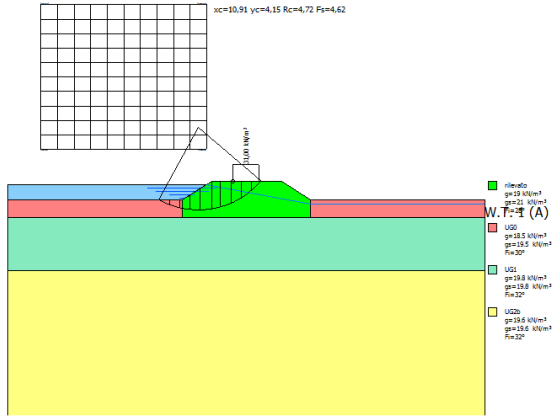
Lambda = 0,227

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,71	-34,39	0,87	3591,85
2	0,71	-24,61	0,79	9200,78
3	0,71	-15,57	0,74	12831,05
4	0,71	-6,91	0,72	14820,43
5	0,71	1,58	0,72	19949,16
6	0,89	11,19	0,91	32656,21
7	0,54	19,96	0,57	20641,17
8	0,71	28,14	0,81	24707,71
9	0,71	38,34	0,91	45191,19
10	0,71	50,38	1,12	31142,04

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1302,04	5731,65	0,0	0,0	-1900,09	-555,4	0,0
2	3178,16	13990,4	1302,04	5731,65	-383,77	-112,17	0,0
3	4824,58	21238,03	3178,16	13990,4	3533,25	1032,77	0,0
4	6017,81	26490,71	4824,58	21238,03	6756,49	2137,47	0,0
5	6884,7	30306,81	6017,81	26490,71	12348,76	3906,63	0,0
6	7207,82	31729,19	6884,7	30306,81	22726,14	7189,59	0,0
7	7223,94	31800,14	7207,82	31729,19	13955,25	6653,6	0,0
8	6496,74	28598,98	7223,94	31800,14	14551,49	8021,15	0,0
9	3234,02	14236,33	6496,74	28598,98	24929,44	11324,48	0,0
10	231,58	1019,44	3234,02	14236,33	11594,94	8795,6	0,0

SEZIONE 1 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,91 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,38 m
Ordinata vertice destro superiore ys	11,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,9
2	10,0	0,9
3	11,35	0,9
4	17,3	-0,2
5	27,3	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,62
Ascissa centro superficie	10,91 m
Ordinata centro superficie	4,15 m
Raggio superficie	4,72 m

xc = 10,908 yc = 4,148 Rc = 4,725 Fs=4,618
Lambda = 0,222

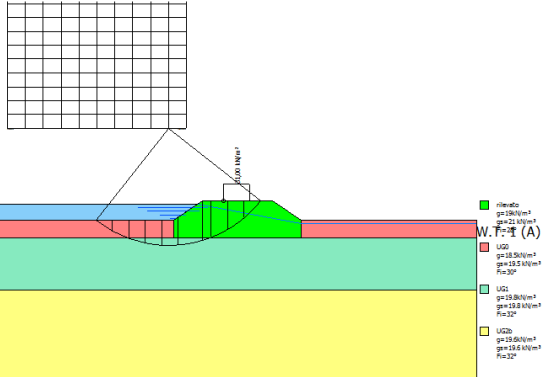
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,59	-24,67	0,65	6855,88
2	0,59	-17,03	0,61	9409,3
3	0,59	-9,69	0,6	11951,24

4	0,59	-2,51	0,59	15295,11
5	0,66	5,05	0,66	19911,46
6	0,52	12,26	0,53	17104,9
7	0,59	19,26	0,62	17422,15
8	0,59	27,03	0,66	29010,64
9	0,59	35,4	0,72	28166,63
10	0,59	44,8	0,83	17534,58

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1415,66	6368,72	0,0	0,0	2437,31	2452,66	0,0
2	2637,32	11864,7	1415,66	6368,72	6405,06	2330,91	0,0
3	4223,55	19000,79	2637,32	11864,7	9219,63	5024,37	0,0
4	5404,01	24311,4	4223,55	19000,79	14083,99	4957,46	0,0
5	5995,3	26971,48	5404,01	24311,4	19693,34	5547,17	0,0
6	6205,97	27919,24	5995,3	26971,48	16836,66	4481,97	0,0
7	5990,62	26950,43	6205,97	27919,24	16401,28	5246,24	0,0
8	4098,61	18438,74	5990,62	26950,43	23664,99	5560,06	0,0
9	1501,73	6755,92	4098,61	18438,74	18198,14	6076,14	0,0
10	1,34	6,03	1501,73	6755,92	8604,41	6979,45	0,0

SEZIONE 1 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,52 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	5,24 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,74 m
Ordinata vertice destro superiore ys	13,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,9
2	10,0	0,9
3	11,35	0,9
4	17,3	-0,2
5	27,3	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,43
Ascissa centro superficie	9,72 m
Ordinata centro superficie	5,24 m
Raggio superficie	6,69 m

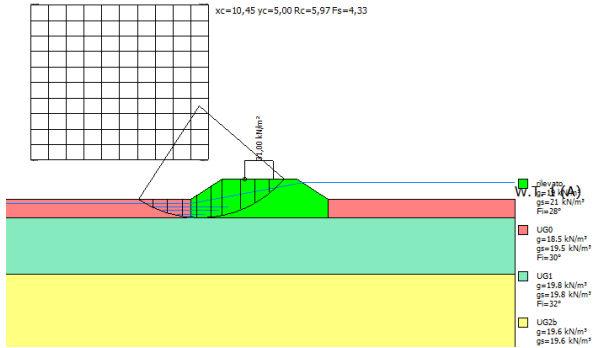
xc = 9,716 yc = 5,242 Rc = 6,686 Fs=1,425
Lambda = 0,152

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,94	-33,53	1,13	3097,31
2	0,94	-24,27	1,03	7804,19
3	0,94	-15,66	0,98	10961,06
4	0,94	-7,41	0,95	12758,6
5	0,94	0,68	0,94	13276,66
6	1,38	10,76	1,41	29925,23
7	0,5	19,06	0,52	22313,63
8	0,94	25,78	1,04	43022,72
9	0,94	35,19	1,15	54291,48
10	0,94	45,92	1,35	20231,44

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	679,33	4462,46	0,0	0,0	-373,12	-109,91	0,0
2	1835,6	12057,98	679,33	4462,46	3110,51	916,24	0,0
3	3025,42	19873,83	1835,6	12057,98	7509,13	2393,97	0,0
4	3965,42	26048,63	3025,42	19873,83	11128,58	3547,87	0,0
5	4569,02	30013,66	3965,42	26048,63	12887,91	4108,76	0,0
6	5023,84	33001,33	4569,02	30013,66	29752,55	9485,33	0,0
7	4014,31	26369,76	5023,84	33001,33	10333,41	3294,37	0,0
8	2837,11	18636,81	4014,31	26369,76	21643,63	11196,71	0,0
9	293,02	1924,82	2837,11	18636,81	28433,21	13580,84	0,0
10	-398,58	-2618,27	293,02	1924,82	11111,37	9907,49	0,0

SEZIONE 1 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1,45 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,1 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,92 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,38 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
----------------------	---------------------	--------------	-----------	--------------

	[anni]			
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali
Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L.	amax	beta	kh	kv
Stato limite	[m/s²]	[-]	[-]	[sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025
Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,0	-0,2
3	16,0	0,9
4	17,3	0,9
5	27,3	0,9

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0

2	27,3	-4,0
---	------	------

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,33
Ascissa centro superficie	10,45 m
Ordinata centro superficie	5,0 m
Raggio superficie	5,97 m

xc = 10,446 yc = 4,999 Rc = 5,969 Fs=4,33
Lambda = 0,138

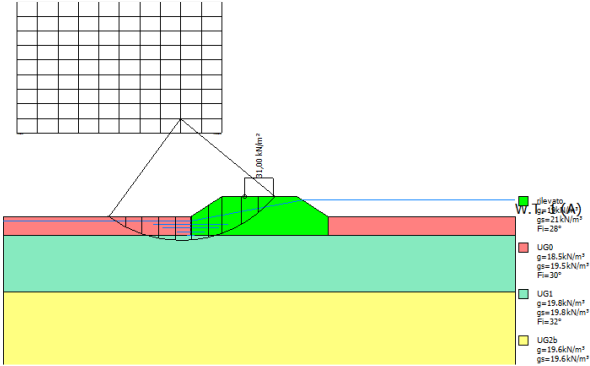
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,78	-28,86	0,89	3541,59
2	0,78	-20,6	0,83	8964,07
3	0,78	-12,77	0,8	12495,28
4	0,78	-5,19	0,78	14357,57
5	0,78	2,31	0,78	23255,26
6	0,57	8,84	0,58	21828,59
7	0,98	16,55	1,02	37616,39
8	0,78	25,62	0,86	41032,0
9	0,78	34,29	0,94	41121,29

10	0,78	44,02	1,08	12343,62
----	------	-------	------	----------

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	897,71	6492,05	0,0	0,0	-735,28	3598,02	0,0
2	1887,43	13649,46	897,71	6492,05	5134,08	3366,32	0,0
3	2725,45	19709,8	1887,43	13649,46	10256,27	3231,04	0,0
4	3305,02	23901,08	2725,45	19709,8	13560,91	3164,03	0,0
5	4059,1	29354,42	3305,02	23901,08	22981,06	7008,05	0,0
6	4490,51	32474,27	4059,1	29354,42	21818,99	5234,98	0,0
7	3873,4	28011,51	4490,51	32474,27	35577,89	9213,89	0,0
8	2272,26	16432,47	3873,4	28011,51	33471,35	7766,01	0,0
9	-151,04	-1092,31	2272,26	16432,47	25963,43	8475,77	0,0
10	-10,83	-78,29	-151,04	-1092,31	9380,95	9737,82	0,0

SEZIONE 1 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,72 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4,46 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,65 m
Ordinata vertice destro superiore ys	12,24 m

Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,0	-0,2
3	16,0	0,9
4	17,3	0,9
5	27,3	0,9

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,62
Ascissa centro superficie	9,46 m

Ordinata centro superficie	5,23 m
Raggio superficie	6,49 m
=====	

xc = 9,463 yc = 5,234 Rc = 6,491 Fs=1,616
Lambda = 0,184

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,88	-31,68	1,04	4950,23
2	0,88	-22,85	0,96	12782,58
3	0,88	-14,57	0,91	17947,6
4	0,88	-6,6	0,89	20835,48
5	0,88	1,24	0,88	21559,03
6	0,88	9,1	0,9	26942,91
7	0,72	16,37	0,75	26860,61
8	1,05	24,79	1,16	36997,22
9	0,88	34,65	1,08	43429,54
10	0,88	44,93	1,25	32497,3

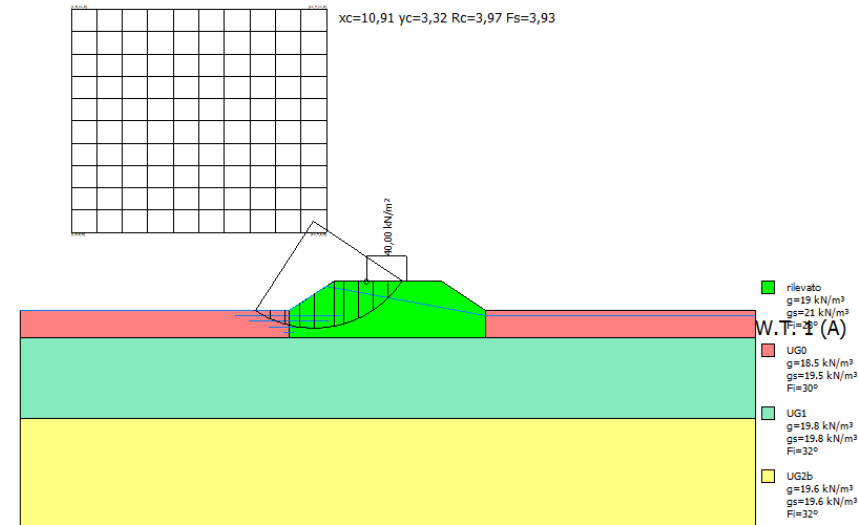
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1085,41	5897,32	0,0	0,0	-649,35	-168,7	0,0
2	2788,37	15150,01	1085,41	5897,32	1733,22	450,29	0,0
3	4393,76	23872,54	2788,37	15150,01	6369,18	1790,91	0,0
4	5499,16	29878,54	4393,76	23872,54	10401,23	2924,66	0,0
5	5989,99	32545,36	5499,16	29878,54	12250,95	3444,77	0,0
6	5976,13	32470,05	5989,99	32545,36	17455,42	4908,19	0,0
7	5941,51	32281,93	5976,13	32470,05	18313,41	7757,62	0,0
8	4866,52	26441,2	5941,51	32281,93	22338,17	10546,0	0,0
9	2391,76	12995,13	4866,52	26441,2	24731,39	10756,07	0,0
10	-15,35	-83,39	2391,76	12995,13	15202,17	9259,25	0,0

Relazione di calcolo

SEZIONE 1 - CONDIZIONI RAPIDO INVASO

SEZIONE 1 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,91 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,38 m
Ordinata vertice destro superiore ys	11,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,35	0,9
4	17,3	-0,2
5	27,3	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	3,93
Ascissa centro superficie	10,91 m
Ordinata centro superficie	3,32 m
Raggio superficie	3,97 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

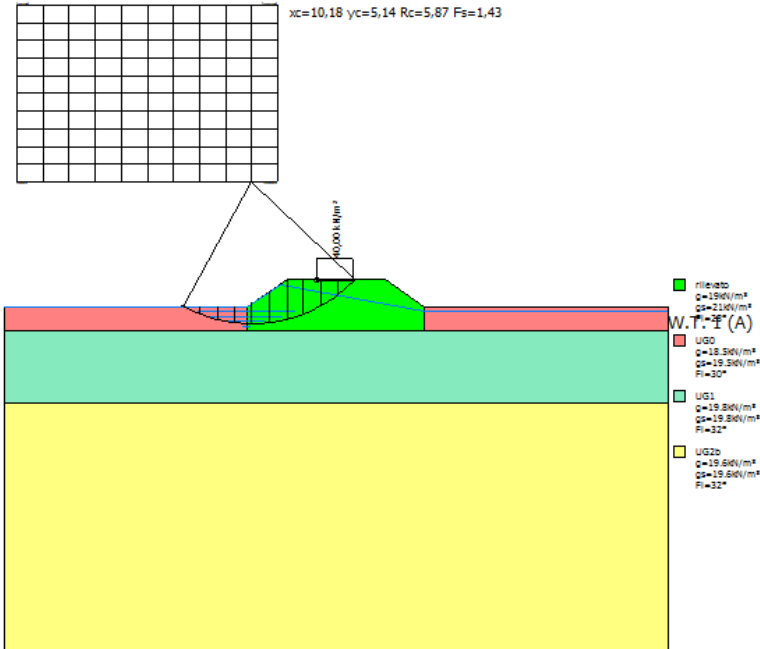
xc = 10,908 yc = 3,32 Rc = 3,969 Fs=3,934
Lambda = 0,264

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,55	-28,72	0,62	1743,56
2	0,55	-20,01	0,58	4371,02
3	0,55	-11,78	0,56	7277,17
4	0,55	-3,79	0,55	12284,68
5	0,73	5,47	0,73	22836,25
6	0,36	13,46	0,37	12465,08
7	0,55	20,36	0,58	17234,24
8	0,55	29,09	0,63	23748,93
9	0,55	38,67	0,7	32025,39
10	0,55	49,86	0,85	21975,11

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1272,11	4818,1	0,0	0,0	-1901,64	2776,41	0,0
2	2542,9	9631,18	1272,11	4818,1	1265,66	2591,41	0,0
3	4544,64	17212,75	2542,9	9631,18	3616,31	5527,33	0,0
4	6223,98	23573,19	4544,64	17212,75	10161,36	5422,77	0,0
5	7067,03	26766,22	6223,98	23573,19	22197,42	7270,21	0,0
6	7746,61	29340,11	7067,03	26766,22	12060,88	3685,99	0,0
7	7688,79	29121,14	7746,61	29340,11	16135,21	5771,58	0,0
8	6278,07	23778,04	7688,79	29121,14	19387,68	6192,07	0,0
9	2626,52	9947,88	6278,07	23778,04	19214,3	6930,17	0,0
10	4,91	18,59	2626,52	9947,88	8267,73	8392,67	0,0

SEZIONE 1 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,52 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	5,14 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,25 m
Ordinata vertice destro superiore ys	12,43 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,35	0,9
4	17,3	-0,2
5	27,3	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,43
Ascissa centro superficie	10,18 m
Ordinata centro superficie	5,14 m
Raggio superficie	5,87 m

xc = 10,181 yc = 5,141 Rc = 5,867 Fs=1,429
Lambda = 0,254

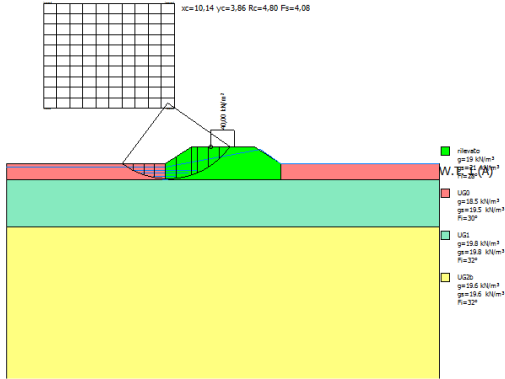
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
-----	--------	-------------	---------	-----------

1	0,71	-24,98	0,78	2475,05
2	0,71	-17,54	0,74	6268,47
3	0,71	-10,39	0,72	8694,06
4	0,71	-3,41	0,71	9875,05
5	0,71	3,52	0,71	15974,91
6	0,76	10,74	0,77	23352,64
7	0,66	17,89	0,69	20970,99
8	0,71	25,1	0,78	24240,76
9	0,71	33,05	0,84	40620,45
10	0,71	41,82	0,95	30369,17

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	543,63	2141,36	0,0	0,0	-526,9	-154,79	0,0
2	1489,79	5868,28	543,63	2141,36	645,64	189,67	0,0
3	2357,92	9287,85	1489,79	5868,28	2635,27	774,15	0,0
4	2933,92	11556,75	2357,92	9287,85	4172,42	1225,72	0,0
5	4233,83	16677,1	2933,92	11556,75	7502,85	5638,88	0,0
6	4913,34	19353,69	4233,83	16677,1	11685,91	7076,25	0,0
7	4990,36	19657,09	4913,34	19353,69	11623,16	6673,62	0,0
8	4490,97	17689,98	4990,36	19657,09	15173,49	8082,96	0,0
9	2268,13	8934,19	4490,97	17689,98	28563,09	12025,07	0,0
10	7,8	30,72	2268,13	8934,19	18380,58	9806,32	0,0

SEZIONE 1 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,3 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,53 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,55 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,15 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,0	-0,2
3	16,02	0,9
4	17,27	0,0
5	27,3	0, 0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,08
Ascissa centro superficie	10,14 m
Ordinata centro superficie	3,86 m
Raggio superficie	4,8 m

xc = 10,142 yc = 3,857 Rc = 4,797 Fs=4,081

Lambda = 0,237

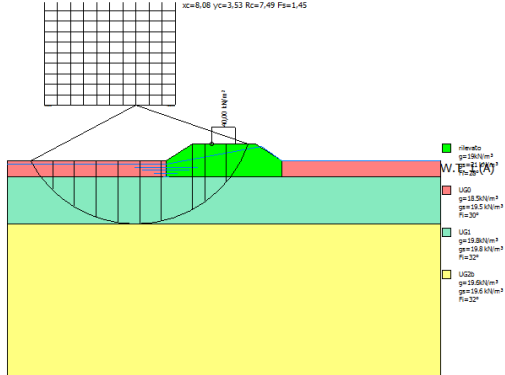
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,68	-31,72	0,8	3027,15
2	0,68	-22,57	0,73	7602,96
3	0,68	-14,01	0,7	10555,2
4	0,68	-5,76	0,68	12112,14
5	0,68	2,37	0,68	16550,17
6	0,97	12,37	0,99	32775,39
7	0,38	20,78	0,41	13946,44
8	0,68	27,81	0,77	21209,21

9	0,68	37,51	0,85	35849,54
10	0,68	48,77	1,03	29215,11

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1634,29	6906,95	0,0	0,0	-2447,2	3423,77	0,0
2	3359,96	14200,14	1634,29	6906,95	2627,64	3153,79	0,0
3	4799,97	20286,01	3359,96	14200,14	7371,04	3001,46	0,0
4	5809,2	24551,31	4799,97	20286,01	10618,82	2926,98	0,0
5	7167,9	30293,56	5809,2	24551,31	15415,7	6477,09	0,0
6	7076,31	29906,45	7167,9	30293,56	32020,58	9496,66	0,0
7	7534,76	31843,98	7076,31	29906,45	13298,06	3922,18	0,0
8	6921,24	29251,06	7534,76	31843,98	18091,41	7316,98	0,0
9	3470,78	14668,48	6921,24	29251,06	22297,61	8157,91	0,0
10	35,39	149,59	3470,78	14668,48	10600,07	9819,08	0,0

SEZIONE 1 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,3 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,53 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,55 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,15 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0

Numero di celle lungo y 10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe III
Vita nominale: 100,0 [anni]
Vita di riferimento: 150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: D
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,0	-0,2
3	16,02	0,9
4	17,27	0,0
5	27,3	0,0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0

2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato 1,45
Ascissa centro superficie 8,08 m
Ordinata centro superficie 3,53 m
Raggio superficie 7,49 m

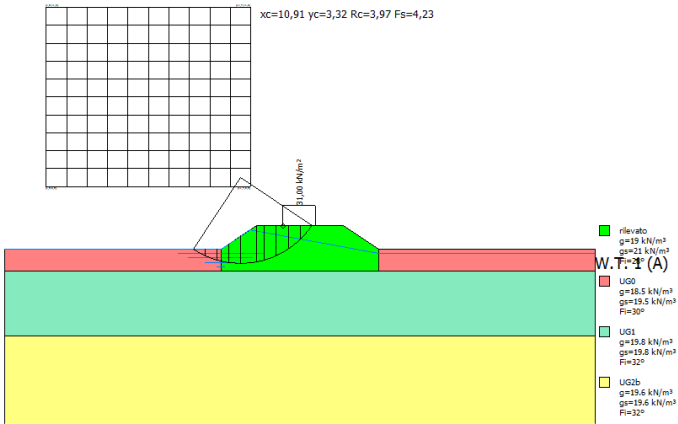
xc = 8,078 yc = 3,526 Rc = 7,488 Fs=1,447
Lambda = 0,194

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	1,37	-53,14	2,28	27970,97
2	1,37	-37,74	1,73	64882,45
3	1,37	-25,3	1,51	87442,9
4	1,37	-14,09	1,41	100648,6
5	1,37	-3,42	1,37	106337,1
6	1,37	7,12	1,38	105146,6
7	1,96	20,45	2,1	154769,0
8	0,77	31,99	0,91	60735,27
9	1,37	42,62	1,86	122946,5
10	1,37	60,42	2,77	63786,27

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	10017,57	51681,96	0,0	0,0	-49702,34	-15608,43	0,0
2	22947,7	118390,2	10017,57	51681,96	-37364,69	-11733,94	0,0
3	34282,42	176867,5	22947,7	118390,2	-1444,16	-453,52	0,0
4	42552,86	219535,8	34282,42	176867,5	30278,92	9508,73	0,0
5	47151,49	243260,7	42552,86	219535,8	49767,58	15628,91	0,0
6	47896,39	247103,7	47151,49	243260,7	53995,34	16956,59	0,0
7	43445,13	224139,1	47896,39	247103,7	70717,11	22207,86	0,0
8	37433,12	193122,4	43445,13	224139,1	13368,33	4198,17	0,0
9	22947,58	118389,6	37433,12	193122,4	6950,19	2182,63	0,0
10	11363,06	58623,53	22947,58	118389,6	-41464,62	2858,38	13172,55

SEZIONE 1 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,91 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,38 m
Ordinata vertice destro superiore ys	11,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali
Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025
Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,35	0,9
4	17,3	-0,2
5	27,3	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,23
Ascissa centro superficie	10,91 m
Ordinata centro superficie	3,32 m
Raggio superficie	3,97 m

xc = 10,908 yc = 3,32 Rc = 3,969 Fs=4,232
Lambda = 0,269

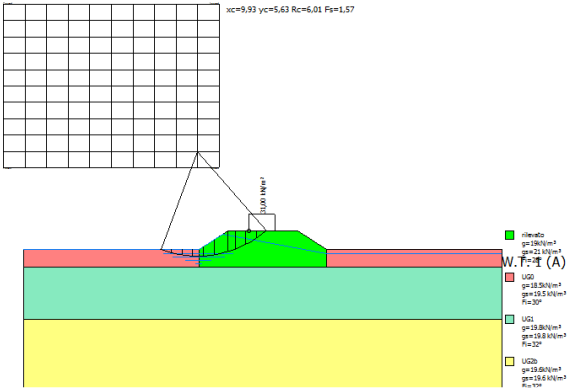
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,55	-28,72	0,62	1743,56
2	0,55	-20,01	0,58	4371,02
3	0,55	-11,78	0,56	7277,17
4	0,55	-3,79	0,55	12284,68
5	0,73	5,47	0,73	22836,25
6	0,36	13,46	0,37	12465,08

7	0,55	20,36	0,58	17234,24
8	0,55	29,09	0,63	21635,79
9	0,55	38,67	0,7	27107,76
10	0,55	49,86	0,85	17957,48

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1219,34	4535,59	0,0	0,0	-1678,79	2581,34	0,0
2	2431,65	9045,01	1219,34	4535,59	1515,32	2409,34	0,0
3	4312,86	16042,54	2431,65	9045,01	3983,32	5138,98	0,0
4	5837,67	21714,37	4312,86	16042,54	10540,77	5041,77	0,0
5	6438,06	23947,65	5837,67	21714,37	22588,59	6759,4	0,0
6	6939,24	25811,87	6438,06	23947,65	12154,17	3427,01	0,0
7	6649,08	24732,58	6939,24	25811,87	16113,78	5366,07	0,0
8	5211,44	19384,97	6649,08	24732,58	17545,25	5757,02	0,0
9	2025,49	7534,22	5211,44	19384,97	16099,69	6443,26	0,0
10	4,36	16,2	2025,49	7534,22	6940,94	7803,0	0,0

SEZIONE 1 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-1,17 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4,7 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,17 m
Ordinata vertice destro superiore ys	14,04 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L.	TR	ag	F0	TC*
------	----	----	----	-----

Stato limite	Tempo ritorno [anni]	[m/s²]	[-]	[sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025

Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,35	0,9
4	17,3	-0,2
5	27,3	-0, 2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,57
Ascissa centro superficie	9,93 m
Ordinata centro superficie	5,63 m
Raggio superficie	6,01 m

xc = 9,935 yc = 5,631 Rc = 6,01 Fs=1,572

Lambda = 0,332

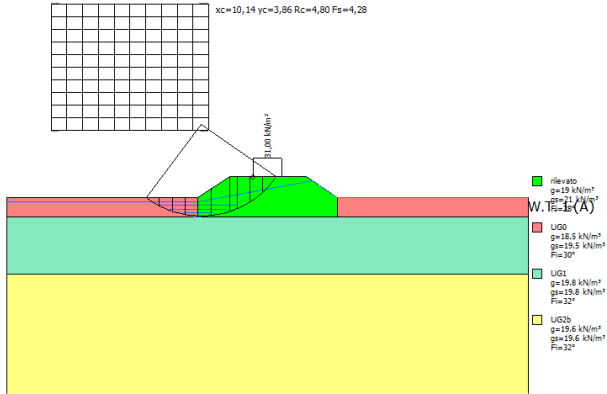
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,6	-17,43	0,63	1222,97
2	0,6	-11,46	0,62	3057,72
3	0,6	-5,62	0,61	4127,61
4	0,6	0,16	0,6	4467,29
5	0,6	5,95	0,61	9111,69
6	0,79	12,71	0,81	17747,66
7	0,42	18,69	0,44	9965,71
8	0,6	23,95	0,66	11762,45

9	0,6	30,46	0,7	20334,52
10	0,6	37,44	0,76	18483,37

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	234,87	707,13	0,0	0,0	110,62	29,55	0,0
2	636,72	1917,02	234,87	707,13	847,54	226,4	0,0
3	975,02	2935,57	636,72	1917,02	1648,96	440,47	0,0
4	1151,17	3465,92	975,02	2935,57	2103,71	561,94	0,0
5	2117,93	6376,59	1151,17	3465,92	4226,49	3853,05	0,0
6	2498,99	7523,9	2117,93	6376,59	8837,47	5926,38	0,0
7	2650,96	7981,44	2498,99	7523,9	5736,57	3455,06	0,0
8	2553,41	7687,73	2650,96	7981,44	6997,71	4783,33	0,0
9	1454,84	4380,2	2553,41	7687,73	15716,07	7112,3	0,0
10	29,85	89,88	1454,84	4380,2	13109,98	6749,1	0,0

SEZIONE 1 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,3 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,53 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,55 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,15 m
Passo di ricerca	10,0

Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,0	-0,2
3	16,02	0,9
4	17,27	0,0
5	27,3	0,0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di

Winkler

Strato	c (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	Fi (°)	G (kN/m ³)	Gs (kN/m ³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,28
Ascissa centro superficie	10,14 m
Ordinata centro superficie	3,86 m

Raggio superficie 4,8 m
=====

xc = 10,142 yc = 3,857 Rc = 4,797 Fs=4,284

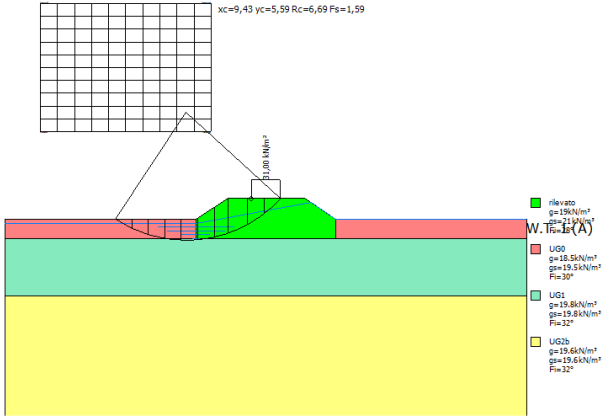
Lambda = 0,235

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,68	-31,72	0,8	3027,15
2	0,68	-22,57	0,73	7602,96
3	0,68	-14,01	0,7	10555,2
4	0,68	-5,76	0,68	12112,14
5	0,68	2,37	0,68	16550,17
6	0,97	12,37	0,99	32775,39
7	0,38	20,78	0,41	13946,44
8	0,68	27,81	0,77	21209,21
9	0,68	37,51	0,85	31170,94
10	0,68	48,77	1,03	24014,3

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1553,12	6614,35	0,0	0,0	-2151,03	3261,24	0,0
2	3183,26	13556,7	1553,12	6614,35	3014,75	3004,08	0,0
3	4517,7	19239,74	3183,26	13556,7	7767,99	2858,98	0,0
4	5416,46	23067,32	4517,7	19239,74	10959,71	2788,04	0,0
5	6595,04	28086,63	5416,46	23067,32	15763,67	6169,62	0,0
6	6228,36	26525,03	6595,04	28086,63	32278,21	9045,85	0,0
7	6517,83	27757,78	6228,36	26525,03	13251,85	3736,0	0,0
8	5685,25	24212,03	6517,83	27757,78	17837,0	6969,64	0,0
9	2657,45	11317,42	5685,25	24212,03	19125,56	7770,65	0,0
10	33,63	143,24	2657,45	11317,42	8907,14	9352,97	0,0

SEZIONE 1 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1,83 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4,59 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,77 m
Ordinata vertice destro superiore ys	11,28 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali	
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali
Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	11,65	1,1
4	15,65	1,1
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,0	-0,2
3	16,02	0,9
4	17,27	0,0
5	27,3	0,0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	17,3	-1,0
5	17,3	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	27,3	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	65	32	19.6	19.6	UG2b	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2					
3					
4					

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,87	1,09	14,37	1,09	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,59
Ascissa centro superficie	9,43 m
Ordinata centro superficie	5,59 m
Raggio superficie	6,69 m

xc = 9,432 yc = 5,592 Rc = 6,694 Fs=1,586

Lambda = 0,196

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,86	-29,11	0,99	4232,18
2	0,86	-20,91	0,93	11005,28
3	0,86	-13,14	0,89	15454,5
4	0,86	-5,62	0,87	17874,52
5	0,86	1,8	0,86	18367,54
6	0,86	9,25	0,88	23758,67

7	0,71	16,18	0,74	24260,51
8	1,02	24,12	1,11	32753,02
9	0,86	33,32	1,03	39326,96
10	0,86	42,8	1,18	33180,75

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	924,63	4714,27	0,0	0,0	129,47	34,27	0,0
2	2392,82	12199,96	924,63	4714,27	2293,2	607,01	0,0
3	3728,57	19010,33	2392,82	12199,96	6179,53	1635,73	0,0
4	4693,84	23931,86	3728,57	19010,33	9238,16	2646,62	0,0
5	5124,62	26128,21	4693,84	23931,86	10626,31	3044,31	0,0
6	5142,07	26217,2	5124,62	26128,21	15862,35	4544,38	0,0
7	5242,39	26728,65	5142,07	26217,2	17128,28	7576,62	0,0
8	4442,46	22650,17	5242,39	26728,65	21237,19	10281,47	0,0
9	2378,37	12126,27	4442,46	22650,17	24860,39	10802,67	0,0
10	-15,01	-76,53	2378,37	12126,27	17561,37	9681,88	0,0

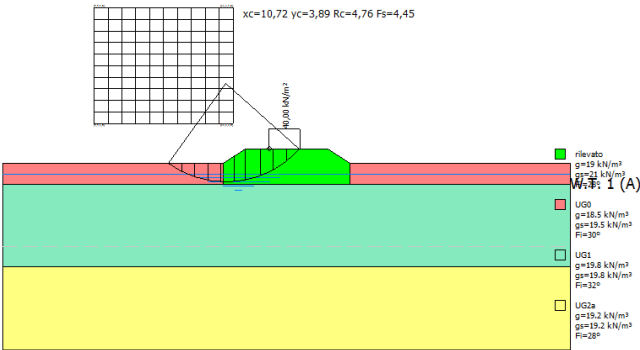
ALLEGATO 1
REPORT VERIFICHE DI STABILITA'

SEZIONE 2

Relazione di calcolo

SEZIONE 2 - FINE COSTRUZIONE OPERA

SEZIONE 2 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4,38 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1,93 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,06 m
Ordinata vertice destro superiore ys	7,52 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	11,35	-0,5
3	16,72	-0,5
4	27,3	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	4,45
Ascissa centro superficie	10,72 m
Ordinata centro superficie	3,89 m

