

COMUNE DI CASCIANA TERME LARI

PROVINCIA DI PISA



VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PERCORSO CICLOPEDONALE TRA VIA MATTEOTTI E VIA S. PERTINI IN LOC. PERIGNANO

INDAGINI GEOLOGICHE

(ai sensi dell'articolo 6, comma 1, del D.P.G.R. 5/R/2020)

Indagini geologiche	Dr. Geol. Elena Baldi
----------------------------	-----------------------

Responsabile del Procedimento	Arch. Nicola Barsotti
--------------------------------------	-----------------------

Progettazione urbanistica	Arch. Claudia Caroti
----------------------------------	----------------------

Staff di progettazione	Geom. Simone Giovanelli Arch. Chiara Giorgi
-------------------------------	--

Sindaco	Mirko Terreni
----------------	---------------

Assessore all'Urbanistica	
----------------------------------	--

Febbraio 2022

INDICE

	pag.
1 - INTRODUZIONE ALLA VARIANTE	1
2 - INDAGINI GEOGNOSTICHE	2
3 - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E STRUTTURALI	3
4 - CARATTERISTICHE LITOTECNICHE	5
5 - CARATTERISTICHE SISMICHE	6
6 - CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	8
8 - CARATTERISTICHE DI FATTIBILITA'	11

ALLEGATI

	scala
ALL.1 - Inquadramento territoriale	
ALL.2 - Estratto R.U. Vigente – Fattibilità ex D.P.G.R. n. 26/R/2007	1:2.000
ALL.3 - Estratto R.U. modificato	1:2.000
ALL.4 - Carta geologica	1:10.000
ALL.5 - Carta geomorfologica	1:10.000
ALL.6 - Carta della pericolosità geologica 53/R e 5/R	1:10.000
ALL.7 - Carta delle acclività	1:10.000
ALL.8 - Carta litotecnica e dei dati di base	1:5.000
ALL.9 - Carta della pericolosità sismica 53/R e 5/R	1:10.000
ALL.10 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica - MOPS	1:2.000
ALL.11 - Carta della vulnerabilità idrogeologica	1:10.000
ALL.12 - Carta idrogeologica	1:10.000
ALL. 13 - Carta della pericolosità idraulica 53/R	1:10.000
ALL. 14 - Carta di PGRA e Pericolosità Idraulica 5/R	1:10.000
ALL. 15 - Carta della fattibilità 5/R e 53/R	1:5.000
ALL.16 - Indagini geognostiche e sismiche di riferimento	
ALL.17 – Relazione Sismica	

1. INTRODUZIONE ALLA VARIANTE

La presente relazione di fattibilità geologica è stata redatta a supporto di una Variante al Regolamento Urbanistico finalizzata alla realizzazione di una pista ciclopedonale in loc. Perignano, Comune di Casciana Terme Lari nell'UTOE 1 "Sistema Territoriale della Pianura – Sub sistema urbano della Piana del Fiume Zannone – Territorio urbanizzato di Perignano-Casine-Spinelli a prevalente carattere residenziale (TUP1)".

La Variante proposta, come riportato nella Relazione Urbanistica, si rende necessaria per recepire e prevedere nello strumento di pianificazione il progetto definitivo del percorso ciclopedonale in oggetto ai fini dell'approvazione di un progetto di opera pubblica (art. 34 della L.R. 65/2014) per l'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio. Il progetto da approvare consiste nella realizzazione di un percorso ciclopedonale, con uno sviluppo in pianta di circa 320,00 metri lineari su sede propria da Via Matteotti a Via S. Pertini, sviluppandosi per 260,0 m lungo i campi in parte incolti ed in parte adibiti ad orti e per circa 60 m contiguamente all'accesso carrabile che sfocia su via Matteotti.

L'area interessata dalla realizzazione del percorso ciclopedonale si trova in località Perignano nel Comune di Casciana Terme Lari tra via Matteotti nel tratto tra via Brodolini fino all'area scolastica in via S. Pertini. (Vedi **ALL.1 "Inquadramento territoriale"**).

Il comune si trova nell'ambito 8 Piana Livorno - Pisa - Pontedera (PIT della Regione Toscana) che corrisponde al sistema di pianura percorsa dal fiume Serchio e Arno: " *A Perignano di Lari, il fattore catalizzante dell'industria del mobile ha determinato una massiccia urbanizzazione lineare lungo la strada per Ponsacco, con effetti di frammentazione del paesaggio e alterazione dei caratteri identitari*".

Secondo il R.U. vigente dell'estinto Comune di Lari le aree interessate al percorso ciclopedonale in progetto ricadono nel Territorio Urbanizzato di Perignano – Casine – Spinelli in parte in **Zona F1 – Aree destinate a verde e attrezzature pubbliche ai sensi del D.M. 1444/68**, in parte in **Zona F2 – Aree private destinate a verde ed attrezzature di interesse collettivo comparto 5**, in parte in **Zona F3 – Aree destinate a verde privato e in parte in aree destinate a parcheggi pubblici ai sensi del D.M. 1444/68 comparto 13** e sono, in parte soggette a vincolo **G6 – Aree di rispetto ai canali, ai corsi d'acqua, alle opere idrauliche/idrogeologiche, ed aree destinate all'ampliamento degli interventi di sistemazione/miglioramento/risanamento idraulico/idrogeologico**. (Vedi **ALL.2 "Estratto Regolamento Urbanistico vigente – Fattibilità ex D.P.G.R. 26/R/2007"**)

La proposta di variante è localizzata dentro il perimetro del centro abitato individuato dal Regolamento Urbanistico e all'interno del perimetro del territorio urbanizzato secondo la perimetrazione contenuta nel Piano Strutturale approvato e nel Piano Strutturale Intercomunale adottato, non incide sul dimensionamento del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico vigenti, e non risulta in contrasto con il POC adottato in quanto, ai sensi dell'art. 6 delle Norme Tecniche di Attuazione, sono sempre ammessi gli interventi pubblici e/o di interesse pubblico. L'area oggetto di variante non rientra nelle zone vincolate ai sensi del D.lgs. 42/2004 e s.m.i. e non contrasta con le direttive, le prescrizioni e gli indirizzi del P.I.T. con valenza di Piano Paesaggistico approvato con D.C.R. 27 marzo 2015, n. 37.

Si precisa che la variante si rende opportuna ai fini dell'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio per le zone interessate dalla realizzazione dell'opera pubblica. Pertanto la Variante al RU contiene una modifica cartografica della **Tav. 4c: "Zone omogenee Perignano – Casine - Spinelli"** dove viene indicato l'opera pubblica da realizzare. (Vedi **ALL.3 "Estratto Regolamento Urbanistico modificato"**).

Recentemente è stato adottato il Piano Operativo Comunale con Deliberazione n. 20 del 14/05/2021 mentre il nuovo Piano Strutturale del Comune di Casciana Terme Lari è stato

approvato con Deliberazione di C.C. n. 20 del 29/03/2019, i quali elaborati geologici di pericolosità sono stati redatti, dallo studio Geoprogetti di Ponsacco (PI), ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R del 25/10/2011 "Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. n. 1/2005" mentre il vigente R.U. dell'estinto Comune di Lari è supportato da elaborati geologici di pericolosità e di fattibilità redatti ai sensi del D.P.G.R. n.26/R del 27/4/2007, di conseguenza le indagini geologiche di supporto alla presente Variante al R.U. sono state aggiornate, relativamente alle condizioni di fattibilità, ai sensi del D.P.G.R. n.5/R del 30/01/2020 "Regolamento di attuazione dell'art. 104 della L.R. 10/11/2014 n. 65 (Norme per il Governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche" ed in ottemperanza delle altre vigenti normative in materia di pianificazione urbanistica con particolare riferimento alla L.R. n. 65 del 18/11/2014 "Norme per il governo del territorio", alla L.R. n. 41 del 24/07/2018 "Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49", al P.I.T. con valenza di Piano Paesaggistico adottato con deliberazione del Consiglio Regionale n° 61 del 16.07.2014 ed approvato con delibera di C.R. del 27.03.2015, alla D.C.P. n.100 del 27/7/2006 di approvazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale ed al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) dell'Autorità di Distretto Appennino Settentrionale, approvato con deliberazione n.235 del 3 marzo 2016 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno.

La relazione è volta a verificare le condizioni di fattibilità geologica, idraulica e sismica della nuova previsione urbanistica in ordine alle caratteristiche geomorfologiche, litostratigrafiche, idrogeologiche, idrauliche, geotecniche e sismiche dei terreni costituenti l'area di interesse, sulla base del quadro conoscitivo geologico di riferimento (elaborati di supporto al P.S., al R.U., al P.I.T., al P.T.C.P. ed al P.G.R.A.) e dei dati ottenuti per mezzo di rilievi diretti, indagini geognostiche ed indagini sismiche di riferimento.

2. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Lo studio ha preso in esame la porzione di territorio interessata dalla Variante e si è articolato secondo le seguenti fasi:

- verifica dell'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico dell'area in studio e di un congruo intorno il cui equilibrio potrebbe risultare potenzialmente modificabile dagli interventi previsti;
- ricostruzione del modello geologico, litostratigrafico e geotecnico del sottosuolo in esame sulla base di una raccolta di dati esistenti relativi a sondaggi, prove geotecniche e sismiche (rilevati dal Database delle indagini geologico-tecniche allegate alle pratiche edilizie comunali e dei dati da pozzi - elaborato QC03 - allegati 1 - parti 1 e 2 - 2, parte integrante del Piano Strutturale approvato), costituito da:
 - n° 6 prove penetrometriche statiche CPT e n° 2 prove penetrometriche dinamiche che hanno raggiunto una massima profondità di investigazione di 9/10 m dal piano di campagna;
 - n° 1 profili di sismica con metodologia MASW ed interpretazione tomografica;
- ricostruzione del modello geologico, litostratigrafico e geotecnico del sottosuolo in esame sulla base di una apposita campagna geognostica, eseguita in data 19/07/2018, costituita da:
 - n° 2 prove penetrometriche statiche CPT, di cui n° 1 proseguita in modalità dinamica, che hanno raggiunto una profondità massima di investigazione 13,60 m dal piano di campagna;
 - n° 1 misurazione sismica puntuale di tipo MASW con interpretazione tomografica;
- verifica dello stato di pericolosità geologica ed idraulica delle aree interessate ed aggiornamento delle relative classi di pericolosità ai nuovi criteri previsti dalle nuove direttive per le indagini geologico-tecniche impartite dalla D.P.G.R. n.5/R/2020, partendo dalle classi di pericolosità individuate per il nuovo Piano Strutturale e il Piano Operativo ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R/2011;

- verifica della pericolosità sismica dell'area in esame ai sensi della D.P.G.R. n.53/R/2011, tenendo conto degli studi di Microzonazione Sismica di livello 1 redatti per il nuovo Piano Strutturale;
- raffronto tra la "pericolosità geologica, idraulica e sismica" della porzione di territorio in esame e le "tipologie di intervento" previste dalla Variante al R.U. e verifica delle condizioni di fattibilità geologica, idraulica e sismica degli interventi stessi ai sensi della D.P.G.R. n.5/R/2020.

La ricostruzione del modello generale geologico-litostratigrafico, geotecnico e sismico del sottosuolo dell'area in esame si è quindi basata sui dati disponibili presenti negli elaborati costituenti il nuovo Piano Strutturale comunale adottato (**Indagini geologiche - Allegato 1 – parti 1 e 2 – "Indagini geognostiche"**) oltre che dalle indagini effettuate in campagna sotto la direzione della sottoscritta in data 19/07/2018.

Nell'**ALL.8 "Carta litotecnica e dei dati di base"** è riportata l'ubicazione delle indagini geognostiche e sismiche, distinte per tipologia, estratte dalle recenti pratiche edilizie comunali.

I risultati delle prove geotecniche e sismiche prese a riferimento sono riportati nell'**ALL.16 "Indagini geognostiche e sismiche di riferimento"**, dove dalle letture di campagna dei valori della resistenza di punta, della resistenza laterale e della spinta totale del penetrometro è stato possibile ricavare una stima dei parametri geotecnici e della sequenza stratigrafica dei terreni attraversati.

3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E STRUTTURALI

La porzione in esame del territorio comunale di Casciana Terme Lari ricade nella parte nord occidentale del fondovalle alluvionale, esattamente nel centro abitato di Perignano ed è contornata da aree agricole, ovvero in zona non completamente urbanizzata.

Pur avendo un'estensione non molto elevata, il territorio di Perignano si caratterizza per tutta una serie di elementi geologici, morfologici, idrologici ed idrogeologici che lo identificano come una realtà di tipo intermedio tra quella collinare vera e propria, che predomina più a Sud e ad Est, a quella di pianura vasta, che prevale invece più a Nord e ad Ovest. La posizione geografica assume pertanto un'importanza particolare in quanto questa frazione viene a collocarsi all'imbocco di due tra i più importanti sistemi vallivi e fluviali che, nella Provincia di Pisa, confluiscono in sinistra d'Arno, quelli cioè dei fiumi Era e Cascina.

Il carattere "intermedio" del territorio di Perignano è espressione diretta della sua storia geologica che, a sua volta, trova riscontro nella natura e nella giacitura dei livelli qui affioranti; il territorio fa parte integrante del più ampio sistema dell'intera Valdera (comprendente anche la valle del Cascina) del quale si ritiene utile fare cenno della sua storia evolutiva.

Fino al Miocene inferiore (12 milioni di anni fa) il territorio della Valdera è caratterizzato dalla presenza di un mare nel quale, a partire dal Trias (età di apertura di tale mare) avviene la deposizione, alternativamente, di una serie di sedimenti di mare aperto (da basso a mediamente profondo) fino ai sedimenti silicei in corrispondenza del massimo grado di approfondimento del mare, per tornare poi a sedimenti di mare sempre più basso; è possibile quindi ripercorrere le varie fasi, di apertura prima e di successivo approfondimento poi di tale mare. Risale al Miocene medio invece una prima fase di compressione e conseguente corrugamento della crosta terrestre, che per quanto riguarda la zona in esame solleva tre dorsali, che rimangono ancora separate dal mare ed allineate in direzione Nord-Sud. Nel Miocene superiore (7 milioni di anni fa), una successiva fase di distensione, e quindi di abbassamento del livello marino, dà origine a due fosse tettoniche nelle quali cominciano a delinarsi le strutture delle valli dei fiumi Era e Cascina.

Nel Pliocene inferiore e medio si ha un innalzamento del livello del mare e quindi una sua ingressione nelle valli; in tale fase avviene la deposizione di notevoli spessori di argille, sabbie argillose e sabbie. Nel Pliocene medio, una nuova fase di sollevamento determina il ritiro del mare verso Sud e verso Ovest e quindi dal fondo delle valli emergono le argille e le sabbie marine che vengono in parte sottoposte ad erosione.

Nel Pleistocene inferiore una nuova fase distensiva con conseguente ingressione marina, che per effetto del sollevamento precedente interessa un'area meno vasta rispetto a quella del Pliocene, dà origine nell'area in esame alla deposizione di sabbie argillose e sabbie.

Infine, nel Pleistocene inferiore, una fase "epirogenetica", di lento sollevamento, interessa l'intera area meridionale delle Colline Pisane determinando l'innalzamento delle formazioni plioceniche e pleistoceniche; inoltre dalla dorsale di Casciana Terme si creano due distinti sistemi idrografici, diretti uno verso Est e l'altro verso Ovest, che danno origine rispettivamente ai fiumi Era/Sterza/Cascina (ad Ovest) e Tora/Fine (ad Est).

A seguito dell'evoluzione sopra descritta all'interno del territorio di Perignano si individuano sostanzialmente due livelli geologici la cui età aumenta procedendo da Nord verso Sud.

L'area in esame, dal punto di vista geologico, è composta prevalentemente dalla formazione delle **Sabbie e limi di Vicarello (q11)**

Nella zona Nord del territorio comunale, in corrispondenza dei centri abitati di Perignano, Spinelli e Quattro Strade, affiora una formazione costituita essenzialmente da sabbie debolmente limose all'interno delle quali talvolta si rilevano letti discontinui di conglomerati plurimillimetrici.

L'ambiente di sedimentazione di questa formazione è essenzialmente eolico-palustre e di piana di esondazione fluviale ed è attribuibile al Pleistocene superiore.

In campagna tale formazione è ben identificabile in quanto realizza dei piccoli rilievi che emergono dal piano delle alluvioni e si attestano al piede delle colline fino ad una quota di circa 35 m s.l.m.

Al di sotto di questa formazione ed in subordine si collocano le

Alluvioni recenti – (a)

Si tratta dei depositi alluvionali più recenti attribuibili all'Arno ed ai suoi affluenti, che affiorano nella zona settentrionale del territorio comunale e penetrano all'interno delle valli minori conferendo a queste la classica morfologia tabulare. La loro deposizione risale all'Olocene ed è collegata con le fasi di sovralluvionamento sviluppatosi in tutta la pianura pisana man mano che il livello del mare risaliva, durante la deglaciazione post-wurmiana. Sono costituiti prevalentemente da limi e sabbie essendo in stretta relazione con i litotipi affioranti sui rilievi adiacenti.

I materiali predominanti sono limi, argille e argille limose, in proporzioni variabili, mentre in sottordine si trovano sabbie e ghiaie, distribuite però a diversa profondità, come si evince dalle prove geotecniche effettuate in zona; i depositi alluvionali presentano variazioni litologiche laterali e verticali tipiche del sistema deposizionale a cui sono legati (deposizione fluviale e lacustre). In generale in questi sedimenti prevalgono le sabbie nelle zone adiacenti ai corsi d'acqua attuali, mentre nelle zone più lontane sono più diffuse le argille. I suoli superficiali dove prevalgono i sedimenti sabbioso-limosi e limo-sabbiosi garantiscono un apprezzabile drenaggio verticale mentre nei sedimenti fini limo-argillosi l'infiltrazione verticale risulta difficoltosa per cui la circolazione delle acque piovane si concentra nel primo metro, provocando saturazioni e ristagni temporanei nei periodi molto umidi.

Sulla "**Carta geologica**" (**ALL.4**), estratta dagli elaborati redatti a supporto del Piano Strutturale comunale, sono distinte, con diversa colorazione e simbologia, le unità litostratigrafiche precedentemente descritte ed affioranti nell'ambito della zona di studio; l'area interessata dalla variante è quasi interamente caratterizzata, in superficie, in parte dalle sabbie e limi di Vicarello, in parte da terreni alluvionali prevalentemente sabbioso-limosi.

L'area oggetto di variante si colloca nell'abitato compreso tra Le Casine e Perignano nella parte Nord del territorio comunale ed è compresa nella Tavola IGM della Carta d'Italia (scala 1: 25.000) denominata Pontedera. Dal punto di vista geomorfologico, l'area risulta pressoché pianeggiante, con quote comprese tra 14,0 e 22,0 m s.l.m.. La parte di pianura è compresa nel più vasto complesso delle alluvioni del Fiume Arno e dei suoi affluenti i quali, come detto in precedenza, hanno subito delle modifiche significative dei loro tracciati sia per cause naturali che per interventi dell'uomo (in particolare il Fiume Cascina). Di tali cambiamenti restano tracce alquanto evidenti

oltre che nella morfologia anche nella disposizione e nell'orientamento dei campi coltivati che vengono di volta in volta ricavati nelle aree abbandonate dai corsi d'acqua.

Dalla posizione di queste ultime, si può intuire che l'intero sistema Era-Cascina si è progressivamente spostato da Ovest verso Est, man mano che il dislivello tra l'imbocco delle rispettive valli e l'asta dell'Arno veniva ad annullarsi in virtù degli apporti alluvionali che andavano a costituire la pianura. Nei loro tratti terminali quindi, questi due fiumi sono passati da una fase semitorrenzia ad una più matura con andamento tortuoso: l'Era ha mantenuto questa caratteristica, che è stata invece modificata nel Cascina per le rettifiche su di esso operate dall'uomo. Per tali motivi l'assetto generale di tale settore di pianura è da considerarsi fondamentalmente stabile dal punto di vista morfologico; essendo inoltre questo stesso settore più agevole per gli insediamenti, in virtù anche della sua favorevole posizione geografica, le modifiche morfologiche più rilevanti sono state qui operate dall'uomo soprattutto nel corso degli ultimi decenni durante i quali l'espansione urbanistica ha avuto il maggiore impulso.

Attualmente, infatti la morfologia risulta modificata dalle recenti urbanizzazioni che hanno rialzato in alcuni punti il piano di campagna ed hanno portato alla modifica del reticolo idraulico minore, per la realizzazione sia delle condotte fognarie sia delle canalizzazioni di allontanamento dell'acqua piovana. Queste modifiche morfologiche operate dall'uomo hanno agito sull'altimetria delle aree di pianura e sui flussi della rete idrografica minore per la realizzazione di insediamenti abitativi e/o produttivi, rilevati stradali ed opere di urbanizzazione in generale.

L'area in esame non risulta interessata dall'evoluzione di alcun processo geomorfologico significativo. La parte nord è pianeggiante e non presenta caratteristiche morfologiche degne di nota ad eccezione di alcuni modesti orli di terrazzo impostati nelle **"Sabbie e limi di Vicarello" (q11)**; tali orli di terrazzo non presentano tracce di attività ed hanno generalmente altezze modeste.

Per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici presenti in un ampio intorno della zona in esame, questi sono cartografati e distinti nell'**ALL.5 "Carta geomorfologica"** ed in particolare sono rappresentati i seguenti elementi:

Forme e processi fluviali

h) Orli di terrazzi: Con questo simbolo oltre alle scarpate delimitanti i depositi fluviali re-incisi, sono state indicate anche le scarpate di erosione fluviale.

i) Alluvioni: Sono i depositi alluvionali riferiti ai depositi successivamente re-incisi dal corso d'acqua (alluvioni terrazzate) ed a quelli di più recente deposizione (alluvioni recenti ed attuali)

Per quanto riguarda gli aspetti legati alla pericolosità geomorfologica, negli elaborati geologici di supporto al Piano Strutturale del Comune di Casciana Terme Lari, redatti ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011 e di cui riportiamo un estratto nell'**ALL.6 "Carta della pericolosità geologica 53/R e 5/R"** (estratto dalla **"Carta della pericolosità geologica"** allegata alle indagini a supporto del nuovo Piano Strutturale approvato con Deliberazione di C.C. N° 20 del 29/03/2019), l'area in esame oggetto di Variante è quasi interamente definita a *pericolosità geomorfologica media "G.2"* in quanto caratterizzata da *"...; aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto;..."* mentre gli ambiti del Fosso Petagnoli sono definiti a *pericolosità geomorfologica elevata "G.3"* in quanto caratterizzata da *"aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico,...."*

In analogia a quanto sopra esposto, valutando un aggiornamento della pericolosità geologica ai sensi del D.P.G.R. n. 5/R/2020, in seguito anche a sopralluoghi sul posto ed all'analisi delle prove geotecniche effettuate, si può affermare che c'è perfetta coincidenza tra le classi di

pericolosità geologica descritti nei due regolamenti applicativi e pertanto si mantiene la classificazione sopra descritta, aggiornando unicamente la normativa.

Per quanto riguarda la cartografia del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, approvato con D.P.C.M. 06/05/2005, inerente la perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante, facciamo presente che la zona in esame non rientra in alcuna perimetrazione, come evidenziato nella cartografia consultabile *on line* dell'Autorità di Bacino di Distretto Appennino Settentrionale; è in corso di approvazione il nuovo Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità Distrettuale di Bacino Appennino Settentrionale, adottato con Delibera della Conferenza Istituzionale Permanente n. 20 del 20 dicembre 2019 ed anche in questo caso, dallo studio delle carte, l'area non rientra in alcuna perimetrazione.

4. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE

Da un punto di vista litotecnico le indagini geologiche di supporto al nuovo Piano Strutturale del Comune di Casciana Terme Lari classificano quest'area come **Unità F1.s3/4.t2 - "Depositi alluvionali misti, con limi e sabbie poco consistenti: materiali con consistenza limitata o nulla, prevalentemente limi da consistenti a moderatamente consistenti, con presenza di frazione sabbiosa - (a) – (q11)" (All. 8 – "Carta Litotecnica e dei dati di base")**.

Questa unità è l'affioramento decisamente più esteso dell'area in esame ed è costituito sia dalle alluvioni recenti (a) che formano l'intero settore pianeggiante sia dalle sabbie e limi di Vicarello che formano la parte pianeggiante che si avvicina al terreno collinare; sono costituite in prevalenza da terreni argilloso-limosi con diffusi livelli sabbiosi.

La classificazione litotecnica dei terreni è stata effettuata con i criteri del progetto VEL della Regione Toscana "Istruzioni tecniche per le indagini geologico-tecniche, le indagini geofisiche e geotecniche, statiche e dinamiche, finalizzate alle valutazioni degli effetti locali nei comuni classificati sismici", seguendo la "Legenda schematica per la definizione di unità litologico-tecniche nel substrato e nella copertura". È stato altresì tenuto conto dell'acclività dei terreni indagati; nell'**ALL.7 – Carta delle acclività** è riportato uno stralcio con indicazioni delle classi di pendenza della zona in esame.

La ricostruzione della successione stratigrafica del sottosuolo nell'area interessata dalla Variante urbanistica è stata basata sulle correlazioni dei risultati di indagini geognostiche eseguite per pratiche edilizie, estratte dagli elaborati del Piano Strutturale, vedi **All. 8 "Carta litotecnica e dei dati di base"**, ed in particolare sui risultati delle prove penetrometriche n. **C24-C25-C26-C77-C78-C204-4841-4835** e di uno stendimento sismico **SS11**, oltre che sui dati elaborati da una campagna geognostica eseguita in loco in data 19/07/2018 ed in particolare sui risultati di n° 2 prove penetrometriche CPT di cui una proseguita in modalità dinamica e prova sismica tipo **MASW**; la documentazione relativa ad una selezione significativa di queste prove penetrometriche è riportata nell'**ALL.16 "Indagini geognostiche di riferimento"**.

I risultati delle correlazioni litostratigrafiche hanno consentito, nel loro complesso, di definire con una certa attendibilità il contesto geologico del sottosuolo dell'area in esame che risulta mediamente caratterizzato da terreni superficialmente argillo limosi che passano alternativamente a terreni argillosi, limo argillosi e limo sabbiosi fino alla profondità massima investigata di 7 metri dal p.c.. Nella maggior parte delle indagini esaminate si è verificato un rifiuto strumentale a partire in qualche caso da 4,0 m dal p.c..

La sequenza litostratigrafica tipo dedotta dalle suddette prove penetrometriche di riferimento può essere, come di seguito, sintetizzata:

- da 0,0 a 0,4 m dal p.c. terreno vegetale e terreno di riporto
- da 0,4 a 5,0 m dal p.c. si hanno terreni prevalentemente limo sabbiosi e sabbie limoso/argillose con intercalati livelli di argille organiche coesivi che presentano le seguenti caratteristiche: valori di Rp variabili da 5 a 10 kg/cmq
- da 5,0 a 7,0 m dal p.c. si hanno terreni prevalentemente limosi e argillosi coesivi che presentano le seguenti caratteristiche: valori di Rp variabili da 10 a 50 kg/cmq
- da 7,0 a 13,60 m dal p.c. si hanno terreni prevalentemente limo sabbiosi e sabbie limoso/argillose con intercalati livelli di argille organiche coesivi che presentano le seguenti caratteristiche: valori di Rp variabili da 5 a 10 kg/cmq

Per quanto riguarda la valutazione della potenzialità di liquefazione dei terreni facciamo presente che il potenziale di liquefazione prodotto per tensioni cicliche derivate da un evento tellurico, nasce dall'istantaneo incremento di pressioni neutre sottoposte all'accelerazione sismica che possono comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari, determinando il completo decadimento della resistenza tangenziale di un terreno a comportamento esclusivamente granulare. Perché ciò possa accadere occorre che il sedimento non sia dotato di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente; per tali motivazioni, soltanto i depositi sabbiosi fini monogranulari, saturi e non addensati risultano soggetti a tale tipo di rischio. Nel nostro caso si ha una predominanza di terreni coesivi argillosi/limosi e quindi al di fuori del "fuso granulometrico" tipicamente a rischio di liquefazione.

5. CARATTERISTICHE SISMICHE

Nella classificazione sismica della Regione Toscana (DGRT n.878 del 08/10/2012 e successivo aggiornamento DGRT n.421 del 26/05/2014) il territorio comunale di Casciana Terme Lari si colloca in zona sismica **3** caratterizzata da accelerazione orizzontale massima convenzionale (a_g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico di 0,125-0,150g.

