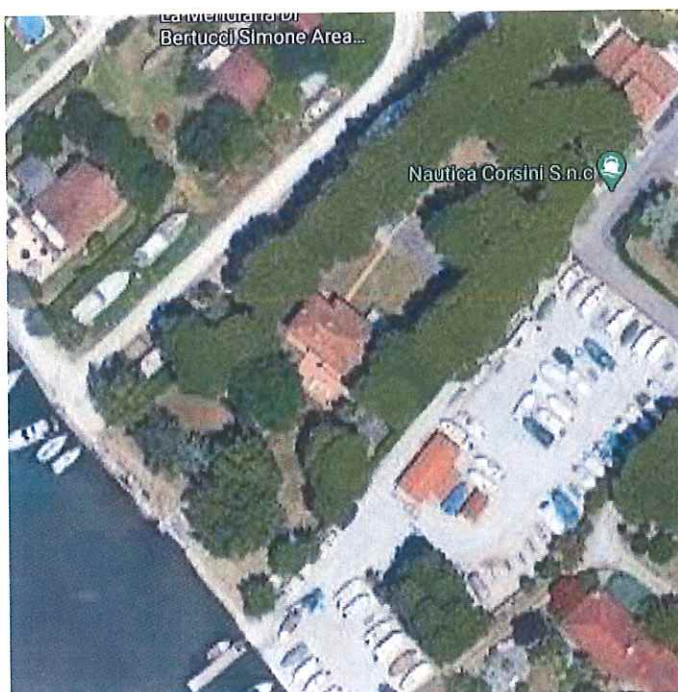


**COMUNE DI AMEGLIA
PROVINCIA DELLA SPEZIA**

STUDIO GEOLOGICO E SISMICO

OGGETTO

**Realizzazione palancole Larssen
Fiumaretta – Comune di Ameglia**



COMMITTENTE

PREGLIASCO NAUTICA Srl

Il tecnico

Dott. Geol. Cecilia Frediani



SOMMARIO

PREMESSA.....2

DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....3

CONTESTO GEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME.....3

UBICAZIONE CATASTALE E VINCOLI.....11

INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO.....15

CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....19

DEFINIZIONE DEI VALORI MEDI DEL TERRENO.....28

CONCLUSIONI.....30

PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Cecilia Frediani, Geologo libero professionista iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Toscana al n. 1586, con studio in Via Rinchiosa n°38- 54033 Marina di Carrara (MS), riceve incarico dal soc. Preglisco Nautica srl, per eseguire uno studio geologico relativo al progetto di realizzazione di palancole Larssen, in località Fiumaretta nel comune di Ameglia.

Alla presente sono allegati i seguenti elaborati:

- Allegati cartografici
- Allegati fotografici
- Elaborazione delle indagini

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in conformità alla vigente normativa di seguito riportata.

- **Decreto ministeriale 17.01.2018** Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- **Consiglio superiore dei Lavori pubblici** Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.
- **Eurocodice 8 (1998).**
- **Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture** Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003).
- **Eurocodice 7.1 (1997)** Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali – UNI.
- **Eurocodice 7.2 (2002)** Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI.
- **Eurocodice 7.3 (2002)** Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione

assistita con prove in sito (2002). UNI.

- **Leggi regionali** in materia di pianificazione e Vincolo Idrogeologico.
- **Ordinanze** Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nelle sue linee generali il progetto prevede la messa a dimora del materiale mobilitato e la messa in opera di palancole di tipo Larssen, tutto ciò a seguito degli eventi meteorici di venerdì 2 Ottobre 2020.

CONTESTO GEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME

DINAMICA STRUTTURALE

La bassa Val di Magra è costituita, nelle sue linee essenziali, da un'area morfologicamente depressa, originatasi come una struttura a sinclinale durante le fasi compressive dell'orogenesi appenninica e successivamente evoluta in una struttura a graben in seguito a movimenti di distensione crostale.