Raggio superficie 4,76 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

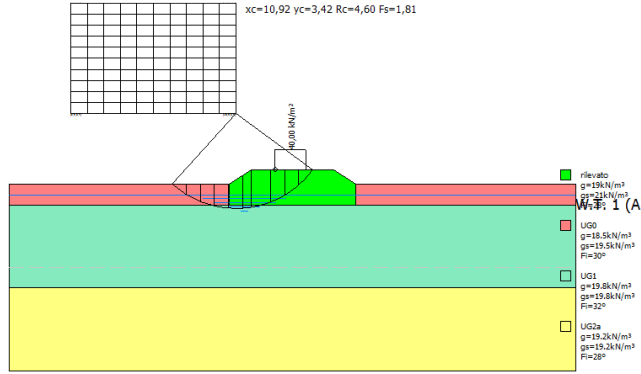
xc = 10,724 yc = 3,887 Rc = 4,765 Fs=4,45
Lambda = 0,179

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,63	-30,91	0,73	2517,37
2	0,63	-22,4	0,68	6384,81
3	0,63	-14,39	0,65	8948,55
4	0,63	-6,66	0,63	10381,38
5	0,63	0,94	0,63	13376,36
6	0,53	7,97	0,54	15155,44
7	0,73	15,75	0,75	21349,35
8	0,63	24,46	0,69	23478,65
9	0,63	33,15	0,75	35864,36
10	0,63	42,85	0,86	25398,38

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	975,38	5461,53	0,0	0,0	-1482,78	2891,41	0,0
2	2042,05	11434,25	975,38	5461,53	2641,3	2683,08	0,0
3	2966,49	16610,59	2042,05	11434,25	6486,39	2561,0	0,0
4	3646,21	20416,59	2966,49	16610,59	9194,81	2497,54	0,0
5	4588,83	25694,73	3646,21	20416,59	12519,03	5513,4	0,0
6	5198,36	29107,75	4588,83	25694,73	14878,68	4712,11	0,0
7	5186,32	29040,33	5198,36	29107,75	20540,84	6606,85	0,0
8	4521,35	25316,85	5186,32	29040,33	20435,49	6056,1	0,0
9	2033,01	11383,62	4521,35	25316,85	24492,72	6584,11	0,0
10	-5,0	-27,99	2033,01	11383,62	12355,95	7518,71	0,0

SEZIONE 2 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,95 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,42 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,92 m
Ordinata vertice destro superiore ys	8,75 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X	y
-----	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	-0,5
2	11,35	-0,5
3	16,72	-0,5
4	27,3	-0, 5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di

Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,81
Ascissa centro superficie	10,92 m
Ordinata centro superficie	3,42 m
Raggio superficie	4,6 m

xc = 10,915 yc = 3,424 Rc = 4,598 Fs=1,812

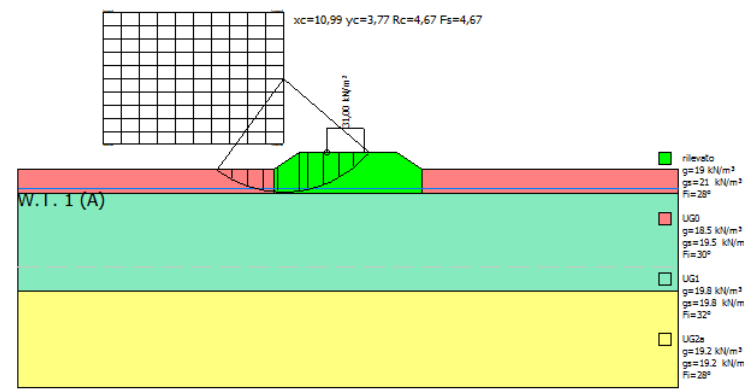
Lambda = 0,134

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,68	-36,61	0,84	3455,85
2	0,68	-26,62	0,76	8781,99
3	0,68	-17,46	0,71	12390,91
4	0,68	-8,76	0,69	14493,39
5	0,68	-0,26	0,68	18410,61
6	0,42	6,58	0,42	13976,15
7	0,94	15,26	0,97	31488,03
8	0,68	26,03	0,75	37055,86
9	0,68	35,95	0,84	40049,85
10	0,68	47,42	1,0	19560,13

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	644,81	4828,35	0,0	0,0	-622,91	-144,38	0,0
2	1676,17	12551,19	644,81	4828,35	2053,63	476,01	0,0
3	2612,07	19559,25	1676,17	12551,19	5594,71	1296,79	0,0
4	3320,09	24860,98	2612,07	19559,25	8642,97	2168,23	0,0
5	3815,58	28571,2	3320,09	24860,98	13418,42	3366,22	0,0
6	3922,18	29369,41	3815,58	28571,2	11217,82	2814,17	0,0
7	3721,21	27864,54	3922,18	29369,41	25275,37	6340,73	0,0
8	2879,64	21562,82	3721,21	27864,54	29726,29	9372,08	0,0
9	1094,76	8197,56	2879,64	21562,82	26018,34	8913,54	0,0
10	-11,14	-83,4	1094,76	8197,56	7884,21	5702,6	0,0

SEZIONE 2 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,51 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1,04 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,99 m
Ordinata vertice destro superiore ys	6,5 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale

0,025

Coefficiente azione sismica verticale

0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	27,3	-0,8
2	0,0	-0,8

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	Fi (°)	G (kN/m ³)	Gs (kN/m ³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	4,67
Ascissa centro superficie	10,99 m
Ordinata centro superficie	3,77 m
Raggio superficie	4,67 m

xc = 10,992 yc = 3,772 Rc = 4,674 Fs=4,669
Lambda = 0,174

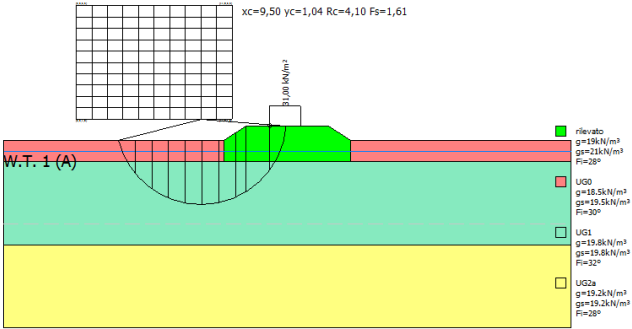
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,63	-31,67	0,74	2585,77
2	0,63	-22,96	0,68	6548,15
3	0,63	-14,78	0,65	9172,66
4	0,63	-6,92	0,63	10644,89
5	0,9	2,53	0,91	24636,16
6	0,35	10,28	0,36	11287,98
7	0,63	16,49	0,66	18622,57
8	0,63	24,76	0,69	29729,88
9	0,63	33,64	0,75	30375,74
10	0,63	43,59	0,87	17114,49

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	935,8	5387,0	0,0	0,0	-1361,95	2772,76	0,0
2	1953,87	11247,61	935,8	5387,0	2948,35	2562,72	0,0
3	2818,14	16222,86	1953,87	11247,61	6937,51	2440,54	0,0
4	3427,89	19732,95	2818,14	16222,86	9708,94	2377,03	0,0
5	4037,52	23242,34	3427,89	19732,95	24450,73	7558,8	0,0
6	4552,85	26208,91	4037,52	23242,34	11223,16	2984,19	0,0
7	4495,42	25878,3	4552,85	26208,91	17917,45	5468,89	0,0

8	3164,79	18218,41	4495,42	25878,3	25037,06	5774,68	0,0
9	1036,78	5968,3	3164,79	18218,41	20184,74	6298,32	0,0
10	2,82	16,22	1036,78	5968,3	8906,39	7240,22	0,0

SEZIONE 2 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,51 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1,04 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,99 m
Ordinata vertice destro superiore ys	6,5 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025
Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	27,3	-0,5
2	0,0	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si
=====

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18,5	19,5	UG0	
3	0	105	32	19,8	19,8	UG1	
4	0	20	28	19,2	19,2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

=====

Fs minimo individuato 1,61
Ascissa centro superficie 9,5 m
Ordinata centro superficie 1,04 m
Raggio superficie 4,1 m
=====

xc = 9,495 yc = 1,042 Rc = 4,102 Fs=1,612

Lambda = -9,384

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,81	-62,86	1,77	14717,54
2	0,81	-42,75	1,1	30743,37
3	0,81	-28,64	0,92	39857,58
4	0,81	-16,34	0,84	45138,58
5	0,81	-4,82	0,81	47524,6
6	0,81	6,51	0,81	47335,41
7	0,81	18,11	0,85	46619,67
8	0,48	27,87	0,55	29334,71
9	1,13	42,42	1,53	59396,41
10	0,81	69,18	2,27	43510,18

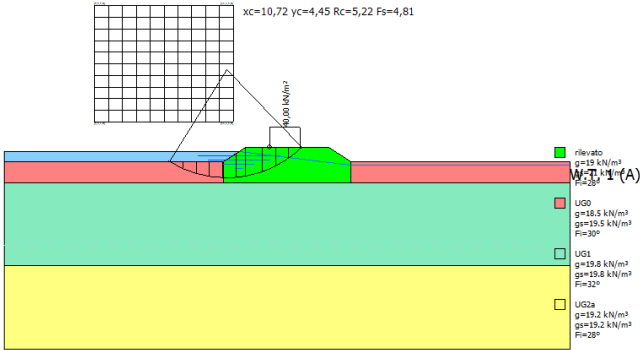
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-259129,3	27615,31	0,0	0,0	100762,8	2327,02	0,0
2	-433112,3	46156,62	-259129,3	27615,31	138574,7	3463,64	0,0
3	-517523,1	55152,24	-433112,3	46156,62	105685,8	2641,59	0,0
4	-511379,2	54497,49	-517523,1	55152,24	38483,98	961,9	0,0
5	-419451,8	44700,82	-511379,2	54497,49	-42708,43	-1067,49	0,0
6	-249536,3	26592,99	-419451,8	44700,82	-123365,5	-3083,49	0,0
7	-1830,42	195,07	-249536,3	26592,99	-199115,1	-4976,84	0,0
8	200482,3	-21365,32	-1830,42	195,07	-163003,3	-4074,23	0,0
9	782325,4	-83372,13	200482,3	-21365,32	-427954,3	-10696,62	0,0
10	1815048,0	-193428,9	782325,4	-83372,13	-455227,3	-8775,35	0,0

Relazione di calcolo

SEZIONE 2 - CONDIZIONI MASSIMO INVASO

SEZIONE 2 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4,38 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1,93 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,06 m
Ordinata vertice destro superiore ys	7,52 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0

6	27,3	0,0
---	------	-----

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,5
2	11,35	0,5
3	16,72	-0,16
4	27,3	-0,16

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18,5	19,5	UG0
3	0	105	32	19,8	19,8	UG1
4	0	20	28	19,2	19,2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	4,81
-----------------------	------

Ascissa centro superficie	10,72 m
Ordinata centro superficie	4,45 m
Raggio superficie	5,22 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

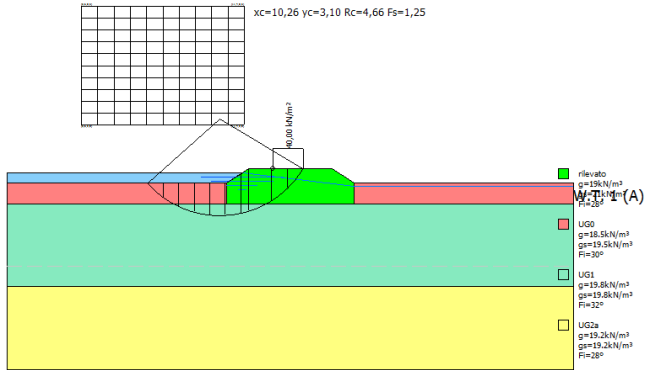
xc = 10,724 yc = 4,447 Rc = 5,222 Fs=4,812
Lambda = 0,162

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,64	-27,67	0,72	5378,06
2	0,64	-19,99	0,68	8869,1
3	0,64	-12,68	0,65	11186,93
4	0,64	-5,58	0,64	12457,89
5	0,64	1,44	0,64	14695,4
6	0,48	7,58	0,48	12716,18
7	0,8	14,75	0,83	21872,58
8	0,64	23,09	0,69	25619,56
9	0,64	30,98	0,74	35333,13
10	0,64	39,61	0,83	26870,79

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1025,6	6319,05	0,0	0,0	920,42	2622,84	0,0
2	2035,87	12543,67	1025,6	6319,05	5257,11	2471,86	0,0
3	2870,99	17689,11	2035,87	12543,67	8969,86	2380,98	0,0
4	3458,33	21307,89	2870,99	17689,11	11462,7	2333,95	0,0
5	4233,52	26084,07	3458,33	21307,89	14035,9	5163,64	0,0
6	4799,32	29570,15	4233,52	26084,07	12504,04	3891,8	0,0
7	4762,02	29340,33	4799,32	29570,15	21129,1	6686,66	0,0
8	4029,83	24829,09	4762,02	29340,33	22470,75	5611,68	0,0
9	1931,07	11897,92	4029,83	24829,09	25435,57	6020,96	0,0
10	-6,2	-38,22	1931,07	11897,92	14584,48	6700,28	0,0

SEZIONE 2 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,59 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,82 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,43 m
Ordinata vertice destro superiore ys	8,55 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
-----	----------	----------

1	0,0	0,5
2	11,35	0,5
3	16,72	-0,16
4	27,3	-0,16

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; gc: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,25
Ascissa centro superficie	10,26 m
Ordinata centro superficie	3,1 m
Raggio superficie	4,66 m

xc = 10,258 yc = 3,105 Rc = 4,659 Fs=1,253

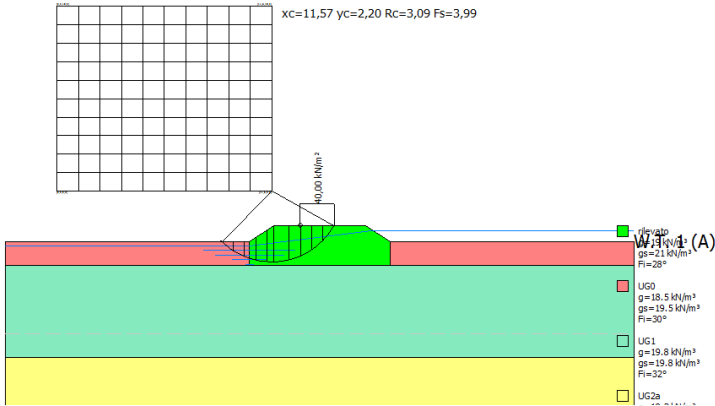
Lambda = 0,137

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,75	-42,02	1,0	2696,48
2	0,75	-30,5	0,87	6624,56
3	0,75	-20,26	0,8	9233,25
4	0,75	-10,69	0,76	10768,65
5	0,75	-1,42	0,75	11356,95
6	0,75	7,82	0,75	13780,45
7	0,39	14,92	0,4	15748,05
8	1,11	24,9	1,22	41616,49
9	0,75	38,27	0,95	47277,97
10	0,75	51,53	1,2	33424,88

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	865,21	6305,68	0,0	0,0	-2860,39	-958,27	0,0
2	2107,72	15361,06	865,21	6305,68	42,26	14,16	0,0
3	3318,41	24184,59	2107,72	15361,06	4470,28	1620,87	0,0
4	4270,19	31121,19	3318,41	24184,59	8359,99	3031,23	0,0
5	4913,72	35811,29	4270,19	31121,19	10594,17	3841,31	0,0
6	5331,86	38858,66	4913,72	35811,29	13652,61	4950,26	0,0
7	4844,96	35310,15	5331,86	38858,66	7369,06	2671,93	0,0
8	3784,68	27582,82	4844,96	35310,15	17266,3	6260,54	0,0
9	1816,55	13239,08	3784,68	27582,82	21907,29	12275,67	0,0
10	-52,52	-382,77	1816,55	13239,08	11039,32	10367,22	158,05

SEZIONE 2 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,2 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,57 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,23 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali	
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni			
S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
----	----------	----------

1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,16
2	10,62	-0,16
3	15,91	0,5
4	27,3	0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
----	-----------	-----------	-----------	-----------	---------------------------

1	12,8	0,72	14,3	0,72	40
---	------	------	------	------	----

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	3,99
Ascissa centro superficie	11,57 m
Ordinata centro superficie	2,2 m
Raggio superficie	3,09 m

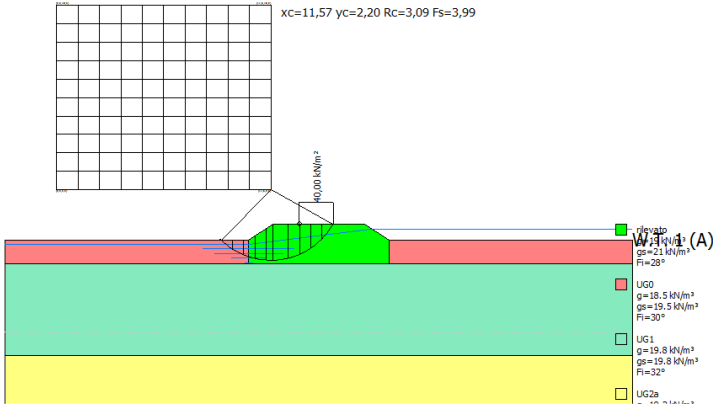
xc = 11,571 yc = 2,204 Rc = 3,088 Fs=3,995
Lambda = 0,182

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,49	-38,68	0,62	2035,31
2	0,49	-27,79	0,55	5034,63
3	0,49	-17,94	0,51	7452,94
4	0,49	-8,63	0,49	12135,21
5	0,3	-1,3	0,3	9295,97
6	0,67	7,79	0,68	22025,64
7	0,49	18,88	0,51	14890,53
8	0,49	28,81	0,55	31749,61
9	0,49	39,84	0,63	28385,41
10	0,49	53,29	0,81	19227,0

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1095,32	6007,87	0,0	0,0	-3021,23	2733,14	0,0
2	2180,46	11959,85	1095,32	6007,87	718,52	2411,76	0,0
3	3663,07	20091,99	2180,46	11959,85	3174,44	4983,58	0,0
4	4918,07	26975,67	3663,07	20091,99	9723,52	4795,52	0,0
5	5825,13	31950,91	4918,07	26975,67	8273,83	2909,72	0,0
6	6148,22	33723,05	5825,13	31950,91	21742,46	6634,6	0,0
7	6182,95	33913,55	6148,22	33723,05	14117,84	5010,87	0,0
8	4312,92	23656,42	6182,95	33913,55	24515,96	5410,84	0,0
9	1837,37	10078,02	4312,92	23656,42	14995,11	6175,07	0,0
10	3,58	19,64	1837,37	10078,02	4524,77	7932,0	0,0

SEZIONE 2 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0,87 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,17 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,37 m
Ordinata vertice destro superiore ys	13,25 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali
Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,16
2	10,62	-0,16
3	15,91	0,5
4	27,3	0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18,5	19,5	UG0	
3	0	105	32	19,8	19,8	UG1	
4	0	20	28	19,2	19,2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,64
Ascissa centro superficie	10,15 m
Ordinata centro superficie	3,17 m
Raggio superficie	4,7 m

xc = 10,146 yc = 3,167 Rc = 4,70 Fs=1,637
Lambda = 0,132

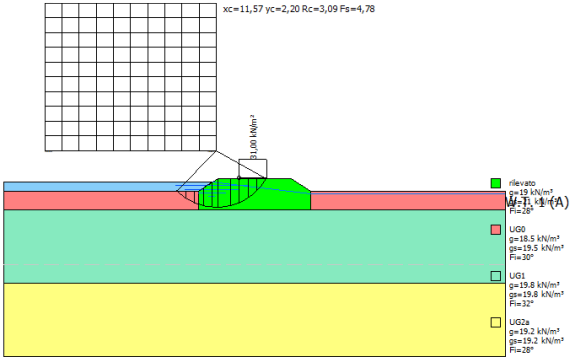
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,75	-41,54	1,0	5219,67
2	0,75	-30,16	0,86	13028,05
3	0,75	-20,03	0,8	18161,13
4	0,75	-10,54	0,76	21172,78
5	0,75	-1,34	0,75	22320,09
6	0,75	7,82	0,75	24465,11
7	0,49	15,54	0,51	18815,43
8	1,0	25,44	1,11	36120,61
9	0,75	38,01	0,95	42738,06
10	0,75	51,07	1,19	33399,84

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1124,03	8491,4	0,0	0,0	-4565,18	-1171,08	0,0
2	2743,29	20724,01	1124,03	8491,4	-2556,49	-655,8	0,0
3	4232,64	31975,2	2743,29	20724,01	3317,2	920,98	0,0
4	5292,08	39978,65	4232,64	31975,2	8678,02	2409,35	0,0
5	5837,85	44101,65	5292,08	39978,65	11631,76	3229,42	0,0

6	5921,33	44732,28	5837,85	44101,65	14288,77	3967,11	0,0
7	5569,93	42077,71	5921,33	44732,28	11237,06	3119,84	0,0
8	4433,7	33494,14	5569,93	42077,71	17782,37	4937,07	0,0
9	2340,02	17677,54	4433,7	33494,14	19171,42	8743,61	0,0
10	-10,73	-81,09	2340,02	17677,54	7957,78	7164,27	435,73

SEZIONE 2 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,2 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,57 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,23 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III

Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,5
2	11,35	0,5
3	16,72	-0,16
4	27,3	-0,16

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X	y
---	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	4,78
Ascissa centro superficie	11,57 m
Ordinata centro superficie	2,2 m
Raggio superficie	3,09 m

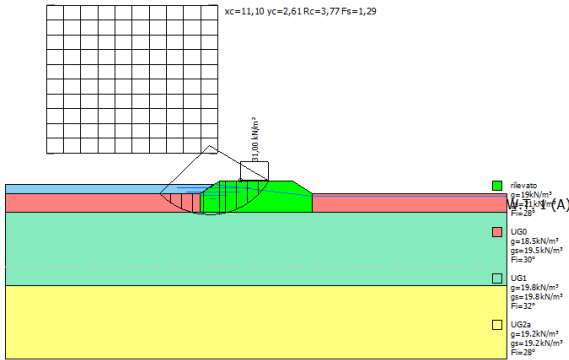
xc = 11,571 yc = 2,204 Rc = 3,088 Fs=4,782
Lambda = 0,169

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,49	-38,68	0,62	4418,84
2	0,49	-27,79	0,55	7418,14
3	0,49	-17,94	0,51	9764,6
4	0,49	-8,63	0,49	12902,05
5	0,3	-1,3	0,3	9295,97
6	0,67	7,79	0,68	22025,64
7	0,49	18,88	0,51	14800,19
8	0,49	28,81	0,55	27374,75
9	0,49	39,84	0,63	24010,55
10	0,49	53,29	0,81	15752,15

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1249,96	7399,13	0,0	0,0	-2037,0	2283,13	0,0
2	2372,43	14043,63	1249,96	7399,13	2642,9	2014,66	0,0
3	3683,29	21803,27	2372,43	14043,63	5847,8	4163,03	0,0
4	4673,96	27667,54	3683,29	21803,27	11110,29	4005,93	0,0
5	5342,79	31626,67	4673,96	27667,54	8661,15	2430,63	0,0
6	5414,0	32048,21	5342,79	31626,67	22017,97	5542,21	0,0
7	5242,39	31032,39	5414,0	32048,21	13899,46	4185,83	0,0
8	3576,66	21172,04	5242,39	31032,39	20676,79	4519,95	0,0
9	1477,39	8745,39	3576,66	21172,04	11940,22	5158,35	0,0
10	2,23	13,21	1477,39	8745,39	3103,3	6626,0	0,0

SEZIONE 2 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,2 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,57 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,23 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0

Numero di celle lungo y 10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe III
Vita nominale: 100,0 [anni]
Vita di riferimento: 150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: D
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025
Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,5
2	11,35	0,5
3	16,72	-0,16
4	27,3	-0,1 6

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato 1,29
Ascissa centro superficie 11,1 m
Ordinata centro superficie 2,61 m
Raggio superficie 3,77 m

xc = 11,104 yc = 2,605 Rc = 3,771 Fs=1,289

Lambda = 0,198

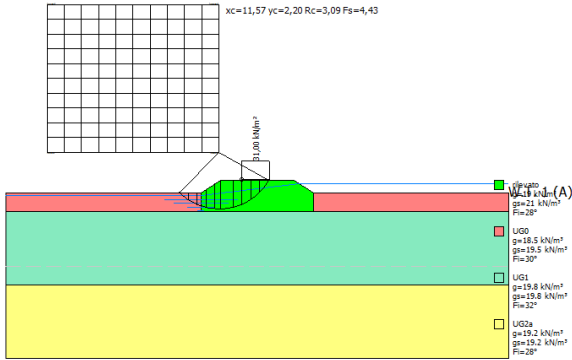
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,6	-40,33	0,78	1626,31
2	0,6	-29,15	0,68	4012,0
3	0,6	-19,12	0,63	5557,71

4	0,6	-9,7	0,61	6465,08
5	0,88	1,62	0,88	15290,98
6	0,32	10,77	0,32	11756,62
7	0,6	18,0	0,63	20750,24
8	0,6	27,93	0,68	28731,3
9	0,6	38,93	0,77	31019,6
10	0,6	52,21	0,98	21694,09

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	767,79	3880,13	0,0	0,0	-1814,04	-590,83	0,0
2	1846,4	9331,04	767,79	3880,13	1,48	0,48	0,0
3	2807,59	14188,54	1846,4	9331,04	2865,28	933,22	0,0
4	3582,72	18105,78	2807,59	14188,54	5059,03	1783,34	0,0
5	4552,73	23007,82	3582,72	18105,78	14641,66	5161,28	0,0
6	4229,48	21374,24	4552,73	23007,82	6775,61	2388,45	0,0
7	4224,84	21350,79	4229,48	21374,24	11387,23	6962,58	0,0
8	3310,65	16730,8	4224,84	21350,79	17084,93	8942,74	0,0
9	1392,27	7036,0	3310,65	16730,8	15018,35	8841,14	0,0
10	-298,04	-1506,19	1392,27	7036,0	7321,32	7701,68	0,0

SEZIONE 2 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

--	--

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,2 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,57 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,23 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

--	--

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,16

2	10,62	-0,16
3	15,91	0,5
4	27,3	0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18,5	19,5	UG0	
3	0	105	32	19,8	19,8	UG1	
4	0	20	28	19,2	19,2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	4,43
Ascissa centro superficie	11,57 m
Ordinata centro superficie	2,2 m
Raggio superficie	3,09 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze

agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

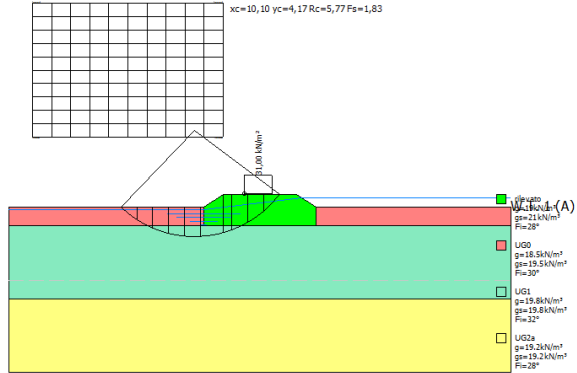
xc = 11,571 yc = 2,204 Rc = 3,088 Fs=4,426
Lambda = 0,187

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,49	-38,68	0,62	2035,31
2	0,49	-27,79	0,55	5034,63
3	0,49	-17,94	0,51	7452,94
4	0,49	-8,63	0,49	12135,21
5	0,3	-1,3	0,3	9295,97
6	0,67	7,79	0,68	22025,64
7	0,49	18,88	0,51	14800,19
8	0,49	28,81	0,55	27374,75
9	0,49	39,84	0,63	24010,55
10	0,49	53,29	0,81	15752,15

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1046,03	5597,58	0,0	0,0	-2673,86	2466,85	0,0
2	2087,26	11169,43	1046,03	5597,58	1051,2	2176,78	0,0
3	3476,98	18606,18	2087,26	11169,43	3626,64	4498,04	0,0
4	4619,64	24720,79	3476,98	18606,18	10151,56	4328,29	0,0
5	5419,64	29001,78	4619,64	24720,79	8522,71	2626,23	0,0
6	5557,38	29738,89	5419,64	29001,78	21994,83	5988,2	0,0
7	5431,18	29063,54	5557,38	29738,89	13966,7	4522,67	0,0
8	3675,38	19667,82	5431,18	29063,54	20979,61	4883,67	0,0
9	1470,65	7869,8	3675,38	19667,82	12423,95	5573,44	0,0
10	3,53	18,9	1470,65	7869,8	3805,01	7159,19	0,0

SEZIONE 2 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1,3 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,8 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,66 m
Ordinata vertice destro superiore ys	11,09 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,16
2	10,62	-0,16
3	15,91	0,5
4	27,3	0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)

1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,83
Ascissa centro superficie	10,1 m
Ordinata centro superficie	4,17 m
Raggio superficie	5,77 m

xc = 10,102 yc = 4,166 Rc = 5,774 Fs=1,827

Lambda = 0,128

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,86	-38,36	1,1	6151,19
2	0,86	-28,05	0,98	15571,91
3	0,86	-18,69	0,91	21881,77
4	0,86	-9,83	0,87	25604,8
5	0,86	-1,2	0,86	27019,83
6	1,24	9,31	1,25	45556,9
7	0,49	18,08	0,51	19753,68
8	0,86	25,35	0,95	36760,08
9	0,86	35,34	1,06	48528,91
10	0,86	46,85	1,26	22212,6

Sforzi sui conci

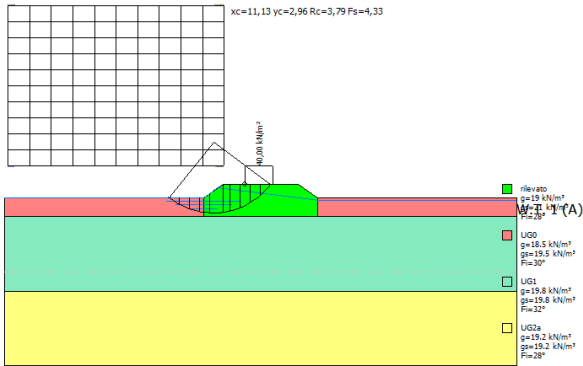
Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1040,6	8105,96	0,0	0,0	-3152,51	-724,58	0,0
2	2648,23	20628,8	1040,6	8105,96	-604,36	-138,91	0,0
3	4149,69	32324,7	2648,23	20628,8	5801,53	1443,19	0,0

4	5199,58	40503,02	4149,69	32324,7	11556,66	2874,83	0,0
5	5690,66	44328,32	5199,58	40503,02	14596,02	3630,9	0,0
6	5647,11	43989,11	5690,66	44328,32	27817,61	6919,89	0,0
7	5039,28	39254,31	5647,11	43989,11	11356,45	2825,02	0,0
8	3657,92	28494,0	5039,28	39254,31	19254,05	4789,62	0,0
9	1258,4	9802,49	3657,92	28494,0	22842,08	9040,13	0,0
10	9,35	72,83	1258,4	9802,49	7423,14	6586,96	900,46

Relazione di calcolo

SEZIONE 2 - CONDIZIONI RAPIDO SVASO

SEZIONE 2 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,16 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	1,67 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,71 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,24 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:

D

Categoria topografica:

T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,63	0,0
3	11,35	0,5
4	16,72	-0,16
5	27,3	-0,16

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	4,33
Ascissa centro superficie	11,13 m
Ordinata centro superficie	2,96 m
Raggio superficie	3,79 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

xc = 11,132 yc = 2,956 Rc = 3,792 Fs=4,328

Lambda = 0,205

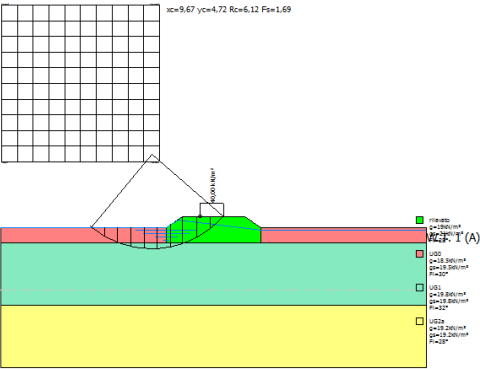
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,54	-33,86	0,65	2104,84
2	0,54	-24,41	0,6	5289,52
3	0,54	-15,65	0,56	7374,92
4	0,54	-7,25	0,55	9603,45
5	0,72	2,37	0,73	19657,45
6	0,36	10,62	0,37	11148,83
7	0,54	17,7	0,57	15475,46
8	0,54	26,6	0,61	24796,58

9	0,54	36,28	0,67	30910,16
10	0,54	47,43	0,8	21422,86

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1090,23	5330,49	0,0	0,0	-2127,38	2646,32	0,0
2	2229,05	10898,52	1090,23	5330,49	1478,26	2413,29	0,0
3	3191,41	15603,82	2229,05	10898,52	4905,72	2282,11	0,0
4	4490,19	21953,93	3191,41	15603,82	7436,45	4922,77	0,0
5	5317,54	25999,13	4490,19	21953,93	18981,05	6525,96	0,0
6	5901,33	28853,47	5317,54	25999,13	10910,18	3302,99	0,0
7	5986,05	29267,7	5901,33	28853,47	14787,9	5126,11	0,0
8	4815,73	23545,63	5986,05	29267,7	20657,12	5461,33	0,0
9	2117,73	10354,26	4815,73	23545,63	19289,59	6057,38	0,0
10	1,21	5,92	2117,73	10354,26	8301,1	7219,35	0,0

SEZIONE 2 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,03 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4,22 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,18 m

Ordinata vertice destro superiore ys 14,31 m
Passo di ricerca 10,0
Numero di celle lungo x 10,0
Numero di celle lungo y 10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe III
Vita nominale: 100,0 [anni]
Vita di riferimento: 150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: D
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,63	0,0
3	11,35	0,5
4	16,72	-0,16
5	27,3	-0,1 6

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di

Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato 1,69
Ascissa centro superficie 9,67 m
Ordinata centro superficie 4,72 m
Raggio superficie 6,12 m

xc = 9,67 yc = 4,723 Rc = 6,115 Fs=1,686
Lambda = 0,132

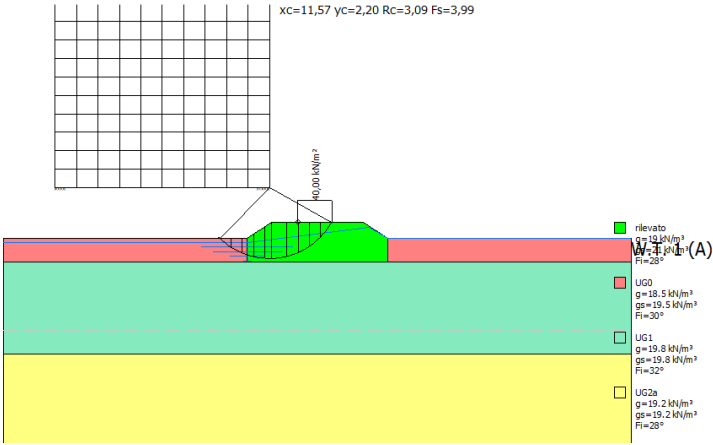
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,85	-34,6	1,03	5285,27

2	0,85	-25,35	0,94	13356,16
3	0,85	-16,79	0,89	18788,09
4	0,85	-8,61	0,86	21995,28
5	0,85	-0,6	0,85	23141,63
6	0,85	7,39	0,86	22296,57
7	0,77	15,15	0,8	26105,06
8	0,93	23,64	1,01	30272,68
9	0,85	33,14	1,01	44066,32
10	0,85	43,38	1,17	37050,44