Gli studi geologici di supporto al Piano Strutturale comunale comprendono la valutazione degli effetti sismici locali e di sito, in riferimento alle direttive del D.P.G.R. 53/R/2011, ed attribuiscono all'area in esame una *pericolosità sismica locale media "S.2"* in quanto "*...zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3)*". Nell'**ALL.9 "Pericolosità sismica 53/R e 5/R"** è riportato lo stralcio cartografico del P.S. di Casciana Terme Lari. Si conferma la classe di pericolosità sismica ai sensi del D.P.G.R. n.53/R/2011 anche per il D.P.G.R. n. 5/R/2020, ritenendo le definizioni di pericolosità equivalenti nei contenuti Secondo il vigente D.P.G.R. n. 5/R/2020 per questa classe di pericolosità non è necessario produrre la cartografia di esposizione al Rischio Sismico.

Al fine di ottemperare alla definizione delle classi di pericolosità sismica sulla base di uno studio di Microzonazione sismica di Livello 1, ai sensi del DPGR 53/R/2011, e di redigere gli elaborati MOPS previsti dalla stessa normativa ai punti 2.1 (B7, C5) e 2.2, lo studio Geoprogetti ha provveduto ad effettuare una campagna di indagini su alcune aree poste nel Comune di Casciana Terme Lari prive di tali informazioni e/o interessate da previsioni urbanistiche.

Gli studi di Livello 1 vengono concretizzati nella carta delle "Microzone Omogenee in prospettiva sismica" (MOPS) la quale individua le microzone in cui è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica. Nello specifico vengono distinte le seguenti situazioni:

- zone nelle quali non sono previste significative modifiche dello scuotimento che l'evento sismico causerebbe su terreni rigidi e pianeggianti;

- zone nelle quali lo scuotimento è amplificato per stratigrafia, topografia e per morfologie sepolte;
- zone suscettibili di frane in terreni e in roccia;
- zone suscettibili di liquefazioni e/o addensamento;
- zone interessate da faglie attive e capaci e/o strutture tettoniche;
- zone interessate da cedimenti diffusi e differenziali;
- zone di contatto tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti,

La delimitazione delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) nel Comune di Casciana Terme Lari, è stata effettuata sulla base delle informazioni ricavate dalla banca dati stratigrafica raccolta nell'ambito delle indagini geologiche a supporto del Piano Strutturale, dalla cartografia tecnica (CTR) di maggior dettaglio nonché dalla cartografia geologica. Le microzone individuate sono state rappresentate in una Tavola, esplicitandone le "stratigrafie tipo" riferite ad ogni singola zona nell'Appendice 1. A partire dalla carta delle MOPS è stata infine definita in legenda, seguendo i criteri del D.P.G.R. 53/R/2011, la carta della pericolosità sismica locale, di cui si riporta uno stralcio nella presente Relazione.

In sintesi per la realizzazione della cartografia di pericolosità sismica, lo studio Geoprogetti ha articolato le varie fasi di studio come segue:

- Delimitazione delle aree all'interno delle quali definire la cartografia di pericolosità sismica (aree MOPS);
- realizzazione della carta MOPS: delimitazione delle zone caratterizzate dalla medesima successione stratigrafica di massima e realizzazione delle rispettive "colonne stratigrafiche tipo";
- classificazione della qualità della carta MOPS limitatamente all'estensione delle UTOE;• attribuzione delle classi di pericolosità sismica locale a partire dalla carta MOPS.

Lo studio MOPS è stato realizzato, secondo quanto disposto dal D.P.G.R. 53/R, in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi che il Comune di concerto con la struttura regionale competente, ha individuato secondo le specifiche di cui al paragrafo 1.B1.2 delle istruzioni del programma VEL e perimetrato secondo i criteri definiti al par. 3.4.2 degli Indirizzi e Criteri della Microzonazione Sismica del Dipartimento di Protezione Civile nazionale. Sulla base di ciò, sono stati definiti gli areali di studio ed in particolare l'area oggetto di variante è stata così classificata:

- *UP1 – Territorio urbanizzato a prevalente carattere residenziale di Perignano-Casine-Spinelli*

Successivamente, ai sensi degli ICMS, tutto l'areale analizzato è stato suddiviso in:

- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- Zone suscettibili di instabilità

individuando in cartografia anche le forme di superficie che possono produrre fenomeni di amplificazione topografica. L'area oggetto di studio rientra nella classe:

9.3 – Zone Stabili suscettibili di amplificazioni locali per amplificazione stratigrafica

A partire dalla carta geologica, dopo aver analizzato le indagini geognostiche presenti in banca dati, sono state definite 17 microzone omogenee in prospettiva sismica che presentano potenziale amplificazione locale in ragione della natura litologica del substrato.

Le Colonne stratigrafiche Tipo (dove sono indicate la Classe di Consistenza dei terreni indicati, la loro natura litologica e la Formazione Geologica di riferimento) mostrano una successione di terreni semplificata, rappresentativa di una vasta area e quindi, per sua natura, non rappresentativa di un sito specifico.

Negli estratti cartografici delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica dell'**ALL.10 "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica – MOPS"** sono state rappresentate le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali distinte puntualmente come di seguito:

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI (con un alto contrasto di impedenza sismica)

- Zona 15a Perignano- Casine
Depositi alluvionali recenti di fondovalle limoso-argilloso-sabbiosi

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI (prive di un alto contrasto di impedenza sismica)

- Zona 17 Ambiti Fosso Petagnoli
Depositi alluvionali recenti di fondovalle argilloso-sabbiosi

6. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Da un punto di vista idrogeologico, dalle indagini geologiche di supporto al nuovo Piano Strutturale del Comune di Casciana Terme Lari, redatte dallo studio Geoprogetti, si evince che l'acquifero sul quale insiste l'area oggetto di variante è composto da una falda estremamente superficiale contenuta in terreni mediamente permeabili e direttamente influenzata dall'infiltrazione delle acque meteoriche.

Sul territorio sono stati censiti molti pozzi freatici essenzialmente ad uso domestico concentrati principalmente nelle zone di pianura ed in particolar modo in corrispondenza dei centri abitati di Perignano, Spinelli, Le Quattro Strade e Lavaiano. I motivi di tale concentrazione sono da ricercare sia nell'assetto idrogeologico del territorio comunale sia nella maggiore estensione degli agglomerati urbani. La loro elaborazione ed interpretazione ha consentito di ricostruire l'andamento delle isopieze: la falda freatica superficiale subisce oscillazioni modeste tra il periodo di massima ricarica e quello di magra stagionale (mediamente 1 metro): l'escursione massima, salvo situazioni locali non rappresentative, è dell'ordine di 2 metri.

Per la parte della pianura settentrionale, la direzione di flusso è Sud-Est Nord-Ovest e risente fortemente dell'assetto del substrato. Tutto quanto sopra porta a concludere che siamo in presenza di un acquifero poco produttivo, con tetto prossimo alla superficie e pertanto da considerare vulnerabile.

La valutazione della vulnerabilità idrogeologica del territorio è stata condotta, a partire dal quadro delle informazioni acquisite nel presente lavoro in coerenza con quanto indicato all'art. 20 del P.T.C. della Provincia di Pisa. Per quanto riguarda la vulnerabilità degli acquiferi riportiamo nell'**ALL.11 "Carta della vulnerabilità idrogeologica"** un estratto cartografico del nuovo P.S. delle aree soggette a vulnerabilità idrogeologica, in cui si evidenzia come l'area in esame sia ricompresa a *media vulnerabilità della risorsa idrica*, sottoclasse **3b**, che corrisponde a "*situazioni in cui la risorsa idrica considerata presenta un certo grado di protezione mediocre dall'infiltrazione di eventuali elementi inquinanti*". Tale situazione si manifesta nelle aree di pianura, le zone in cui sono ipotizzabili tempi di arrivo in falda compresi tra i 7 ed i 15 giorni, quali quelle interessate da falde libere in materiali alluvionali mediamente permeabili con livelli piezometrici prossimi al piano campagna ed in zone morfologicamente pianeggianti con affioramento di terreni sciolti di media permeabilità con sufficiente estensione e ricarica.

L'idrografia dell'area oggetto di variante è caratterizzata da un corso d'acqua afferente alla rete idrografica (Torrente Zannone), e dai canali, fossi e sistemi fognari che formano il reticolo idrografico minore. Le aree del Comune di Casciana Terme Lari che sono state interessate in passato da episodi alluvionali e che risultano particolarmente fragili dal punto di vista idraulico sono tutte concentrate nel fondovalle del Fiume Cascina, o nei suoi affluenti, e nella pianura settentrionale che si estende tra gli abitati di Perignano e Lavaiano.

Gli aspetti idrogeologici sono estratti dalle indagini geologiche a supporto del nuovo Piano Strutturale, che hanno individuato per l'area in esame il settore indicato come "**Pianura di Lavaiano e Perignano**". Questo settore di territorio è caratterizzato da quote altimetriche relativamente modeste comprese tra gli 8 ed i 20 m s.l.m. L'andamento delle isopieze evidenzia

una direzione di drenaggio diretta circa Sud-Est Nord-Ovest. Gli assi drenanti principali sono rappresentati dalla Fossa Nuova che corre in corrispondenza del confine con i Comuni di Ponsacco e Pontedera e dal Fosso Zannone che recapita sia le acque provenienti dalle Colline attraverso il Fosso di Fagiolaia, il Rio Petagnoli ed il Rio Zannoncino, sia le acque di alcuni fossi minori presenti nel fondovalle.

Il reticolo drenante minore è costituito da una serie di fosse campestri e capofossi che talvolta presentano situazioni di fragilità indotte da interventi antropici (strade, ponticelli, strettoie, etc). Anche in questo caso, sono stati realizzati interventi di messa in sicurezza attraverso le casse di laminazione ubicate lungo il Torrente Zannone, il Torrente Zannoncino ed il Rio Galletta, che hanno ridotto le condizioni di rischio idraulico locale nell'area di Perignano.

Nella "**Carta idrogeologica**" dell'**ALL.12** sono individuate, in un intorno significativo della zona in esame, la rete idrografica principale e secondaria di scolo delle acque superficiali, le curve isopieze relative all'acquifero superficiale con i relativi pozzi superficiali censiti.

Per quanto riguarda gli elaborati geologici di supporto al Piano Strutturale di Casciana Terme Lari, redatto ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011, l'area in esame è definita per la maggior parte in classe "**I.3** – Pericolosità Idraulica Elevata" (*aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr \leq 200$ anni*), in parte nelle aree relative alle fasce di rispetto del Fosso Petagnoli, che ricadono in classe "**I.4** – Pericolosità Idraulica Molto Elevata" (*aree interessate da allagamenti per eventi con $Tr.30$ anni*) mentre la parte terminale della pista ciclabile ricade in classe "**I.2** - Pericolosità Idraulica Media" (*aree della pianura alluvionale esterne alle zone giudicate fragili per episodi di esondazione con $Tr < 200$ anni*). Tale classificazione di pericolosità, deriva da verifiche idrauliche realizzate in sede di adozione del Piano Strutturale. Le aree classificate **I.3** ed **I.4** riguardano prevalentemente le fasce di rispetto del fosso Petagnoli. Tale classificazione di pericolosità, derivante da verifiche idrauliche realizzate in sede di adozione del Piano Strutturale, è evidenziata nello stralcio della "**Carta della pericolosità idraulica 53/R**" dell'**ALL.13**.

Nelle zone ricadenti nella Classe di pericolosità idraulica molto elevata (**I.4**) ed elevata (**I.3**), è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

- è consentita la realizzazione di brevi tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo non superiore a 200 ml, assicurandone comunque la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;

Qualunque progetto di intervento deve essere supportato da un'eshaustiva documentazione geologica ed idrologico-idraulica esplicativa degli approfondimenti condotti ed al minimo composta da:

a) sezioni quotate, dedotte da un rilievo planaltimetrico di dettaglio, che mettano in evidenza la posizione e la quota dell'intervento in oggetto rispetto al battente idraulico indicato negli studi idraulici condotti a supporto del Piano Strutturale;

b) progetto degli interventi di messa in sicurezza idraulica, anche con sistemi di difesa passiva: la dimostrazione del non aggravio della situazione al contorno deve necessariamente comprendere:

- l'allocazione dei volumi statici sottratti all'esondazione;
- la dimostrazione dell'efficienza delle zone di compensazione in funzione della direzione di flusso delle acque, così come modificata dai rilevati in progetto (piazze, strade, parcheggi etc).

c) qualunque intervento, anche di ristrutturazione, che non comporti aumento della superficie coperta, deve essere finalizzato alla mitigazione del livello di rischio accertato;

d) i nuovi spazi pubblici o privati, destinati a viabilità pedonale o meccanizzata devono essere realizzati con modalità costruttive idonee a consentire l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque, salvo che tali modalità costruttive non possano essere utilizzate per comprovati motivi di sicurezza igienico-sanitaria e statica o di tutela dei beni culturali e paesaggistici;

e) la realizzazione di nuova viabilità non deve costituire ostacolo al normale deflusso delle acque superficiali. Eventuali rilevati stradali debbono essere supportati da specifici studi che prevedano la ricucitura del reticolo idrografico minore ed analizzino l'interazione del nuovo manufatto con la distribuzione delle acque in caso di esondazione dai corsi d'acqua limitrofi;

A tali aree si applica inoltre quanto definito dalla L.R. 41 del 24/07/2018 "Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49". La LR 41/2018 agisce sulla possibilità di trasformare il territorio attraverso le seguenti norme:

"Art. 3 - Tutela dei corsi d'acqua"

omissis

2. *Negli alvei, nelle golene, sugli argini e nelle aree comprendenti le due fasce di larghezza di dieci metri dal piede esterno dell'argine o, in mancanza, dal ciglio di sponda dei corsi d'acqua del reticolo idrografico di cui all'articolo 22, comma 2, lettera e), della l.r. 79/2012, nel rispetto della normativa statale e regionale di riferimento e delle condizioni di cui al comma 5, sono consentiti i seguenti interventi:*

a) interventi di natura idraulica, quali in particolare :

- 1) trasformazioni morfologiche degli alvei e delle golene;*
- 2) impermeabilizzazione del fondo degli alvei;*
- 3) rimodellazione della sezione dell'alveo;*
- 4) nuove inalveazioni o rettificazioni dell'alveo.*

b) reti dei servizi essenziali e opere sovrappassanti o sottopassanti il corso d'acqua ;

c) opere finalizzate alla tutela del corso d'acqua e dei corpi idrici sottesi;

d) omissis;

e) interventi volti a garantire la fruibilità pubblica;

f) itinerari ciclopedonali;

g) opere di adduzione e restituzione idrica;

h) interventi di riqualificazione ambientale.

3. *omissis*

4. *omissis*

5. *Gli interventi di cui ai commi 2, 3 e 4 sono consentiti, previa autorizzazione della struttura regionale competente, che verifica la compatibilità idraulica nel rispetto delle seguenti condizioni:*

a) sia assicurato il miglioramento o la non alterazione del buon regime delle acque;

b) non interferiscano con esigenze di regimazione idraulica, accessibilità e manutenzione del corso d'acqua e siano compatibili con la presenza di opere idrauliche;

c) non interferiscano con la stabilità del fondo e delle sponde;

d) non vi sia aggravio del rischio in altre aree derivante dalla realizzazione dell'intervento;

e) non vi sia aggravio del rischio per le persone e per l'immobile oggetto dell'intervento;

f) il patrimonio edilizio esistente di cui al comma 3 sia inserito nel piano di protezione civile comunale al fine di prevenire i danni in caso di evento alluvionale.

6. *Il rispetto delle condizioni di cui al comma 5 costituisce elemento di verifica della compatibilità idraulica ai fini del rilascio dell'autorizzazione di cui al medesimo comma 5. L'autorizzazione idraulica è rilasciata dalla struttura regionale competente con le modalità definite nel regolamento di cui all'articolo 5, comma 1, lettera e), della legge regionale 28 dicembre 2015, n. 80 (Norme in materia di difesa del suolo, tutela delle risorse idriche e tutela della costa e degli abitati costieri). L'autorizzazione è rilasciata entro quarantacinque giorni dal ricevimento della domanda.*

La cartografia del Piano Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) del Distretto Idrografico Appennino Settentrionale di cui il Bacino del Fiume Arno, approvata con deliberazione n.235 del 03/03/2016 del Comitato Istituzionale dell'AdB del F. Arno, inerente la perimetrazione delle aree soggette a rischio alluvioni, evidenzia che la zona in esame, interessata dalla variante in oggetto, è ricompresa nella classe **P2** di pericolosità da alluvione media (aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni) nelle aree classificate **I.4** ai sensi del

D.P.G.R. 53/R e nella classe **P1** di pericolosità da alluvione bassa nelle aree classificate **I.3** e **I.2** ai sensi del D.P.G.R. 53/R.

Un estratto della relativa cartografia di riferimento dell'Autorità di Bacino di Distretto Settentrionale è riportato nell'**ALL.14 "Pericolosità idraulica P.G.R.A. e 5/R"**.

Nelle aree **P2** gli indirizzi per gli strumenti del governo del territorio relativi alla disciplina di PGRA sono contenuti nell'art.10 che di seguito riportiamo:

Art. 10 – Aree a pericolosità da alluvione media (P2) – Indirizzi per gli strumenti governo del territorio

1. Fermo quanto previsto all'art. 9 e all'art. 14 comma 8, nelle aree P2 per le finalità di cui all'art. 1 le Regioni, le Province e i Comuni, nell'ambito dei propri strumenti di governo del territorio si attengono ai seguenti indirizzi:

- f) sono da privilegiare le trasformazioni urbanistiche tese al recupero della funzionalità idraulica;*
- g) le previsioni di nuova edificazione sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico;*
- h) sono da evitare le previsioni che comportano la realizzazione di sottopassi, se non diversamente localizzabili;*
- i) le previsioni di volumi interrati sono da subordinare al rispetto delle condizioni di gestione del rischio idraulico.*

Nelle aree **P1** gli indirizzi per gli strumenti del governo del territorio relativi alla disciplina di PGRA sono contenuti nell'art.11 che di seguito riportiamo:

Art. 11 – Aree a pericolosità da alluvione bassa (P1) – Indirizzi per gli strumenti governo del territorio

- 1. Nelle aree P1 sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti urbanistici garantendo il rispetto delle condizioni di mitigazione e gestione del rischio idraulico.*
- 2. La Regione disciplina le condizioni di gestione del rischio idraulico per la realizzazione degli interventi nelle aree P1.*

7. CARATTERISTICHE DI FATTIBILITA'

La fattibilità di un intervento viene redatta sulla base delle caratteristiche di pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica rilevate per il territorio in esame e rapportate alla sua destinazione urbanistica ed al tipo di interventi ivi previsti.

Nel vigente R.U. dell'estinto Comune di Lari la zona interessata dalla Variante è prevalentemente contraddistinta, per la maggior parte degli interventi previsti dal Regolamento Urbanistico vigente da una fattibilità massima **F2**, ovvero una *fattibilità con normali vincoli* (individuata per un intervento massimo ammissibile come una nuova costruzione edilizia) e per alcuni interventi, soprattutto concentrati nella parte limitrofa al Fosso Petagnoli da una fattibilità massima **F3** ovvero *fattibilità condizionata* ; nell'**ALL.2 "Estratto Regolamento Urbanistico vigente – Fattibilità ex D.P.G.R. 26/R/2007"** riportiamo un estratto di tale cartografia del R.U. dell'estinto Comune di Lari.

I dati acquisiti che sono stati esposti e discussi nei paragrafi precedenti hanno consentito di aggiornare, ai sensi delle nuove normative in materia, il quadro conoscitivo circa le caratteristiche geomorfologiche, litostratigrafiche, idrogeologiche, idrauliche, geotecniche e sismiche dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area interessata dalla presente Variante al R.U..

L'aggiornamento delle conoscenze ha permesso di verificare, ai sensi del D.P.G.R. 5/R/2020 (si parte dalla definizione di fattibilità ai sensi del D.P.G.R. n.53/R/2011 come riportato nella carta specifica del P.O.C. adottato), le condizioni di fattibilità per l'attuazione delle previsioni per l'area in esame attribuendo una massima fattibilità con normali vincoli **F2** (*si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia*) per gli aspetti geologici ed idraulici e sismici per la parte delle aree interessate dalla variante che ricadono in **pericolosità media** ed una massima fattibilità condizionata **F3** (*si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini dell'individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi*) per gli aspetti prevalentemente idraulici ed in subordine geologici per la ristretta parte delle aree di variante che ricadono in **pericolosità elevata** e **molto elevata**. (Vedi **ALL.15 "Carta della fattibilità 53/R e 5/R"**).

Risulta comunque necessario distinguere la fattibilità in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate nell'area in esame in funzione dei diversi fattori geologici (geomorfologici), idraulici e sismici, ai fini di una precisa definizione delle condizioni di attuazione delle previsioni, delle indagini di approfondimento da effettuare a livello esecutivo e delle eventuali opere necessarie alla mitigazione del rischio.

Le condizioni di fattibilità risultano quindi essere:

- **Fattibilità in relazione agli aspetti geologici:** l'area in esame ricade per la maggior parte in **pericolosità geomorfologica media G.2**, di conseguenza la fattibilità attribuita per nuove edificazioni è la fattibilità **F2g con normali vincoli** che prevede approfondimenti di indagine da eseguirsi a livello edificatorio al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area. Gli approfondimenti di indagine consistono, anche nel rispetto del D.P.G.R. n.36/R del 09/07/2009, nell'esecuzione di verifiche geotecniche dirette volte ad investigare i terreni effettivamente interessati dalle nuove costruzioni, definendo il modello geologico e geotecnico del sottosuolo attraverso l'esecuzione di prove geognostiche, sondaggi, analisi di laboratorio delle terre, ecc.. La fascia di rispetto del Fosso Petagnoli ricade invece in **pericolosità geomorfologica elevata G.3** e di conseguenza la fattibilità attribuita ai nuovi interventi è **F3g condizionata** che prevede approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi. Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità geologica elevata G.3** è necessario rispettare i seguenti criteri generali:

- a) la realizzazione di interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture è subordinata all'esito di idonei studi geologici, idrogeologici e geotecnici finalizzati alla verifica delle effettive condizioni di stabilità ed alla preventiva o contestuale realizzazione degli eventuali interventi di messa in sicurezza;
- b) gli eventuali interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi geologici, idrogeologici e geotecnici, devono comunque essere tali da:
 - non pregiudicare le condizioni di stabilità nelle aree adiacenti;
 - non limitare la possibilità di realizzare interventi definitivi di stabilizzazione e prevenzione dei fenomeni;
 - consentire la manutenzione delle opere di messa in sicurezza;
- c) in presenza di interventi di messa in sicurezza sono predisposti ed attivati gli opportuni sistemi di monitoraggio in relazione alla tipologia del dissesto;
- d) l'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere di consolidamento, gli esiti positivi del sistema di monitoraggio attivato e la delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, sono certificati;

e) possono essere realizzati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi geomorfologici

- **Fattibilità in relazione agli aspetti idraulici:** l'area in esame ricade parte in **pericolosità idraulica media I.2** di conseguenza la fattibilità attribuita per nuove edificazioni è la **fattibilità con normali vincoli (F2i)**. Nelle situazioni caratterizzate da **Fattibilità idraulica con normali vincoli (F.2i)** gli interventi edilizi dovranno perseguire l'aumento delle condizioni di sicurezza idraulica degli interventi, da attuare attraverso il rialzamento del piano di calpestio con un franco di almeno 20 cm. Laddove ciò non sia possibile, potranno essere definiti altri sistemi di protezione passiva di equivalente efficacia. Tali interventi, riferiti ad eventi critici con tempo di ritorno superiore a 200 anni, non dovranno determinare aggravamenti di pericolosità in aree adiacenti.

Per le aree ricadenti in **pericolosità idraulica media**, secondo il D.P.G.R. n. 5/R/2020, possono non essere dettate condizioni di fattibilità dovute a limitazioni di carattere idraulico. Qualora si voglia perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica, possono essere indicati i necessari accorgimenti costruttivi per la riduzione della vulnerabilità delle opere previste o individuati gli interventi da realizzare per la messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni, tenendo conto comunque della necessità di non determinare aggravamenti di pericolosità in altre aree.

L'area, nelle fasce di rispetto e per un buon contorno del fosso Petagnoli, ricade in parte in **pericolosità idraulica elevata I.3** ed in parte in **pericolosità idraulica molto elevata I.4** di conseguenza la fattibilità attribuita per nuove edificazioni sarà la **Fattibilità Condizionata (F3i)** e la **Fattibilità Limitata (F4i)**.

Fattibilità idraulica limitata (Classe F.4i)

In tali aree, oltre ai criteri contenuti nella LR 41/2018 in merito alla tutela dei corsi d'acqua ed agli interventi edilizi, sia di nuova costruzione che sul patrimonio edilizio esistente, è necessario rispettare i seguenti criteri:

- a) possono essere realizzati quegli interventi per i quali venga dimostrato che non determinano condizioni di instabilità e che non modificano negativamente i processi geomorfologici presenti nell'area; della sussistenza di tali condizioni deve essere dato atto nel titolo abilitativo all'attività edilizia.
- b) sono da consentire nuove edificazioni o nuove infrastrutture per le quali sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi strutturali per la riduzione del rischio sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio finalizzati alla messa in sicurezza idraulica per eventi con tempi di ritorno di 200 anni, sulla base di quanto indicato nella LR 41/2018;
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;
- d) della sussistenza delle condizioni di messa in sicurezza deve essere dato atto anche nel titolo abilitativo all'attività edilizia;
- e) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche, accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere certificata l'abitabilità o l'agibilità;
- f) devono essere comunque vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per quanto compatibile con i criteri della LR 41/2018;

Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica molto elevata** è necessario rispettare i seguenti criteri:

- a) sono da consentire nuove edificazioni o nuove infrastrutture per le quali sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi strutturali per la riduzione del rischio sui corsi d'acqua o sulle cause dell'insufficiente drenaggio finalizzati alla messa in sicurezza idraulica per eventi con tempi di ritorno di 200 anni;

- b) è comunque da consentire la realizzazione di brevi tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti, con sviluppo comunque non superiore a 200 ml, assicurandone comunque la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;
- d) *omissis*
- e) *omissis*,
- f) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche, accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere certificata l'abitabilità o l'agibilità;
- g) *omissis*;
- h) deve essere garantita la gestione del patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e di tutte le funzioni connesse, tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a tempi di ritorno di 200 anni;
- i) devono essere comunque vietati i tombamenti dei corsi d'acqua, fatta esclusione per la realizzazione di attraversamenti per ragioni di tutela igienico-sanitaria e comunque a seguito di parere favorevole dell'autorità idraulica competente;
- l) *omissis*;
- m) possono essere previsti ulteriori interventi, diversi da quelli sopra indicati, per i quali sia dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità.

Fattibilità idraulica condizionata (Classe F.3i)

Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica elevata sono da rispettare i criteri di cui alle lettere c) d), ed f) relative alla **Fattibilità Idraulica Limitata (F.4i)**. Sono inoltre comunque da rispettare i criteri contenuti nella LR 41/2018 in merito alla tutela dei corsi d'acqua ed agli interventi edilizi, relativi a nuove costruzioni, al patrimonio edilizio esistente e ad infrastrutture lineari o a rete.

Nelle situazioni caratterizzate da **pericolosità idraulica elevata** sono da rispettare i criteri di cui alle lettere b), f), h), i) ed m) sopra elencati. Sono inoltre da rispettare i seguenti criteri:

- a) all'interno del perimetro dei centri abitati non sono necessari interventi di messa in sicurezza per le infrastrutture a rete (quali sedi viarie, fognature e sotto servizi in genere) purché sia assicurata la trasparenza idraulica ed il non aumento del rischio nelle aree contermini;
- b) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture, compresi i parcheggi con dimensioni superiori a 500 metri quadri e/o i parcheggi in fregio ai corsi d'acqua, per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni. Fanno eccezione i parcheggi a raso con dimensioni inferiori a 500 mq e/o i parcheggi a raso per i quali non sono necessari interventi di messa in sicurezza e i parcheggi pertinenziali privati non eccedenti le dotazioni minime obbligatorie di legge;
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle. *omissis*;
- d) *omissis*. In presenza di progetti definitivi, approvati e finanziati, delle opere di messa in sicurezza strutturali possono essere attivate forme di gestione del rischio residuo, ad esempio mediante la predisposizione di piani di protezione civile comunali;
- e) *omissis*.

