

*REGIONE PIEMONTE  
PROVINCIA DI VERCELLI  
Comune di Crescentino*

## Progetto di ampliamento area produttiva Var17 BIS SUAP



*TAV:*

***PB***

*Relazione geotecnica interazioni  
opere - terreno (NTC 2018)*

*COMMITTENTE:*

**Fontana S.r.l.**

Via G. Ferraris, 89 - 13044 Crescentino VC - P.IVA 01687310027

Tel. +39 0161 843.311 / +39 0161 842.613 - [info@fontanasrl.com](mailto:info@fontanasrl.com)

*PROGETTISTI:*



**Studio associato di Ingegneria e Geologia**

*Dott. Geologo Elio Vanoni*

*Dott. Ing. Massimiliano Vanoni*

*Dott.ssa Roberta Mandelli*

Caresanablot (VC), Via S. Cecilia, 1 - Tel 0161/232925  
e-mail [info@geotecnologie.com](mailto:info@geotecnologie.com) [www.geotecnologie.com](http://www.geotecnologie.com)

*Stesura tavola: Febbraio 2023*

## Sommario

<b>1 PREMESSA</b> .....	<b>1</b>
<b>2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA</b> .....	<b>2</b>
<b>3 INTERVENTO IN PROGETTO</b> .....	<b>4</b>
<b>4 ANALISI GEOTECNICA</b> .....	<b>5</b>
<b>4.1 Inquadramento geologico e geomorfologico</b> .....	<b>5</b>
<b>4.2 Indagini in sito – Prove DPSH</b> .....	<b>6</b>
<b>Risultati</b> .....	<b>9</b>
<b>Interpretazione dei risultati – stratigrafia tipo in sito</b> .....	<b>11</b>
<b>Livello falda nell'area indagata</b> .....	<b>11</b>
<b>Parametri geotecnici ricavati</b> .....	<b>11</b>
<b>4.3 Analisi sismica</b> .....	<b>11</b>
<b>Definizioni</b> .....	<b>11</b>
<b>4.4 Verifica fondazionale – tipologia PLINTO</b> .....	<b>13</b>
<b>Dati geometrici</b> .....	<b>13</b>
<b>Stratigrafia di progetto e parametri geotecnici</b> .....	<b>14</b>
<b>Carichi applicati</b> .....	<b>14</b>
<b>Verifica geotecnica</b> .....	<b>14</b>
<b>5 CONCLUSIONI - INTERAZIONE INTERVENTO/TERRENO</b> .....	<b>16</b>
<b>6 ALLEGATI</b> .....	<b>17</b>

## 1 PREMESSA

La seguente relazione analizza gli aspetti geotecnici nei riguardi dell'intervento di realizzazione nuovo capannone produttivo di proprietà della ditta Fontana S.r.l. ubicato adiacentemente l'area produttiva esistente in Via Galileo Ferraris.

Lo scopo delle presenti indagini, svolte a norma dei CPGR 7/Lap 96 e NTE 12/99 e D.M. 17/01/2018 “**Norme tecniche delle costruzioni**”, sarà quella di valutare le **condizioni geologiche e geotecniche** presenti nel sito in esame e nel relativo intorno al fine di verificare la compatibilità dell'intervento con la natura litologica del sito in oggetto.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

L'area in esame è ubicata in zona periferica a Nord del centro abitato del Comune di Crescentino, in Via Galileo Ferraris ed è rappresentata sulla carta tecnica regionale alla sezione 136-140, ad una quota media di 156 mt.s.l.m. visibile in stralcio in seguito.

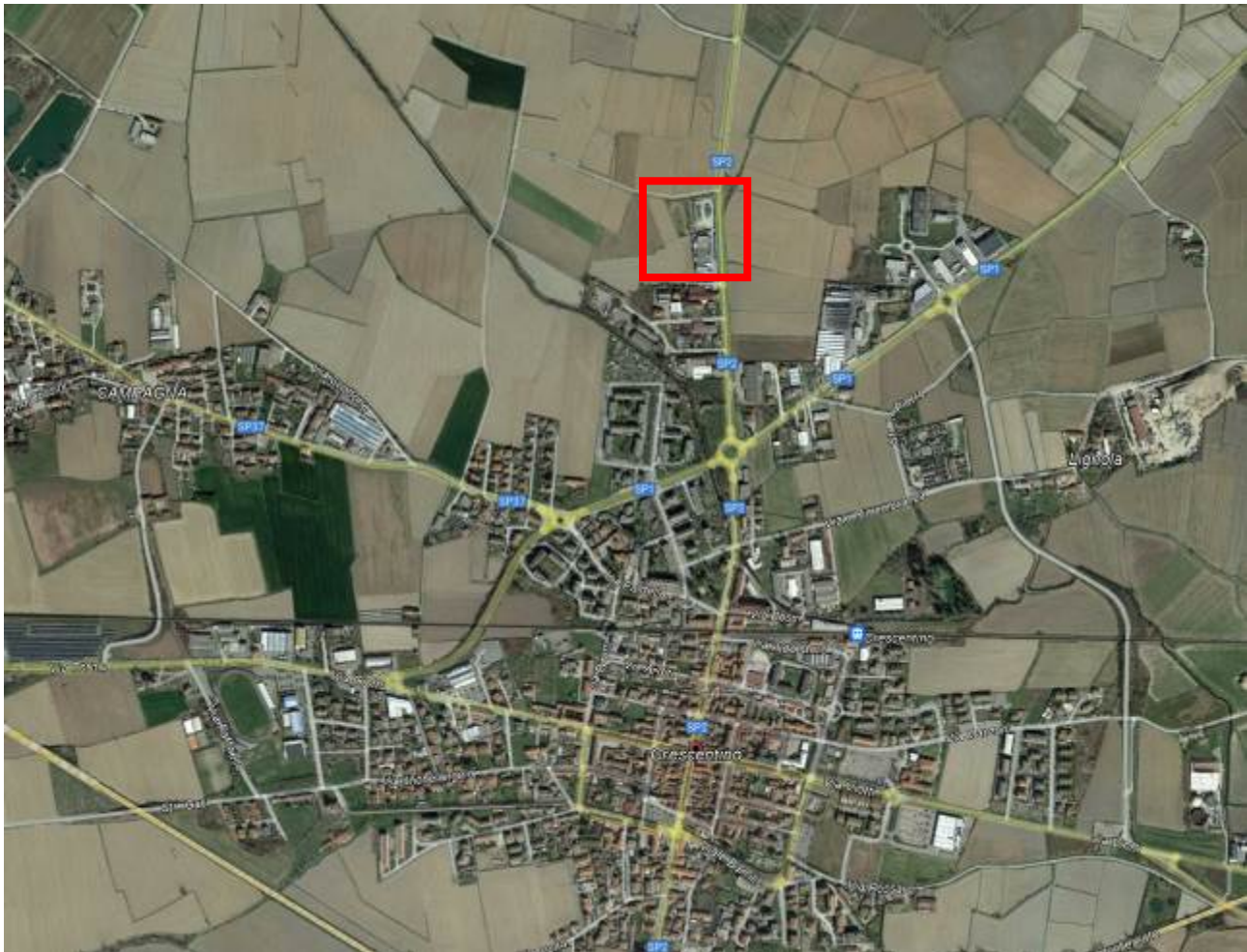
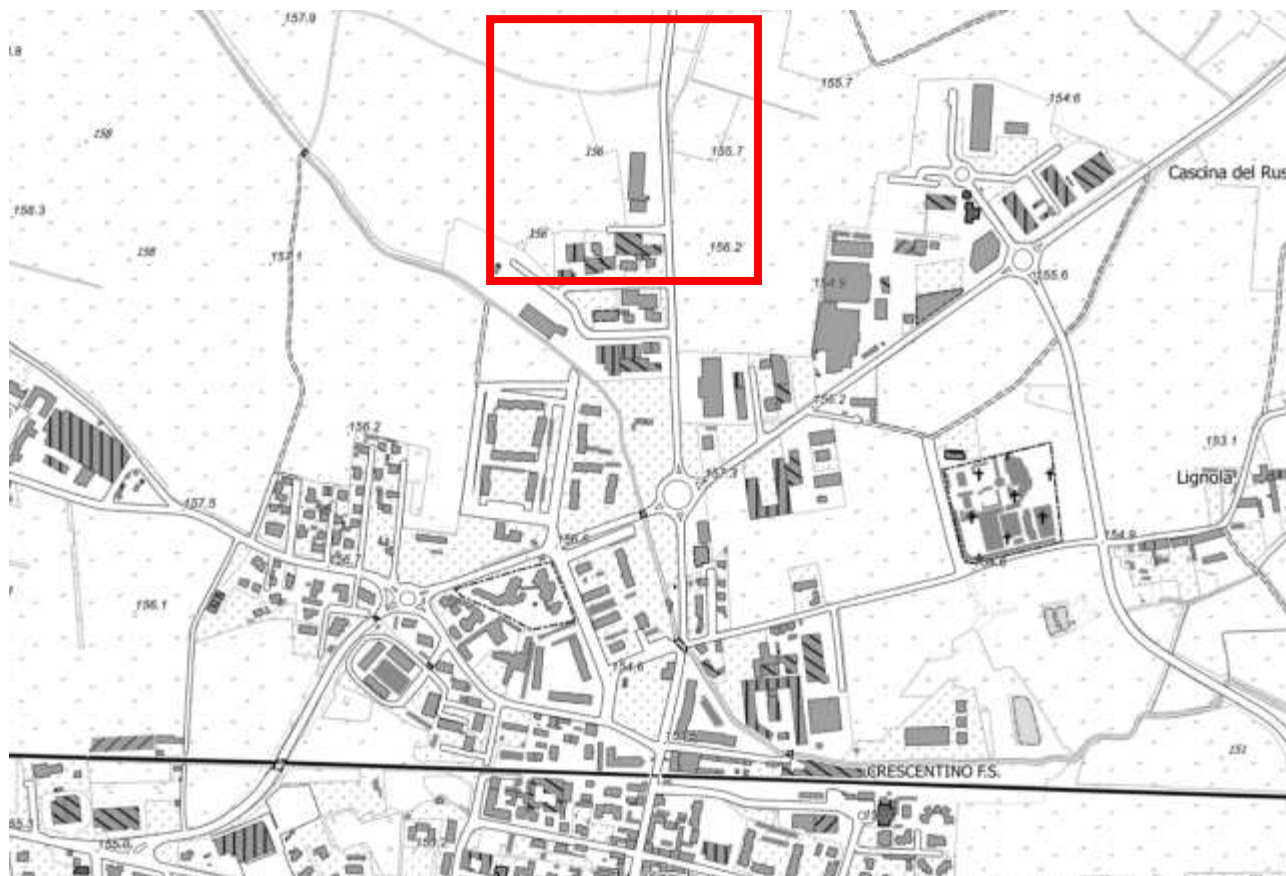