Al termine delle fasi tettoniche in regime compressivo la futura bassa valle del Fiume Magra si identificava con la zona assiale di una grande sinclinale ed era già caratterizzata come area morfologicamente depressa. Le faglie dirette che delimitano l'attuale struttura a graben hanno avuto origine in regime di distensione crostale, nel quadro dei movimenti connessi con l'apertura del Mar Tirreno. La fase di collasso del graben è databile mediante l'età dei depositi fluvio-lacustri più antichi, nel caso specifico Pliocene medio-superiore, in quanto un'area depressa di origine tettonica richiama sempre ed immediatamente materiale eroso dai rilievi che la fiancheggiano.

Il bacino lacustre della bassa valle si mantenne tale fintantoché furono attivi i movimenti di subsidenza; con l'esaurirsi di questo processo, il bacino fu colmato da sedimenti sempre più grossolani, fino all'instaurarsi di un vero e proprio regime fluviale.

All'inizio del Quaternario si è verificato un energico sollevamento verticale delle Alpi Apuane e del pilastro tettonico che limita ad est la fossa tettonica della bassa Val di Magra. Questa fase epirogenetica ha provocato il basculamento dei depositi fluvio-lacustri, i cui strati presentano attualmente inclinazioni comprese tra i 20 e 60 gradi.

A partire dal Quaternario inferiore-medio sui sedimenti neogenici hanno cominciato ad accumularsi nuovi depositi clastici, di origine esclusivamente fluviale; il materiale che costituisce queste alluvioni proviene dal versante orientale della bassa valle, su cui l'erosione ha agito profondamente dopo la fase di innalzamento tettonico. Nell'interglaciale Riss-Wurm una seconda fase epirogenetica ha provocato il sollevamento del fondovalle ed il terrazzamento dei depositi alluvionali già esistenti.

Dopo la glaciazione wurmiana la bassa Val di Magra è stata ancora interessata da movimenti tettonici a carattere prevalentemente verticale. La sismicità recente ed attuale della zona apuana, della Garfagnana, della Lunigiana e della bassa Val di Magra indica che la regione è lungi dall'aver raggiunto la stabilità e che la ricerca dell'equilibrio isostatico è ancora in corso.

DINAMICA GEOMORFOLOGICA

Il carattere morfologico più evidente della valle è la forte dissimmetria del suo profilo trasversale. Sulla destra orografica i rilievi si staccano bruscamente dalla pianura, mentre sulla sinistra esiste una fascia di raccordo tra il fondovalle e le colline, costituita da lembi residui del complesso di terrazzi alluvionali; si osserva inoltre che la pianura ha uno sviluppo molto maggiore sul lato sinistro del corso d'acqua e che l'alveo attuale è sensibilmente spostato verso i rilievi di destra, di cui talvolta lambisce il piede.

Queste forme devono essere attribuite al meccanismo di formazione e di movimento della depressione tettonica che costituisce la bassa valle; il lato occidentale del graben, infatti, è limitato da una faglia principale contro la quale terminano le faglie antitetiche, a minor rigetto e con superfici di scorrimento più inclinate, presenti sul lato opposto.

La pianura della bassa Val di Magra, estremità settentrionale dell'ampia zona pianeggiante situata ai piedi delle Alpi Apuane, ha avuto origine durante il Quaternario per l'accumulo dei materiali alluvionali trasportati dal Magra e dai suoi affluenti. Le alluvioni più antiche presentano un doppio terrazzamento, al quale si è già accennato nei paragrafi precedenti. Il terrazzo più alto ha una quota di 30-40 metri s.l.m., ed è costituito prevalentemente da ciottoli di arenaria Macigno misti a sabbie, depositi durante il Quaternario inferiore-medio; la sua scarpata è stata incisa nell'interglaciale Riss-Wurm in seguito al ringiovanimento della valle provocato dai movimenti epirogenetica. Il secondo terrazzo, che ha una quota di pochi metri superiore a quella dell'alveo attuale del Magra,

è costituito da sabbie limose bruno-rossastre ed è di origine climatica; l'erosione della sua scarpata è dovuta alla migrazione del punto neutro verso valle avvenuta in seguito alla diminuzione delle precipitazioni nella fase cataglaciale wurmiana. Il fondo valle è occupato dalle alluvioni recenti ed attuali del Magra, caratterizzate da una costante diminuzione della granulometria da monte verso valle.

