



COMUNE DI PADOVA
SETTORE LAVORI PUBBLICI

LLPP EDP 2017/111

SISTEMAZIONE SPOGLIATOI
IMPIANTO SPORTIVO "W. PETRON"

PROGETTO ESECUTIVO

IMPORTO COMPLESSIVO € 500.000,00

ELABORATO:

PROGETTO DELLE STRUTTURE
RELAZIONE GEOLOGICA

PROGRESSIVO N :

18

RUP

ING. STEFANO BENVEGNÙ

COLLABORAZIONE ALLA PROGETTAZIONE

ING. CLAUDIO ROSSI

CAPO SETTORE

ING. MASSIMO BENVENUTI

SCALA:

DATA: 01/2019

AGGIORN.:

PROGETTISTI:

ing. MAURO FERRARESE

Via Crescini, 63 - 35126 Padova

tel. 335.6525898 - E.MAIL mauro.ferrarese@alice.it

pec: mauro.ferrarese@ingpec.eu



ARCH. ALBERTO RUFFATTO

ING. LORIS RUFFATO

ING. ANDY MARCHIORI

CODIFICA FILE:

APPR_18_ST_R02_
relaz_geol

ELABORATO N :

STR02

Committente:

Ing. Ferrarese Mauro

Via Crescini 63
35126 Padova (PD)



COMUNE DI PADOVA

**CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE PRESSO
“PALESTRA COMUNALE PETRON” VICOLO S.MASSIMO, 17 – PADOVA (PD).**

RELAZIONE GEOLOGICA AI SENSI DEL D.M. 17 GENNAIO 2018

Data: 28 giugno 2018

Estensori: J. Perin, A. Frison



GEODIS s.r.l. - N. REA: VE – 345850 – Codice Fiscale e Partita IVA: 03871990275
Mirano (VE) – via G. Matteotti, 20 – 30035 Tel/Fax 041-481046
www.geodisimpresa.com – email: info@geodisimpresa.com

INDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUZIONE | 2 |
| PREMESSE | 2 |
| OBIETTIVI DELLO STUDIO | 2 |
| DATI IN INGRESSO UTILIZZATI | 2 |
| NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 2 |
| INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA | 3 |
| INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA..... | 5 |
| INQUADRAMENTO GEOLOGICO- STRUTTURALE | 5 |
| <i>Fasi evolutive</i> | 6 |
| INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO | 9 |
| INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO | 11 |
| INQUADRAMENTO SISMICO DELL'AREA..... | 12 |
| ANALISI DEI DATI E CONCLUSIONI | 14 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 15 |

APPENDICE 1

SPETTRI SISMICI

APPENDICE 2

ATLANTE FOTOGRAFICO

INTRODUZIONE

PREMESSE

Su incarico dell'Ing. Mauro Ferrarese, GEODIS Srl ha eseguito un'indagine geologica in sito ed ha redatto la presente relazione geologica relativa al terreno di fondazione presso il sito della Palestra Comunale Petron in vicolo S. Massimo 17, nel comune di Padova (PD).

In questa relazione vengono definiti i lineamenti geologici e geomorfologici della zona, nonché gli eventuali processi morfologici e dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva, la successione litostratigrafica locale, i caratteri geostrutturali generali e l'andamento della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni viene demandata alla relazione specifica.

OBIETTIVI DELLO STUDIO

L'obiettivo del presente studio è la caratterizzazione e la modellazione geologica dei terreni di fondazione, in ordine al progetto definito nelle premesse, nonché la definizione dell'inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico, del sito in esame e di un intorno sufficientemente ampio, al fine di inserire la struttura nel contesto geologico a scala comunale e di sito.

DATI IN INGRESSO UTILIZZATI

Per quanto attiene al quadro conoscitivo iniziale disponibile, vengono di seguito riportati, in ordine cronologico di trasmissione, i dati tecnici utilizzati dalla scrivente:

- Prova penetrometrica statica con punta meccanica (CPT).

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I riferimenti legislativi utilizzati per la redazione della presente relazione geologica sono:

- D.M. 17 gennaio 2018;
- Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1977 Associazione Geotecnica Italiana.



INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

La zona interessata dal presente studio è situata in vicolo S. Massimo 71, nel comune di Padova (PD) (Figura 1). Le coordinate del sito (riferite al centroide del sito d'indagine) sono, nel sistema di riferimento UTM WGS 84:

- Fuso 32T 726279m E – 5032123m N



Figura 1 – Immagine satellitare dell'area di indagine.

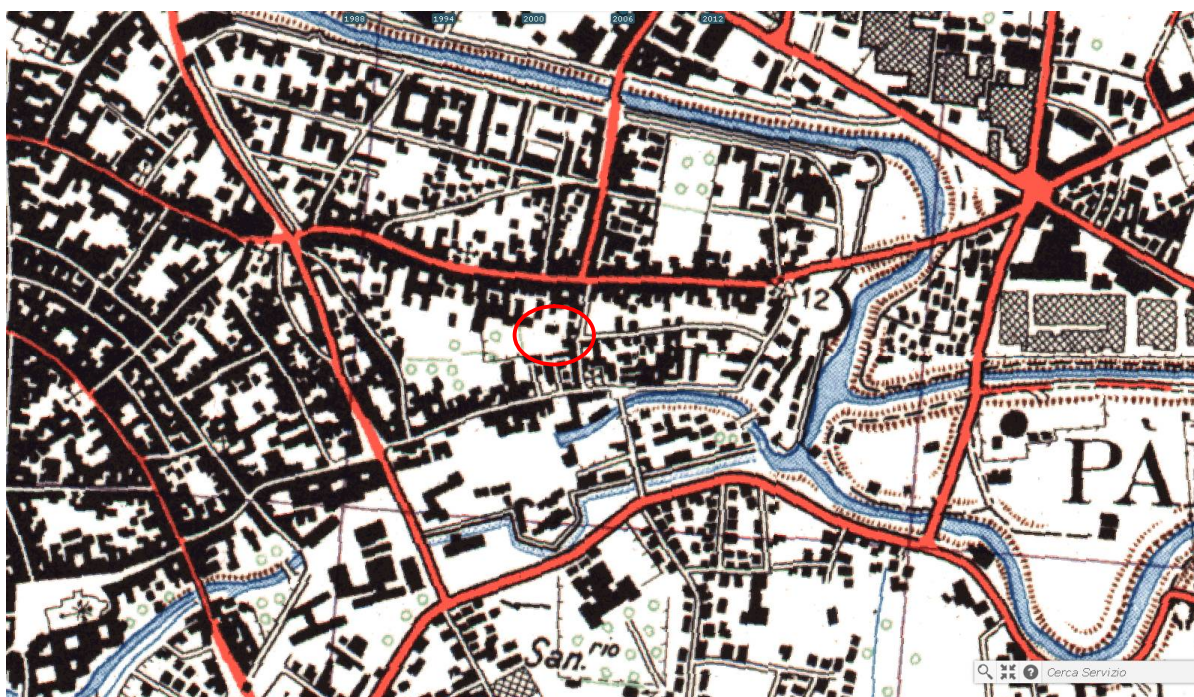


Figura 2 – Stralcio della tavoletta IGM.



La città di Padova dal punto di vista idrologico è interessata dalla presenza di due corsi d'acqua: il fiume Bacchiglione che ne attraversa il centro, con direzione prevalente Est-Ovest, ed il Brenta che tocca il limite Nord orientale. Il fiume Brenta arriva da Nord-Ovest e percorre il confine comunale Nord orientale, proseguendo poi verso l'area lagunare veneziana in direzione Sud-Est. Durante il suo percorso, accoglie in destra idrografica, il Canale Brentella che a sua volta, toccando i margini occidentali comunali, alimenta le acque del Bacchiglione. Il Brenta riceve anche le acque del Canale Piovego, il quale una volta lasciata Padova prosegue con il Naviglio Brenta verso la laguna veneziana. Il Bacchiglione giunge nel comune padovano da Sud-Ovest proveniente da Vicenza. In località Bassanello, si dirama verso Sud nel Canale Battaglia, poco dopo accoglie il Brentella, e immettendosi nel Tronco Comune, all'altezza del ponte dei Cavai, fa il suo ingresso in città. Il canale Scaricatore, rinominato nuovo Bacchiglione, è costituito dall'asta rettilinea che dal Bassanello prosegue verso Est. Nel comune di Voltabarozzo il Bacchiglione si divide in due rami, uno verso Est, che raggiunge il canale Roncagette Inferiore, l'altro verso Nord-Est si ricongiunge con il Piovego. In centro città vi è una serie di canali secondari, in gran parte combinati. Il più importante è il Tronco Comune, poi Tronco maestro fino a Corso del Popolo e infine il Piovego. Dal canale principale del Tronco Comune si diramano, tutti in destra idrografica, i canali che attraversano il centro abitato. Oltre alla rete idrografica del centro storico, esternamente è presente una fitta rete composta da scoli di bonifica, e defluenti con direzione prevalente verso Sud-Est.



INQUADRAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA

INQUADRAMENTO GEOLOGICO- STRUTTURALE

Le deformazioni tettoniche che hanno caratterizzato l'evoluzione geologica del Veneto possono sintetizzarsi in tre macro fasi:

- Tettonica Paleozoica;
- Tettonica Mesozoica;
- Tettonica Alpina.

Gli effetti della *Tettonica Paleozoica* non sono facilmente riconoscibili ed i movimenti tettonici distensivi in quel periodo, singenetici alle fasi di deposizione, hanno favorito l'instaurarsi di cicli magmatici. La *Tettonica Mesozoica* si manifesta, nell'area alpina, con movimenti tensionali tali da portare allo sviluppo del margine passivo africano di cui le Alpi Meridionali ed il Veneto facevano parte. L'intera regione viene frammentata da una serie di faglie listriche sinsedimentarie in grandi alti e bassi strutturali, allineati in senso NNE SSW, che sono andati a condizionare fortemente l'evoluzione tettonica alpina della regione. Tra il Giurassico ed il Cretaceo termina l'espansione della Tetide ed inizia la sua evoluzione compressionale, risultato della sovrapposizione di due principali fasi: la prima fase tettonica produce nel Veneto nord orientale sovrascorrimenti e pieghe vergenti a WSW che deformano intensamente la copertura sedimentaria permo cenozoica generando il fronte della Catena Dinarica; al secondo ciclo de formativo, di età neogenica, sono imputabili il sollevamento delle montagne venete ed una serie di sovrascorrimenti con vergenza a sud. La scarsa influenza delle deformazioni neogeniche nel settore sud occidentale della montagna veneta che, delimitato ad est dalla faglia Schio - Vicenza, comprende i Monti Lessini, i Colli Berici e i Colli Euganei, trova riscontro nell'assenza di molassa ai piedi dei rilievi montuosi (Vorlicek, 2008).

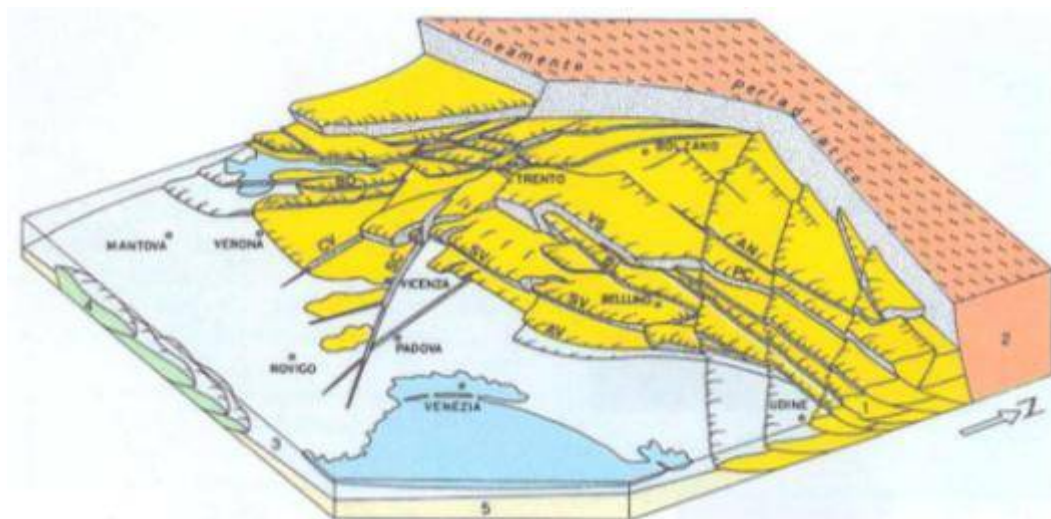


Figura 3 – Visione tridimensionale delle principali deformazioni Alpine: AN = Linea dell'Antelao; AV = Linea di Aviano; BD = Faglia del Monte Baldo; BL = Linea di Belluno; CV = Faglia di Castelvetro; FP = Fronte della Catena Appenninica; PC = Linea di Pieve di Cadore; SC = Faglia Schio - Vicenza; SV = Sovrascorrimento Schio - Valdobbiadene ("Flessura pedemontana")



Dal punto di vista geologico la pianura veneta si estende da NE a SW tra il corso del fiume Tagliamento e quello del Po. Le caratteristiche delle unità geologiche descritte in questo lavoro sono intimamente legate agli elementi geomorfologici riconoscibili in superficie; sono il prodotto dei processi deposizionali ed erosivi attuatisi tra il Pleistocene finale e l'Attuale (Figura 4).

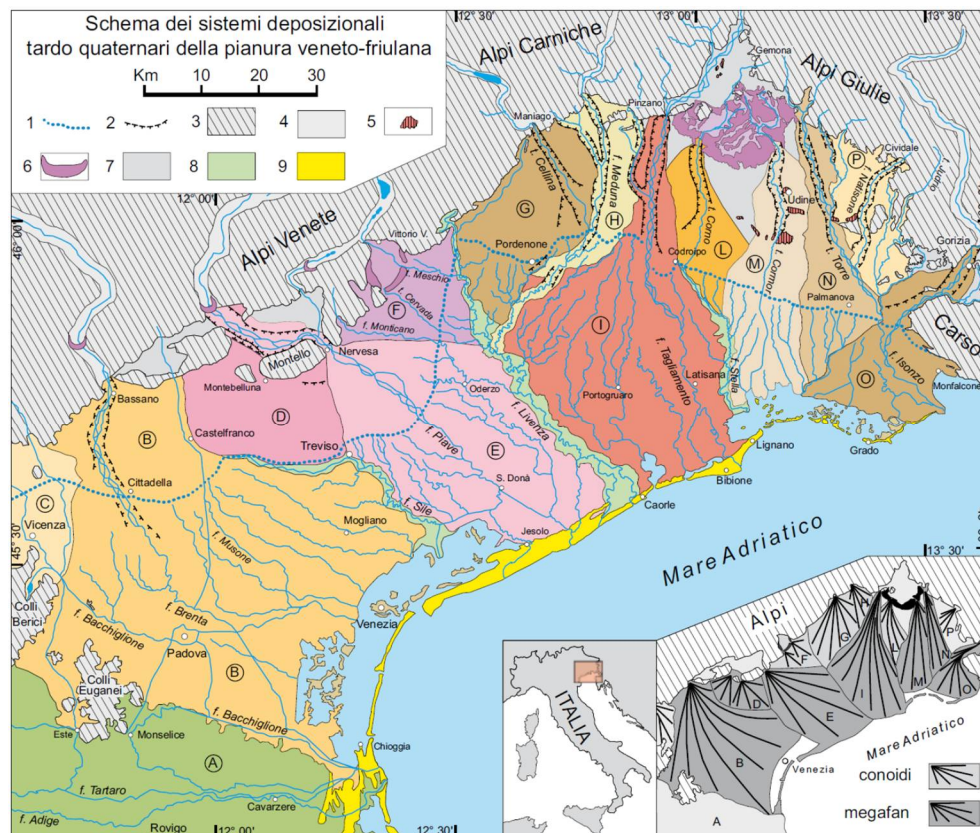


Figura 4 – Schema dei sistemi deposizionali tardo quaternari della pianura veneto-friulana (modificato da Fontana et al., 2008). Nel riquadro in basso a destra uno schizzo semplificato dei conoidi e megafan. Simboli: 1) limite superiore delle risorgive; 2) orlo di terrazzo fluviale; 3) aree montuose e collinari; 4) principali valli alpine; 5) terrazzi tettonici; 6) cordoni morenici; 7) depositi di interconoide e delle zone intermontane; 8) depositi dei principali fiumi di risorgiva; 9) sistemi costieri e deltizi. Lettere: (A) pianura dell'Adige, (B) megafan del Brenta, (C) conoide dell'Astico, (D) megafan di Montebelluna, (E) megafan di Nervesa, (F) conoide del Monticano- Cervada- Meschio, (G) conoide del Cellina, (H) conoide del Meduna, (I) megafan del Tagliamento, (L) conoide del Corno, (M) megafan del Cormor, (N) megafan del Torre, (O) megafan dell'Isonzo, (P) conoide del Natisone.

Al momento non sembra possibile definire uno schema cronostratigrafico applicabile a tutti i sistemi alluvionali della pianura veneto-friulana, ma si può comunque individuare un'importante fase morfogenetica comune, legata alle fasi finali dell'Ultimo Massimo Glaciale (LGM compreso tra 30.000 e 17.000 anni fa circa) quando, i ghiacciai alpini con le loro fronti arrivarono in pianura, segnando una delle più importanti fasi evolutive.

FASI EVOLUTIVE

Le fasi evolutive che vengono prese in considerazione sono 3 e di seguito vengono brevemente illustrate nelle loro caratteristiche principali.

PRE – LGM (>30.000 ANNI FA)

Il periodo Pre- LGM fu caratterizzato da un'iniziale fase di sedimentazione, dovuta a condizioni climatiche pleniglaciali, durante la quale i ghiacciai alpini fuoriuscirono dagli sbocchi vallivi; successivamente l'incremento del livello marino (di circa + 6 m slm, fase di high stand marino) consentì la formazione di sistemi lagunari e apparati deltizi. La fase si conclude con la transizione da condizioni climatiche mediamente più calde a mediamente più fredde caratterizzate da deposizione molto scarsa o quasi assente.