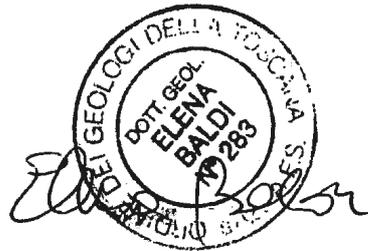
Per quanto riguarda la disciplina di PGRA è previsto il rispetto degli artt.10 e 11 come su riportato nel **paragrafo 6** in quanto l'area in oggetto ricade per buona parte in **pericolosità da alluvione**

media P2. Dovranno essere altresì rispettate le condizioni alla trasformazione imposte dalla L.R. 24/07/2018 n. 41 come su riportato nel **paragrafo 6.** Secondo quanto recitano le Direttive Tecniche allegate al Regolamento 5/R/2020, nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla L.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino. La fattibilità degli interventi è pertanto subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della l.r.41/2018. **Per gli aspetti legati alle verifiche idrauliche si rimanda agli specifici elaborati tecnici progettuali redatti dagli Ingegneri dello studio TAGES.**

- **Fattibilità in relazione agli aspetti sismici:** l'area in esame ricade totalmente in **pericolosità sismica media S.2**, di conseguenza, ai sensi del D.P.G.R. n. 5/R/2020, non è necessario indicare condizioni di fattibilità specifiche per la fase attuativa o per la valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

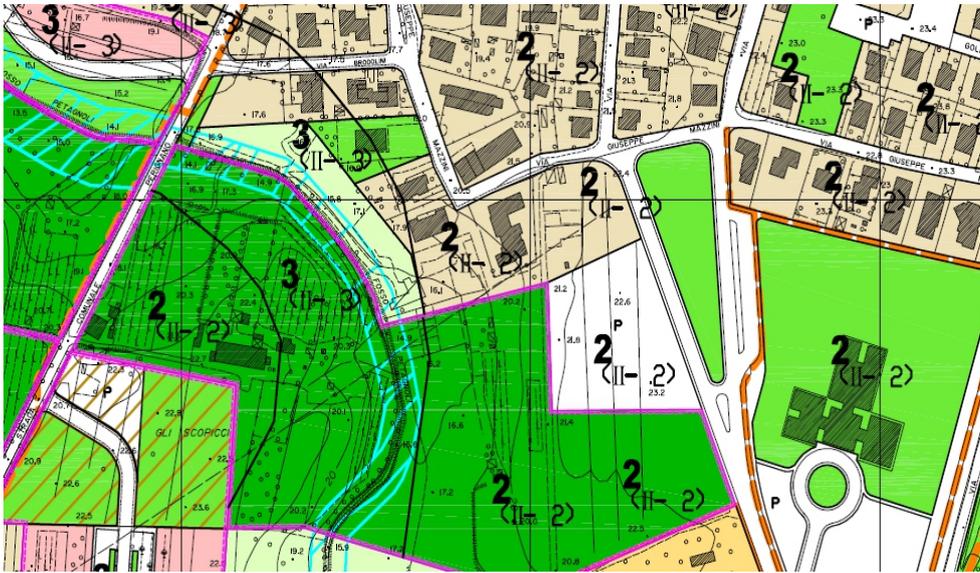
Casciana Terme Lari, Febbraio 2022

Dott. Geol. Elena Baldi



R.U. VIGENTE - FATTIBILITA' EX D.P.G.R. 26/R/2007

Scala 1:5.000



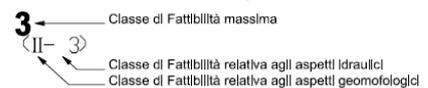
LEGENDA

	Confine Comune
	Zona A: Area storiche
	Zona B: Area di completamento a prevalente carattere residenziale
	Zona C: Area di espansione a prevalente carattere residenziale
	Zona D1: Area di completamento a prevalente carattere produttivo/commerciale
	Zona D2: Area di espansione a prevalente carattere produttivo/commerciale
	Zona E1: Area agricole di pianura corrispondenti al Sottosistema Agricolo della pianura del Fiume Zanonet
	Zona E2: Area agricole di pianura corrispondenti al Sottosistema Agricolo della pianura del Fiume Caschiera
	Zona E3: Area agricole corrispondenti al Sottosistema Territoriale agricolo della Collina
	Zona E4: Area corrispondenti al Sottosistema Ambientale delle aree boscate
	Zona F1: Area destinate a verde e attrezzature pubbliche ai sensi del D.M. 1444/98
	Zona F2: Area private destinate a verde e attrezzature di interesse collettivo
	Zona F3: Area destinate a verde privato
	Zona F4: Area destinate ad interventi di difesa, regolazione, sistemazione idraulica/idrogeologica e relative pertinenze
	Zona P: Area destinate a parcheggi pubblici ai sensi del D.M. 1444/98
	Comparto soggetto a piano attuativo
	Zona di recupero soggetta a P. d. R.
	Area da cedere all'amministrazione comunale attraverso macchinari perequativi
	Patrimonio edilizio di valore storico, architettonico, ambientale
	Pericoli pedonali e/o ciclisti
	Unità Sistema Territoriale della Pianura - Sistema Territoriale della Collina
	Rete senza energia elettrica Alta Tensione
	Rete sotterranea Metano

<p>Area soggette a vincolo:</p> <p> G1: Area di rispetto idraulico</p> <p> G2: Fascio di rispetto alla viabilità</p> <p> G3: Vincolo idrogeologico</p> <p> G4: Vincolo lotto</p> <p> G5: Area a salvaguardia del rischio idraulico, idrogeologico e per la difesa, regolazione, sistemazione idraulica/idrogeologica</p> <p> G6: Area di rispetto ai canali, ai corsi d'acqua, alle opere idrauliche/idrogeologiche, ed aree destinate all'impiego degli interventi di sistemazione/risparmio/risanamento idraulico/idrogeologico</p> <p> P. F4: Area con pericolosità molto elevata interessate da fenomeni geomorfologici di versanti.</p>																																																	
<p>Attrezzature pubbliche e servizi di interesse pubblico:</p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td>Municipio e servizi amministrativi</td> <td></td> <td>Servizi Sociali</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Posto Telegrafico/telecomunicazioni</td> <td></td> <td>Casa di Riposo</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Caserma e brigate militari</td> <td></td> <td>Famiglia</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Approvvigionamento idrico</td> <td></td> <td>Chiesa e istituzioni Parrocchiali</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Impianti di Depurazione</td> <td></td> <td>Servizi di Impiego</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Centri Ricreativi e Sociali</td> <td></td> <td>Servizi turistici</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Centri Culturali, Politecnici, Bibliotecarie</td> <td></td> <td>Attrezzature Sportive</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ritirose libere Pubblici</td> <td></td> <td>Protezione Civile</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Auditorium e Scuole Materne</td> <td></td> <td>Piazze</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Scuole Elementari</td> <td></td> <td>Panelli Urbani</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Scuole Medie</td> <td></td> <td>Parcheggi cittadini</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ludoteca</td> <td></td> <td>Centro cultura Comunale</td> </tr> </table>			Municipio e servizi amministrativi		Servizi Sociali		Posto Telegrafico/telecomunicazioni		Casa di Riposo		Caserma e brigate militari		Famiglia		Approvvigionamento idrico		Chiesa e istituzioni Parrocchiali		Impianti di Depurazione		Servizi di Impiego		Centri Ricreativi e Sociali		Servizi turistici		Centri Culturali, Politecnici, Bibliotecarie		Attrezzature Sportive		Ritirose libere Pubblici		Protezione Civile		Auditorium e Scuole Materne		Piazze		Scuole Elementari		Panelli Urbani		Scuole Medie		Parcheggi cittadini		Ludoteca		Centro cultura Comunale
	Municipio e servizi amministrativi		Servizi Sociali																																														
	Posto Telegrafico/telecomunicazioni		Casa di Riposo																																														
	Caserma e brigate militari		Famiglia																																														
	Approvvigionamento idrico		Chiesa e istituzioni Parrocchiali																																														
	Impianti di Depurazione		Servizi di Impiego																																														
	Centri Ricreativi e Sociali		Servizi turistici																																														
	Centri Culturali, Politecnici, Bibliotecarie		Attrezzature Sportive																																														
	Ritirose libere Pubblici		Protezione Civile																																														
	Auditorium e Scuole Materne		Piazze																																														
	Scuole Elementari		Panelli Urbani																																														
	Scuole Medie		Parcheggi cittadini																																														
	Ludoteca		Centro cultura Comunale																																														

A

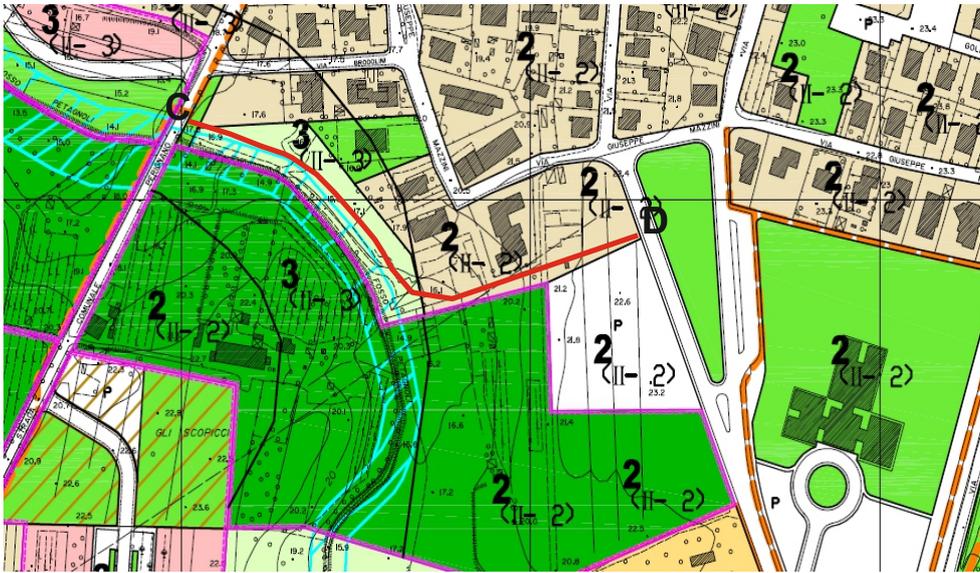
(ai sensi della D.P.G.R. 27/04/2007 n. 26/r)



- CLASSE 1 - FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI**
 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed Infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- CLASSE 2 - FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI**
 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed Infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- CLASSE 3 - FATTIBILITA' CONDIZIONATA**
 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed Infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.
- CLASSE 4 - FATTIBILITA' LIMITATA**
 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed Infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

R.U. MODIFICATO - FATTIBILITA' EX D.P.G.R. 26/R/2007

Scala 1:5.000



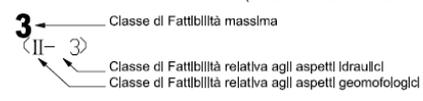
LEGENDA

- Confine Comune
- Zone A) Area storiche
- Zone B) Area di completamento a prevalente carattere residenziale
- Zone C) Area di espansione a prevalente carattere residenziale
- Zone D) Area di completamento a prevalente carattere produttivo/commerciale
- Zone D2) Area di espansione a prevalente carattere produttivo/commerciale
- Zone E1) Area agricole di pianura corrispondenti al Subistema Agricolo della parte del Fiume Zanonet
- Zone E2) Area agricole di pianura corrispondenti al Subistema Agricolo della parte del Fiume Cascia
- Zone E3) Area agricole corrispondenti al Subistema Territoriale agricolo della Collina
- Zone E4) Area corrispondenti al Subistema Ambientale delle aree boscate
- Zone F1) Area destinate a verde e attrezzature pubbliche ai sensi del D.M. 1444/98
- Zone F2) Area private destinate a verde e attrezzature di interesse collettivo
- Zone F3) Area destinate a verde privato
- Zone F4) Area destinate ad interventi di difesa, regolazione, sistemazione idraulica/idrogeologica e relative pertinenze
- Zone P) Area destinate a parcheggi pubblici ai sensi del D.M. 1444/98
- Comparto soggetto a piano attuativo
- Zona di recupero soggetta a P. d. R.
- Area da cedere all'amministrazione comunale attraverso macchinari preesistenti
- Patrimonio edilizio di valore storico, architettonico, ambientale
- Percorsi pedonali e/o ciclabili
- Unico Sistema Territoriale della Pianura - Sistema Territoriale della Collina
- Rete senza energia elettrica Alta Tensione
- Rete sotterranea Metano

- Area soggette a vincolo:
- G1: Area di rispetto idraulico
 - G2: Fascio di rispetto alla viabilità
 - G3: Vincolo idrogeologico
 - G4: Vincolo lotto
 - G5: Area a salvaguardia del rischio idraulico, idrogeologico e per la difesa, regolazione, sistemazione idraulica/idrogeologica
 - G6: Area di rispetto ai canali, ai corsi d'acqua, alle opere idrauliche/idrogeologiche, ed aree destinate all'impiego degli interventi di sistemazione/regolamento/risanamento idraulico/idrogeologico
- Area con pericolosità molto elevata interessate da fenomeni geomorfologici di versanti.
- Attrezzature pubbliche e servizi di interesse pubblico:
- | | |
|---|---------------------------------|
| Municipio e servizi amministrativi | Servizi Sociali |
| Poste Telegrafiche/telecomunicazioni | Casa di Riposo |
| Caserma e brigate militari | Famiglie |
| Approvvigionamento idrico | Clinica e Istituto Patrimoniale |
| Impianti di Depurazione | Servizi alle Imprese |
| Centri Ricreativi e Sociali | Servizi turistici |
| Centri Culturali, Politecnici, Bibliotecari | Attrezzature Sportive |
| Rinnovo Idrico Pubblici | Proiezioni Climatiche |
| Aule/Spazio alle Scuole Materne | Piazze |
| Scuole Elementari | Parchi Urbani |
| Scuole Medie | Parcheggi cittadini |
| Ludoteca | Centro cultura Comunale |



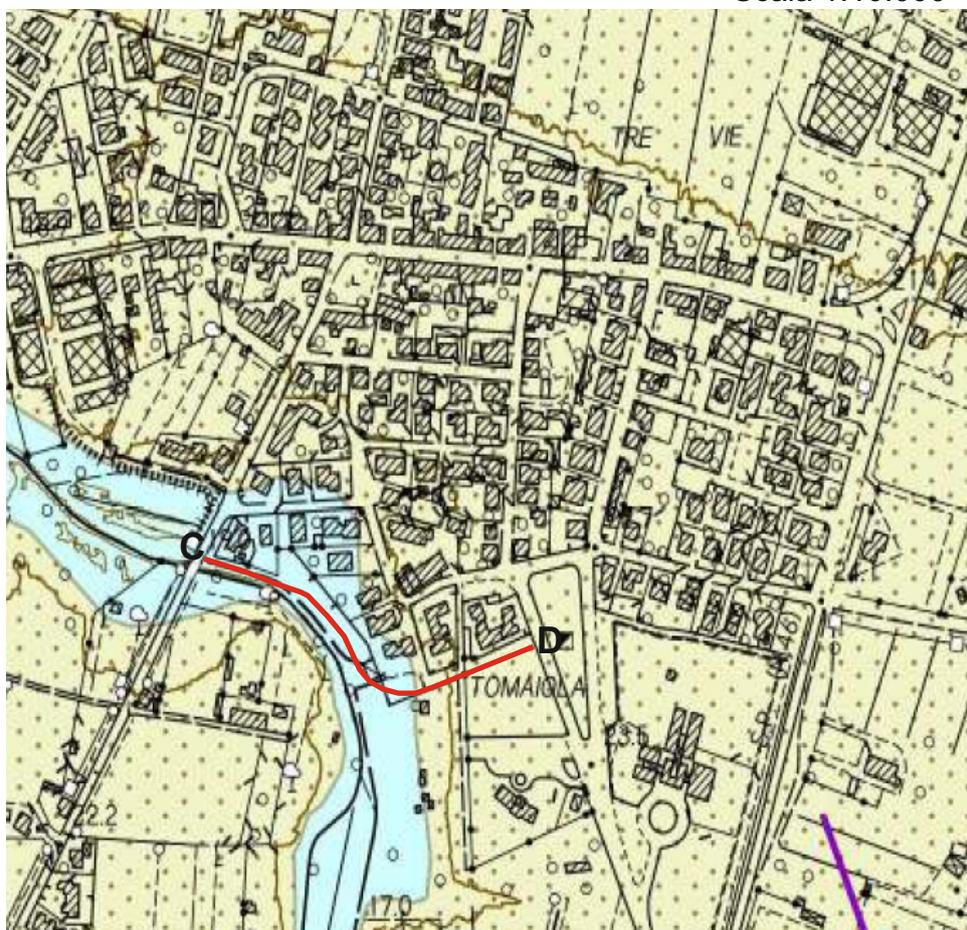
(ai sensi della D.P.G.R. 27/04/2007 n. 26/r)



- CLASSE 1 - FATTIBILITA' SENZA PARTICOLARI LIMITAZIONI**
 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed Infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- CLASSE 2 - FATTIBILITA' CON NORMALI VINCOLI**
 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed Infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- CLASSE 3 - FATTIBILITA' CONDIZIONATA**
 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed Infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia di approfondimenti di indagini da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessivi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.
- CLASSE 4 - FATTIBILITA' LIMITATA**
 si riferisce alle previsioni urbanistiche ed Infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

CARTA GEOLGICA

Scala 1:10.000



Legenda

FORMAZIONI GEOLOGICHE:

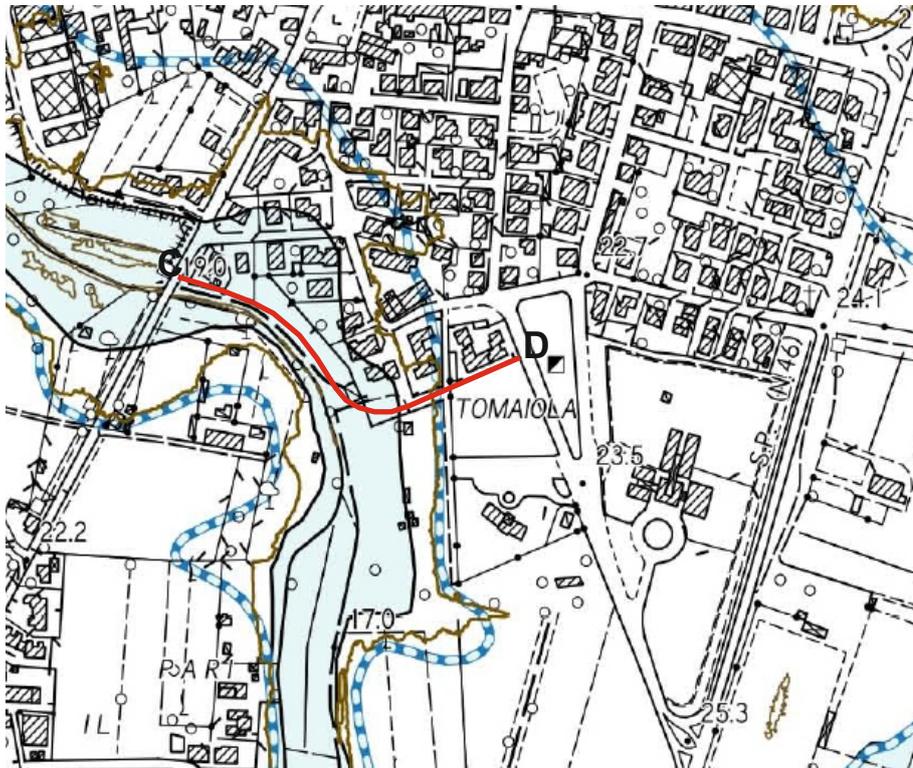
Olocene		[All]	Depositi alluvionali attuali e recenti
Pleistocene sup.		[q11]	Sabbie e limi di Vicarello

TRACCIATO PISTA CICLABILE



CARTA GEOMORFOLOGICA

SCALA 1:10.000



Legenda

Elementi Spaziali

 Depositi alluvionali attuali e recenti

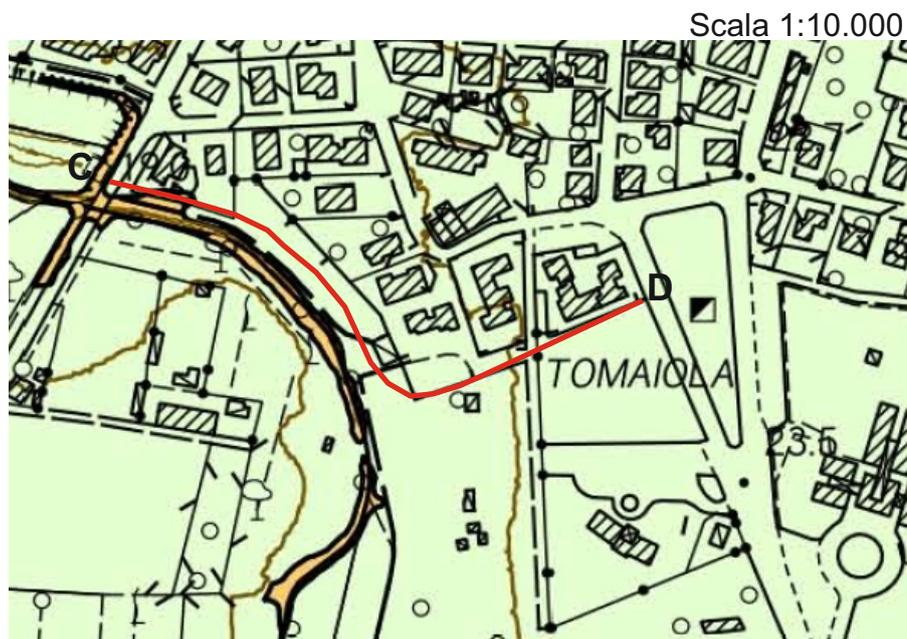
Elementi Lineari

 Orli di terrazzi alluvionali

TRACCIATO PISTA CICLABILE



CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA AI SENSI DEL D.P.G.R. N. 53/R/2011 E DEL D.P.G.R. N. 5/R/2020



Legenda

Classi di Pericolosità ai sensi del D.P.G.R. 25/10/2011 n. 53/R

 G.2 - Pericolosità geologica media

 G.3 - Pericolosità geologica elevata

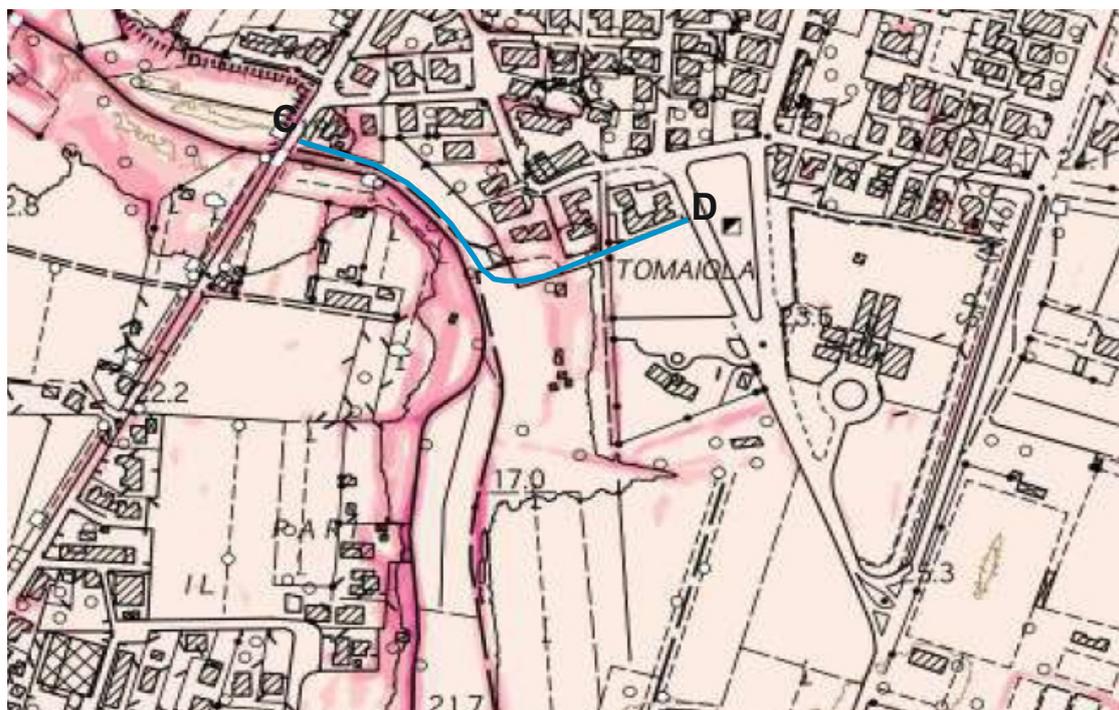
TRACCIATO PISTA CICLABILE



Si ritiene che ci sia perfetta coincidenza tra le classi di pericolosità geologica ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R/2011 e quelle ai sensi del D.P.G.R. n. 5/R/2020

CARTA DELLE ACCLIVITA'

Scala 1:10.000



Legenda

CLASSI DI ACCLIVITA'

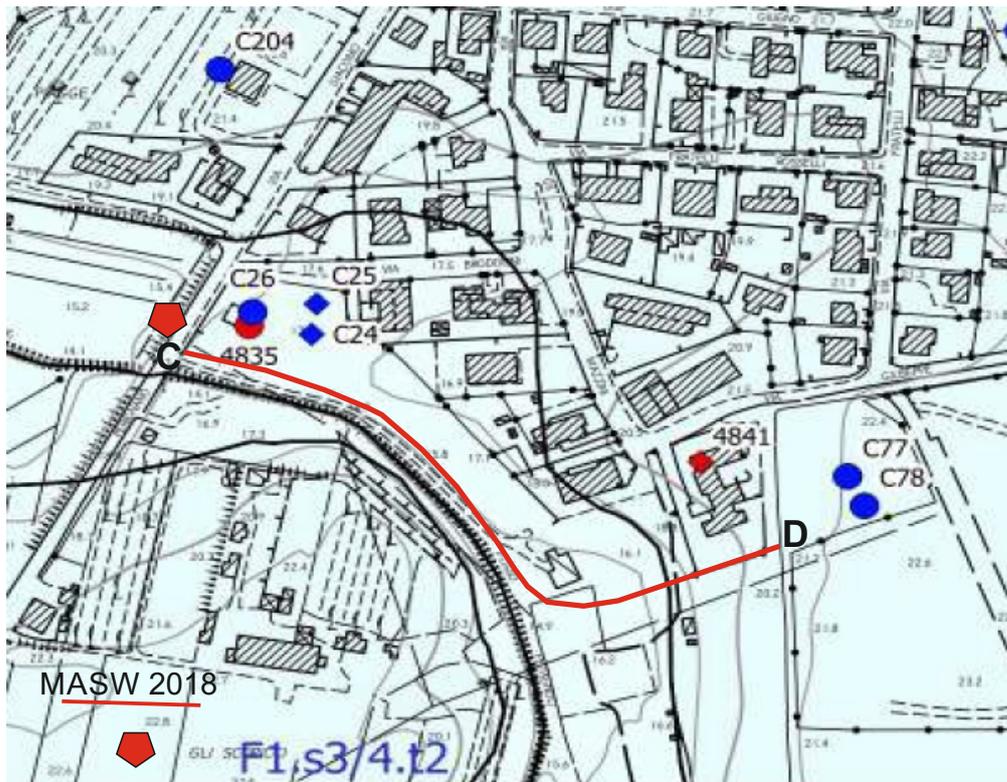
- da 0 a 10%
- da 10% a 15%
- da 15% a 25%
- da 25% a 35%
- da 35% a 50%
- da 50% a 75%
- oltre 75%

TRACCIATO PISTA CICLABILE



CARTA LITOTECNICA E DELLE INDAGINI

Scala 1:5.000



Legenda

INDAGINI GEOGNOSTICHE DB COMUNE CASCIANA TERME LARI

- CPT
- ◆ DPSH

INDAGINI DB PROVINCIA DI PISA

- ◆ DPHS
- CPT

Indagini 2018

- ◆ CPT + DHS

— MASW 2018

CLASSI LITOTECNICHE (SECONDO V.E.L. REGIONE TOSCANA)

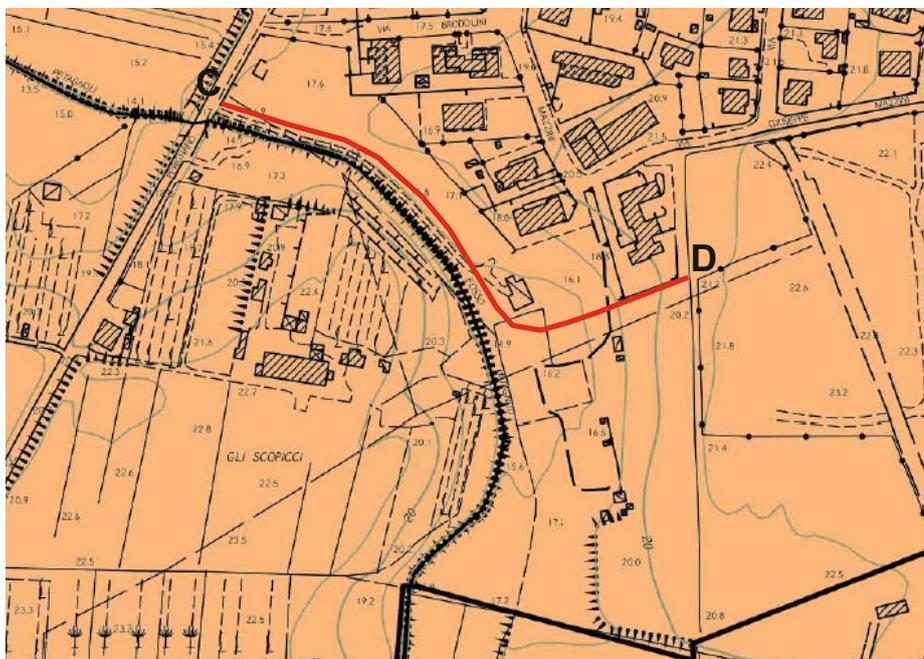
□ F1.s3/4.t2

TRACCIATO PISTA CICLABILE



CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA AI SENSI DEL D.P.G.R. 53/R/2011 E DEL D.P.G.R. N. 5/R/2020

