

PROVINCIA DI PIACENZA

COMUNE DI GRAGNANO TREBBIENSE

Progetto definitivo per la realizzazione di un capannone necessario all'ampliamento dell'attività industriale di stabilimento metalmeccanico per la produzione e distribuzione di utensili e attrezzature per presse piegatrici svolta dalla società *Eurostamp Tooling s.r.l.* in località Colombarola del comune di Gragnano Trebbiense, in variante alla strumentazione urbanistica vigente ai sensi dell'art.53 comma 1 lettera b) della legge della Regione Emilia-Romagna n.° 24 del 21 dicembre 2017.

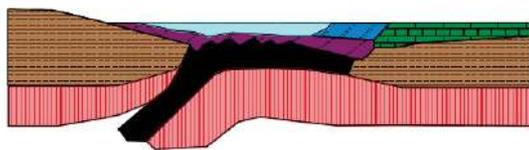
**RELAZIONE GEOLOGICA
(Fascicolo A)**

IL TECNICO PROGETTISTA
DOTT. ARCH. PAOLO PAGANI



PROVINCIA DI PIACENZA
Ordine degli Architetti,
Pianificatori
Conservatori
PAOLO
PAGANI
Architetto 65

Gragnano Trebbiense, 01/02/2024



GEOLOGIA
MASSIMO dr. MANNINI
Indagini Geofisiche - Geotecniche

Via Caduti di Cefalonia, 9 29017 Fiorenzuola d'Arda (Pc)
tel. 3452353055
e-mail: info@manninimassimo.it

**Relazione Geologica-Sismica
per la realizzazione ampliamento
capannone industriale esistente**

in Località "Colombarola di Gragnano T.se (Pc)"

INDICE

1.0 - PREMESSA	2
2.0 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO	2
3.0 - GEOLOGIA E MORFOLOGIA	2
4.0 – IDRO (GEO) LOGIA	3
5.0 - VERIFICA IDRAULICA DI ESONDABILITA’	5
6.0 - INDAGINI SVOLTE	5
7.0 - CARATTERISTICHE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	6
7.1 - MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO	6
8.0 - PORTANZA DEI TERRENI DI FONDAZIONE	8
9.0 - COMPATIBILITA’ SISMICA	11
9.1 – SCENARI DI PERICOLOSITA’ SISMICA LOCALE	14
9.2 - PRIMA FASE - INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD EFFETTI LOCALI	17
9.3 - SECONDA FASE - ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE E MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO	19
10.0 – CONCLUSIONI	21

ALLEGATI:

Schede Penetrometriche
Relazione geofisica sismica

1.0 - PREMESSA

Il presente studio geologico nasce dalla necessità di realizzare un ampliamento di un capannone industriale esistente, in località Colombarola di Gragnano T.se - (Pc); in accordo con la legislazione attualmente vigente, già oggetto di uno studio geologico d'inquadramento per l'attuale capannone Eurostamp.

PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- *D.M. 11-03-1988*
- *D.M. 16-01-1996*
- *O.P.C.M. 3274/2003*
- *D.M. 14-09-2005*
- *Euro Codice 7*
- *Euro Codice 8*
- *N.T.C. '18 e successivi.*

2.0 - INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il terreno interessato dalla presente indagine si trova nel settore nord-est del territorio comunale di Gragnano T.se, vedi cartografia allegata.

Catastalmente l'areale è associato al Foglio n.10, Mappale n.465,463, 464 del Comune di Gragnano Trebbiense.

3.0 - GEOLOGIA E MORFOLOGIA

Segue la caratterizzazione geolitologica emersa dalla Carta Geologica a scala 1:10.000 redatta dalla Regione Emilia Romagna.

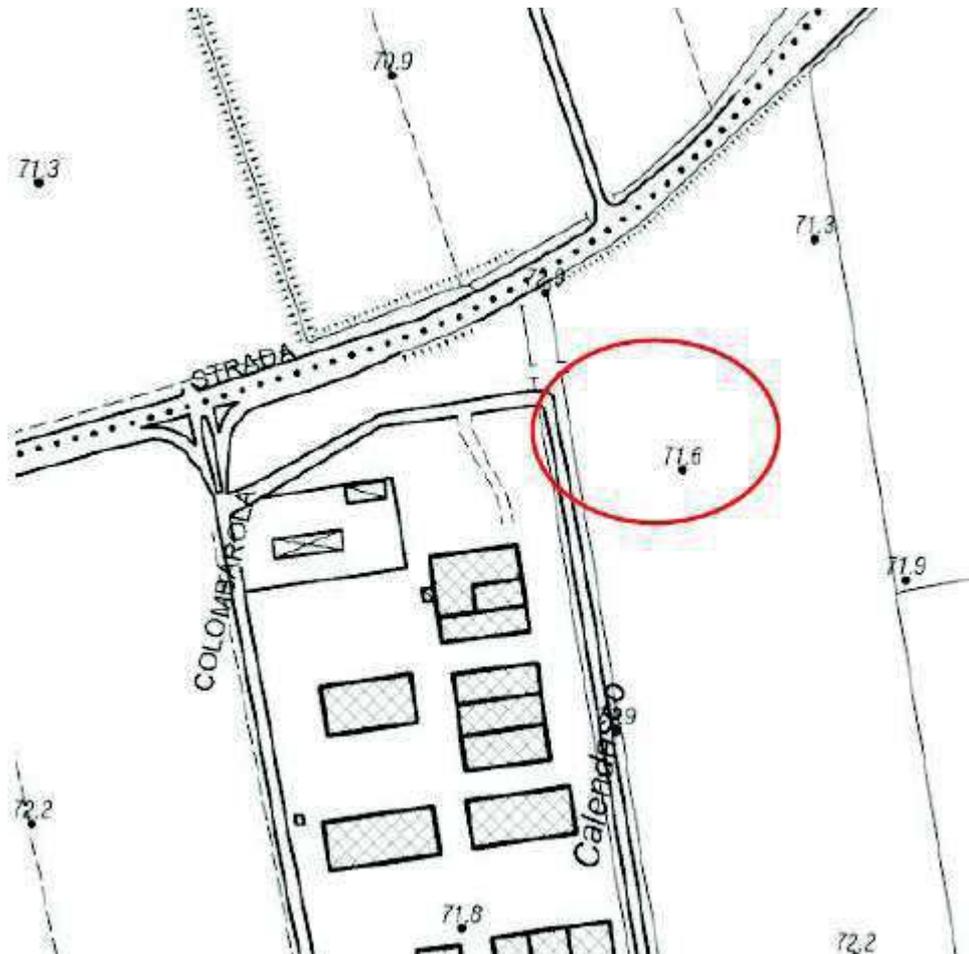
L'unità geologica caratterizzante l'area in oggetto, corrisponde alle "coperture quaternarie" appartenenti al Subsistema di Ravenna, Unità di Modena, tipico di ambiente di pianura, "AES8a": ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua: depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, e di conoide. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (poche decine di cm). Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri. *Periodo: Olocene.*

Tale configurazione geologica trova riscontro nella Tavola QC2.1.1 "Aspetti geologici" estratta dal QC del PSC comunale.

Morfologicamente, l'area in studio si trova in un settore di pianura con pendenze impercettibili orientate verso nord-nord-est. La quota s.l.m. è di 71.0 metri, mentre gli unici caratteri morfologici di rilievo in

questo settore di pianura, sono associati alle scarpate del Fiume Trebbia posto ad est dell'area e dell'area urbanizzata di Gragnano T.se posto a nord dell'area stessa.

Dalla Tavola QC2.1.2 "Aspetti geomorfologici" estratta dal QC del PSC comunale, a tale settore è associato un ambiente di tipo di conoide alluvionale con vergenze verso nord-est.



Inquadramento corografico – C.T.R. Sezione 161164.

4.0 – IDRO (GEO) LOGIA

L'idrografia superficiale (regime idrologico) è regimata dalla pendenza del terreno e le principali acque sono raccolte principalmente dal Fiume Trebbia presente ad est; localmente, rii minori presenti nell'area ed anche canalizzazioni artificiali, che talora ripercorrono vecchi alvei di corsi d'acqua naturali, benché abbiano subito poi nel tempo diversi interventi d'arginatura, correzioni del tracciato e

riconfigurazioni degli alvei per opera dell'uomo assumono un ruolo importante nel deflusso superficiale dell'acqua.

Sotto il profilo idrogeologico (falde sotterranee), nell'area in esame il sistema acquifero si configura compartimentato con falde confinate, livelli freatici sospesi, discontinui e limitati dai terreni a grana fine coesivi (argille e limi) a permeabilità bassissima. Solamente in corrispondenza degli arricchimenti sabbiosi e maggiormente in quelli ghiaiosi permeabili, si attesta la prima vera e propria falda.

Localmente, si hanno livelli freatici lenticolari a carattere discontinuo, stagionale, sospesi rispetto all'acquifero principale, attestati nelle intercalazioni più grossolane dei depositi argillosi limosi superficiali. Le oscillazioni che li caratterizzano, sono associate allo stato idrometrico della rete idrografica superficiale, ed alle infiltrazioni efficaci delle acque meteoriche dal piano campagna.

Variazioni del livello delle falde superficiali possono essere indotte anche dal regime pluviometrico incidente direttamente sul terreno, che porta ad un'escursione media annua che può oscillare di qualche metro entro le litologie ghiaiose sabbiose permeabili rispetto alla formazione argillosa limosa superficiale. Anche il carico idraulico dei corsi d'acqua può portare ad oscillazione del livello freatico superficiale associato alle alluvioni ghiaiose sabbiose.

La forte antropizzazione dell'area ha portato un apporto regolatore sia ai deflussi idrici superficiali, che a quelli sotterranei.

Dalla Tavola QC2.1.3 estratta dal Quadro Conoscitivo del PSC comunale adottato "Sintesi Idrogeologica - aspetti idrogeologici", l'area oggetto dell'intervento è associato alla linea isopiezometrica dei 60.0 metri s.l.m., pertanto, tenendo conto della quota del piano campagna di circa 71.0 metri s.l.m. si ha una profondità del primo acquifero di 11.0 metri entro le litologie maggiormente ghiaiose permeabili. Tuttavia sono possibili presenze di falde pensili e/o risalite del livello freatico naturale a profondità minori entro gli arricchimenti ghiaiosi maggiormente permeabili, posti fino a circa 1.50 metri dall'attuale p.c.

Segue al stratigrafia di un pozzo censito nel settore a nord-ovest di pertinenza in località Pilastro, che indica una intercalazione piuttosto regolare di depositi alluvionali ghiaiosi con poca sabbia e bancate argillose fino a profondità prossime i 50.0 metri dal p.c.