LGM (30.000 – 17.000 ANNI FA)

Il periodo dell'Ultimo Massimo Glaciale corrisponde all'ultima avanzata glaciale pleistocenica, durante la quale enormi ghiacciai occuparono le principali valli alpine e con le loro fronti giunsero in pianura depositando sedimenti per uno spessore, in genere superiore, tra i 15 m e 30 m.; l'Adriatico, invece, durante l'acme glaciale si ritirò nella depressione esistente nella sua parte centrale, a oltre 400 km di distanza dalle attuali coste veneto-friulane, lasciando in condizioni di pianura continentale il precedente fondale marino.

Nella pianura veneto-friulana si poté così attuare l'aggradazione sedimentaria alimentata dai bacini montani glacializzati e, quindi, i sistemi alluvionali subirono un controllo "da monte": nella porzione prossimale, costituita da depositi ghiaiosi, i fiumi avevano una tipologia braided; nel settore distale, al di sotto del limite inferiore delle risorgive, le tracce fluviali sono tipicamente costituite da alvei con pochi canali o con canale singolo poco sinuoso (tipologie wandering). La bassa pianura è costituita, invece, da bassi dossi separati fra loro da estese piane di esondazione argilloso limose, indizi tipici di un sistema dominato dalle avulsioni; si possono ritrovare livelli torbosi e limosi organici di spessore pluricentrico, con continuità laterale che può raggiungere vari chilometri, a testimonianza di limitati momenti di stasi sedimentaria, in corrispondenza di bacini palustri. La fase di deglaciazione nelle aree alpine occupa l'ultima parte dell'LGM ed è caratterizzata dall'abbandono delle cerchie moreniche più esterne degli anfiteatri.

POST – LGM (ULTIMI 17.000 ANNI)

Il rapido miglioramento delle condizioni climatiche ed il conseguente ridimensionamento e ritiro dei ghiacciai nelle alte valli segna la fine dell'LGM e l'inizio del cosiddetto Tardoglaciale; l'evoluzione della bassa pianura, in questo periodo, viene controllata oltre che dai sistemi fluvioglaciali e fluviali anche all'attività del mare, dei fiumi di risorgiva e dell'uomo.

Con l'inizio del Tardoglaciale i megafan (Brenta e Tagliamento) sono soggetti ad un'importante fase di terrazzamento; poco a valle della fascia delle risorgive, i fiumi alpini sono stati sempre caratterizzati da alvei a canale singolo e sinuosità variabile con una tendenza marcatamente erosiva e incisioni profonde tra 5 e 25 m rispetto al top della superficie LGM.

In tutta la pianura veneto-friulana i dati cronostratigrafici riguardanti il Tardoglaciale e l'Olocene iniziale mancano quasi completamente; una delle ipotesi più verosimili può essere trovata nella mancanza di deposizioni alluvionali sulla superficie dei megafan indotta dal confinamento dell'attività fluviale entro i canali incisi, che portarono alla trasformazione di ampi settori di megafan in superfici abbandonate dove poterono così svilupparsi suoli ben formati.

L'azione della copertura forestale, l'effetto di alcune fasi pedo-climatiche e la presenza della falda freatica in prossimità della superficie hanno contribuito ad evoluzione pedogenetica differenziata: le zone di argine più rilevate e ben drenate, sono, in genere, caratterizzate da una pedogenesi avanzata, con fenomeni di rubefazione che hanno sviluppato colori marrone giallastri (10YR 6-5/3); allontanandosi dall'argine, le zone di basso con sedimenti via via più limosi e con presenza della falda superficiale hanno orizzonti con sviluppo di concrezioni carbonatiche.

A partire da 15.000 anni BP, lo scioglimento della calotta artica e degli Inlandsis Nord Europeo e Nord Americano causò un rapido innalzamento marino al ritmo medio di 15-10 mm/anno (Correggiari et al., 1996; Lambeck et al., 2004); il successivo sollevamento del mare è da attribuirsi in buona parte alle deformazioni tettoniche, alla subsidenza locale, agli aggiustamenti isostatici, alle fluttuazioni climatiche oloceniche e alla quantità di apporti sedimentari fluviali. Nelle aree che avevano subito la trasgressione in modo passivo, l'odierna posizione del mare è generalmente la più interna raggiunta nel postglaciale; nelle aree in cui sono sfociati i corsi alpini durante l'Olocene caratterizzati da ciclo trasgressivo- regressivo si sono formati specchi di mare e lagune, ad esempio nell'area veneziana e friulana, la prima formazione delle lagune sembra essere documentata a circa 7500- 6000 anni fa, in corrispondenza della massima ingressione marina.



Attorno a 7500 anni fa comincia ad avere un certo effetto sull'ambiente la presenza dell'uomo che andò via via intensificandosi e lasciando tracce ben riconoscibili anche sulle morfologie superficiali. Tra il Tardoantico e il Medioevo gli interventi sono stati limitati, mentre hanno subito una decisa crescita d'importanza a partire dal XV secolo con la decisione della Repubblica di Venezia di modificare l'idrografia per favorire lo sfruttamento del territorio.

Nella figura 5 (a destra, che rappresenta le litologie incontrate con l'esecuzione della prova penetrometrica) ben si nota l'alternanza di livelli sabbiosi (colore azzurro), limi sabbiosi (colore giallo) e di livelli argillosi e limosi (colore arancione). Questo assetto è tipico di quella fascia della Pianura Padana definita come bassa pianura di cui il sito oggetto d'indagine fa parte.

Come già detto in precedenza questa fascia di pianura si è formata in seguito ad eventi alluvionali, posteriori all'arretramento dei ghiacciai, che risalgono al periodo tardiglaciale (Pleistocene). I principali fiumi che ne hanno contribuito alla formazione sono l'Adige, il Piave, il Tagliamento e in particolare il sistema Bacchiglione-Brenta e Adige per quanto concerne il territorio padovano.

Per capire la natura dell'alternanza di tipi di materiali differenti che caratterizzano il sito in esame, è possibile fare riferimento alla genesi della fascia di bassa pianura, costituita principalmente da depositi periglaciali e fluvioglaciali caratterizzati da granulometria medio-fine (sabbie e limi) a cui si intersecano sedimenti molto più fini (limi argillosi ed argille).

La parte più superficiale è invece caratterizzata da depositi che sono il risultato di processi di sedimentazione fluviale (soprattutto nel periodo post-glaciale olocenico in cui i fiumi assunsero un'importante capacità di trasporto e quindi deposizionale), che hanno portato alla deposizione di materiali a granulometria fine con una notevole variabilità laterale di facies. Da ciò risulta che i depositi che caratterizzano la bassa pianura appartenenti ai diversi sistemi fluviali che la caratterizzano (quali che siano depositi fini di piana di esondazione o riempimenti di barra di meandro) non sono sufficientemente delineabili e distinguibili da permettere di creare delle unità di pertinenza relative ad ogni singolo corso d'acqua o riconducibili a formazioni geologiche differenziate o di facies specifiche.

Nella loro complessa eterogeneità, tali depositi si possono definire come un ripetersi omogeneo dell'alternanza di limi, sabbie ed argille compenstrate o alternate in strati differenziati, a seconda delle particolari condizioni paleo ambientali di deposizione.

La divagazione delle aste fluviali dei principali corsi d'acqua presenti nella zona hanno sovrapposto, nel tempo e nella sequenza stratigrafica, ambienti caratterizzati da differente energia di trasporto e deposizione.

Alle zone dove l'alto livello di energia dei fiumi (all'interno dell'alveo, o nelle parti di meandro all'esterno dell'ansa del meandro stesso) ha permesso la deposizione di materiali prevalentemente sabbiosi, si contrappongono zone a più bassa energia di trasporto e deposizione (all'interno delle anse dei meandri, o nelle piane di esondazione dei sistemi fluviali), si sono depositati i sedimenti più fini a granulometria limosa e limo argillosa. Nelle zone a energia quasi nulla, in condizioni di acque praticamente stagnanti, alla deposizione di sedimenti argillosi si sono, a volte, affiancate condizioni riducenti con l'accumulo di sostanza vegetale che ha generato livelli lenticolari di torba.

Da questo scenario di facies estremamente variabile, ne è derivata una deposizione che ha dato luogo ad una stratificazione molto eterogenea ed eteropica anche in senso orizzontale con conformazione degli strati di tipo lenticolare o comunque con strati sub orizzontali che presentano marcate variazioni orizzontali di spessore. Considerando l'evoluzione geologica dei terreni in oggetto, è evidente che il grado di consolidazione è quello generato esclusivamente dall'attuale carico litostatico. Esclusi sporadici e probabili episodi di sovraconsolidazione superficiale per essiccazione si può senza dubbio asserire che, per lo spessore interessato dalle opere di progetto, le alluvioni quaternarie sono in una fase di normal consolidazione se non, nella parte superiore, in una fase di raggiungimento della normal consolidazione, specie ove superficialmente si sono rilevati depositi argillosi e limo argillosi a bassa permeabilità.