GEOMORFOLOGIA FLUVIALE

L'alveo di piena del fiume Magra è largo circa 200 metri nella parte più interna della pianura alluvionale e oltre 300 metri in prossimità della foce. La pendenza dell'alveo, che ha un valore medio del 20% nelle zone montuose del bacino, si riduce rapidamente fino all'uno per mille a valle della confluenza con il fiume Vara.

Procedendo da monte verso valle si osservano importanti cambiamenti nelle caratteristiche morfologiche dell'alveo.

Dalla confluenza con il Vara alla trasversale Romito-Sarzana il fiume presenta un alveo ad isole fluviali (alveo di tipo D di Trevisan, 1968). Questo tipo d'alveo, in cui il deposito prevale sensibilmente sull'erosione, può svilupparsi esclusivamente a valle del punto neutro ed è caratteristico delle parti più interne delle pianure alluvionali. L'andamento generale dell'alveo è pressoché rettilineo, mentre i singoli canali situati tra isole adiacenti e tra isole e sponde formano spesso dei meandri.

A valle della trasversale Romito-Sarzana il fiume mostra l'alveo a meandri tipico delle pianure alluvionali soggette a esondazioni durante le piene maggiori (alveo di tipo E di Trevisan, 1968). I meandri, dovuti all'erosione laterale, sono soggetti ad un'evoluzione relativamente rapida a causa della facile erodibilità delle sponde, costituite in prevalenza da materiali sottili; a tal proposito, si può osservare un meandro morto sulla sinistra del fiume a valle del torrente Isolone. Anche in questo tipo di alveo l'alluvionamento prevale sull'erosione. La pianura s'innalza lentamente per l'accumulo dei materiali deposti dal fiume durante le fasi di decrescita delle piene. Ciò tenderebbe a far aumentare il dislivello tra il fondo dell'alveo e il piano d'esondazione; tuttavia, l'aumento dell'altezza delle sponde limita le esondazioni e favorisce la deposizione dei materiali alluvionali all'interno dell'alveo. L'innalzamento del fondo dell'alveo compensa l'accrescimento della pianura alluvionale, mantenendo costante l'altezza delle sponde. Questo processo autolimitante provoca, in definitiva, un innalzamento parallelo e

uniforme dell'alveo e della pianura alluvionale, conservando invariate nel tempo le caratteristiche morfologiche dell'alveo stesso. Quando il fiume è arginato si verifica un'accelerazione del processo di innalzamento dell'alveo che può portare alla formazione di alvei pensili sulla pianura. Attualmente, nel tratto di fiume con alveo a meandri si depositano solo sabbie e limi.

Il tratto terminale del fiume presentava fino all'inizio del secolo un alveo con isole fluviali costituite da materiali sottili (alveo di tipo F di Trevisan, 1968). Nei documenti cartografici dell'epoca, inoltre, la foce appare ingombra di banchi e pennelli sabbiosi, dovuti all'azione combinata della corrente fluviale e del moto ondoso. Queste forme erano già parzialmente scomparse negli anni '30 a causa dell'arretramento della linea di riva.