Pozzo P601

0.0-19.0: argilla e ghiaia
19.0-27.0: ghiaia
27.0-37.0: argilla e ghiaia
37.0-42.0: ghiaia

42.0-45.0: argilla e ghiaia
45.0-46.0: argilla

5.0 - VERIFICA IDRAULICA DI ESONDABILITA'

Il terreno oggetto del presente studio geologico è posto ad una quota di circa 71.0 s.l.m. ed è separato dai corsi d'acqua principale: ad est il Fiume Trebbia a circa 800 metri, intramezzato dai sistemi arginali primari dello stesso, costituendo un fattore di sicurezza nei confronti di eventuali esondazioni. Localmente il Rio Gandore si trova a circa 350 metri ad ovest.

Nella cartografia del **Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale** (PTCP 2007) - Tavola A1-2 e B1-f, l'area si trova al di fuori di qualunque fascia di tutela fluviale di tipo "A, B, C", assetto confermato anche dall'inquadramento del Piano Assetto Idrogeologico (PAI), sezione 161-2.

L'intervento in progetto, non ridurrà la capacità di portata dell'alveo, e non produrrà danno per la pubblica incolumità in caso di piena del corso d'acqua principale. Inoltre, non sarà alterata la naturalità dell'ambiente fluviale, né tanto meno i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo entro le fasce di rispetto, costituendo ostacolo al deflusso e limitazioni alla capacità dell'alveo stesso; pertanto si può assicurare una compatibilità ambientale ed idraulica dell'opera in progetto, assicurando il mantenimento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa.

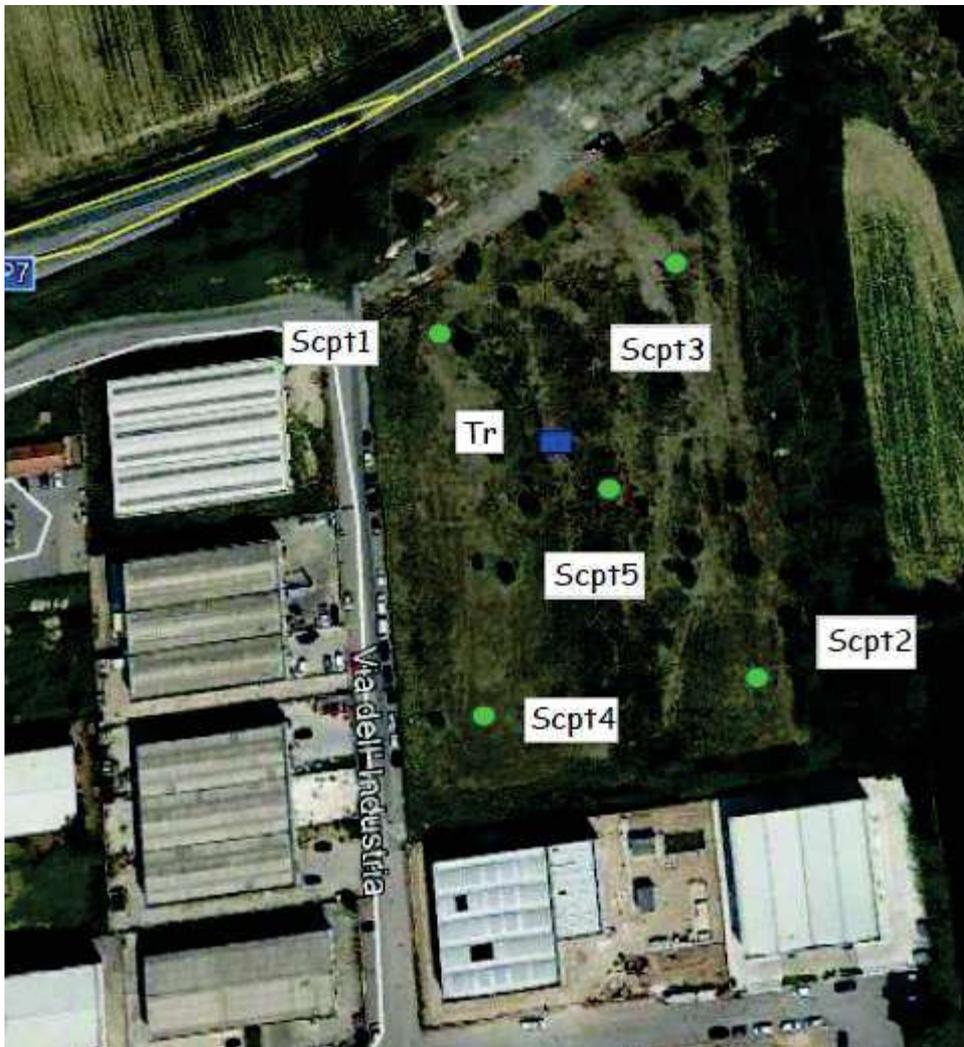
6.0 - INDAGINI SVOLTE

Al fine d'ottenere una caratterizzazione litogeotecnica dei terreni che interessano questo settore interessato dall'intervento in progetto sono state realizzate 5 prove penetrometriche di tipo "dinamico - SCPT" nell'anno 2018, che hanno interessato anche l'attuale areale oggetto dell'intervento di ampliamento del capannone esistente.

E' stata adottata la tecnica dinamica per la presenza di litologie ghiaiose altamente resistenti che non avrebbero permesso l'avanzamento con la classica tecnica statica.

Inoltre, sono state eseguite numerose trincee geognostiche tramite escavatore meccanico, al fine della determinazione del reale andamento planimetrico del "tetto" del livello ghiaioso presente in sito, soggetto a variazioni areali, alla luce della pertinenza di tale areale con il limitrofo Fiume Trebbia nel settore orientale.

L'inquadramento sismico deriva dalla realizzazione di un rilievo sismico passivo con la tecnica tomografica.



Inquadramento sondaggi geognostici eseguiti (anno 2018).

7.0 - CARATTERISTICHE DEI TERRENI ATTRAVERSATI

7.1 - MODELLO GEOLOGICO-GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO

I valori del numero dei colpi o della resistenza di punta del penetrometro all'avanzamento possono essere empiricamente correlati, oltreché alla granulometria, anche ad alcune delle caratteristiche geotecniche del terreno indagato: i dati ricavati da tali correlazioni sono riportati nelle allegate schede redatte per la prova

SCPT, ove si sono altresì riportati i valori medi di qc ed fs relativi ad ogni strato omogeneo individuato.

Di seguito sono definiti i parametri geotecnici significativi medi degli orizzonti litologici.

MODELLO GEOLOGICO-TECNICO DI RIFERIMENTO

Dalle prove penetrometriche eseguite emerge una successione lito-stratigrafica costituita da una litologia di copertura alterata e/o di riporto (**Orizzonte O**) fino a circa 0.60-0.90 metri dal p.c. attuale, seguito da una litologia limosa argillosa (**Orizzonte A**) fino a circa 1.00-1.80 metri di profondità (lo spessore minimo si è rinvenuto nel settore più orientale prossimo al corso d'acqua principale), oltre la quale si ha un orizzonte ghiaioso con sabbia e limo (**Orizzonte B**) fino alle massime profondità indagate, oltre le quali, difficoltà di infissione delle aste penetrometriche non hanno permesso il proseguimento della prova stessa per la presenza di ciottoli ghiaiosi.

Per un migliore inquadramento planimetrico del "tetto" del livello con arricchimenti ghiaiosi (Orizzonte B), vedasi anche le risultanze delle trincee geognostiche eseguite all'interno del lotto oggetto della presente opera di progetto.

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno, segue una tabella, in cui sono riassunti i principali parametri geotecnica nominali derivati direttamente dalla prova penetrometrica alle varie profondità.

Orizzonte O: copertura alterata e/o di riporto

Profondità: dal p.c. a 0.60-0.90 metri

(Coesione non drenata) $C_u = \text{---}$ [Kg/cm²]

(Peso di Volume) $\gamma = 1.70$ [Ton/m³]

Orizzonte A: limo argilloso

Profondità: da 0.60-0.90 fino a 1.00-1.80 metri massimali

(Coesione non drenata) $C_u = 0.55$ [Kg/cm²]

(Peso di Volume) $\gamma = 1.90$ [Ton/m³]

(Modulo Edometrico) $E = 40$ [Kg/cm²]

Orizzonte B: ghiaia con sabbia limosa

Profondità: da 1.00-1.80 fino alle massime profondità indagate

(Angolo di attrito di picco) $\phi = 37^\circ$

(Densità relativa) $D_r = 80\%$

(Peso di Volume) $\gamma = 2.20$ [Ton/m³]

(Modulo di Young Elastico) $E' = 360$ [Kg/cm²]

Dalle prove penetrometriche eseguite in data aprile 2018 non è stato delineato un livello acquifero naturale.

8.0 - PORTANZA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Le NTC '08 e 2018 e successivi hanno introdotto un sisma di progetto non per ogni comune come da NTC05, ma per ogni punto del territorio, (punti di ancoraggio nodali di un reticolo di 4 Km di lato). Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

I caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale a campo aperto sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica Pvr probabilità di superamento nel periodo di riferimento T_r :

a_g = accelerazione massima al sito di riferimento;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche, gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Per il progetto in oggetto, si procede alla prima fase della verifica, sia degli Stati Limite Ultimi (SLU), che per quelli di Esercizio (SLE).

Nella prima fase, si ha la determinazione delle azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, che si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

I caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale, sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle grandezze fondamentali, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica Pvr probabilità di superamento nel periodo di riferimento in riferimento ai vari stati limite.

L'area oggetto dell'intervento è caratterizzata dalle seguenti coordinate geografiche baricentriche con i relativi parametri ipotizzati come da tabelle seguenti.

Con riferimento ai parametri di sito, del terreno e della struttura si ricavano i corrispondenti spettri elastici ed anelatici delle componenti orizzontali e verticali in riferimento ai differenti stati limite di riferimento.

La struttura in oggetto è stata associata ad una classe d'uso II con categoria di sottosuolo di tipo B e condizioni topografiche T1.

Si rimane a disposizione del tecnico progettista per eventuali variazioni che si ritenessero opportune.