Scala 1:2.000

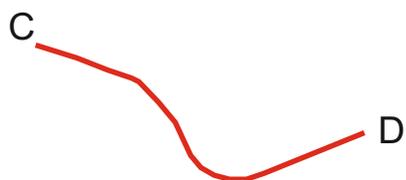


Legenda

Classi di Pericolosità sismica ai sensi del D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R

- Classe S.2 - Pericolosità sismica media
- Classe S.3 - Pericolosità sismica elevata
- Classe S.4 - Pericolosità sismica molto elevata

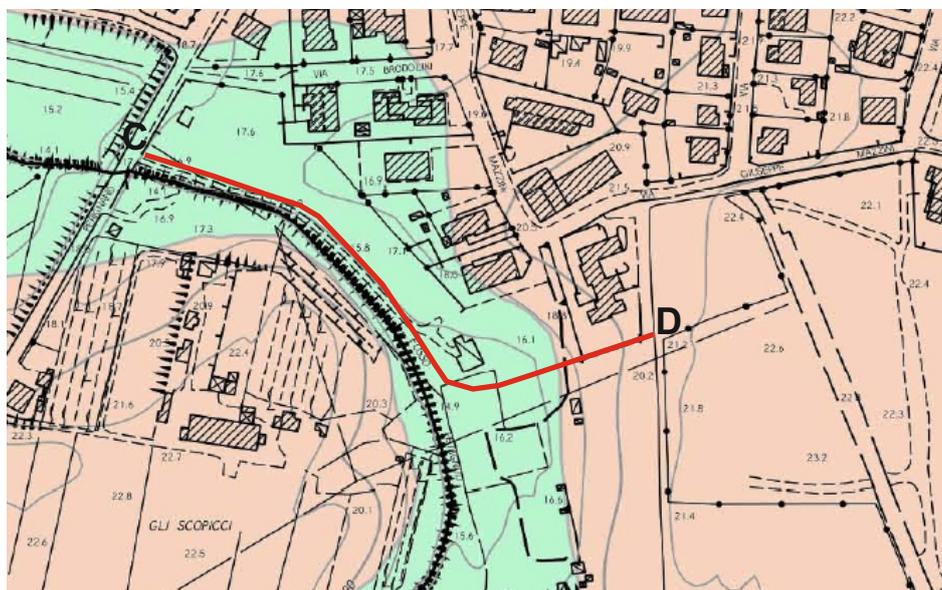
TRACCIATO PISTA CICLABILE



In seguito alle nuove indagini eseguite nel 2018, si conferma la classe di pericolosità sismica ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R/2011 anche per il D.P.G.R. n. 5/R/2020, ritenendo le definizioni di pericolosità equivalenti nei contenuti

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA AI SENSI D.P.G.R. 53/R/2011

Scala 1:2.000



Legenda

MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Contesto incoerente e semicoerente

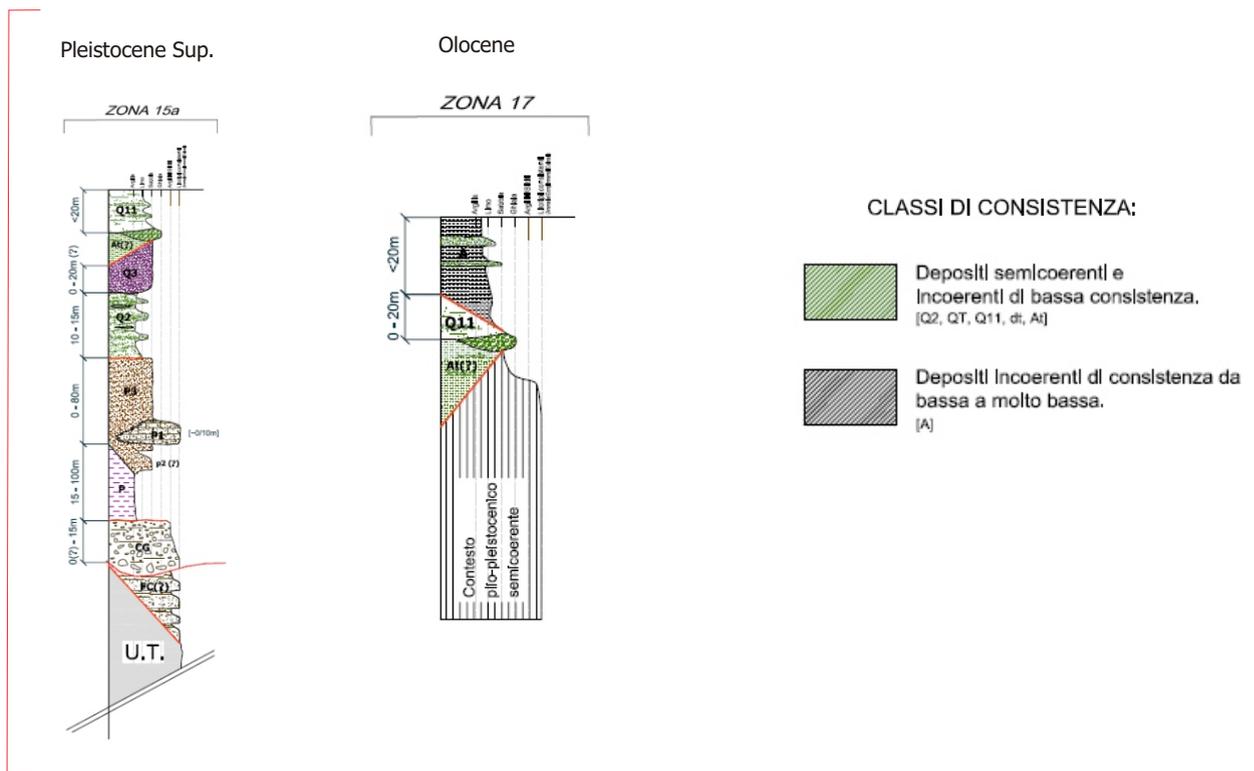
 ZONA 15A ZONA 17

TRACCIATO PISTA CICLABILE



LEGENDA COLONNE STRATIGRAFICHE "TIPO" PER LA DEFINIZIONE CARTA MOPS

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI PER AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

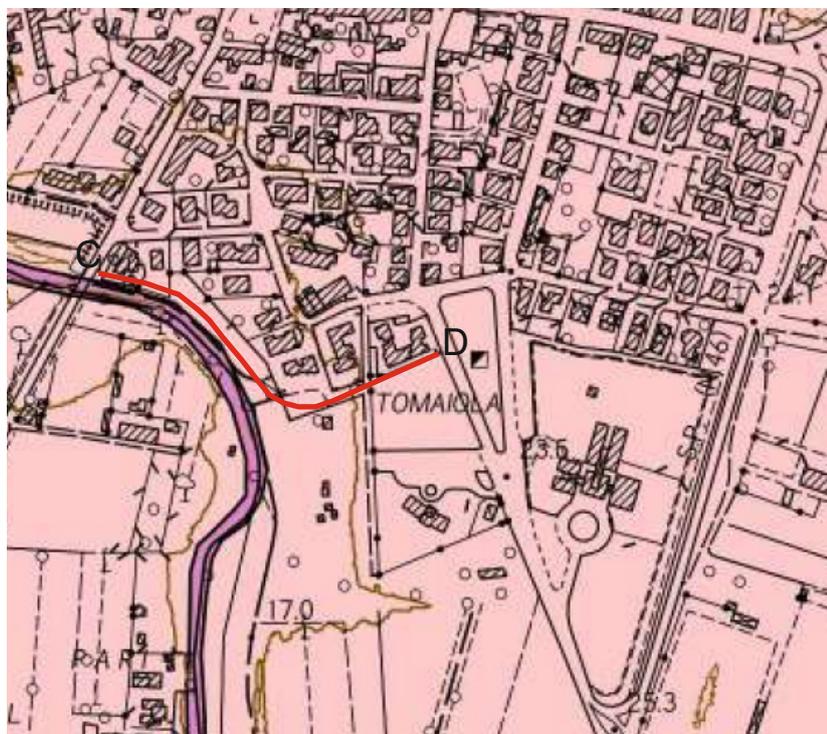


Unità geolitologiche presenti nelle zone MOPS e loro caratteristiche:

Sigla formazione geologica	Nome fo.mazione geologica	Classe litotecnica (VEL)	Ambito velocità di propagazione onde S
G1	Calcere massiccio	A.r1-4	600 - 1100 m/s
G4	Marne a Posidonia	B2.r1/4	600 - 900 m/s (incerta)
G6	Radiolariti	B1.r1/4	600 - 900 m/s (incerta)
CE	Scaglia con intercalazioni di calcari tipo Maiolica	B5.r5-6	300 - 800 m/s
MG	Arenaria "Macigno"	B3.r1-4	600 - 900 m/s (incerta)
AC1	Argille e calcari inferiori	B4.r5-6	450 - 800 m/s
FC	Flysh calcareo-marnoso ad Elmintoidi	B3.r5-6	450 - 700 m/s
CG	Conglomerati di trasgressione	C2.r7	350 - 450 m/s
P	Argille azzurre	D2.s2	270 - 350 m/s
PC	Sabbie calcaree	C3.r5/6	400 - 500 m/s (incerta)
P1	Calcareniti e sabbie ad Amphistegina	B2.r1/4	350 - 550 m/s
P2	Sabbie e sabbie argillose	E3.a1/2.t3	250 - 350 m/s (incerta)
P3	Sabbie gialle	C3.r5/6	320 - 450 m/s
Q2	Sabbie ed argille ad Arctica Islandica	E3.a1/2.t3	200 - 350 m/s (incerta)
Q3	Sabbie di Nugola Vecchia	C3.r7	300 - 470 m/s
QC	Conglomerati di Ceppato	E2.a1-2.t3	350 - 550 m/s (incerta)
Q6	Conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci	E2.a1-2.t3	300 - 500 m/s (incerta)
Q11	Sabbie e limi di Vicarello	F1.s3/4.t2	190 - 310 m/s
QT	Argille e sabbie con travertini	F2.s3-4.t1	280 - 420 m/s
At	Depositi alluvionali terrazzati	E3.a3-4.t3	200 - 300 m/s
A	Depositi alluvionali attuali e recenti	F1.s3-4.t2	180 - 250 m/s
dt	Copertura detritica	E2.a3-4.t3	150 - 180 m/s

CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

Scala 1:10.000



Legenda

Classi di Vulnerabilità Idrogeologica ai sensi dell'art.20 del PTC Provinciale

 Classe 3 - Sottoclasse 3B - Vulnerabilità media

TRACCIATO PISTA CICLABILE



CARTA IDROGEOLOGICA

Scala 1:10.000



Legenda

Database dei pozzi

● Pozzi freatici

□ Zona di rispetto pozzi idropotabili

Isofreatiche

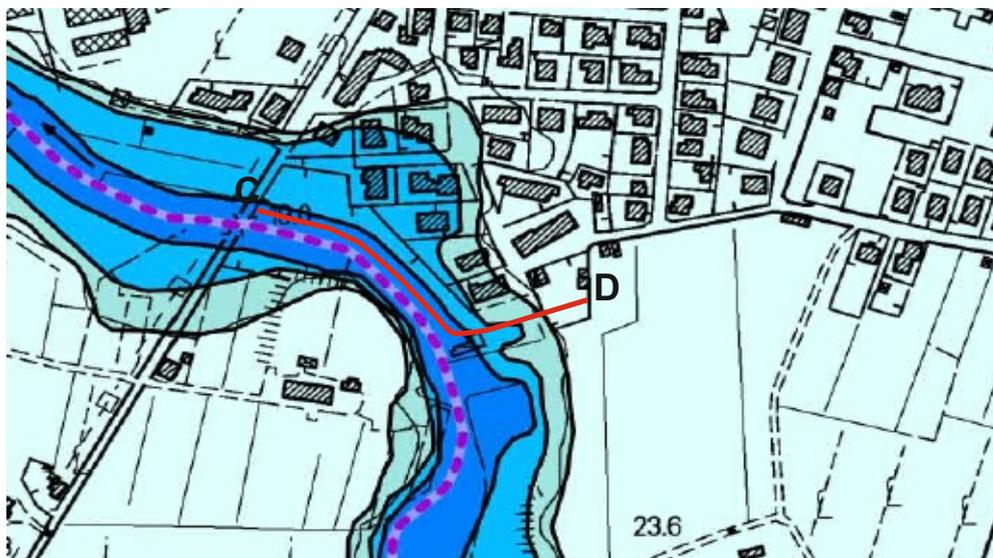
--- Quote del tetto della falda freatica

TRACCIATO PISTA CICLABILE



CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Scala 1:10.000



Legenda

Pericolosità Idraulica ai sensi del D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R

 I.1 - Pericolosità idraulica bassa

 I.2 - Pericolosità idraulica media

 I.3 - Pericolosità idraulica elevata

 I.4 - Pericolosità idraulica molto elevata

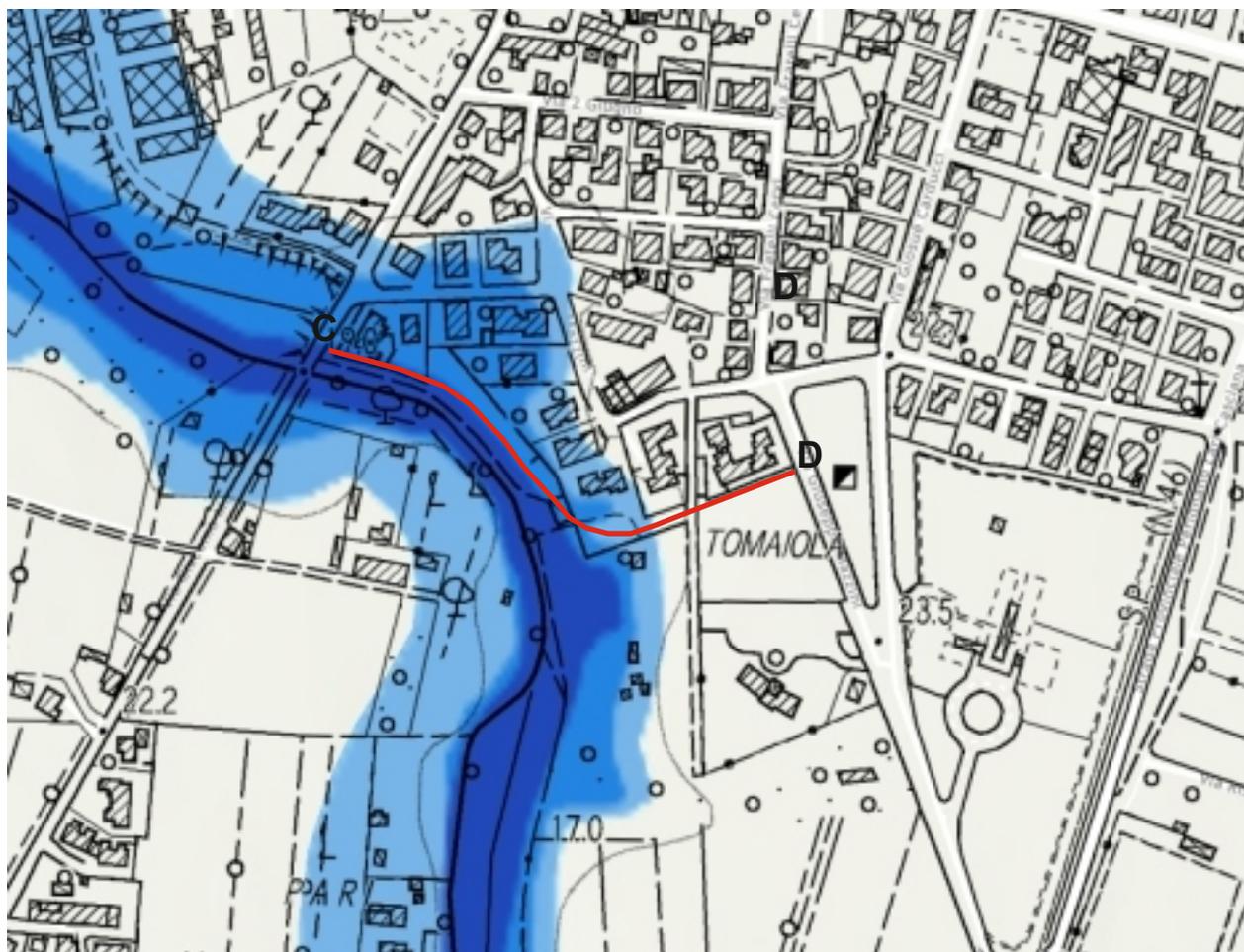
 Reticolo idrografico di riferimento della Regione Toscana (L.R. 79/2012)

TRACCIATO PISTA CICLABILE



CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA - P.G.R.A. E AI SENSI DEL D.P.G.R. N. 5/R/2020

Scala 1:10.000



Pericolosità Idraulica

□ P1 □ P2 □ P3

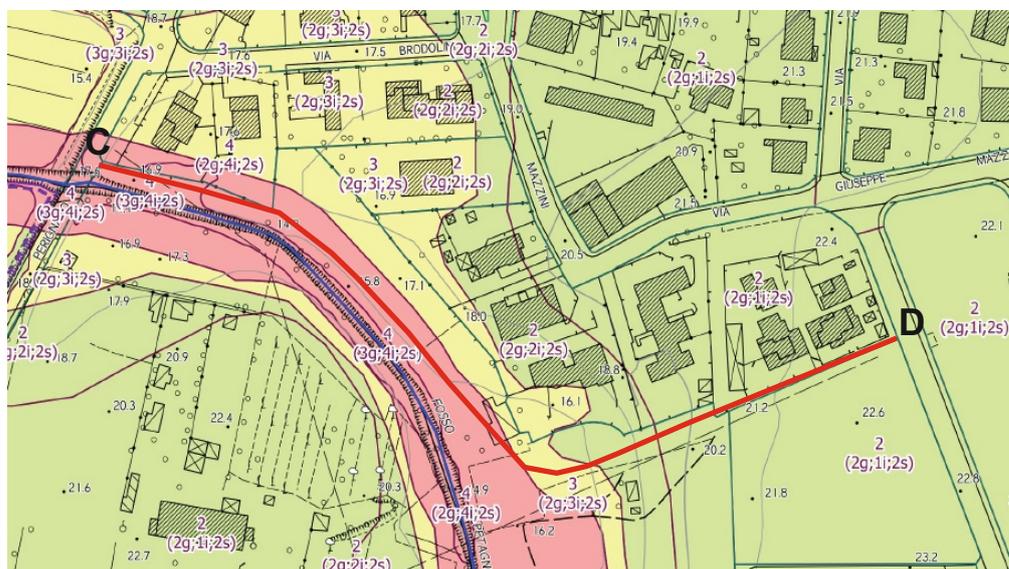
TRACCIATO PISTA CICLABILE



Per l'area in esame si rileva classificazione di pericolosità idraulica ai sensi della L.R. 41/2018 (PGRA): si ritiene pertanto cartografia idonea ai sensi del D.P.G.R. 5/R/2020

CARTA FATTIBILITA' AI SENSI D.P.G.R. 53/R/2011 E AI SENSI DEL D.P.G.R. 5/R/2020

Scala 1:2.000



Legenda

Reticolo idrografico regionale (L.R. 79/2012)

- Corsi d'acqua
- - - - Tratti tombati

Classi di Pericolosità del PAI del Bacino Distrettuale Appennino Settentrionale

- Classe PF3 - Pericolosità elevata
- Classe PF4 - Pericolosità molto elevata

Classi di Fattibilità ai sensi del DPGR 25/10/2011 n.53/R

- Classe 1 - Fattibilità senza particolari limitazioni
 - Classe 2 - Fattibilità con normali vincoli
 - Classe 3 - Fattibilità condizionata
 - Classe 4 - Fattibilità limitata
- ³ Classe di Fattibilità prevalente
(2g;3i;2s) Classi di Fattibilità per gli aspetti geologici (g), idraulici (i) e sismici (s)

TRACCIATO PISTA CICLABILE



FATTIBILITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N. 5/R/2020

F3g

Nelle aree caratterizzate da **pericolosità geologica elevata** (G3) è necessario rispettare i criteri generali, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino

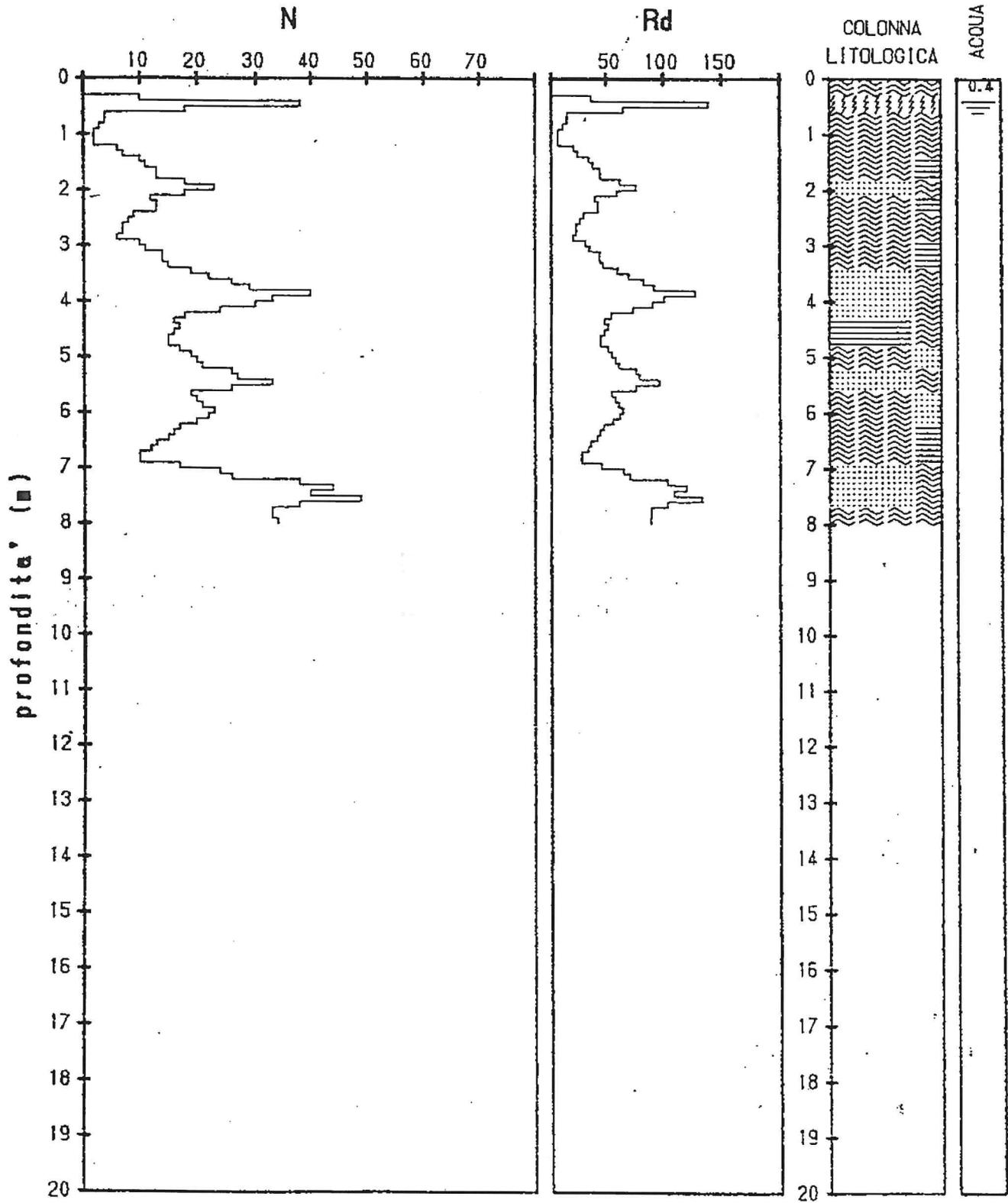
F3i

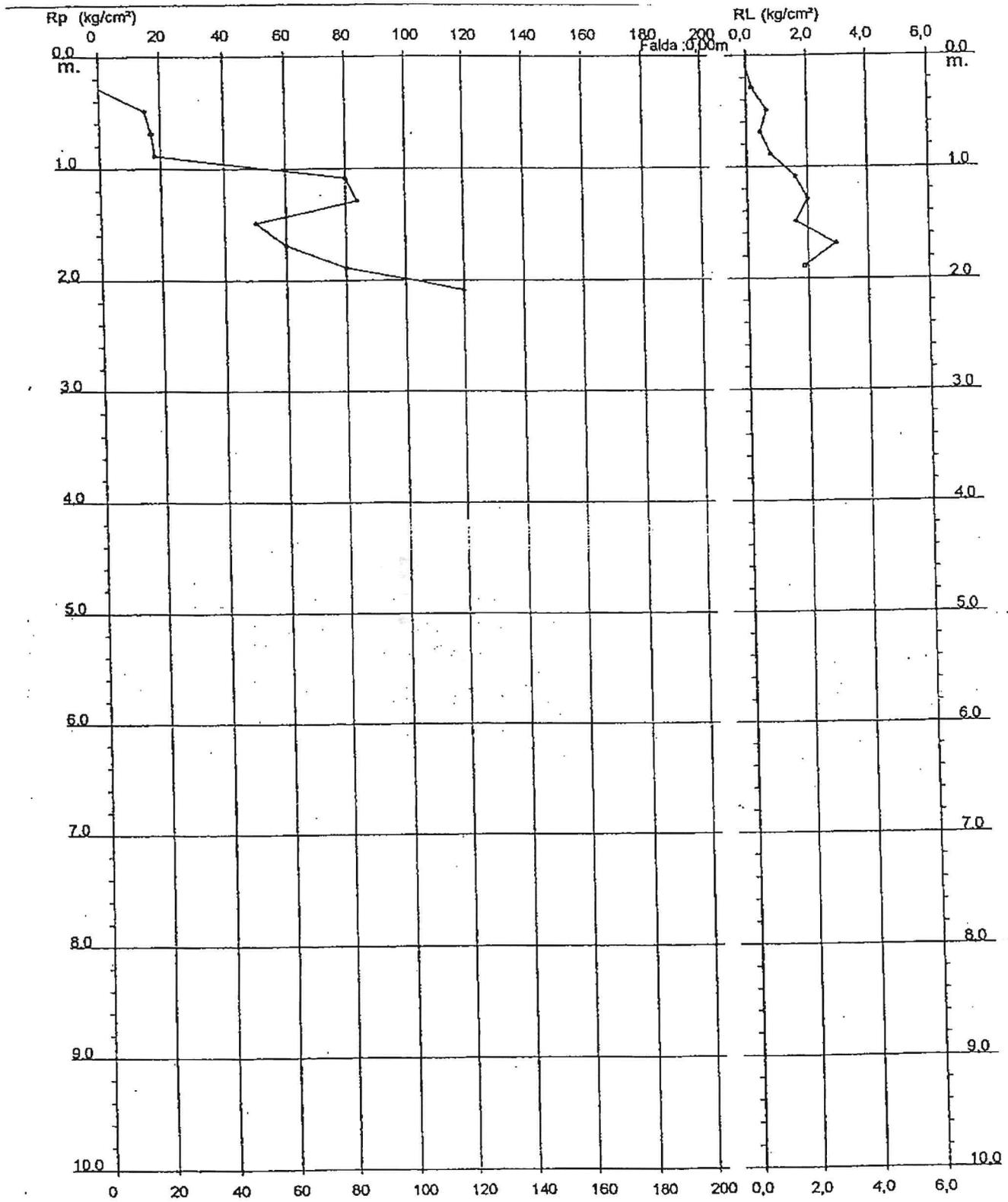
Nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni frequenti e poco frequenti la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla l.r. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino. La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della l.r.41/2018.

F2s

Nelle aree caratterizzate da **pericolosità sismica media** (S2) non è necessario indicare condizioni di attuazione per la fase attuativa o progettuale degli interventi.