Foto aerea



Dettaglio foto aerea



BDTRE Geoportale Piemonte



Le coordinate geografiche risultano:

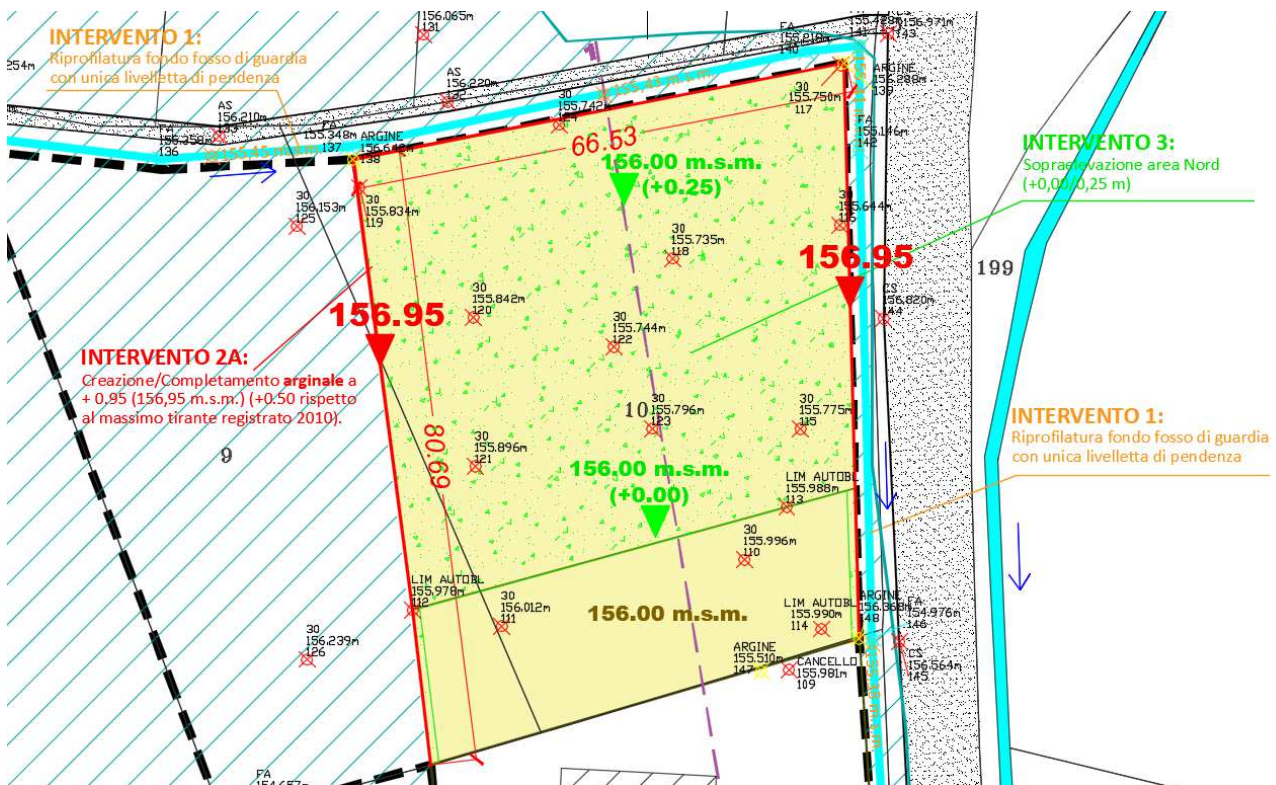
- Latitudine: 45° 12' 09'' N
- Longitudine : 8° 06' 11'' E

Dettaglio BDTRE Geoportale Piemonte

### 3 INTERVENTO IN PROGETTO

Il progetto prevederà i seguenti aspetti migliorativi nell'ottica del miglioramento della situazione locale:

- A. La sistemazione e pulizia dell'alveo e delle sponde dei fossi irrigui adiacenti ed in particolare la ricalibratura della livelletta del fosso perimetrale **NORD/EST (Intervento 1)**.
- B. Il mantenimento delle fasce di rispetto (5 m) previste nell'edificazione/modificazione dell'uso dei suoli.
- C. La realizzazione di un argine perimetrale a Nord/Ovest/Est all'area di variante (**Intervento 2A**).
- D. Verifica del mantenimento in chiusura del fosso derivatore dalla Roggia Camera a Sud dell'area in oggetto, in condizioni di piena prevista (**Intervento 4**).
- E. Sopraelevazione del piano di progetto alla medesima quota dell'area produttiva esistente adiacente sull'intera area di variante (già in essere sulla porzione SUD) (**Intervento 3**).
- F. Argine SUD OVEST (**Intervento 2B**).
- G. Mantenimento di porzioni drenanti per le parti non edificate