Parametri Sismici

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50anni
Coefficiente cu:	1
Operatività (SLO):	
Probabilità di superamento:	81 %
Tr:	30 [anni]
ag:	0,031 g
Fo:	2,524
Tc*:	0,204 [s]
Danno (SLD):	
Probabilità di superamento:	63 %
Tr:	50 [anni]
ag:	0,038 g
Fo:	2,567
Tc*:	0,220 [s]
Salvaguardia della vita (SLV):	
Probabilità di superamento:	10 %
Tr:	475 [anni]
ag:	0,094 g
Fo:	2,488
Tc*:	0,285 [s]
Prevenzione dal collasso (SLC):	
Probabilità di superamento:	5 %
Tr:	975 [anni]
ag:	0,123 g
Fo:	2,472
Tc*:	0,290 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:	
Ss:	1,200
Cc:	1,510

	St:	1,000	
	Kh:	0,007	
	Kv:	0,004	
	Amax:	0,365	
	Beta:	0,200	
SLD:			
	Ss:	1,200	
	Cc:	1,490	
	St:	1,000	
	Kh:	0,009	
	Kv:	0,005	
	Amax:	0,446	
	Beta:	0,200	
SLV:			
	Ss:	1,200	
	Cc:	1,410	
	St:	1,000	
	Kh:	0,023	
	Kv:	0,011	
	Amax:	1,109	
	Beta:	0,200	
SLC:			
	Ss:	1,200	
	Cc:	1,410	
	St:	1,000	
	Kh:	0,036	
	Kv:	0,018	
	Amax:	1,452	
	Beta:	0,240	

Considerando la profondità significativa, ai fini della definizione della superficie di rottura al di sotto della fondazione di progetto, sono stati ricavati i relativi parametri geotecnici caratteristici e di progetto entro terreno limoso superficiale e ghiaioso sabbioso in profondità per la soluzione fondazionale su plinti in aggiunta alla profondità di incasso della fondazione dal p.c. (in accordo con la profondità cuneo di rottura pari a $1-2xB$ fondazione a seconda di fondazioni e del bulbo di pressione per la determinazione dei cedimenti assoluti).

Nell'elaborazione statistica dei dati geotecnici, ai fini della definizione del volume significativo, una fondazione continua o su plinti è assimilata ad una piccola superficie, e risente maggiormente delle variazioni dei valori geotecnici stessi, assimilando il valore di progetto al valore minimo della serie, mentre per grandi superfici (fondazioni a platea), si può avere compensazione dei valori geotecnici, pertanto il valore caratteristico della serie, si avvicina maggiormente al valore medio della serie stessa. Di seguito vengono calcolati i relativi valori geotecnici caratteristici (k).

Orizzonte A: limo argilloso

Profondità: da 0.60-0.90 fino a 1.00-1.80 metri massimali
(Coesione non drenata) $C_{uk} = 0.45-0.55$ [Kg/cm²]
(Peso di Volume) $\gamma = 1.90$ [Ton/m³]
(Modulo Edometrico) $E_k = 32-40$ [Kg/cm²]

Orizzonte B: ghiaia con sabbia limosa

Profondità: da 1.00-1.80 fino alle massime profondità indagate
(Angolo di attrito di picco) $\phi_k = 34^\circ-37^\circ$
(Densità relativa) $D_r = 80\%$
(Peso di Volume) $\gamma = 2.20$ [Ton/m³]
(Modulo di Young Elastico) $E'_k = 310-350$ [Kg/cm²]

9.0 - COMPATIBILITA' SISMICA

Per la verifica della compatibilità sismica dell'area all'intervento in progetto è stato realizzato un rilievo sismico passivo con Tromografo sul sito, che conferma i dati derivanti da sondaggi penetrometrici, pozzi idrici presenti in questo settore spinti a profondità ben superiori i 30.0 metri dal p.c., e dello studio geologico sismico annesso al Quadro Conoscitivo del P.S.C. adottato del Comune di Gragnano T.se – Masw1.

Segue al stratigrafia di un pozzo censito nel settore a nord-ovest di pertinenza in località Pilastro, che indica una intercalazione piuttosto regolare di depositi alluvionali ghiaiosi con poca sabbia e bancate argillose fino a profondità prossime i 50.0 metri dal p.c.

Pozzo P601

0.0-19.0: argilla e ghiaia
19.0-27.0: ghiaia
27.0-37.0: argilla e ghiaia
37.0-42.0: ghiaia
42.0-45.0: argilla e ghiaia
45.0-46.0: argilla

CARATTERI LITOLOGICI AREA D'INTERVENTO

Il primo orizzonte litologico su cui saranno impostate le fondazioni in progetto, è di natura ghiaiosa con sabbia e limo seguito da arricchimenti ghiaiosi. In profondità si passa ad alternanze di argilla e livelli ghiaiosi compatti a conglomerato fino a profondità ben superiori i 30.0 metri.

Dall'indagine geofisica sismica passiva eseguita sul sito in oggetto, emerge una V_{s30eq} caratteristica dei primi 30 metri dall'attuale p.c. pari a 378 m/s, pertanto con relativa classe litologica di tipo B, come confermato dall'inquadramento sismico territoriale emerso dallo studio geologico sismico del P.S.C. comunale.

Dallo studio geologico sismico eseguito per la redazione del quadro ambientale del Quadro Conoscitivo del P.S.C. comunale adottato, mediante la realizzazione di 3 stendimenti sismici REMI da parte del redattore Ambiter, si ricavano i seguenti valori di V_{s30} per ogni Zona, in cui il settore di indagine corrisponde alla Zona 1 Gragnano o Zona 2 Gragnanino:

- ZONA 1 – GRAGNANO: $V_{s30} = 378$ m/s;
- ZONA 2 – GRAGNANINO: $V_{s30} = 497$ m/sec;
- ZONA 3 – COSTA CASALIGGIO: $V_{s30} = 477$ m/s.

La Zona 1 – GRAGNANO caratterizzata inoltre, dalla seguente litostratigrafia:

0.00 – 3.0 m: Terreno in prevalenza argilloso limoso mediamente molto consistente;

3.00 – 5.4 m: Terreno in prevalenza ghiaioso sabbioso molto addensato, strato che si propaga, da informazioni bibliografiche, sino a circa 30 metri di profondità.

In tutte le verticali analizzate, relative alla porzione di terreno tra il piano campagna e la profondità di 30 metri, si sono riscontrate velocità delle onde di taglio con valori compresi tra un minimo di $V_{S30} = 378$ e $V_{S30} = 497$ m/s.

In tutto il territorio comunale di Gragnano può essere assunto con buona approssimazione condizioni con medio basso rischio di amplificazione dell'accelerazione sismica. Salvo casi non prevedibili il terreno di fondazione può essere classificato alla CATEGORIA DI SUOLO B.

Pertanto, alla luce delle indagini dirette eseguite in sito e dalle informazioni territoriali, in conformità al capo 3.1 delle "Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici" dell'Ordinanza P.C.M. 3274/03 e NTC 2008, con riferimento alla caratterizzazione litologica, a tale situazione stratigrafica può essere fatta corrispondere la categoria di suolo di fondazione di tipo 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_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s ($N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina”).

Non si hanno effetti litologici di amplificazione sismica, per l'assenza di litologie sabbiose sature nei primi 30.0 metri significativi.

REQUISITI PER LA SCELTA DEL PIANO DI POSA FONDAZIONALE

Il sito di fondazione deve essere scelto in modo che, in caso d'evento sismico, sia minimo il pericolo di collasso, instabilità, liquefazione, nonché d'eccessivo addensamento terreno.

L'area in oggetto, non si trova in corrispondenza di faglie tettoniche attive, né di condizioni tettoniche-morfologiche che possono amplificare i pericoli derivanti da un eventuale evento sismico "per condizioni morfologiche" - Carta Geologico-Strutturale dell'Appennino Emiliano-Romagnolo.

Per la situazione morfologica presente al sito, si ha un parametro di correzione topografica St pari a 1.00, ne risulta, pertanto modificata l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito:

$$a_{max} = S_s * St * a_g$$

Il moto sismico in superficie nel sito, è definito dall' a_{max} attesa e da una forma spettrale ancorata ad essa.

L'area è inquadrata con un terreno appartenente alla categoria sismica di tipo "B", a tale categoria viene associato un parametro litologico $S_s = 1.20$.

$$\text{Ne deriva che l'accelerazione massima al sito} = 1.00 * 1.20 * a_g = 1.20 * a_g$$

Dove a_g = accelerazione massima orizzontale su sito di riferimento (suolo rigido con terreno di tipo A, pianeggiante T1 e free field cioè campo aperto privo di strutture).

La correzione eseguita per la determinazione dell' a_{max} sul sito, permette di considerare le condizioni litologiche e morfologiche che possono alterare l'arrivo dell'onda sismica in sito, sempre in riferimento allo stato limite di riferimento.

SISMICITA' TERRITORIO

I parametri sismici del sito d'intervento, sono riportati nel paragrafo precedente, con i relativi spettri elastici di risposta ed i relativi valori di inerzia del terreno. Il Comune di Gragnano T.se, è classificato in classe 4 rispetto alla precedente normativa sismica in materia OPCM 3274.

LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Si definisce liquefazione, la riduzione di resistenza e/o rigidità causata durante il sisma, dall'aumento delle pressioni interstiziali in terreni saturi non coesivi, tale da provocare deformazioni permanenti significative o persino da indurre nel terreno una condizione di sforzi efficaci quasi nulli.

Dallo studio geologico sismico eseguito per la redazione del quadro ambientale del Quadro Conoscitivo del P.S.C. comunale adottato, mediante la realizzazione di 3 stendimenti sismici REMI da parte del redattore Ambiter, si ricava la vulnerabilità alla liquefazione.

E' stata effettuata una valutazione semiempirica [criterio di Youd & Perkins modificato] per fornire una stima di massima della vulnerabilità di depositi, in prevalenza granulari (saturi) alla liquefazione. Sulla base di una serie di tabelle (a cui sono associati dei punteggi) che tengono conto di:

Tipo di deposito sedimentario (nel Ns. caso: Piana_Alluvionale);
Profondità della falda (nel Ns. caso: soggiacenza di 12 -15 metri da p.c.);
Età (nel Ns. caso: Pleistocene superiore).

Si ricava un punteggio medio di 10 associato ad una probabilità di liquefazione "BASSA". Tenendo inoltre conto della zona di appartenenza (Zona 4), a cui è associata un'accelerazione massima al bedrock di 0.05 g, si ritiene remota una liquefazione dei depositi sabbiosi presenti nell'area di studio.

9.1 – SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

Le condizioni che si hanno in sito possono portare a modificazioni dell'azione sismica di riferimento, che è definita dall'accelerazione massima attesa in sito (a_{max}) e dalle relative forme spettrali di riferimento, che definiscono i parametri F_0 , T_c^* , A_{gmax} .

Scenari di pericolosità sismica locale possono essere dati da faglie, instabilità gravitative, liquefazione sabbie sature, amplificazioni

sismiche, addensamento terreni a grana grossa, subsidenza terreni molli a grana fina.

Nel sito di riferimento non si hanno condizioni topografiche e/o strutturali tettoniche, solamente dal punto di vista litologico si possono avere effetti che portano ad una amplificazione dell'azione sismica.

Dalle coordinate geografiche di riferimento e dalla caratterizzazione litosismica e topografica del sito si ricavano i relativi spettri elastici di risposta sismica del sito cui il progettista applicherà il coefficiente di struttura in funzione della dilatanza della struttura stessa ricavando i relativi spettri di risposta inelastici sito-struttura.

Lo spettro elastico fornisce le forze sismiche necessarie per garantire un comportamento elastico, mentre lo spettro di progetto fornisce le forze sismiche di progetto ridotte corrispondenti ad un livello di plasticizzazione compatibile con la sopravvivenza della struttura.