Fig. 5-CPT1 (15 m)



INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

In generale, l'area interessata dalle indagini è posta nel margine settentrionale del tratto di pianura approssimativamente delimitato dal Brenta a nord, dal Bacchiglione a sud e dalla conterminazione lagunare a est, e rappresenta la porzione terminale del sistema deposizionale olocenico del Brenta. Tale sistema confina a nord con il sistema tardopleistocenico del Brenta e a sud con quello olocenico dell'Adige.

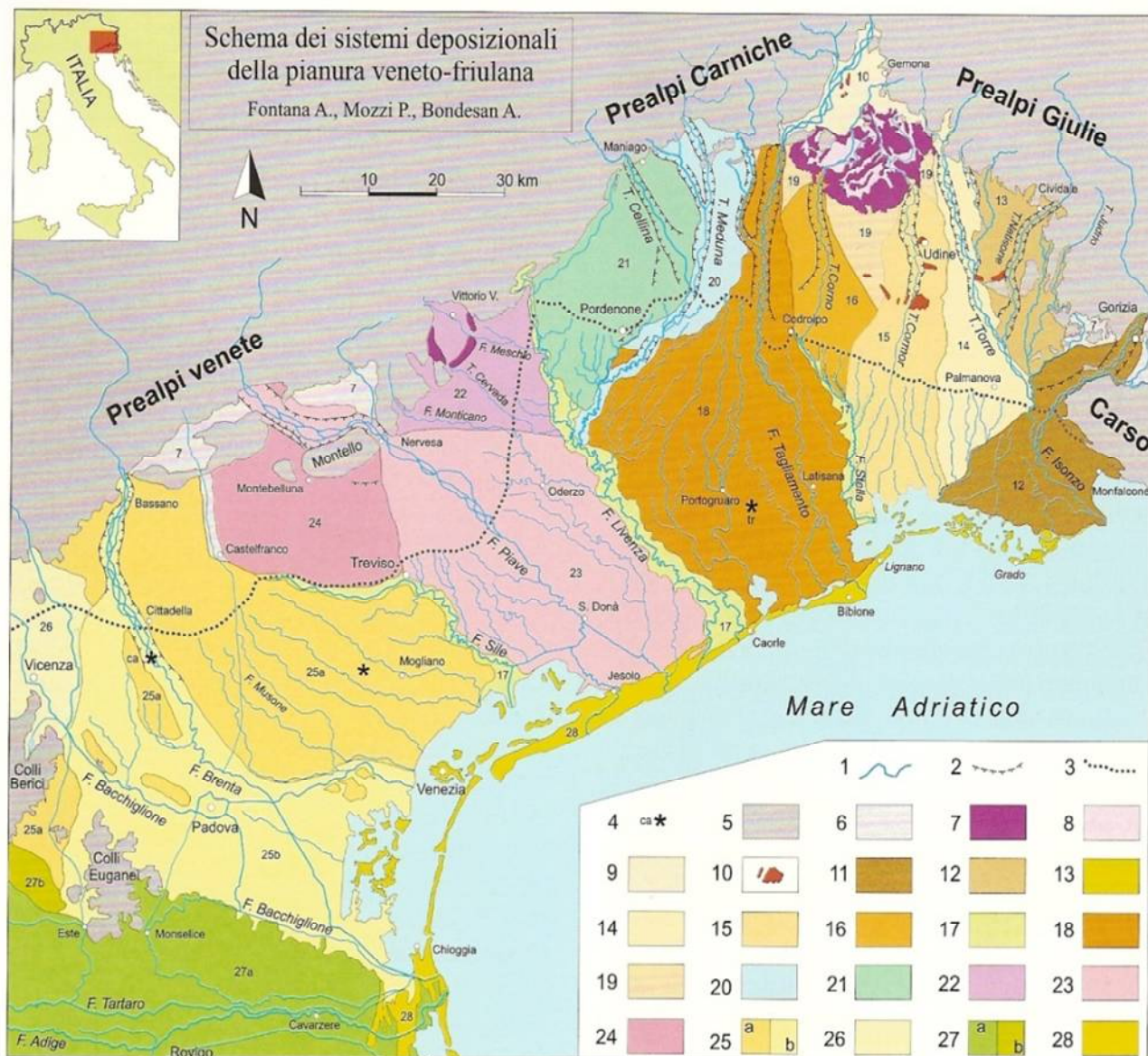


Figura 6a – Schema dei sistemi deposizionali della pianura veneto-friulana: 1- idrografia; 2- orlo delle principali scarpate fluviali; 3 limite superiore delle risorgive; 4- ubicazione delle sezioni stratigrafiche; 5- Prealpi, Colli Euganei, Berici; 6- aree alluvionali dei corsi d'acqua prealpini; 7- cordoni morenici degli anfitratti di Piave e Tagliamento; 8- depressioni intermoreniche; 9- piana di Osoppo; 10- terrazzi tettonici dell'alta pianura friulana; 11- megafan dell'Isonzo-Torre; 12- conoide del Natisone-Judrio; 13- isole lagunari; 14- megafan del Torre; 15- megafan del Cormor; 16- megafan del Corno di San Daniele; 17- sistemi dei principali fiumi di risorgiva, localmente incisi; 18- megafan del Tagliamento; 19- aree interposte tra megafan, appartenenti al sandur del Tagliamento; 20- Megafan del Meduna; 21- conoide del Cellina; 22- conoidi dei fiumi Monticano, Cervada e Meschio; 23- megafan del Piave di Nervesa; 24- megafan del Piave di Montebelluna; 25- sistema del Brenta: a- settore pleistocenico (megafan di Bassano), b- pianura olocenica del Brenta con apporti del Bacchiglione; 26- conoide dell'Astico; 27- sistema dell'Adige: a- pianura olocenica con apporti del Po, b- pianura pleistocenica; 28- sistemi costieri e deltizi (Fontana A., Mozzi P., Bondesan A.)

Le forme che caratterizzano maggiormente questo territorio sono i dossi fluviali e i paleoalvei con direzione di propagazione verso il margine interno della laguna (Bondesan A. Meneghel M., 2004).



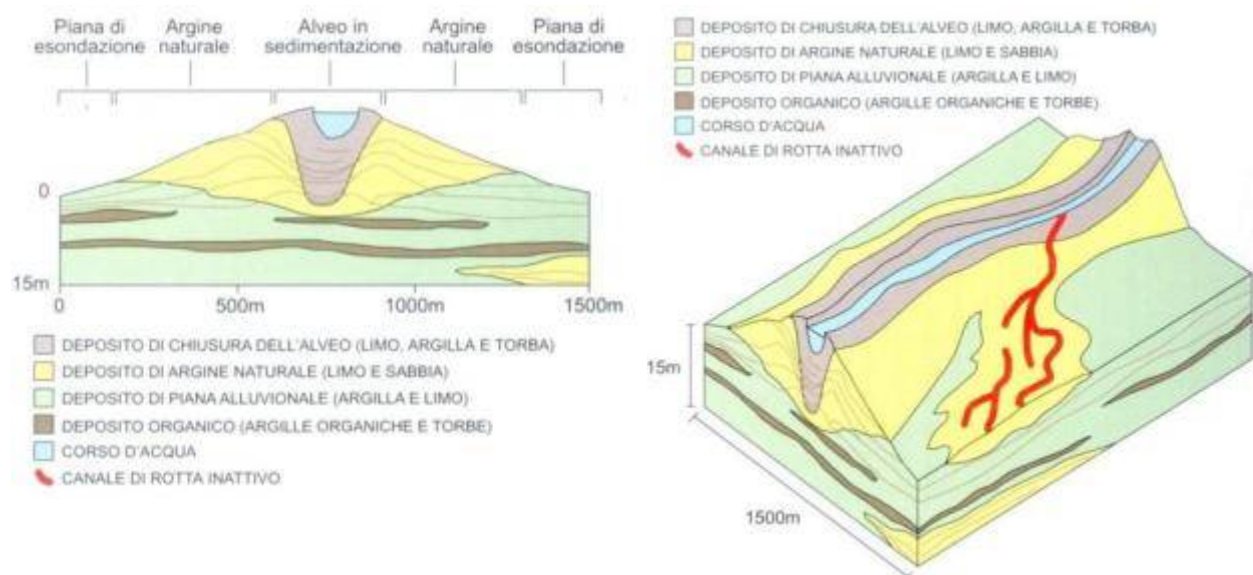


Figura 6b – Sezione trasversale di dosso fluviale (Peretto, 1992)

La città di Padova è stata interessata in passato dall'attraversamento diretto da parte del fiume Brenta: E. De Lucchi (1985) ha delineato due percorsi indipendenti, diretti da Ovest ad Est, grossolanamente paralleli e tra loro contemporanei (di età romana) attribuiti a due rami del Brenta, l'uno passante a Nord di Padova per Montà e Arcella, l'altro passante per il centro urbano. Morfologicamente l'area si può inserire in un contesto di bassa pianura alluvionale interessata da corsi d'acqua, che per le basse pendenze dell'alveo, sviluppano per lo più un andamento meandriforme (piana di divagazione a meandri). Inoltre, si possono distinguere anche aeree in cui il fiume Brenta, scorrendo pensile sulla pianura, ha sviluppato un modello di deposizione a dossi e depressioni. Dossi fluviali e paleoalvei, sono riconoscibili da peculiari strutture geomorfologiche costituite da fasce allungate sopraelevate rispetto il terreno circostante. I paleoalvei, sono per lo più contraddistinti dalla presenza di lenti e depositi a granulometria media, generalmente sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi, quindi da depositi che essendo caratterizzati da un basso grado di costipamento risultano sopraelevati rispetto i terreni circostanti che sono per lo più costituiti da terreni argillosi, limo-argillosi, (depositati durante fasi di piena ed esondazione), caratterizzati da un elevato grado di costipamento. Queste tracce paleoidrografiche, oggetto di studio negli anni passati (Castiglioni 1982), mediante dati cronostratigrafici ricavati da sondaggi geognostici, sono stati datati e risultano essere non più attivi a partire da 7-5000 anni fa (Castiglioni, 1982a, 1982b, et alii).