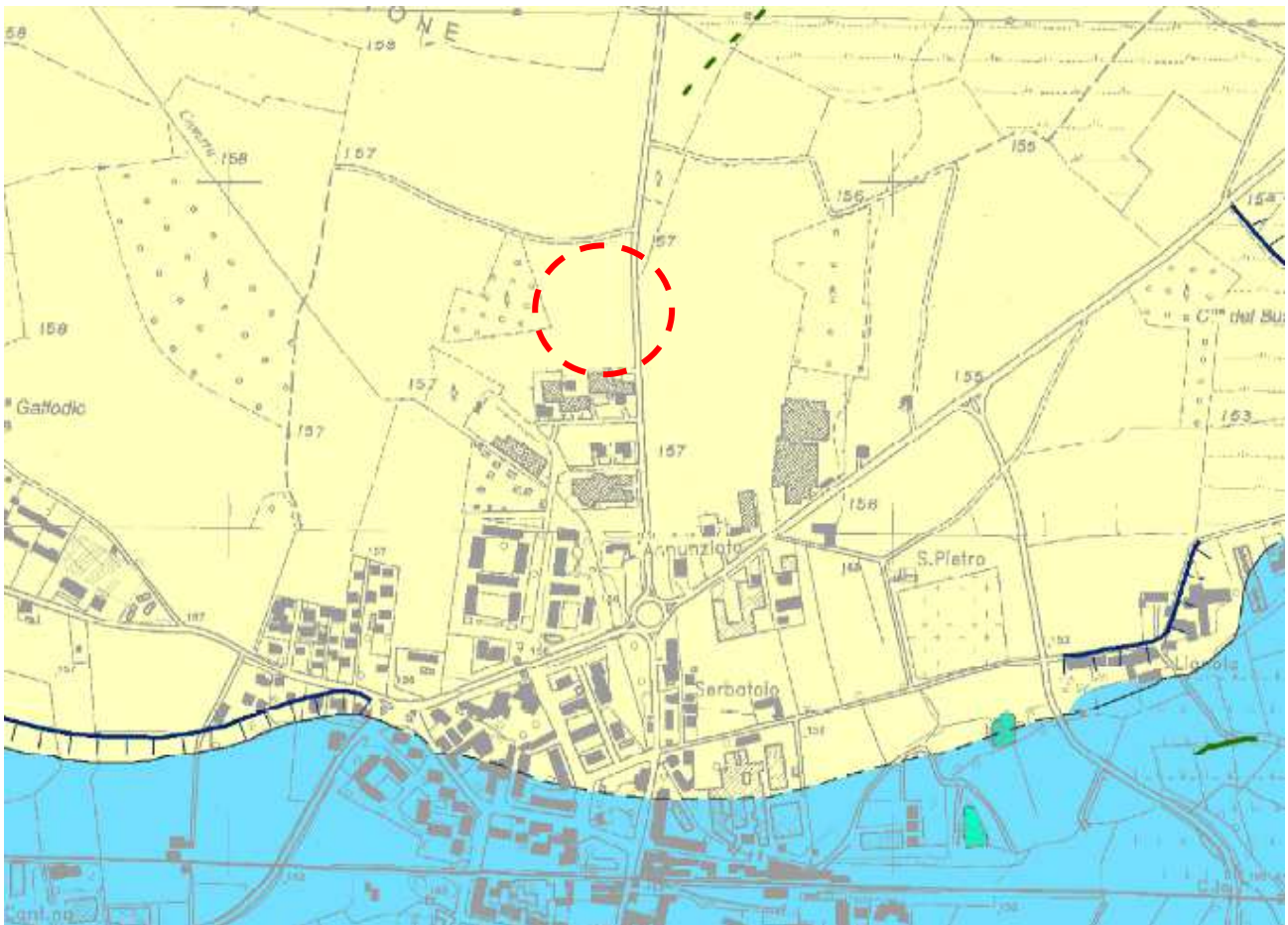
Stralcio Tav.PG1 planimetria progetto



Stralcio Tav.PG3 sezioni progetto

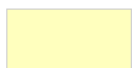
## 4 ANALISI GEOTECNICA

### 4.1 Inquadramento geologico e geomorfologico



Subsistema di Trino

(intervallo superiore del Pleistocene Superiore)



Ghiaie ciottolose più o meno sabbioso-limose, non stratificate o con stratificazione incerta, debolmente alterate. Alla sommità: sabbie e sabbie limose, con incipiente alterazione pedogenetica

*Depositi fluvio-glaciali e relativa copertura di sedimenti fini di esondazione fluviale*

#### Carta geologica PRGC Crescentino

*Il territorio comunale di Crescentino è ubicato nel settore terminale della conoide di origine fluvio-glaciale di età rissiana che si protende verso SE dalle cerchie moreniche canavesane fino alla sponda sinistra del Fiume Po. L'espressione morfologica fondamentale del territorio di Crescentino è riconducibile all'attività deposizionale ed erosionale esplicita dal F.Po e dalla Dora Baltea sin dal Pleistocene, e tuttora in corso. Le forme di erosione sono ben visibili soprattutto in prossimità del corso d'acqua principale, laddove esse sono attive o recenti e non ancora completamente obliterate dall'azione antropica.*

*I terreni di questa zona possono quindi essere suddivisi in base alla propria appartenenza alla conoide principale, progressivamente erosa e terrazzata dai corsi d'acqua, oppure alla piana alluvionale connessa alle fasce di divagazione di questi ultimi; si tratta, in ogni caso, di terreni costituiti da depositi di origine continentale, in genere a granulometria grossolana, e costituiti essenzialmente da ghiaie e sabbie in diversa proporzione reciproca: in superficie, sulle superfici terrazzate più elevate la pedogenesi, esplicitasi per un maggiore intervallo di tempo, ha dato origine a suoli argillosi maggiormente sviluppati.*

I depositi sono di natura granulare, costituite da sabbie e ghiaie, con maggiore evidenza della componente granulare grossolana in prossimità del corso d'acqua ed una maggiore presenza di matrice fine nell'allontanamento dallo stesso.

E' sempre presente inoltre un livello di copertura di alterazione con ridotta potenza (0.3 ÷ 0.5 m.) che nelle zone antropizzate è stato sostituito localmente da materiale di riporto.

I terreni dove è ubicata l'area in oggetto risultano cartografati come "depositi fluvio-glaciali", fase Wurm [(a<sup>1</sup>-fg<sup>W</sup>) in carta geologica, relativi al Subsistema di Trino.

La superficie sommitale dell'unità ha un andamento complessivamente pianeggiante, con locali, blande ondulazioni che rappresentano le tracce relitte di antichi percorsi fluviali. Tale superficie sommitale è delimitata verso valle da una scarpata di terrazzo, più o meno continua ed evidente, a luoghi oggetto di rimodellamento antropico, alta 2- 3 m.

Il corpo alluvionale è costituito da depositi ghiaioso-ciottolosi con frazione sabbiosa a luoghi significativa, complessivamente poco alterati. Alla sommità si riscontra una coltre continua di limi sabbiosi legati a processi di deposizione fluviale a bassa energia, di spessore pluridecimetrico. La natura petrografica dei clasti è compatibile con un bacino di alimentazione riconducibile a quelli attuali del Po e della Dora Baltea

Tale unità è cronologicamente assegnata alla parte alta del Pleistocene superiore. Le stratigrafie di pozzi perforati nel territorio di Crescentino evidenziano che la superficie basale dell'unità (di natura erosionale) decorre ad una profondità di circa 20 m dal piano di campagna, modellata in corrispondenza di una successione di sedimenti sabbioso-limosi a luoghi torbosi di età pliocenica (depositi in facies Villafranchiana).