In accordo con la Delibera Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n.112 del 02-05-2007, e dal successivo D.G.R. n.2193/2015 e D.G.R. 630/2019, sono stati illustrati i Criteri per la individuazione delle aree soggette ad effetti locali e per la Microzonazione sismica del territorio.

Scopo del presente atto di indirizzo e coordinamento è quello di fornire i criteri per l'individuazione delle aree soggette ad effetti locali e la microzonazione sismica del territorio in modo da orientare le scelte della pianificazione verso aree caratterizzate da minore pericolosità sismica.

Gli studi della pericolosità sismica di base e della pericolosità locale hanno come obiettivo:

- l'individuazione delle aree dove in occasione di terremoti possono verificarsi effetti locali;
- la stima quantitativa della risposta sismica locale dei depositi e delle morfologie presenti nell'area di indagine;
- la suddivisione del territorio in sottozone a diversa pericolosità sismica locale (micro zonazione sismica).

Dalla Tavola QC217 "Microzonazione sismica" estratta dal PSC si evince che il settore in oggetto è caratterizzato da depositi misti ghiaiosi e sabbiosi intercalati da depositi fini argillosi e limosi, per i quali si attende una possibile amplificazione sismica per effetti litologici, e che necessitano di un II livello di approfondimento in base alla Del.RER n.112.

La microzonazione sismica è la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e ai possibili effetti indotti dallo scuotimento (risposta sismica locale).

Gli studi di risposta sismica locale e microzonazione sismica vanno condotti a diversi livelli di approfondimento in funzione delle finalità e delle applicazioni nonché degli scenari di pericolosità locale.

Per la microzonazione sismica si identificano due fasi di analisi con diversi livelli di approfondimento.

La prima fase è diretta a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del moto sismico, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno).

L'individuazione delle aree soggette ad effetti locali si basa su rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolti a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati. Tale analisi viene svolta soprattutto mediante elaborazione dei dati disponibili in sede di elaborazione del PTCP e del PSC e concorre alla definizione delle scelte di piano, fornendo prime indicazioni sui limiti e le condizioni per la pianificazione nelle suddette aree.

La seconda fase ha come obiettivo la microzonazione sismica del territorio indagato.

Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano due diversi livelli di approfondimento:

a) nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili, compresi quelli con coperture di spessore circa costante e acclività $\leq 15^\circ$, vale a dire in tutte le zone non interessate da instabilità nelle quali il modello stratigrafico può essere assimilato ad un modello fisico monodimensionale, si ritiene sufficiente **un'analisi semplificata** (secondo livello di approfondimento), cioè l'analisi della pericolosità locale può essere basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologici più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche e prove geotecniche in sito di tipo standard e l'amplificazione del moto sismico può essere stimata attraverso abachi e formule. Il numero delle verticali indagate deve essere tale da consentire un'adeguata caratterizzazione litostratigrafica e geofisica spaziale dei terreni e delle formazioni presenti nell'area di studio;

b) un'**analisi più approfondita** (terzo livello di approfondimento) è invece richiesta per la definizione di indici di rischio nei seguenti casi (vedere Allegato A1):

- aree soggette a liquefazione e densificazione;
- aree instabili e potenzialmente instabili;
- aree con rapida variazione della profondità del substrato rigido, come ad esempio le valli strette e profondamente incise, il cui modello stratigrafico non può essere assimilato ad un modello fisico monodimensionale; in questo caso sono raccomandate analisi bidimensionali.

La prima fase, o primo livello di approfondimento (individuazione delle aree potenzialmente soggette ad effetti locali), viene attuata già nell'ambito della pianificazione a scala di area vasta (es. provinciale), relativamente all'intero territorio, ed è recepita e integrata, ad una scala di maggior dettaglio, nella pianificazione urbanistica comunale, limitatamente alle zone da indagare di cui al par. 2.1 del DGR 2193/2015.

La seconda fase (analisi della risposta sismica locale e microzonazione sismica del territorio) è richiesta per la predisposizione e approvazione degli strumenti di pianificazione urbanistica comunale e deve interessare le aree già urbanizzate e quelle indicate come suscettibili di urbanizzazione, i corridoi infrastrutturali e gli agglomerati posti in territorio rurale che possano considerarsi significativi, per dimensione e/o interesse insediativo, in rapporto alla realtà territoriale locale, ricadenti nelle aree potenzialmente soggette ad effetti locali individuate nella prima fase.

9.2 - PRIMA FASE - INDIVIDUAZIONE DELLE AREE SOGGETTE AD EFFETTI LOCALI

Primo livello di approfondimento

Il primo livello di approfondimento ha le seguenti finalità:

- individuare le aree suscettibili di effetti locali in cui effettuare le successive indagini di microzonazione sismica;
- definire il tipo di effetti attesi;
- indicare, per ogni area, il livello di approfondimento necessario;
- descrivere le caratteristiche delle unità geologiche del sottosuolo, in termini di litologia, stratigrafia, tettonica e geometria per definire il modello geologico di base per la microzonazione sismica.

Per lo studio in oggetto sono stati predisposte le seguenti cartografie:

- 1) Carta delle indagini;
- 2) Carta geologico-tecnica
- 3) Carta delle frequenze naturali dei terreni, derivata da indagini sveditive di sismica passiva (HVSR sulle vibrazioni ambientali)
- 4) Carta delle aree suscettibili di effetti locali.

Per l'areale in oggetto si ipotizzano zone suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico per effetto dell'assetto litostratigrafico, in cui si ritiene sufficiente un approfondimento di secondo livello (analisi semplificata con seconda fase). L'areale in oggetto è caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati.

Per la caratterizzazione del sito sono state eseguite svariate prove penetrometriche all'interno dell'area, ed una indagine sismica passiva con tecnica tromografica (HVSR), per la delineazione, sia delle Vseq di sito, che della frequenza fondamentale dei sottosuolo. Non si hanno elementi geomorfologici caratteristici, ne tantomeno, con differenze all'interno dell'area di studio, che presenta un andamento sub pianeggiante, con assenza di rilievi, scarpate, ecc.

L'areale in oggetto presenta una potenziale amplificazione del moto sismico, indotta esclusivamente dalla condizione litologica di sito – amplificazione sismica o effetto sismico di sito per effetti litologici, come confermato dall'attuale cartografia sismica del PSC approvato.

Anche dalla Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna (edizione 2017), si evince che il settore in oggetto non è interessato da lineamenti tettonici critici.

Dall'analisi sismica passiva eseguita in sito, emerge il valore della Vseq (30) pari a 378 m/s, e viene definita la frequenza fondamentale del terreno pari a 21,45 Hz caratteristica per l'areale in oggetto, pertanto con omogeneità areale. La cartografia viene considerata superflua, sia per il carattere estremamente locale dell'area, che per l'omogeneità del parametro.

Anche la carta degli effetti sismici locali per l'areale (carattere estremamente locale) risulta associata alla amplificazione litologica omogenea per tutto il settore in oggetto. La cartografia viene considerata superflua, sia per il carattere estremamente locale dell'area, che per l'omogeneità del parametro.

9.3 - SECONDA FASE - ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE E MICROZONAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

La seconda fase ha come obiettivo la valutazione della risposta sismica locale e la micro zonazione sismica del territorio indagato.

Secondo livello di approfondimento – analisi semplificata

Per la definizione dell'amplificazione ove è ritenuta sufficiente l'analisi semplificata si utilizzeranno gli abachi, le formule e le procedure indicate nell'Allegato A2.

Per tale fase di approfondimento sono state elaborate:

- 1) Carta delle velocità delle onde di taglio S (V_s).
- 2) Carte dei fattori di amplificazione.

La stima dell'amplificazione tramite procedure semplificate (utilizzo di abachi e formule) è possibile laddove l'assetto geologico è assimilabile ad un modello fisico monodimensionale.

L'amplificazione sarà quantificata in termini di parametri FAPGA, FA0,1-0,5s, FA0,5-1s, FA0,5-1,5s che esprimono l'amplificazione per motivi stratigrafici, eventualmente incrementati con il fattore di amplificazione per cause topografiche ST. Tali coefficienti di amplificazione vengono stimati impiegando le tabelle e le formule dell'Allegato A2 (punti A2.1 e A2.2)

I FA rappresentano il rapporto fra lo scuotimento sismico, espresso con i parametri sotto indicati, valutato per la condizione geo-litologica specifica e il corrispondente scuotimento relativo alla categoria di sottosuolo A. Quest'ultimo è definito nella tabella 3.2.II delle Norme Tecniche per le Costruzioni, NTC (2018), come segue:

Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

I FA sono relativi a due parametri rappresentativi dello scuotimento sismico.

Il primo è l'accelerazione di picco orizzontale (**PGA**), il secondo è l'intensità spettrale:

E' stato considerato uno smorzamento $\xi = 5\%$ e tre intervalli di periodo proprio T_0 ottenendo tre valori di intensità spettrale:

SI1 : $0.1s \leq T_0 \leq 0.5s$

SI2 : $0.5s \leq T_0 \leq 1.0s$

SI3 : $0.5s \leq T_0 \leq 1.5s$

Per l'areale in oggetto, si considera il seguente scenario "Margine settore B":

MARGINE: settore di transizione tra la zona collinare (Appennino) e la pianura caratterizzato da terreni prevalentemente fini sovrastanti orizzonti grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose); il substrato geologico è generalmente costituito da sabbie marine pleistoceniche o da peliti plio-pleistoceniche (substrato non rigido); questo settore è classificato come:

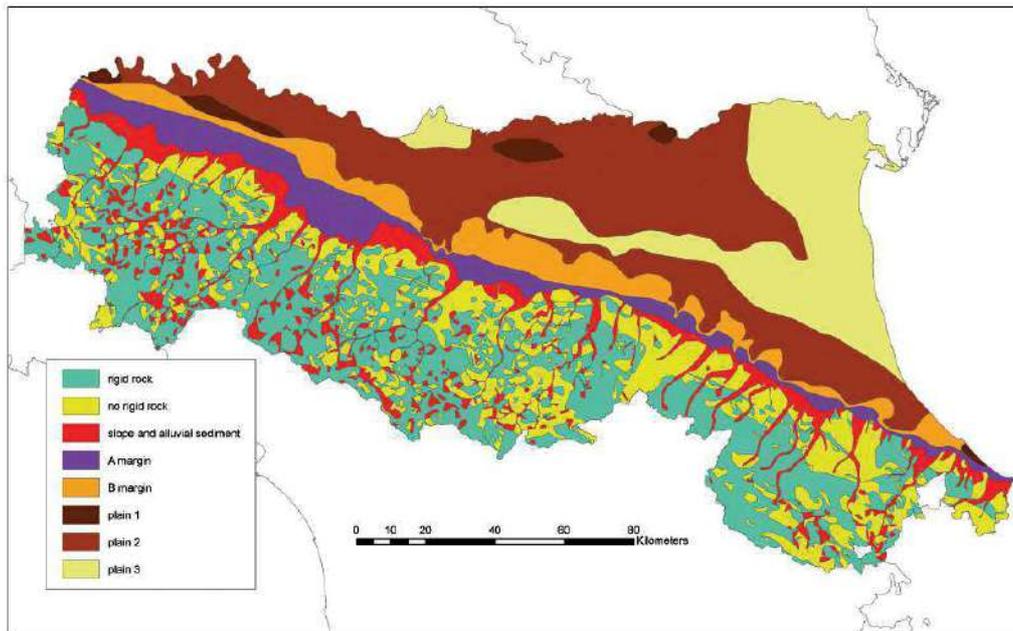


Fig. 11 - Emilia-Romagna map of the geologic macrozones for seismic studies.