La parte terminale della pianura della bassa Val di Magra, la pianura lunense e l'intera fascia costiera della Versilia sono interessate da un lento movimento di subsidenza, legato evidentemente al regime di distensione crostale. Per un lunghissimo periodo, tuttavia, la velocità di abbassamento del territorio è stata inferiore alla velocità di accumulo dei sedimenti trasportati dai corsi d'acqua; dall'inizio del Quaternario alla metà del diciannovesimo secolo, infatti, si è verificato un accrescimento pressoché continuo della pianura costiera. Intorno al 1850 ha avuto inizio una fase di arretramento della linea di riva, dovuta alla riduzione dell'apporto terrigeno da parte del Magra. Questo fenomeno, in cui gioca un ruolo fondamentale anche l'erosione provocata dal moto ondoso e dalle correnti marine, ha subito una brusca accelerazione dopo il 1950, a causa dell'aumento delle estrazioni d'inerti dall'alveo del Magra.

IDROGEOLOGIA E PERMEABILITÀ DELLE ROCCE

La *permeabilità* è la proprietà che hanno le rocce di lasciarsi attraversare dall'acqua quando questa è sottoposta ad un certo carico idraulico. Essa, quindi, esprime l'attitudine che ha la roccia a fare defluire l'acqua sotterranea.

Anche se in natura non esistono litotipi completamente impermeabili, nello studio delle acque sotterranee si fa distinzione tra *rocce permeabili* e *rocce impermeabili*, a seconda della facilità con cui le acque penetrano, circolano e si distribuiscono nel sottosuolo.

Nelle cosiddette *rocce impermeabili*, in condizioni naturali di pressione, le acque non hanno movimenti percettibili o rilevabili con i mezzi normalmente utilizzati in

idrogeologia, per mancanza di meati intercomunicanti e/o sufficientemente ampi (con diametro superiore a 1 micron).

Le *rocce permeabili* sono quelle in cui, nelle condizioni naturali di pressione, le acque si muovono a velocità tale da poter essere utilmente captate.

Si possono distinguere due tipi di permeabilità fondamentali: per *porosità* e per *fessurazione*.

La *permeabilità per porosità* è tipica delle rocce porose, le quali contengono numerosi piccoli vuoti intergranulari tra loro comunicanti. È generalmente una proprietà intrinseca perché gli interstizi che consentono il movimento delle acque si sono formati quasi sempre contemporaneamente alla roccia. Solo in pochi casi (come nell'alterazione superficiale dei graniti, delle arenarie, ecc.) può essere di origine secondaria.

La *permeabilità per fessurazione* è tipica delle rocce fessurate, le quali contengono generalmente pochi vuoti costituiti da fessure. Di norma è una proprietà acquisita perché gli anzidetti meati vengono prevalentemente generati da sforzi tettonici o da decompressione, anche se possono essere successivamente allargati da fenomeni chimico-fisici. Si può parlare di proprietà intrinseca solo quando la permeabilità è dovuta a fessure da raffreddamento, a giunti di stratificazione ed a piani di scistosità.

A differenza di quanto avviene nelle rocce permeabili per porosità, dove c'è una circolazione idrica diffusa, quelle permeabili per fessurazione possono risultare totalmente secche tra una frattura e l'altra.

In natura si trovano molte rocce caratterizzate esclusivamente da permeabilità per porosità, mentre sono più rare quelle permeabili solo per fessurazione. Spesso, quindi, si indicano come permeabili per fessurazione quelle in cui questo tipo di permeabilità è di gran lunga predominante rispetto all'altro. Quando i due tipi coesistono in proporzioni tra loro paragonabili, si parla di *permeabilità mista*. In particolare, la roccia si dice permeabile *per fessurazione e porosità* o *per porosità e fessurazione* a seconda che prevalga l'una o l'altra.

Oltre al tipo di permeabilità è possibile distinguere anche il *grado di permeabilità*. Può essere espresso sia in termini relativi che assoluti. Nel primo caso si introduce il concetto di *permeabilità relativa*, con il quale viene indicata la permeabilità apparente di un singolo litotipo o di un insieme di termini litologici simili, nei confronti di quelli adiacenti.

Essa viene espressa esclusivamente in modo qualitativo (p. alta, media, scarsa) sulla base delle osservazioni di campagna. È un parametro utile per confrontare tra loro, in prima approssimazione, più rocce o gruppi di rocce.

IDROLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico, la bassa pianura del F. Magra è caratterizzata dalla presenza di sedimenti di origine alluvionale per lo più permeabili (ghiaie, ciottoli, sabbie) con intercalazioni, per spessori anche rilevanti, di limi ed argille con caratteristiche di acquitardo ed acquicludo, presenti soprattutto nella parte orientale e meridionale della pianura stessa (vedi Allegato).

A tale assetto corrisponde una pressochè completa divisione degli acquiferi, separati dai depositi limo-argillosi di origine fluvio-lacustre e lagunare. Solo in corrispondenza della zona più a monte, dove questi sedimenti fini assumono estensioni e spessori ridotti, i due orizzonti acquiferi risultano unificati in una sola falda libera che occupa tutto il volume dei depositi alluvionali, raggiungendo spessori massimi di 20-30 m, corrispondenti alla profondità del substrato roccioso.

La porzione valliva della pianura (dall'altezza di Romito) è interessata dalla presenza del cuneo salino, che ovviamente assume maggiore importanza avvicinandosi alla costa. Le conoscenze bibliografiche relative a questo fattore, che rappresenta l'oggetto principale dello studio, verranno introdotte nel paragrafo seguente.

L'asse principale di drenaggio delle acque sotterranee è rappresentato dal Fiume Magra, che è quindi alimentato dalla falda. I gradienti della superficie di falda sono massimi (40%) ai margini della pianura, per poi decrescere avvicinandosi al centro e proseguendo verso valle, dove si raggiungono valori dell'ordine dello 0,1%.

La superficie libera della falda si trova generalmente a profondità dell'ordine di alcuni metri, crescenti andando dal fiume verso i margini della pianura e decrescenti in direzione del mare, dove la soggiacenza scende fino a meno di 1m.

Le variazioni stagionali del livello freatico sono minime in prossimità del fiume (inferiori al metro) e massime lungo il margine orientale (area di Sarzana, con escursioni anche superiori a 10m).

Dai dati relativi alla geometria della falda degli ultimi decenni, ricavati dalla bibliografia, mostrano un generalizzato e rilevante abbassamento della superficie

libera, con valori medi intorno ai 3 m, connesso all'abbassamento dell'alveo del Magra successivo alle estrazioni di materiali inerti al suo interno.

ANALISI GEOLOGICA E STRATIGRAFICA LOCALE

Alla luce di quanto emerso dallo studio della bibliografia disponibile, oltre che dall'osservazione delle carte, dalla fotointerpretazione delle immagini satellitari e dagli elementi conoscitivi ricavati dalle indagini dirette sui terreni oggetto di studio, si può ricostruire un modello geologico e stratigrafico dell'area interessata dalla realizzazione delle opere in progetto.

Essa rappresenta una porzione di pianura alluvionale, costituita dall'interazione tra la deposizione di sedimenti fluviali e la sedimentazione in ambiente marino costiero sopratidale. La stratigrafia della zona di Fiumaretta è costituita, quindi, da depositi accumulati dalle piene del fiume Magra rimodellati ed organizzati dalle oscillazioni della linea di costa. Il corso del fiume ha subito variazioni nel tempo, sia dal punto di vista del tracciato che dal punto di vista del bilancio apporto-erosione. Nella fattispecie, l'area d'interesse è caratterizzata da una stratigrafia che riflette un ambiente fluviale di media energia, dove la sedimentazione dei materiali ha interessato sedimenti ghiaiosi ai quali si intercalano livelli più fini limoso sabbiosi. Tale stratigrafia si dimostra piuttosto omogenea, almeno entro i primi 10 metri di spessore, in tutto il settore e nella area contigua alla proprietà tuttavia, localmente si rinvengono lenti di ghiaie più o meno sviluppate arealmente e legate alla differente energia del sistema. Il ritrovamento di sedimenti più grossolani nella porzione più vicina al corso fluviale è perfettamente compatibile con gli schemi classici di deposizione fluviale.