#### 4.2 Indagini in sito – Prove DPSH

Nel mese di gennaio 2023 sono state realizzate, all'interno dell'area produttiva in previsione di ampliamento, n.2 indagini geognostiche (DPSH1 e DPSH2) consistite in prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH (profondità 7,10 m) realizzate con lo strumento penetrometro Pagani TG63-200.

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-100 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

L'ubicazione delle indagini risulta la seguente:



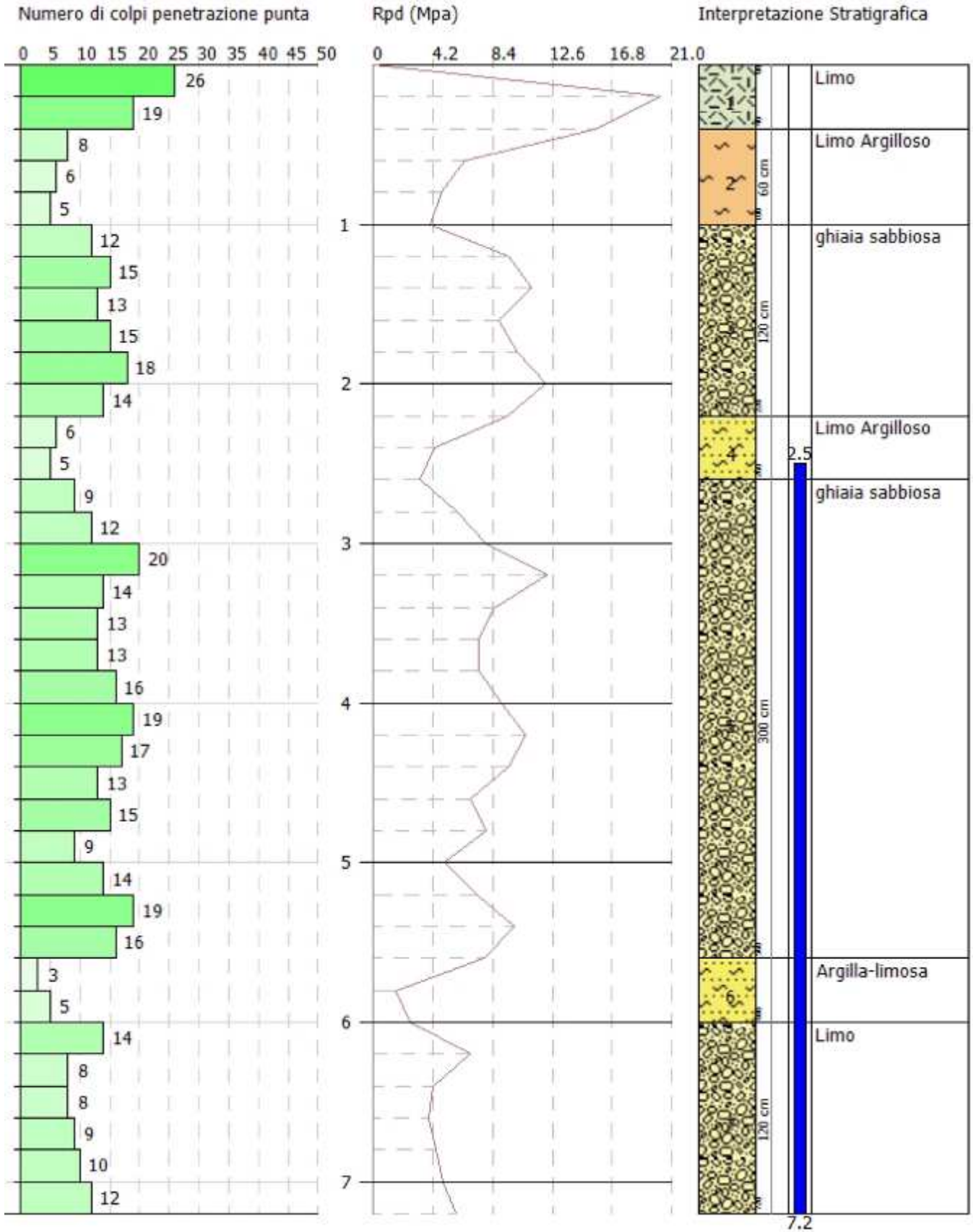
DPSH1



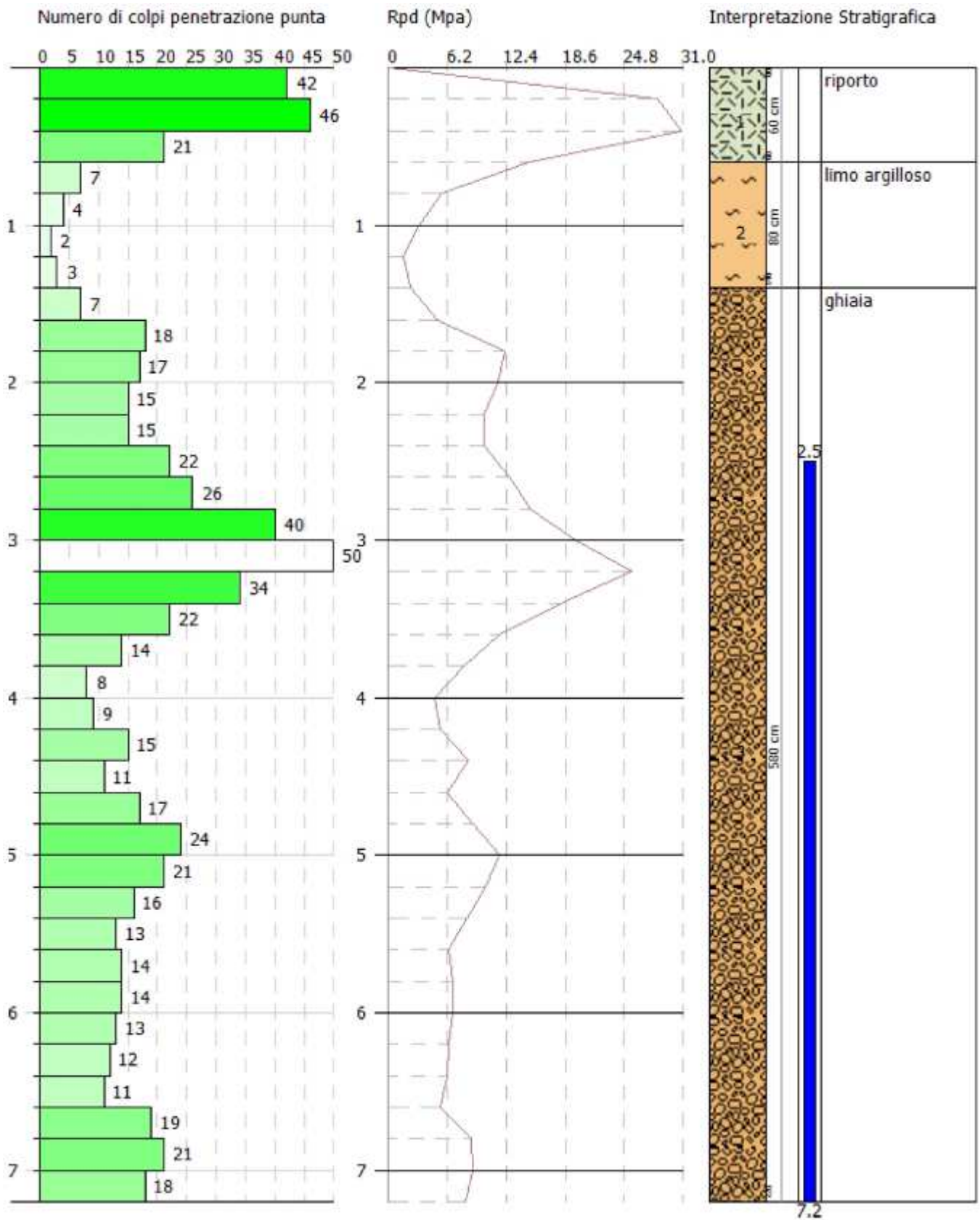


DPSH 2

**Risultati**



DPSH 1



## Interpretazione dei risultati – stratigrafia tipo in sito

- ORIZZONTE 1: 0 – 0.50 m **Terreno di riporto**;
- ORIZZONTE 2: 0.50 – 1.20 m **Limo argilloso** con presenta scarse qualità geotecniche;
- ORIZZONTE 3A,B,C: 1.20 – 7.20 m **Ghiaia (A)/Ghiaia sabbiosa (B) con lenti decimetriche di limo argilloso (C)**, che presenta discrete qualità geotecniche, **sufficienti per l'imposta della fondazione (litotipo ghiaioso)**.