MARGINE di tipo B: caratterizzato da spessore dei terreni superficiali fini o grossolani poco consolidati superiore a 30 m; la successione sottostante è costituita da alternanze di orizzonti grossolani e orizzonti fini;

V_{s30} (m/s) →	150	200	250	300	350	400
PGA	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5

Fattore di Amplificazione **PGA**

Dalla prova sismica di sito emerge una V_{s30} pari a 378 m/s con classe topografica di tipo T1 alla luce dell'assenza di pendenze di rilievo, ne tanto meno, di scarpate. Dall'analisi delle V_s , si ha un FA PGA:

Da tale V_{s30} emerge un FA PGA = 1.5

La cartografia, sia per le velocità delle onde sismiche, che per i fattori di amplificazione viene considerata superflua, sia per il carattere estremamente locale dell'area, che per l'omogeneità del parametro.

10.0 – CONCLUSIONI

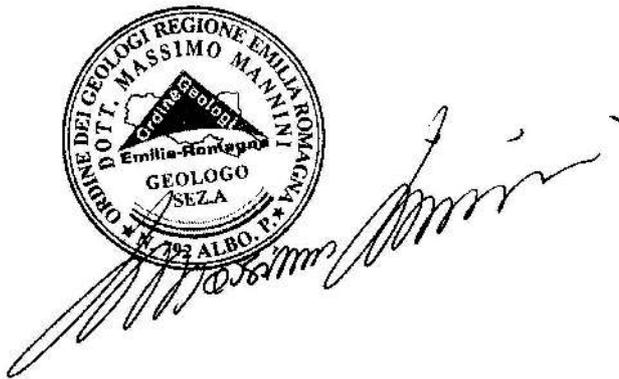
- E' consigliabile verificare direttamente durante gli scavi la reale potenza di tali orizzonti litologici delineati dalle prove penetrometriche e dalle attuali trincee geognostiche eseguite in sito (anno 2023), soprattutto per la corretta delineazione planimetrica del "tetto" del livello con arricchimenti ghiaiosi delineato (Orizzonte B).
- Impermeabilizzare le pareti interrato a contatto con il terreno per la possibilità di avere presenza di acqua nel terreno associata a sacche e/o falde pensili e/o risalite entro la litologia ghiaiosa sabbiosa maggiormente permeabile rispetto alla litologia argillosa limosa superficiale.
- Un ulteriore accorgimento è dato dalla corretta regimazione del deflusso delle acque superficiali, non andando a creare aree centripete con possibili accumuli ed infiltrazioni di acque a contatto con la struttura in elevazione: il primo orizzonte limoso argilloso ha una permeabilità tale da assorbire acqua, ma non ne permette il relativo drenaggio in tempi brevi.
- Sono possibili oscillazione del livello freatico naturale entro le litologie maggiormente permeabili ghiaiose (Orizzonte B), a seguito di particolari eventi meteorici; anche se l'inquadramento idrogeologico comunale e le indicazioni emerse dalle prove penetrometriche hanno portato ad ipotizzare profondità della prima falda a profondità ben maggiori. E' possibile, inoltre, il rinvenimento di "sacche" di acqua a profondità superficiali, confinate da terreno limoso impermeabile.
- Al fine di minimizzare gli eventuali cedimenti differenziali che si potrebbero innescare entro l'orizzonte superficiale argilloso limoso, si raccomanda di approfondire il piano di posa delle fondazioni, anche con magrone alleggerito, entro l'orizzonte a componente sabbiosa ghiaiosa (Orizzonte B).
- Dalla Tavola A4-2 del PTCP 2007 "Effetti di sito attesi", l'area è inquadrata con i depositi detritici, depositi alluvionali ghiaioso limosi o indifferenziati, con substrato roccioso con $V_{s30} < 800$ m/s o assimilati. Gli effetti di sito attesi sono per amplificazione litologica, che tuttavia, sono stati esclusi (potenziale liquefazione) dalle elaborazioni precedenti.
- Si raccomanda di prestare particolare attenzione a scavi a ridosso delle strutture esistenti, soprattutto se a maggiori profondità del piano di posa fondazionale, per la possibilità di avere rilasci tensionali che potrebbero innescare cedimenti nelle strutture in elevazioni presenti.

Dallo studio geologico sismico eseguito per la redazione del quadro ambientale del Quadro Conoscitivo del P.S.C. comunale adottato, mediante la realizzazione di 3 stendimenti sismici REMI da parte del redattore Ambiter, sono state definite delle macroaree all'interno del territorio comunale di Gragnano T.se, con 3 suddivisioni, che esprimono un ordine di grandezza della profondità a cui si trovano i terreni sabbiosi e conseguentemente lo spessore dei terreni argillosi e/o limosi. Essendo l'espressione di correlazioni geologiche e litostratigrafiche, hanno la finalità di dare un orientamento sulle possibili problematiche geologico geotecniche a livello di grandi areali, senza entrare nel merito progettuale e di dimensionamento delle fondazioni di edifici e infrastrutture.

L'area in oggetto, appartiene alla successione stratigrafica TIPO 1 che caratterizza la maggior parte del territorio comunale. In termini geologici si tratta delle zone mediane e distali delle conoide alluvionali. La successione stratigrafica è costituita da ghiaie e sabbie prevalenti con intercalazioni di argille e/o limi, talora con spessori di oltre 5 metri. Il rapporto ghiaia ed argilla è superiore all'unità.

Le condizioni di edificabilità sono buone nell'ipotesi di qualsiasi tipo di fondazione, con limitazioni di carico per quelle dirette. Qualora i carichi siano importanti, o i cedimenti differenziali non accettabili, è agevole l'esecuzione di fondazioni indirette, essendo i livelli ghiaiosi collocati a profondità contenute dal piano campagna.

In relazione alla variabilità laterale dei depositi, sono possibili cedimenti differenziali non trascurabili.



Nel dichiararmi a disposizione per eventuali chiarimenti, colgo l'occasione per porgere i più distinti saluti.

*Fiorenzuola d'Arda
20 settembre 2023
Massimo dott. Mannini geologo*

--

Geologo Massimo Mannini C.FISC: nd P.IVA: 01268290333	Via: via caduti di cefalonia, 7/9 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC) - Tel: - Fax: Email: info@manninimassimo.it Web:
--	---

	Data: aprile 2018
	Il committente
	IL Tecnico
	Il Progettista
Indagine geofisica tramite tecnica HVSR	

Cenni sulla teoria della tecnica HVSR

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo Vs30 attraverso un processo di inversione del problema iniziale. Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate.

Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione. Tale registrazione deve essere effettuata, secondo le indicazioni del progetto SESAME, per una durata non inferiore ai 20 minuti.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

L'ulteriore ipotesi che questo rapporto spettrale possa ritenersi una buona approssimazione dell'ellitticità del modo fondamentale della propagazione delle onde di Rayleigh, permette di confrontare questi due al fine di ottenere una stima del profilo stratigrafico. Tale procedura, detta di inversione, consente di definire il profilo sostanzialmente in termini di spessore e velocità delle onde di taglio. Avendo quindi una stima del profilo della velocità delle onde di taglio, è possibile valutarne il parametro normativo Vs30.

Dati generali

Nome progetto:
Committente:
Cantiere:
Località: Gragnano T.nse - Pc

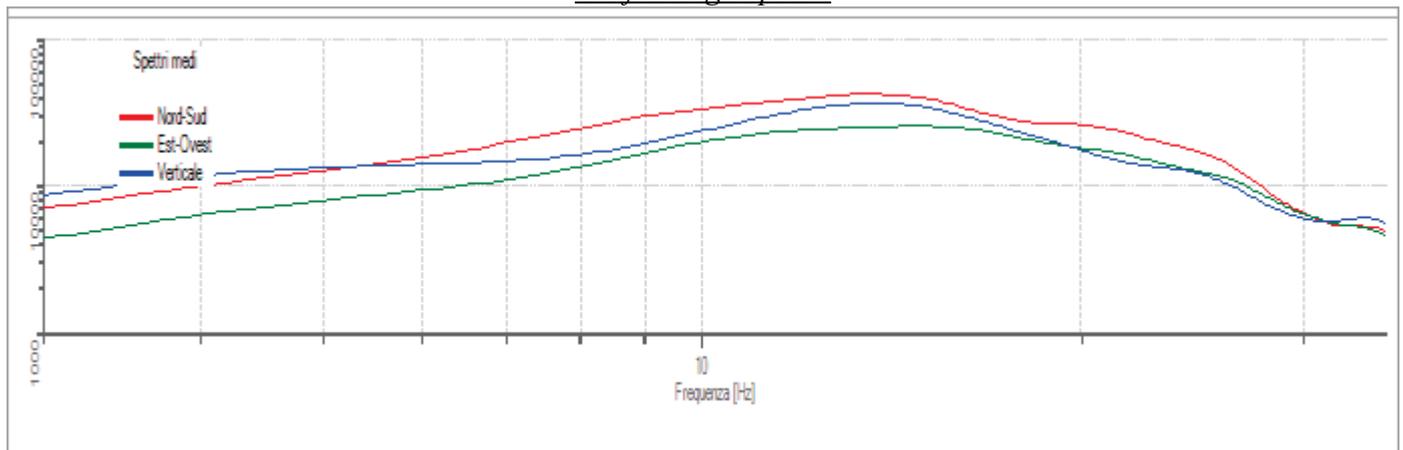
Operatore: Mannini
Responsabile: Mannini
Data: 25/04/2018 00:00:00
Zona:
Latitudine:
Longitudine:

Tracce in input

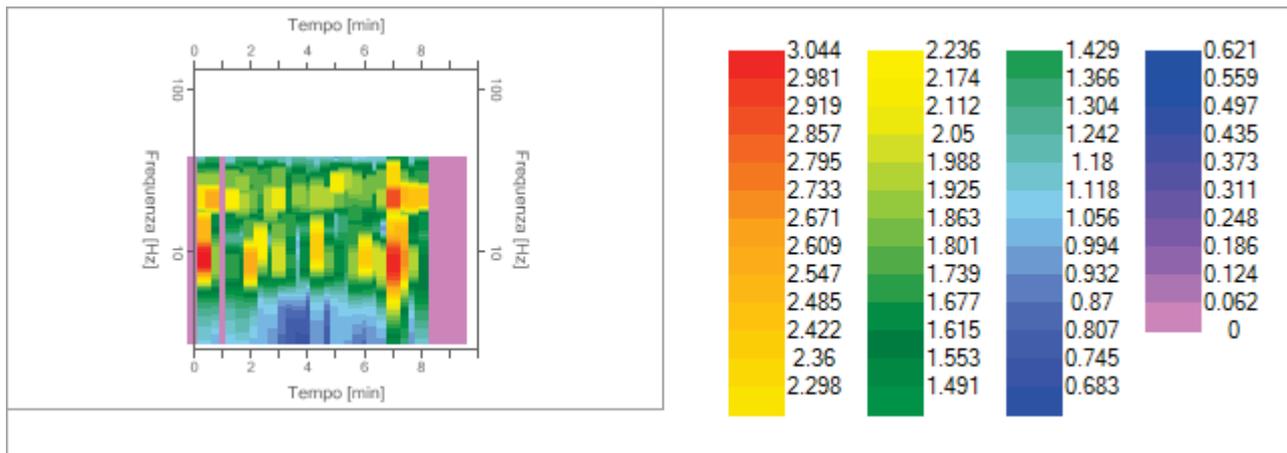
Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	600 s
Frequenza di campionamento:	155.00 Hz
Numero campioni:	93000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

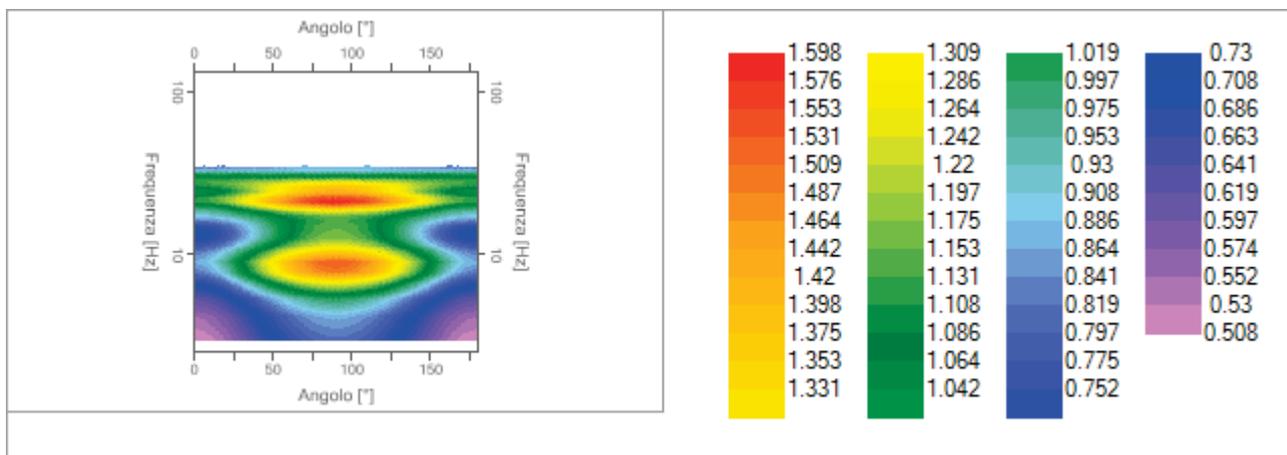
Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mapa della stazionarietà degli spettri



Mapa della direzionalità degli spettri

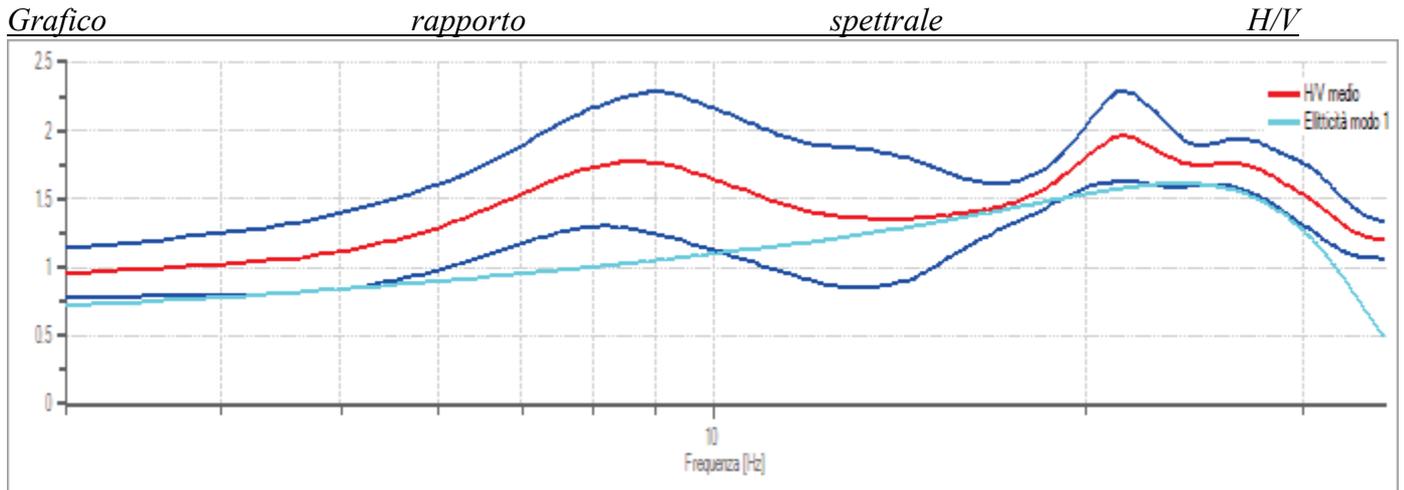
Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 35.00 Hz
 Frequenza minima: 3.00 Hz
 Passo frequenza: 0.15 Hz
 Tipo lisciamiento:: Triangolare costante
 Percentuale di lisciamiento: 10.00 %
 Tipo di somma direzionale: Media geometrica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 21.45 Hz \pm 0.17 Hz



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

Verifica	Esito
$f_0 > 10/l_w$	Ok
$n_c(f_0) > 200$	Ok
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Ok
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	
$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	Ok
$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	
$A_0 > 2$	Ok
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	Ok

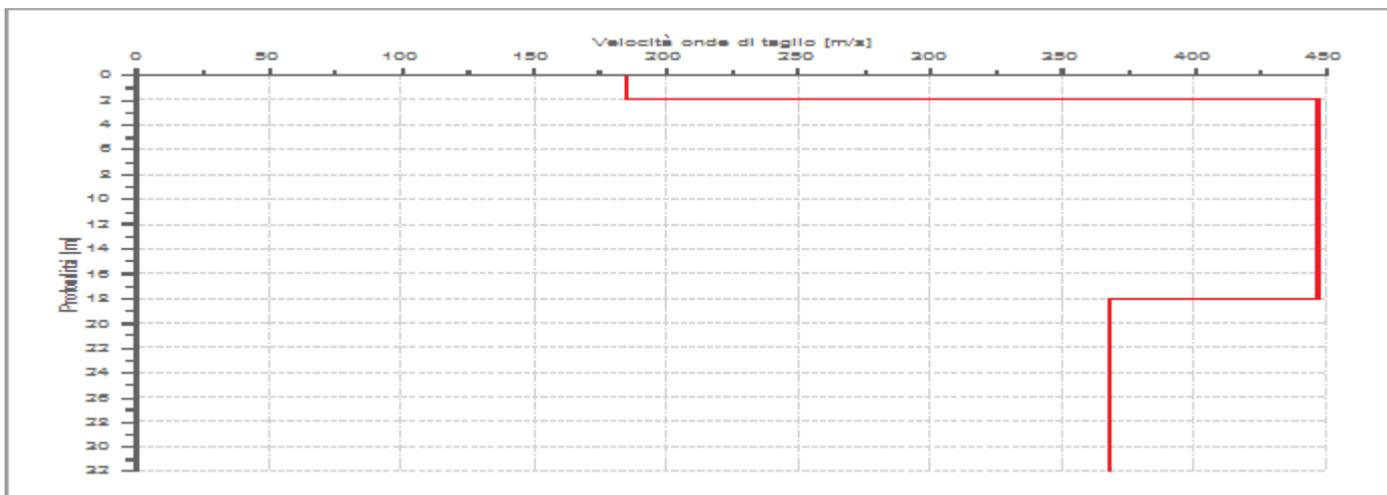
Modello stratigrafico

Dati riepilogativi:

Numero strati: 3
 Frequenza del picco dell'ellitticità: 23.85 Hz
 Valore di disadattamento: 0.16
 Valore Vs30: 378.51 m/s

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	2	18	0.4	185
2	2	16	19	0.3	447
3	18	14	20	0.3	368



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	73 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 ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1.8
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (DYNAMIC PROBING) DPSH – DPM (... scpt ecc.)

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 25/04/2018
 Profondità prova 3.90 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.30	10	0.853	69.56	81.57	3.48	4.08
0.60	9	0.847	57.64	68.05	2.88	3.40
0.90	3	0.842	19.09	22.68	0.95	1.13
1.20	3	0.836	18.97	22.68	0.95	1.13
1.50	3	0.831	17.57	21.14	0.88	1.06
1.80	3	0.826	17.46	21.14	0.87	1.06
2.10	7	0.822	40.52	49.32	2.03	2.47
2.40	16	0.767	86.48	112.72	4.32	5.64
2.70	15	0.763	75.47	98.93	3.77	4.95
3.00	8	0.809	42.67	52.76	2.13	2.64

3.30	67	0.605	267.22	441.90	13.36	22.10
3.60	75	0.601	279.40	464.99	13.97	23.25
3.90	100	0.597	370.26	619.99	18.51	31.00

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.6	9.5	74.81	Incoerente - coesivo	0	2.09	2.3	0.06	1.8	17.1	copertura
1.8	3	21.91	Coesivo	0	1.78	1.88	0.23	1.8	5.4	Argilla-limosa
3	11.5	78.43	Incoerente - coesivo	0	2.1	2.11	0.46	1.5	17.25	Ghiaia e limo
3.9	80.67	508.96	Incoerente	0	2.5	2.5	0.7	1.5	121	Ciottoli e Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - copertura	17.1	0.60	1.15	2.14	1.00	0.67	1.69	2.24	1.47	1.81	0.86	2.96	2.14
[2] - Argilla-limosa	5.4	1.80	0.34	0.68	0.25	0.22	0.53	0.66	0.49	0.84	0.27	0.74	0.68
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	1.16	2.16	1.00	0.67	1.70	2.35	1.48	1.83	0.86	2.63	2.16

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - copertura	17.1	0.60	Robertson (1983)	34.20
[2] - Argilla-limosa	5.4	1.80	Robertson (1983)	10.80
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	Robertson (1983)	34.50

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - copertura	17.1	0.60	78.46	--	176.20	171.00
[2] - Argilla-limosa	5.4	1.80	24.78	81.00	56.87	67.50
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	79.14	--	177.73	172.50

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - copertura	17.1	0.60	176.25	171.00
[2] - Argilla-limosa	5.4	1.80	41.70	54.00
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	177.98	172.50

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - copertura	17.1	0.60	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
[2] - Argilla-limosa	5.4	1.80	A.G.I. (1977)	MODERAT.