ALL. 16 INDAGINI GEOGNOSTICHE E SISMICHE DI RIFERIMENTO





Dott. Geologo Graziano Graziani
Via Enaudi, 1 - 57018 Vada (Livorno)
Tel. 0586-787695 Cell. 0368-3839596

Riferimento: pp1-96

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA**

n° 1

- indagine : Costruzione fabbricato
- cantiere : Via Matteotti
- località : Perignano (PI)
- note :
- data : 19/02/2086
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 1,80 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta	N(colpi r) asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta
0,00 - 0,10	2	11,1	1	1	3,50 - 3,60	15	68,2	4
0,10 - 0,20	4	22,2	1	1	3,60 - 3,70	15	68,2	4
0,20 - 0,30	5	27,8	1	1	3,70 - 3,80	15	68,2	4
0,30 - 0,40	4	22,2	1	1	3,80 - 3,90	14	63,6	4
0,40 - 0,50	2	11,1	1	1	3,90 - 4,00	17	77,3	4
0,50 - 0,60	3	16,7	1	1	4,00 - 4,10	19	81,4	5
0,60 - 0,70	1	5,6	1	1	4,10 - 4,20	21	90,0	5
0,70 - 0,80	1	5,6	1	1	4,20 - 4,30	15	64,3	5
0,80 - 0,90	1	5,6	1	1	4,30 - 4,40	15	64,3	5
0,90 - 1,00	3	16,7	1	1	4,40 - 4,50	17	64,3	5
1,00 - 1,10	1	5,2	2	2	4,50 - 4,60	17	72,9	5
1,10 - 1,20	4	20,7	2	2	4,60 - 4,70	19	81,4	5
1,20 - 1,30	3	15,5	2	2	4,70 - 4,80	21	90,0	5
1,30 - 1,40	3	15,5	2	2	4,80 - 4,90	22	94,3	5
1,40 - 1,50	2	10,3	2	2	4,90 - 5,00	21	90,0	5
1,50 - 1,60	4	20,7	2	2	5,00 - 5,10	20	81,1	6
1,60 - 1,70	2	10,3	2	2	5,10 - 5,20	20	81,1	6
1,70 - 1,80	9	46,6	2	2	5,20 - 5,30	20	81,1	6
1,80 - 1,90	5	25,9	2	2	5,30 - 5,40	17	88,9	6
1,90 - 2,00	1	5,2	2	2	5,40 - 5,50	15	60,8	6
2,00 - 2,10	1	4,8	3	3	5,50 - 5,60	15	60,8	6
2,10 - 2,20	1	4,8	3	3	5,60 - 5,70	14	56,8	6
2,20 - 2,30	1	4,8	3	3	5,70 - 5,80	14	56,8	6
2,30 - 2,40	1	4,8	3	3	5,80 - 5,90	14	56,8	6
2,40 - 2,50	2	9,7	3	3	5,90 - 6,00	14	56,8	6
2,50 - 2,60	4	19,4	3	3	6,00 - 6,10	13	50,0	7
2,60 - 2,70	5	24,2	3	3	6,10 - 6,20	12	46,2	7
2,70 - 2,80	6	29,0	3	3	6,20 - 6,30	12	46,2	7
2,80 - 2,90	7	33,9	3	3	6,30 - 6,40	12	46,2	7
2,90 - 3,00	8	38,7	3	3	6,40 - 6,50	16	61,5	7
3,00 - 3,10	10	45,5	4	4	6,50 - 6,60	14	53,6	7
3,10 - 3,20	11	50,0	4	4	6,60 - 6,70	14	53,6	7
3,20 - 3,30	13	59,1	4	4	6,70 - 6,80	17	85,4	7
3,30 - 3,40	14	63,6	4	4	6,80 - 6,90	18	89,2	7
3,40 - 3,50	13	59,1	4	4	6,90 - 7,00	17	85,4	7

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4
- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m - A (area punta)= 10,00 cm² - D(diam. punta)= 35,70 mm
- Numero Colpi Punta N = N(10) [δ = 10 cm]
- Uso rivestimento / larghi iniezione : NO

Software: D.C.M.S.I.L. - PERIGNANO

Dott. Geologo Graziano Graziani
Via Enaudi, 1 - 57018 Vada (Livorno)
Tel. 0586-787695 Cell. 0368-3839596

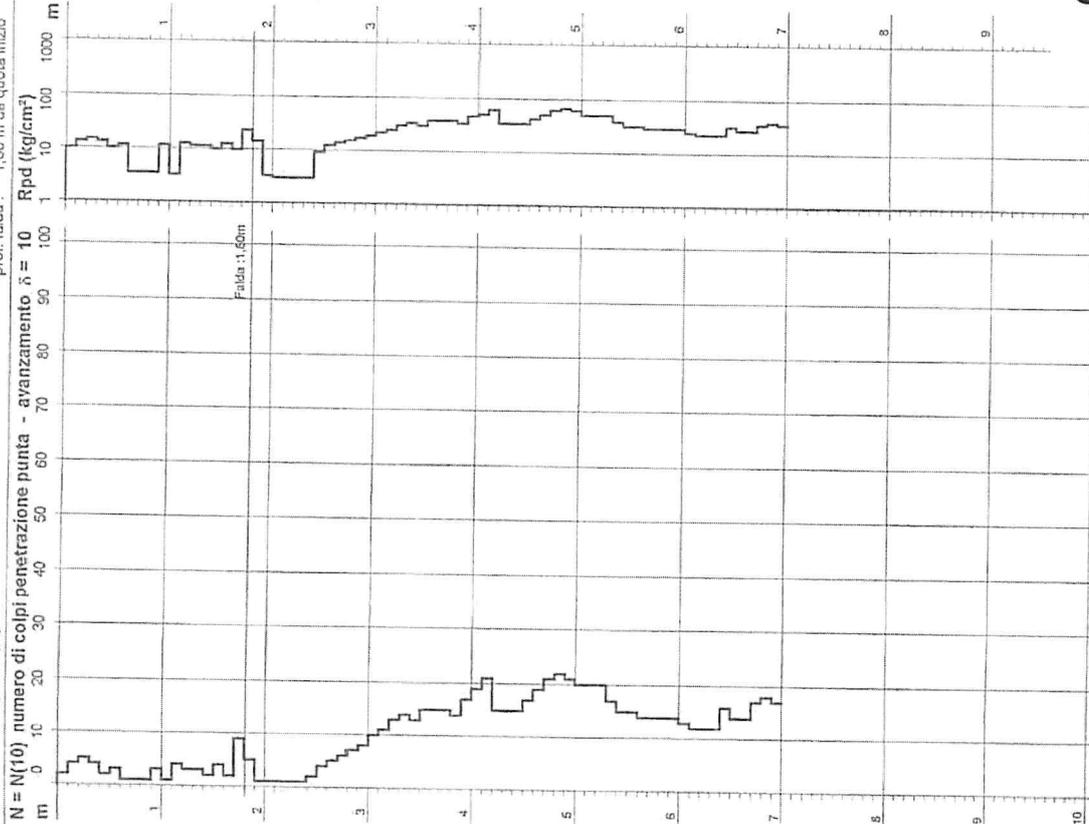
Riferimento: pp1-96

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° 1

Scala 1:50

- indagine : Costruzione fabbricato
- cantiere : Via Matteotti
- località : Perignano (PI)
- data : 19/02/2096
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 1,80 m da quota inizio



N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 10 Rpd (kg/cm²)

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4
- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m - A (area punta)= 10,00 cm² - D(diam. punta)=
- Numero Colpi Punta N = N(10) [δ = 10 cm]
- Uso rivestimento / larghi iniezione : NO

Software: D.C.M.S.I.L. - PERIGNANO

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 2

- indagine : Costruzione fabbricato
- cantiere : Via Matteotti
- località : Perignano (PI)
- note :
- data : 19/02/2095
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 2,50 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r) asta
0,00 - 0,10	1	5,6	1	3,50 - 3,60	5	22,7	4
0,10 - 0,20	1	5,6	1	3,60 - 3,70	6	27,3	4
0,20 - 0,30	6	33,3	1	3,70 - 3,80	5	22,7	4
0,30 - 0,40	6	33,3	1	3,80 - 3,90	5	22,7	4
0,40 - 0,50	5	27,8	1	3,90 - 4,00	5	22,7	4
0,50 - 0,60	3	16,7	1	4,00 - 4,10	4	17,1	5
0,60 - 0,70	3	16,7	1	4,10 - 4,20	4	17,1	5
0,70 - 0,80	3	16,7	1	4,20 - 4,30	5	21,4	5
0,80 - 0,90	8	44,4	1	4,30 - 4,40	5	21,4	5
0,90 - 1,00	7	39,9	1	4,40 - 4,50	5	21,4	5
1,00 - 1,10	6	31,0	2	4,50 - 4,60	7	30,0	5
1,10 - 1,20	4	20,7	2	4,60 - 4,70	8	34,3	5
1,20 - 1,30	3	15,5	2	4,70 - 4,80	10	42,9	5
1,30 - 1,40	2	10,3	2	4,80 - 4,90	11	47,1	5
1,40 - 1,50	5	25,9	2	4,90 - 5,00	11	47,1	5
1,50 - 1,60	4	20,7	2	5,00 - 5,10	13	52,7	6
1,60 - 1,70	3	15,5	2	5,10 - 5,20	14	56,8	6
1,70 - 1,80	2	10,3	2	5,20 - 5,30	14	56,8	6
1,80 - 1,90	3	15,5	2	5,30 - 5,40	14	56,8	6
1,90 - 2,00	1	5,2	2	5,40 - 5,50	15	60,8	6
2,00 - 2,10	2	9,7	3	5,50 - 5,60	16	64,9	6
2,10 - 2,20	3	14,5	3	5,60 - 5,70	18	73,0	6
2,20 - 2,30	4	19,4	4	5,70 - 5,80	19	77,0	6
2,30 - 2,40	1	4,8	3	5,80 - 5,90	18	73,0	6
2,40 - 2,50	1	4,8	3	5,90 - 6,00	17	58,9	6
2,50 - 2,60	1	4,8	3	6,00 - 6,10	19	73,1	7
2,60 - 2,70	1	4,8	3	6,10 - 6,20	22	94,6	7
2,70 - 2,80	1	4,8	3	6,20 - 6,30	21	90,8	7
2,80 - 2,90	1	4,8	3	6,30 - 6,40	22	94,6	7
2,90 - 3,00	3	14,5	3	6,40 - 6,50	23	98,5	7
3,00 - 3,10	3	13,6	4	6,50 - 6,60	21	90,8	7
3,10 - 3,20	3	13,6	4	6,60 - 6,70	22	94,6	7
3,20 - 3,30	3	13,6	4	6,70 - 6,80	19	73,1	7
3,30 - 3,40	4	18,2	4	6,80 - 6,90	18	59,2	7
3,40 - 3,50	5	22,7	4	6,90 - 7,00	21	80,8	7

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4
- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m - A (area punta)= 10,00 cm² - D (diam. punta)= 35,70 mm
- Numero Colpi Punta N = N(10) [δ = 10 cm]
- Uso investimento / fanghi iniezione : NO

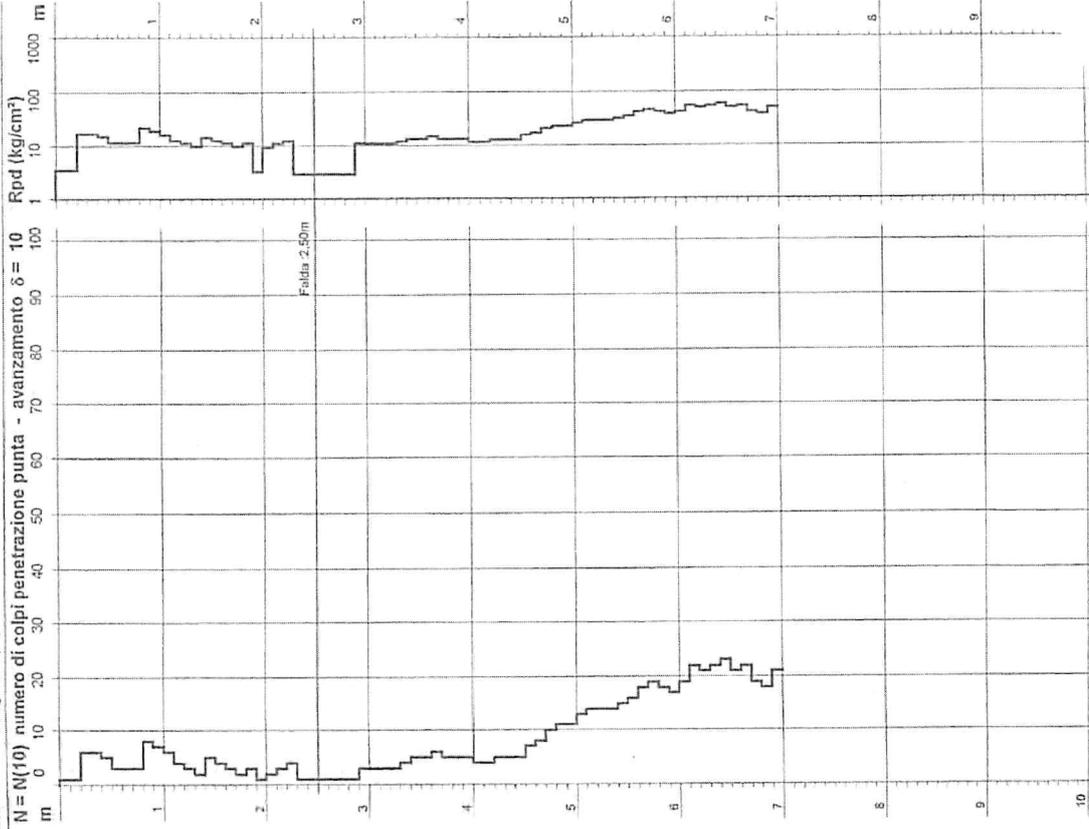
Software: D. G. MENZONI - 0422/91002

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1:50

- indagine : Costruzione fabbricato
- cantiere : Via Matteotti
- località : Perignano (PI)
- data : 19/02/2096
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : 2,50 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : TG 30-20 4x4
- M (massa battente)= 30,00 kg - H (altezza caduta)= 0,20 m - A (area punta)= 10,00 cm² - D (diam. punta)= 3
- Numero Colpi Punta N = N(10) [δ = 10 cm]
- Uso investimento / fanghi iniezione : NO

Software: D. G. MENZONI - 0422/91002

Dott. Geologo Graziano Graziani
Via Einaudi, 1 - 57018 Vada (Livorno)
Tel. 0586-787695 Cell. 0368-3839396

Rifer. PE1-99

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 2

2.010496-357

- committente : Impresa F.lli Testi & Dolfi
- lavoro : Costruzione edificio
- località : Perignano (PI)
- note :
- data : 07/10/1999
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof. m	RP/10 kg/cm ²	RL/10 kg/cm ²	Qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	Qc/fs	Prof. m	RP/10 kg/cm ²	RL/10 kg/cm ²	Qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	Qc/fs
0,20	---	---	---	---	---	3,60	11,5	24,5	23,0	2,27	10,0
0,40	---	---	4,40	---	---	4,00	15,0	32,0	30,0	2,13	14,0
0,60	9,0	42,0	18,0	2,67	7,0	4,20	14,0	30,0	28,0	1,40	20,0
0,80	20,0	40,0	40,0	1,20	33,0	4,40	10,0	20,5	20,0	0,93	21,0
1,00	54,0	63,0	108,0	1,33	81,0	4,60	12,0	19,0	24,0	0,80	30,0
1,20	50,0	60,0	100,0	1,73	58,0	4,80	14,0	20,0	28,0	0,73	38,0
1,40	25,0	38,0	50,0	1,20	42,0	5,00	13,0	18,5	26,0	0,73	35,0
1,60	15,0	24,0	30,0	0,73	41,0	5,20	13,5	19,0	27,0	0,93	29,0
1,80	8,5	14,0	17,0	0,53	32,0	5,40	15,0	22,0	30,0	0,87	35,0
2,00	6,0	10,0	12,0	0,53	22,0	5,60	14,5	21,0	29,0	1,07	27,0
2,20	4,5	8,5	9,0	0,60	15,0	5,80	17,0	25,0	34,0	1,20	28,0
2,40	3,0	7,5	6,0	0,93	6,0	6,00	18,5	27,5	37,0	0,93	40,0
2,60	2,0	4,0	4,0	0,67	6,0	6,20	18,0	35,0	36,0	2,13	17,0
2,80	5,5	10,5	11,0	0,87	16,0	6,40	20,0	36,0	40,0	2,27	18,0
3,00	4,5	9,5	9,0	0,53	17,0	6,60	23,0	40,0	48,0	2,20	21,0
3,20	6,0	10,0	12,0	1,73	7,0	6,80	21,5	38,0	43,0	2,67	16,0
3,40	12,0	25,0	24,0	1,93	12,0	7,00	24,0	44,0	48,0	---	---
3,60	13,5	28,0	27,0	1,73	16,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 51 - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE C1 = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann α = 35,7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

Dott. Geologo Graziano Graziani
Via Einaudi, 1 - 57018 Vada (Livorno)
Tel. 0586-787695 Cell. 0368-3839396

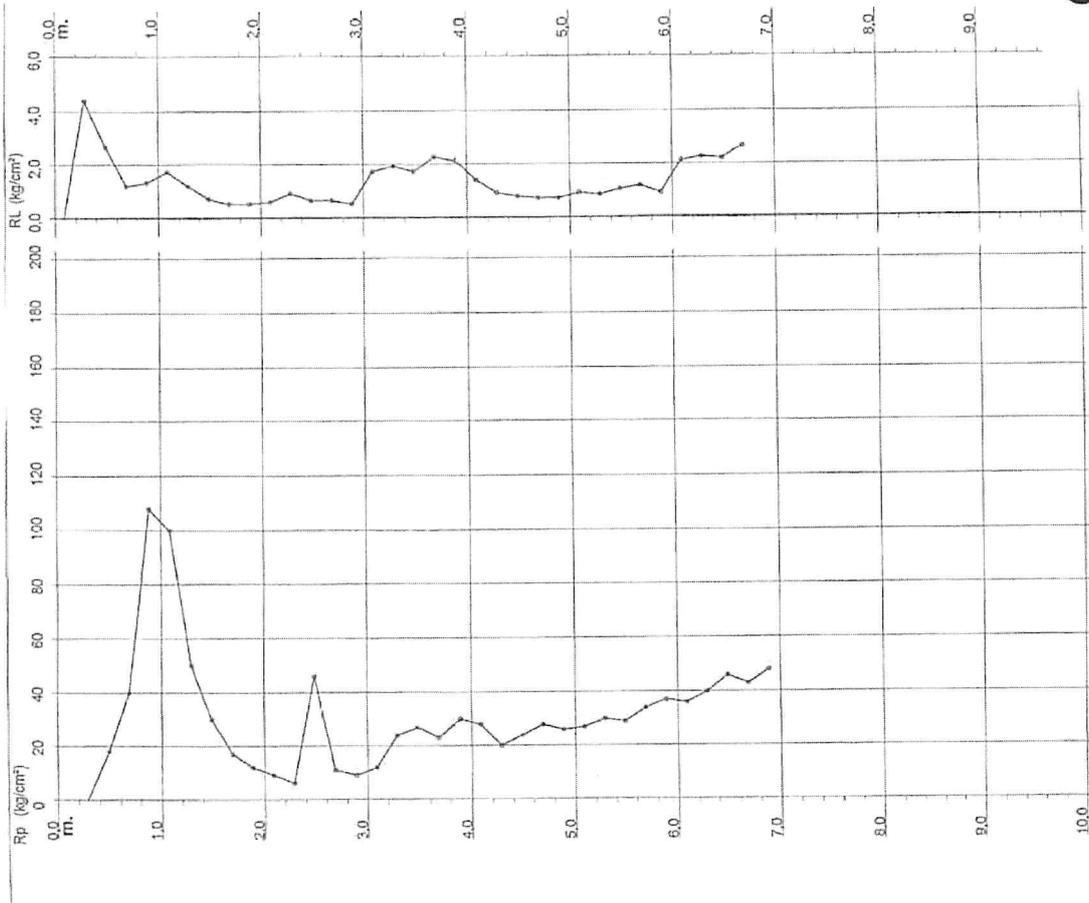
Rifer. PE1-99

**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2

2.010496-357

- committente : Impresa F.lli Testi & Dolfi
- lavoro : Costruzione edificio
- località : Perignano (PI)
- data : 07/10/1999
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert. : 1 : 50



Profondità (m)	Livello della falda -3,43			Parametri meccanici del terreno (Semi 1979)		Parametri meccanici del terreno (Geoprobe 1988)	
	Livello A	Livello B	Livello T	Dr	Cu	Dr	Cu
0,2	100	100	100	0,2	30,0	25,7	20%
0,4	60	100	150	0,2	8,8	0,5	0,042
0,6	70	190	190	0,8	8,8	0,036	25,0
0,8	190	310	380	7	0,5	0,036	20%
1,0	400	480	590	19	0,5	0,013	27,0
1,2	470	690	870	40	1,5	0,008	#####
1,4	1380	2390	2560	47	27,3	0,005	1,6
1,6	980	1830	2940	6,9	6,8	0,005	3,1
1,8	930	1970	3030	136	24,0	0,004	6,8
2,0	730	1270	2470	8,9	14,1	0,004	4,9
2,2	340	760	1930	3,6	25,8	0,005	3,7
2,4	240	440	1540	2,8	26,1	0,010	2,9
2,6	350	480	1120	2,0	25,5	0,014	1,4
2,8	350	650	1230	3,5	17,5	0,010	1,8
3,0	370	690	1380	3,5	18,1	0,010	1,5
3,2	330	540	1480	3,7	26,4	0,009	1,7
3,4	490	700	1610	4,9	23,6	0,007	2,5
3,6	580	1010	1810	2,9	17,1	0,010	2,5
3,8	1530	1820	1830	5,8	2,6	0,004	2,9
4,0	1780	2190	1960	2,7	56,0	0,004	2,9
4,2	430	870	2020	2,9	60,7	0,006	2,9
4,4	340	680	2160	4,3	19,0	0,011	2,2
4,6	290	680	2280	3,4	2,3	0,010	1,4
4,8	490	640	2280	2,9	26,8	0,011	2,2
5,0	250	480	1870	1,0	29,0	0,011	1,4
5,2	180	300	1420	1,5	32,0	0,007	1,4
5,4	180	280	920	0,7	34,1	0,013	0,9
5,6	240	380	580	1,9	25,7	0,014	0,9
5,8	190	330	630	0,9	25,7	0,013	0,9
6,0	320	420	780	0,7	28,5	0,010	1,0
6,2	500	700	960	1,3	24,0	0,013	1,0
6,4	570	790	1280	1,5	34,1	0,010	1,6
6,6	630	970	1580	2,3	25,1	0,006	2,3
6,8	690	1060	1630	2,5	26,8	0,005	2,5
7,0	790	1280	1710	3,3	20,7	0,005	2,5
7,2	590	1130	1780	6,9	21,9	0,004	3,5
7,4	550	950	1850	7,9	3,6	0,004	3,5
7,6	340	780	1800	5,5	21,9	0,004	4,0
7,8	300	600	1820	2,9	18,8	0,006	3,0
8,0	320	610	1730	2,3	15,0	0,006	2,8
8,2	370	680	1660	2,0	17,0	0,010	1,7
8,4	370	680	1660	3,0	14,1	0,010	1,7
8,6	380	760	1600	2,1	15,5	0,013	1,5
8,8	410	710	1700	2,5	15,0	0,013	1,5
9,0	330	680	1800	2,0	19,5	0,011	1,9
9,2	360	620	1900	4,1	17,6	0,008	2,0
9,4	340	550	2000	1,7	19,0	0,010	2,1
9,6	290	470	2100	1,4	25,7	0,010	1,7
				1,2	28,3	0,010	1,4
					26,9	0,010	1,4
					51%		51%

GEOPROBE S.p.A.
 IL SUO
 UNIFARI

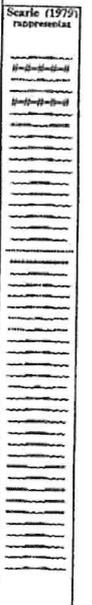
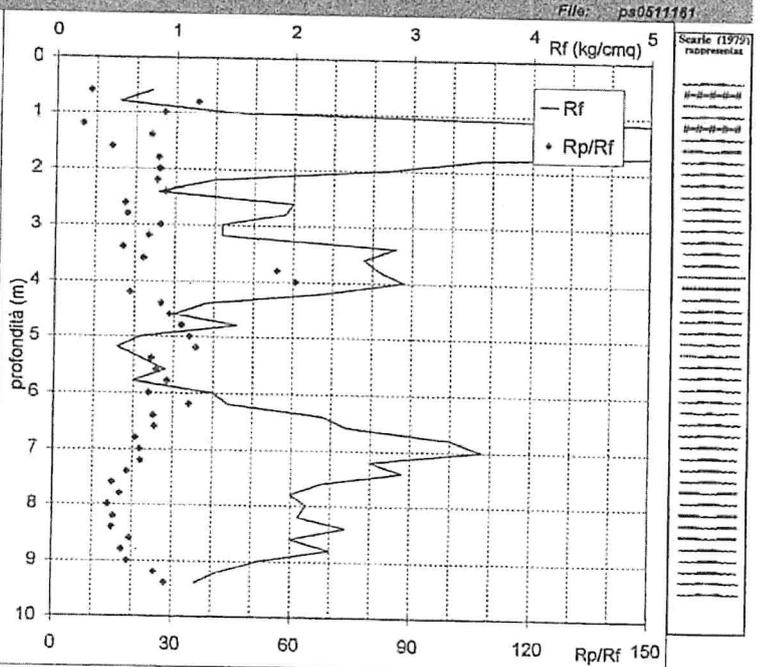
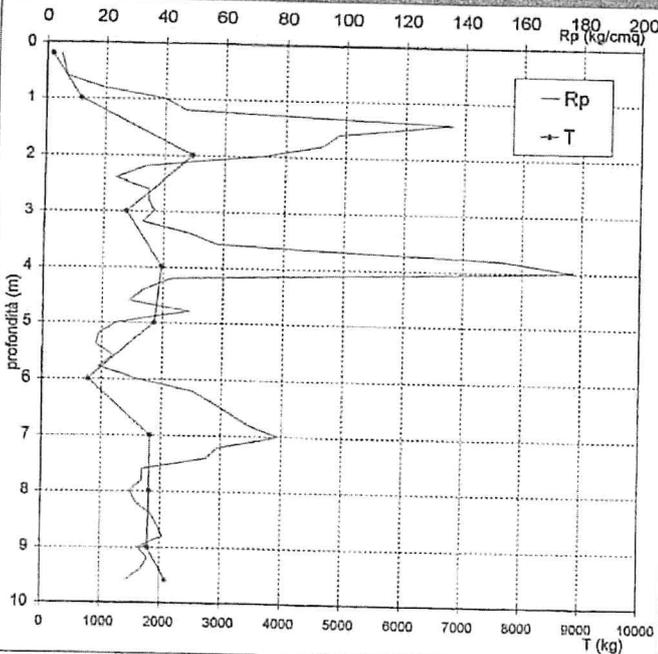
Prova penetrometrica statica

Prova N°1

Geoprobe S.a.s.