### Livello falda nell'area indagata

Osservando i sondaggi effettuati nell'area in oggetto si può attestare un livello di falda di circa 2,5 m dal p.c.

### Parametri geotecnici ricavati

Orizzonte	Tipo	Coesione non drenata (Kpa)	Peso unità di volume (KN/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (KN/m <sup>3</sup> )	Modulo edometrico (Mpa)	Modulo di Yang (Mpa)	Angolo di resistenza al taglio (°)
1	Incoerente	0	21.62	20.7	19.46	40.26	36.45
2	Coesivo	50.34	18.44	19.75	3.38	6.57	23
3A	Incoerente	0	20.69	19.81	16.05	36.55	34.79
3B	Incoerente	0	19.51	19.42	11.64	31.10	32.65
3C	Coesivo	44.5	18.20	18.63	3.1	5.9	22.5

## 4.3 Analisi sismica

(rif. Cap. 3.2 – NTC 2018)

L'intera penisola italiana è interessata da attività sismica che si manifesta in modo diverso, da zona a zona, soprattutto in funzione delle caratteristiche geologiche.

In base agli eventi sismici verificatisi in epoca storica e al danno da questi prodotto, è stata fatta fin dall'inizio del '900, una prima classificazione del territorio nazionale; tuttavia la prima legge organica in materia è la Legge n. 64/84 che stabilisce le modalità di classificazione sismica del territorio e di redazione delle normative tecniche, tra cui quelle, che riguardano le costruzioni in zona sismica.

In tempi recenti, in seguito all'acquisizione di nuove conoscenze scientifiche, sono stati elaborati criteri che classificano i terremoti in base ad indicatori quali la magnitudo (scala Richter) e sono stati introdotti concetti quali: la pericolosità sismica, il rischio, la vulnerabilità e l'esposizione al rischio.

### Definizioni

Per **pericolosità sismica** si intende "la caratterizzazione quantitativa dello scuotimento prodotto dal sisma in un sito che tiene in conto della severità dei risentimenti, della legge temporale con cui si verifica e delle caratteristiche geologiche". In genere tale caratterizzazione è intesa in senso probabilistico pertanto la pericolosità è descritta dal livello di scuotimento sismico, che ha

Una definizione semplificata del **rischio sismico** è "il valore atteso delle perdite in un determinato periodo di tempo".

Per **esposizione al rischio** si intende "l'identificazione e quantificazione degli elementi esposti al rischio (vite umane, edifici, infrastrutture, ambiente), anche in termini temporali".

Con **vulnerabilità** si intende "la propensione al danneggiamento degli oggetti esposti al fenomeno sismico".

La caratterizzazione di un terremoto, richiede una complessa analisi di tutti i fattori che determinano il fenomeno quali: la localizzazione, il meccanismo, la frequenza, la propagazione delle onde sismiche in relazione delle condizioni locali del sito.

Lo studio di tutti questi fattori determina la conoscenza del livello di scuotimento del suolo e quindi la pericolosità sismica.

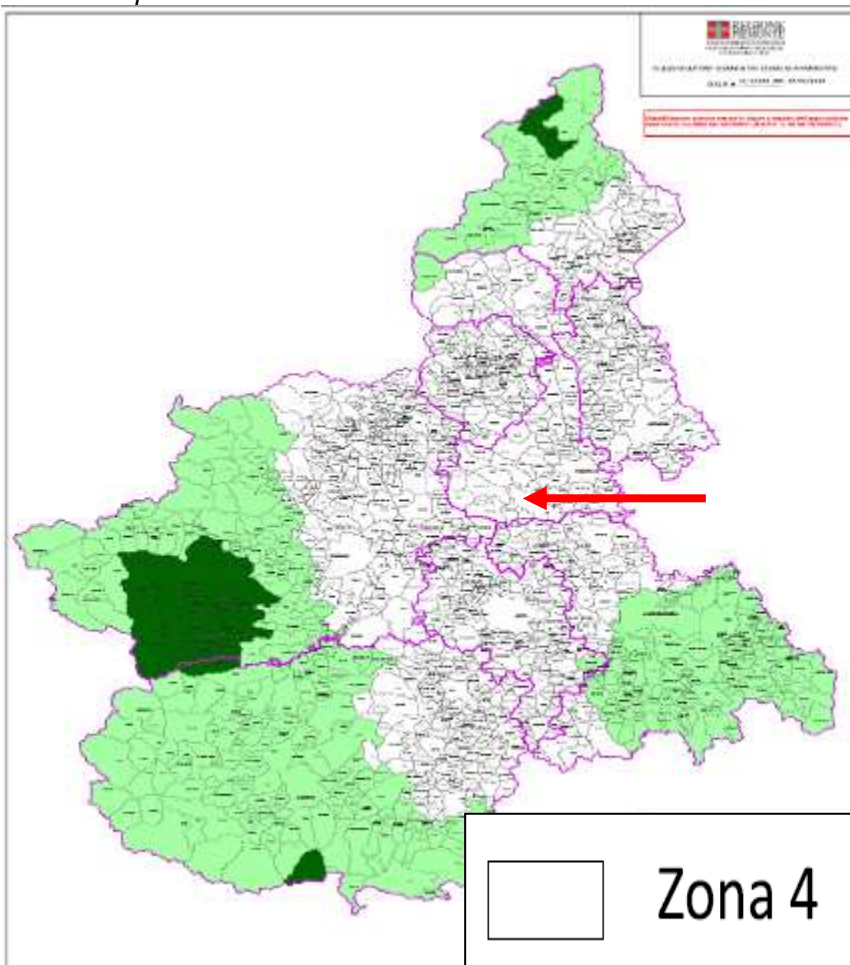
Occorre tuttavia distinguere una "pericolosità di base", intesa come la caratterizzazione degli eventi per un determinato sito, effettuata considerando il terreno omogeneo e isotropo cioè privo di discontinuità stratigrafiche, dalla pericolosità specifica del sito, frutto delle reali caratteristiche del terreno (stratigrafia, morfologia, presenza di faglie o fratture), che possono modificare ad esempio, la direzione di propagazione delle onde sismiche.

I terremoti, sono eventi di origine naturale, che non possono essere evitati né previsti anche se è possibile identificare aree a diverso grado di sismicità, e porre in atto strategie indirizzate alla mitigazione degli effetti.

L'obiettivo generale della normativa sismica è quello di garantire un livello di protezione omogeneo in tutto il territorio nazionale, diventa fondamentale cercare di uniformare i livelli accettabili di rischio sismico, quantificando l'influenza dei fattori di rischio e riducendone l'impatto ripartito in 4 zone riferite a diversi livelli di pericolosità e quindi di rischio decrescente da 1 a 4:

<b>1</b>	<b>zone ad alta sismicità</b>
<b>2</b>	<b>zone a sismicità media</b>
<b>3</b>	<b>zone a sismicità bassa</b>
<b>4</b>	<b>zone con sismicità trascurabile</b>

A ciascuna di queste zone corrisponde quindi uno specifico livello di pericolosità espresso in termini di probabilità di superamento di un determinato livello di accelerazione del suolo in un dato periodo di tempo. Le zone sono state individuate secondo valori di accelerazione massima del suolo con probabilità del 10% in 50 anni".