Sforzi sui conc

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	745,89	5657,33	0,0	0,0	-2704,47	-673,7	0,0
2	2020,83	15327,38	745,89	5657,33	-656,09	-163,44	0,0
3	3265,29	24766,29	2020,83	15327,38	4217,33	1137,03	0,0
4	4172,76	31649,17	3265,29	24766,29	8674,53	2338,73	0,0
5	4633,69	35145,21	4172,76	31649,17	11054,14	2980,29	0,0
6	4640,92	35200,08	4633,69	35145,21	10847,9	2924,69	0,0
7	4157,23	31531,38	4640,92	35200,08	12009,75	3237,93	0,0
8	3587,8	27212,46	4157,23	31531,38	13742,77	7520,67	0,0
9	1908,9	14478,47	3587,8	27212,46	24359,96	9963,46	0,0
10	-59,8	-453,56	1908,9	14478,47	18103,97	9193,29	0,0

SEZIONE 2 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conc	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1

Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco
Analisi Condizione non drenata
Superficie di forma circolare
=====

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,2 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,57 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,23 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0
=====	

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,16
2	10,62	-0,16
3	15,91	0,5
4	16,7	0,0
5	27,3	0,0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	3,99
Ascissa centro superficie	11,57 m

Ordinata centro superficie 2,2 m
Raggio superficie 3,09 m

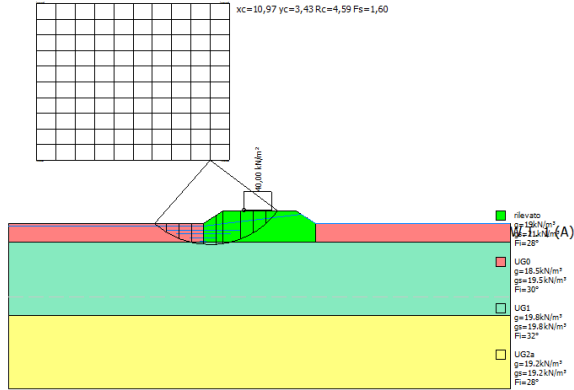
xc = 11,571 yc = 2,204 Rc = 3,088 Fs=3,995
Lambda = 0,182

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,49	-38,68	0,62	2035,31
2	0,49	-27,79	0,55	5034,63
3	0,49	-17,94	0,51	7452,94
4	0,49	-8,63	0,49	12135,21
5	0,3	-1,3	0,3	9295,97
6	0,67	7,79	0,68	22025,64
7	0,49	18,88	0,51	14890,53
8	0,49	28,81	0,55	31749,61
9	0,49	39,84	0,63	28385,41
10	0,49	53,29	0,81	19227,0

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1095,32	6007,87	0,0	0,0	-3021,23	2733,14	0,0
2	2180,46	11959,85	1095,32	6007,87	718,52	2411,76	0,0
3	3663,07	20091,99	2180,46	11959,85	3174,44	4983,58	0,0
4	4918,07	26975,67	3663,07	20091,99	9723,52	4795,52	0,0
5	5825,13	31950,91	4918,07	26975,67	8273,83	2909,72	0,0
6	6148,22	33723,05	5825,13	31950,91	21742,46	6634,6	0,0
7	6182,95	33913,55	6148,22	33723,05	14117,84	5010,87	0,0
8	4312,92	23656,42	6182,95	33913,55	24515,96	5410,84	0,0
9	1837,37	10078,02	4312,92	23656,42	14995,11	6175,07	0,0
10	3,58	19,64	1837,37	10078,02	4524,77	7932,0	0,0

SEZIONE 2 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1,53 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,43 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,02 m
Ordinata vertice destro superiore ys	11,96 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0

2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,16
2	10,62	-0,16
3	15,91	0,5
4	16,7	0,0
5	27,3	0, 0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
----	-----------	-----------	-----------	-----------	---------------------------

1	12,8	0,72	14,3	0,72	40
---	------	------	------	------	----

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,6
Ascissa centro superficie	10,97 m
Ordinata centro superficie	3,43 m
Raggio superficie	4,59 m

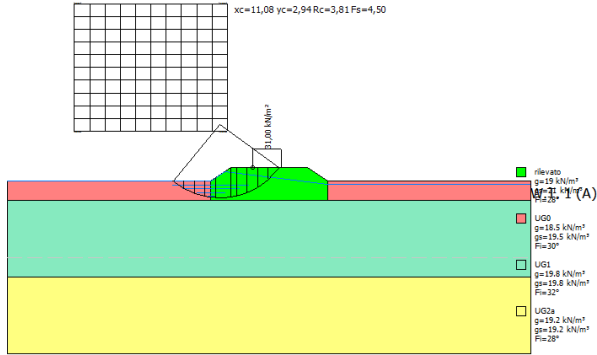
xc = 10,973 yc = 3,435 Rc = 4,588 Fs=1,603
Lambda = 0,12

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,67	-36,31	0,83	3442,59
2	0,67	-26,4	0,75	8790,92
3	0,67	-17,3	0,7	12316,08
4	0,67	-8,65	0,68	14363,46
5	0,67	-0,19	0,67	19056,84
6	0,36	6,25	0,36	12266,91
7	0,99	14,89	1,02	34029,71
8	0,67	25,97	0,75	39395,57
9	0,67	35,84	0,83	40278,85
10	0,67	47,22	0,99	17763,27

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	548,48	4569,13	0,0	0,0	-1262,54	-330,68	0,0
2	1404,44	11699,79	548,48	4569,13	134,45	35,21	0,0
3	2192,07	18261,25	1404,44	11699,79	3631,01	951,01	0,0
4	2783,7	23189,88	2192,07	18261,25	6604,91	1872,3	0,0
5	3223,47	26853,42	2783,7	23189,88	11789,34	3341,93	0,0
6	3234,78	26947,6	3223,47	26853,42	8408,07	2383,44	0,0
7	3069,66	25572,06	3234,78	26947,6	22293,07	6319,43	0,0
8	2281,29	19004,51	3069,66	25572,06	27208,03	9957,17	0,0
9	726,61	6053,07	2281,29	19004,51	22212,3	9121,92	0,0
10	-4,85	-40,39	726,61	6053,07	8089,21	6444,1	0,0

SEZIONE 2 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,49 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,61 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,47 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,24 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L.	TR	ag	F0	TC*
------	----	----	----	-----

Stato limite	Tempo ritorno [anni]	[m/s²]	[-]	[sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025
Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,63	0,0
3	11,35	0,5
4	16,72	-0,16
5	27,3	-0,16

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18,5	19,5	UG0
3	0	105	32	19,8	19,8	UG1
4	0	20	28	19,2	19,2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato 4,5
Ascissa centro superficie 11,08 m
Ordinata centro superficie 2,94 m
Raggio superficie 3,81 m

xc = 11,075 yc = 2,943 Rc = 3,807 Fs=4,497

Lambda = 0,203

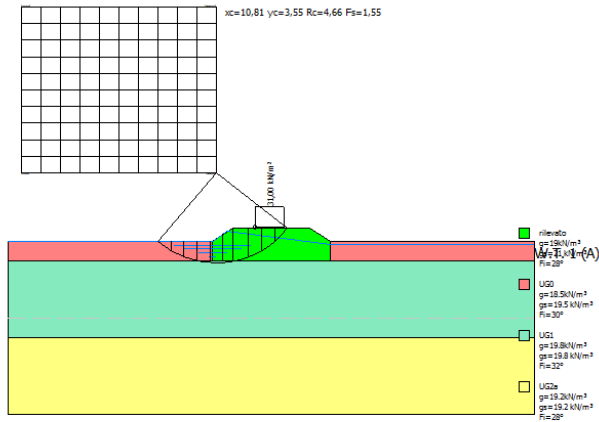
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,55	-34,37	0,67	2199,71
2	0,55	-24,8	0,6	5522,39
3	0,55	-15,94	0,57	7698,2
4	0,55	-7,46	0,55	8912,74
5	0,79	2,7	0,79	21590,19
6	0,3	11,02	0,31	9567,27
7	0,55	17,7	0,58	15974,88
8	0,55	26,67	0,61	21252,31
9	0,55	36,45	0,68	26555,67
10	0,55	47,75	0,82	17786,44

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1087,78	5354,85	0,0	0,0	-2050,23	2593,66	0,0
2	2218,61	10921,58	1087,78	5354,85	1775,06	2358,37	0,0
3	3156,69	15539,49	2218,61	10921,58	5381,29	2226,52	0,0

4	3811,55	18763,15	3156,69	15539,49	7912,93	2159,23	0,0
5	4455,2	21931,68	3811,55	18763,15	21327,34	6881,57	0,0
6	5004,57	24636,03	4455,2	21931,68	9444,93	2690,92	0,0
7	4943,14	24333,65	5004,57	24636,03	15261,54	4994,07	0,0
8	3949,94	19444,44	4943,14	24333,65	17691,76	5324,23	0,0
9	1622,14	7985,31	3949,94	19444,44	16309,92	5914,42	0,0
10	2,45	12,06	1622,14	7985,31	6972,82	7075,78	0,0

SEZIONE 2 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,71 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,55 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,81 m
Ordinata vertice destro superiore ys	12,16 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,63	0,0
3	11,35	0,5
4	16,72	-0,16
5	27,3	-0,16

Vertici stratoI

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0

2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,55
Ascissa centro superficie	10,81 m
Ordinata centro superficie	3,55 m
Raggio superficie	4,66 m

xc = 10,807 yc = 3,549 Rc = 4,656 Fs=1,545

Lambda = 0,154

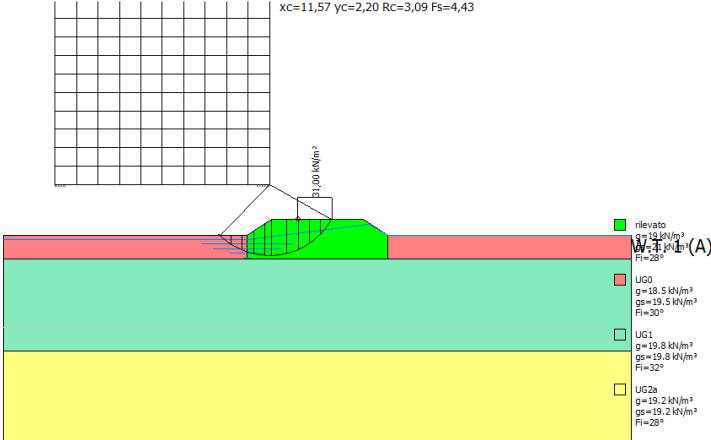
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,67	-35,28	0,82	3381,01
2	0,67	-25,65	0,74	8497,31
3	0,67	-16,77	0,7	11877,31
4	0,67	-8,29	0,68	13826,14

5	0,67	0,0	0,67	17383,64
6	0,51	7,28	0,51	17008,54
7	0,83	15,75	0,86	27999,75
8	0,67	25,64	0,74	29336,9
9	0,67	35,27	0,82	33625,47
10	0,67	46,29	0,97	19816,38

Sforzi sui conchi

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	605,29	3942,5	0,0	0,0	-2008,95	-545,88	0,0
2	1594,44	10385,28	605,29	3942,5	-569,39	-154,72	0,0
3	2491,63	16229,08	1594,44	10385,28	2822,51	766,94	0,0
4	3137,63	20436,78	2491,63	16229,08	5642,17	1659,29	0,0
5	3520,06	22927,67	3137,63	20436,78	9178,88	2699,39	0,0
6	3422,67	22293,35	3520,06	22927,67	9191,69	2703,15	0,0
7	3332,29	21704,63	3422,67	22293,35	15665,71	7980,74	0,0
8	2569,82	16738,37	3332,29	21704,63	17931,32	7982,47	0,0
9	962,93	6272,0	2569,82	16738,37	18596,32	8513,05	0,0
10	-146,71	-955,58	962,93	6272,0	9054,37	6826,19	0,0

SEZIONE 2 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conchi	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,2 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,57 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,23 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
-----	----------	----------

1	0,0	-0,16
2	10,62	-0,16
3	15,91	0,5
4	16,7	0,0
5	27,3	0,0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di

Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	4,43
Ascissa centro superficie	11,57 m
Ordinata centro superficie	2,2 m
Raggio superficie	3,09 m

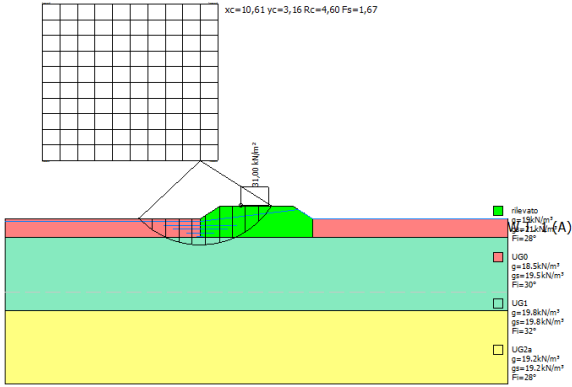
xc = 11,571 yc = 2,204 Rc = 3,088 Fs=4,426
Lambda = 0,187

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,49	-38,68	0,62	2035,31
2	0,49	-27,79	0,55	5034,63
3	0,49	-17,94	0,51	7452,94
4	0,49	-8,63	0,49	12135,21
5	0,3	-1,3	0,3	9295,97
6	0,67	7,79	0,68	22025,64
7	0,49	18,88	0,51	14800,19
8	0,49	28,81	0,55	27374,75
9	0,49	39,84	0,63	24010,55
10	0,49	53,29	0,81	15752,15

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1046,03	5597,58	0,0	0,0	-2673,86	2466,85	0,0
2	2087,26	11169,43	1046,03	5597,58	1051,2	2176,78	0,0
3	3476,98	18606,18	2087,26	11169,43	3626,64	4498,04	0,0
4	4619,64	24720,79	3476,98	18606,18	10151,56	4328,29	0,0
5	5419,64	29001,78	4619,64	24720,79	8522,71	2626,23	0,0
6	5557,38	29738,89	5419,64	29001,78	21994,83	5988,2	0,0
7	5431,18	29063,54	5557,38	29738,89	13966,7	4522,67	0,0
8	3675,38	19667,82	5431,18	29063,54	20979,61	4883,67	0,0
9	1470,65	7869,8	3675,38	19667,82	12423,95	5573,44	0,0
10	3,53	18,9	1470,65	7869,8	3805,01	7159,19	0,0

SEZIONE 2 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long. 45,788884/9,316197
Normativa NTC 2008
Numero di strati 4,0

Numero dei conci 10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1,3
Coefficiente parziale resistenza 1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 2,03 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi 3,16 m
Ascissa vertice destro superiore xs 11,56 m
Ordinata vertice destro superiore ys 11,69 m
Passo di ricerca 10,0
Numero di celle lungo x 10,0
Numero di celle lungo y 10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe III
Vita nominale: 100,0 [anni]
Vita di riferimento: 150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: D
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025
Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0

3	11,65	0,7
4	15,65	0,7
5	16,7	0,0
6	27,3	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,16
2	10,62	-0,16
3	15,91	0,5
4	16,7	0,0
5	27,3	0, 0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,6	0,0
3	10,6	-1,0
4	16,7	-1,0
5	16,7	0,0
6	27,3	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	27,3	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	27,3	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	12,8	0,72	14,3	0,72	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,67
Ascissa centro superficie	10,61 m
Ordinata centro superficie	3,16 m
Raggio superficie	4,6 m

xc = 10,611 yc = 3,16 Rc = 4,595 Fs=1,667

Lambda = 0,146

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,72	-40,62	0,95	4696,49
2	0,72	-29,5	0,83	11774,58
3	0,72	-19,55	0,77	16425,64
4	0,72	-10,19	0,73	19154,16
5	0,72	-1,11	0,72	20170,92
6	0,77	8,23	0,77	28344,2
7	0,68	17,5	0,71	26235,88
8	0,72	26,98	0,81	31684,43
9	0,72	37,74	0,91	39599,71
10	0,72	50,54	1,14	23278,72

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1090,45	7449,67	0,0	0,0	-3666,69	-923,46	0,0
2	2656,65	18149,46	1090,45	7449,67	-1658,87	-417,79	0,0
3	4077,61	27857,13	2656,65	18149,46	3640,96	992,46	0,0
4	5058,25	34556,58	4077,61	27857,13	8391,56	2287,38	0,0
5	5520,49	37714,45	5058,25	34556,58	10906,76	2972,98	0,0
6	5572,99	38073,16	5520,49	37714,45	18408,84	5017,9	0,0
7	4974,37	33983,52	5572,99	38073,16	15896,41	4333,06	0,0
8	3969,3	27117,14	4974,37	33983,52	17813,17	7665,02	0,0
9	1684,68	11509,29	3969,3	27117,14	17333,14	8002,01	0,0
10	1,07	7,34	1684,68	11509,29	5987,77	6343,09	470,27

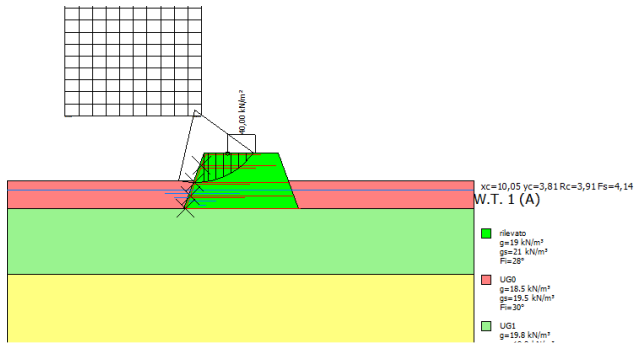
ALLEGATO 1
REPORT VERIFICHE DI STABILITA'

SEZIONE 3

Relazione di calcolo

SEZIONE 3 - FINE COSTRUZIONE OPERA

SEZIONE 3 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	10,47	-0,5
3	15,15	-0,5
4	25,0	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0

2	25,0	-5,0
---	------	------

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	Fi (°)	G (kN/m ³)	Gs (kN/m ³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,14
Ascissa centro superficie	10,05 m
Ordinata centro superficie	3,81 m
Raggio superficie	3,91 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

xc = 10,049 yc = 3,811 Rc = 3,911 Fs=4,138

Lambda = -0,002

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,4	-9,98	0,41	322,15
2	0,4	-4,02	0,4	765,98
3	0,56	3,07	0,56	9595,51
4	0,24	9,02	0,25	7965,23
5	0,4	13,87	0,42	12590,96
6	0,4	20,07	0,43	11549,67
7	0,4	26,52	0,45	17046,36
8	0,4	33,36	0,48	24254,36
9	0,4	40,81	0,53	21679,75
10	0,4	49,25	0,62	14278,0

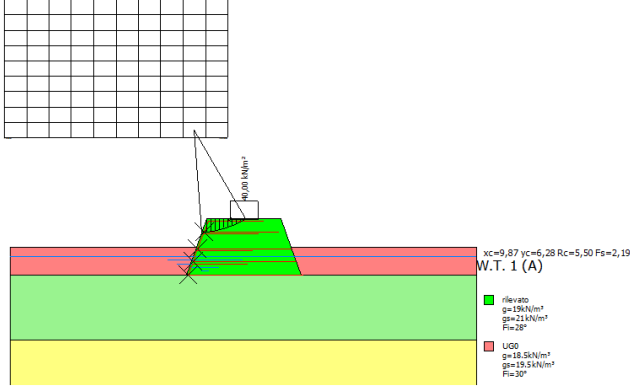
Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-3,18	1818,55	0,0	0,0	5,17	1735,73	0,0
2	-6,29	3590,01	-3,18	1818,55	643,08	1713,66	0,0
3	-12,06	6884,67	-6,29	3590,01	9764,17	5303,48	0,0
4	-16,66	9515,96	-12,06	6884,67	8283,72	2330,51	0,0
5	-18,28	10436,96	-16,66	9515,96	12446,03	3912,94	0,0
6	-18,43	10523,82	-18,28	10436,96	10878,51	4044,27	0,0
7	-11,84	6759,61	-18,43	10523,82	13566,58	4245,4	0,0
8	6,61	-3776,24	-11,84	6759,61	14448,5	4548,24	0,0
9	-13,49	7703,33	6,61	-3776,24	39317,35	5018,81	0,0
10	-0,06	33,67	-13,49	7703,33	3502,34	5819,03	0,0

Tiro geogriglie

Nr. concii	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	23550
10	--

SEZIONE 3 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0,32 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	5,86 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,67 m
Ordinata vertice destro superiore ys	14,1 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L.	TR	ag	F0	TC*
Stato limite	Tempo ritorno	[m/s²]	[-]	[sec]

	[anni]			
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L.	amax	beta	kh	kv
Stato limite	[m/s²]	[-]	[-]	[sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	10,47	-0,5
3	15,15	-0,5
4	25,0	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

=====	
Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si
=====	

Stratigrafia

c: coesione; nc: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato	
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6		3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6		3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8		3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6		3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

=====	
Fs minimo individuato	2,19
Ascissa centro superficie	9,87 m
Ordinata centro superficie	6,28 m
Raggio superficie	5,5 m
=====	

xc = 9,872 yc = 6,276 Rc = 5,502 Fs=2,189
Lambda = 0,316

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,26	5,64	0,26	1668,11
2	0,21	8,07	0,21	2655,37
3	0,23	10,39	0,24	2797,73
4	0,23	12,86	0,24	2587,8
5	0,23	15,35	0,24	2331,4
6	0,23	17,87	0,24	2027,03
7	0,23	20,42	0,25	5140,31
8	0,23	23,02	0,25	10537,96
9	0,23	25,67	0,26	10076,19
10	0,23	28,38	0,26	5555,5

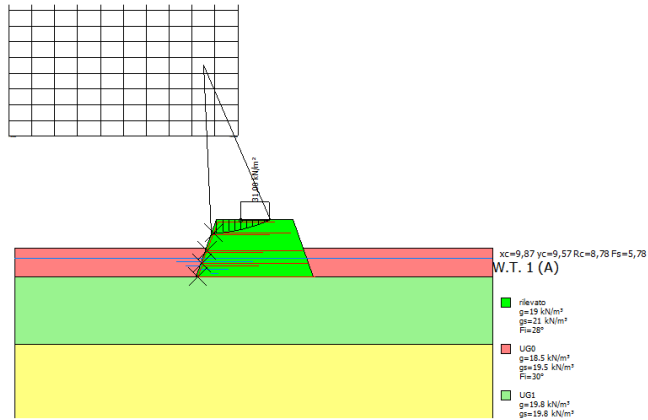
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	288,78	914,31	0,0	0,0	1462,47	1110,8	0,0
2	562,37	1780,52	288,78	914,31	2479,78	1137,06	0,0
3	799,69	2531,89	562,37	1780,52	2653,94	1251,88	0,0
4	1002,02	3172,48	799,69	2531,89	2468,21	1226,04	0,0
5	1177,66	3728,59	1002,02	3172,48	2226,06	1191,92	0,0
6	1336,57	4231,7	1177,66	3728,59	1932,38	1150,59	0,0
7	1300,45	4117,36	1336,57	4231,7	4811,14	1671,81	0,0
8	833,07	2637,58	1300,45	4117,36	9550,11	2524,02	0,0
9	267,31	846,33	833,07	2637,58	8815,27	2411,92	0,0
10	-0,28	-0,88	267,31	846,33	4720,26	1709,34	0,0

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	--
10	--

SEZIONE 3 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0,32 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	5,86 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,67 m
Ordinata vertice destro superiore ys	14,1 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
-----------------------	---

Categoria topografica:

T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0253
Coefficiente azione sismica verticale	0,0127

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	10,47	-0,5
3	15,15	-0,5
4	25,0	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	5,78
Ascissa centro superficie	9,87 m
Ordinata centro superficie	9,57 m

Raggio superficie 8,78 m

xc = 9,872 yc = 9,569 Rc = 8,785 Fs=5,778
Lambda = 0,255

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,25	3,53	0,25	1846,05
2	0,36	5,53	0,36	5074,26
3	0,31	7,71	0,31	4089,35
4	0,31	9,73	0,31	3787,77
5	0,31	11,76	0,31	3414,66
6	0,31	13,81	0,32	12307,34
7	0,31	15,88	0,32	11932,47
8	0,31	17,96	0,32	11334,58
9	0,31	20,07	0,33	10657,13
10	0,31	22,21	0,33	9118,97

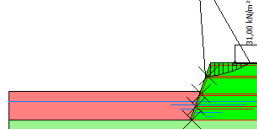
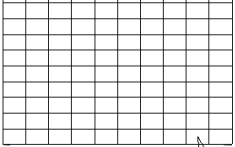
Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	480,09	1879,28	0,0	0,0	1499,65	1715,64	0,0
2	843,14	3300,4	480,09	1879,28	4878,05	2425,16	0,0
3	1197,87	4688,98	843,14	3300,4	3924,77	2081,96	0,0
4	1533,19	6001,54	1197,87	4688,98	3655,86	2093,25	0,0
5	1859,69	7279,6	1533,19	6001,54	3308,71	2107,39	0,0
6	1574,25	6162,28	1859,69	7279,6	12039,43	2124,54	0,0
7	1214,96	4755,86	1574,25	6162,28	11501,36	2144,94	0,0
8	807,27	3159,99	1214,96	4755,86	10726,3	2168,83	0,0
9	369,2	1445,2	807,27	3159,99	9867,21	2196,56	0,0
10	0,29	1,13	369,2	1445,2	8257,75	2228,52	0,0

Tiro geogriglie

Nr. concii	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	--
10	--

SEZIONE 3 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



XC=9,87 YC=6,28 Rc=5,50 Fc=2,27
W.T. 1 (A)

■ rilevato
g=19,8kN/m³
gs=21kN/m³
F=20°
■ UG0
g=18,5kN/m³
gs=19,5kN/m³
F=30°
■ UG1
g=19,8kN/m³
gs=19,8kN/m³

Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0,32 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	5,86 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,67 m
Ordinata vertice destro superiore ys	14,1 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0253
Coefficiente azione sismica verticale	0,0127

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	10,47	-0,5
3	15,15	-0,5
4	25,0	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)

1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	2,27
Ascissa centro superficie	9,87 m
Ordinata centro superficie	6,28 m
Raggio superficie	5,5 m

xc = 9,872 yc = 6,276 Rc = 5,502 Fs=2,266
Lambda = 0,349

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,26	5,64	0,26	1668,11
2	0,21	8,07	0,21	2655,37
3	0,23	10,39	0,24	2797,73
4	0,23	12,86	0,24	2587,8
5	0,23	15,35	0,24	2331,4
6	0,23	17,87	0,24	2027,03
7	0,23	20,42	0,25	4360,1
8	0,23	23,02	0,25	8451,8
9	0,23	25,67	0,26	7990,02
10	0,23	28,38	0,26	4369,35

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	292,08	836,72	0,0	0,0	1468,5	1073,97	0,0
2	556,36	1593,79	292,08	836,72	2497,64	1101,35	0,0
3	778,76	2230,89	556,36	1593,79	2670,18	1211,98	0,0
4	964,58	2763,19	778,76	2230,89	2477,68	1185,86	0,0
5	1123,53	3218,53	964,58	2763,19	2228,44	1151,7	0,0
6	1267,11	3629,83	1123,53	3218,53	1927,57	1110,55	0,0
7	1217,58	3487,94	1267,11	3629,83	4096,34	1492,85	0,0
8	758,4	2172,57	1217,58	3487,94	7702,01	2122,61	0,0
9	227,06	650,44	758,4	2172,57	7024,52	2024,12	0,0
10	-0,33	-0,94	227,06	650,44	3730,7	1482,21	0,0

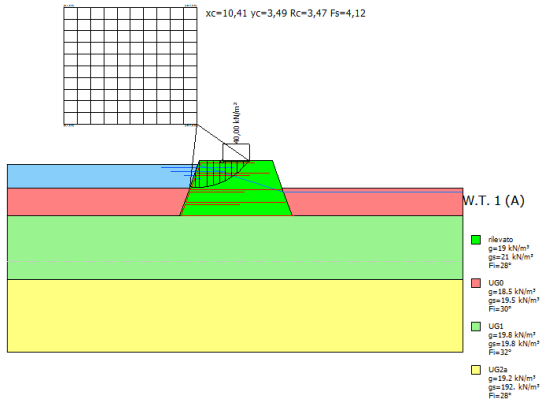
Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	--
10	--

Relazione di calcolo

SEZIONE 3 - CONDIZIONI MASSIMO INVASO

SEZIONE 3 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:
Categoria topografica:

D
T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	10,47	1,3
3	15,15	-0,2
4	25,0	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1-Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,12
Ascissa centro superficie	10,41 m
Ordinata centro superficie	3,49 m
Raggio superficie	3,47 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

xc = 10,415 yc = 3,491 Rc = 3,471 Fs=4,123
Lambda = -0,004

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,32	-3,93	0,33	5724,93
2	0,2	0,41	0,2	5186,55
3	0,45	5,78	0,45	13784,2
4	0,32	12,25	0,33	9540,81
5	0,32	17,8	0,34	8948,94
6	0,32	23,53	0,35	13759,57
7	0,32	29,53	0,37	19987,24
8	0,32	35,91	0,4	18571,8
9	0,32	42,87	0,44	16764,26
10	0,32	50,76	0,51	10423,86

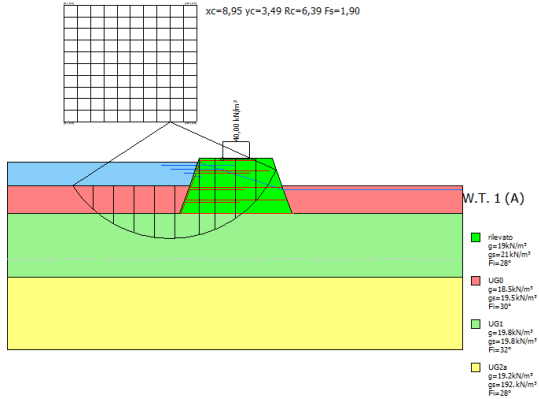
Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-15,14	3470,87	0,0	0,0	5488,67	3071,38	0,0
2	-28,34	6498,43	-15,14	3470,87	5221,13	1886,74	0,0
3	-35,76	8199,24	-28,34	6498,43	13892,79	4263,3	5149,41
4	-40,73	9337,89	-35,76	8199,24	9570,07	3135,52	3127,21
5	-42,94	9845,62	-40,73	9337,89	8677,92	3218,18	2528,61
6	-32,69	7494,53	-42,94	9845,62	11667,34	3342,06	1799,11
7	-0,88	201,49	-32,69	7494,53	13768,83	3521,59	963,02
8	-65,52	15021,59	-0,88	201,49	37599,7	3783,29	0,0
9	-22,34	5121,37	-65,52	15021,59	5518,3	4181,08	0,0
10	0,05	-12,48	-22,34	5121,37	2603,02	4844,22	0,0

Tiro geogriglie

Nr. concii	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	23550
9	--
10	--

SEZIONE 3 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L.	TR	ag	F0	TC*
------	----	----	----	-----

Stato limite	Tempo ritorno [anni]	[m/s²]	[-]	[sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	10,47	1,3
3	15,15	-0,2
4	25,0	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1-Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,9
Ascissa centro superficie	8,95 m
Ordinata centro superficie	3,49 m
Raggio superficie	6,39 m

xc = 8,951 yc = 3,491 Rc = 6,391 Fs=1,903
Lambda = -0,579

Nr.	Bm	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	1,12	-49,2	1,71	7958,48
2	1,12	-35,36	1,37	18884,96
3	1,12	-23,73	1,22	25906,82
4	1,12	-13,1	1,15	30039,94
5	1,12	-2,92	1,12	31788,68
6	1,35	8,24	1,37	40808,66
7	0,88	18,56	0,93	73464,41
8	1,12	28,43	1,27	111657,9
9	1,12	40,76	1,48	96410,05
10	1,12	56,51	2,02	35247,95

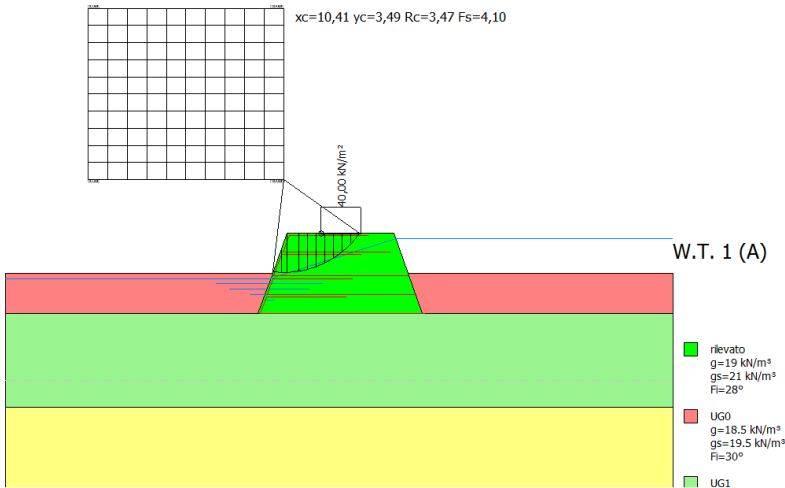
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-4388,71	7575,09	0,0	0,0	2333,15	514,74	0,0
2	-12278,95	21193,97	-4388,71	7575,09	13955,14	3332,2	0,0
3	-20478,61	35346,9	-12278,95	21193,97	25529,47	6095,92	0,0
4	-27400,48	47294,34	-20478,61	35346,9	33293,44	7949,79	0,0
5	-32100,26	55406,35	-27400,48	47294,34	36027,1	8602,53	0,0
6	-34150,63	58945,37	-32100,26	55406,35	42923,57	10249,27	0,0
7	-24082,51	41567,39	-34150,63	58945,37	20823,29	4972,18	31991,06
8	1936,63	-3342,71	-24082,51	41567,39	17150,72	4095,24	32343,81
9	26468,58	-45685,84	1936,63	-3342,71	15693,8	8826,33	20054,2
10	1286,71	-2220,91	26468,58	-45685,84	104220,8	28913,44	2567,97

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	23550
10	47100

SEZIONE 3 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	9,9	-0,2
3	14,6	1,3
4	25,0	1,3

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X	y
---	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,1
Ascissa centro superficie	10,41 m
Ordinata centro superficie	3,49 m
Raggio superficie	3,47 m

xc = 10,415 yc = 3,491 Rc = 3,471 Fs=4,103

Lambda = -0,008

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,32	-3,93	0,33	3171,82
2	0,2	0,41	0,2	5040,75
3	0,45	5,78	0,45	13784,2
4	0,32	12,25	0,33	9540,81
5	0,32	17,8	0,34	8948,94
6	0,32	23,53	0,35	13759,57
7	0,32	29,53	0,37	19987,24
8	0,32	35,91	0,4	18571,8
9	0,32	42,87	0,44	16764,26
10	0,32	50,76	0,51	10423,86