Il Brenta, circa 3000 anni fa scorreva lambendo Piazzola e Curtarolo e depositandovi ingenti spessori di sedimenti; proseguiva poi in direzione sud, verso Saonara, dove, tra la fine del I millennio e l'Alto Medioevo costruì un ampio dosso sabbioso. L'attuale decorso del Brenta tra Curtarolo, Vigodarzere e Cadoneghe, quindi al limite settentrionale del territorio comunale della città di Padova, risale all'età preromana. Questo sembra essere discordante con quanto testimoniato dalla tradizione archeologica, che vede nell'ampio paleo-meandro che cinge la città di Padova una traccia inconfondibile del Medoacus, nome romano del Brenta. In base ad un ulteriore studio (Baggio et alii, 1992) tale meandro sembrerebbe appartenere ad un sistema di tracce di meandri, caratterizzati da parametri morfometrici diversi rispetto a quelli del Brenta, ma appartenente a quello del Bacchiglione. Un'altra ipotesi che avrebbe preso piede è quella che il Bacchiglione sia stato condizionato nel suo decorso verso il mare da vecchi alvei relitti del Brenta di cui farebbe parte anche il meandro in corrispondenza delle mura cinquecentesche che cingono Padova. A tutt'oggi il Bacchiglione viene fatto defluire dalla città artificialmente, anche se in parte le sue acque continuano ad alimentare, mediante un sistema di chiuse, la rete di canali interni a Padova, nonché l'antico meandro, tombinato nel secondo dopoguerra.

Nell'area in esame non ci sono evidenze di attività morfogenetiche potenzialmente pericolose per l'uomo, se non la possibilità di esondazione da parte delle acque dei canali individuati nell'inquadramento geografico.



INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area indagata è caratterizzata da un sistema di acquiferi multifalda, che a livello locale non sembrano essere tra loro connessi.

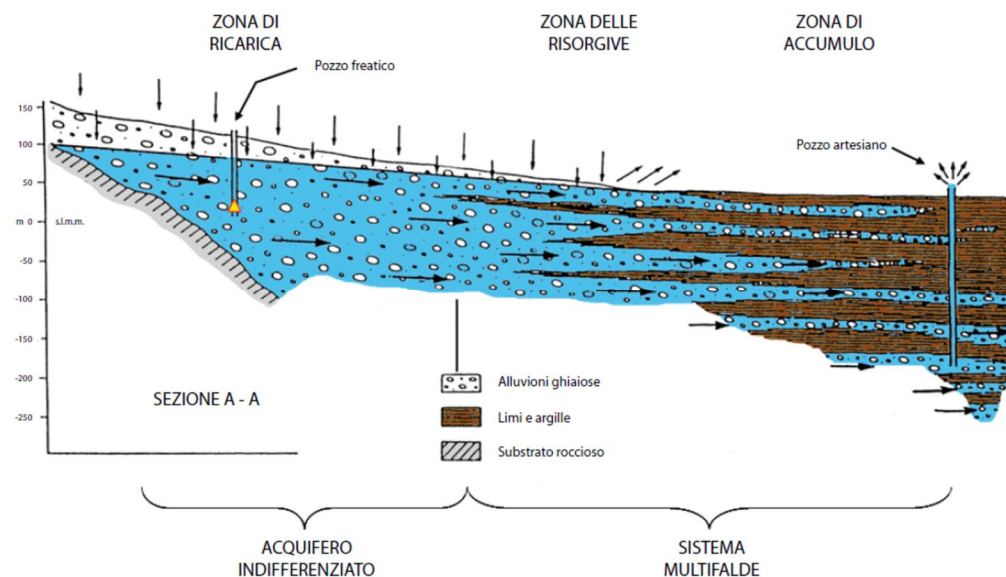


Figura 7 – Schema idrogeologico dell'alta e media pianura veneta.

Il sottosuolo dell'area in oggetto si inserisce nel sistema multifalda della bassa pianura veneta (Figura 7), con un'alternanza, talvolta spiccata di livelli permeabili e impermeabili. Si vengono perciò a formare acquiferi liberi, semiconfinati e acquiferi in pressione. In via generale si avrà una modesta falda freatica, a bassa profondità al di sotto del piano campagna. Tale falda è ricaricata prevalentemente da acque meteoriche e indirettamente dagli apporti dei corsi d'acqua. Le falde sottostanti sono per lo più in pressione, alloggiate nei materiali più permeabili (sabbie), separate da letti di materiali argillosi praticamente impermeabili.

Sulla base di tale quadro, nel territorio di Padova si nota che la falda superficiale ha profondità media di 2,0m da p.c., con abbassamento della falda freatica da Sud verso Nord; la superficie piezometrica risulta essere di tipo freatico (in equilibrio con la pressione atmosferica). Le oscillazioni medie della falda sono stimabili in ± 1 m nel corso delle variazioni annuali.

Le falde profonde, in pressione risaliente e/o artesiano, sono state censite e caratterizzate nell'indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia" condotta da Dal Prà et alii (2000). L'alimentazione di queste falde confinate avviene nell'alta pianura veneto-friulana, a nord della fascia delle risorgive, ove l'acquifero risulta indifferenziato.

Per un maggior dettaglio sulla ricostruzione stratigrafica e quindi sull'individuazione delle esatte profondità dei vari orizzonti sabbiosi sarebbe opportuno eseguire un carotaggio continuo con installazione di un piezometro, utilizzabile quest'ultimo anche per valutare l'oscillazione del livello di falda stagionale.



INQUADRAMENTO SISMICO DELL'AREA

Il territorio di Padova (PD), secondo l'O.P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 risulta classificato in zona sismica 4 (Fig. 8a).

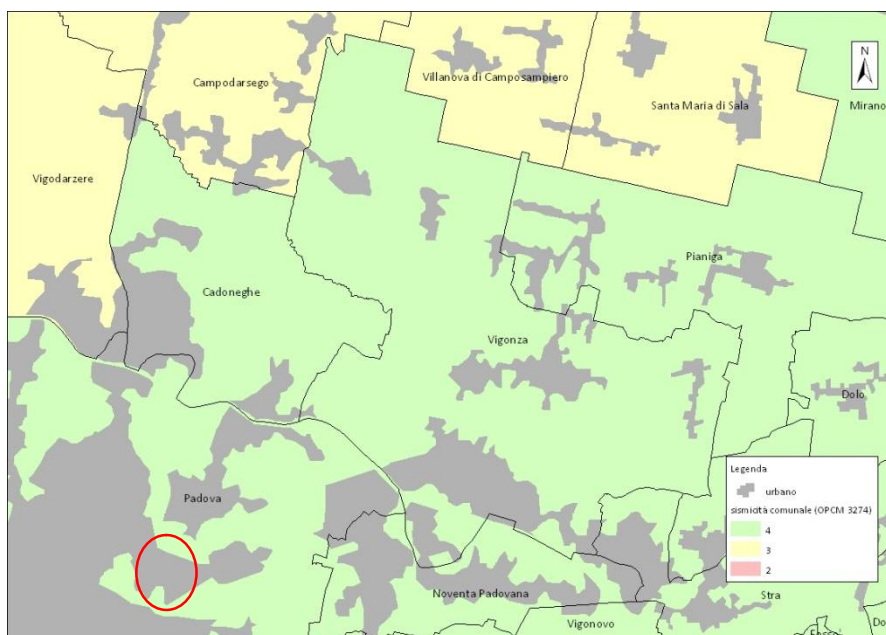


Figura 8a – valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) D.M. 14.01.2008 introducono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. La “pericolosità sismica di base”, nel seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni. Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV, <http://esse1.mi.ingv.it/>).

Le NTC introducono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso l'intero territorio italiano. Le stesse NTC forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_r considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in $g/10$);
- 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.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito non è sintetizzata più dall'unico parametro (a_g), ma dipende dalla posizione rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame (Tabella A1 delle NTC), dalla Vita Nominale e dalla Classe d'Uso dell'opera. I punti del reticolo di riferimento riportati nella Tabella A1 delle NTC hanno un passo di circa 10 km e sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell'INGV, da cui è stata tratta la Tabella A1 delle NTC, è caratterizzata da una mappa di pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo rigido (in g) in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato.