Con le ultime NTC 2018 e conseguenti DGR in Piemonte il territorio Piemontese **risulta classificato come a rischio sismico basso**. Il territorio ricompreso nel Comune di CRESCENTINO ricade in **zona IV** ovvero la **zona a rischio minore**.

### Categoria Descrizione

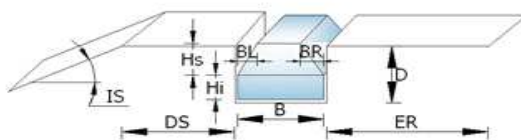
Si specifica che per la determinazione della categoria del sottosuolo sono state correlate le risultanze delle prove penetrometriche con le **indicazioni contenute all'interno delle NTC 2008**. Le stesse comprendono, per la stima della categoria, anche la correlazione con il  $N_{SPT}$  ricavato dalle indagini geotecniche

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

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).

## 4.4 Verifica fondazionale – tipologia PLINTO

### Dati geometrici



Fondazione a plinto		Profilo terreno e Falda	
Tipo di fondazione	Plinto	Estensione terreno a sinistra	EL= 3 [m]
Lunghezza fondazione	L= 2 [m]	Estensione terreno a destra	ER= 3 [m]
Larghezza fondazione	B= 2 [m]	Inclinazione pendio	IS= 0 0 [°]
Base fondazione a destra	BR= 0 [m]	Distanza fondazione dal pendio	DS= 0 0 [m]
Base fondazione a sinistra	BL= 0 [m]	Profondità falda dal PC	2.5 [m]
Altezza inferiore fondazione	HI= 0.4 [m]	<b>Sottofondazione</b>	
Altezza superiore fondazione	HS= 0 [m]	Sporgenza, Altezza	
Profondità piano di posa	D= 1.2 [m]	0.05	0.05 [m]
Altezza di incastro	HF= 0 [m]		
Inclinazione piano di posa	IP= 0 [°]		
<input checked="" type="checkbox"/> Altezza di incastro = Profondità piano di posa			

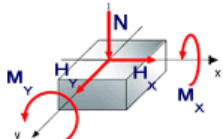
## Stratigrafia di progetto e parametri geotecnici

Stratigrafia												
Nr. Stratigrafie...		Stratigrafia Nr. 1		Descrizione								
Stratigrafia Nr. 1												
DB	Spessore strato (m)	Gk (Kg/m <sup>3</sup> )	Gk Saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Fik (°)	ck (Kg/cm <sup>2</sup> )	cuk (Kg/cm <sup>2</sup> )	Eyk (Kg/cm <sup>2</sup> )	Edk (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dati aggiuntivi	Colore	Texture	Descrizione
	0.50	2162.0	2070.0	36.45	0.0	0.0	410.54	198.43				Riporto
	0.70	1844.0	1975.0	23	0.0	0.51	65.7	33.8				Limo argilloso
	10.00	1951.0	1942.0	32.65	0.0	0.0	311.0	116.0				Ghiaia sabbiosa

I parametri geotecnici inseriti sono risultanti dalla restituzione delle prove penetrometriche effettuate in sito, utilizzando i parametri rilevati dalla stratigrafia in condizione più critica (ghiaia sabbiosa - a favore di sicurezza)

La fondazione sarà quindi impostata sullo strato n.3 “Ghiaia sabbiosa” ad una quota di -1,20 m dal p.c..

## Carichi applicati

Approccio ▾	
	<p>CONVENZIONI</p> <p>Schema delle forze come indicato in figura</p>

Carichi di progetto agenti sulla fondazione									
Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto (Kg/cm <sup>2</sup> )	N (Kg)	Mx (Kg·m)	My (Kg·m)	Hx (Kg)	Hy (Kg)		
1	A1+M1+R3	1.1	0	0	0	0	0	0	Progetto
2	SISMA	1.1	0	0	0	0	0	0	Progetto
3	S.L.E.	0	0	0	0	0	0	0	Servizio
4	S.L.D.	0	0	0	0	0	0	0	Servizio

## Verifica geotecnica

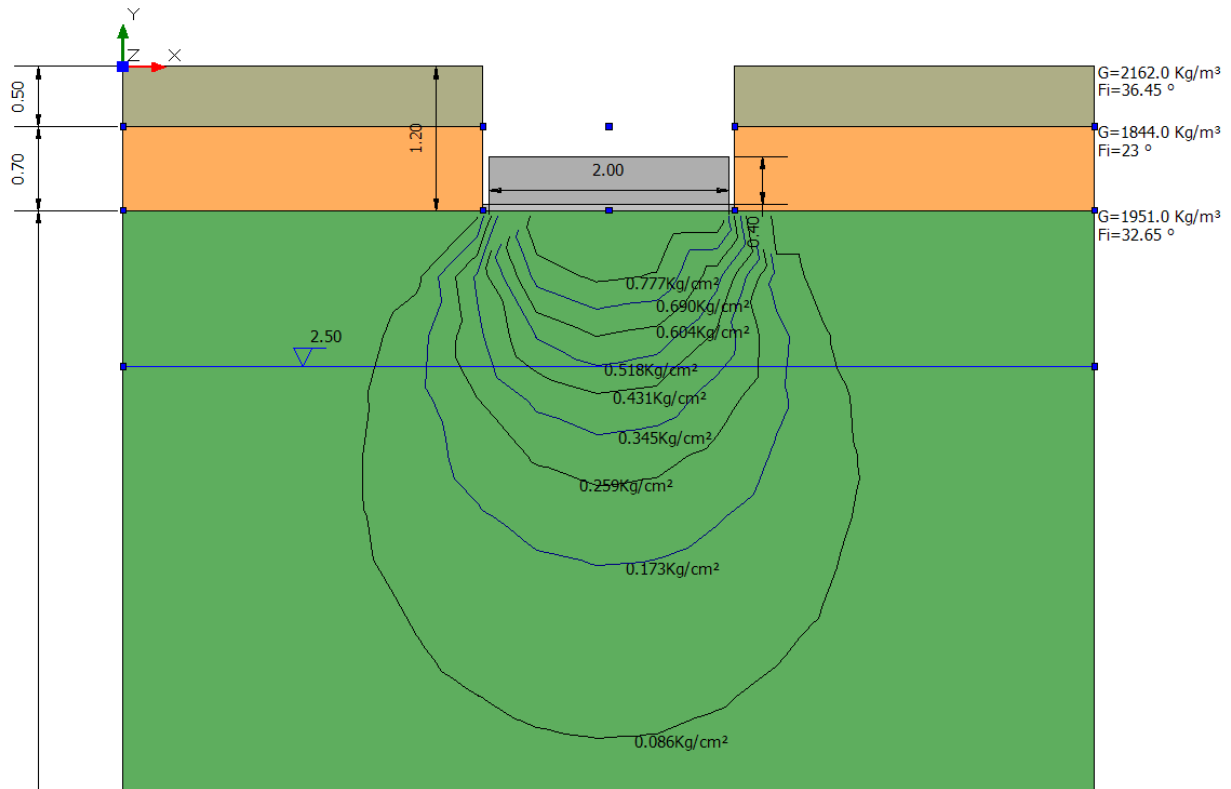
Carichi di progetto agenti sulla fondazione									
Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto (Kg/cm <sup>2</sup> )	N (Kg)	Mx (Kg·m)	My (Kg·m)	Hx (Kg)	Hy (Kg)		Tipo
1	A1+M1+R3	1.1	0	0	0	0	0	0	Progetto
2	SISMA	1.1	0	0	0	0	0	0	Progetto
3	S.L.E.	0	0	0	0	0	0	0	Servizio
4	S.L.D.	0	0	0	0	0	0	0	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze									
Nr.	Correzione Sismica (NTC 2018)	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	<input type="checkbox"/>	1	1	1	1	1	2.3	1.1	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	1	1	1	1.8	1.1	
3	<input type="checkbox"/>	1	1	1	1	1	1	1	
4	<input type="checkbox"/>	1	1	1	1	1	1	1	