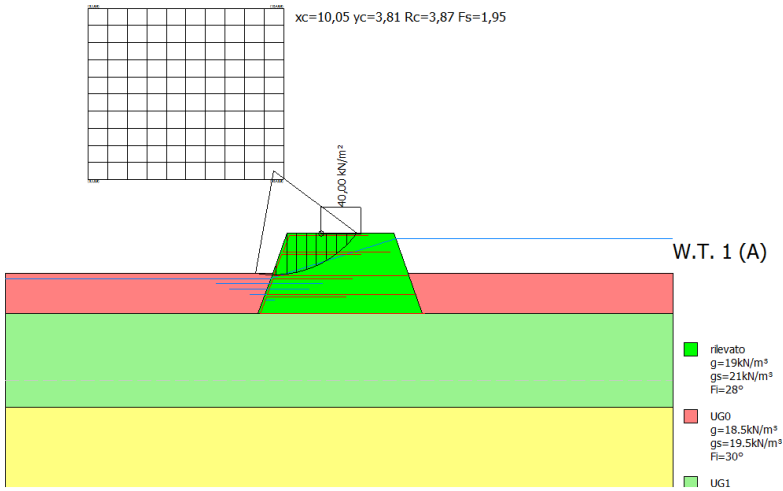
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-25,6	3309,83	0,0	0,0	2963,04	3086,38	0,0
2	-49,13	6353,46	-25,6	3309,83	5085,78	1895,95	0,0
3	-62,41	8069,93	-49,13	6353,46	13900,2	4284,11	147,09
4	-71,34	9225,04	-62,41	8069,93	9577,43	3150,82	328,53
5	-75,4	9749,82	-71,34	9225,04	8684,88	3233,9	355,41
6	-57,33	7413,39	-75,4	9749,82	11666,03	3358,38	308,24
7	-0,98	127,3	-57,33	7413,39	13750,91	3538,79	135,53
8	-116,03	15003,87	-0,98	127,3	37673,65	3801,76	0,0
9	-39,46	5102,94	-116,03	15003,87	5493,35	4201,5	0,0
10	0,1	-12,89	-39,46	5102,94	2606,12	4867,87	0,0

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	23550
9	--
10	--

SEZIONE 3 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore x_i	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore y_i	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore x_s	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore y_s	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:
Categoria topografica:

D
T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	9,9	-0,2
3	14,6	1,3
4	25,0	1,3

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizi one	X (m)	Y (m)	Lunghez za (m)	Lunghez za facciata (Lf) (m)	Lunghez za ripiegatu ra (Lrip) (m)	Inclinazi one (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coeffici ente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,95
Ascissa centro superficie	10,05 m
Ordinata centro superficie	3,81 m

Raggio superficie 3,87 m

xc = 10,049 yc = 3,811 Rc = 3,871 Fs=1,952
Lambda = -0,462

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,38	-7,23	0,38	206,09
2	0,38	-1,6	0,38	415,47
3	0,41	4,24	0,41	7622,26
4	0,35	9,88	0,35	9926,41
5	0,38	15,39	0,39	10280,95
6	0,38	21,29	0,41	9377,71
7	0,38	27,45	0,43	16103,38
8	0,38	33,98	0,46	21590,25
9	0,38	41,07	0,5	19511,2
10	0,38	49,06	0,58	12803,46

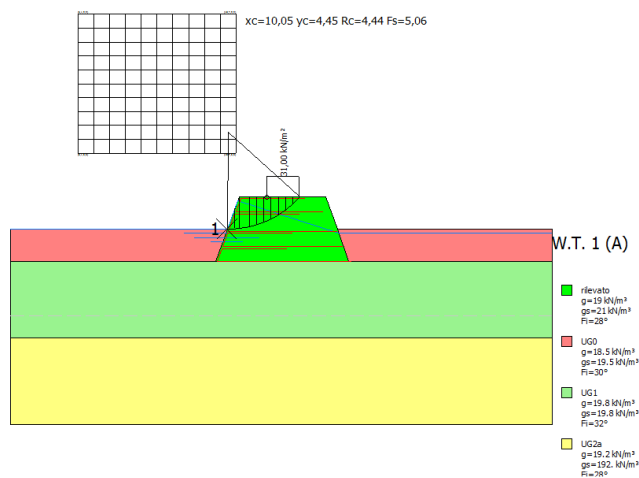
Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-28,77	62,24	0,0	0,0	225,16	48,43	0,0
2	-70,94	153,46	-28,77	62,24	454,9	97,84	0,0
3	-1088,62	2355,02	-70,94	153,46	8778,99	3269,35	0,0
4	-1814,36	3925,01	-1088,62	2355,02	10552,6	3399,85	207,82
5	-2106,35	4556,69	-1814,36	3925,01	9979,7	3437,33	368,16
6	-1987,27	4299,08	-2106,35	4556,69	8161,4	3128,0	346,19
7	-325,25	703,62	-1987,27	4299,08	10983,55	3762,52	154,32
8	3846,79	-8321,78	-325,25	703,62	9398,4	3559,9	0,0
9	-5277,51	11416,88	3846,79	-8321,78	50029,04	11777,59	0,0
10	-0,9	1,94	-5277,51	11416,88	-3690,85	1418,04	0,0

Tiro geogriglie

Nr. concii	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	23550
10	--

SEZIONE 3 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:
Categoria topografica:

D
T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale

0,025

Coefficiente azione sismica verticale

0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,47	1,3
4	15,15	-0,2
5	25,0	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5

2	25,0	-1,5
Vertici strato3		
N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	5,06
-----------------------	------

Ascissa centro superficie	10,05 m
Ordinata centro superficie	4,45 m
Raggio superficie	4,44 m
=====	

xc = 10,049 yc = 4,452 Rc = 4,443 Fs=5,061
Lambda = -0,089

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,34	1,58	0,34	3297,57
2	0,2	5,05	0,2	5009,36
3	0,47	9,44	0,48	14234,8
4	0,34	14,78	0,35	9499,46
5	0,34	19,32	0,36	8770,41
6	0,34	24,0	0,37	14118,03
7	0,34	28,86	0,38	17079,41
8	0,34	33,95	0,41	15628,98
9	0,34	39,38	0,44	13861,1
10	0,34	45,27	0,48	10171,22

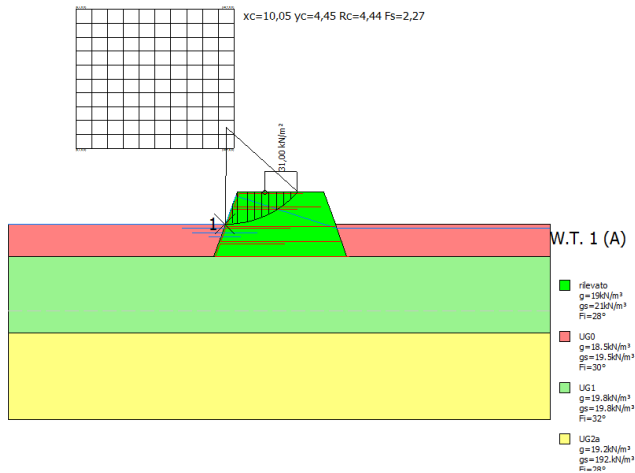
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-240,21	2684,07	0,0	0,0	3651,09	2851,07	1537,68
2	-447,57	5001,11	-240,21	2684,07	5454,17	1695,03	2326,0
3	-463,59	5180,16	-447,57	5001,11	14211,58	4066,53	5260,69
4	-488,54	5458,93	-463,59	5180,16	9339,27	2947,48	3018,04
5	-476,13	5320,28	-488,54	5458,93	8253,74	3020,14	2323,44
6	-168,1	1878,36	-476,13	5320,28	11240,06	3119,72	1528,43
7	419,57	-4688,26	-168,1	1878,36	11263,51	3253,99	622,71
8	-1164,55	13012,67	419,57	-4688,26	37267,14	3435,75	0,0
9	-479,04	5352,76	-1164,55	13012,67	5244,29	3687,0	0,0
10	2,84	-31,68	-479,04	5352,76	2905,94	4049,7	0,0

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	23550
9	--
10	--

SEZIONE 3 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:
Categoria topografica:

D
T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025
Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,47	1,3
4	15,15	-0,2
5	25,0	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X	y
---	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizi one	X (m)	Y (m)	Lunghez za (m)	Lunghez za facciata (Lf) (m)	Lunghez za ripiegatu ra (Lrip) (m)	Inclinazi one (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coeffici ente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	2,27
Ascissa centro superficie	10,05 m
Ordinata centro superficie	4,45 m
Raggio superficie	4,44 m

xc = 10,049 yc = 4,452 Rc = 4,443 Fs=2,273

Lambda = -0,338

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,34	1,58	0,34	3297,11
2	0,2	5,05	0,2	5006,64
3	0,47	9,44	0,48	13951,97
4	0,34	14,78	0,35	9210,24
5	0,34	19,32	0,36	8408,97
6	0,34	24,0	0,37	13684,37
7	0,34	28,86	0,38	16573,53
8	0,34	33,95	0,41	15134,24
9	0,34	39,38	0,44	13534,73
10	0,34	45,27	0,48	10050,7

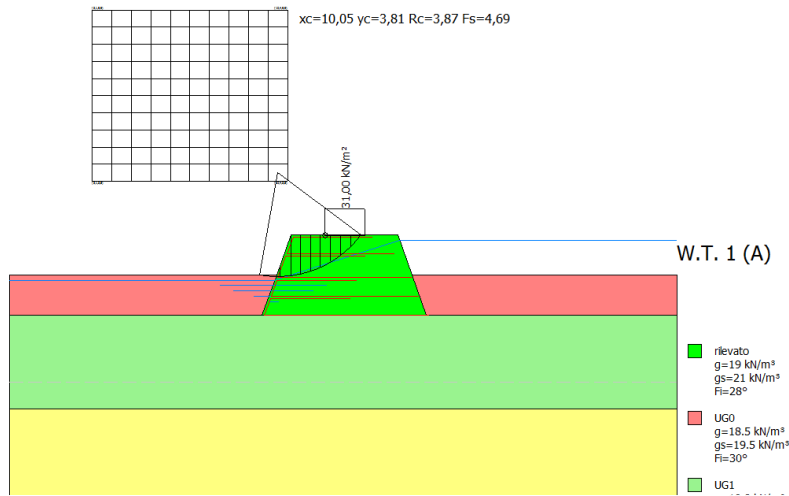
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-429,79	1271,88	0,0	0,0	2262,89	1608,7	1537,68
2	-696,05	2059,84	-429,79	1271,88	3040,55	1273,68	2326,0
3	-837,74	2479,14	-696,05	2059,84	8760,61	3330,05	5260,69
4	-740,73	2192,05	-837,74	2479,14	5674,28	2287,24	3018,04
5	-481,47	1424,83	-740,73	2192,05	5008,13	2192,77	2323,44
6	493,44	-1460,25	-481,47	1424,83	8787,34	2941,46	1528,43
7	2279,05	-6744,43	493,44	-1460,25	9679,49	3164,25	622,71
8	-4886,21	14459,84	2279,05	-6744,43	43444,52	9559,09	0,0
9	-2329,03	6892,35	-4886,21	14459,84	3605,78	2207,53	0,0
10	6,69	-19,78	-2329,03	6892,35	432,17	1764,35	0,0

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	23550
9	--
10	--

SEZIONE 3 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0253
Coefficiente azione sismica verticale	0,0127

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	9,9	-0,2
3	14,6	1,3
4	25,0	1,3

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5

2	25,0	-1,5
Vertici strato3		
N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,69
-----------------------	------

Ascissa centro superficie	10,05 m
Ordinata centro superficie	3,81 m
Raggio superficie	3,87 m
=====	

xc = 10,049 yc = 3,811 Rc = 3,871 Fs=4,687
Lambda = -0,365

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,38	-7,23	0,38	227,78
2	0,38	-1,6	0,38	459,2
3	0,41	4,24	0,41	8424,6
4	0,35	9,88	0,35	10924,45
5	0,38	15,39	0,39	11280,17
6	0,38	21,29	0,41	10286,81
7	0,38	27,45	0,43	15123,97
8	0,38	33,98	0,46	18869,09
9	0,38	41,07	0,5	16571,2
10	0,38	49,06	0,58	10478,43

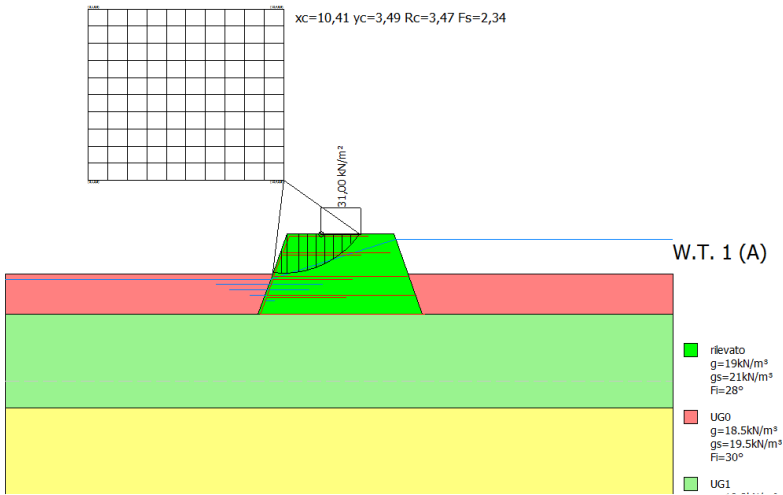
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-509,11	1395,48	0,0	0,0	559,11	1425,27	0,0
2	-1020,65	2797,59	-509,11	1395,48	937,25	1414,5	0,0
3	-1888,42	5176,15	-1020,65	2797,59	9533,66	3414,8	0,0
4	-2291,24	6280,29	-1888,42	5176,15	11437,96	2922,11	207,82
5	-2271,3	6225,63	-2291,24	6280,29	10904,47	3258,94	368,16
6	-1972,96	5407,87	-2271,3	6225,63	9036,75	3372,36	346,19
7	-13,98	38,31	-1972,96	5407,87	9200,96	3540,86	154,32
8	4240,99	-11624,54	-13,98	38,31	5530,9	3789,34	0,0
9	-3273,38	8972,33	4240,99	-11624,54	47046,04	4167,95	0,0
10	-6,45	17,67	-3273,38	8972,33	-2152,05	4795,23	0,0

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	23550
10	--

SEZIONE 3 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:
Categoria topografica:

D
T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,0253
Coefficiente azione sismica verticale 0,0127

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	9,9	-0,2
3	14,6	1,3
4	25,0	1,3

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizi one	X (m)	Y (m)	Lunghez za (m)	Lunghez za facciata (Lf) (m)	Lunghez za ripiegatu ra (Lrip) (m)	Inclinazi one (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coeffici ente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

=====

Fs minimo individuato	2,34
Ascissa centro superficie	10,41 m
Ordinata centro superficie	3,49 m
Raggio superficie	3,47 m

=====

xc = 10,415 yc = 3,491 Rc = 3,471 Fs=2,342

Lambda = -0,118

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,32	-3,93	0,33	2869,74
2	0,2	0,41	0,2	4560,67
3	0,45	5,78	0,45	12501,42
4	0,32	12,25	0,33	8699,16
5	0,32	17,8	0,34	8169,14
6	0,32	23,53	0,35	11779,86
7	0,32	29,53	0,37	16428,29
8	0,32	35,91	0,4	15120,01
9	0,32	42,87	0,44	13484,63
10	0,32	50,76	0,51	8267,11

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-188,1	1593,11	0,0	0,0	2982,8	1501,66	0,0
2	-375,76	3182,5	-188,1	1593,11	4816,61	1415,16	0,0
3	-547,09	4633,53	-375,76	3182,5	12732,71	3502,99	147,09
4	-582,83	4936,21	-547,09	4633,53	8325,41	2404,78	328,53
5	-530,11	4489,75	-582,83	4936,21	7253,8	2255,03	355,41
6	-256,74	2174,43	-530,11	4489,75	9307,28	2634,76	308,24
7	401,59	-3401,23	-256,74	2174,43	10794,39	2939,27	135,53
8	-1718,58	14555,36	401,59	-3401,23	38239,68	7556,42	0,0
9	-724,98	6140,17	-1718,58	14555,36	3322,04	1922,29	0,0
10	-0,52	4,42	-724,98	6140,17	-76,88	1579,03	0,0

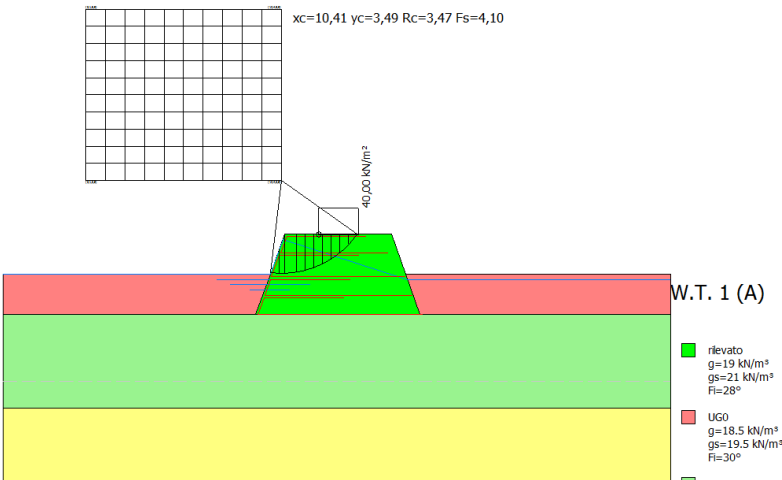
Tiro geogriglie

Nr. concii	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	23550
9	--
10	--

Relazione di calcolo

SEZIONE 3 - CONDIZIONI RAPIDO SVASO

SEZIONE 3 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,47	1,3
4	15,15	-0,2
5	25,0	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,1
Ascissa centro superficie	10,41 m
Ordinata centro superficie	3,49 m
Raggio superficie	3,47 m

xc = 10,415 yc = 3,491 Rc = 3,471 Fs=4,103

Lambda = -0,008

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,32	-3,93	0,33	3171,82
2	0,2	0,41	0,2	5040,75
3	0,45	5,78	0,45	13784,2
4	0,32	12,25	0,33	9540,81
5	0,32	17,8	0,34	8948,94
6	0,32	23,53	0,35	13759,57
7	0,32	29,53	0,37	19987,24
8	0,32	35,91	0,4	18571,8
9	0,32	42,87	0,44	16764,26
10	0,32	50,76	0,51	10423,86

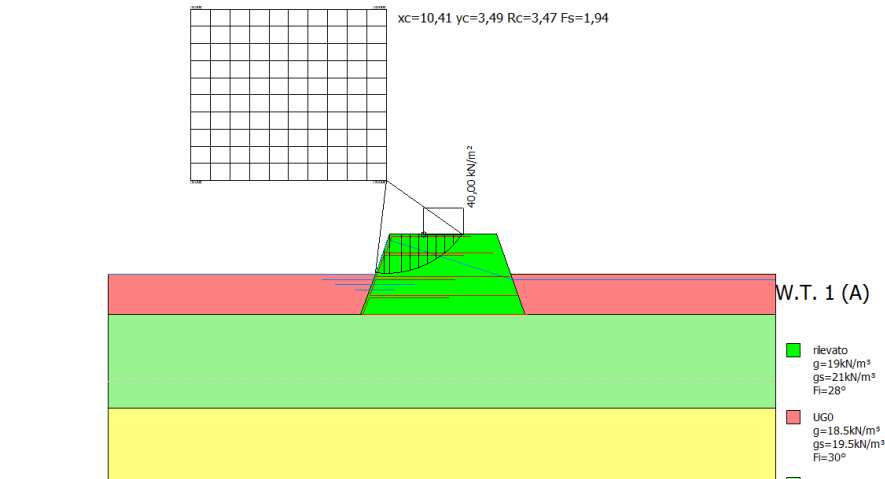
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-25,6	3309,83	0,0	0,0	2963,04	3086,38	1464,58
2	-49,13	6353,46	-25,6	3309,83	5085,78	1895,95	2341,3
3	-62,41	8069,93	-49,13	6353,46	13900,2	4284,11	5149,41
4	-71,34	9225,04	-62,41	8069,93	9577,43	3150,82	3127,21
5	-75,4	9749,82	-71,34	9225,04	8684,88	3233,9	2528,61
6	-57,33	7413,39	-75,4	9749,82	11666,03	3358,38	1799,11
7	-0,98	127,3	-57,33	7413,39	13750,91	3538,79	963,02
8	-116,03	15003,87	-0,98	127,3	37673,65	3801,76	0,0
9	-39,46	5102,94	-116,03	15003,87	5493,35	4201,5	0,0
10	0,1	-12,89	-39,46	5102,94	2606,12	4867,87	0,0

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	23550
9	--
10	--

SEZIONE 3 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:
Categoria topografica:

D
T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,47	1,3
4	15,15	-0,2
5	25,0	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,94
Ascissa centro superficie	10,41 m

Ordinata centro superficie	3,49 m
Raggio superficie	3,47 m

xc = 10,415 yc = 3,491 Rc = 3,471 Fs=1,937
Lambda = -0,127

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,32	-3,93	0,33	3168,43
2	0,2	0,41	0,2	5038,16
3	0,45	5,78	0,45	13521,59
4	0,32	12,25	0,33	9269,92
5	0,32	17,8	0,34	8612,35
6	0,32	23,53	0,35	13353,4
7	0,32	29,53	0,37	19515,35
8	0,32	35,91	0,4	18038,31
9	0,32	42,87	0,44	16402,92
10	0,32	50,76	0,51	10285,41

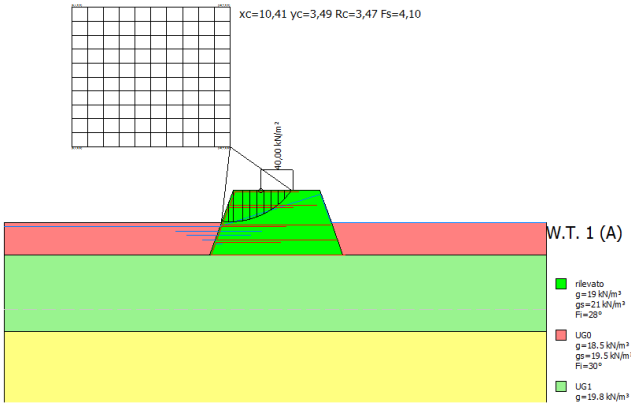
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-222,31	1744,56	0,0	0,0	1795,16	1579,04	1464,58
2	-399,77	3137,27	-222,31	1744,56	2884,03	1325,68	2341,3
3	-623,22	4890,76	-399,77	3137,27	8676,02	3426,68	5149,41
4	-679,52	5332,62	-623,22	4890,76	6007,67	2445,68	3127,21
5	-648,06	5085,71	-679,52	5332,62	5438,97	2364,98	2528,61
6	-391,64	3073,41	-648,06	5085,71	9242,22	3173,64	1799,11
7	301,66	-2367,31	-391,64	3073,41	12588,83	3913,23	963,02
8	-1985,47	15581,17	301,66	-2367,31	40802,59	9650,93	0,0
9	-856,25	6719,51	-1985,47	15581,17	5164,19	2692,77	0,0
10	0,86	-6,78	-856,25	6719,51	754,06	2075,69	0,0

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	23550
9	--
10	--

SEZIONE 3 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
-----------------------	---

Categoria topografica:

T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	9,9	-0,2
3	14,6	1,3
4	15,05	0,0
5	25,0	0,0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X	y
---	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1-Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,1
Ascissa centro superficie	10,41 m
Ordinata centro superficie	3,49 m
Raggio superficie	3,47 m

xc = 10,415 yc = 3,491 Rc = 3,471 Fs=4,103
Lambda = -0,008

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,32	-3,93	0,33	3171,82
2	0,2	0,41	0,2	5040,75
3	0,45	5,78	0,45	13784,2
4	0,32	12,25	0,33	9540,81
5	0,32	17,8	0,34	8948,94
6	0,32	23,53	0,35	13759,57
7	0,32	29,53	0,37	19987,24
8	0,32	35,91	0,4	18571,8
9	0,32	42,87	0,44	16764,26
10	0,32	50,76	0,51	10423,86

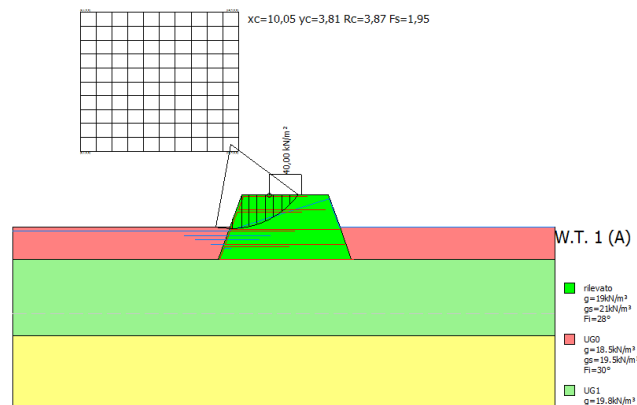
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-25,6	3309,83	0,0	0,0	2963,04	3086,38	0,0
2	-49,13	6353,46	-25,6	3309,83	5085,78	1895,95	0,0
3	-62,41	8069,93	-49,13	6353,46	13900,2	4284,11	147,09
4	-71,34	9225,04	-62,41	8069,93	9577,43	3150,82	328,53
5	-75,4	9749,82	-71,34	9225,04	8684,88	3233,9	355,41
6	-57,33	7413,39	-75,4	9749,82	11666,03	3358,38	308,24
7	-0,98	127,3	-57,33	7413,39	13750,91	3538,79	135,53
8	-116,03	15003,87	-0,98	127,3	37673,65	3801,76	0,0
9	-39,46	5102,94	-116,03	15003,87	5493,35	4201,5	0,0
10	0,1	-12,89	-39,46	5102,94	2606,12	4867,87	0,0

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	23550
9	--
10	--

SEZIONE 3 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L.	TR	ag	F0	TC*
------	----	----	----	-----

Stato limite	Tempo ritorno [anni]	[m/s²]	[-]	[sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	9,9	-0,2
3	14,6	1,3
4	15,05	0,0
5	25,0	0,0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1-Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	40

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,95
Ascissa centro superficie	10,05 m
Ordinata centro superficie	3,81 m
Raggio superficie	3,87 m

xc = 10,049 yc = 3,811 Rc = 3,871 Fs=1,952

Lambda = -0,462

Nr.	Bm	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,38	-7,23	0,38	206,09
2	0,38	-1,6	0,38	415,47
3	0,41	4,24	0,41	7622,26
4	0,35	9,88	0,35	9926,41
5	0,38	15,39	0,39	10280,95
6	0,38	21,29	0,41	9377,71
7	0,38	27,45	0,43	16103,38
8	0,38	33,98	0,46	21590,25
9	0,38	41,07	0,5	19511,2
10	0,38	49,06	0,58	12803,46

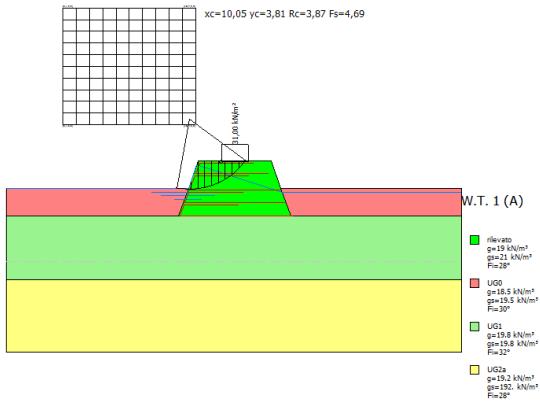
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-28,77	62,24	0,0	0,0	225,16	48,43	0,0
2	-70,94	153,46	-28,77	62,24	454,9	97,84	0,0
3	-1088,62	2355,02	-70,94	153,46	8778,99	3269,35	0,0
4	-1814,36	3925,01	-1088,62	2355,02	10552,6	3399,85	207,82
5	-2106,35	4556,69	-1814,36	3925,01	9979,7	3437,33	368,16
6	-1987,27	4299,08	-2106,35	4556,69	8161,4	3128,0	346,19
7	-325,25	703,62	-1987,27	4299,08	10983,55	3762,52	154,32
8	3846,79	-8321,78	-325,25	703,62	9398,4	3559,9	0,0
9	-5277,51	11416,88	3846,79	-8321,78	50029,04	11777,59	0,0
10	-0,9	1,94	-5277,51	11416,88	-3690,85	1418,04	0,0

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	23550
10	--

SEZIONE 3 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,47	1,3
4	15,15	-0,2
5	25,0	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X	y
---	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1-Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	4,69
Ascissa centro superficie	10,05 m
Ordinata centro superficie	3,81 m
Raggio superficie	3,87 m

xc = 10,049 yc = 3,811 Rc = 3,871 Fs=4,689
Lambda = -0,365

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,38	-7,23	0,38	227,78
2	0,38	-1,6	0,38	459,2
3	0,41	4,24	0,41	8424,6
4	0,35	9,88	0,35	10924,45
5	0,38	15,39	0,39	11280,17
6	0,38	21,29	0,41	10286,81
7	0,38	27,45	0,43	15123,97
8	0,38	33,98	0,46	18869,09
9	0,38	41,07	0,5	16571,2
10	0,38	49,06	0,58	10478,43

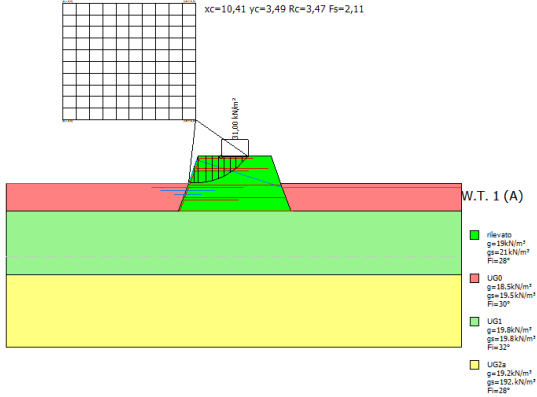
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-509,4	1395,11	0,0	0,0	559,5	1424,87	106,37
2	-1021,27	2796,95	-509,4	1395,11	937,72	1414,11	214,44
3	-1890,33	5177,07	-1021,27	2796,95	9537,77	3413,84	3932,05
4	-2294,22	6283,2	-1890,33	5177,07	11443,14	2921,29	4148,54
5	-2274,87	6230,2	-2294,22	6283,2	10909,64	3258,02	3807,64
6	-1976,6	5413,33	-2274,87	6230,2	9041,13	3371,41	2901,82
7	-16,04	43,93	-1976,6	5413,33	9205,75	3539,86	1804,0
8	4243,47	-11621,66	-16,04	43,93	5533,46	3788,27	531,25
9	-3279,89	8982,67	4243,47	-11621,66	47064,73	4166,78	0,0
10	-6,45	17,67	-3279,89	8982,67	-2159,69	4793,88	0,0

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	23550
10	--

SEZIONE 3 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L.	TR	ag	F0	TC*
------	----	----	----	-----

Stato limite	Tempo ritorno [anni]	[m/s²]	[-]	[sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,47	1,3
4	15,15	-0,2
5	25,0	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1-Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1-Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	2,11
Ascissa centro superficie	10,41 m
Ordinata centro superficie	3,49 m
Raggio superficie	3,47 m

xc = 10,415 yc = 3,491 Rc = 3,471 Fs=2,109
Lambda = -0,216

Nr.	Bm	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,32	-3,93	0,33	3168,43
2	0,2	0,41	0,2	5038,16
3	0,45	5,78	0,45	13521,59
4	0,32	12,25	0,33	9269,92
5	0,32	17,8	0,34	8612,35
6	0,32	23,53	0,35	12083,91
7	0,32	29,53	0,37	16597,05
8	0,32	35,91	0,4	15120,01
9	0,32	42,87	0,44	13484,63
10	0,32	50,76	0,51	8267,11

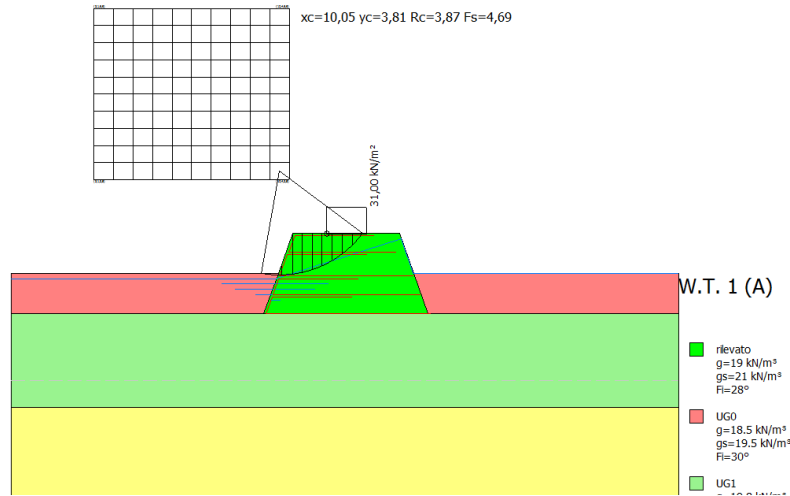
Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-328,44	1520,64	0,0	0,0	1962,91	1481,06	1464,58
2	-576,66	2669,83	-328,44	1520,64	3017,64	1242,09	2341,3
3	-831,26	3848,58	-576,66	2669,83	8789,96	3168,18	5149,41
4	-834,06	3861,58	-831,26	3848,58	5933,02	2232,58	3127,21
5	-685,73	3174,81	-834,06	3861,58	5234,02	2134,56	2528,61
6	-164,53	761,73	-685,73	3174,81	7698,94	2631,83	1799,11
7	1032,0	-4777,97	-164,53	761,73	9546,19	3036,15	963,02
8	-3152,78	14596,84	1032,0	-4777,97	40750,03	8854,38	0,0
9	-1334,56	6178,8	-3152,78	14596,84	2721,49	2025,23	0,0
10	1,67	-7,73	-1334,56	6178,8	-499,69	1676,51	0,0

Tiro geogriglie

Nr. concii	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	23550
9	--
10	--

SEZIONE 3 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	9,9	-0,2
3	14,6	1,3
4	15,05	0,0
5	25,0	0,0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizi one	X (m)	Y (m)	Lunghez za (m)	Lunghez za facciata (Lf) (m)	Lunghez za ripiegatu ra (Lrip) (m)	Inclinazi one (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coeffici ente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

=====

Fs minimo individuato	4,69
Ascissa centro superficie	10,05 m
Ordinata centro superficie	3,81 m
Raggio superficie	3,87 m

=====

xc = 10,049 yc = 3,811 Rc = 3,871 Fs=4,689

Lambda = -0,365

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,38	-7,23	0,38	227,78
2	0,38	-1,6	0,38	459,2
3	0,41	4,24	0,41	8424,6
4	0,35	9,88	0,35	10924,45
5	0,38	15,39	0,39	11280,17
6	0,38	21,29	0,41	10286,81
7	0,38	27,45	0,43	15123,97
8	0,38	33,98	0,46	18869,09
9	0,38	41,07	0,5	16571,2
10	0,38	49,06	0,58	10478,43