In allegato alla relazione geologica, per i vari stati limite, sono indicati i valori dei parametri a_g , F_0 e T^*c , calcolati con il software NTCISMA.

Le condizioni del sito di riferimento rigido in generale non corrispondono a quelle effettive. È necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella



attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

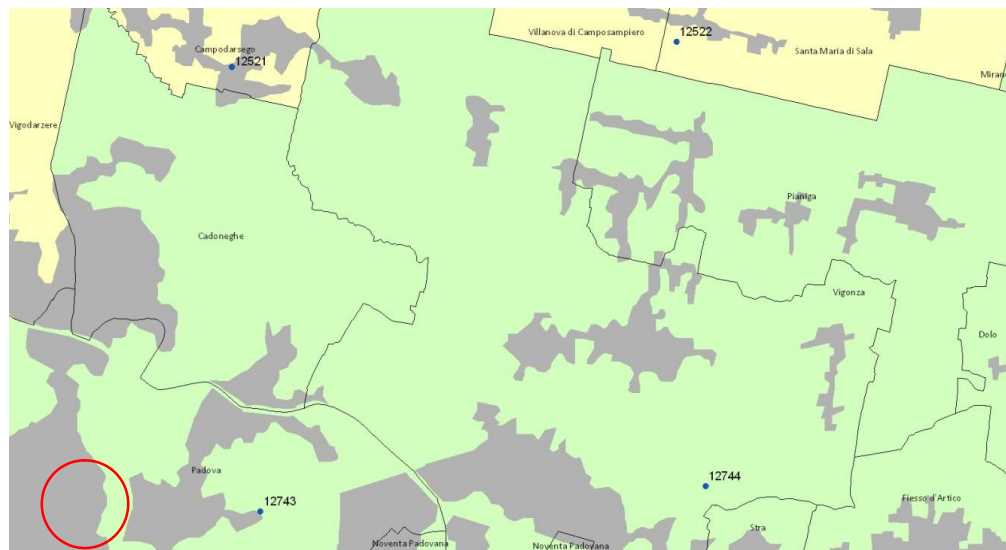


Figura 8b – nodi del reticolo sismico nazionale

Di seguito riportiamo la tabella riportante i valori dei parametri suddetti.

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0,031 | 2,551 | 0,214 |
| 50 | 0,038 | 2,580 | 0,254 |
| 72 | 0,044 | 2,549 | 0,279 |
| 101 | 0,051 | 2,529 | 0,297 |
| 140 | 0,059 | 2,551 | 0,310 |
| 201 | 0,068 | 2,576 | 0,320 |
| 475 | 0,095 | 2,569 | 0,352 |
| 975 | 0,123 | 2,591 | 0,376 |
| 2475 | 0,171 | 2,607 | 0,394 |

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 30 | 0,031 | 2,551 | 0,214 |
| SLD | 50 | 0,038 | 2,579 | 0,254 |
| SLV | 475 | 0,095 | 2,569 | 0,352 |
| SLC | 975 | 0,123 | 2,591 | 0,376 |

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

In appendice 1 sono riportati gli spettri completi.



ANALISI DEI DATI E CONCLUSIONI

Su incarico dell'Ing. Mauro Ferrarese, GEODIS Srl ha eseguito un'indagine geologica in sito ed ha redatto la presente relazione geologica, ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018, relativa al terreno di fondazione presso il sito della Palestra Comunale Petron in vicolo S. Massimo 17, nel comune di Padova (PD).

L'area oggetto di questo studio si colloca all'interno della bassa pianura veneta, nel settore centrale, una porzione di pianura caratterizzata da morfologie blandamente ondulate, senza concavità o convessità di rilievo e costituita prevalentemente da limi argillosi e sabbiosi e sabbie limose. La monotonia delle forme in questi ampi areali si associa, dunque, a una notevole omogeneità tessiturale dei sedimenti superficiali.

L'area, dal punto di vista geomorfologico, non presenta evidenti problematiche, se non la presenza di possibili eterogeneità laterali dal punto di vista litologico dovute alla tipologia di agenti morfogenetici e deposizionali. Le ridotte pendenze del piano campagna, e la lontananza da argini di considerevoli dimensioni, escludono la presenza di eventuali fenomeni di dissesto.

La collocazione del sito nella bassa pianura implica la presenza della falda freatica a debole profondità dal piano campagna. La fattibilità di scavi e la realizzazione di interrati dovrà essere valutata con attenzione: in tale situazione sarà pertanto necessario svolgere specifiche indagini idrogeologiche che considerino tutte le possibili interazioni tra falda e struttura.

Dal punto di vista stratigrafico locale, a partire dal piano campagna, dopo un primo strato di terreno antropico, è stata riscontrata un'alternanza di livelli sabbiosi e sabbioso limosi permeabili con orizzonti argilloso limosi impermeabili. Gli strati sabbiosi contengono falde, che, in profondità, possono essere in pressione, collegate verso monte con il grande acquifero freatico dell'Alta pianura.

Dr. Geol. Julien Perin



BIBLIOGRAFIA

- Bondesan A., Caniato G, Vallerani F., Zanetti Michele, *Il Piave* – Cierre Edizioni, Verona, 1998
- Bondesan A., Caniato G, Vallerani F., Zanetti Michele – *Il Sile* – Cierre Edizioni, Sommacampagna (VR), 2004
- Bondesan A., Meneghel M., *Geomorfologia della Provincia di Venezia*, Esedra Ed., 2004
- Bosellini A., Mutti E., Ricci Lucchi F., *Rocce e successioni sedimentarie*. Ed. UTET, 1997
- Cancelli A., *Metodi di indagine per lo studio dei movimenti franosi nei terreni*, XIV Convegno Nazionale di Geotecnica , Firenze, 1980, 2, pp. 229-238
- Castellarin A et alii, *The TRANSALP seismic profile and the CROP 1A sub-project*, Mem. Descr. Carta Geol. d'It. LXII (2003), pp. 107-126 6 figg.
- Castiglioni G.B., *Geomorfologia*, Ed. UTET, 1991
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, *Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale*, Allegato al voto n.36 del 27.07.2007
- Dal Prà A., Fabbri P., Bortoletto C., *Il sistema idrogeologico artesiano ed il suo sfruttamento nell'area tra Treviso ed il Fiume Piave (Media pianura veneta)* – Società cooperativa tipografica, Padova, 1992
- Dal Prà A., Fabbri P., Bellenghi G., *Esempi di sfruttamento delle falde artesiane nella media pianura veneta in aree non servite da acquedotti pubblici* – Società cooperativa tipografica, Padova, 1989
- Monaco S.G., *Liquefazione dei terreni in condizioni sismiche*. Ed. EPC libri, 2008
- Vorliceck A., *P.A.T.I Monselicense – Relazione geologica*. Inedita, 2008.
- Vorliceck A., *P.A.T. Padova – Relazione geologica*. Inedita, 2009.
- Panizza M., *Geomorfologia*. Ed. Pitagora, 2002
- Perin J. – *Studio idrogeologico dei fontanili della pianura vicentina tra i fiumi Astico e Brenta*, Tesi di Laurea, 2002
- Tulipano L., Sappa G., *Lezioni di idrogeologia applicata*, 2008
- Veronese L., Garbari, T., *Esperienze di misura Vs30 con la tecnica Refraction Microtremor (ReMi)*, Atti del Convegno, 2004