Dal punto di vista geomorfologico, trattandosi di una zona pianeggiante della bassa Val di Magra, in prossimità della foce del fiume, non si riscontrano elementi degni di nota se non la possibilità di innesco dei molteplici processi legati alla dinamica fluviale, riconducibili al rischio idraulico di inondazione, connessi a fenomeni erosivi, di trasposto e deposito legati all'azione della corrente in concomitanza di eccezionali eventi alluvionali di piena statisticamente probabili con tempi di ritorno trentennali.

L'area investigata presenta litologie raggruppabili in un'unica classe di permeabilità:

- litologie permeabili per porosità.

È stata individuata la falda a profondità di 2.20 metri dal piano campagna.

CUNEO SALINO

Nelle aree prossime alla linea di costa risulta grave in molte parti del mondo il problema delle infiltrazioni di acque marine nel sottosuolo in quanto responsabile di un inquinamento delle risorse idriche sfruttabili, rendendole inutilizzabili per uso potabile, arrecando danno alle colture e ai terreni agricoli nel caso in cui tali acque siano usate a scopo irriguo, e determinando problemi di corrosione ed incrostazione nelle industrie se utilizzate a scopo di raffreddamento degli impianti.

Attività antropiche quali il pompaggio in aree costiere, le escavazioni in alveo, le modifiche della falda, ecc. possono provocare, in rapporto alle caratteristiche geologiche locali, il disequilibrio tra acque dolce ed acque di mare e possono verificarsi fenomeni di eccessiva penetrazione delle acque salate con la conseguenza che i pozzi forniscono acqua con marcato carico salino.

In linea generale l'acqua di mare non è la sola sorgente di salinità che può provocare degradazione degli acquiferi prossimi alla costa: in molte pianure litoranee la presenza di acqua salmastra nel sottosuolo può derivare dal colmamento di aree lagunari e generare quindi acque connotate nei sedimenti; in aree caratterizzate dalla presenza di serbatoi geotermici, invece, acque termominerali possono risalire dal sottosuolo più profondo salinizzando progressivamente le falde idriche superficiali; infine possono verificarsi fenomeni di dissoluzione di sali presenti all'interno di formazioni geologiche evaporitiche (principalmente gesso, anidriti ed addirittura sali potassici).

Relativamente alle concezioni teoriche sull' idrodinamismo del cuneo salino è possibile distinguere tre differenti situazioni a seconda che il movimento delle acque possa essere trascurato o meno:

Nel caso in cui non ci siano condizioni di flusso si genera una stratificazione per densità di fluido con isocone orizzontali. Nella zona di confine tra i due tipi di acqua non è presente una superficie netta, ma un'area di transizione caratterizzata da un progressivo aumento di salinità dovuta a fenomeni di diffusione molecolare ed a fluttuazioni dell'interfaccia provocate dalle maree o dai pompaggi.

Nella maggior parte dei sistemi costieri, tuttavia, l'acqua profonda subisce movimenti causati principalmente da fenomeni di ricarica che producono a breve termine flusso di acqua dolce dai versanti verso il mare. Il flusso di acqua dolce disturba la

stratificazione della salinità che si verificherebbe in condizioni statiche, e quindi la superficie di separazione tra acqua dolce ed acqua salata si approfondisce nel sottosuolo a partire dalla linea di costa, fino al limite inferiore dell'acquifero. Tale situazione configura il classico cuneo salino con una superficie di interfaccia lineare, o caratterizzato da una lente di acqua dolce soprastante a quella salata nelle zone insulari. Dal punto di vista scientifico, la relazione di equilibrio tra acque dolci e salate in acquiferi costieri risulta legata direttamente alla differenza di densità tra i due diversi tipi di acqua, per cui quella di falda meno densa (poco più di 1 g/cm^3) presenta una generale direzione di deflusso verso il mare, mentre quella più salata (in media $1,025 \text{ g/cm}^3$) si incunea verso il basso a partire dal fondo alveo.