[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE MOLTO CONSISTENTE
---------------------	-------	------	---------------	----------------------------------

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - copertura	17.1	0.60	Meyerhof ed altri	2.09
[2] - Argilla-limosa	5.4	1.80	Meyerhof ed altri	1.78
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	Meyerhof ed altri	2.09

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - copertura	17.1	0.60	Meyerhof ed altri	2.30
[2] - Argilla-limosa	5.4	1.80	Meyerhof ed altri	1.88
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	Meyerhof ed altri	2.30

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPT \$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - copertura	17.1	0.60	52.56	99.44	100	46.67
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	43.72	80.81	81.6	46.92
[4] - Ciottoli e Ghiaia	121	3.90	93.75	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thorn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - copertura	17.1	0.60	17.1	31.89	24.89	32.79	35.61	36.17	41.92	30-32	31.02	32.13	43.55	33.49
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	17.25	31.93	24.93	32.83	31.28	36.21	39.31	30-32	31.09	32.17	42.09	33.57
[4] - Ciottoli e Ghiaia	121	3.90	121	61.57	54.57	61.88	33.53	26.57	42	>38	57.6	63.3	58.19	64.19

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - copertura	17.1	0.60	17.1	295.17	136.80	202.48	308.25	160.50
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	17.25	296.46	138.00	204.25	309.38	161.25
[4] - Ciottoli e Ghiaia	121	3.90	121	785.17	968.00	1428.50	1087.50	680.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - copertura	17.1	0.60	17.1	102.60	62.59	121.41	114.27
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	17.25	103.50	62.90	122.47	114.93
[4] - Ciottoli e	121	3.90	121	726.00	276.00	859.10	577.66

Ghiaia						
--------	--	--	--	--	--	--

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - copertura	17.1	0.60	17.1	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	17.25	Classificazione A.G.I.	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - Ciottoli e Ghiaia	121	3.90	121	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - copertura	17.1	0.60	17.1	Meyerhof ed altri	1.93
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	17.25	Meyerhof ed altri	1.94
[4] - Ciottoli e Ghiaia	121	3.90	121	Meyerhof ed altri	2.50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - copertura	17.1	0.60	17.1	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	17.25	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
[4] - Ciottoli e Ghiaia	121	3.90	121	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - copertura	17.1	0.60	17.1	(A.G.I.)	0.32
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	17.25	(A.G.I.)	0.32
[4] - Ciottoli e Ghiaia	121	3.90	121	(A.G.I.)	0.11

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - copertura	17.1	0.60	17.1	937.41	708.39
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	17.25	945.14	712.18
[4] - Ciottoli e Ghiaia	121	3.90	121	5898.36	2341.49

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - copertura	17.1	0.60	17.1	Ohta & Goto (1978) Limi	88.62
[3] - Ghiaia e limo	17.25	3.00	17.25	Ohta & Goto (1978) Limi	132.58
[4] - Ciottoli e Ghiaia	121	3.90	121	Ohta & Goto (1978) Limi	199.18

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda non rilevata

SCPT TG 63-200 PAGANI
 25/04/2018
 2.40 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.30	7	0.853	48.69	57.10	2.43	2.86
0.60	3	0.847	19.21	22.68	0.96	1.13
0.90	3	0.842	19.09	22.68	0.95	1.13
1.20	20	0.786	118.89	151.21	5.94	7.56
1.50	41	0.631	182.32	288.85	9.12	14.44
1.80	59	0.626	260.34	415.67	13.02	20.78
2.10	72	0.622	315.33	507.26	15.77	25.36
2.40	100	0.617	434.79	704.52	21.74	35.23

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.3	7	57.1	Coesivo	0	2.03	2.23	0.03	1.8	12.6	Copertura
0.9	3	22.68	Coesivo	0	1.78	1.88	0.11	1.8	5.4	Argilla-limosa
1.8	40	285.24	Incoerente	0	2.43	2.5	0.28	1.5	60	Ghiaia e limo
2.4	86	605.89	Incoerente	0	2.5	2.5	0.46	1.5	129	Ciottoli e Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Copertura	12.6	0.30	0.85	1.58	0.50	0.50	1.24	1.71	1.10	1.42	0.63	2.21	1.58
[2] - Argilla-limosa	5.4	0.90	0.34	0.68	0.25	0.22	0.53	0.68	0.49	0.84	0.27	0.85	0.68

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Copertura	12.6	0.30	Robertson (1983)	25.20
[2] - Argilla-limosa	5.4	0.90	Robertson (1983)	10.80

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Copertura	12.6	0.30	57.81	--	130.30	126.00
[2] - Argilla-limosa	5.4	0.90	24.78	81.00	56.87	67.50

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Copertura	12.6	0.30	124.50	126.00
[2] - Argilla-limosa	5.4	0.90	41.70	54.00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Copertura	12.6	0.30	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[2] - Argilla-limosa	5.4	0.90	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Copertura	12.6	0.30	Meyerhof ed altri	2.03
[2] - Argilla-limosa	5.4	0.90	Meyerhof ed altri	1.78

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Copertura	12.6	0.30	Meyerhof ed altri	2.23
[2] - Argilla-limosa	5.4	0.90	Meyerhof ed altri	1.88

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[3] - Ghiaia e limo	60	1.80	81.73	100	100	90.05
[4] - Ciottoli e Ghiaia	129	2.40	100	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owaski & Iwasaki
[3] - Ghiaia e limo	60	1.80	60	44.14	37.14	44.8	34.42	42.67	42	>38	45	45	53.69	49.64
[4] - Ciottoli e Ghiaia	129	2.40	129	63.86	56.86	64.12	34.55	22.25	42	>38	58.99	65.7	59.67	65.79

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[3] - Ghiaia e limo	60	1.80	60	552.90	480.00	708.70	630.00	375.00
[4] - Ciottoli e Ghiaia	129	2.40	129	810.71	1032.00	1522.90	1147.50	720.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[3] - Ghiaia e limo	60	1.80	60	360.00	150.71	426.00	305.60
[4] - Ciottoli e Ghiaia	129	2.40	129	774.00	292.43	915.90	613.34

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - Ghiaia e limo	60	1.80	60	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO
[4] - Ciottoli e Ghiaia	129	2.40	129	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[3] - Ghiia e limo	60	1.80	60	Meyerhof ed altri	2.29
[4] - Ciottoli e Ghiiaia	129	2.40	129	Meyerhof ed altri	2.50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[3] - Ghiia e limo	60	1.80	60	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[4] - Ciottoli e Ghiiaia	129	2.40	129	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[3] - Ghiia e limo	60	1.80	60	(A.G.I.)	0.23
[4] - Ciottoli e Ghiiaia	129	2.40	129	(A.G.I.)	0.09

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[3] - Ghiia e limo	60	1.80	60	3050.53	1525.32
[4] - Ciottoli e Ghiiaia	129	2.40	129	6264.23	2434.90

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[3] - Ghiia e limo	60	1.80	60	Ohta & Goto (1978) Limi	147.2
[4] - Ciottoli e Ghiiaia	129	2.40	129	Ohta & Goto (1978) Limi	183

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda non rilevata

SCPT TG 63-200 PAGANI
 25/04/2018
 2.10 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.30	5	0.853	34.78	40.79	1.74	2.04
0.60	3	0.847	19.21	22.68	0.96	1.13
0.90	8	0.842	50.90	60.49	2.55	3.02
1.20	42	0.636	202.04	317.55	10.10	15.88
1.50	59	0.631	262.37	415.67	13.12	20.78
1.80	64	0.626	282.41	450.89	14.12	22.54
2.10	100	0.622	437.96	704.52	21.90	35.23

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.9	5.33	41.32	Coesivo	0	1.96	2.16	0.09	1.8	9.59	Limo Argilloso
1.8	55	394.7	Incoerente	0	2.5	2.5	0.29	1.5	82.5	Ghiaia e limo

2.1	100	704.52	Incoerente	0	2.5	2.5	0.44	1.5	150	Ciottoli e Ghiaia
-----	-----	--------	------------	---	-----	-----	------	-----	-----	-------------------

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Limo Argilloso	9.59	0.90	0.65	1.20	0.50	0.38	0.94	1.24	0.85	1.17	0.48	1.59	1.20

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Limo Argilloso	9.59	0.90	Robertson (1983)	19.18

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Limo Argilloso	9.59	0.90	44.00	--	99.60	119.88

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Limo Argilloso	9.59	0.90	89.89	95.90

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Limo Argilloso	9.59	0.90	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[1] - Limo Argilloso	9.59	0.90	Meyerhof ed altri	1.96

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[1] - Limo Argilloso	9.59	0.90	Meyerhof ed altri	2.16

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[2] - Ghiaia e limo	82.5	1.80	91.75	100	100	100
[3] - Ciottoli e Ghiaia	150	2.10	100	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof.	Nspt	Peck-	Meyerh	Sowers	Malcev	Meyerh	Schme	Mitchell	Shioi-	Japane	De	Owasa
--	------	-------	------	-------	--------	--------	--------	--------	-------	----------	--------	--------	----	-------

		Strato (m)	corretto per presenza falda	Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	of (1956)	(1961)	(1964)	of (1965)	rtmann (1977) Sabbie	& Katti (1981)	Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	se National Railway	Mello	ki & Iwasaki
[2] - Ghiaia e limo	82.5	1.80	82.5	50.57	43.57	51.1	34.84	40.19	42	>38	50.18	51.75	56.43	55.62
[3] - Ciottoli e Ghiaia	150	2.10	150	69.86	62.86	70	34.9	8.47	42	>38	62.43	72	61.08	69.77

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[2] - Ghiaia e limo	82.5	1.80	82.5	648.33	660.00	974.20	798.75	487.50
[3] - Ciottoli e Ghiaia	150	2.10	150	874.21	1200.00	1770.70	1305.00	825.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[2] - Ghiaia e limo	82.5	1.80	82.5	495.00	196.92	585.75	405.95
[3] - Ciottoli e Ghiaia	150	2.10	150	900.00	335.57	1065.00	707.00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[2] - Ghiaia e limo	82.5	1.80	82.5	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO
[3] - Ciottoli e Ghiaia	150	2.10	150	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[2] - Ghiaia e limo	82.5	1.80	82.5	Meyerhof ed altri	2.50
[3] - Ciottoli e Ghiaia	150	2.10	150	Meyerhof ed altri	2.50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[2] - Ghiaia e limo	82.5	1.80	82.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[3] - Ciottoli e Ghiaia	150	2.10	150	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[2] - Ghiaia e limo	82.5	1.80	82.5	(A.G.I.)	0.19
[3] - Ciottoli e Ghiaia	150	2.10	150	(A.G.I.)	0.06