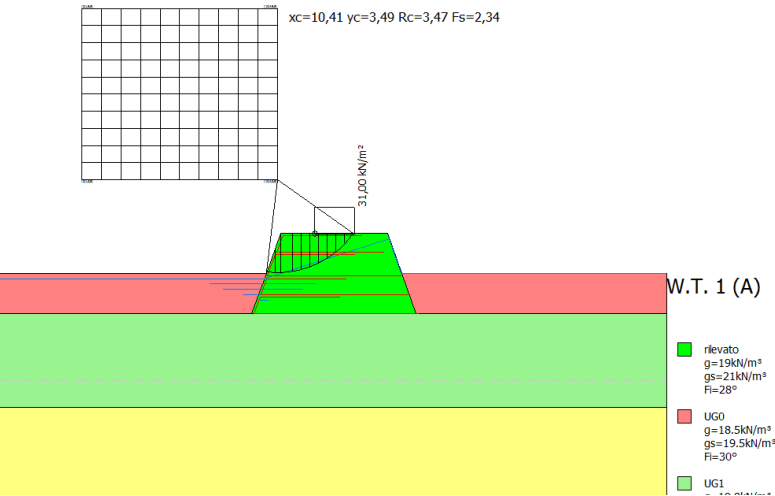
Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-509,4	1395,11	0,0	0,0	559,5	1424,87	0,0
2	-1021,27	2796,95	-509,4	1395,11	937,72	1414,11	0,0
3	-1890,33	5177,07	-1021,27	2796,95	9537,77	3413,84	0,0
4	-2294,22	6283,2	-1890,33	5177,07	11443,14	2921,29	207,82
5	-2274,87	6230,2	-2294,22	6283,2	10909,64	3258,02	368,16
6	-1976,6	5413,33	-2274,87	6230,2	9041,13	3371,41	346,19
7	-16,04	43,93	-1976,6	5413,33	9205,75	3539,86	154,32
8	4243,47	-11621,66	-16,04	43,93	5533,46	3788,27	0,0
9	-3279,89	8982,67	4243,47	-11621,66	47064,73	4166,78	0,0
10	-6,45	17,67	-3279,89	8982,67	-2159,69	4793,88	0,0

Tiro geogriglie

Nr. concii	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	23550
10	--

SEZIONE 3 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,09 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	10,41 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,9 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:
Categoria topografica:

D
T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025
Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,54	1,5
4	14,54	1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	9,9	-0,2
3	14,6	1,3
4	15,05	0,0
5	25,0	0,0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	9,46	-1,5
4	15,62	-1,5
5	15,08	0,0
6	25,0	0,0

Vertici strato2

N	X	y
---	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	-1,5
2	25,0	-1,5

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-5,0
2	25,0	-5,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	192.	UG2a	

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizi one	X (m)	Y (m)	Lunghez za (m)	Lunghez za facciata (Lf) (m)	Lunghez za ripiegatu ra (Lrip) (m)	Inclinazi one (°)	Tallow (N)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coeffici ente di Pullout	Attivato
1	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,55	-1,5	6,16	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
2	Xgrid PET PVC 40/30 IT	9,8	-0,8	5,5	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato
3	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,05	-0,1	5	0,8	3	70	23550	34	1	1- Attivato
4	Xgrid PET PVC 40/30 IT	10,4	0,8	4	0,6	3	70	23550	34	1	1- Attivato

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	11,82	1,47	13,32	1,47	31

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	2,34
Ascissa centro superficie	10,41 m
Ordinata centro superficie	3,49 m
Raggio superficie	3,47 m

xc = 10,415 yc = 3,491 Rc = 3,471 Fs=2,344

Lambda = -0,119

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,32	-3,93	0,33	2869,74
2	0,2	0,41	0,2	4560,67
3	0,45	5,78	0,45	12501,42
4	0,32	12,25	0,33	8699,16
5	0,32	17,8	0,34	8169,14
6	0,32	23,53	0,35	11779,86
7	0,32	29,53	0,37	16428,29
8	0,32	35,91	0,4	15120,01
9	0,32	42,87	0,44	13484,63
10	0,32	50,76	0,51	8267,11

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	-188,89	1593,14	0,0	0,0	2984,38	1501,07	0,0
2	-377,39	3183,0	-188,89	1593,14	4818,83	1414,73	0,0
3	-549,7	4636,28	-377,39	3183,0	12738,02	3501,9	147,09
4	-585,73	4940,14	-549,7	4636,28	8329,04	2404,03	328,53
5	-532,89	4494,44	-585,73	4940,14	7256,99	2254,29	355,41
6	-258,44	2179,76	-532,89	4494,44	9311,2	2633,92	308,24
7	402,67	-3396,21	-258,44	2179,76	10798,53	2938,3	135,53
8	-1726,94	14565,27	402,67	-3396,21	38256,54	7554,95	0,0
9	-728,66	6145,6	-1726,94	14565,27	3321,26	1921,08	0,0
10	-0,52	4,4	-728,66	6145,6	-79,93	1577,64	0,0

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (N)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	23550
9	--
10	--

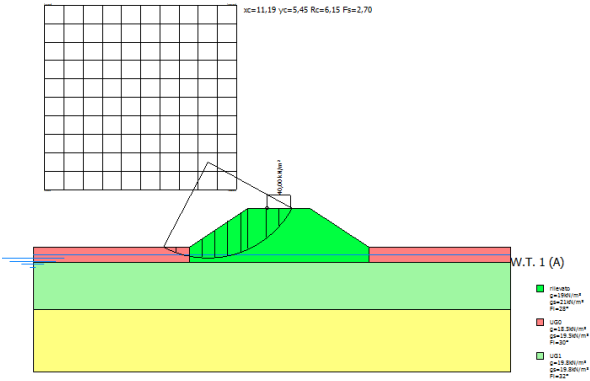
ALLEGATO 1
REPORT VERIFICHE DI STABILITA'

SEZIONE 4

Relazione di calcolo

SEZIONE 4 - FINE COSTRUZIONE OPERA

SEZIONE 4 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,74 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	13,03 m
Ordinata vertice destro superiore ys	15,5 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	0,0	-0,5
3	30,57	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	2,7
Ascissa centro superficie	11,19 m
Ordinata centro superficie	5,45 m
Raggio superficie	6,15 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

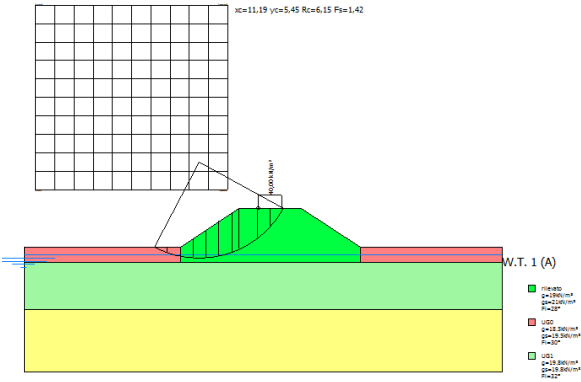
xc = 11,185 yc = 5,453 Rc = 6,145 Fs=2,704
Lambda = 0,315

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,82	-23,29	0,9	3123,31
2	0,82	-15,14	0,85	7705,91
3	0,82	-7,29	0,83	15794,0
4	0,82	0,41	0,82	26114,83
5	0,82	8,12	0,83	34526,26
6	0,82	15,99	0,86	40968,89
7	0,46	22,32	0,5	25152,03
8	1,18	31,1	1,38	57528,59
9	0,82	42,77	1,12	57292,8
10	0,82	54,64	1,42	41126,49

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	2788,84	8865,97	0,0	0,0	-3197,97	5806,26	0,0
2	5473,24	17399,9	2788,84	8865,97	2619,02	5524,88	0,0
3	10083,72	32057,05	5473,24	17399,9	9232,34	11948,25	0,0
4	13744,68	43695,57	10083,72	32057,05	22536,81	11851,9	0,0
5	15901,56	50552,46	13744,68	43695,57	33013,52	11971,72	0,0
6	16214,56	51547,5	15901,56	50552,46	39356,98	12328,6	0,0
7	17195,76	54666,83	16214,56	51547,5	23544,18	7237,55	0,0
8	12293,27	39081,39	17195,76	54666,83	45404,05	19863,85	0,0
9	4737,95	15062,35	12293,27	39081,39	31290,27	16145,55	0,0
10	-180,86	-574,98	4737,95	15062,35	13891,88	20480,71	0,0

SEZIONE 4 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,74 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	13,03 m
Ordinata vertice destro superiore ys	15,5 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	0,0	-0,5
3	30,57	-0, 5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,42
Ascissa centro superficie	11,19 m
Ordinata centro superficie	5,45 m
Raggio superficie	6,15 m

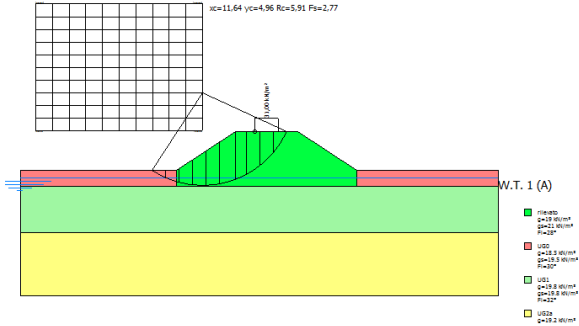
xc = 11,185 yc = 5,453 Rc = 6,145 Fs=1,425
Lambda = 0,375

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,82	-23,29	0,9	2963,14
2	0,82	-15,14	0,85	7310,73
3	0,82	-7,29	0,83	14525,3
4	0,82	0,41	0,82	23944,34
5	0,82	8,12	0,83	31453,98
6	0,82	15,99	0,86	37067,09
7	0,46	22,32	0,5	22756,6
8	1,18	31,1	1,38	52049,67
9	0,82	42,77	1,12	54703,43
10	0,82	54,64	1,42	40056,88

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1339,81	3573,34	0,0	0,0	78,35	23,09	0,0
2	3526,82	9406,23	1339,81	3573,34	3422,96	1008,7	0,0
3	8009,0	21360,46	3526,82	9406,23	7280,21	6207,67	0,0
4	12204,51	32550,13	8009,0	21360,46	18276,0	9157,71	0,0
5	15246,67	40663,76	12204,51	32550,13	28203,7	11894,45	0,0
6	16624,03	44337,26	15246,67	40663,76	35320,8	13952,37	0,0
7	17183,85	45830,32	16624,03	44337,26	21100,38	8289,9	0,0
8	13821,54	36862,86	17183,85	45830,32	42812,89	18654,53	0,0
9	6811,78	18167,41	13821,54	36862,86	32604,33	14567,05	0,0
10	-37,38	-99,7	6811,78	18167,41	12245,21	10577,19	0,0

SEZIONE 4 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,97 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,52 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,64 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,66 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
-----------------------	---

Categoria topografica:

T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	0,0	-0,5
3	30,57	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1,0

Vertici strato3

N	X	y
---	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	2,77
Ascissa centro superficie	11,64 m
Ordinata centro superficie	4,96 m
Raggio superficie	5,91 m

xc = 11,639 yc = 4,964 Rc = 5,914 Fs=2,774
Lambda = 0,25

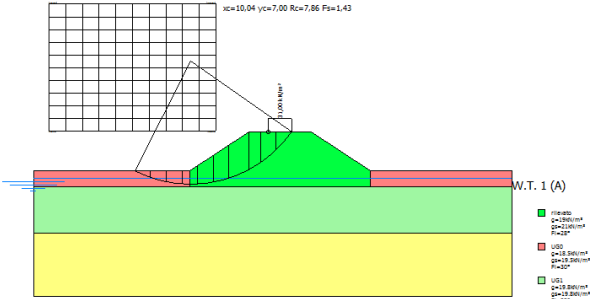
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,86	-28,2	0,97	4240,79
2	0,86	-19,06	0,91	10513,99
3	0,86	-10,42	0,87	22267,51
4	0,86	-2,02	0,86	34285,78
5	0,86	6,34	0,86	44036,2
6	1,03	15,72	1,07	62467,13
7	0,69	24,58	0,76	42133,26
8	0,86	33,23	1,03	54151,43
9	0,86	44,0	1,19	59287,23
10	0,86	57,59	1,6	24679,01

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	2655,3	10611,71	0,0	0,0	-3518,39	6160,99	0,0
2	5256,36	21006,66	2655,3	10611,71	4298,68	5744,86	0,0

3	9470,55	37848,35	5256,36	21006,66	15094,3	12268,54	0,0
4	12613,19	50407,69	9470,55	37848,35	31156,9	12073,63	0,0
5	14112,51	56399,6	12613,19	50407,69	43385,8	12140,38	0,0
6	12627,65	50465,46	14112,51	56399,6	60310,14	15032,45	0,0
7	11283,76	45094,71	12627,65	50465,46	37363,23	10625,02	0,0
8	6974,51	27873,11	11283,76	45094,71	39312,11	14424,65	0,0
9	-313,8	-1254,09	6974,51	27873,11	27176,41	16775,15	0,0
10	46,23	184,76	-313,8	-1254,09	13901,03	22511,04	0,0

SEZIONE 4 - LATO VASCA / CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,97 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,52 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,64 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,66 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie

Classe d'uso: Classe III
 Vita nominale: 100,0 [anni]
 Vita di riferimento: 150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: D
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025
 Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,5
2	0,0	-0,5
3	30,57	-0,5

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	-1,0
2	30,57	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,43
Ascissa centro superficie	10,04 m
Ordinata centro superficie	7,0 m
Raggio superficie	7,86 m

xc = 10,039 yc = 6,998 Rc = 7,859 Fs=1,431

Lambda = 0,351

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	1,0	-23,09	1,09	4341,5
2	1,0	-15,33	1,04	10880,67
3	1,0	-7,85	1,01	14887,31
4	1,0	-0,5	1,0	16314,28
5	1,0	6,83	1,01	28278,53
6	1,0	14,29	1,03	37075,84
7	1,28	23,12	1,39	55958,32
8	0,73	31,29	0,85	30772,26
9	1,0	39,11	1,29	45628,87
10	1,0	49,46	1,54	40222,86

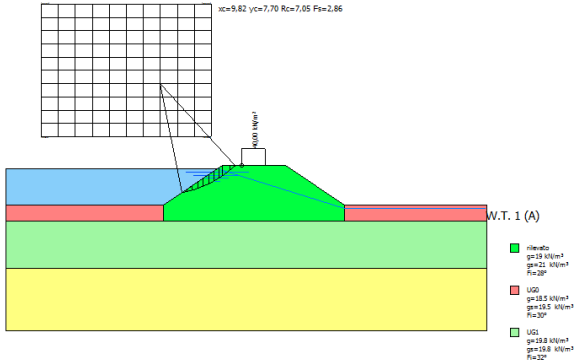
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1734,09	4937,15	0,0	0,0	556,43	163,3	0,0
2	4538,37	12921,27	1734,09	4937,15	5046,36	1480,94	0,0
3	6843,31	19483,69	4538,37	12921,27	8958,72	2629,1	0,0
4	8241,83	23465,44	6843,31	19483,69	11552,65	3390,33	0,0
5	11083,22	31555,22	8241,83	23465,44	23478,61	11475,57	0,0
6	12630,46	35960,39	11083,22	31555,22	34549,93	14593,91	0,0
7	11304,69	32185,78	12630,46	35960,39	51321,77	20917,76	0,0
8	10088,71	28723,72	11304,69	32185,78	25479,84	11223,19	0,0
9	5601,01	15946,72	10088,71	28723,72	30564,79	14825,58	0,0
10	27,96	79,6	5601,01	15946,72	17287,13	12508,08	0,0

Relazione di calcolo

SEZIONE 4 - CONDIZIONI MASSIMO INVASO

SEZIONE 4 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	2,24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4,34 m
Ascissa vertice destro superiore xs	13,06 m
Ordinata vertice destro superiore ys	12,75 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0

6	30,57	0,0
---	-------	-----

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	2,3
2	13,45	2,3
3	21,5	-0,2
4	30,5	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18,5	19,5	UG0
3	0	105	32	19,8	19,8	UG1
4	0	20	28	19,2	19,2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	2,86
Ascissa centro superficie	9,82 m

Ordinata centro superficie 7,7 m
Raggio superficie 7,05 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

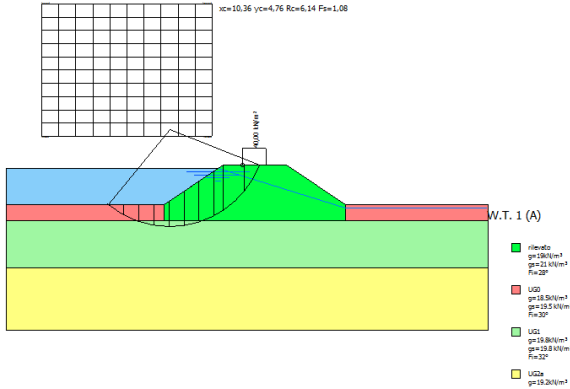
xc = 9,817 yc = 7,701 Rc = 7,05 Fs=2,858
Lambda = 0,426

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,34	12,51	0,35	5230,37
2	0,34	15,36	0,35	5491,07
3	0,34	18,25	0,36	5620,77
4	0,34	21,19	0,36	5613,39
5	0,34	24,19	0,37	5461,04
6	0,34	27,26	0,38	5153,91
7	0,34	30,42	0,39	4679,46
8	0,19	32,97	0,23	2648,12
9	0,49	36,36	0,6	4893,86
10	0,34	40,64	0,45	1077,0

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	4218,19	9894,42	0,0	0,0	3131,88	4751,68	0,0
2	10791,61	25313,43	4218,19	9894,42	3041,6	4810,74	0,0
3	30669,07	71939,16	10791,61	25313,43	1065,47	4884,61	0,0
4	16127,64	37829,94	30669,07	71939,16	6460,62	4975,32	0,0
5	11124,79	26094,97	16127,64	37829,94	4735,76	5085,46	0,0
6	8094,28	18986,43	11124,79	26094,97	4018,74	5218,59	0,0
7	5821,86	13656,08	8094,28	18986,43	3295,41	5379,56	0,0
8	3312,23	7769,37	5821,86	13656,08	1123,85	3154,75	0,0
9	1904,02	4466,19	3312,23	7769,37	3116,38	8234,34	0,0
10	-239,04	-560,7	1904,02	4466,19	-830,72	6113,33	0,0

SEZIONE 4 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Normativa NTC 2008
Numero di strati 4,0
Numero dei conci 10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1,3
Coefficiente parziale resistenza 1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 2,24 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi 4,34 m
Ascissa vertice destro superiore xs 13,06 m
Ordinata vertice destro superiore ys 12,75 m
Passo di ricerca 10,0
Numero di celle lungo x 10,0
Numero di celle lungo y 10,0

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
-----	----------	----------

1	0,0	2,3
2	13,45	2,3
3	21,5	-0,2
4	30,5	-0, 2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cur: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,08
Ascissa centro superficie	10,36 m
Ordinata centro superficie	4,76 m
Raggio superficie	6,14 m

xc = 10,358 yc = 4,758 Rc = 6,143 Fs=1,081

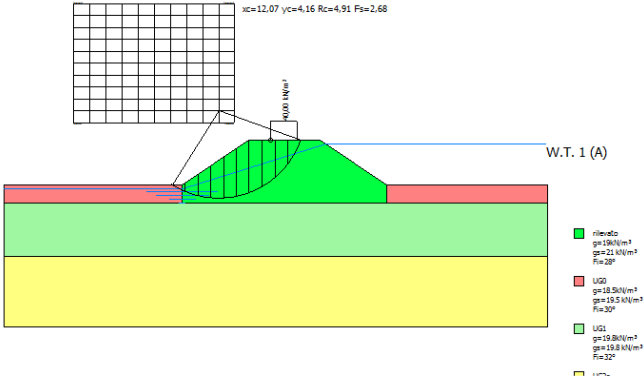
Lambda = 0,302

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,96	-33,85	1,16	3300,22
2	0,96	-23,56	1,05	8164,91
3	0,96	-14,05	0,99	11253,11
4	0,96	-4,93	0,96	12787,54
5	0,96	4,06	0,96	19968,54
6	0,96	13,15	0,99	25456,15
7	0,96	22,61	1,04	29277,33
8	0,56	30,49	0,65	33423,04
9	1,36	42,1	1,84	70037,83
10	0,96	59,57	1,9	52085,91

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	2519,09	8336,15	0,0	0,0	-3994,19	-1552,11	0,0
2	6018,75	19917,18	2519,09	8336,15	-352,34	-136,92	0,0
3	9315,0	30825,08	6018,75	19917,18	5070,91	2132,69	0,0
4	11731,45	38821,57	9315,0	30825,08	9645,26	4056,54	0,0
5	14014,15	46375,47	11731,45	38821,57	18176,16	7644,41	0,0
6	15394,05	50941,8	14014,15	46375,47	24483,71	10297,2	0,0
7	16913,32	55969,38	15394,05	50941,8	27557,43	16861,26	0,0
8	14115,59	46711,17	16913,32	55969,38	8534,09	7415,37	0,0
9	6457,88	21370,36	14115,59	46711,17	7640,32	15085,93	0,0
10	-451,72	-1494,83	6457,88	21370,36	8405,74	15763,35	893,84

SEZIONE 4 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008

Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,98 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5

4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,04	-0,2
3	18,1	2,3
4	30,5	2,3

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18,5	19,5	UG0	
3	0	105	32	19,8	19,8	UG1	
4	0	20	28	19,2	19,2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

=====	
Fs minimo individuato	2,68
Ascissa centro superficie	12,07 m
Ordinata centro superficie	4,16 m
Raggio superficie	4,91 m
=====	

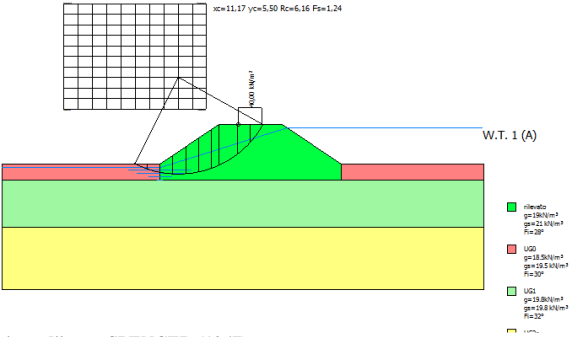
xc = 12,074 yc = 4,164 Rc = 4,914 Fs=2,678
Lambda = 0,287

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,72	-27,32	0,81	2903,05
2	0,72	-18,13	0,76	13277,69
3	0,72	-9,41	0,73	23285,22
4	0,72	-0,91	0,72	31598,16
5	0,72	7,57	0,73	38284,64
6	0,67	15,88	0,7	39884,12
7	0,78	24,95	0,86	45662,85
8	0,72	35,12	0,88	45947,49
9	0,72	46,41	1,05	55444,03
10	0,72	61,37	1,51	32897,02

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	2530,47	8805,6	0,0	0,0	-3710,63	5329,38	0,0
2	7604,93	26463,84	2530,47	8805,6	2301,7	11071,46	0,0
3	12031,24	41866,63	7604,93	26463,84	16087,19	10665,37	0,0
4	15214,3	52943,14	12031,24	41866,63	28235,76	10523,21	0,0
5	16769,98	58356,61	15214,3	52943,14	37122,01	10614,38	0,0
6	16776,55	58379,48	16769,98	58356,61	38361,23	10113,1	0,0
7	14636,16	50931,3	16776,55	58379,48	40200,92	12481,5	0,0
8	10670,51	37131,54	14636,16	50931,3	32888,14	12863,61	0,0
9	2700,02	9395,61	10670,51	37131,54	23636,12	15260,04	0,0
10	-16,84	-58,6	2700,02	9395,61	8764,79	21960,99	239,97

SEZIONE 4 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,98 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21

S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,04	-0,2
3	18,1	2,3
4	30,5	2, 3

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25

Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,24
Ascissa centro superficie	11,17 m
Ordinata centro superficie	5,5 m
Raggio superficie	6,16 m

xc = 11,167 yc = 5,504 Rc = 6,163 Fs=1,242

Lambda = 0,366

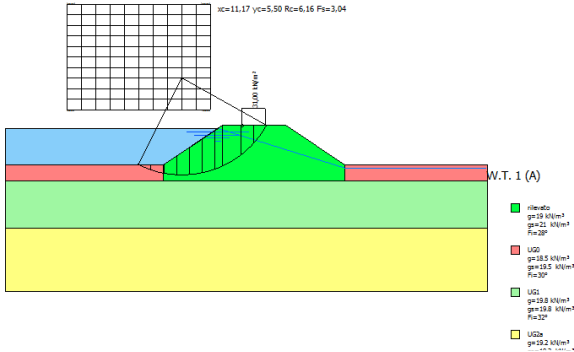
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,82	-22,63	0,88	2823,97
2	0,82	-14,6	0,84	7167,71
3	0,82	-6,86	0,82	14864,83
4	0,82	0,75	0,82	24460,12
5	0,82	8,38	0,82	32179,35
6	0,82	16,17	0,85	37980,87
7	0,46	22,45	0,5	23357,55
8	1,17	31,13	1,36	52785,29
9	0,82	42,64	1,11	54051,49
10	0,82	54,32	1,4	40531,14

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1337,93	3658,44	0,0	0,0	-36,26	-12,26	0,0
2	3209,36	8775,72	1337,93	3658,44	1702,66	575,77	0,0
3	7718,5	21105,56	3209,36	8775,72	4527,78	6221,09	0,0
4	11799,77	32265,42	7718,5	21105,56	13828,47	9083,54	0,0
5	14603,76	39932,69	11799,77	32265,42	21913,92	11652,74	0,0
6	15630,21	42739,41	14603,76	39932,69	27150,22	13428,54	0,0
7	15656,05	42810,06	15630,21	42739,41	16303,8	8015,49	0,0
8	12257,32	33516,56	15656,05	42810,06	31043,89	17656,11	0,0
9	5871,78	16055,85	12257,32	33516,56	27331,81	15005,57	0,0

10	-82,48	-225,53	5871,78	16055,85	13890,07	12514,64	0,0
----	--------	---------	---------	----------	----------	----------	-----

SEZIONE 4 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,98 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L.	TR	ag	F0	TC*
------	----	----	----	-----

Stato limite	Tempo ritorno [anni]	[m/s ²]	[-]	[sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	2,3
2	13,48	2,3
3	21,56	-0,2
4	30,5	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0

2	30,57	-4,0
---	-------	------

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	Fi (°)	G (kN/m ³)	Gs (kN/m ³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	15	2,5	16,5	2,5	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	3,04
Ascissa centro superficie	11,17 m
Ordinata centro superficie	5,5 m
Raggio superficie	6,16 m

xc = 11,167 yc = 5,504 Rc = 6,163 Fs=3,043
Lambda = 0,286

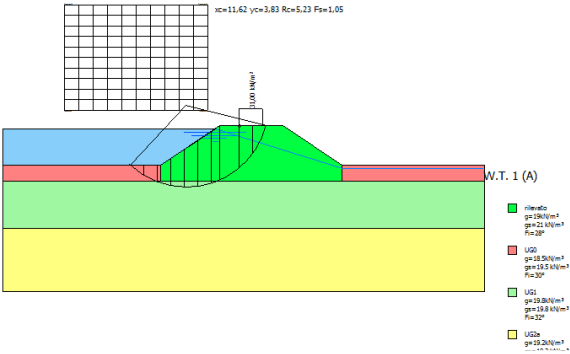
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,82	-22,63	0,88	21345,98
2	0,82	-14,6	0,84	25702,72
3	0,82	-6,86	0,82	31537,06
4	0,82	0,75	0,82	37243,27
5	0,82	8,38	0,82	41092,89
6	0,82	16,17	0,85	43024,78
7	0,46	22,45	0,5	24714,8
8	1,17	31,13	1,36	55979,29
9	0,82	42,64	1,11	49180,85
10	0,82	54,32	1,4	34664,09

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	4554,13	15896,23	0,0	0,0	9842,9	5090,76	0,0
2	8008,74	27954,57	4554,13	15896,23	18974,78	4855,56	0,0
3	12058,52	42090,37	8008,74	27954,57	26102,9	10516,93	0,0
4	14631,96	51072,96	12058,52	42090,37	35256,78	10442,5	0,0

5	15596,25	54438,84	14631,96	51072,96	40569,39	10554,31	0,0
6	14963,9	52231,61	15596,25	54438,84	41554,21	10871,43	0,0
7	15287,34	53360,59	14963,9	52231,61	23035,36	6422,54	0,0
8	10060,94	35117,79	15287,34	53360,59	42858,54	17462,2	0,0
9	3755,86	13109,85	10060,94	35117,79	25541,94	14195,23	0,0
10	-150,65	-525,83	3755,86	13109,85	10981,34	17901,0	0,0

SEZIONE 4 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,98 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:
Categoria topografica:

D
T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025
Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	2,3
2	13,48	2,3
3	21,56	-0,2
4	30,5	-0, 2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0

2	30,57	-1, 0
---	-------	-------

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato 1,05
Ascissa centro superficie 11,62 m
Ordinata centro superficie 3,83 m
Raggio superficie 5,23 m

xc = 11,621 yc = 3,829 Rc = 5,229 Fs=1,045
Lambda = 0,314

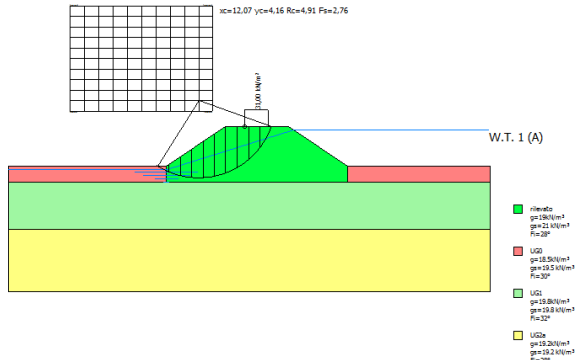
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,86	-37,0	1,08	3004,22
2	0,86	-25,83	0,96	7371,2
3	0,86	-15,66	0,9	12808,14
4	0,86	-6,0	0,87	19765,05
5	0,86	3,49	0,86	25469,35
6	0,86	13,08	0,88	29934,86
7	0,52	20,98	0,56	36829,8
8	1,2	31,82	1,42	77998,77
9	0,86	46,48	1,25	65561,73
10	0,86	64,32	1,99	39444,84

Sforzi sui concii

Nr.	Xi	Ei	Xi-1	Ei-1	N'i	Ti	Ui
-----	----	----	------	------	-----	----	----

	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)
1	3259,19	10368,06	0,0	0,0	-6367,13	-2557,93	0,0
2	7114,5	22632,46	3259,19	10368,06	-2011,51	-808,1	0,0
3	11444,4	36406,62	7114,5	22632,46	4691,51	2039,89	0,0
4	15586,56	49583,56	11444,4	36406,62	14467,2	6290,41	0,0
5	18695,93	59474,99	15586,56	49583,56	23212,3	10092,83	0,0
6	20306,92	64599,82	18695,93	59474,99	28958,56	12591,33	0,0
7	20536,19	65329,19	20306,92	64599,82	34552,02	15023,39	0,0
8	14433,05	45914,05	20536,19	65329,19	24116,64	18782,39	0,0
9	5620,65	17880,25	14433,05	45914,05	11713,28	13042,46	0,0
10	306,02	973,52	5620,65	17880,25	2469,92	14750,44	444,61

SEZIONE 4 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)	
Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri	
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,98 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]	
-------------------------------	--

Dati generali	
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento	
Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali	
Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo		
Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda		
Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,04	-0,2
3	18,1	2,3
4	30,5	2,3

Vertici strato1		
N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0

6	30,57	0,0
---	-------	-----

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	2,76
Ascissa centro superficie	12,07 m
Ordinata centro superficie	4,16 m
Raggio superficie	4,91 m

xc = 12,074 yc = 4,164 Rc = 4,914 Fs=2,761

Lambda = 0,295

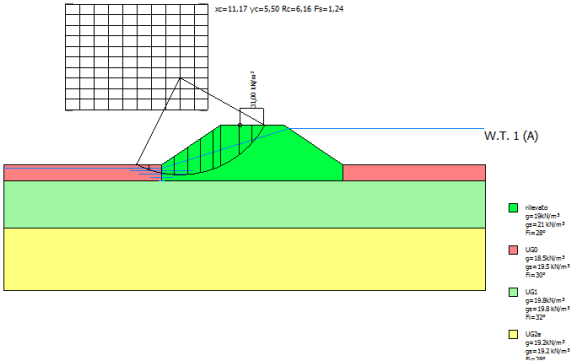
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,72	-27,32	0,81	2903,05
2	0,72	-18,13	0,76	13277,69
3	0,72	-9,41	0,73	23285,22
4	0,72	-0,91	0,72	31598,16
5	0,72	7,57	0,73	38284,64
6	0,67	15,88	0,7	39884,12
7	0,78	24,95	0,86	45662,85
8	0,72	35,12	0,88	43686,63

9	0,72	46,41	1,05	48934,49
10	0,72	61,37	1,51	28167,43

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	2525,59	8569,69	0,0	0,0	-3531,17	5169,17	0,0
2	7539,47	25582,46	2525,59	8569,69	2827,44	10738,65	0,0
3	11819,15	40104,0	7539,47	25582,46	16769,71	10344,76	0,0
4	14758,27	50076,84	11819,15	40104,0	28920,45	10206,88	0,0
5	15970,7	54190,79	14758,27	50076,84	37658,36	10295,31	0,0
6	15573,22	52842,09	15970,7	54190,79	38600,27	9809,09	0,0
7	12917,58	43831,14	15573,22	52842,09	40065,61	12106,3	0,0
8	8776,65	29780,4	12917,58	43831,14	30874,08	12476,92	0,0
9	1614,07	5476,76	8776,65	29780,4	20629,21	14801,32	0,0
10	-16,45	-55,83	1614,07	5476,76	8977,82	21300,83	239,97

SEZIONE 4 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,98 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,19 m
Passo di ricerca	10,0

Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,04	-0,2
3	18,1	2,3
4	30,5	2,3

Vertici strato1

N	X	y
---	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,24
Ascissa centro superficie	11,17 m
Ordinata centro superficie	5,5 m
Raggio superficie	6,16 m

xc = 11,167 yc = 5,504 Rc = 6,163 Fs=1,245

Lambda = 0,38

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,82	-22,63	0,88	2823,97
2	0,82	-14,6	0,84	7167,71

3	0,82	-6,86	0,82	14864,83
4	0,82	0,75	0,82	24460,12
5	0,82	8,38	0,82	32179,35
6	0,82	16,17	0,85	37980,87
7	0,46	22,45	0,5	23357,55
8	1,17	31,13	1,36	52785,29
9	0,82	42,64	1,11	47455,17
10	0,82	54,32	1,4	33627,45