In merito all'intrusione del cuneo salino nella piana di Fiumaretta, sono stati condotti studi dalla soc. MedIngegneria per conto della Marinella Spa, e dalla stesa società di Ingegneria negli studi inerenti il dragaggio dell'alveo del fiume Magra commissionato dalla Provincia della Spezia.

In questi secondi studi si denota come il dragaggio del fiume Magra non apporterebbe nessuna ripercussione nel processo di intrusione salina. Gli studi condotti per conto della società Marinella spa, hanno previsto l'installazione di alcuni piezometri nella piana di Fiumaretta, uno dei quali entro la proprietà della committenza. Da tale analisi si denota come l'estensione del cuneo di contaminazione coincida con la profondità di 8-10 metri, inoltre i valori di conducibilità rilevati non evidenziano l'intrusione del cuneo salino.

UBICAZIONE CATASTALE E VINCOLI

Secondo il vigente PRG il lotto su cui insiste il fabbricato ricade in zona F5 – Parco Fluviale Attrezzato. Ogni intervento nell'ambito della zona è soggetto obbligatoriamente all'approvazione di strumento urbanistico attuativo unico di iniziativa comunale e di approvazione Regionale esteso a tutto il perimetro del "PARCO FLUVIALE MARITTIMO ATTREZZATO". Prima dell'approvazione di detto strumento urbanistico attuativo, è consentito l'esercizio delle attività agricole o attività di altra natura esistenti nell'area all'atto dell'adozione dei P.R.G., purché, ove prescritto, legittimate dalle apposite autorizzazioni degli Enti Pubblici preposti. In assenza di piano particolareggiato è vietata qualsiasi alterazione, modificazione o intervento sulla vegetazione arborea presente

nell'area, sulle rive del fiume, sulle strade e sentieri esistenti. Per gli edifici esistenti alla data di adozione della presente modifica al P.R.G. in itinere sono consentiti, oltre alle opere di manutenzione di restauro e di risanamento conservativo, interventi di ristrutturazione edilizia purché non comportanti né incremento di volumetria né aumento delle unità abitative. Lo strumento Urbanistico Attuativo deve essere essenzialmente finalizzato:

- 1) al riassetto idrogeologico del fiume Magra ed alla tutela dell'ambiente fluviale
- 2) alla individuazione delle aree a preminente interesse naturalistico ed alla loro possibile fruizione
- 3) alla localizzazione dei punti di ormeggio lungo le sponde e delle attrezzature pubbliche connesse con la fruizione del parco e del tempo libero
- 4) al progetto del sistema di accessibilità diversificata per tipo di utenza al parco fluviale ed al progetto della sua percorribilità pedonale specie lungo le rive
- 5) all'organizzazione di un sistema di servizi in funzione sia delle esigenze specifiche del tessuto urbano che vi gravita sia delle esigenze a scala superiore del parco
- 6) all'introduzione di specifiche aree produttive connesse alle attività di ormeggio, rimessaggio, manutenzione e riparazione dei natanti, nonché di un organico complesso di esercizi pubblici in grado di costituire un adeguato sistema commerciale per il parco, senza rappresentare un elemento negativo di concorrenzialità con la rete commerciale urbana.