Risultati									
Carico limite verticale Verifica a scorrimento									
Nome combinazione	Autore	Carico limite [Qult] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza di progetto [Rd]	Tensione [Ed] (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	Condizione di verifica [Ed<Rd]	Tipo rottura	Costante sottofondo (Kg/cm <sup>2</sup> )	
*	Meyerhof and Har	3.84	1.67	1.10	3.49	Verificata	* Rottura general	5.91	
SISMA	HANSEN (1970)	13.97	7.76	1.10	12.7	Verificata	* Rottura general	5.59	

In questo caso la capacità portante del terreno, in relazione alla tipologia di fondazione prevista risulta di **3,84 kg/cm<sup>2</sup> > 1,1 Kg/cm<sup>2</sup> valore ipotetico** previsto dalla progettazione. Tale valore sarà perfezionato con la progettazione strutturale.

Si inserisce schema della fondazione in progetto, della sua quota rispetto al substrato di riporto idoneo in correlazione con la stratigrafia naturale presente in sito.



Lunghezza fondazione 50% - Bulbo tensioni

I bulbi di pressione in corrispondenza della mezzeria del plinto si estendono fino a profondità c.a. 5 m, sebbene i livelli tensionali si riducano a valori modesti da c.a. 3,0 m. dal piano campagna attuale.

Cedimenti Burland e Burbidge

La Zi se non assegnata sarà calcolata in automatico dal programma.  
Il metodo fornisce ottimi risultati in terreni omogenei, va usato con cautela in terreni stratificati e fondazioni rigide.

Strato	Prof. Strato (m)	Nspt
1	0.50	20
2	1.20	4
3	11.20	17

Pressione: 1.1 Kg/cm<sup>2</sup>

Tempo: 30

Profondità significativa Zi (m): 11.2

Media dei valori di Nspt all'interno di Zi: 16

Fattore di forma fs: 1

Fattore strato compressibile fh: 1

Fattore tempo ft: 1.5

Indice di compressibilità: 0.035

Cedimento (mm): 7.917

**I cedimenti previsti, con il massimo livello tensionale indotto risultano tollerabili, sebbene al limite. In ragione di ciò si consiglia di ridurre il carico applicato ad un valore  $\leq 1,1$  Kg/cm<sup>2</sup>, tale da ridurre i cedimenti previsti e renderli accettabili definitivamente.**



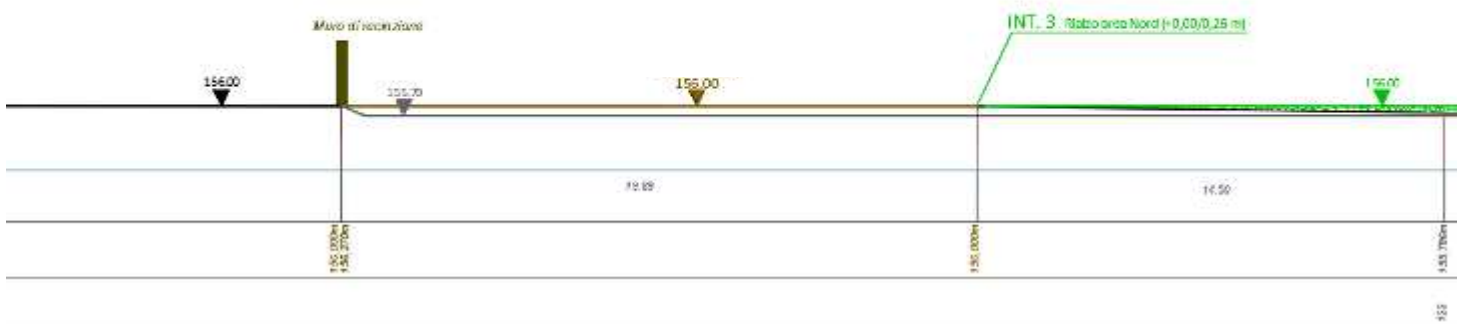
## 5 CONCLUSIONI - INTERAZIONE INTERVENTO/TERRENO

Il piano di progetto sarà realizzato alla medesima quota del piano dell'area produttiva adiacente esistente, nonché della parte Sud dell'area in oggetto (156,00 m.s.m.), sul quale sarà introdotto **materiale MPS** proveniente dall'esterno (che dovrà essere costituito da ottime qualità geotecniche) sino alla quota del piano di progetto.

Considerando che il piano campagna attuale dell'area in esame risulta pendente verso Nord, in tale area si avrà un riporto di c.a. 0,26 m

### Situazione stato di progetto (2° porzione)

Sezione 1-1



Considerando la stratigrafia risultante dalle indagini geognostiche e le discrete qualità geotecniche del substrato naturale, costituito da ghiaia/ghiaia sabbiosa, e considerando l'ulteriore messa in posto del materiale MPS, si ritiene che l'interazione tra piano di progetto e il terreno in sito sia valutata in modo positivo.

Si specifica inoltre che il sistema fondazionale previsto per la realizzazione del capannone produttivo (plinti) dovrà avere pertanto un piano di imposta non inferiore ai 1,2 m, corrispondente alla quota del tetto del substrato ghiaioso con proprietà geomeccaniche adatte all'imposta delle fondazioni. Le specifiche esecutive saranno formulate in sede di progetto esecutivo.

In conclusione, a quanto descritto, l'intervento in oggetto, nella configurazione espressa dal relativo progetto di cui la presente relazione risulta parte, è compatibile con le caratteristiche geotecniche del sito in oggetto, alle condizioni espresse nella presente relazione.

Si ricorda che qualora in fase esecutiva del sistema di fondazione, si riscontrassero delle anomalie rispetto a quanto ricostruito all'interno della presente relazione, occorrerà rivedere le valutazioni della presente relazione.

## 6 ALLEGATI

All. 1: Report verifica fondazionale – plinto

### DATI GENERALI

=====  
 Normativa NTC\_2018  
 Zona Crescentino  
 Lat./ Long. [WGS84] 45.1919136047363/8.1028003692627  
 Larghezza fondazione 2.0 m  
 Lunghezza fondazione 2.0 m  
 Profondità piano di posa 1.2 m  
 Profondità falda 2.5  
 Sottofondazione...Sporgenza, Altezza 0.05/0.05 m  
 =====

### SISMA

=====  
 Accelerazione massima (amax/g) 0.229  
 Effetto sismico secondo NTC 2018  
 =====

### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
 Classe d'uso: Classe II  
 Vita nominale: 50.0 [anni]  
 Vita di riferimento: 50.0 [anni]

#### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.51	2.489	0.25
S.L.D.	50.0	0.647	2.483	0.262
S.L.V.	475.0	1.53	2.484	0.282
S.L.C.	975.0	1.893	2.525	0.287

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.765	0.2	0.0156	0.0078
S.L.D.	0.9705	0.2	0.0198	0.0099
S.L.V.	2.2452	0.24	0.055	0.0275
S.L.C.	2.6645	0.24	0.0652	0.0326

### STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [Kg/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [Kg/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Poisson	Coeff. consolidaz. primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
---------------------	---	--	-----------------------	--------------------------------	--	---------------------------------------	---	---------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------

0.5	2162.0	2070.0	36.45	0.0	0.0	410.54	198.43	0.0	0.0	0.0	Riporto
0.7	1844.0	1975.0	23.0	0.0	0.51	65.7	33.8	0.0	0.0	0.0	Limo argilloso
10.0	1951.0	1942.0	32.65	0.0	0.0	311.0	116.0	0.0	0.0	0.0	Ghiaia sabbiosa

## Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [Kg/cm <sup>2</sup> ]	N di [Kg]	Mx [Kg·m]	My [Kg·m]	Hx [Kg]	Hy [Kg]	Tipo
1	A1+M1+R3	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	SISMA	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	0.00	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 di	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	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	1.8	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: Meyerhof and Hanna (1978)

Carico limite [Qult] 3.84 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Resistenza di progetto [Rd] 1.67 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Tensione [Ed] 1.1 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 3.49  
 Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

## COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 5.91 Kg/cm<sup>3</sup>

## A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

## PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume 1951.0 Kg/m<sup>3</sup>  
 Peso unità di volume saturo 1942.0 Kg/m<sup>3</sup>  
 Angolo di attrito 32.65 °  
 Coesione 0.0 Kg/cm<sup>2</sup>

Fattore [Nq] 25.03  
 Fattore [Nc] 37.5  
 Fattore [Ng] 23.09  
 Fattore forma [Sc] 1.67  
 Fattore profondità [Dc] 1.23  
 Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0  
 Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0  
 Fattore inclinazione base [Bc] 1.0  
 Fattore forma [Sq] 1.64

Fattore profondità [Dq]	1.16	
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0	
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0	
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0	
Fattore forma [Sg]	0.6	
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	13.97	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	6.07	Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1951.0	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	1942.0	Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	32.65	°
Coesione	0.0	Kg/cm <sup>2</sup>

Fattore [Nq]	30.87	
Fattore [Nc]	46.62	
Fattore [Ng]	30.36	
Fattore forma [Sc]	1.3	
Fattore forma [Sg]	0.8	
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0	
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0	
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0	

Carico limite	12.08	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	5.25	Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]Verificata

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1951.0	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	1942.0	Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	32.65	°
Coesione	0.0	Kg/cm <sup>2</sup>

Fattore [Nq]	25.03	
Fattore [Nc]	37.5	
Fattore [Ng]	24.63	
Fattore forma [Sc]	1.67	
Fattore profondità [Dc]	1.21	

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0  
 Fattore forma [Sq] 1.33  
 Fattore profondità [Dq] 1.1  
 Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0  
 Fattore forma [Sg] 1.33  
 Fattore profondità [Dg] 1.1  
 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 15.86 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Resistenza di progetto 6.9 Kg/cm<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]Verificata

=====  
 Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====  
 Peso unità di volume 1951.0 Kg/m<sup>3</sup>  
 Peso unità di volume saturo 1942.0 Kg/m<sup>3</sup>  
 Angolo di attrito 32.65 °  
 Coesione 0.0 Kg/cm<sup>2</sup>

=====  
 Fattore [Nq] 25.03  
 Fattore [Nc] 37.5  
 Fattore [Ng] 33.35  
 Fattore forma [Sc] 1.67  
 Fattore profondità [Dc] 1.16  
 Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0  
 Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0  
 Fattore inclinazione base [Bc] 1.0  
 Fattore forma [Sq] 1.64  
 Fattore profondità [Dq] 1.16  
 Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0  
 Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0  
 Fattore inclinazione base [Bq] 1.0  
 Fattore forma [Sg] 0.6  
 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 15.17 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Resistenza di progetto 6.6 Kg/cm<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]Verificata

=====  
 Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1951.0	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	1942.0	Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	32.65	°
Coesione	0.0	Kg/cm <sup>2</sup>

Fattore [Nq]	25.03	
Fattore [Nc]	37.5	
Fattore [Ng]	30.79	
Fattore forma [Sc]	1.56	
Fattore profondità [Dc]	1.16	
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0	
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0	
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0	
Fattore forma [Sq]	1.54	
Fattore profondità [Dq]	1.16	
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0	
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0	
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0	
Fattore forma [Sg]	0.7	
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	14.78	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	6.43	Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]Verificata

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq]	25.03
Fattore [Nc]	37.5
Fattore [Ng]	7.04

Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14

Carico limite strato 2 (qb)	1.06	Kg/cm <sup>2</sup>
Carico limite strato 1 (qt)	3.84	Kg/cm <sup>2</sup>

Incremento carico limite strato 1	3.94	Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di punzonamento (ks)	1.05	
Rapporto (q1/q2)	0.0	

Carico limite	3.84	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1.67	Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]Verificata

**SISMA**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

## PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1951.0	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	1942.0	Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	32.65	°
Coesione	0.0	Kg/cm <sup>2</sup>

Fattore [Nq]	25.03	
Fattore [Nc]	37.5	
Fattore [Ng]	23.09	
Fattore forma [Sc]	1.67	
Fattore profondità [Dc]	1.23	
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0	
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0	
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0	
Fattore forma [Sq]	1.64	
Fattore profondità [Dq]	1.16	
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0	
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0	
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0	
Fattore forma [Sg]	0.6	
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	13.97	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	7.76	Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed&lt;=Rd]Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

## PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1951.0	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	1942.0	Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	32.65	°
Coesione	0.0	Kg/cm <sup>2</sup>

Fattore [Nq]	30.87	
Fattore [Nc]	46.62	
Fattore [Ng]	30.36	
Fattore forma [Sc]	1.3	
Fattore forma [Sg]	0.8	
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0	
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0	
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0	

Carico limite	12.08	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	6.71	Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]Verificata

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1951.0	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	1942.0	Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	32.65	°
Coesione	0.0	Kg/cm <sup>2</sup>

Fattore [Nq]	25.03	
Fattore [Nc]	37.5	
Fattore [Ng]	24.63	
Fattore forma [Sc]	1.67	
Fattore profondità [Dc]	1.21	
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0	
Fattore forma [Sq]	1.33	
Fattore profondità [Dq]	1.1	
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0	
Fattore forma [Sg]	1.33	
Fattore profondità [Dg]	1.1	
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	15.86	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	8.81	Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]Verificata

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	1951.0	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	1942.0	Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	32.65	°
Coesione	0.0	Kg/cm <sup>2</sup>

Fattore [Nq]	25.03	
Fattore [Nc]	37.5	
Fattore [Ng]	33.35	
Fattore forma [Sc]	1.67	
Fattore profondità [Dc]	1.16	
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0	
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0	
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0	
Fattore forma [Sq]	1.64	
Fattore profondità [Dq]	1.16	



Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.6
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	15.17	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	8.43	Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]Verificata

---

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

---

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

---

Peso unità di volume	1951.0	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	1942.0	Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	32.65	°
Coesione	0.0	Kg/cm <sup>2</sup>

---

Fattore [Nq]	25.03
Fattore [Nc]	37.5
Fattore [Ng]	30.79
Fattore forma [Sc]	1.56
Fattore profondità [Dc]	1.16
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.54
Fattore profondità [Dq]	1.16
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.7
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	14.78	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	8.21	Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]Verificata

---

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)

---

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

## Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq]	25.03
Fattore [Nc]	37.5
Fattore [Ng]	7.04

## Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14

Carico limite strato 2 (qb)	1.06	Kg/cm <sup>2</sup>
Carico limite strato 1 (qt)	3.84	Kg/cm <sup>2</sup>

Incremento carico limite strato 1	3.94	Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di punzonamento (ks)	1.05	
Rapporto (q1/q2)	0.0	

---

Carico limite	3.84	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	2.13	Kg/cm <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]Verificata

---

## CEDIMENTI BURLAND E BURBIDGE

---

Pressione normale di progetto	1.1	Kg/cm <sup>2</sup>
Tempo	30.0	
Profondità significativa Zi (m)	11.2	
Media dei valori di N <sub>spt</sub> all'interno di Zi	16	
Fattore di forma fs	1	
Fattore strato compressibile fh	1	
Fattore tempo ft	1.5	
Indice di compressibilità	0.035	
Cedimento	7.917	mm

---