Comitente: Studio ass. Mancini - Della Santina
 Località: Perignano - PI

Data: 16/11/2005
 File: ps0511161



GEOPROBE S.p.A.
 IL SUO
 UNIFARI

Studio ass. Nencini - Della Santina
Perignano - PI

Data: 18/11/2005
File: ps051162

Quota: p.c.	Livello della rida -3,78			Parametri meccanici del terreno			
	Lettura di campagna	T	Rp	Rf	Dr	Cu	mv
profond. A	B	T	Rp	Rf	Dr	Cu	mv
120	180	180	12	0,3	45,0	28,9	20%
0,4	190	240	19	0,5	35,6	27,7	39%
0,6	190	270	330	19	31,7	27,0	39%
1	620	710	960	2,6	23,8	26,6	62%
1,2	820	1210	1530	8,2	4,1	19,8	---
1,4	1180	1800	2280	4,1	22,4	---	---
1,8	1140	1930	3120	5,3	29,0	28,8	73%
1,8	1350	1940	2980	11,4	23,0	---	---
2	1110	1980	2720	5,9	18,9	---	---
2,2	940	1820	2460	11,1	14,9	---	---
2,4	830	1380	2220	9,4	26,6	27,8	69%
2,6	690	2050	34	3,5	35,6	28,9	67%
2,8	340	690	2050	3,4	15,5	---	---
3	420	790	2240	2,5	15,4	---	---
3,2	420	780	2360	4,2	17,5	---	---
3,4	820	1210	2480	2,4	16,2	---	---
3,6	1570	2120	2510	2,6	22,4	---	---
3,8	1280	1950	2420	3,7	35,1	30,8	80%
4	1120	2040	2260	4,5	35,1	---	---
4,2	580	870	2040	6,1	20,9	---	---
4,4	790	1120	1630	1,9	57,9	33,5	61%
4,6	540	860	1710	2,3	65,7	---	---
4,8	790	1120	1630	4,5	13,0	---	---
5	230	450	1420	2,9	0,007	---	---
5,2	380	430	1210	5,1	0,003	---	---
5,4	510	560	960	0,006	0,004	---	---
5,6	200	370	700	3,3	0,004	---	---
5,8	430	580	880	1,0	0,020	---	---
6	510	750	1120	2,0	0,008	---	---
6,2	430	580	880	0,008	0,014	---	---
6,4	730	1160	1380	2,0	0,007	---	---
6,6	740	1230	1640	2,9	0,005	---	---
6,8	650	1270	1730	3,0	0,005	---	---
7	530	1210	1820	3,3	0,006	---	---
7,2	1380	1970	2160	2,7	0,008	---	---
7,4	1940	2350	2570	0,005	0,005	32,7	64%
7,6	2500	3000	3000	0,003	0,003	38,1	62%
7,8	430	780	2450	1,0	0,008	27,2	56%
8	250	480	2310	0,013	0,013	---	---
8,2	230	400	2180	0,9	0,014	---	---
8,4	230	400	2020	1,2	0,017	---	---
8,6	280	500	1840	1,4	0,012	---	---
8,8	380	580	1950	1,8	0,009	---	---
9	440	730	2120	1,8	0,008	---	---
9,2	470	880	2340	2,2	0,008	---	---
9,4	370	830	2560	2,4	0,009	---	---
9,6	290	670	2730	1,9	0,011	---	---

GEOPROBE S.A.S.
SOCIETÀ A RESPONSABILITÀ LIMITATA

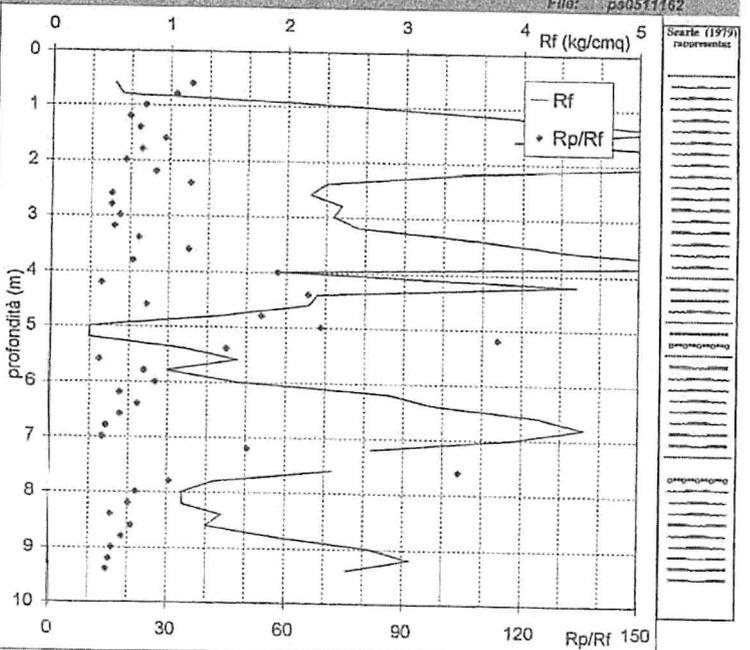
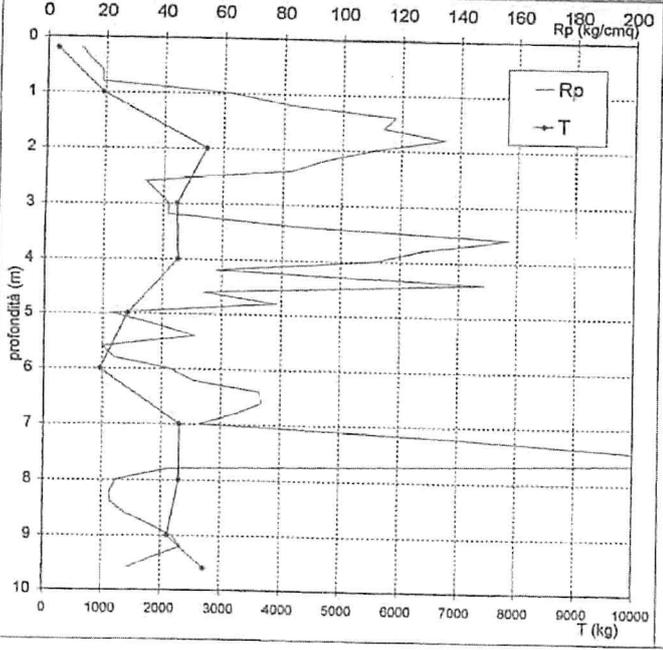
Prova penetrometrica statica

Prova N°2

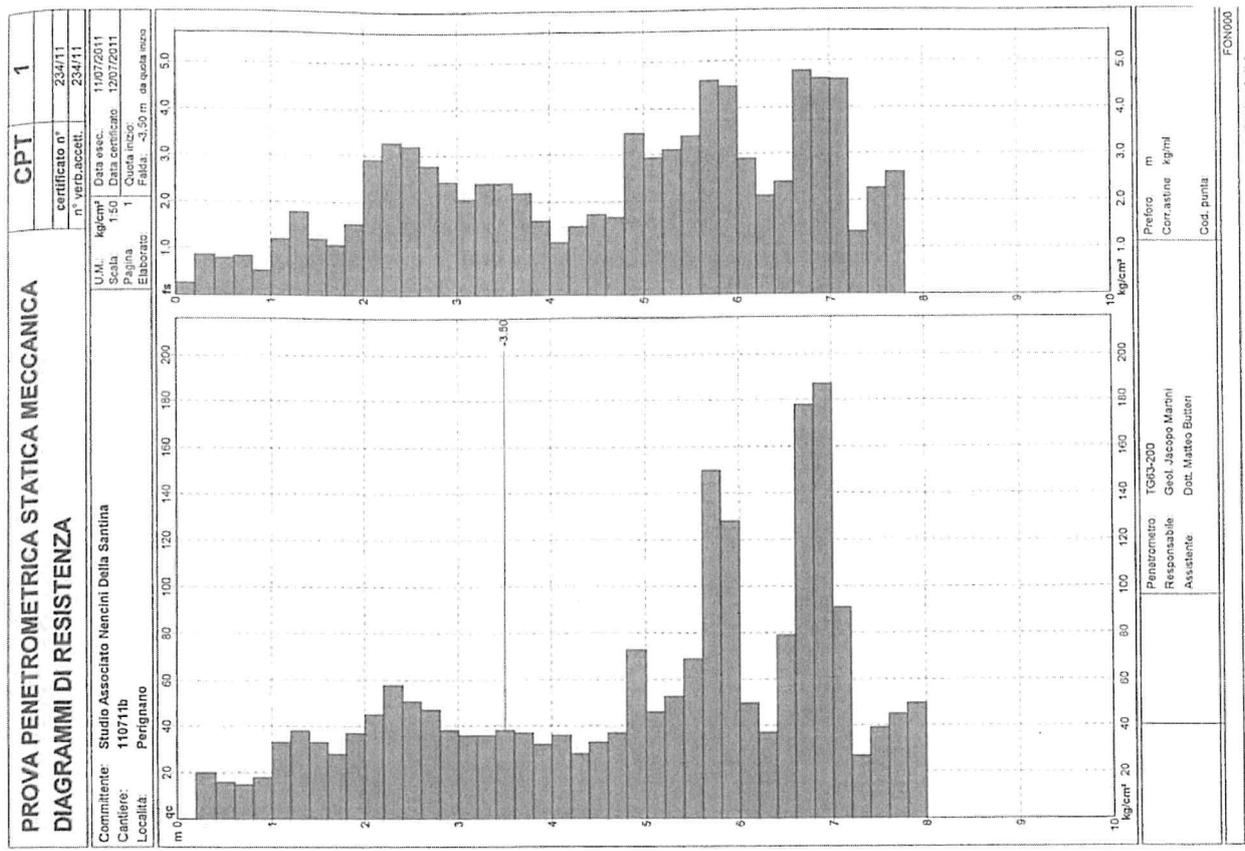
Geoprobe S.a.s.

Committente: Studio ass. Nencini - Della Santina
Località: Perignano - PI

Data: 18/11/2005
File: ps051162



GEOPROBE S.A.S.
SOCIETÀ A RESPONSABILITÀ LIMITATA



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI

Committere: Studio Associato Nencini Della Santina
Cantiere: 1107/11b
Località: Perignano

U.M. kg/cm²
Scala 1:50
Data esec. 11/07/2011
Data certificato 12/07/2011
Pagina 1
Elaborato 1
Quota inizio: Fald. -3,50 m da quota inizio

CPT 1

certificato n° 234/11
n° verb.acct. 234/11

H	L1	L2	L1	L2	H	H	RF	RF	F	F	fs	fs	qe	qe	fs	fs	RF	RF
m	m	m	m	m	m	m	%	%	kg/cm ²	%	%							
0,20	0,0	0,0	0	0	0,00	0,27	0	0	0	0,27	0,27	0,27	0	0	0,27	0,27	0	0
0,40	20,0	24,0	0	0	20,00	0,87	23	4,4	23	0,87	0,87	0,87	0	0	0,87	0,87	23	4,4
0,60	16,0	26,0	0	0	16,00	0,80	20	5,0	20	0,80	0,80	0,80	0	0	0,80	0,80	20	5,0
0,80	11,0	36,0	0	0	11,00	0,55	34	7,7	34	0,55	0,55	0,55	0	0	0,55	0,55	34	7,7
1,00	6,0	46,0	0	0	6,00	0,35	58	12,2	58	0,35	0,35	0,35	0	0	0,35	0,35	58	12,2
1,20	1,0	56,0	0	0	1,00	0,20	90	20,0	90	0,20	0,20	0,20	0	0	0,20	0,20	90	20,0
1,40	38,0	56,0	0	0	38,00	1,80	21	4,7	21	1,80	1,80	1,80	0	0	1,80	1,80	21	4,7
1,60	33,0	56,0	0	0	33,00	1,20	28	3,8	28	1,20	1,20	1,20	0	0	1,20	1,20	28	3,8
1,80	28,0	56,0	0	0	28,00	0,80	35	3,0	35	0,80	0,80	0,80	0	0	0,80	0,80	35	3,0
2,00	37,0	53,0	0	0	37,00	1,53	24	4,1	24	1,53	1,53	1,53	0	0	1,53	1,53	24	4,1
2,20	45,0	66,0	0	0	45,00	2,91	15	6,5	15	2,91	2,91	2,91	0	0	2,91	2,91	15	6,5
2,40	59,0	107,0	0	0	59,00	5,38	18	6,7	18	5,38	5,38	5,38	0	0	5,38	5,38	18	6,7
2,60	77,0	137,0	0	0	77,00	7,77	16	6,7	16	7,77	7,77	7,77	0	0	7,77	7,77	16	6,7
2,80	47,0	89,0	0	0	47,00	2,78	17	5,9	17	2,78	2,78	2,78	0	0	2,78	2,78	17	5,9
3,00	38,0	75,0	0	0	38,00	2,43	15	6,4	15	2,43	2,43	2,43	0	0	2,43	2,43	15	6,4
3,20	35,0	81,0	0	0	35,00	2,07	17	5,9	17	2,07	2,07	2,07	0	0	2,07	2,07	17	5,9
3,40	36,0	87,0	0	0	36,00	2,16	17	5,9	17	2,16	2,16	2,16	0	0	2,16	2,16	17	5,9
3,60	38,0	74,0	0	0	38,00	2,40	16	6,3	16	2,40	2,40	2,40	0	0	2,40	2,40	16	6,3
3,80	37,0	73,0	0	0	37,00	2,20	17	5,9	17	2,20	2,20	2,20	0	0	2,20	2,20	17	5,9
4,00	32,0	65,0	0	0	32,00	1,90	20	5,0	20	1,90	1,90	1,90	0	0	1,90	1,90	20	5,0
4,20	26,0	56,0	0	0	26,00	1,43	25	5,1	25	1,43	1,43	1,43	0	0	1,43	1,43	25	5,1
4,40	33,0	55,0	0	0	33,00	1,75	19	5,2	19	1,75	1,75	1,75	0	0	1,75	1,75	19	5,2
4,60	37,0	62,0	0	0	37,00	1,67	22	4,5	22	1,67	1,67	1,67	0	0	1,67	1,67	22	4,5
4,80	73,0	58,0	0	0	73,00	3,80	11	5,1	11	3,80	3,80	3,80	0	0	3,80	3,80	11	5,1
5,00	73,0	58,0	0	0	73,00	3,80	11	5,1	11	3,80	3,80	3,80	0	0	3,80	3,80	11	5,1
5,20	73,0	58,0	0	0	73,00	3,80	11	5,1	11	3,80	3,80	3,80	0	0	3,80	3,80	11	5,1
5,40	25,0	100,0	0	0	25,00	3,11	17	5,9	17	3,11	3,11	3,11	0	0	3,11	3,11	17	5,9
5,60	89,0	139,0	0	0	89,00	3,40	20	4,9	20	3,40	3,40	3,40	0	0	3,40	3,40	20	4,9
5,80	150,0	201,0	0	0	150,00	4,80	33	3,1	33	4,80	4,80	4,80	0	0	4,80	4,80	33	3,1
6,00	150,0	201,0	0	0	150,00	4,80	33	3,1	33	4,80	4,80	4,80	0	0	4,80	4,80	33	3,1
6,20	150,0	201,0	0	0	150,00	4,80	33	3,1	33	4,80	4,80	4,80	0	0	4,80	4,80	33	3,1
6,40	150,0	201,0	0	0	150,00	4,80	33	3,1	33	4,80	4,80	4,80	0	0	4,80	4,80	33	3,1
6,60	150,0	201,0	0	0	150,00	4,80	33	3,1	33	4,80	4,80	4,80	0	0	4,80	4,80	33	3,1
6,80	150,0	201,0	0	0	150,00	4,80	33	3,1	33	4,80	4,80	4,80	0	0	4,80	4,80	33	3,1
7,00	150,0	201,0	0	0	150,00	4,80	33	3,1	33	4,80	4,80	4,80	0	0	4,80	4,80	33	3,1
7,20	150,0	201,0	0	0	150,00	4,80	33	3,1	33	4,80	4,80	4,80	0	0	4,80	4,80	33	3,1
7,40	150,0	201,0	0	0	150,00	4,80	33	3,1	33	4,80	4,80	4,80	0	0	4,80	4,80	33	3,1
7,60	150,0	201,0	0	0	150,00	4,80	33	3,1	33	4,80	4,80	4,80	0	0	4,80	4,80	33	3,1
7,80	150,0	201,0	0	0	150,00	4,80	33	3,1	33	4,80	4,80	4,80	0	0	4,80	4,80	33	3,1
8,00	150,0	201,0	0	0	150,00	4,80	33	3,1	33	4,80	4,80	4,80	0	0	4,80	4,80	33	3,1

Penetrometro TG93-200
Responsabile Geol. Jacopo Marini
Assistente Dott. Matteo Butti

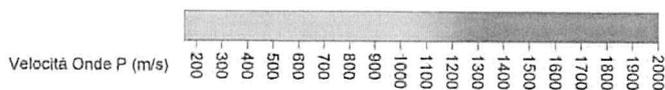
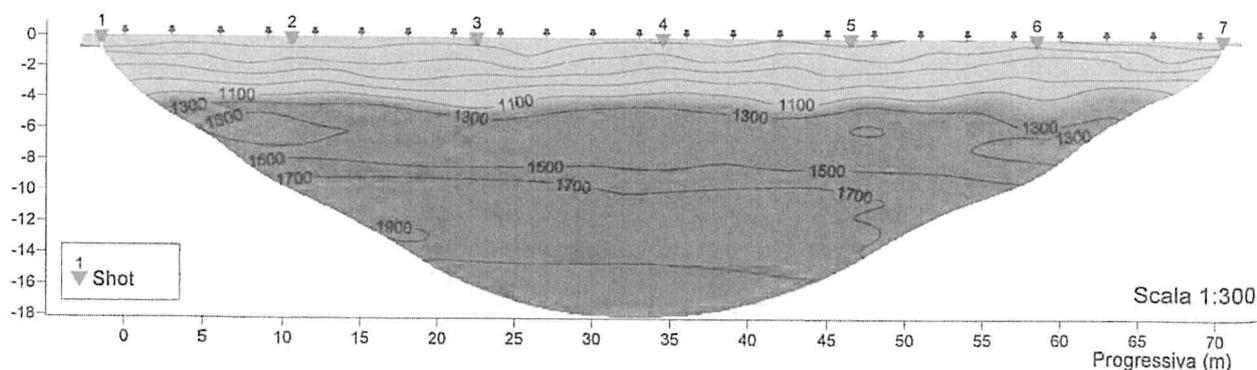
Preforo m
Corrastine kg/ml
Cod. punta:

FOU000 Pagina 5 di 8



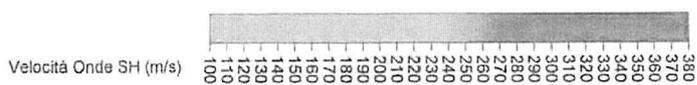
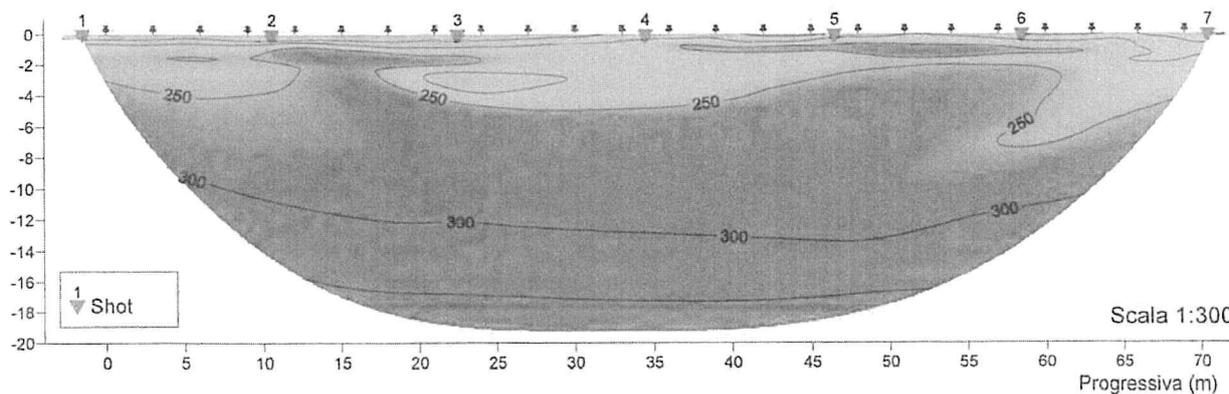
PROFILO SISMO-TOMOGRAFICO LINE 1_P

Località: Perignano
Data: Marzo 2011



PROFILO SISMO-TOMOGRAFICO LINE 1_SH

Località: Perignano
Data: Marzo 2011



PENETRATIO s.n.c.

di Lotti Giuseppe e Gian Paolo
Via P.Maioli 37, 56028 San Miniato (PI)
tel.0571418116
PEC: penetratiosnc@lamiapec.it

Rif.	7	2019
------	---	------

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 1

committente:	COMUNE DI LARI	data:	19/07/18
cantiere:	VIA MATTEOTTI	profondità prova:	13,60
località:	PERIGNANO	quota inizio:	p.c.
operatore:	Geol. G. Lotti P. Gian	profondità falda:	

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Penetrometro: statico/dinamico PAGANI TG 63-200 da 20 ton, autoancorante

Sistema di ancoraggio: aste elicoidali di serie (mm) Ø100x750

Sistema di misura: cella di carico AEP con visualizzatore Pagani

Punta: conica meccanica Ø 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)

Manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)

Velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)

Spinta massima rilevabile dalla cella di carico 200 kN

Passo di lettura 0,20 m



PENETRATIO s.n.c.

di Lotti Giuseppe e Giani Paolo
Via P.Maioli 37, 56028 San Miniato (PI)
tel.0571418116
PEC: penetratiosnc@lamiapec.it

Rif.	7	2019
------	---	------

PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT 2

committente:	COMUNE DI LARI	data:	19/07/18
cantiere:	VIA MATTEOTTI	profondità prova:	1,80
località:	PERIGNANO	quota inizio:	p.c.
operatore:	Geol. G. Lotti P. Giani	profondità falda:	

CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Penetrometro: statico/dinamico PAGANI TG 63-200 da 20 ton, autoancorante

Sistema di ancoraggio: aste elicoidali di serie (mm) Ø100x750

Sistema di misura: cella di carico AEP con visualizzatore Pagani

Punta: conica meccanica Ø 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)

Manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (Ø 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)

Velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)

Spinta massima rilevabile dalla cella di carico 200 kN

Passo di lettura 0,20 m



LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha= 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. = 150 cm^2)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow spinta) $C_t = \text{spinta (Kg)} / \text{LETTURA al manometro}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta} \quad q_c \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = L_1 \times C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale} \quad f_s \text{ (Kg / cm}^2\text{)} = (L_2 - L_1) \times C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale} \quad R_t \text{ (Kg)} = (L_t) \times C_t$$

$$q_c / f_s = \text{rapporto Begemann}$$

- L1. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L2. totale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- Lt. aste = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale f_s viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

$$1 \text{ kN (kiloNewton)} = 1000 \text{ N} \approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t} - 1 \text{ MN (megaNewton)} = 1000 \text{ kN} = 1000000 \text{ N} \approx 100 \text{ t}$$

$$1 \text{ kPa (kiloPascal)} = 1 \text{ kN/m}^2 = 0,001 \text{ MN/m}^2 = 0,001 \text{ MPa} \approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ MPa (MegaPascal)} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1000 \text{ kPa} \approx 100 \text{ t / m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} \approx 10 \text{ kN}$$

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: **$F = (q_c / f_s)$**

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = q_c / f_s$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di q_c e di $FR = (f_s / q_c) \%$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi

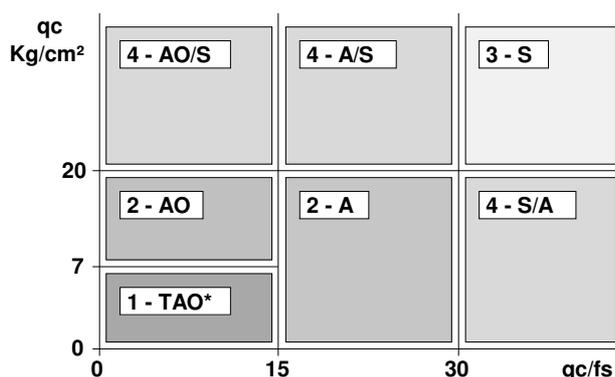
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto qc / fs (Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$qc \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(qc / fs) > 30$

$qc \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(qc / fs) < 30$



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ - qc - natura] (Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ)
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - qc]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}] (Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = indice plastico] Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - qc] E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico corrisp. al 50-25% (coefficiente di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente) (Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - qc - natura] (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni granulari N. C. - normalmente consolidati) [correlazioni : Dr - qc - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - qc - σ'_{vo}] (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media uniforme/ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa uniforme/ media ben gradata
 ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco limosa/ ghiaietto uniforme
- ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari) (g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : COMUNE DI LARI
- lavoro : REALIZZAZIONE DI PISTA CICLABILE
- località : VIA MATTEOTTI
- assist. cantiere :

- data : 19/07/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- falda : Falda non rilevata

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	7,00	15,0	26,0	15,0	0,67	22,0
0,40	----	----	--	0,60	----	7,20	15,0	25,0	15,0	1,00	15,0
0,60	6,0	15,0	6,0	1,07	6,0	7,40	17,0	32,0	17,0	0,93	18,0
0,80	22,0	38,0	22,0	0,27	82,0	7,60	22,0	36,0	22,0	0,80	27,0
1,00	9,0	13,0	9,0	0,40	22,0	7,80	13,0	25,0	13,0	1,13	11,0
1,20	8,0	14,0	8,0	0,40	20,0	8,00	17,0	34,0	17,0	0,53	32,0
1,40	7,0	13,0	7,0	0,40	17,0	8,20	12,0	20,0	12,0	0,67	18,0
1,60	6,0	12,0	6,0	0,33	18,0	8,40	10,0	20,0	10,0	0,53	19,0
1,80	6,0	11,0	6,0	0,60	10,0	8,60	9,0	17,0	9,0	0,40	22,0
2,00	22,0	31,0	22,0	0,27	82,0	8,80	8,0	14,0	8,0	0,20	40,0
2,20	9,0	13,0	9,0	0,53	17,0	9,00	13,0	16,0	13,0	0,80	16,0
2,40	11,0	19,0	11,0	0,80	14,0	9,20	31,0	43,0	31,0	0,80	39,0
2,60	13,0	25,0	13,0	1,00	13,0	9,40	29,0	41,0	29,0	1,27	23,0
2,80	19,0	34,0	19,0	1,33	14,0	9,60	36,0	55,0	36,0	0,60	60,0
3,00	36,0	56,0	36,0	2,20	16,0	9,80	13,0	22,0	13,0	0,87	15,0
3,20	33,0	66,0	33,0	1,93	17,0	10,00	12,0	25,0	12,0	0,40	30,0
3,40	10,0	39,0	10,0	1,00	10,0	10,20	14,0	20,0	14,0	0,93	15,0
3,60	7,0	22,0	7,0	0,27	26,0	10,40	17,0	31,0	17,0	1,07	16,0
3,80	9,0	13,0	9,0	0,33	27,0	10,60	33,0	49,0	33,0	0,67	49,0
4,00	10,0	15,0	10,0	0,53	19,0	10,80	16,0	26,0	16,0	0,87	18,0
4,20	8,0	16,0	8,0	0,73	11,0	11,00	40,0	53,0	40,0	0,87	46,0
4,40	8,0	19,0	8,0	0,60	13,0	11,20	16,0	29,0	16,0	1,27	13,0
4,60	5,0	14,0	5,0	0,33	15,0	11,40	17,0	36,0	17,0	1,20	14,0
4,80	6,0	11,0	6,0	0,33	18,0	11,60	25,0	43,0	25,0	0,87	29,0
5,00	7,0	12,0	7,0	0,40	17,0	11,80	31,0	44,0	31,0	1,47	21,0
5,20	6,0	12,0	6,0	0,27	22,0	12,00	31,0	53,0	31,0	1,40	22,0
5,40	6,0	10,0	6,0	0,33	18,0	12,20	29,0	50,0	29,0	1,47	20,0
5,60	7,0	12,0	7,0	0,33	21,0	12,40	31,0	53,0	31,0	1,67	19,0
5,80	9,0	14,0	9,0	0,47	19,0	12,60	30,0	55,0	30,0	1,20	25,0
6,00	10,0	17,0	10,0	0,47	21,0	12,80	23,0	41,0	23,0	1,27	18,0
6,20	17,0	24,0	17,0	0,87	20,0	13,00	23,0	42,0	23,0	1,27	18,0
6,40	20,0	33,0	20,0	0,87	23,0	13,20	21,0	40,0	21,0	1,40	15,0
6,60	20,0	33,0	20,0	1,07	19,0	13,40	26,0	47,0	26,0	1,33	19,0
6,80	15,0	31,0	15,0	0,73	20,0	13,60	32,0	52,0	32,0	----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-157

- committente : COMUNE DI LARI
 - lavoro : REALIZZAZIONE DI PISTA CICLABILE
 - località : VIA MATTEOTTI
 - assist. cantiere :

- data : 19/07/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 1,50 da quota inizio

prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs	prf	L1	L2	qc	fs	qc/fs
m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	-	-	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	1,20	16,0	28,0	16,0	0,60	27,0
0,40	----	----	--	0,33	----	1,40	34,0	43,0	34,0	2,33	15,0
0,60	5,0	10,0	5,0	0,33	15,0	1,60	95,0	130,0	95,0	4,00	24,0
0,80	8,0	13,0	8,0	0,27	30,0	1,80	140,0	200,0	140,0	-----	----
1,00	6,0	10,0	6,0	0,80	7,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (senza anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA

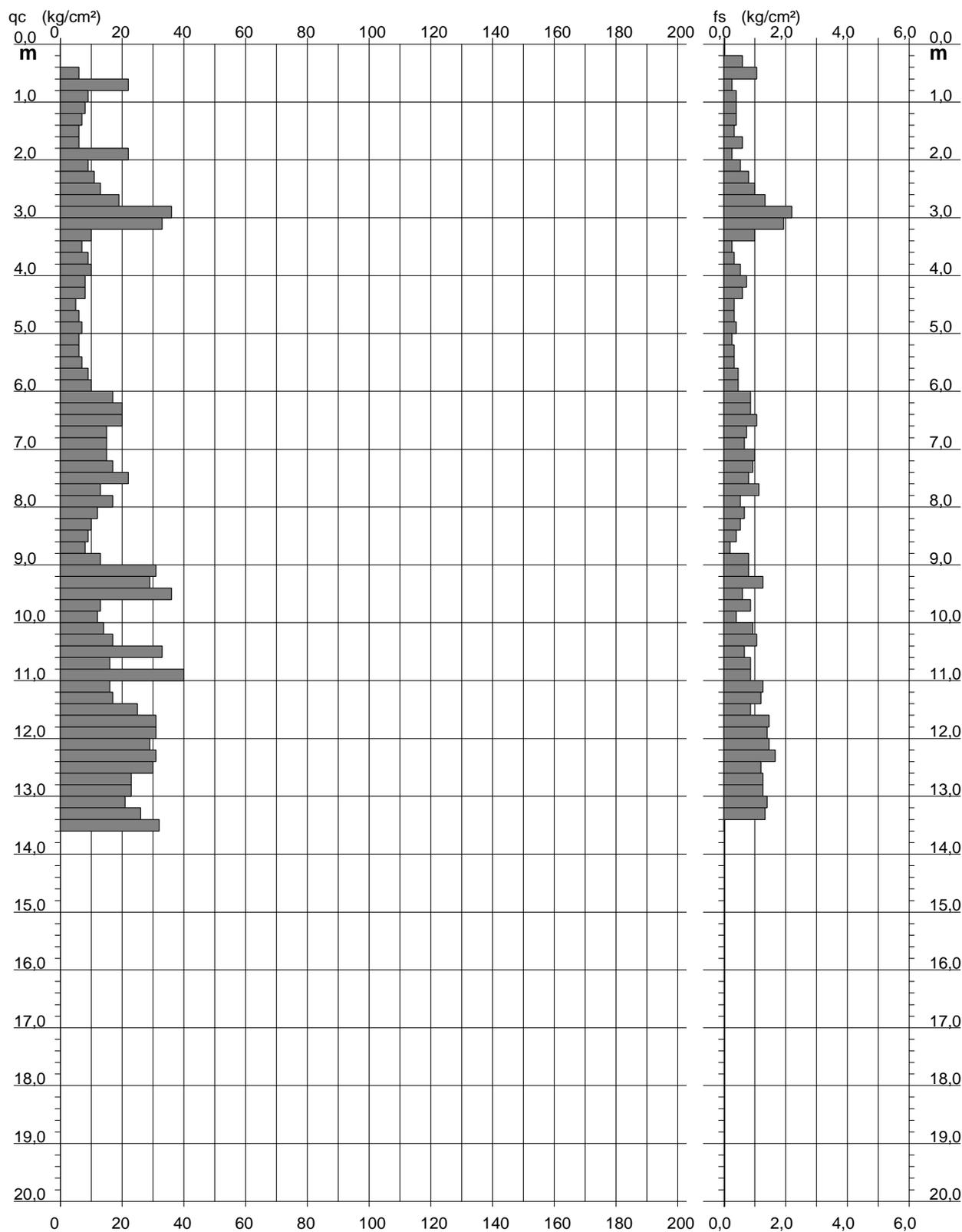
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.0105-157

- committente : COMUNE DI LARI
 - lavoro : REALIZZAZIONE DI PISTA CICLABILE
 - località : VIA MATTEOTTI
 - assist. cantiere :

- data : 19/07/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata



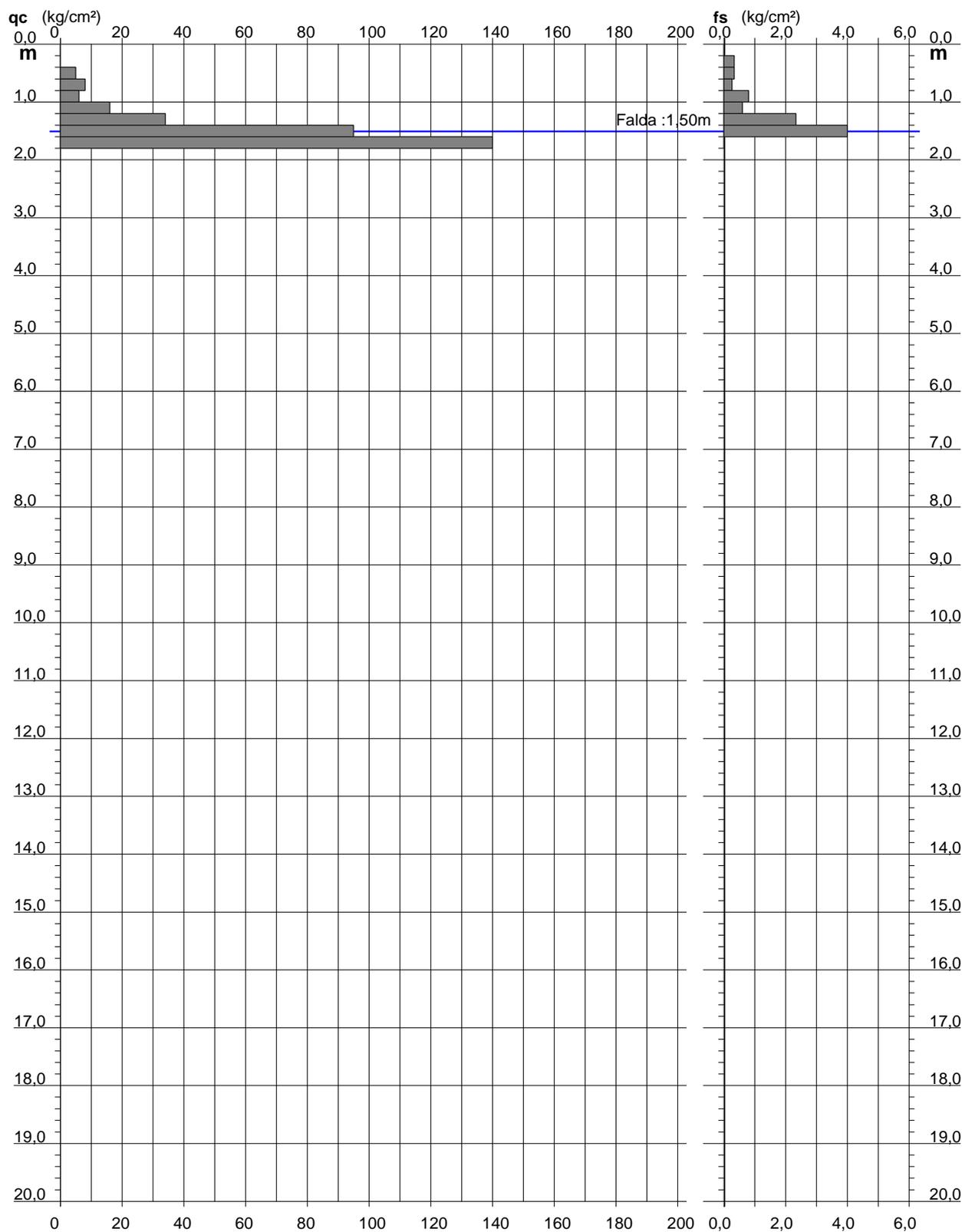
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.0105-157

- committente : COMUNE DI LARI
 - lavoro : REALIZZAZIONE DI PISTA CICLABILE
 - località : VIA MATTEOTTI
 - assist. cantiere :

- data : 19/07/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 1,50 da quota inizio



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

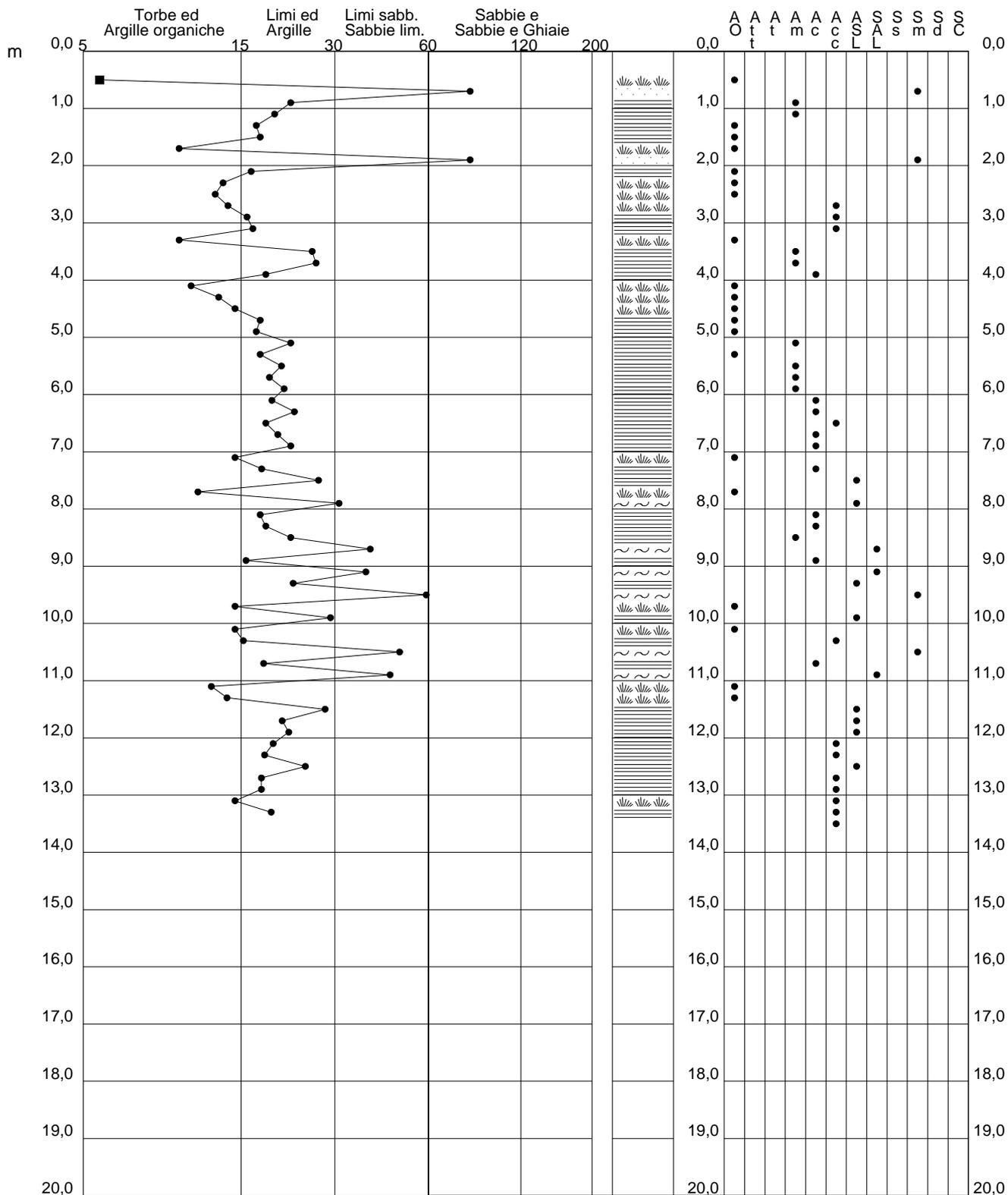
2.0105-157

- committente : COMUNE DI LARI
 - lavoro : REALIZZAZIONE DI PISTA CICLABILE
 - località : VIA MATTEOTTI
 - assist. cantiere :

- data : 19/07/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

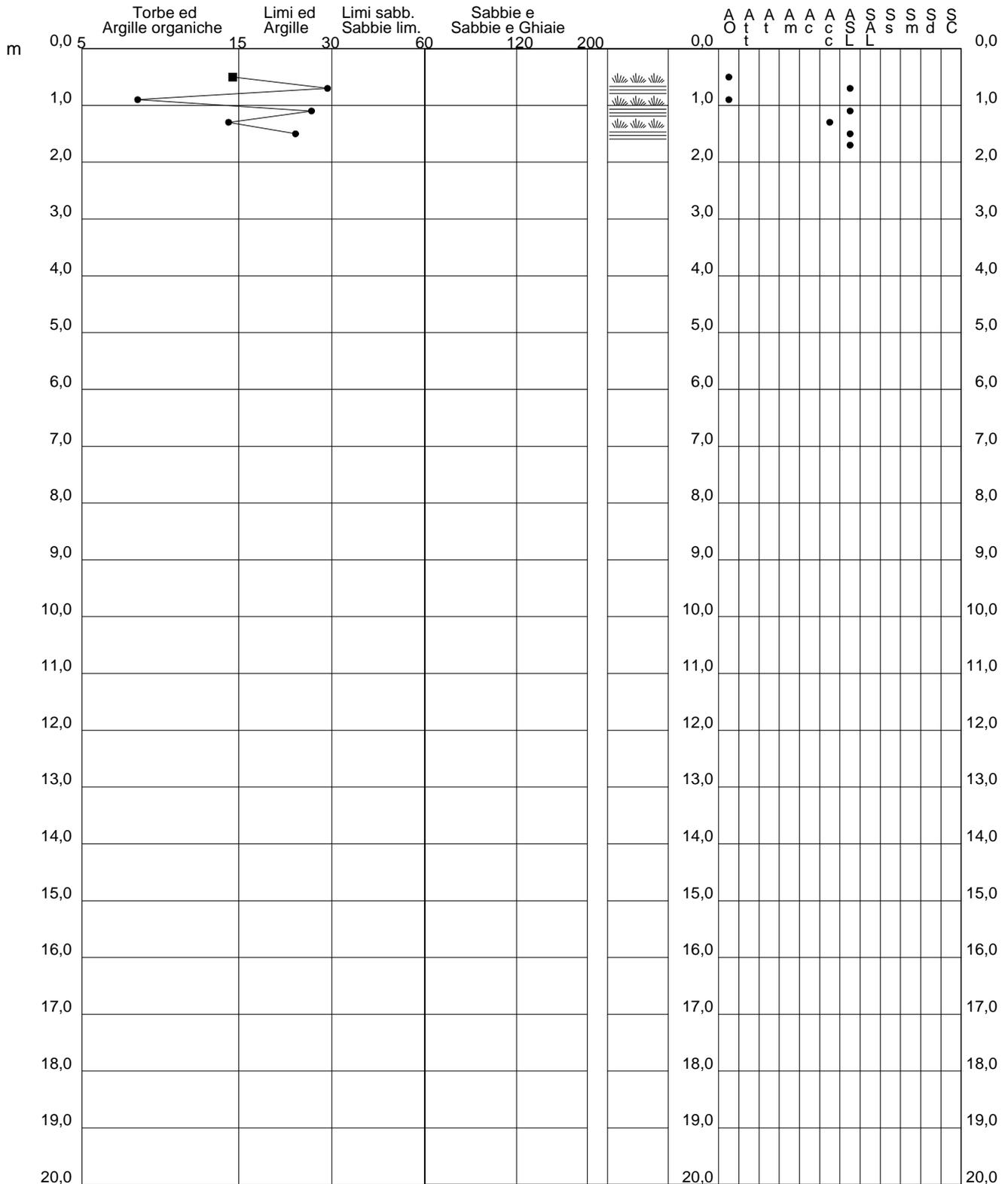
2.0105-157

- committente : COMUNE DI LARI
 - lavoro : REALIZZAZIONE DI PISTA CICLABILE
 - località : VIA MATTEOTTI
 - assist. cantiere :

- data : 19/07/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : 1,50 da quota inizio

qc/fs (Begemann 1965 A.G.I. 1977)

qc - fs/qc (Schmertmann 1978)



PROVA PENETROMETRICA STATICA

TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.0105-157

- committente : COMUNE DI LARI
 - lavoro : REALIZZAZIONE DI PISTA CICLABILE
 - località : VIA MATTEOTTI
 - assist. cantiere :

- data : 19/07/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - falda : Falda non rilevata

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	6	6	1***	1,85	0,11	0,30	21,8	12	18	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	22	82	3****	1,85	0,15	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	39	28	0,149	37	55	66	--
1,00	9	22	2////	1,85	0,19	0,45	19,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	8	20	2////	1,85	0,22	0,40	13,1	68	102	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	7	17	2////	1,85	0,26	0,35	9,1	62	92	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	6	18	2////	1,85	0,30	0,30	6,4	77	115	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	6	10	1***	1,85	0,33	0,30	5,5	18	26	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	22	82	3****	1,85	0,37	--	--	--	--	--	44	34	37	39	42	34	28	0,090	37	55	66	--
2,20	9	17	2////	1,85	0,41	0,45	7,1	102	152	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,40	11	14	2////	1,85	0,44	0,54	8,0	107	160	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	13	13	2////	1,85	0,48	0,60	8,4	114	172	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	19	14	2////	1,85	0,52	0,78	10,4	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	36	16	4:/:	1,85	0,55	1,20	16,5	204	306	108	51	35	37	40	42	35	30	0,107	60	90	108	--
3,20	33	17	4:/:	1,85	0,59	1,10	13,6	187	281	99	47	35	37	39	42	34	29	0,096	55	83	99	--
3,40	10	10	2////	1,85	0,63	0,50	4,7	175	262	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	7	26	2////	1,85	0,67	0,35	2,8	178	267	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	9	27	2////	1,85	0,70	0,45	3,6	198	298	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	10	19	2////	1,85	0,74	0,50	3,8	208	312	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	8	11	2////	1,85	0,78	0,40	2,7	205	308	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	8	13	2////	1,85	0,81	0,40	2,6	210	315	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	5	15	1***	1,85	0,85	0,25	1,4	32	48	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	6	18	2////	1,85	0,89	0,30	1,6	174	260	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	7	17	2////	1,85	0,93	0,35	1,9	198	298	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	6	22	2////	1,85	0,96	0,30	1,5	175	263	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	6	18	2////	1,85	1,00	0,30	1,4	176	264	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	7	21	2////	1,85	1,04	0,35	1,6	202	304	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,80	9	19	2////	1,85	1,07	0,45	2,1	249	374	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	10	21	2////	1,85	1,11	0,50	2,3	271	406	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	17	20	2////	1,85	1,15	0,72	3,5	324	485	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	20	23	4:/:	1,85	1,18	0,80	3,8	333	499	60	13	30	33	36	39	27	27	0,025	33	50	60	--
6,60	20	19	4:/:	1,85	1,22	0,80	3,7	345	517	60	12	30	33	36	39	27	27	0,023	33	50	60	--
6,80	15	20	2////	1,85	1,26	0,67	2,8	337	506	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	15	22	2////	1,85	1,30	0,67	2,7	342	513	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	15	15	2////	1,85	1,33	0,67	2,6	347	520	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	17	18	2////	1,85	1,37	0,72	2,8	367	550	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	22	27	4:/:	1,85	1,41	0,85	3,3	394	591	66	12	30	33	36	39	27	28	0,023	37	55	66	--
7,80	13	11	2////	1,85	1,44	0,60	2,1	335	502	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	17	32	4:/:	1,85	1,48	0,72	2,6	380	570	54	2	28	31	35	38	25	27	0,004	28	43	51	--
8,20	12	18	2////	1,85	1,52	0,57	1,9	324	486	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	10	19	2////	1,85	1,55	0,50	1,5	291	437	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	9	22	2////	1,85	1,59	0,45	1,3	266	399	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	8	40	4:/:	1,85	1,63	0,40	1,1	239	359	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24	--
9,00	13	16	2////	1,85	1,66	0,60	1,8	346	518	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,20	31	39	3****	1,85	1,70	--	--	--	--	--	19	31	34	36	40	27	29	0,036	52	78	93	--
9,40	29	23	4:/:	1,85	1,74	0,98	3,1	479	718	87	16	30	33	36	39	27	29	0,031	48	73	87	--
9,60	36	60	3****	1,85	1,78	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	28	30	0,043	60	90	108	--
9,80	13	15	2////	1,85	1,81	0,60	1,6	350	526	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	12	30	4:/:	1,85	1,85	0,57	1,4	335	502	45	--	28	31	35	38	25	26	--	20	30	36	--
10,20	14	15	2////	1,85	1,89	0,64	1,6	368	552	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	17	16	2////	1,85	1,92	0,72	1,8	411	616	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,60	33	49	3****	1,85	1,96	--	--	--	--	--	17	30	33	36	39	27	29	0,033	55	83	99	--
10,80	16	18	2////	1,85	2,00	0,70	1,7	401	601	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	40	46	3****	1,85	2,03	--	--	--	--	--	23	31	34	37	40	28	30	0,044	67	100	120	--
11,20	16	13	2////	1,85	2,07	0,70	1,6	403	604	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	17	14	2////	1,85	2,11	0,72	1,6	417	626	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,60	25	29	4:/:	1,85	2,15	0,91	2,1	502	753	75	6	29	32	35	38	25	28	0,014	42	63	75	--
11,80	31	21	4:/:	1,85	2,18	1,03	2,5	550	825	93	13	30	33	36	39	26	29	0,025	52	78	93	--
12,00	31	22	4:/:	1,85	2,22	1,03	2,4	554	830	93	12	30	33	36	39	26	29	0,024	52	78	93	--
12,20	29	20	4:/:	1,85	2,26	0,98	2,2	538	807	87	10	29	32	35	39	26	29	0,020	48	73	87	--
12,40	31	19	4:/:	1,85	2,29	1,03	2,3	560	840	93	11	30	33	36	39	26	29	0,023	52	78	93	--
12,60	30	25	4:/:	1,85	2,33	1,00	2,2	550	825	90	10	29	32	36	39	26	29	0,020	50	75	90	--
12,80	23	18	4:/:	1,85	2,37	0,87	1,8	495	743	69	0	28	31	35	38	25	28	0,001	38	58	69	--
13,00	23	18	4:/:	1,85	2,40	0,87	1,8	497	745	69	--	28	31	35	38	25	28	--	38	58	69	--
13,20	21	15	4:/:	1,85	2,44	0,82	1,6	477	715	63	--	28	31	35	38	25	27	--	35	53	63	--
13,40	26	19	4:/:	1,85	2,48	0,93	1,8	528	791	78	4	28	32	35	38	25	28	0,009	43	65	78	--
13,60	32	--	3****	1,85	2,52	--	--	--	--	--	10	29	32	36	39	25	29	0,021	53	80	96	--

PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)
Tel. 0571.418116 - PEC: penetratiosnc@lamiapec.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. n° 1

Riferimento: dpsh-

Committente:	COMUNE DI LARI	Data:	19/07/18
Località:	VIA MATTEOTTI	Prof.tà Prova:	10 m
Comune:	LARI	Note:	

CARATTERISTICHE TECNICHE DEL SISTEMA

PESO MASSA BATTENTE M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA H = 0,75 m
DIAMETRO PUNTA CONICA D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA A = 20 cm²
ANGOLO APERTURA PUNTA $\alpha = 90^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE La = 1,00 m
AVANZAMENTO PUNTA $\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI - NO

resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A] M = peso massa battente (altezza caduta H)
e = infissione per colpo = δ / N P = peso totale aste e sistema battuta



PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)
tel/fax 0571.418116 - PEC: penetrationsnc@lamiapec.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. n° 1

Tabella valori di resistenza

Riferimento: dpsh-

Committente:	COMUNE DI LARI	Data	19/07/2018
Località:	VIA MATTEOTTI	Prof.tà Prova	10 m
Comune:	LARI	Note:	

Prof.(cm)	N colpi punta	Rpd	N colpi rivestimento	aste	Prof.(cm)	N colpi punta	Rpd	N colpi rivestimento	aste
da 0,00 a 0,20	-	-	-	1	da 8,60 a 8,80	13	81,71	-	9
da 0,20 a 0,40	-	-	-	1	da 8,80 a 9,00	14	87,99	-	9
da 0,40 a 0,60	-	-	-	1	da 9,00 a 9,20	23	137,35	-	10
da 0,60 a 0,80	-	-	-	1	da 9,20 a 9,40	21	125,41	-	10
da 0,80 a 1,00	-	-	-	1	da 9,40 a 9,60	22	131,38	-	10
da 1,00 a 1,20	-	-	-	2	da 9,60 a 9,80	19	113,47	-	10
da 1,20 a 1,40	-	-	-	2	da 9,80 a 10,00	28	167,21	-	10
da 1,40 a 1,60	-	-	-	2	da 10,00 a 10,20	-	-	-	11
da 1,60 a 1,80	-	-	-	2	da 10,20 a 10,40	-	-	-	11
da 1,80 a 2,00	20	198,65	-	2	da 10,40 a 10,60	-	-	-	11
da 2,00 a 2,20	14	128,41	-	3	da 10,60 a 10,80	-	-	-	11
da 2,20 a 2,40	17	155,92	-	3	da 10,80 a 11,00	-	-	-	11
da 2,40 a 2,60	18	165,10	-	3	da 11,00 a 11,20	-	-	-	12
da 2,60 a 2,80	6	55,03	-	3	da 11,20 a 11,40	-	-	-	12
da 2,80 a 3,00	5	45,86	-	3	da 11,40 a 11,60	-	-	-	12
da 3,00 a 3,20	6	51,12	-	4	da 11,60 a 11,80	-	-	-	12
da 3,20 a 3,40	9	76,68	-	4	da 11,80 a 12,00	-	-	-	12
da 3,40 a 3,60	8	68,16	-	4	da 12,00 a 12,20	-	-	-	13
da 3,60 a 3,80	9	76,68	-	4	da 12,20 a 12,40	-	-	-	13
da 3,80 a 4,00	11	93,72	-	4	da 12,40 a 12,60	-	-	-	13
da 4,00 a 4,20	14	111,36	-	5	da 12,60 a 12,80	-	-	-	13
da 4,20 a 4,40	13	103,40	-	5	da 12,80 a 13,00	-	-	-	13
da 4,40 a 4,60	16	127,27	-	5	da 13,00 a 13,20	-	-	-	14
da 4,60 a 4,80	18	143,18	-	5	da 13,20 a 13,40	-	-	-	14
da 4,80 a 5,00	13	103,40	-	5	da 13,40 a 13,60	-	-	-	14
da 5,00 a 5,20	10	74,59	-	6	da 13,60 a 13,80	-	-	-	14
da 5,20 a 5,40	14	104,43	-	6	da 13,80 a 14,00	-	-	-	14
da 5,40 a 5,60	12	89,51	-	6	da 14,00 a 14,20	-	-	-	15
da 5,60 a 5,80	17	126,80	-	6	da 14,20 a 14,40	-	-	-	15
da 5,80 a 6,00	16	119,34	-	6	da 14,40 a 14,60	-	-	-	15
da 6,00 a 6,20	19	133,42	-	7	da 14,60 a 14,80	-	-	-	15
da 6,20 a 6,40	36	252,79	-	7	da 14,80 a 15,00	-	-	-	15
da 6,40 a 6,60	21	147,46	-	7	da 15,00 a 15,20	-	-	-	16
da 6,60 a 6,80	13	91,28	-	7	da 15,20 a 15,40	-	-	-	16
da 6,80 a 7,00	14	98,31	-	7	da 15,40 a 15,60	-	-	-	16
da 7,00 a 7,20	14	92,86	-	8	da 15,60 a 15,80	-	-	-	16
da 7,20 a 7,40	18	119,40	-	8	da 15,80 a 16,00	-	-	-	16
da 7,40 a 7,60	20	132,66	-	8	da 16,00 a 16,20	-	-	-	17
da 7,60 a 7,80	21	139,30	-	8	da 16,20 a 16,40	-	-	-	17
da 7,80 a 8,00	19	126,03	-	8	da 16,40 a 16,60	-	-	-	17
da 8,00 a 8,20	29	182,27	-	9	da 16,60 a 16,80	-	-	-	17
da 8,20 a 8,40	29	182,27	-	9	da 16,80 a 17,00	-	-	-	17
da 8,40 a 8,60	21	131,99	-	9	da 17,00 a 17,20	-	-	-	18

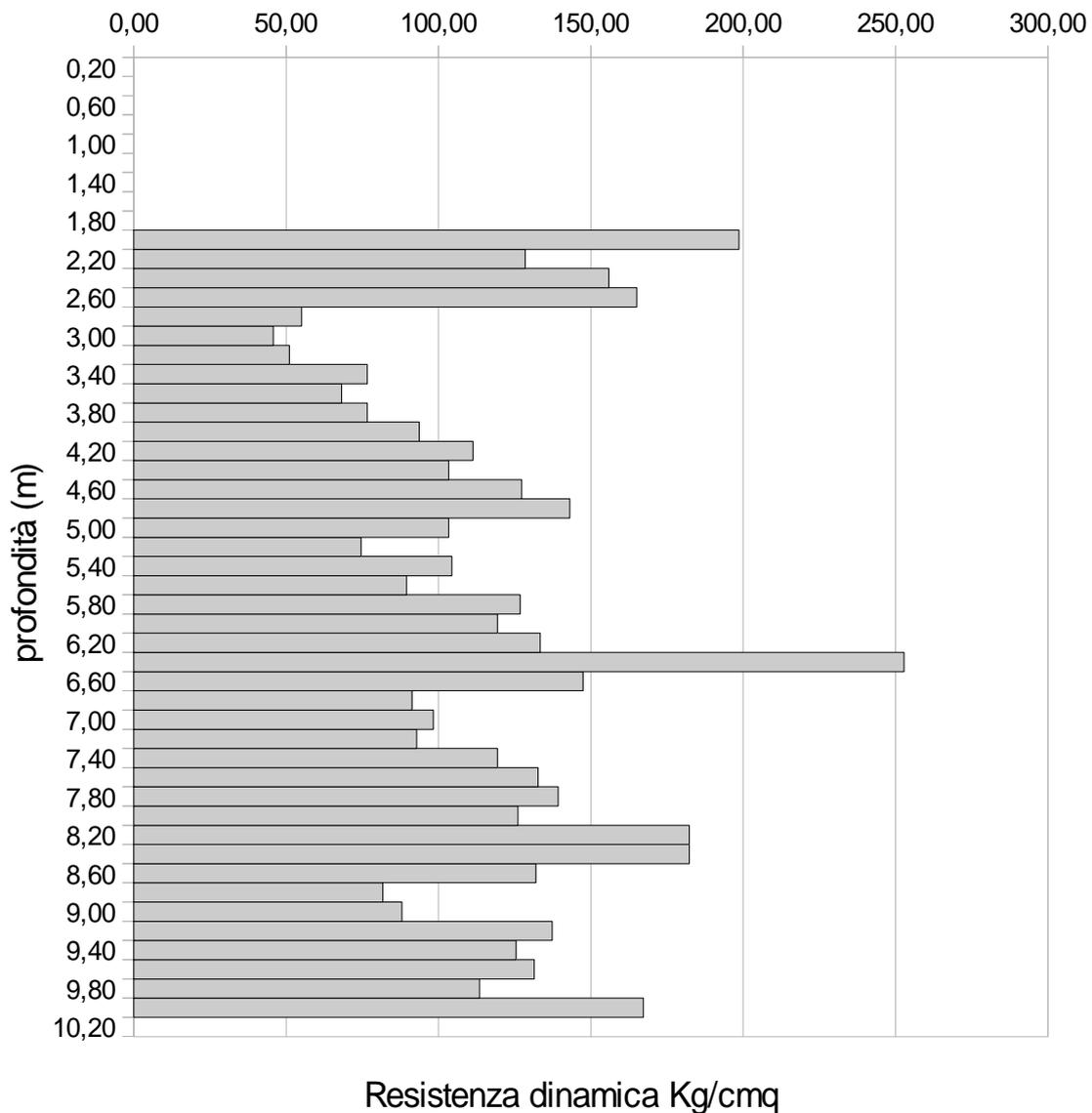
PENETRATIO S.N.C.

Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)
tel/fax 0571.418116 - PEC: penetrationsnc@lamiapec.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. n° 1 Resistenza dinamica - profondità

Riferimento: dpsh-

Committente:	COMUNE DI LARI	Data	19/07/2018
Località:	VIA MATTEOTTI	Prof.tà Prova	10 m
Comune:	LARI	Note:	



PENETRATIO S.N.C.

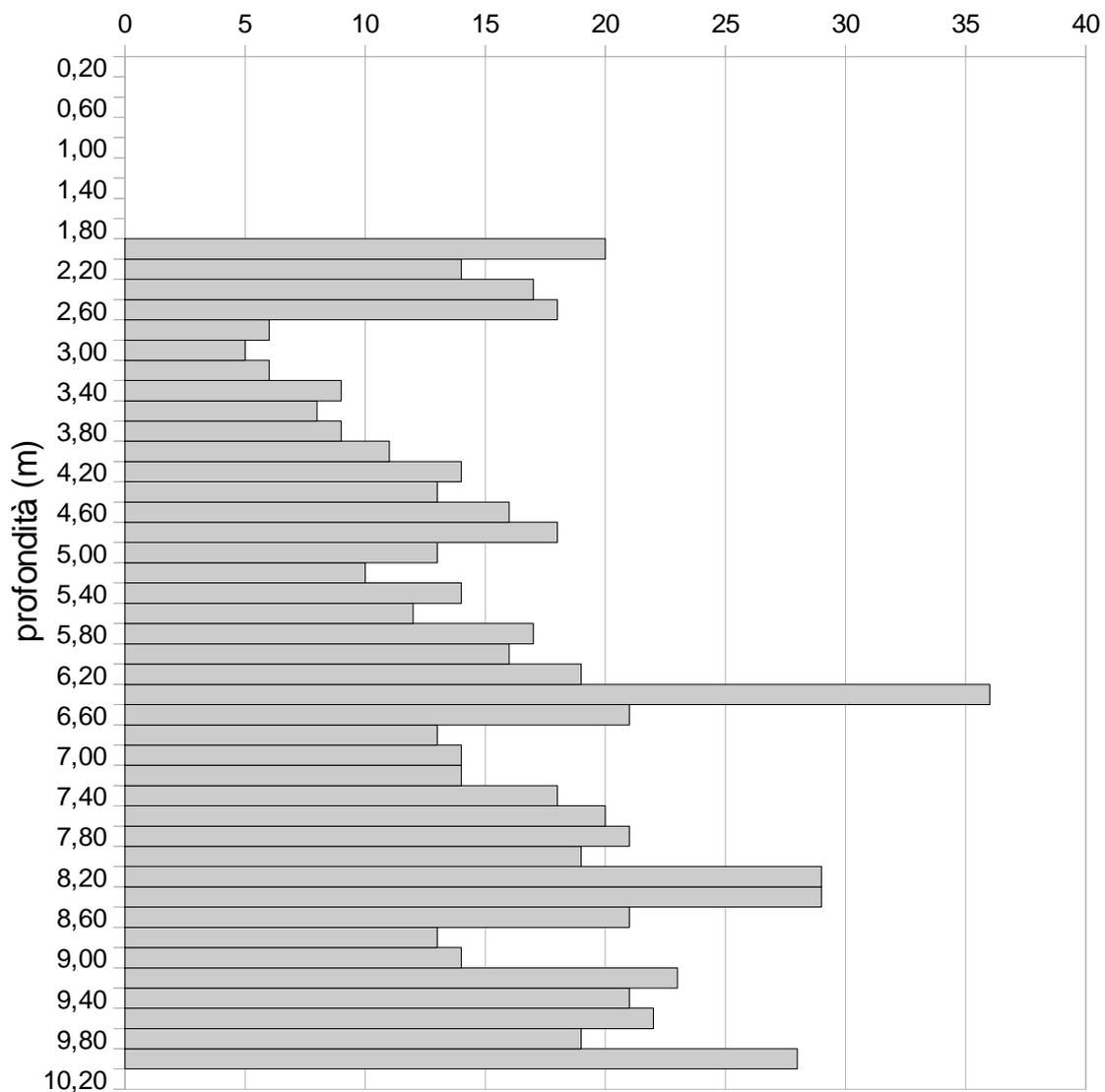
Via Paolo Maioli 37, San Miniato 56027 (PI)

tel/fax 0571.418116 - PEC: penetratiosnc@lamiapec.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. n° 1 Grafico Ndp - profondità

Riferimento: dpsh-

Committente:	COMUNE DI LARI	Data	19/07/2018
Località:	VIA MATTEOTTI	Prof.tà Prova	10 m
Comune:	LARI	Note:	



N colpi x 20 cm d'infissione

COMUNE CASCIANA TERME LARI

**REALIZZAZIONE PISTA
CICLOPEDONALE TRA VIALE
MATTEOTTI E VIA SANDRO
PERTINI LOC. PERIGNANO**

Pericolosità sismica

1 PREMESSA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare il *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, dopo aver definito le relative *probabilità di superamento* è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nel **DM 17 gennaio 2018**-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un

eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $C_U = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1$.

Ricavati i valori di V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività** (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno** (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita** (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei

confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Tabella 3.1- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$P_{VR} = 5\%$

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $V_R = 50$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 30$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 50$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 475$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 975$

4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

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.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'Allegato B delle NTC08 (a cui le NTC 2018 fanno riferimento), per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Tabella 4.1- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g , F_0 , T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre $p_1, 2$ è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno $T_{R1, 2}$.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 p_i d_i}{\sum_{i=1}^4 d_i} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, T_C^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

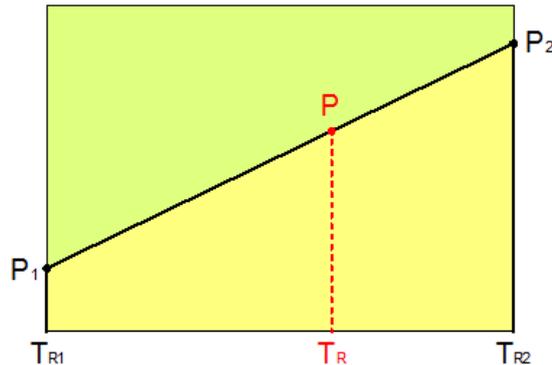


Figura 4.1 - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2

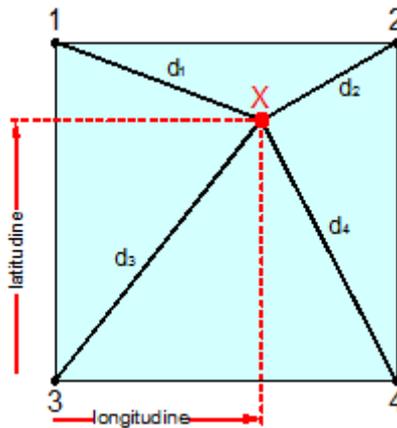


Figura 4.2 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $\text{lat}\alpha$, $\text{lon}\alpha$, $\text{lat}\beta$ e $\text{lon}\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

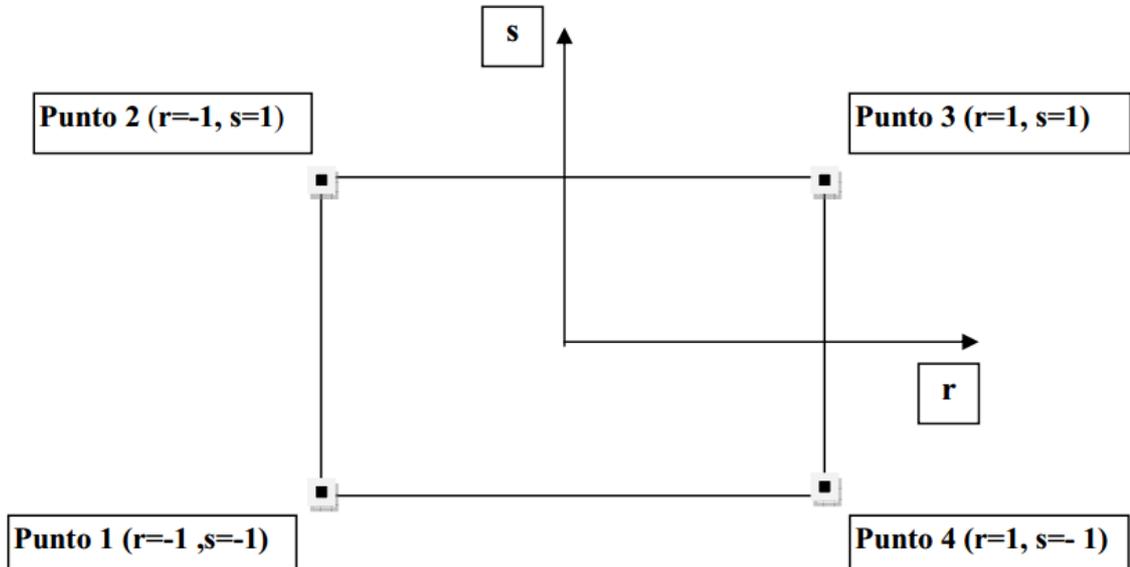


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri a_g, F_0, T_C^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

5 Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

5.1 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

5.2 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.3)$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

Tabella 5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A B, C, D, E	β_s β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E). e del rapporto a_g/g . S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0; \mathbf{T2: } S_T = 1.20; \mathbf{T3: } S_T = 1.20; \mathbf{T4: } S_T = 1.40.$$

5.3 Fronti scavo e rilevati

Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali; specificamente mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi avanzati di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Le componenti orizzontale e verticale di tale forza devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e della capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

In mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente possono esprimersi come

$$F_h = k_h \cdot W \text{ ed } F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale definiti nel § 7.11.3.5.2 e adottando i seguenti valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:

$\beta_s = 0.38$ nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)
 $\beta_s = 0.47$ nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione [6.2.1]) impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

Si deve inoltre tener conto della presenza di manufatti interagenti con l'opera.

5.4 Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.6)$$

Con:

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati di seguito.

$\beta_m = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di in Figura 5.2.

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

5.5 Paratie

In mancanza di studi specifici, a_h (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco a_{\max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max} \quad (5.8)$$

dove:

g è l'accelerazione di gravità;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

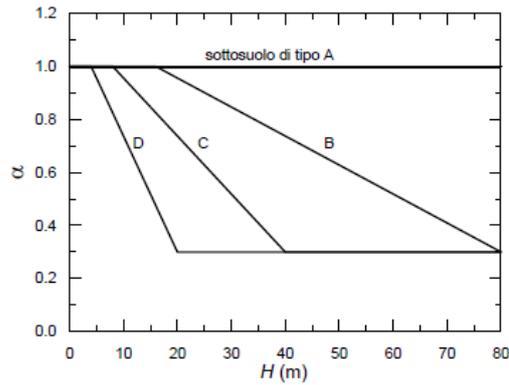


Figura 5.1 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

Per il sottosuolo di categoria E si utilizzano le curve dei sottosuoli C o D in dipendenza dei valori assunti dalla velocità equivalente V_s . Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ si ha $\beta = 1$; $u_s \leq 0.005 \cdot H$

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ deve assumersi $k_h = 0.2 \cdot a_{\max}/g$

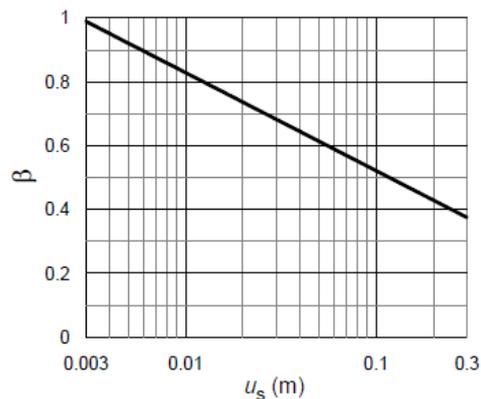


Figura 5.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

L'accelerazione di picco a_{\max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

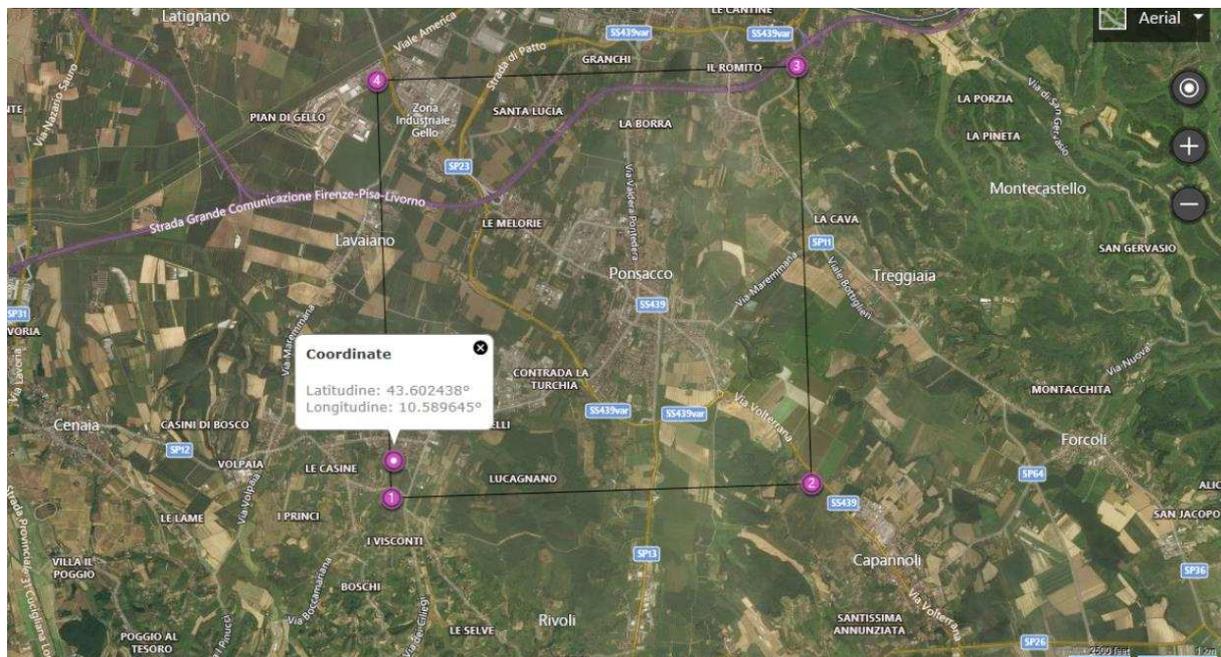
dove:

S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

PERICOLOSITÀ SISMICA

REALIZZAZIONE PISTA CICLOPEDONALE TRA VIALE MATTEOTTI E VIA SANDRO PERTINI LOC. PERIGNANO



Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	43.6024399 [°]
Longitudine (WGS84):	10.5896454 [°]
Latitudine (ED50):	43.6034050 [°]
Longitudine (ED50):	10.5906401 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20715	43.598940	10.590330	497.17
2	20716	43.600620	10.659340	5540.47
3	20494	43.650590	10.657050	7489.90
4	20493	43.648910	10.587950	5064.50

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.043	2.519	0.230
SLD	50	0.056	2.488	0.244
	72	0.066	2.463	0.252
	101	0.077	2.447	0.256
	140	0.089	2.436	0.260
	201	0.103	2.436	0.263
SLV	475	0.140	2.458	0.272
SLC	975	0.175	2.504	0.279
	2475	0.226	2.559	0.291

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.044	2.506	0.231
SLD	50	0.057	2.495	0.246
	72	0.067	2.469	0.253
	101	0.078	2.459	0.257
	140	0.090	2.444	0.261
	201	0.104	2.443	0.264
SLV	475	0.141	2.464	0.274
SLC	975	0.176	2.509	0.280
	2475	0.226	2.563	0.292

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.043	2.544	0.237
SLD	50	0.054	2.529	0.248
	72	0.063	2.532	0.255
	101	0.073	2.508	0.259
	140	0.083	2.510	0.263
	201	0.096	2.498	0.266
SLV	475	0.131	2.496	0.275
SLC	975	0.165	2.526	0.282
	2475	0.214	2.578	0.292

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.042	2.553	0.231
SLD	50	0.053	2.522	0.247
	72	0.062	2.530	0.254
	101	0.072	2.503	0.258
	140	0.082	2.509	0.262
	201	0.095	2.496	0.266
SLV	475	0.129	2.496	0.274
SLC	975	0.162	2.526	0.282
	2475	0.214	2.546	0.292

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.043	2.522	0.230
SLD	50	0.056	2.494	0.245
SLV	475	0.139	2.464	0.273
SLC	975	0.174	2.507	0.280

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Muri di sostegno NTC 2008

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.015	0.050	0.060
kv	0.006	0.008	0.025	0.030
amax [m/s ²]	0.633	0.818	2.031	2.456
Beta	0.180	0.180	0.240	0.240

Paratie NTC 2008

Altezza paratia (H): 3.0 [m]

Spostamento ammissibile us: 0.015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.042	0.054	0.135	0.163
kv	--	--	--	--
amax [m/s ²]	0.633	0.818	2.031	2.456
Beta	0.650	0.650	0.650	0.650

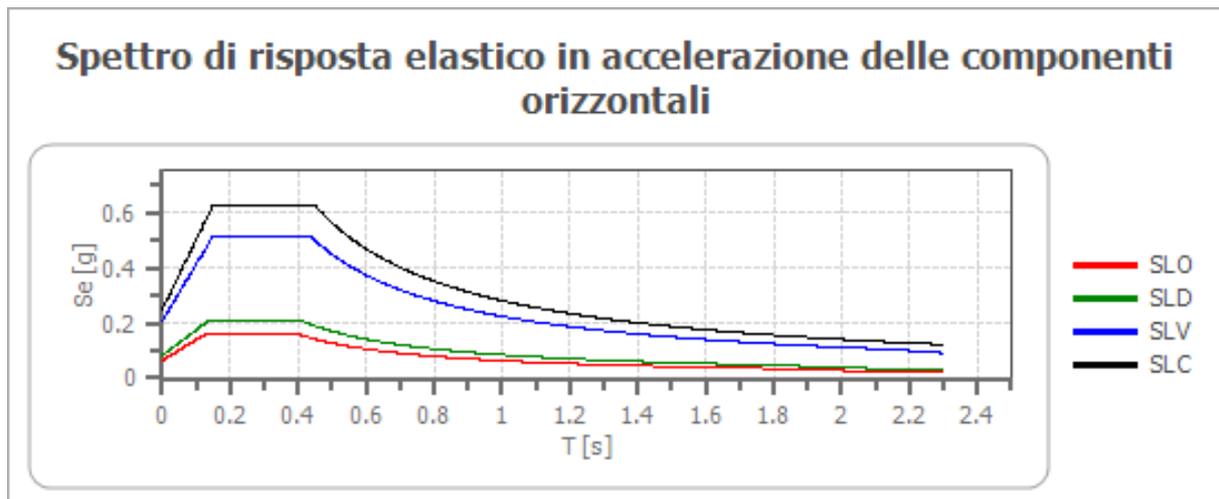
Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.013	0.017	0.050	0.060
kv	0.006	0.008	0.025	0.030
amax [m/s ²]	0.633	0.818	2.031	2.456
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0.039	0.079	--
kv	--	0.020	0.039	--
amax [m/s ²]	0.633	0.818	2.031	2.456
Beta	--	0.470	0.380	--

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1.0	0.04 3	2.52 2	0.23 0	1.50 0	1.70 0	1.00 0	1.50 0	1.00 0	0.13 0	0.39 1	1.77 2	0.06 5	0.16 3
SLD	1.0	0.05 6	2.49 4	0.24 5	1.50 0	1.67 0	1.00 0	1.50 0	1.00 0	0.13 6	0.40 9	1.82 2	0.08 3	0.20 8
SLV	1.0	0.13 9	2.46 4	0.27 3	1.49 0	1.61 0	1.00 0	1.49 0	1.00 0	0.14 6	0.43 9	2.15 6	0.20 7	0.51 0
SLC	1.0	0.17 4	2.50 7	0.28 0	1.44 0	1.60 0	1.00 0	1.44 0	1.00 0	0.14 9	0.44 8	2.29 6	0.25 0	0.62 8

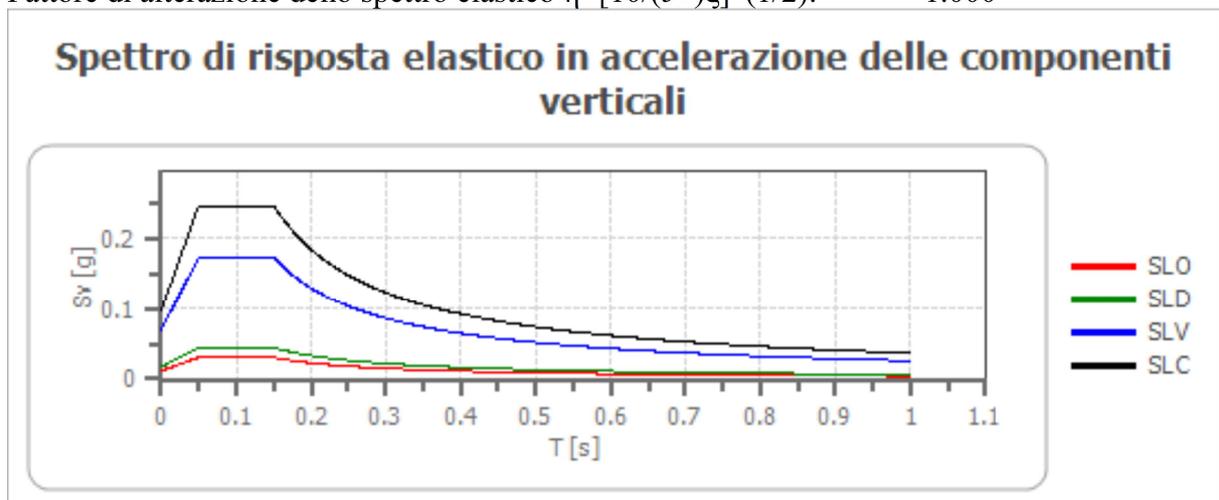
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{1/2}$:

1.000



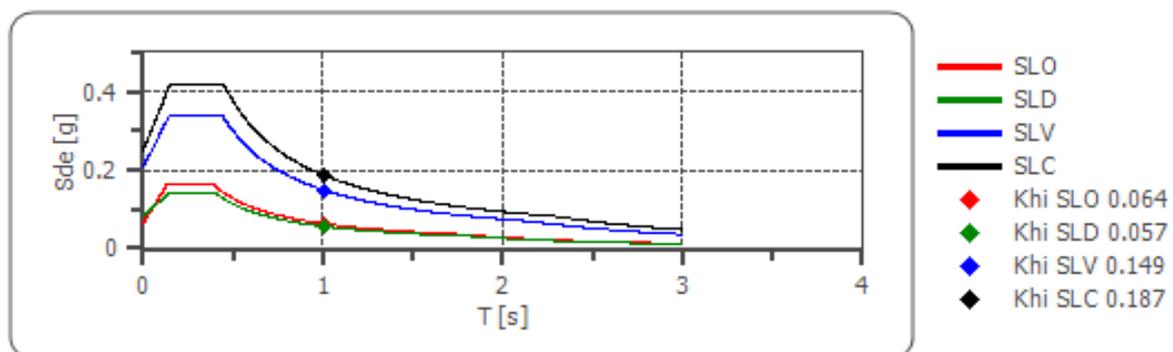
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1.0	0.04 3	2.52 2	0.23 0	1	1.70 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.01 2	0.03 0
SLD	1.0	0.05 6	2.49 4	0.24 5	1	1.67 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.01 8	0.04 4
SLV	1.0	0.13 9	2.46 4	0.27 3	1	1.61 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.07 0	0.17 2
SLC	1.0	0.17 4	2.50 7	0.28 0	1	1.60 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.09 8	0.24 5

Spettro di progetto

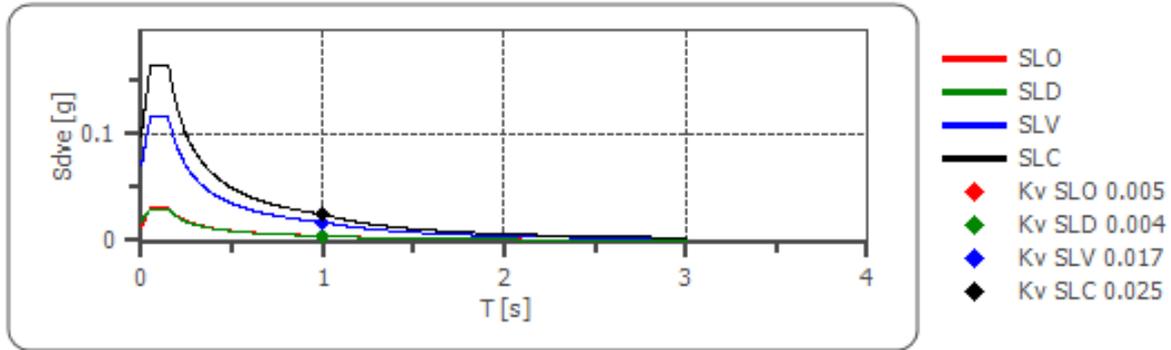
Fattore di struttura spettro orizzontale q : 1.50
 Fattore di struttura spettro verticale q : 1.50
 Periodo fondamentale T : 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0.064	0.057	0.149	0.187
$k_v = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0.005	0.004	0.017	0.025

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizz ontal e	1.0	0.04 3	2.52 2	0.23 0	1.50 0	1.70 0	1.00 0	1.50 0	1.00 0	0.13 0	0.39 1	1.77 2	0.06 5	0.16 3
SLO verti cale	1.0	0.04 3	2.52 2	0.23 0	1.50 0	1.70 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.01 2	0.03 0
SLD orizz ontal e	1.0	0.05 6	2.49 4	0.24 5	1.50 0	1.67 0	1.00 0	1.50 0	1.50 0	0.13 6	0.40 9	1.82 2	0.08 3	0.13 9
SLD verti cale	1.0	0.05 6	2.49 4	0.24 5	1.50 0	1.67 0	1.00 0	1.00 0	1.50 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.01 8	0.02 9
SLV orizz ontal e	1.0	0.13 9	2.46 4	0.27 3	1.49 0	1.61 0	1.00 0	1.49 0	1.50 0	0.14 6	0.43 9	2.15 6	0.20 7	0.34 0
SLV verti cale	1.0	0.13 9	2.46 4	0.27 3	1.49 0	1.61 0	1.00 0	1.00 0	1.50 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.07 0	0.11 5
SLC orizz ontal e	1.0	0.17 4	2.50 7	0.28 0	1.44 0	1.60 0	1.00 0	1.44 0	1.50 0	0.14 9	0.44 8	2.29 6	0.25 0	0.41 9
SLC verti cale	1.0	0.17 4	2.50 7	0.28 0	1.44 0	1.60 0	1.00 0	1.00 0	1.50 0	0.05 0	0.15 0	1.00 0	0.09 8	0.16 4