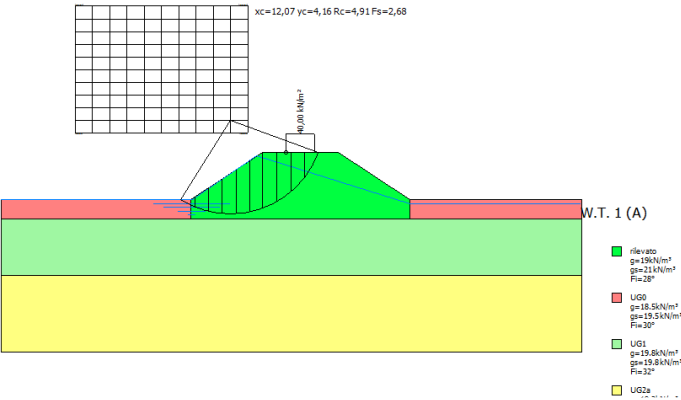
Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1392,46	3662,53	0,0	0,0	-27,12	-9,15	0,0
2	3299,09	8677,45	1392,46	3662,53	1829,76	617,26	0,0
3	7881,3	20729,85	3299,09	8677,45	4724,63	6267,23	0,0
4	11911,18	31329,48	7881,3	20729,85	14182,4	9171,58	0,0
5	14522,5	38197,94	11911,18	31329,48	22284,71	11739,81	0,0
6	15217,9	40027,01	14522,5	38197,94	27405,87	13475,56	0,0
7	15012,34	39486,35	15217,9	40027,01	16341,92	8007,99	0,0
8	10958,54	28823,8	15012,34	39486,35	30801,93	17538,33	0,0
9	4874,58	12821,4	10958,54	28823,8	22895,92	13591,24	0,0
10	-84,61	-222,55	4874,58	12821,4	11484,52	11737,1	0,0

Relazione di calcolo

SEZIONE 4 - CONDIZIONI RAPIDO SVASO

SEZIONE 4 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,98 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:
Categoria topografica:

D
T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,05	0,0
3	13,45	2,3
4	21,5	-0,2
5	30,5	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	Fi (°)	G (kN/m ³)	Gs (kN/m ³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	15	2,5	16,5	2,5	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	2,68
Ascissa centro superficie	12,07 m
Ordinata centro superficie	4,16 m
Raggio superficie	4,91 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

xc = 12,074 yc = 4,164 Rc = 4,914 Fs=2,678
Lambda = 0,287

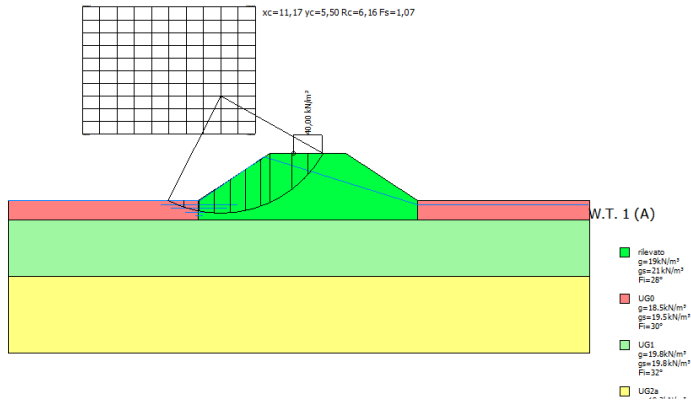
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,72	-27,32	0,81	2903,05
2	0,72	-18,13	0,76	13277,69
3	0,72	-9,41	0,73	23285,22
4	0,72	-0,91	0,72	31598,16
5	0,72	7,57	0,73	38284,64
6	0,67	15,88	0,7	39884,12
7	0,78	24,95	0,86	45662,85
8	0,72	35,12	0,88	45947,49
9	0,72	46,41	1,05	55444,03

10	0,72	61,37	1,51	32897,02
----	------	-------	------	----------

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	2530,47	8805,6	0,0	0,0	-3710,63	5329,38	0,0
2	7604,93	26463,84	2530,47	8805,6	2301,7	11071,46	0,0
3	12031,24	41866,63	7604,93	26463,84	16087,19	10665,37	0,0
4	15214,3	52943,14	12031,24	41866,63	28235,76	10523,21	0,0
5	16769,98	58356,61	15214,3	52943,14	37122,01	10614,38	0,0
6	16776,55	58379,48	16769,98	58356,61	38361,23	10113,1	0,0
7	14636,16	50931,3	16776,55	58379,48	40200,92	12481,5	0,0
8	10670,51	37131,54	14636,16	50931,3	32888,14	12863,61	0,0
9	2700,02	9395,61	10670,51	37131,54	23636,12	15260,04	0,0
10	-16,84	-58,6	2700,02	9395,61	8764,79	21960,99	0,0

SEZIONE 4 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,98 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,19 m

Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:	Stabilità dei pendii e Fondazioni
--------	-----------------------------------

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,05	0,0
3	13,45	2,3
4	21,5	-0,2
5	30,5	-0, 2

Vertici strato1

N	X	y
---	---	---

	(m)	(m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,07
Ascissa centro superficie	11,17 m
Ordinata centro superficie	5,5 m
Raggio superficie	6,16 m

xc = 11,167 yc = 5,504 Rc = 6,163 Fs=1,07

Lambda = 0,346

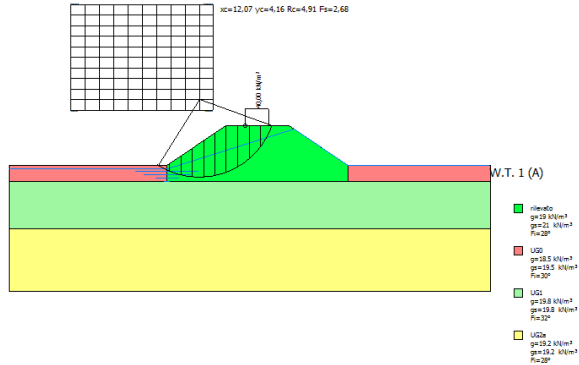
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,82	-22,63	0,88	2976,62
2	0,82	-14,6	0,84	7333,36

3	0,82	-6,86	0,82	15429,45
4	0,82	0,75	0,82	25491,38
5	0,82	8,38	0,82	33696,7
6	0,82	16,17	0,85	39984,29
7	0,46	22,45	0,5	24653,16
8	1,17	31,13	1,36	54864,86
9	0,82	42,64	1,11	54502,87
10	0,82	54,32	1,4	40531,14

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1067,8	3089,0	0,0	0,0	-1048,79	-411,51	0,0
2	2735,56	7913,63	1067,8	3089,0	455,1	178,56	0,0
3	7321,8	21181,03	2735,56	7913,63	2111,27	6345,01	0,0
4	11297,77	32682,99	7321,8	21181,03	9912,31	9124,37	0,0
5	13807,0	39941,86	11297,77	32682,99	16126,7	11429,26	0,0
6	14314,21	41409,17	13807,0	39941,86	18972,24	12625,79	0,0
7	13380,67	38708,54	14314,21	41409,17	10456,07	7187,16	0,0
8	9963,37	28822,75	13380,67	38708,54	20621,0	16719,77	0,0
9	4451,05	12876,3	9963,37	28822,75	25038,4	16581,95	0,0
10	-290,12	-839,28	4451,05	12876,3	15266,58	15017,89	0,0

SEZIONE 4 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,98 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
-----	----------	----------

1	0,0	-0,2
2	10,04	-0,2
3	18,1	2,3
4	21,5	0,0
5	30,5	0, 0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di

Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	2,68
Ascissa centro superficie	12,07 m
Ordinata centro superficie	4,16 m
Raggio superficie	4,91 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali.

xc = 12,074 yc = 4,164 Rc = 4,914 Fs=2,678

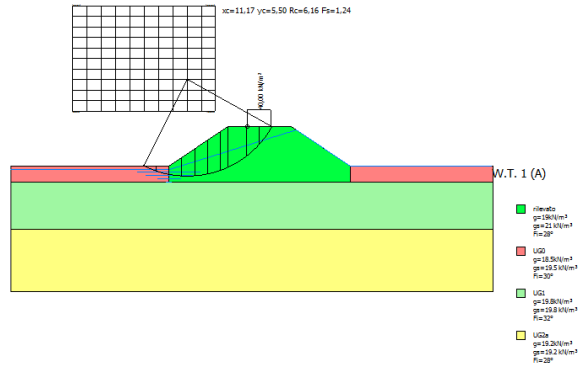
Lambda = 0,287

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,72	-27,32	0,81	2903,05
2	0,72	-18,13	0,76	13277,69
3	0,72	-9,41	0,73	23285,22
4	0,72	-0,91	0,72	31598,16
5	0,72	7,57	0,73	38284,64
6	0,67	15,88	0,7	39884,12
7	0,78	24,95	0,86	45662,85
8	0,72	35,12	0,88	45947,49
9	0,72	46,41	1,05	55444,03
10	0,72	61,37	1,51	32897,02

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	2530,47	8805,6	0,0	0,0	-3710,63	5329,38	0,0
2	7604,93	26463,84	2530,47	8805,6	2301,7	11071,46	0,0
3	12031,24	41866,63	7604,93	26463,84	16087,19	10665,37	0,0
4	15214,3	52943,14	12031,24	41866,63	28235,76	10523,21	0,0
5	16769,98	58356,61	15214,3	52943,14	37122,01	10614,38	0,0
6	16776,55	58379,48	16769,98	58356,61	38361,23	10113,1	0,0
7	14636,16	50931,3	16776,55	58379,48	40200,92	12481,5	0,0
8	10670,51	37131,54	14636,16	50931,3	32888,14	12863,61	0,0
9	2700,02	9395,61	10670,51	37131,54	23636,12	15260,04	0,0
10	-16,84	-58,6	2700,02	9395,61	8764,79	21960,99	239,97

SEZIONE 4 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)	
Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri	
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,91 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,49 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,98 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali	
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento	
Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L.	TR	ag	F0	TC*
Stato limite	Tempo ritorno	[m/s²]	[-]	[sec]

	[anni]			
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali		Stabilità dei pendii e Fondazioni		
Opera:				
S.L.	amax	beta	kh	kv
Stato limite	[m/s²]	[-]	[-]	[sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Vertici profilo		
Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda		
Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,04	-0,2
3	18,1	2,3
4	21,5	0,0
5	30,5	0,0

Vertici strato1		
N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Vertici strato2		
N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1,0

Vertici strato3		
N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m ²)	cu (kN/m ²)	Fi (°)	G (kN/m ³)	Gs (kN/m ³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m ²)
1	15	2,5	16,5	2,5	40

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,24
Ascissa centro superficie	11,17 m
Ordinata centro superficie	5,5 m
Raggio superficie	6,16 m

xc = 11,167 yc = 5,504 Rc = 6,163 Fs=1,242
 Lambda = 0,366

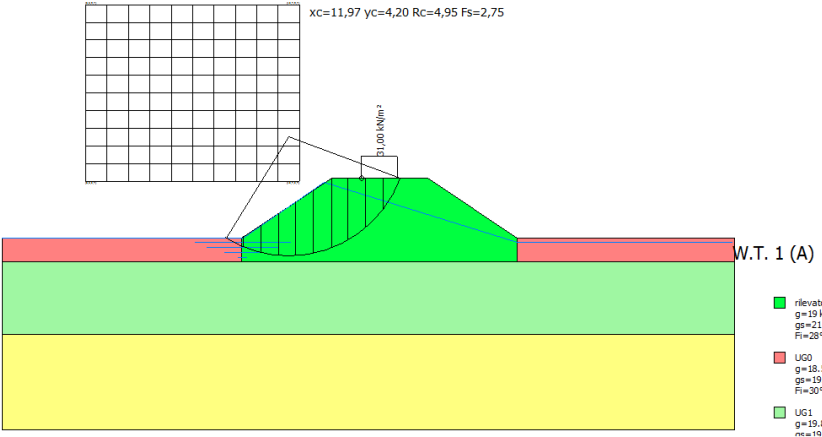
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,82	-22,63	0,88	2823,97
2	0,82	-14,6	0,84	7167,71
3	0,82	-6,86	0,82	14864,83
4	0,82	0,75	0,82	24460,12
5	0,82	8,38	0,82	32179,35
6	0,82	16,17	0,85	37980,87
7	0,46	22,45	0,5	23357,55
8	1,17	31,13	1,36	52785,29
9	0,82	42,64	1,11	54051,49
10	0,82	54,32	1,4	40531,14

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1337,93	3658,44	0,0	0,0	-36,26	-12,26	0,0
2	3209,36	8775,72	1337,93	3658,44	1702,66	575,77	0,0
3	7718,5	21105,56	3209,36	8775,72	4527,78	6221,09	0,0
4	11799,77	32265,42	7718,5	21105,56	13828,47	9083,54	0,0
5	14603,76	39932,69	11799,77	32265,42	21913,92	11652,74	0,0
6	15630,21	42739,41	14603,76	39932,69	27150,22	13428,54	0,0

7	15656,05	42810,06	15630,21	42739,41	16303,8	8015,49	0,0
8	12257,32	33516,56	15656,05	42810,06	31043,89	17656,11	0,0
9	5871,78	16055,85	12257,32	33516,56	27331,81	15005,57	0,0
10	-82,48	-225,53	5871,78	16055,85	13890,07	12514,64	0,0

SEZIONE 4 - LATO VASCA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	3,49 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,36 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,42 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,71 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali	
Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III

Vita nominale: 100,0 [anni]
Vita di riferimento: 150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: D
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025
Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,05	0,0
3	13,45	2,3
4	21,5	-0,2
5	30,5	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato 2,75
Ascissa centro superficie 11,97 m
Ordinata centro superficie 4,2 m
Raggio superficie 4,95 m

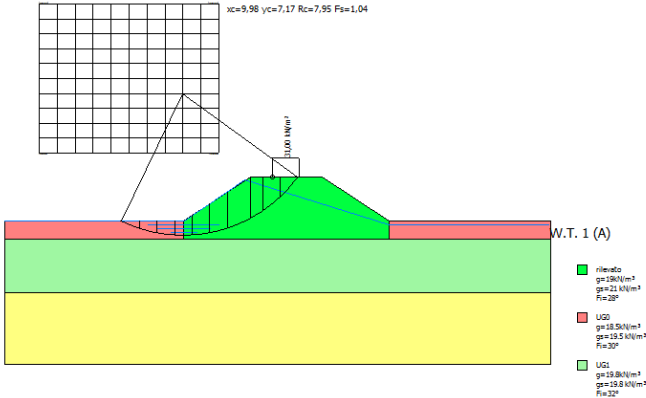
xc = 11,969 yc = 4,197 Rc = 4,947 Fs=2,752
Lambda = 0,313

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,73	-27,23	0,82	2917,2
2	0,73	-18,06	0,76	12223,67
3	0,73	-9,36	0,74	22310,11
4	0,73	-0,88	0,73	30691,19
5	0,73	7,58	0,73	37434,68
6	0,77	16,46	0,8	44985,31
7	0,69	25,51	0,76	39921,65
8	0,73	35,06	0,89	41055,06
9	0,73	46,31	1,05	49089,03
10	0,73	61,18	1,51	30799,8

Sforzi sui conc

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	2720,95	8700,66	0,0	0,0	-3738,92	5204,81	0,0
2	7982,76	25526,15	2720,95	8700,66	1649,06	10817,7	0,0
3	12510,61	40004,65	7982,76	25526,15	15567,42	10423,63	0,0
4	15652,33	50050,8	12510,61	40004,65	27802,55	10286,05	0,0
5	16998,81	54356,4	15652,33	50050,8	36699,74	10375,5	0,0
6	16022,76	51235,32	16998,81	54356,4	43434,14	11321,86	0,0
7	13936,11	44562,91	16022,76	51235,32	35078,57	10761,05	0,0
8	10124,37	32374,28	13936,11	44562,91	29570,01	12565,02	0,0
9	2649,05	8470,75	10124,37	32374,28	21338,85	14889,88	0,0
10	13,07	41,79	2649,05	8470,75	8253,47	21332,95	0,0

SEZIONE 4 - LATO VASCA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conc	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1,92 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,83 m
Ascissa vertice destro superiore xs	11,99 m
Ordinata vertice destro superiore ys	12,18 m

Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,05	0,0
3	13,45	2,3
4	21,5	-0,2
5	30,5	-0,2

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1,0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia
1	10	60	28	19	21	rilevato
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	1,04
Ascissa centro superficie	9,98 m
Ordinata centro superficie	7,17 m
Raggio superficie	7,95 m

xc = 9,978 yc = 7,168 Rc = 7,946 Fs=1,044
Lambda = 0,339

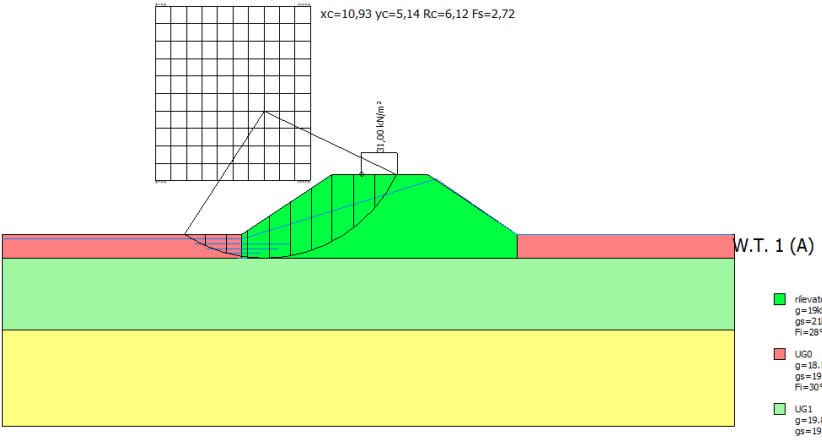
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
-----	--------	-------------	---------	-----------

1	0,99	-21,74	1,06	4145,1
2	0,99	-14,24	1,02	10283,42
3	0,99	-6,98	0,99	13826,24
4	0,99	0,16	0,99	14954,28
5	0,99	7,3	0,99	28330,92
6	0,99	14,56	1,02	38025,03
7	1,29	23,29	1,4	59564,36
8	0,69	31,24	0,8	30133,56
9	0,99	38,69	1,26	43800,18
10	0,99	48,64	1,49	38941,17

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	1376,4	4057,51	0,0	0,0	-1086,47	-437,09	0,0
2	3580,52	10555,04	1376,4	4057,51	1090,6	438,75	0,0
3	5416,52	15967,39	3580,52	10555,04	4458,37	1793,61	0,0
4	6456,18	19032,21	5416,52	15967,39	6595,64	2653,44	0,0
5	9372,43	27629,03	6456,18	19032,21	13460,77	11913,05	0,0
6	10521,26	31015,67	9372,43	27629,03	18571,02	13978,23	0,0
7	8642,68	25477,79	10521,26	31015,67	24199,82	18718,56	0,0
8	6769,81	19956,74	8642,68	25477,79	10836,66	9607,15	0,0
9	3374,38	9947,35	6769,81	19956,74	19383,66	15982,91	0,0
10	176,96	521,65	3374,38	9947,35	20376,32	17944,88	0,0

SEZIONE 4 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long.	45,788884/9,316197
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei concii	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco

Analisi

Condizione non drenata

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	6,4 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	2,23 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,87 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9,49 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,025
Coefficiente azione sismica verticale	0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,04	-0,2
3	18,1	2,3
4	21,5	0,0
5	30,5	0, 0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di

Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18.5	19.5	UG0	
3	0	105	32	19.8	19.8	UG1	
4	0	20	28	19.2	19.2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	2,72
Ascissa centro superficie	10,93 m
Ordinata centro superficie	5,14 m

Raggio superficie 6,12 m

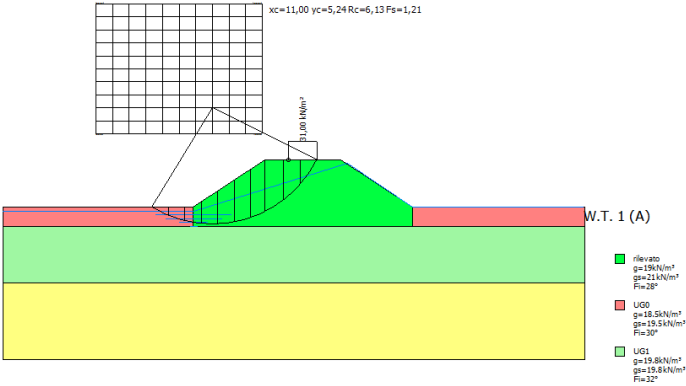
xc = 10,929 yc = 5,136 Rc = 6,118 Fs=2,723
Lambda = 0,295

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,88	-28,21	1,0	4494,36
2	0,88	-19,11	0,94	11152,65
3	0,88	-10,51	0,9	15174,19
4	0,88	-2,14	0,89	26829,41
5	0,88	6,17	0,89	37205,7
6	0,88	14,63	0,91	45151,58
7	0,84	23,19	0,91	47738,04
8	0,93	32,64	1,11	49320,0
9	0,88	43,55	1,22	51280,95
10	0,88	56,88	1,62	38717,34

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	3388,71	11480,37	0,0	0,0	-4347,28	6462,52	0,0
2	6681,85	22637,0	3388,71	11480,37	4001,34	6027,37	0,0
3	9293,51	31484,84	6681,85	22637,0	11001,09	5792,26	0,0
4	13179,85	44651,1	9293,51	31484,84	22807,86	12664,63	0,0
5	15410,17	52207,07	13179,85	44651,1	35965,94	12729,57	0,0
6	15534,02	52626,65	15410,17	52207,07	43957,23	13079,67	0,0
7	13718,19	46474,94	15534,02	52626,65	43229,47	13052,18	0,0
8	9898,0	33532,76	13718,19	46474,94	37639,37	15811,27	0,0
9	3773,2	12782,96	9898,0	33532,76	26909,54	17461,71	0,0
10	-26,3	-89,12	3773,2	12782,96	11917,73	23159,74	0,0

SEZIONE 4 - LATO CAMPAGNA - CONDIZIONI DRENATE - SISMA



Analisi di stabilità dei pendii con: SPENCER (1967)

Lat./Long. 45,788884/9,316197
Normativa NTC 2008
Numero di strati 4,0
Numero dei conci 10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1,3
Coefficiente parziale resistenza 1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco
Analisi Condizione drenata
Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 4,88 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi 3,87 m
Ascissa vertice destro superiore xs 13,62 m
Ordinata vertice destro superiore ys 10,7 m
Passo di ricerca 10,0
Numero di celle lungo x 10,0
Numero di celle lungo y 10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe III
Vita nominale: 100,0 [anni]
Vita di riferimento: 150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: D
Categoria topografica: T1

S.L.	TR	ag	F0	TC*
------	----	----	----	-----

Stato limite	Tempo ritorno [anni]	[m/s²]	[-]	[sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali
Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,025
Coefficiente azione sismica verticale 0,013

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	13,75	2,5
4	17,75	2,5
5	21,5	0,0
6	30,57	0,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,2
2	10,04	-0,2
3	18,1	2,3
4	21,5	0,0
5	30,5	0, 0

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	10,0	0,0
3	10,0	-1,0
4	21,5	-1,0
5	21,5	0,0
6	30,57	0, 0

Vertici strato2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-1,0
2	30,57	-1, 0

Vertici strato3

N	X (m)	y (m)
---	----------	----------

1	0,0	-4,0
2	30,57	-4,0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m²)	cu (kN/m²)	Fi (°)	G (kN/m³)	Gs (kN/m³)	Litologia	
1	10	60	28	19	21	rilevato	
2	0	27	30	18,5	19,5	UG0	
3	0	105	32	19,8	19,8	UG1	
4	0	20	28	19,2	19,2	UG2a	

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	15	2,5	16,5	2,5	31

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato 1,21
Ascissa centro superficie 11,0 m
Ordinata centro superficie 5,24 m
Raggio superficie 6,13 m

xc = 11,001 yc = 5,239 Rc = 6,129 Fs=1,214

Lambda = 0,36

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (N)
1	0,87	-26,73	0,97	3874,73
2	0,87	-17,93	0,91	9868,12
3	0,87	-9,56	0,88	13439,66
4	0,87	-1,4	0,87	25599,86
5	0,87	6,74	0,87	34851,64
6	0,87	15,02	0,9	41794,59
7	0,73	22,93	0,79	38878,48
8	1,0	32,19	1,18	48876,19
9	0,87	43,3	1,19	48897,47
10	0,87	56,17	1,56	35856,56

Sforzi sui concii

Nr.	Xi (N)	Ei (N)	Xi-1 (N)	Ei-1 (N)	N'i (N)	Ti (N)	Ui (N)
1	2161,81	6001,37	0,0	0,0	-1429,46	-494,38	0,0
2	5058,75	14043,53	2161,81	6001,37	859,41	297,23	0,0
3	7374,74	20472,93	5058,75	14043,53	4935,82	1707,05	0,0

4	11901,0	33038,25	7374,74	20472,93	13154,05	9381,92	0,0
5	14968,3	41553,34	11901,0	33038,25	22902,34	12521,42	0,0
6	15941,16	44254,09	14968,3	41553,34	29243,17	14688,5	0,0
7	14998,96	41638,46	15941,16	44254,09	26056,49	13061,51	0,0
8	11254,28	31242,9	14998,96	41638,46	26516,77	15530,27	0,0
9	5128,09	14236,02	11254,28	31242,9	20592,86	13691,12	0,0
10	-34,25	-95,07	5128,09	14236,02	10450,0	12650,82	0,0

ALLEGATO 2

REPORT ANALISI CARICO LIMITE E CEDIMENTI

SEZIONE 1

CALCOLO PORTANZA E CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Norme tecniche per le Costruzioni 2008

Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.

Eurocodice 7

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

Eurocodice 8

Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SU TERRENI

Il carico limite di una fondazione superficiale può essere definito con riferimento a quel valore massimo del carico per il quale in nessun punto del sottosuolo si raggiunge la condizione di rottura (metodo di Frolich), oppure con riferimento a quel valore del carico, maggiore del precedente, per il quale il fenomeno di rottura si è esteso ad un ampio volume del suolo (metodo di Prandtl e successivi).

Prandtl ha studiato il problema della rottura di un semispazio elastico per effetto di un carico applicato sulla sua superficie con riferimento all'acciaio, caratterizzando la resistenza a rottura con una legge del tipo:

$$\tau = c + \sigma \times \tan \varphi \quad \text{valida anche per i terreni.}$$

Le ipotesi e le condizioni introdotte dal Prandtl sono le seguenti:

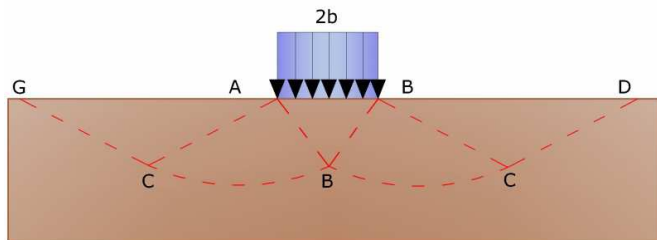
- Materiale privo di peso e quindi $\gamma=0$
- Comportamento rigido - plastico
- Resistenza a rottura del materiale esprimibile con la relazione $\tau=c + \sigma \times \tan \varphi$
- Carico uniforme, verticale ed applicato su una striscia di lunghezza infinita e di larghezza $2b$ (stato di deformazione piana)
- Tensioni tangenziali nulle al contatto fra la striscia di carico e la superficie limite del semispazio.

All'atto della rottura si verifica la plasticizzazione del materiale racchiuso fra la superficie limite del semispazio e la superficie $GFBCD$.

Nel triangolo AEB la rottura avviene secondo due famiglie di segmenti rettilinei ed inclinati di $45^\circ + \varphi/2$ rispetto all'orizzontale.

Nelle zone ABF e EBC la rottura si produce lungo due famiglie di linee, l'una costituita da segmenti rettilinei passanti rispettivamente per i punti A ed E e l'altra da archi di due famiglie di spirali logaritmiche.

I poli di queste sono i punti A ed E . Nei triangoli AFG e ECD la rottura avviene su segmenti inclinati di $\pm(45^\circ + \varphi/2)$ rispetto alla verticale.



Meccanismo di rottura di Prandtl

Individuato così il volume di terreno portato a rottura dal carico limite, questo può essere calcolato scrivendo la condizione di equilibrio fra le forze agenti su qualsiasi volume di terreno delimitato in basso da una qualunque delle

superfici di scorrimento.

Si arriva quindi ad una equazione $q = B \times c$, dove il coefficiente B dipende soltanto dall'angolo di attrito φ del terreno.

$$B = \cot \varphi \left[e^{\frac{\pi}{2} \tan \varphi} \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) - 1 \right]$$

Per $\varphi = 0$ il coefficiente B risulta pari a 5.14, quindi $q = 5.14 \times c$.

Nell'altro caso particolare di terreno privo di coesione ($c=0, \varphi \neq 0$) risulta $q=0$, secondo la teoria di **Prandtl**, non sarebbe dunque possibile applicare nessun carico sulla superficie limite di un terreno incoerente.

Da questa teoria, anche se non applicabile praticamente, hanno preso le mosse tutte le ricerche ed i metodi di calcolo successivi.

Infatti **Caquot** si pose nelle stesse condizioni di Prandtl ad eccezione del fatto che la striscia di carico non è più applicata sulla superficie limite del semispazio, ma a una profondità h , con $h \leq 2b$; il terreno compreso tra la superficie e la profondità h ha le seguenti caratteristiche: $\gamma \neq 0, \varphi = 0, c = 0$ e cioè è un mezzo dotato di peso ma privo di resistenza.

Risolvendo le equazioni di equilibrio si arriva all'espressione:

$$q = A \times \gamma h + B \times c$$

che è sicuramente un passo avanti rispetto a Prandtl, ma che ancora non rispecchia la realtà.

Metodo di Terzaghi (1955)

Terzaghi, proseguendo lo studio di Caquot, ha apportato alcune modifiche per tenere conto delle effettive caratteristiche dell'insieme opera di fondazione-terreno.

Sotto l'azione del carico trasmesso dalla fondazione il terreno che si trova a contatto con la fondazione stessa tende a sfuggire lateralmente, ma ne è impedito dalle resistenze tangenziali che si sviluppano fra la fondazione ed il terreno. Ciò comporta una modifica dello stato tensionale nel terreno posto direttamente al di sotto della fondazione; per tenerne conto **Terzaghi** assegna ai lati AB ed EB del cuneo di Prandtl una inclinazione ψ rispetto all'orizzontale, scegliendo il valore di ψ in funzione delle caratteristiche meccaniche del terreno al contatto terreno-opera di fondazione.

L'ipotesi $\gamma_2 = 0$ per il terreno sotto la fondazione viene così superata ammettendo che le superfici di rottura restino inalterate, l'espressione del carico limite è quindi:

$$q = A \times \gamma \times h + B \times c + C \times \gamma \times b$$

in cui C è un coefficiente che risulta funzione dell'angolo di attrito φ del terreno posto al di sotto del piano di posa e dell'angolo φ prima definito; b è la semilarghezza della striscia.

Inoltre, basandosi su dati sperimentali, **Terzaghi** passa dal problema piano al problema spaziale introducendo dei fattori di forma.

Un ulteriore contributo è stato apportato da **Terzaghi** sull'effettivo comportamento del terreno.

Nel metodo di Prandtl si ipotizza un comportamento del terreno rigido-plastico, **Terzaghi** invece ammette questo comportamento nei terreni molto compatti.

In essi, infatti, la curva carichi-cedimenti presenta un primo tratto rettilineo, seguito da un breve tratto curvilineo (comportamento elasto-plastico); la rottura è istantanea ed il valore del carico limite risulta chiaramente individuato (rottura generale).

In un terreno molto sciolto invece la relazione carichi-cedimenti presenta un tratto curvilineo accentuato fin dai carichi più bassi per effetto di una rottura progressiva del terreno (rottura locale); di conseguenza l'individuazione del carico limite non è così chiara ed evidente come nel caso dei terreni compatti.

Per i terreni molto sciolti, Terzaghi consiglia di prendere in considerazione il carico limite il valore che si calcola con la formula precedente introducendo però dei valori ridotti delle caratteristiche meccaniche del terreno e precisamente:

$$\tan \varphi_{rid} = 2/3 \times \tan \varphi \quad e \quad c_{rid} = 2/3 \times c$$

Esplicitando i coefficienti della formula precedente, la formula di Terzaghi può essere scritta:

$$q_{ult} = c \times N_c \times s_c + \gamma \times D \times N_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma$$

dove:

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2 (45 + \varphi/2)}$$

$$a = e^{(0.75\pi - \varphi/2) \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \varphi}{2} \left(\frac{K_p \gamma}{\cos^2 \varphi} - 1 \right)$$

Formula di Meyerhof (1963)

Meyerhof propose una formula per il calcolo del carico limite simile a quella di Terzaghi.; le differenze consistono nell'introduzione di ulteriori coefficienti di forma.

Egli introdusse un coefficiente s_q che moltiplica il fattore N_q , fattori di profondità d_i e di pendenza i_i per il caso in cui il carico trasmesso alla fondazione è inclinato sulla verticale.

I valori dei coefficienti N furono ottenuti da Meyerhof ipotizzando vari archi di prova BF (v. meccanismo Prandtl), mentre il taglio lungo i piani AF aveva dei valori approssimati.

I fattori di forma tratti da Meyerhof sono di seguito riportati, insieme all'espressione della formula.

$$\begin{aligned} \text{Carico verticale} \quad q_{ult} &= c \times N_c \times s_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times s_q \times d_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times s_\gamma \times d_\gamma \\ \text{Carico inclinato} \quad q_{ult} &= c \times N_c \times i_c \times d_c + \gamma \times D \times N_q \times i_q \times d_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times i_\gamma \times d_\gamma \end{aligned}$$

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2 (45 + \varphi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1.4 \varphi)$$

fattore di forma:

$$s_c = 1 + 0.2 k_p \frac{B}{L} \quad \text{per } \varphi > 10$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 k_p \frac{B}{L} \quad \text{per } \varphi = 0$$

fattore di profondità:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{k_p} \frac{D}{B}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \sqrt{k_p} \frac{D}{B} \quad \text{per } \varphi > 10$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \varphi = 0$$

inclinazione:

$$i_c = i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{90} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi} \right)^2 \quad \text{per } \varphi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \varphi = 0$$

dove :

$$K_p = \tan^2 (45^\circ + \varphi/2)$$

θ = Inclinazione della risultante sulla verticale.

Formula di Hansen (1970)

E' una ulteriore estensione della formula di Meyerhof; le estensioni consistono nell'introduzione di b_i che tiene conto della eventuale inclinazione sull'orizzontale del piano di posa e un fattore g_i per terreno in pendenza.

La formula di Hansen vale per qualsiasi rapporto D/B , quindi sia per fondazioni superficiali che profonde, ma lo stesso autore introdusse dei coefficienti per meglio interpretare il comportamento reale della fondazione, senza di essi, infatti, si avrebbe un aumento troppo forte del carico limite con la profondità.

Per valori di $D/B < 1$

$$d_c = 1 + 0.4 \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) \frac{D}{B}$$

Per valori $D/B > 1$:

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

Nel caso $\varphi = 0$

D/B	0	1	1.1	2	5	10	20	100
d'_c	0	0.40	0.33	0.44	0.55	0.59	0.61	0.62

Nei fattori seguenti le espressioni con apici (') valgono quando $\varphi = 0$.

Fattore di forma:

$$s'_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 \quad \text{per fondazioni nastriformi}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Fattori di inclinazione del carico

$$i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta = 0)$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta / 450)H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta > 0)$$

Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio):

$$g'_c = \frac{\beta}{147}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{147}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$$

Fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata)

$$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_q = \exp(-2\eta \tan \varphi)$$

Formula di Vesic (1975)

La formula di Vesic è analoga alla formula di Hansen, con N_q ed N_c come per la formula di Meyerhof ed N_γ come sotto riportato:

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

I fattori di forma e di profondità che compaiono nelle formule del calcolo della capacità portante sono uguali a quelli proposti da Hansen; alcune differenze sono invece riportate nei fattori di inclinazione del carico, del terreno (fondazione su pendio) e del piano di fondazione (base inclinata).