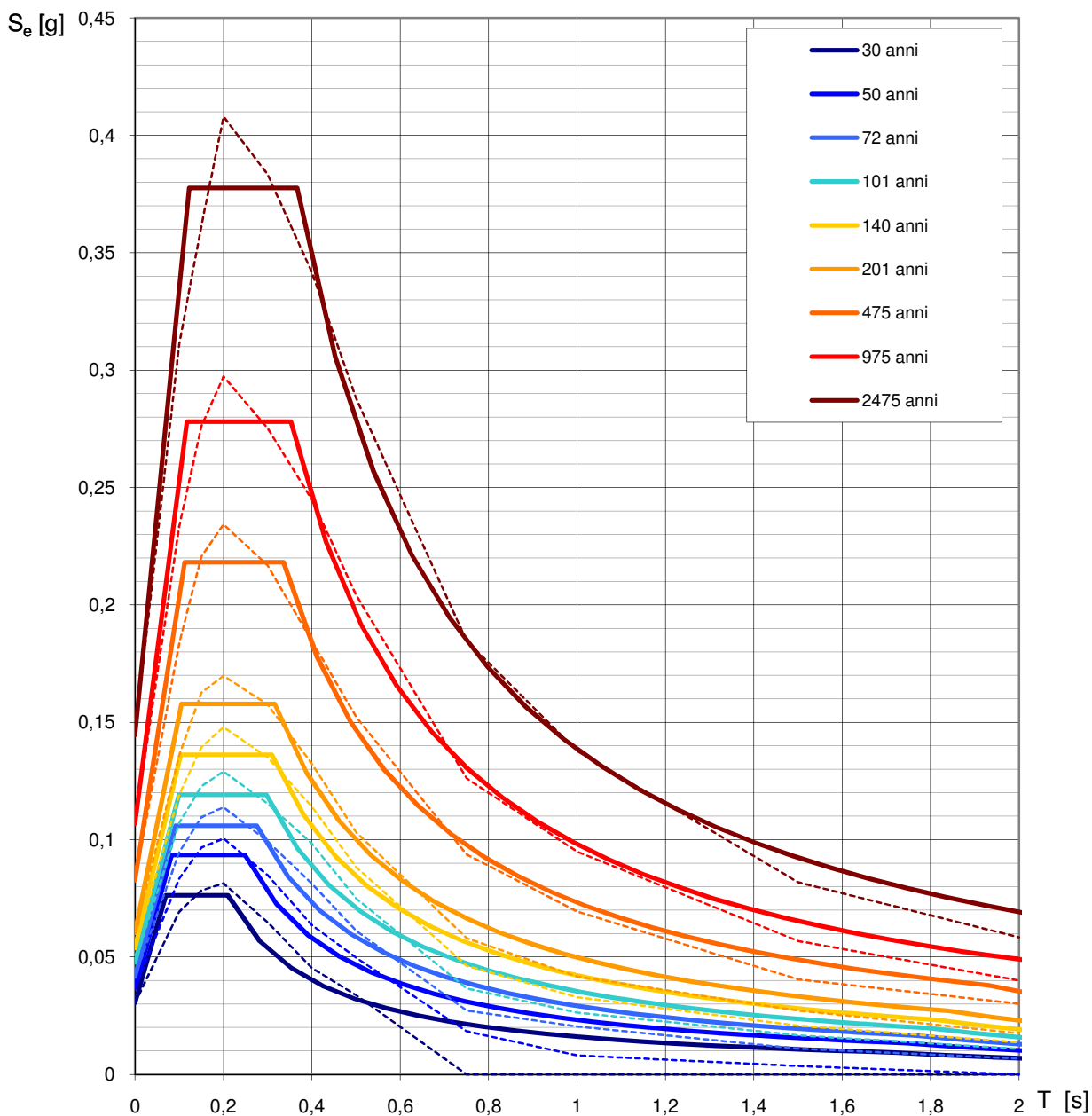


APPENDICE 1



GEODIS s.r.l. - N. REA: VE – 345850 – Codice Fiscale e Partita IVA: 03871990275
Mirano (VE) – via G. Matteotti, 20 – 30035 Tel/Fax 041-481046
www.geodisimpresa.com – email: info@geodisimpresa.com

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento

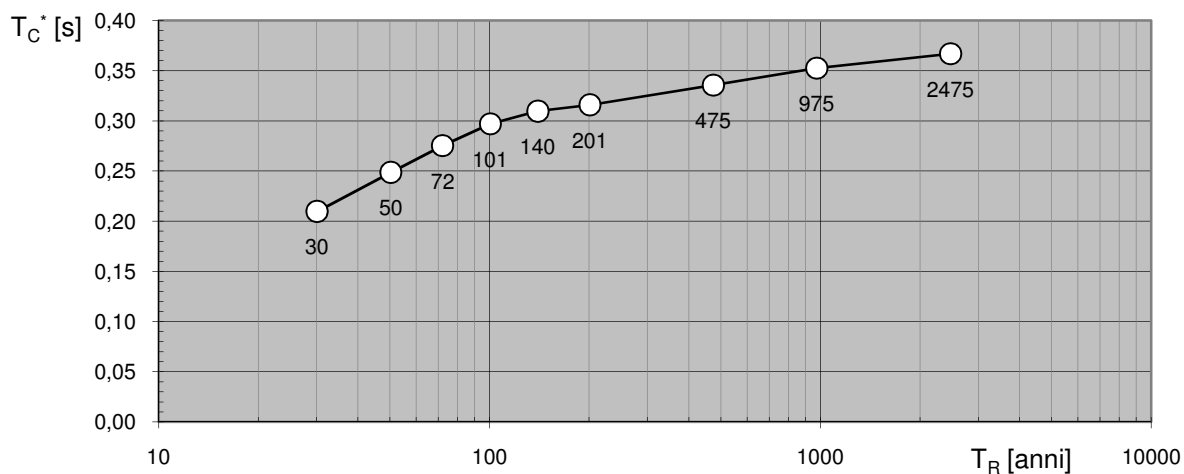
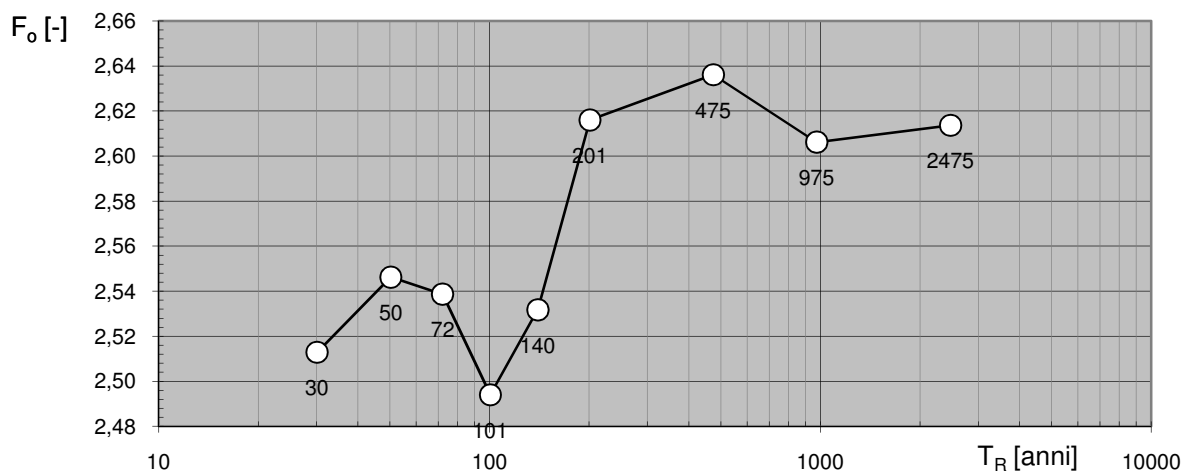
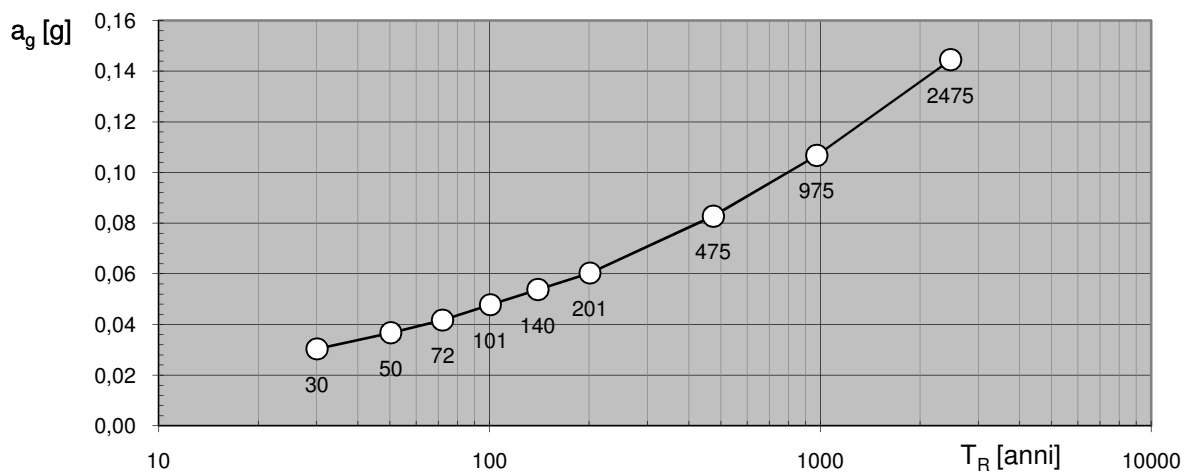


NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



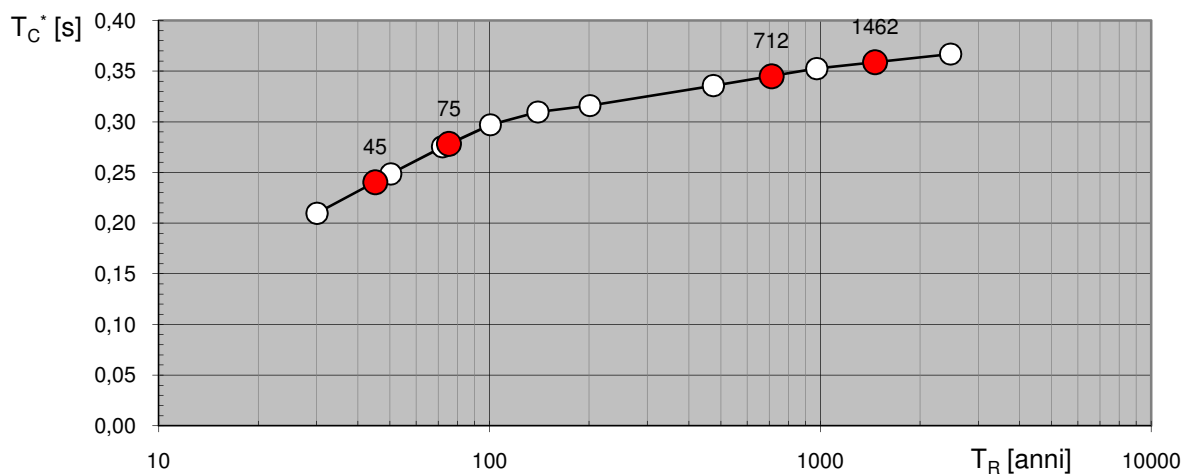
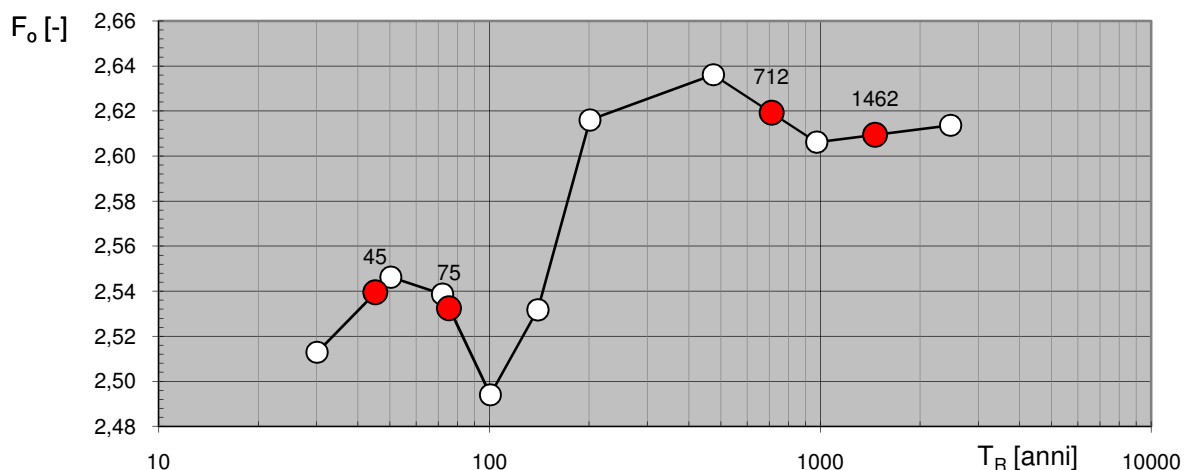
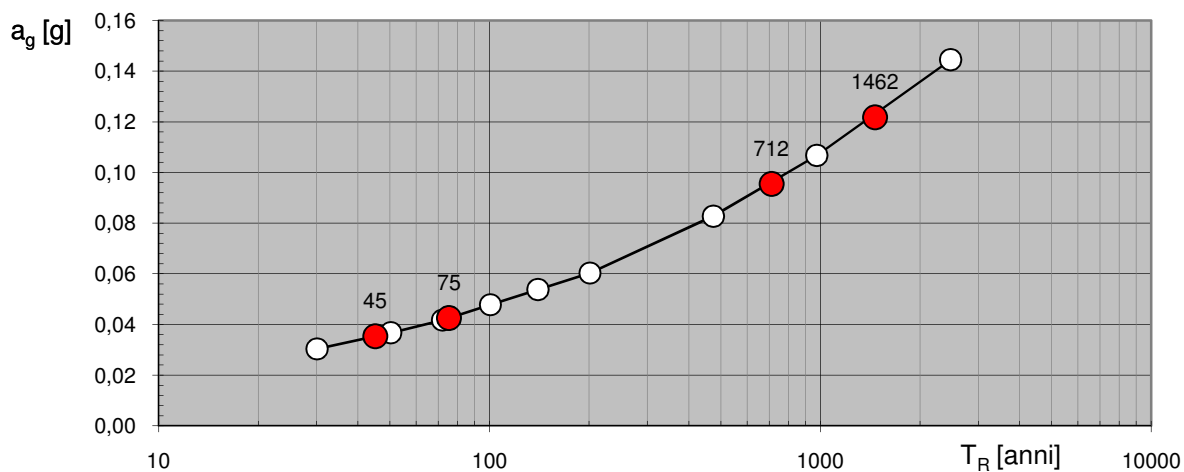
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0,030 | 2,513 | 0,210 |
| 50 | 0,037 | 2,546 | 0,249 |
| 72 | 0,042 | 2,539 | 0,275 |
| 101 | 0,048 | 2,494 | 0,297 |
| 140 | 0,054 | 2,532 | 0,310 |
| 201 | 0,060 | 2,616 | 0,316 |
| 475 | 0,083 | 2,636 | 0,336 |
| 975 | 0,107 | 2,606 | 0,353 |
| 2475 | 0,144 | 2,614 | 0,367 |

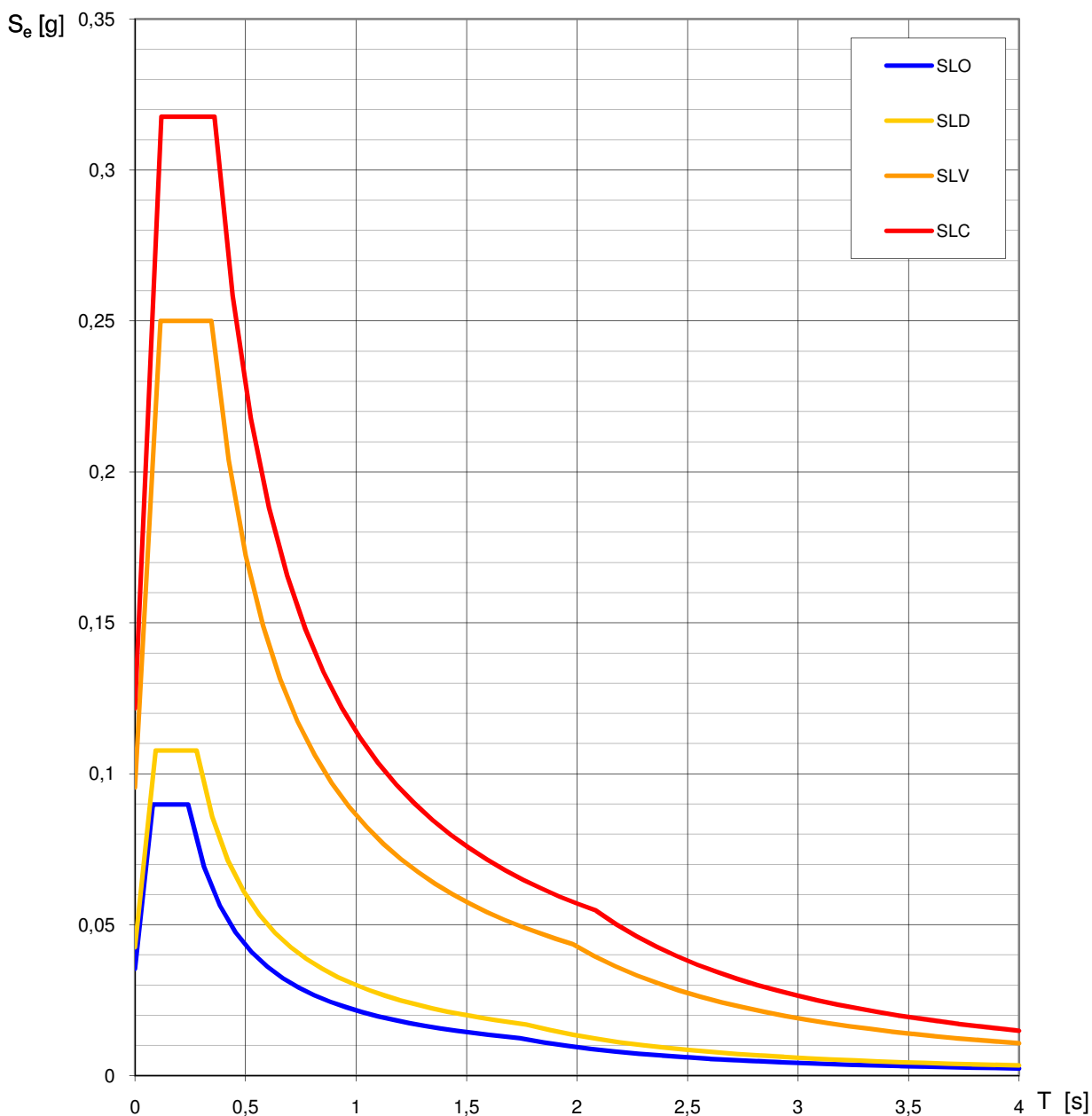
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 45 | 0,035 | 2,540 | 0,240 |
| SLD | 75 | 0,043 | 2,532 | 0,278 |
| SLV | 712 | 0,095 | 2,619 | 0,345 |
| SLC | 1462 | 0,122 | 2,609 | 0,359 |

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

APPENDICE 2



GEODIS s.r.l. - N. REA: VE – 345850 – Codice Fiscale e Partita IVA: 03871990275
Mirano (VE) – via G. Matteotti, 20 – 30035 Tel/Fax 041-481046
www.geodisimpresa.com – email: info@geodisimpresa.com

ATLANTE FOTOGRAFICO



Fig. 1 - Posizionamento prova CPT1



Fig. 2 - Dettaglio esecuzione prova HVSR