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi

					(1982)
[2] - Ghiaia e limo	82.5	1.80	82.5	4115.10	1852.95
[3] - Ciottoli e Ghiaia	150	2.10	150	7218.37	2669.94

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[2] - Ghiaia e limo	82.5	1.80	82.5	Ohta & Goto (1978) Limi	155.53
[3] - Ciottoli e Ghiaia	150	2.10	150	Ohta & Goto (1978) Limi	185.17

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI
 Prova eseguita in data 25/04/2018
 Profondità prova 3.00 mt
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.30	17	0.803	111.31	138.68	5.57	6.93
0.60	6	0.847	38.42	45.36	1.92	2.27
0.90	3	0.842	19.09	22.68	0.95	1.13
1.20	5	0.836	31.61	37.80	1.58	1.89
1.50	7	0.831	40.99	49.32	2.05	2.47
1.80	13	0.776	71.10	91.59	3.56	4.58
2.10	54	0.622	236.50	380.44	11.82	19.02
2.40	61	0.617	265.22	429.76	13.26	21.49
2.70	77	0.613	311.23	507.86	15.56	25.39
3.00	100	0.609	401.46	659.56	20.07	32.98

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.3	17	138.68	Incoerente	0	2.14	2.5	0.03	1.8	30.6	Copertura
1.8	6.8	49.35	Coesivo	0	2.02	2.22	0.22	1.8	12.24	Limo
2.7	64	439.35	Incoerente	0	2.5	2.5	0.48	1.5	96	Ghiaia e limo
3	100	659.56	Incoerente	0	2.5	2.5	0.63	1.5	150	Ciottoli e Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[2] - Limo	12.24	1.80	0.83	1.53	0.50	0.49	1.20	1.48	1.07	1.39	0.61	1.93	1.53

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[2] - Limo	12.24	1.80	Robertson (1983)	24.48

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[2] - Limo	12.24	1.80	56.16	--	126.63	122.40

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[2] - Limo	12.24	1.80	120.36	122.40

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[2] - Limo	12.24	1.80	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
[2] - Limo	12.24	1.80	Meyerhof ed altri	2.02

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
[2] - Limo	12.24	1.80	Meyerhof ed altri	2.22

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Intestazione NSP T\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Copertura	30.6	0.30	69.07	100	100	64.11
[3] - Ghiaia e limo	96	2.70	91.44	100	100	100
[4] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.00	100	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thorn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - Copertura	30.6	0.30	30.6	35.74	28.74	36.57	38.01	39.8	42	32-35	36.42	36.18	48.74	39.74
[3] - Ghiaia e limo	96	2.70	96	54.43	47.43	54.88	33.99	36.77	42	>38	52.95	55.8	57.02	58.82
[4] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.00	150	69.86	62.86	70	34.12	8.47	42	>38	62.43	72	60.35	69.77

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Copertura	30.6	0.30	30.6	394.85	244.80	361.78	409.50	228.00
[3] - Ghiaia e limo	96	2.70	96	699.37	768.00	1133.50	900.00	555.00
[4] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.00	150	874.21	1200.00	1770.70	1305.00	825.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Copertura	30.6	0.30	30.6	183.60	90.32	217.26	174.48
[3] - Ghiaia e limo	96	2.70	96	576.00	224.65	681.60	466.16
[4] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.00	150	900.00	335.57	1065.00	707.00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Copertura	30.6	0.30	30.6	Classificazione A.G.I.	ADDENSATO
[3] - Ghiaia e limo	96	2.70	96	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO
[4] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.00	150	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Copertura	30.6	0.30	30.6	Meyerhof ed altri	2.14
[3] - Ghiaia e limo	96	2.70	96	Meyerhof ed altri	2.50
[4] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.00	150	Meyerhof ed altri	2.50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Copertura	30.6	0.30	30.6	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[3] - Ghiaia e limo	96	2.70	96	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[4] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.00	150	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Copertura	30.6	0.30	30.6	(A.G.I.)	0.29
[3] - Ghiaia e limo	96	2.70	96	(A.G.I.)	0.16
[4] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.00	150	(A.G.I.)	0.06

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Copertura	30.6	0.30	30.6	1619.91	1010.85
[3] - Ghiaia e limo	96	2.70	96	4745.13	2032.72
[4] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.00	150	7218.37	2669.94

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Copertura	30.6	0.30	30.6	Ohta & Goto (1978) Limi	85.73
[3] - Ghiaia e limo	96	2.70	96	Ohta & Goto (1978) Limi	176.21
[4] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.00	150	Ohta & Goto (1978) Limi	199.24

Strumento utilizzato...
 Prova eseguita in data
 Profondità prova
 Falda non rilevata

SCPT TG 63-200 PAGANI
 25/04/2018
 3.30 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0.30	6	0.853	41.73	48.94	2.09	2.45
0.60	3	0.847	19.21	22.68	0.96	1.13
0.90	3	0.842	19.09	22.68	0.95	1.13
1.20	2	0.836	12.65	15.12	0.63	0.76
1.50	2	0.831	11.71	14.09	0.59	0.70
1.80	16	0.776	87.51	112.72	4.38	5.64
2.10	25	0.722	127.10	176.13	6.36	8.81
2.40	47	0.617	204.35	331.12	10.22	16.56
2.70	55	0.613	222.31	362.76	11.12	18.14
3.00	68	0.609	272.99	448.50	13.65	22.42
3.30	100	0.605	398.83	659.56	19.94	32.98

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm ²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m ³)	Peso unità di volume saturo (t/m ³)	Tensione efficace (Kg/cm ²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
0.3	6	48.94	Coesivo	0	1.99	2.19	0.03	1.8	10.8	Copertura
1.5	2.5	18.64	Coesivo	0	1.73	1.87	0.16	1.8	4.5	Argilla
2.1	20.5	144.43	Incoerente	0	2.19	2.5	0.33	1.5	30.75	Limo e ghiaia
3	56.67	380.79	Incoerente	0	2.5	2.5	0.51	1.5	85	Ghiaia e limo
3.3	100	659.56	Incoerente	0	2.5	2.5	0.66	1.5	150	Ciottoli e Ghiaia

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Terzaghi-Peck	Sanglerat	Terzaghi-Peck (1948)	U.S.D. M.S.M	Schmertmann 1975	SUNDA (1983) Benassi e Vannelli	Fletcher (1965) Argilla di Chicago	Houston (1960)	Shioi - Fukui 1982	Begemann	De Beer
[1] - Copertura	10.8	0.30	0.73	1.35	0.50	0.43	1.06	1.47	0.95	1.27	0.54	1.89	1.35
[2] - Argilla	4.5	1.50	0.28	0.56	0.25	0.18	0.44	0.56	0.41	0.77	0.23	0.62	0.56

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
[1] - Copertura	10.8	0.30	Robertson (1983)	21.60
[2] - Argilla	4.5	1.50	Robertson (1983)	9.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Stroud e Butler (1975)	Vesic (1970)	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	Buisman-Sanglerat
[1] - Copertura	10.8	0.30	49.55	--	111.95	108.00
[2] - Argilla	4.5	1.50	20.65	67.50	47.69	56.25

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Schultze	Apollonia
[1] - Copertura	10.8	0.30	103.80	108.00
[2] - Argilla	4.5	1.50	31.35	45.00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
[1] - Copertura	10.8	0.30	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
[2] - Argilla	4.5	1.50	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
[1] - Copertura	10.8	0.30	Meyerhof ed altri	1.99
[2] - Argilla	4.5	1.50	Meyerhof ed altri	1.73

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
[1] - Copertura	10.8	0.30	Meyerhof ed altri	2.19
[2] - Argilla	4.5	1.50	Meyerhof ed altri	1.87

TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[3] - Limo e ghiaia	30.75	2.10	60.83	100	100	64.26
[4] - Ghiaia e limo	85	3.00	86.6	100	100	100
[5] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.30	100	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[3] - Limo e ghiaia	30.75	2.10	30.75	35.79	28.79	36.61	32.94	39.83	42	32-35	36.48	36.22	47.64	39.8
[4] - Ghiaia e limo	85	3.00	85	51.29	44.29	51.8	33.65	39.67	42	>38	50.71	52.5	55.84	56.23
[5] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.30	150	69.86	62.86	70	34.02	8.47	42	>38	62.43	72	60.23	69.77

Modulo di Young (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[3] - Limo e ghiaia	30.75	2.10	30.75	395.82	246.00	363.55	410.62	228.75
[4] - Ghiaia e limo	85	3.00	85	658.08	680.00	1003.70	817.50	500.00

[5] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.30	150	874.21	1200.00	1770.70	1305.00	825.00
-------------------------	-----	------	-----	--------	---------	---------	---------	--------

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[3] - Limo e ghiaia	30.75	2.10	30.75	184.50	90.63	218.32	175.15
[4] - Ghiaia e limo	85	3.00	85	510.00	202.06	603.50	417.10
[5] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.30	150	900.00	335.57	1065.00	707.00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[3] - Limo e ghiaia	30.75	2.10	30.75	Classificazione A.G.I.	ADDENSATO
[4] - Ghiaia e limo	85	3.00	85	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO
[5] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.30	150	Classificazione A.G.I.	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[3] - Limo e ghiaia	30.75	2.10	30.75	Meyerhof ed altri	2.14
[4] - Ghiaia e limo	85	3.00	85	Meyerhof ed altri	2.50
[5] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.30	150	Meyerhof ed altri	2.50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[3] - Limo e ghiaia	30.75	2.10	30.75	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[4] - Ghiaia e limo	85	3.00	85	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50
[5] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.30	150	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.50

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[3] - Limo e ghiaia	30.75	2.10	30.75	(A.G.I.)	0.29
[4] - Ghiaia e limo	85	3.00	85	(A.G.I.)	0.18
[5] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.30	150	(A.G.I.)	0.06

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[3] - Limo e ghiaia	30.75	2.10	30.75	1627.38	1013.87
[4] - Ghiaia e limo	85	3.00	85	4232.21	1887.06
[5] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.30	150	7218.37	2669.94

Velocità onde di taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[3] - Limo e ghiaia	30.75	2.10	30.75	Ohta & Goto (1978) Limi	138.61
[4] - Ghiaia e limo	85	3.00	85	Ohta & Goto (1978) Limi	176.76
[5] - Ciottoli e Ghiaia	150	3.30	150	Ohta & Goto (1978) Limi	203.12