Formula Brich-Hansen (EC 7 – EC 8)

Affinché una fondazione possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (stato limite ultimo), deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa; mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto R_d si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine.

Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c i_c + q$$

Dove:

$A' = B' \cdot L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u Coesione non drenata.

q pressione litostatica totale sul piano di posa.

s_c Fattore di forma

$s_c = 1 + 0.2 (B'/L')$ per fondazioni rettangolari

$s_c = 1,2$ Per fondazioni quadrate o circolari.

i_c Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H .

$$i_c = 0.5 \left(1 + \sqrt{1 - H/A' c_u} \right)$$

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0.5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2(45 + \varphi' / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + (B' / L') \cdot \sin \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_q = 1 + \sin \varphi' \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.3(B'/L') \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 0,7 \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H

$$i_q = [1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi')]^m$$

$$i_\gamma = [1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \varphi')]^{m+1}$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Dove:

$$m = m_B = \left[\frac{2 + \left(\frac{B'}{L'} \right)}{1 + \left(\frac{B'}{L'} \right)} \right] \text{ con } H//B'$$

$$m = m_L = \left[\frac{2 + \left(\frac{L'}{B'} \right)}{1 + \left(\frac{L'}{B'} \right)} \right] \text{ con } H//L'$$

Se H forma un angolo θ con la direzione di L' , l'esponente "m" viene calcolato con la seguente espressione:

$$m = m_\theta = m_L \cos^2 \theta + m_B \sin^2 \theta$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (Hansen).

Metodo di Richards et. Al.

Richards, Helm e Budhu (1993) hanno sviluppato una procedura che consente, in condizioni sismiche, di valutare sia il carico limite sia i cedimenti indotti, e quindi di procedere alle verifiche di entrambi gli stati limite (ultimo e di danno). La valutazione del carico limite viene perseguita mediante una semplice estensione del problema del carico limite al caso della presenza di forze di inerzia nel terreno di fondazione dovute al sisma, mentre la stima dei cedimenti viene ottenuta mediante un approccio alla Newmark (cfr. Appendice H di "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" – Associazione Geotecnica Italiana). Gli autori hanno esteso la classica formula trinomia del carico limite:

$$q_L = N_q \cdot q + N_c \cdot c + 0.5 N_\gamma \cdot \gamma \cdot B$$

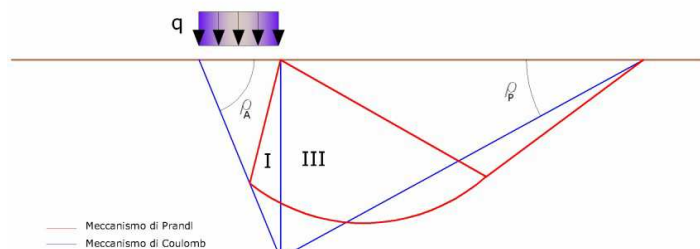
Dove i fattori di capacità portante vengono calcolati con le seguenti formule:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot(\phi)$$

$$N_q = \frac{K_{pE}}{K_{AE}}$$

$$N_\gamma = \left(\frac{K_{pE}}{K_{AE}} - 1 \right) \cdot \tan(\rho_{AE})$$

Esaminando con un approccio da equilibrio limite, un meccanismo alla Coulomb e portando in conto le forze d'inerzia agenti sul volume di terreno a rottura. In campo statico, il classico meccanismo di Prandtl può essere infatti approssimato come mostrato nella figura che segue, eliminando la zona di transizione (ventaglio di Prandtl) ridotta alla sola linea AC, che viene riguardata come una parete ideale in equilibrio sotto l'azione della spinta attiva e della spinta passiva che riceve dai cunei I e III:



Schema di calcolo del carico limite (q_L)

Gli autori hanno ricavato le espressioni degli angoli ρ_A e ρ_P che definiscono le zone di spinta attiva e passiva, e dei coefficienti di spinta attiva e passiva K_A e K_P in funzione dell'angolo di attrito interno ϕ del terreno e dell'angolo di attrito δ terreno – parete ideale:

$$\rho_A = \phi + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{\tan(\phi) \cdot (\tan(\phi) \cdot \cot(\phi)) \cdot (1 + \tan(\delta) \cdot \cot(\phi))} - \tan(\phi)}{1 + \tan(\delta) \cdot (\tan(\phi) + \cot(\phi))} \right\}$$

$$\rho_P = -\phi + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{\tan(\phi) \cdot (\tan(\phi) \cdot \cot(\phi)) \cdot (1 + \tan(\delta) \cdot \cot(\phi))} + \tan(\phi)}{1 + \tan(\delta) \cdot (\tan(\phi) + \cot(\phi))} \right\}$$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi)}{\cos(\delta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi)}{\cos(\delta)}} \right\}^2}$$

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

E' comunque da osservare che l'impiego delle precedenti formule assumendo $\phi=0.5\delta$, conduce a valore dei coefficienti di carico limite molto prossimi a quelli basati su un'analisi alla Prandtl. Richards et. Al. hanno quindi esteso l'applicazione del meccanismo di Coulomb al caso sismico, portando in conto le forze d'inerzia agenti sul volume di terreno a rottura. Tali forze di massa, dovute ad accelerazioni $k_h g$ e $k_v g$, agenti rispettivamente in direzione orizzontale e verticale, sono a loro volta pari a $k_h \gamma$ e $k_v \gamma$. Sono state così ottenute le estensioni delle espressioni di ρ_A e ρ_P , nonché di K_A e K_P , rispettivamente indicate come ρ_{AE} e ρ_{PE} e come K_{AE} e K_{PE} per denotare le condizioni sismiche:

$$\rho_{AE} = (\phi - \vartheta) + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{[1 + \tan^2(\phi - \vartheta)] \cdot [1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot \cot(\phi - \vartheta)]} - \tan(\phi - \vartheta)}{1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot (\tan(\phi - \vartheta) + \cot(\phi - \vartheta))} \right\}$$

$$\rho_{PE} = -(\phi - \vartheta) + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{[1 + \tan^2(\phi - \vartheta)] \cdot [1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot \cot(\phi - \vartheta)]} + \tan(\phi - \vartheta)}{1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot (\tan(\phi - \vartheta) + \cot(\phi - \vartheta))} \right\}$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \vartheta)}{\cos(\vartheta) \cdot \cos(\delta + \vartheta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \vartheta)}{\cos(\delta + \vartheta)}} \right\}^2}$$

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\phi - \vartheta)}{\cos(\vartheta) \cdot \cos(\delta + \vartheta) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \vartheta)}{\cos(\delta + \vartheta)}} \right\}^2}$$

I valori di N_q e N_γ sono determinabili ancora avvalendosi delle formule precedenti, impiegando naturalmente le espressioni degli angoli ρ_{AE} e ρ_{PE} e dei coefficienti K_{AE} e K_{PE} relative al caso sismico. In tali espressioni compare l'angolo θ definito come:

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

Nella tabella che segue sono mostrati i fattori di capacità portante calcolati per i seguenti valori dei parametri:

$$- \phi = 30^\circ \quad \delta = 15^\circ$$

Per diversi valori dei coefficienti di spinta sismica:

$k_h/(1-k_v)$	N_q	N_γ	N_c
0	16.51037	23.75643	26.86476
0.087	13.11944	15.88906	20.9915
0.176	9.851541	9.465466	15.33132
0.268	7.297657	5.357472	10.90786
0.364	5.122904	2.604404	7.141079
0.466	3.216145	0.879102	3.838476
0.577	1.066982	1.103E-03	0.1160159

Tabella dei fattori di capacità portante per $\phi=30^\circ$ **VERIFICA A SLITTAMENTO**

In conformità con i criteri di progetto allo SLU, la stabilità di un plinto di fondazione deve essere verificata rispetto al collasso per slittamento oltre a quello per rottura generale. Rispetto al collasso per slittamento la resistenza viene valutata come somma di una componente dovuta all'adesione e una dovuta all'attrito fondazione-terreno; la resistenza laterale derivante dalla spinta passiva del terreno può essere messa in conto secondo una percentuale indicata dell'utente. La resistenza di calcolo per attrito ed adesione è valutata secondo l'espressione:

$$F_{Rd} = N_{sd} \tan \delta + c_a A'$$

Nella quale N_{sd} è il valore di calcolo della forza verticale, δ è l'angolo di resistenza a taglio alla base del plinto, c_a è l'adesione plinto-terreno e A' è l'area della fondazione efficace, intesa, in caso di carichi eccentrici, come area ridotta al centro della quale è applicata la risultante.

CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SU ROCCIA

Per la valutazione della capacità portante ammissibile delle rocce si deve tener conto di di alcuni parametri significativi quali le caratteristiche geologiche, il tipo di roccia e la sua qualità, misurata con l'RQD. Nella capacità portante delle rocce si utilizzano normalmente fattori di sicurezza molto alti e legati in qualche modo al valore del coefficiente RQD: ad esempio, per una roccia con RQD pari al massimo a 0.75 il fattore di sicurezza varia tra 6 e 10. Per la determinazione della capacità portante di una roccia si possono usare le formule di Terzaghi, usando angolo d'attrito e coesione della roccia, o quelle proposte da **Stagg** e **Zienkiewicz** (1968) in cui i coefficienti della formula della capacità portante valgono:

$$N_q = \tan^6 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = 5 \tan^4 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = N_q + 1$$

Con tali coefficienti vanno usati i fattori di forma impiegati nella formula di Terzaghi.

La capacità portante ultima calcolata è comunque funzione del coefficiente RQD secondo la seguente espressione:

$$q' = q_{ult} (RQD)^2$$

Se il carotaggio in roccia non fornisce pezzi intatti (RQD tende a 0), la roccia viene trattata come un terreno stimando al meglio i parametri c e ϕ .

FATTORI CORRETTIVI SISMICI: PAOLUCCI E PECKER

Per tener conto degli effetti inerziali indotti dal sisma sulla determinazione del q_{lim} vengono introdotti i fattori correttivi z :

$$z_q = \left(1 - \frac{k_h}{tg \phi} \right)^{0,35}$$

$$z_c = 1 - 0,32 \cdot k_h$$

$$z_\gamma = z_q$$

Dove k_h è il coefficiente sismico orizzontale.

Calcolo coefficienti sismici

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti k_h e k_v in dipendenza di vari fattori:

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

$$k_v = \pm 0,5 \times K_h$$

β Coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g Accelerazione di gravità;

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

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

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq S_S \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica) per fondazioni in prossimità di pendii.

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1 (S_T = 1.0) \quad T2 (S_T = 1.20) \quad T3 (S_T = 1.20) \quad T4 (S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = a_g R \gamma_I S / (g)$$

$a_g R$: accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

γ_I : fattore di importanza,

S : soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_g R \gamma_I$$

è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale k_v è definito in funzione di k_h , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

CEDIMENTI ELASTICI

I cedimenti di una fondazione rettangolare di dimensioni $B \times L$ posta sulla superficie di un semispazio elastico si possono calcolare in base ad una equazione basata sulla teoria dell'elasticità (Timoshenko e Goodier (1951)):

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1 - \mu^2}{E_s} \left(I_1 + \frac{1 - 2\mu}{1 - \mu} I_2 \right) I_F \quad (1)$$

dove:

q_0 Intensità della pressione di contatto

B' Minima dimensione dell'area reagente,

E e μ Parametri elastici del terreno.

I_1 Coefficienti di influenza dipendenti da: L/B' , spessore dello strato H , coefficiente di Poisson μ , profondità del piano di posa D ;

I coefficienti I_1 e I_2 si possono calcolare utilizzando le equazioni fornite da *Steinbrenner (1934)* (V. Bowles), in funzione del rapporto L/B' ed H/B , utilizzando $B'=B/2$ e $L'=L/2$ per i coefficienti relativi al centro e $B'=B$ e $L'=L$ per i coefficienti relativi al bordo.

Il coefficiente di influenza I_F deriva dalle equazioni di *Fox (1948)*, che indicano il cedimento si riduce con la profondità in funzione del coefficiente di *Poisson* e del rapporto L/B .

In modo da semplificare l'equazione (1) si introduce il coefficiente I_S :

$$I_S = I_1 + \frac{1 - 2\mu}{1 - \mu} I_2$$

Il cedimento dello strato di spessore H vale:

$$\Delta H = q_0 B' \frac{1-\mu^2}{E_S} I_S I_F$$

Per meglio approssimare i cedimenti si suddivide la base di appoggio in modo che il punto si trovi in corrispondenza di uno spigolo esterno comune a più rettangoli. In pratica si moltiplica per un fattore pari a 4 per il calcolo dei cedimenti al centro e per un fattore pari a 1 per i cedimenti al bordo.

Nel calcolo dei cedimenti si considera una profondità del bulbo delle tensioni pari a 5B, se il substrato roccioso si trova ad una profondità maggiore.

A tal proposito viene considerato substrato roccioso lo strato che ha un valore di E pari a 10 volte dello strato soprastante.

Il modulo elastico per terreni stratificati viene calcolato come media pesata dei moduli elastici degli strati interessati dal cedimento immediato.

CEDIMENTI EDOMETRICI

Il calcolo dei cedimenti con l'approccio edometrico consente di valutare un cedimento di consolidazione di tipo monodimensionale, prodotto dalle tensioni indotte da un carico applicato in condizioni di espansione laterale impedita. Pertanto la stima effettuata con questo metodo va considerata come empirica, piuttosto che teorica.

Tuttavia la semplicità d'uso e la facilità di controllare l'influenza dei vari parametri che intervengono nel calcolo, ne fanno un metodo molto diffuso.

L'approccio edometrico nel calcolo dei cedimenti passa essenzialmente attraverso due fasi:

- il calcolo delle tensioni verticali indotte alle varie profondità con l'applicazione della teoria dell'elasticità;
- la valutazione dei parametri di compressibilità attraverso la prova edometrica.

In riferimento ai risultati della prova edometrica, il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot RR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

se si tratta di un terreno sovraconsolidato ($OCR > 1$), ossia se l'incremento di tensione dovuto all'applicazione del carico

non fa superare la pressione di preconsolidazione σ'_p ($\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v < \sigma'_p$).

Se invece il terreno è normalconsolidato ($\sigma'_{v0} = \sigma'_p$) le deformazioni avvengono nel tratto di compressione e il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot CR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

dove:

RR Rapporto di ricomprensione;

CR Rapporto di compressione;

H₀ Spessore iniziale dello strato;

σ'_{v0} Tensione verticale efficace prima dell'applicazione del carico;

$\Delta \sigma_v$ Incremento di tensione verticale dovuto all'applicazione del carico.

In alternativa ai parametri RR e CR si fa riferimento al modulo edometrico M; in tal caso però occorre scegliere

opportunamente il valore del modulo da utilizzare, tenendo conto dell'intervallo tensionale ($\sigma'_{v0} + \Delta \sigma_v$) significativo per il problema in esame.

L'applicazione corretta di questo tipo di approccio richiede:

- la suddivisione degli strati compressibili in una serie di piccoli strati di modesto spessore (< 2.00 m);
- la stima del modulo edometrico nell'ambito di ciascuno strato;

- il calcolo del cedimento come somma dei contributi valutati per ogni piccolo strato in cui è stato suddiviso il banco compressibile.

Molti usano le espressioni sopra riportate per il calcolo del cedimento di consolidazione tanto per le argille quanto per le sabbie di granulometria da fina a media, perché il modulo di elasticità impiegato è ricavato direttamente da prove di consolidazione. Tuttavia, per terreni a grana più grossa le dimensioni dei provini edometrici sono poco significative del comportamento globale dello strato e, per le sabbie, risulta preferibile impiegare prove penetrometriche statiche e dinamiche.

DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	7,3 m
Lunghezza fondazione	20,0 m
Profondità piano di posa	1,0 m
Altezza di incastro	1,0 m
Profondità falda	0,5

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0,127
Effetto sismico secondo	Paolucci e Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0,0253

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometrico [kN/m²]	Poisson	Coeff. consolid. az. primaria [cmq/s]	Coeff. consolid. azione secondaria	Descrizione
1,0	18,5	19,5	30,0	0,0	27,0	9000,0	1000,0	0,35	0,0001	0,0	UG0
1,5	19,8	19,8	32,0	0,0	105,0	25000,0	11360,0	0,35	0,00245	0,0	UG1
1,5	19,8	19,8	32,0	0,0	105,0	25000,0	11360,0	0,35	0,00245	0,0	UG1
2,0	19,6	19,6	32,0	0,0	65,0	20000,0	8470,0	0,35	0,01471	0,0	UG2b
2,0	19,6	19,6	32,0	0,0	65,0	20000,0	8470,0	0,35	0,01471	0,0	UG2b
2,0	19,6	19,6	32,0	0,0	65,0	20000,0	8470,0	0,35	0,01471	0,0	UG2b
2,0	19,6	19,6	32,0	0,0	65,0	20000,0	8470,0	0,35	0,01471	0,0	UG2b
2,0	19,6	19,6	32,0	0,0	65,0	20000,0	8470,0	0,35	0,01471	0,0	UG2b
2,0	19,6	19,6	32,0	0,0	65,0	20000,0	8470,0	0,35	0,01471	0,0	UG2b
2,0	19,6	19,6	32,0	0,0	65,0	20000,0	8470,0	0,35	0,01471	0,0	UG2b
2,0	19,6	19,6	32,0	0,0	65,0	20000,0	8470,0	0,35	0,01471	0,0	UG2b
2,0	19,6	19,6	32,0	0,0	65,0	20000,0	8470,0	0,35	0,01471	0,0	UG2b
2,0	19,6	19,6	32,0	0,0	65,0	20000,0	8470,0	0,35	0,01471	0,0	UG2b
2,0	19,6	19,6	32,0	0,0	65,0	20000,0	8470,0	0,35	0,01471	0,0	UG2b
2,0	19,6	19,6	32,0	0,0	65,0	20000,0	8470,0	0,35	0,01471	0,0	UG2b

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	Sisma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
3	S.L.E.	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
4	S.L.D.	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1	2,3
2	Si	1	1	1	1	1	1	2,3
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult]	478,0 kN/m²
Resistenza di progetto[Rd]	207,83 kN/m²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	--

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 19119,91 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14

Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,07
Fattore profondità [Dc]	0,05
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	501,44 kN/m²
Resistenza di progetto	218,02 kN/m²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,7
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	493,38 kN/m²
Resistenza di progetto	214,51 kN/m²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,07
Fattore profondità [Dc]	1,03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,0
Fattore profondità [Dq]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	490,57 kN/m²
Resistenza di progetto	213,29 kN/m²

Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,07
Fattore profondità [Dc]	0,05
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	501,44 kN/m ²
Resistenza di progetto	218,02 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,07
Fattore profondità [Dc]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	478,0 kN/m ²
Resistenza di progetto	207,83 kN/m ²

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,07
Fattore profondità [Dc]	0,05
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	501,44 kN/m ²
Resistenza di progetto	218,02 kN/m ²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,7
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	493,38 kN/m ²
Resistenza di progetto	214,51 kN/m ²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,07
Fattore profondità [Dc]	1,03
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,0
Fattore profondità [Dq]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	490,57 kN/m ²
Resistenza di progetto	213,29 kN/m ²

Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,07
Fattore profondità [Dc]	0,05
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	501,44 kN/m ²
Resistenza di progetto	218,02 kN/m ²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,07
Fattore profondità [Dc]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	478,0 kN/m ²
Resistenza di progetto	207,83 kN/m ²

CEDIMENTI PER OGNI STRATO***Cedimento edometrico calcolato con: Metodo logaritmico di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	70,0 kN/m ²
-------------------------------	------------------------

Cedimento totale 7,52 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario;
Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	1,75	21,591	55,704	Edometrico	1,3	--	1,3
3	3,25	36,581	52,045	Edometrico	1,03	--	1,03
4	5	53,868	43,587	Edometrico	1,36	--	1,36
5	7	73,455	34,061	Edometrico	0,97	--	0,97
6	9	93,041	26,599	Edometrico	0,71	--	0,71
7	11	112,627	21,011	Edometrico	0,54	--	0,54
8	13	132,213	16,828	Edometrico	0,42	--	0,42
9	15	151,799	13,671	Edometrico	0,34	--	0,34
10	17	171,385	11,259	Edometrico	0,27	--	0,27
11	19	190,971	9,392	Edometrico	0,23	--	0,23
12	21	210,557	7,928	Edometrico	0,19	--	0,19
13	23	230,143	6,766	Edometrico	0,16	--	0,16

Decorso cedimenti nel tempo Strato..1 Wt=1,3 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,13	10	0,818452
0,26	20	3,337585
0,39	30	7,514881
0,52	40	13,39286
0,65	50	20,83333
0,78	60	30,39966
0,91	70	42,83588
1,04	80	60,26785
1,17	90	90,13605
1,3	100	106,2925

Decorso cedimenti nel tempo Strato..2 Wt=1,03 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,103	10	0,818452
0,206	20	3,337585
0,309	30	7,514881
0,412	40	13,39286
0,515	50	20,83333
0,618	60	30,39966
0,721	70	42,83588
0,824	80	60,26785
0,927	90	90,13605
1,03	100	106,2925

Decorso cedimenti nel tempo Strato..3 Wt=1,36 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,136	10	0,24234
0,272	20	0,988242
0,408	30	2,225118
0,544	40	3,965556
0,68	50	6,168643

0,816	60	9,001184
0,952	70	12,68349
1,088	80	17,845
1,224	90	26,68882
1,36	100	31,47267

Decorso cedimenti nel tempo Strato..4 Wt=0,97 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,097	10	0,24234
0,194	20	0,988242
0,291	30	2,225118
0,388	40	3,965556
0,485	50	6,168643
0,582	60	9,001184
0,679	70	12,68349
0,776	80	17,845
0,873	90	26,68882
0,97	100	31,47267

Decorso cedimenti nel tempo Strato..5 Wt=0,71 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,071	10	0,24234
0,142	20	0,988242
0,213	30	2,225118
0,284	40	3,965556
0,355	50	6,168643
0,426	60	9,001184
0,497	70	12,68349
0,568	80	17,845
0,639	90	26,68882
0,71	100	31,47267

Decorso cedimenti nel tempo Strato..6 Wt=0,54 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,054	10	0,24234
0,108	20	0,988242
0,162	30	2,225118
0,216	40	3,965556
0,27	50	6,168643
0,324	60	9,001184
0,378	70	12,68349
0,432	80	17,845
0,486	90	26,68882
0,54	100	31,47267

Decorso cedimenti nel tempo Strato..7 Wt=0,42 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,042	10	0,24234
0,084	20	0,988242
0,126	30	2,225118
0,168	40	3,965556
0,21	50	6,168643
0,252	60	9,001184

0,294	70	12,68349
0,336	80	17,845
0,378	90	26,68882
0,42	100	31,47267

Decorso cedimenti nel tempo Strato..8 Wt=0,34 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,034	10	0,24234
0,068	20	0,988242
0,102	30	2,225118
0,136	40	3,965556
0,17	50	6,168643
0,204	60	9,001184
0,238	70	12,68349
0,272	80	17,845
0,306	90	26,68882
0,34	100	31,47267

Decorso cedimenti nel tempo Strato..9 Wt=0,27 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,027	10	0,24234
0,054	20	0,988242
0,081	30	2,225118
0,108	40	3,965556
0,135	50	6,168643
0,162	60	9,001184
0,189	70	12,68349
0,216	80	17,845
0,243	90	26,68882
0,27	100	31,47267

Decorso cedimenti nel tempo Strato..10 Wt=0,23 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,023	10	0,24234
0,046	20	0,988242
0,069	30	2,225118
0,092	40	3,965556
0,115	50	6,168643
0,138	60	9,001184
0,161	70	12,68349
0,184	80	17,845
0,207	90	26,68882
0,23	100	31,47267

Decorso cedimenti nel tempo Strato..11 Wt=0,19 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,019	10	0,24234
0,038	20	0,988242
0,057	30	2,225118
0,076	40	3,965556
0,095	50	6,168643
0,114	60	9,001184
0,133	70	12,68349

0,152	80	17,845
0,171	90	26,68882
0,19	100	31,47267

Decorso cedimenti nel tempo Strato..12 Wt=0,16 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,016	10	0,24234
0,032	20	0,988242
0,048	30	2,225118
0,064	40	3,965556
0,08	50	6,168643
0,096	60	9,001184
0,112	70	12,68349
0,128	80	17,845
0,144	90	26,68882
0,16	100	31,47267

CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	349,54 kN/m²
Spessore strato	0,0 m
Profondità substrato roccioso	0,0 m
Modulo Elastico	0,0 kN/m²
Coefficiente di Poisson	0,0

Coefficiente di influenza I1	0,01
Coefficiente di influenza I2	0,06
Coefficiente di influenza Is	0,04

Cedimento al centro della fondazione	5,28 mm
--------------------------------------	---------

Coefficiente di influenza I1	0,0
Coefficiente di influenza I2	0,03
Coefficiente di influenza Is	0,02
Cedimento al bordo	1,21 mm

VERIFICA A LIQUEFAZIONE - Metodo del C.N.R. - GNDT Da Seed e Idriss

Svo: Pressione totale di confinamento; S'vo: Pressione efficace di confinamento; T: Tensione tangenziale ciclica; R: Resistenza terreno alla liquefazione; Fs: Coefficiente di sicurezza

2	2,50	15,00	25,587	48,699	29,086	0,133	5,341	40,15	Livello non liquefacibile
3	4,00	15,00	22,185	78,399	44,075	0,138	2,707	19,61	Livello non liquefacibile
4	6,00	24,00	30,241	117,598	63,660	0,139	27,381	197,32	Livello non liquefacibile
5	8,00	24,00	26,342	156,798	83,246	0,137	14,428	105,45	Livello non

										liquefacibil e
6	10,00	24,00	23,333	195,997	102,832	0,134	8,464	63,29		Livello non liquefacibil e
7	12,00	24,00	20,941	235,196	122,418	0,130	5,397	41,50		Livello non liquefacibil e
8	14,00	24,00	18,994	274,396	142,003	0,126	3,679	29,19		Livello non liquefacibil e
9	16,00	24,00	17,378	313,595	161,589	0,122	2,648	21,75		Livello non liquefacibil e
10	18,00	24,00	16,016	352,794	181,175	0,117	1,994	16,99		Livello non liquefacibil e
11	20,00	24,00	14,852	391,994	200,760	0,113	1,560	13,82		Livello non liquefacibil e
12	22,00	24,00	13,845	431,193	220,346	0,108	1,260	11,64		Livello non liquefacibil e
13	24,00	24,00	12,966	470,393	239,932	0,104	1,045	10,09		Livello non liquefacibil e

Calcolo cedimento post-sismico

Indice plasticità [%]	Indice vuoti [%]	Indice compress ione	Modulo taglio statico [kN/m²]	OCR	Fs liquefazio ne	Tensione efficace [kN/m²]	Alfa [-]	Deformaz ione verticale	Cediment o post- sismico [mm]	Incremen to pressione neutra [kN/m²]
10	0,5	1,5	14020	1	0	4,8465	1	4,74E-03	4,7352	0,15
5	0,579	0,042	31953	1	55,8534	19,836	1	5,54E-15	0	0
5	0,579	0,042	31953	1	26,2454	34,8255	1	1,10E-12	0	0
18	0,619	0,039	16230	1	259,6137	54,4115	1	0,00E+00	0	0
18	0,619	0,039	16230	1	132,77	73,9975	1	1,16E-17	0	0
18	0,619	0,039	16230	1	76,8635	93,5835	1	5,50E-16	0	0
18	0,619	0,039	16230	1	48,9365	113,1695	1	1,30E-14	0	0
18	0,619	0,039	16230	1	33,5961	132,7555	1	1,81E-13	0	0
18	0,619	0,039	16230	1	24,5233	152,3415	1	1,63E-12	0	0
18	0,619	0,039	16230	1	18,8353	171,9275	1	1,04E-11	0	0
18	0,619	0,039	16230	1	15,1001	191,5135	1	4,87E-11	0	0
18	0,619	0,039	16230	1	12,5564	211,0995	1	1,77E-10	0	0
18	0,619	0,039	16230	1	10,775	230,6856	1	5,17E-10	0	0

Riferimento zona: SEZIONE 1

Pressione imposta in sul rilevato: 3,1 um

1/2 Larghezza rettangolo: 3,65 um

Larghezza base triangolo: 1,65 um

Altezza rilevato: 1,1 um

Peso unità volume rilevato: 1,9 um

Peso unità volume fondazione rilevato: 1,9 um

Imposta piano di posa sbancamento: 1 um

Peso unità volume sbancamento: 1,9 um

Incremento netto al piano di posa: 4,9 um

Distanza asse - IV punto a scelta: 8 um

DISTANZA PIANO DI POSA --> SUBSTRATO: 24 um

Numero di strati da calcolare: 8

Strato	Spessore DH strato m	Modulo edometrico Kg/cm²	Grado di consolidazione OCR	Asse (cm)	Bordo esterno (cm)	Piede (cm)	IV Punto (cm)
1	2	113,6	1	0,858	0,759	0,178	0,02
2	2	113,6	1	0,799	0,571	0,297	0,065
3	3	84,7	1	1,143	0,86	0,583	0,227
4	3	84,7	1	0,83	0,649	0,499	0,266
5	3	84,7	1	0,644	0,516	0,471	0,267

CEDIMENTI TOTALI

Asse: 5,612

Bordo: 4,455

Piede: 2,923

IV Punto: 1,513

ALLEGATO 2

REPORT ANALISI CARICO LIMITE E CEDIMENTI

SEZIONE 2

Sezione 2**DATI GENERALI**

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	6,1 m
Lunghezza fondazione	20,0 m
Profondità piano di posa	1,0 m
Altezza di incastro	1,0 m
Profondità falda	0,5

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0,127
Effetto sismico secondo	Paolucci e Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0,0253

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturato [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometri co [kN/m²]	Poisson	Coeff. consolid az. primaria [cmq/s]	Coeff. consolid azione secondar ia	Descrizi one
1,0	18,5	19,5	30,0	0,0	27,0	9000,0	1000,0	0,35	0,0001	0,0	UG0

2,0	19,8	19,8	32,0	0,0	105,0	25000,0	11360,0	0,35	0,00245	0,0	UG1
2,0	19,8	19,8	32,0	0,0	105,0	25000,0	11360,0	0,35	0,00245	0,0	UG1
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazion e	Pressione normale di progetto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	Sisma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
3	S.L.E.	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
4	S.L.D.	42,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1
2	Si	1	1	1	1	1	2,3	1,1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult]	802,73 kN/m²
Resistenza di progetto[Rd]	349,01 kN/m²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	--

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 32109,11 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	20,41
Fattore [Nc]	32,43
Fattore [Ng]	17,43
Fattore forma [Sc]	1,19
Fattore profondità [Dc]	1,07
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,18
Fattore profondità [Dq]	1,05

Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,88
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	814,95 kN/m²
Resistenza di progetto	354,33 kN/m²
=====	

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	25,01
Fattore [Nc]	40,1
Fattore [Ng]	23,06
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	1043,8 kN/m²
Resistenza di progetto	453,82 kN/m²
=====	

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	20,41
Fattore [Nc]	32,43
Fattore [Ng]	18,28
Fattore forma [Sc]	1,19
Fattore profondità [Dc]	1,06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,09
Fattore profondità [Dq]	1,03
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,09
Fattore profondità [Dg]	1,03
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	941,4 kN/m²
Resistenza di progetto	409,31 kN/m²
=====	

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	20,41
Fattore [Nc]	32,43

Fattore [Ng]	25,64
Fattore forma [Sc]	1,19
Fattore profondità [Dc]	1,07
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,18
Fattore profondità [Dq]	1,05
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,88
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	1030,94 kN/m²
Resistenza di progetto	448,23 kN/m²
=====	

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	20,41
Fattore [Nc]	32,43
Fattore [Ng]	23,24
Fattore forma [Sc]	1,16
Fattore profondità [Dc]	1,05
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,16
Fattore profondità [Dq]	1,05
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,91
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	981,35 kN/m²
Resistenza di progetto	426,67 kN/m²
=====	

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	20,41
--------------	-------

Fattore [Nc]	32,43
Fattore [Ng]	17,43
Fattore forma [Sc]	1,19
Fattore profondità [Dc]	1,07
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,18
Fattore profondità [Dq]	1,05
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,88
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0,99
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,99
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0,99
=====	
Carico limite	802,73 kN/m²
Resistenza di progetto	349,01 kN/m²
=====	

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	25,01
Fattore [Nc]	40,1
Fattore [Ng]	23,06
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0,99
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,99
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0,99
=====	
Carico limite	1028,14 kN/m²
Resistenza di progetto	447,02 kN/m²
=====	

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	20,41
Fattore [Nc]	32,43
Fattore [Ng]	18,28
Fattore forma [Sc]	1,19
Fattore profondità [Dc]	1,06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,09
Fattore profondità [Dq]	1,03
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,09
Fattore profondità [Dg]	1,03
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0,99
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,99
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0,99

Carico limite	927,28 kN/m²
Resistenza di progetto	403,17 kN/m²
=====	

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	20,41
Fattore [Nc]	32,43
Fattore [Ng]	25,64
Fattore forma [Sc]	1,19
Fattore profondità [Dc]	1,07
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,18
Fattore profondità [Dq]	1,05
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,88
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0,99
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,99
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0,99
=====	
Carico limite	1015,47 kN/m²
Resistenza di progetto	441,51 kN/m²
=====	

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	20,41
Fattore [Nc]	32,43
Fattore [Ng]	23,24
Fattore forma [Sc]	1,16
Fattore profondità [Dc]	1,05
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,16
Fattore profondità [Dq]	1,05
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,91
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0,99
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,99
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0,99
=====	

Carico limite	966,63 kN/m ²
Resistenza di progetto	420,27 kN/m ²
=====	

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo logaritmico di Terzaghi

Pressione normale di progetto	42,0 kN/m ²	
Cedimento totale	4,72	cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario;
Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m ²)	Dp (kN/m ²)	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	2	24,09	27,454	Edometrico	0,69	--	0,69
3	4	44,075	22,542	Edometrico	0,48	--	0,48
4	6	63,461	17,052	Edometrico	0,88	--	0,88
5	8	82,248	12,984	Edometrico	0,64	--	0,64
6	10	101,034	10,073	Edometrico	0,48	--	0,48
7	12	119,82	7,958	Edometrico	0,38	--	0,38
8	14	138,606	6,393	Edometrico	0,3	--	0,3
9	16	157,392	5,215	Edometrico	0,24	--	0,24
10	18	176,178	4,315	Edometrico	0,2	--	0,2
11	20	194,964	3,616	Edometrico	0,17	--	0,17
12	22	213,75	3,066	Edometrico	0,14	--	0,14
13	24	232,536	2,628	Edometrico	0,12	--	0,12

Decorso cedimenti nel tempo Strato..1 Wt=0,69 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,069	10	1,455026
0,138	20	5,933484
0,207	30	13,35979
0,276	40	23,80952
0,345	50	37,03704
0,414	60	54,04384
0,483	70	76,15268
0,552	80	107,1429
0,621	90	160,2419
0,69	100	188,9645

Decorso cedimenti nel tempo Strato..2 Wt=0,48 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,048	10	1,455026
0,096	20	5,933484
0,144	30	13,35979
0,192	40	23,80952
0,24	50	37,03704
0,288	60	54,04384
0,336	70	76,15268
0,384	80	107,1429
0,432	90	160,2419
0,48	100	188,9645

Decorso cedimenti nel tempo Strato..3 Wt=0,88 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,088	10	4,690546
0,176	20	19,12768
0,264	30	43,06774
0,352	40	76,75439
0,44	50	119,3957
0,528	60	174,2203
0,616	70	245,4922
0,704	80	345,3947
0,792	90	516,5692
0,88	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..4 Wt=0,64 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,064	10	4,690546
0,128	20	19,12768
0,192	30	43,06774
0,256	40	76,75439
0,32	50	119,3957
0,384	60	174,2203
0,448	70	245,4922
0,512	80	345,3947
0,576	90	516,5692
0,64	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..5 Wt=0,48 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,048	10	4,690546
0,096	20	19,12768
0,144	30	43,06774
0,192	40	76,75439
0,24	50	119,3957
0,288	60	174,2203
0,336	70	245,4922
0,384	80	345,3947
0,432	90	516,5692
0,48	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..6 Wt=0,38 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,038	10	4,690546
0,076	20	19,12768
0,114	30	43,06774
0,152	40	76,75439
0,19	50	119,3957
0,228	60	174,2203
0,266	70	245,4922
0,304	80	345,3947
0,342	90	516,5692
0,38	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..7 Wt=0,3 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,03	10	4,690546
0,06	20	19,12768
0,09	30	43,06774
0,12	40	76,75439
0,15	50	119,3957
0,18	60	174,2203
0,21	70	245,4922
0,24	80	345,3947
0,27	90	516,5692
0,3	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..8 Wt=0,24 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,024	10	4,690546
0,048	20	19,12768
0,072	30	43,06774
0,096	40	76,75439
0,12	50	119,3957
0,144	60	174,2203
0,168	70	245,4922
0,192	80	345,3947
0,216	90	516,5692
0,24	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..9 Wt=0,2 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,02	10	4,690546
0,04	20	19,12768
0,06	30	43,06774
0,08	40	76,75439
0,1	50	119,3957
0,12	60	174,2203
0,14	70	245,4922
0,16	80	345,3947
0,18	90	516,5692
0,2	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..10 Wt=0,17 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,017	10	4,690546
0,034	20	19,12768
0,051	30	43,06774
0,068	40	76,75439
0,085	50	119,3957
0,102	60	174,2203
0,119	70	245,4922
0,136	80	345,3947
0,153	90	516,5692
0,17	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..11 Wt=0,14 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,014	10	4,690546
0,028	20	19,12768
0,042	30	43,06774
0,056	40	76,75439
0,07	50	119,3957
0,084	60	174,2203
0,098	70	245,4922
0,112	80	345,3947
0,126	90	516,5692
0,14	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..12 Wt=0,12 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,012	10	4,690546
0,024	20	19,12768
0,036	30	43,06774
0,048	40	76,75439
0,06	50	119,3957
0,072	60	174,2203
0,084	70	245,4922
0,096	80	345,3947
0,108	90	516,5692
0,12	100	609,1618

CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	349,54 kN/m ²
Spessore strato	0,0 m
Profondità substrato roccioso	0,0 m
Modulo Elastico	0,0 kN/m ²
Coefficiente di Poisson	0,0

Coefficiente di influenza I1	0,01
Coefficiente di influenza I2	0,06
Coefficiente di influenza Is	0,04

Cedimento al centro della fondazione	5,28 mm
--------------------------------------	---------

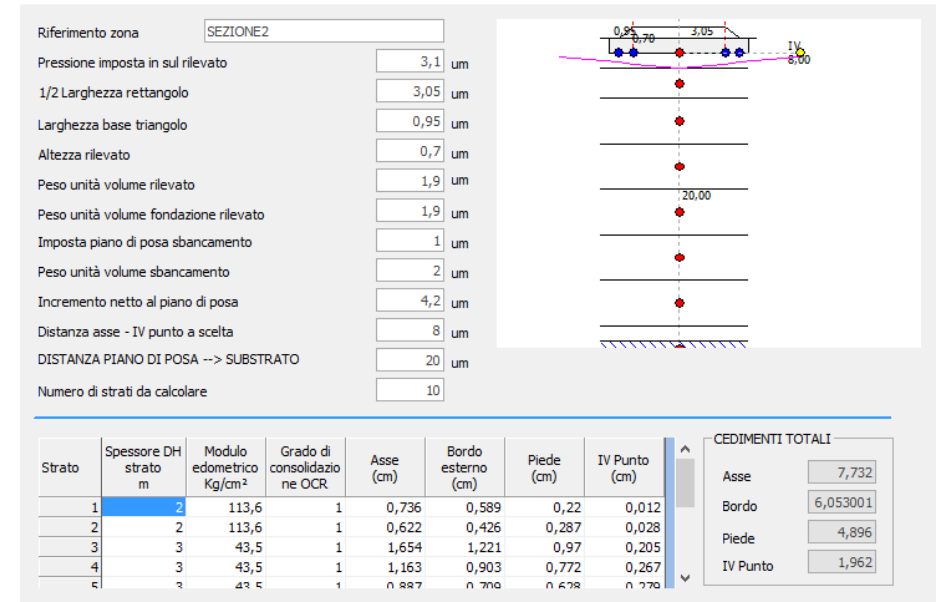
Coefficiente di influenza I1	0,0
Coefficiente di influenza I2	0,03
Coefficiente di influenza Is	0,02
Cedimento al bordo	1,21 mm

VERIFICA A LIQUEFAZIONE - Metodo del C.N.R. - GNDT Da Seed e Idriss

Svo: Pressione totale di confinamento; S'vo: Pressione efficace di confinamento; T: Tensione tangenziale ciclica; R: Resistenza terreno alla liquefazione; Fs: Coefficiente di sicurezza

2	3,00	15,00	24,343	58,599	34,082	0,136	4,187	30,89	Livello non liquefacibile
3	5,00	15,00	20,378	98,198	54,068	0,139	1,857	13,39	Livello

									non liquefacibile
4	7,00	24,00	28,276	136,598	72,853	0,139	19,963	144,11	Livello non liquefacibile
5	9,00	24,00	24,962	174,997	91,639	0,136	11,349	83,23	Livello non liquefacibile
6	11,00	24,00	22,344	213,397	110,425	0,133	7,046	52,90	Livello non liquefacibile
7	13,00	24,00	20,222	251,796	129,210	0,129	4,693	36,24	Livello non liquefacibile
8	15,00	24,00	18,469	290,195	147,996	0,125	3,309	26,38	Livello non liquefacibile
9	17,00	24,00	16,995	328,595	166,782	0,121	2,446	20,19	Livello non liquefacibile
10	19,00	24,00	15,739	366,994	185,568	0,117	1,881	16,12	Livello non liquefacibile
11	21,00	24,00	14,656	405,394	204,353	0,112	1,496	13,34	Livello non liquefacibile
12	23,00	24,00	13,713	443,793	223,139	0,108	1,225	11,39	Livello non liquefacibile
13	25,00	24,00	12,883	482,192	241,925	0,103	1,027	9,99	Livello non liquefacibile



Cedimenti post-sismici

Indice plasticità [%]	Indice vuoti [%]	Indice compressione	Modulo taglio statico [kN/m²]	OCR	Fs liquefazione	Tensione efficace [kN/m²]	Alfa [-]	Deformazione verticale	Cedimento o post-sismico [mm]	Incremento to pressione neutra [kN/m²]
10	0,5	1,5	14020	1	0	14,0965	1	4,74E-03	4,7352	0,45
5	0,579	0,042	31953	1	44,6854	34,0825	1	2,64E-14	0	0
5	0,579	0,042	31953	1	19,8947	54,0685	1	7,62E-12	0	0
10	0,67	0,048	10713	1	1,2283	72,8545	1	2,90E-03	5,8054	17,27
10	0,67	0,048	10713	1	1,2156	91,6405	1	3,16E-03	6,3143	23,36
10	0,67	0,048	10713	1	1,22	110,4265	1	3,07E-03	6,1334	27,46
10	0,67	0,048	10713	1	1,2355	129,2125	1	2,77E-03	5,5394	29,4
10	0,67	0,048	10713	1	1,2595	147,9985	1	2,38E-03	4,7586	29,44
10	0,67	0,048	10713	1	1,2905	166,7845	1	1,97E-03	3,9406	27,98
10	0,67	0,048	10713	1	1,3279	185,5705	1	1,59E-03	3,1705	25,49
10	0,67	0,048	10713	1	1,3715	204,3565	1	1,24E-03	2,4896	22,39
10	0,67	0,048	10713	1	1,4215	223,1425	1	9,56E-04	1,9126	19,03
10	0,67	0,048	10713	1	1,4781	241,9285	1	7,19E-04	1,4389	15,69

ALLEGATO 2

REPORT ANALISI CARICO LIMITE E CEDIMENTI

SEZIONE 3

SEZIONE 3**DATI GENERALI**

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	5,1 m
Lunghezza fondazione	20,0 m
Profondità piano di posa	1,5 m
Altezza di incastro	1,5 m
Profondità falda	0,5

SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0,127
Effetto sismico secondo	Paolucci e Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0,0253

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturato [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometri co [kN/m²]	Poisson	Coeff. consolid az. primaria [cmq/s]	Coeff. consolid azione secondar ia	Descrizi one
---------------------------	---------------------------------------	---	-----------------------------	---------------------	---------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	---------	--	--	-----------------

1,5	18,5	19,5	30,0	0,0	27,0	9000,0	1000,0	0,35	0,0001	0,0	UG0
1,5	19,8	19,8	32,0	0,0	105,0	25000,0	11360,0	0,35	0,00245	0,0	UG1
1,5	19,8	19,8	32,0	0,0	105,0	25000,0	11360,0	0,35	0,00245	0,0	UG1
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazion e	Pressione normale di progetto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	Sisma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
3	S.L.E.	55,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
4	S.L.D.	55,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1
2	Si	1	1	1	1	1	2,3	1,1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult]	436,24 kN/m²
Resistenza di progetto[Rd]	189,67 kN/m²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	--

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 17449,51 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,05
Fattore profondità [Dc]	0,12
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	481,85 kN/m²
Resistenza di progetto	209,5 kN/m²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,7
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	458,71 kN/m²
Resistenza di progetto	199,44 kN/m²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,05
Fattore profondità [Dc]	1,06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,0
Fattore profondità [Dq]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	460,21 kN/m²
Resistenza di progetto	200,09 kN/m²

Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,05
Fattore profondità [Dc]	0,12
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	481,85 kN/m²
Resistenza di progetto	209,5 kN/m²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,05
Fattore profondità [Dc]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	436,24 kN/m²
Resistenza di progetto	189,67 kN/m²

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,05
Fattore profondità [Dc]	0,12
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	481,85 kN/m²
Resistenza di progetto	209,5 kN/m²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,7
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	458,71 kN/m²
Resistenza di progetto	199,44 kN/m²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,05
Fattore profondità [Dc]	1,06
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,0

Fattore profondità [Dq]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	460,21 kN/m²
Resistenza di progetto	200,09 kN/m²
=====	

Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,05
Fattore profondità [Dc]	0,12
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	481,85 kN/m²
Resistenza di progetto	209,5 kN/m²
=====	

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,05
Fattore profondità [Dc]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	436,24 kN/m²
Resistenza di progetto	189,67 kN/m²
=====	

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo logaritmico di Terzaghi

Pressione normale di progetto	55,0 kN/m²	
Cedimento totale	5,85	cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z	Tensione	Dp	Metodo	Wc	Ws	Wt
--------	---	----------	----	--------	----	----	----

	(m)	(kN/m²)	(kN/m²)		(cm)	(cm)	(cm)
2	2,25	26,438	35,703	Edometrico	0,7	--	0,7
3	3,75	41,427	30,805	Edometrico	0,53	--	0,53
4	5,5	58,315	23,22	Edometrico	1,25	--	1,25
5	7,5	77,101	16,937	Edometrico	0,86	--	0,86
6	9,5	95,887	12,769	Edometrico	0,62	--	0,62
7	11,5	114,673	9,893	Edometrico	0,47	--	0,47
8	13,5	133,459	7,831	Edometrico	0,37	--	0,37
9	15,5	152,245	6,314	Edometrico	0,3	--	0,3
10	17,5	171,031	5,173	Edometrico	0,24	--	0,24
11	19,5	189,817	4,299	Edometrico	0,2	--	0,2
12	21,5	208,603	3,619	Edometrico	0,17	--	0,17
13	23,5	227,389	3,082	Edometrico	0,14	--	0,14

Decorso cedimenti nel tempo Strato..1 Wt=0,7 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,07	10	0,818452
0,14	20	3,337585
0,21	30	7,514881
0,28	40	13,39286
0,35	50	20,83333
0,42	60	30,39966
0,49	70	42,83588
0,56	80	60,26785
0,63	90	90,13605
0,7	100	106,2925

Decorso cedimenti nel tempo Strato..2 Wt=0,53 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,053	10	0,818452
0,106	20	3,337585
0,159	30	7,514881
0,212	40	13,39286
0,265	50	20,83333
0,318	60	30,39966
0,371	70	42,83588
0,424	80	60,26785
0,477	90	90,13605
0,53	100	106,2925

Decorso cedimenti nel tempo Strato..3 Wt=1,25 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,125	10	4,690546
0,25	20	19,12768
0,375	30	43,06774
0,5	40	76,75439
0,625	50	119,3957
0,75	60	174,2203
0,875	70	245,4922
1,0	80	345,3947
1,125	90	516,5692
1,25	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..4 Wt=0,86 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,086	10	4,690546
0,172	20	19,12768
0,258	30	43,06774
0,344	40	76,75439
0,43	50	119,3957
0,516	60	174,2203
0,602	70	245,4922
0,688	80	345,3947
0,774	90	516,5692
0,86	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..5 Wt=0,62 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,062	10	4,690546
0,124	20	19,12768
0,186	30	43,06774
0,248	40	76,75439
0,31	50	119,3957
0,372	60	174,2203
0,434	70	245,4922
0,496	80	345,3947
0,558	90	516,5692
0,62	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..6 Wt=0,47 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,047	10	4,690546
0,094	20	19,12768
0,141	30	43,06774
0,188	40	76,75439
0,235	50	119,3957
0,282	60	174,2203
0,329	70	245,4922
0,376	80	345,3947
0,423	90	516,5692
0,47	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..7 Wt=0,37 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,037	10	4,690546
0,074	20	19,12768
0,111	30	43,06774
0,148	40	76,75439
0,185	50	119,3957
0,222	60	174,2203
0,259	70	245,4922
0,296	80	345,3947
0,333	90	516,5692
0,37	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..8 Wt=0,3 cm

Cedimento	% Ced	Tempo
-----------	-------	-------

[cm]		giorni
0,03	10	4,690546
0,06	20	19,12768
0,09	30	43,06774
0,12	40	76,75439
0,15	50	119,3957
0,18	60	174,2203
0,21	70	245,4922
0,24	80	345,3947
0,27	90	516,5692
0,3	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..9 Wt=0,24 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,024	10	4,690546
0,048	20	19,12768
0,072	30	43,06774
0,096	40	76,75439
0,12	50	119,3957
0,144	60	174,2203
0,168	70	245,4922
0,192	80	345,3947
0,216	90	516,5692
0,24	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..10 Wt=0,2 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,02	10	4,690546
0,04	20	19,12768
0,06	30	43,06774
0,08	40	76,75439
0,1	50	119,3957
0,12	60	174,2203
0,14	70	245,4922
0,16	80	345,3947
0,18	90	516,5692
0,2	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..11 Wt=0,17 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,017	10	4,690546
0,034	20	19,12768
0,051	30	43,06774
0,068	40	76,75439
0,085	50	119,3957
0,102	60	174,2203
0,119	70	245,4922
0,136	80	345,3947
0,153	90	516,5692
0,17	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..12 Wt=0,14 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
-------------------	-------	-----------------

0,014	10	4,690546
0,028	20	19,12768
0,042	30	43,06774
0,056	40	76,75439
0,07	50	119,3957
0,084	60	174,2203
0,098	70	245,4922
0,112	80	345,3947
0,126	90	516,5692
0,14	100	609,1618

CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	349,54 kN/m²
Spessore strato	0,0 m
Profondità substrato roccioso	0,0 m
Modulo Elastico	0,0 kN/m²
Coefficiente di Poisson	0,0

Coefficiente di influenza I1	0,01
Coefficiente di influenza I2	0,06
Coefficiente di influenza Is	0,04

Cedimento al centro della fondazione	5,28 mm
--------------------------------------	---------

Coefficiente di influenza I1	0,0
Coefficiente di influenza I2	0,03
Coefficiente di influenza Is	0,02
Cedimento al bordo	1,21 mm

VERIFICA A LIQUEFAZIONE - Metodo del C.N.R. - GNDT Da Seed e Idriss

Svo: Pressione totale di confinamento; S'vo: Pressione efficace di confinamento; T: Tensione tangenziale ciclica; R: Resistenza terreno alla liquefazione; Fs: Coefficiente di sicurezza

1	1,50	2,00	3,807	28,750	18,943	0,000	0,000	0,00	
2	3,00	15,00	24,378	58,449	33,932	0,136	6,098	44,91	Livello non liquefacibile
3	4,50	15,00	21,270	88,149	48,921	0,139	3,310	23,86	Livello non liquefacibile
4	6,50	3,00	3,668	126,548	67,707	0,139	0,172	1,23	Liquefazione incerta o discutibile
5	8,50	3,00	3,224	164,947	86,493	0,137	0,167	1,21	Liquefazione incerta o discutibile
6	10,50	3,00	2,876	203,347	105,278	0,134	0,163	1,22	Liquefazione incerta o discutibile

7	12,50	3,00	2,595	241,746	124,064	0,131	0,161	1,23	Liquefazione incerta o discutibile
8	14,50	3,00	2,365	280,146	142,850	0,127	0,159	1,25	Livello non liquefacibile
9	16,50	3,00	2,172	318,545	161,635	0,122	0,157	1,28	Livello non liquefacibile
10	18,50	3,00	2,008	356,944	180,421	0,118	0,155	1,32	Livello non liquefacibile
11	20,50	3,00	1,867	395,344	199,207	0,113	0,154	1,36	Livello non liquefacibile
12	22,50	3,00	1,745	433,743	217,993	0,109	0,153	1,41	Livello non liquefacibile
13	24,50	3,00	1,638	472,143	236,778	0,104	0,152	1,46	Livello non liquefacibile

Riferimento zona

Pressione imposta in sul rilevato um

1/2 Larghezza rettangolo um

Larghezza base triangolo um

Altezza rilevato um

Peso unità volume rilevato um

Peso unità volume fondazione rilevato um

Imposta piano di posa sbancamento um

Peso unità volume sbancamento um

Incremento netto al piano di posa um

Distanza asse - IV punto a scelta um

DISTANZA PIANO DI POSA --> SUBSTRATO um

Numero di strati da calcolare

Strato	Spessore DH strato m	Modulo edometrico Kg/cm²	Grado di consolidazione OCR	Asse (cm)	Bordo esterno (cm)	Piede (cm)	IV Punto (cm)
1	1,5	113,6	1	0,73	0,543	0,26	0,006
2	2	113,6	1	0,712	0,49	0,379	0,004
3	3	43,5	1	1,667	1,265	1,102	0,018
4	3	43,5	1	1,095	0,873	0,795	0,06
5	3	43,5	1	0,81	0,661	0,613	0,00

CEDIMENTI TOTALI

Asse

Bordo

Piede

IV Punto

Cedimento post-sismico

Indice plasticità [%]	Indice vuoti [%]	Indice compressione	Modulo taglio statico [kN/m²]	OCR	Fs liquefazione	Tensione efficace [kN/m²]	Alfa [-]	Deformazione verticale	Cedimento post-sismico [mm]	Incremento pressione neutra [kN/m²]
10	0,5	1,5	14020	1	0	18,943	1	7,13E-03	10,7011	0,9
5	0,579	0,042	31953	1	44,9063	33,9325	1	2,55E-14	0	0
5	0,579	0,042	31953	1	23,8641	48,922	1	2,13E-12	0	0
10	0,67	0,048	10713	1	1,2327	67,708	1	2,82E-03	5,6432	15,66
10	0,67	0,048	10713	1	1,2146	86,494	1	3,18E-03	6,3592	22,19
10	0,67	0,048	10713	1	1,2157	105,28	1	3,15E-03	6,3098	26,82
10	0,67	0,048	10713	1	1,229	124,066	1	2,89E-03	5,7778	29,29
10	0,67	0,048	10713	1	1,2512	142,852	1	2,51E-03	5,0111	29,75
10	0,67	0,048	10713	1	1,2807	161,638	1	2,09E-03	4,1794	28,61
10	0,67	0,048	10713	1	1,3166	180,424	1	1,69E-03	3,382	26,31
10	0,67	0,048	10713	1	1,3587	199,21	1	1,33E-03	2,6691	23,3
10	0,67	0,048	10713	1	1,4071	217,996	1	1,03E-03	2,0602	19,96
10	0,67	0,048	10713	1	1,4621	236,782	1	7,79E-04	1,5572	16,58

ALLEGATO 2

REPORT ANALISI CARICO LIMITE E CEDIMENTI

SEZIONE 4

SEZIONE 4**DATI GENERALI**

=====	
Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	11,5 m
Lunghezza fondazione	20,0 m
Profondità piano di posa	1,0 m
Altezza di incastro	1,0 m
Profondità falda	0,5
=====	

SISMA

=====	
Accelerazione massima (ag/g)	0,127
Effetto sismico secondo	Paolucci e Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0,0253
=====	

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe III
Vita nominale:	100,0 [anni]
Vita di riferimento:	150,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	D
Categoria topografica:	T1

S.L.	TR	ag	F0	TC*
Stato limite	Tempo ritorno [anni]	[m/s²]	[-]	[sec]
S.L.O.	90,0	0,29	2,58	0,21
S.L.D.	151,0	0,35	2,61	0,23
S.L.V.	1424,0	0,69	2,69	0,3
S.L.C.	2475,0	0,79	2,73	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L.	amax	beta	kh	kv
Stato limite	[m/s²]	[-]	[-]	[sec]
S.L.O.	0,522	0,2	0,0106	0,0053
S.L.D.	0,63	0,2	0,0128	0,0064
S.L.V.	1,242	0,2	0,0253	0,0127
S.L.C.	1,422	0,2	0,029	0,0145

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometrico [kN/m²]	Poisson	Coeff. consolid. az. primaria [cmq/s]	Coeff. consolid. azione secondaria	Descrizi one
---------------------	------------------------------	-------------------------------------	-----------------------	------------------	------------------------------	-------------------------	---------------------------	---------	---------------------------------------	------------------------------------	--------------

1,0	18,5	19,5	30,0	0,0	27,0	9000,0	1000,0	0,35	0,0001	0,0	UG0
1,5	19,8	19,8	32,0	0,0	105,0	25000,0	11360,0	0,35	0,00245	0,0	UG1
1,5	19,8	19,8	32,0	0,0	105,0	25000,0	11360,0	0,35	0,00245	0,0	UG1
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a
2,0	19,2	19,2	28,0	0,0	20,0	10000,0	4350,0	0,35	0,00076	0,0004	UG2a

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni e	Pressione normale di progetto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	Sisma	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
3	S.L.E.	62,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
4	S.L.D.	62,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2,3	1,1
2	Si	1	1	1	1	1	2,3	1,1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: TERZAGHI (1955)

Carico limite [Qult]	273,12 kN/m²
Resistenza di progetto[Rd]	118,75 kN/m²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	--

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 10924,78 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

=====	
Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,12
Fattore profondità [Dc]	0,03
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	

Carico limite	282,48 kN/m²
Resistenza di progetto	122,82 kN/m²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,7
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	273,12 kN/m²
Resistenza di progetto	118,75 kN/m²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,12
Fattore profondità [Dc]	1,02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,0
Fattore profondità [Dq]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	278,95 kN/m²
Resistenza di progetto	121,28 kN/m²

Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,12
Fattore profondità [Dc]	0,03
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	282,48 kN/m²
Resistenza di progetto	122,82 kN/m²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,12
Fattore profondità [Dc]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	274,51 kN/m²
Resistenza di progetto	119,35 kN/m²

Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,12
Fattore profondità [Dc]	0,03
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	282,48 kN/m²
Resistenza di progetto	122,82 kN/m²

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,7
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	273,12 kN/m²
Resistenza di progetto	118,75 kN/m²

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,12
Fattore profondità [Dc]	1,02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,0

Fattore profondità [Dq]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	278,95 kN/m²
Resistenza di progetto	121,28 kN/m²

Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	0,12
Fattore profondità [Dc]	0,03
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	282,48 kN/m²
Resistenza di progetto	122,82 kN/m²

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

Fattore [Nq]	1,0
Fattore [Nc]	5,14
Fattore [Ng]	0,0
Fattore forma [Sc]	1,12
Fattore profondità [Dc]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	274,51 kN/m²
Resistenza di progetto	119,35 kN/m²

CEDIMENTI PER OGNI STRATO

*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo logaritmico di Terzaghi

Pressione normale di progetto	62,0 kN/m²	
Cedimento totale	13,63	cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z	Tensione	Dp	Metodo	Wc	Ws	Wt
--------	---	----------	----	--------	----	----	----

	(m)	(kN/m²)	(kN/m²)		(cm)	(cm)	(cm)
2	1,75	21,591	47,855	Edometrico	1,07	--	1,07
3	3,25	36,581	46,759	Edometrico	0,9	--	0,9
4	5	53,468	43,093	Edometrico	2,62	--	2,62
5	7	72,255	37,036	Edometrico	2,08	--	2,08
6	9	91,041	30,82	Edometrico	1,63	--	1,63
7	11	109,827	25,361	Edometrico	1,29	--	1,29
8	13	128,613	20,869	Edometrico	1,03	--	1,03
9	15	147,399	17,27	Edometrico	0,84	--	0,84
10	17	166,185	14,412	Edometrico	0,69	--	0,69
11	19	184,971	12,14	Edometrico	0,58	--	0,58
12	21	203,757	10,324	Edometrico	0,49	--	0,49
13	23	222,543	8,86	Edometrico	0,41	--	0,41

Decorso cedimenti nel tempo Strato..1 Wt=1,07 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,107	10	0,818452
0,214	20	3,337585
0,321	30	7,514881
0,428	40	13,39286
0,535	50	20,83333
0,642	60	30,39966
0,749	70	42,83588
0,856	80	60,26785
0,963	90	90,13605
1,07	100	106,2925

Decorso cedimenti nel tempo Strato..2 Wt=0,9 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,09	10	0,818452
0,18	20	3,337585
0,27	30	7,514881
0,36	40	13,39286
0,45	50	20,83333
0,54	60	30,39966
0,63	70	42,83588
0,72	80	60,26785
0,81	90	90,13605
0,9	100	106,2925

Decorso cedimenti nel tempo Strato..3 Wt=2,62 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,262	10	4,690546
0,524	20	19,12768
0,786	30	43,06774
1,048	40	76,75439
1,31	50	119,3957
1,572	60	174,2203
1,834	70	245,4922
2,096	80	345,3947
2,358	90	516,5692
2,62	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..4 Wt=2,08 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,208	10	4,690546
0,416	20	19,12768
0,624	30	43,06774
0,832	40	76,75439
1,04	50	119,3957
1,248	60	174,2203
1,456	70	245,4922
1,664	80	345,3947
1,872	90	516,5692
2,08	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..5 Wt=1,63 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,163	10	4,690546
0,326	20	19,12768
0,489	30	43,06774
0,652	40	76,75439
0,815	50	119,3957
0,978	60	174,2203
1,141	70	245,4922
1,304	80	345,3947
1,467	90	516,5692
1,63	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..6 Wt=1,29 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,129	10	4,690546
0,258	20	19,12768
0,387	30	43,06774
0,516	40	76,75439
0,645	50	119,3957
0,774	60	174,2203
0,903	70	245,4922
1,032	80	345,3947
1,161	90	516,5692
1,29	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..7 Wt=1,03 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,103	10	4,690546
0,206	20	19,12768
0,309	30	43,06774
0,412	40	76,75439
0,515	50	119,3957
0,618	60	174,2203
0,721	70	245,4922
0,824	80	345,3947
0,927	90	516,5692
1,03	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..8 Wt=0,84 cm

Cedimento	% Ced	Tempo
-----------	-------	-------

[cm]		giorni
0,084	10	4,690546
0,168	20	19,12768
0,252	30	43,06774
0,336	40	76,75439
0,42	50	119,3957
0,504	60	174,2203
0,588	70	245,4922
0,672	80	345,3947
0,756	90	516,5692
0,84	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..9 Wt=0,69 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,069	10	4,690546
0,138	20	19,12768
0,207	30	43,06774
0,276	40	76,75439
0,345	50	119,3957
0,414	60	174,2203
0,483	70	245,4922
0,552	80	345,3947
0,621	90	516,5692
0,69	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..10 Wt=0,58 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,058	10	4,690546
0,116	20	19,12768
0,174	30	43,06774
0,232	40	76,75439
0,29	50	119,3957
0,348	60	174,2203
0,406	70	245,4922
0,464	80	345,3947
0,522	90	516,5692
0,58	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..11 Wt=0,49 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,049	10	4,690546
0,098	20	19,12768
0,147	30	43,06774
0,196	40	76,75439
0,245	50	119,3957
0,294	60	174,2203
0,343	70	245,4922
0,392	80	345,3947
0,441	90	516,5692
0,49	100	609,1618

Decorso cedimenti nel tempo Strato..12 Wt=0,41 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
-------------------	-------	-----------------

0,041	10	4,690546
0,082	20	19,12768
0,123	30	43,06774
0,164	40	76,75439
0,205	50	119,3957
0,246	60	174,2203
0,287	70	245,4922
0,328	80	345,3947
0,369	90	516,5692
0,41	100	609,1618

CEDIMENTI ELASTICI

=====

Pressione normale di progetto 349,54 kN/m²
 Spessore strato 0,0 m
 Profondità substrato roccioso 0,0 m
 Modulo Elastico 0,0 kN/m²
 Coefficiente di Poisson 0,0

=====

Coefficiente di influenza I1 0,01
 Coefficiente di influenza I2 0,06
 Coefficiente di influenza Is 0,04

=====

Cedimento al centro della fondazione 5,28 mm

=====

Coefficiente di influenza I1 0,0
 Coefficiente di influenza I2 0,03
 Coefficiente di influenza Is 0,02
 Cedimento al bordo 1,21 mm

=====

VERIFICA A LIQUEFAZIONE - Metodo del C.N.R. - GNDT Da Seed e Idriss

=====

Svo: Pressione totale di confinamento; S'vo: Pressione efficace di confinamento; T: Tensione tangenziale ciclica; R: Resistenza terreno alla liquefazione; Fs: Coefficiente di sicurezza

1	1,00	2,00	4,030	19,000	14,096	0,000	0,000	0,00	
2	2,50	15,00	25,587	48,699	29,086	0,133	7,654	57,53	Livello non liquefacibile
3	4,00	15,00	22,185	78,399	44,075	0,138	3,977	28,82	Livello non liquefacibile
4	6,00	3,00	3,803	116,798	62,861	0,140	0,173	1,24	Liquefazione incerta o discutibile
5	8,00	3,00	3,328	155,198	81,646	0,138	0,168	1,22	Liquefazione incerta o discutibile
6	10,00	3,00	2,958	193,597	100,432	0,135	0,164	1,21	Liquefazione incerta o discutibile

7	12,00	3,00	2,662	231,996	119,218	0,132	0,161	1,22	Liquefazione incerta o discutibile
8	14,00	3,00	2,420	270,396	138,003	0,128	0,159	1,24	Liquefazione incerta o discutibile
9	16,00	3,00	2,219	308,795	156,789	0,124	0,157	1,27	Livello non liquefacibile
10	18,00	3,00	2,048	347,195	175,575	0,119	0,156	1,31	Livello non liquefacibile
11	20,00	3,00	1,902	385,594	194,360	0,115	0,154	1,35	Livello non liquefacibile
12	22,00	3,00	1,775	423,993	213,146	0,110	0,153	1,39	Livello non liquefacibile
13	24,00	3,00	1,664	462,393	231,932	0,105	0,152	1,45	Livello non liquefacibile

Riferimento zona: Sezione4

Pressione imposta in sul rilevato: 3,1 um

1/2 Larghezza rettangolo: 2 um

Larghezza base triangolo: 3,75 um

Altezza rilevato: 2,5 um

Peso unità volume rilevato: 1,9 um

Peso unità volume fondazione rilevato: 1,9 um

Imposta piano di posa sbancamento: 1 um

Peso unità volume sbancamento: 2 um

Incremento netto al piano di posa: 6,2 um

Distanza asse - IV punto a scelta: 8 um

DISTANZA PIANO DI POSA --> SUBSTRATO: 20 um

Numero di strati da calcolare: 10

Strato	Spessore DH strato m	Modulo edometrico Kg/cm²	Grado di consolidazione OCR	Asse (cm)	Bordo esterno (cm)	Piede (cm)	IV Punto (cm)
1	1,5	113,6	1	0,825	0,815	0,062	0,007
2	1,5	113,6	1	0,683	0,646	0,133	0,022
3	3	43,5	1	2,461	2,327	0,855	0,269
4	3	43,5	1	1,712	1,577	0,802	0,375
5	3	43,5	1	1,705	1,177	0,605	0,304

CEDIMENTI TOTALI

Asse	10,808
Bordo	9,994999
Piede	4,9
IV Punto	2,685

Cedimenti post-sismici

Indice plasticità [%]	Indice vuoti [%]	Indice compressione	Modulo taglio statico [kN/m²]	OCR	Fs liquefazione	Tensione efficace [kN/m²]	Alfa [-]	Deformazione verticale	Cedimento post-sismico [mm]	Incremento a pressione neutra [kN/m²]
10	0,5	1,5	14020	1	0	14,0965	1	4,74E-03	4,7352	0,45
5	0,579	0,042	31953	1	57,5318	29,086	1	4,50E-15	0	0
5	0,579	0,042	31953	1	28,8163	44,0755	1	5,69E-13	0	0
10	0,67	0,048	10713	1	1,2408	62,8615	1	2,68E-03	5,3531	13,88
10	0,67	0,048	10713	1	1,216	81,6475	1	3,15E-03	6,2959	20,76
10	0,67	0,048	10713	1	1,2134	100,4335	1	3,20E-03	6,4077	25,93
10	0,67	0,048	10713	1	1,2242	119,2195	1	2,98E-03	5,9646	28,93
10	0,67	0,048	10713	1	1,2444	138,0055	1	2,62E-03	5,232	29,86
10	0,67	0,048	10713	1	1,2722	156,7915	1	2,20E-03	4,4002	29,07
10	0,67	0,048	10713	1	1,3066	175,5775	1	1,79E-03	3,5844	27,01
10	0,67	0,048	10713	1	1,3472	194,3635	1	1,42E-03	2,8448	24,13
10	0,67	0,048	10713	1	1,394	213,1495	1	1,10E-03	2,2072	20,84
10	0,67	0,048	10713	1	1,4473	231,9355	1	8,38E-04	1,6767	17,43