Per quanto concerne il vigente P.T.C.P. rientra in area IS-CE - insediamenti sparsi - regime normativo di conservazione, tale regime si applica nei casi in cui, in relazione ai valori di qualità e tipicità che si riconoscono all'insediamento esistente, si rende necessario subordinare ogni intervento all'esigenza di non alterare l'equilibrio raggiunto tra l'insediamento e l'ambiente naturale e/o agricolo. L'obiettivo della disciplina è pertanto quello di conservare sostanzialmente inalterata la situazione attuale per quanto riguarda i rapporti quantitativi e qualitativi tra l'insediamento ed il contesto ambientale. La normativa è altresì volta a rendere possibili, in quanto compatibili con l'obiettivo enunciato al comma precedente, quegli interventi episodici che siano preordinati al recupero di eventuali singole situazioni di degrado e al soddisfacimento di puntuali carenze di ordine funzionale ed in particolare di quelle relative all'accessibilità ed ai parcheggi. Non è

pertanto consentito costruire nuovi edifici, né alterare quelli esistenti se non per adeguarli ai caratteri propri della zona.

E' inoltre vietato aprire nuove strade, modificare le caratteristiche tipologiche e di tracciato di quelle esistenti, nonché alterare in misura paesaggisticamente percepibile la morfologia e le sistemazioni del terreno e ogni altro elemento o manufatto che concorra significativamente alla definizione del paesaggio, ad eccezione degli interventi preordinati al superamento delle carenze funzionali sopra indicate.

Per ciò che concerne il vincolo di P.A.I. l'area rientra in categoria di **pericolosità idraulica elevata e molto elevata** con tempo di ritorno TR=30 anni; e **rischio idraulico molto elevato RI4**. Per quanto riguarda gli **ambiti normativi** previsti rientra nell'area **PI4A – Aree inondabili per T=30 anni a maggiore pericolosità relativa**. Come ben osservabile dalle cartografie allegate negli elaborati cartografici. Tuttavia la realizzazione degli argini consente di ritenere la zona sicura a meno del rischio residuo.

Nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata - elevata (PI4), sono consentiti i seguenti interventi, fermo restando che non sia aumentata la vulnerabilità degli edifici ad eventi di allagamento e, ove possibile, sia diminuita, e non vi sia cambio di destinazione d'uso che aumenti il carico insediativo, anche temporaneo:

a) in corrispondenza dei tratti fluviali in cui non è stata individuata la Fascia di riassetto fluviale di cui all'art. 16:

1. modesti ampliamenti degli edifici esistenti, ammessi dallo Strumento Urbanistico Generale (SUG) e finalizzati ad adeguamento igienico – sanitario e tecnologico;

2. interventi di restauro e risanamento conservativo, come definito alla lettera c) dell'art. 3, comma 1, del DPR 380/01;

3. interventi di ristrutturazione edilizia, come definiti alla lettera d) dell'art. 3, comma 1, del DPR 380/01, se ricadenti in ambito di tessuto urbano consolidato; nel caso di interventi di demolizione con ricostruzione deve essere assicurata la riduzione della vulnerabilità dell'edificio, anche attraverso la messa in opera di tutti gli accorgimenti e le misure finalizzate a tutelare la pubblica e privata incolumità;

b) in corrispondenza dei tratti fluviali in cui è stata individuata la Fascia di riassetto fluviale di cui all'art. 16, e limitatamente alle aree esterne ad essa:

1. gli interventi di cui alla precedente lettera a), punti 1 e 2;
2. gli interventi di cui alla precedente lettera a), punto 3 anche al di fuori del tessuto urbano consolidato;
3. interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti ed a migliorare la tutela della pubblica e privata incolumità, anche con aumenti di superficie e volume, se ammessi dallo SUG;
4. gli interventi di cui all'art. 17, comma 5, lett. b) senza necessità del parere del Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino;
5. realizzazione di parcheggi purché a raso;
6. adeguamento e riorganizzazione degli impianti esistenti di frantumazione dei materiali inerti e betonaggio, previo parere del Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino, a condizione che siano supportati da un adeguato studio di compatibilità idraulica che verifichi che gli interventi previsti:
 - non alterino significativamente la capacità di laminazione delle acque di esondazioni;
 - non aumentino significativamente le condizioni di pericolosità e di rischio dell'area di interesse e delle aree limitrofe, a monte e a valle;
 - non pregiudichino la possibilità di realizzare gli interventi di messa in sicurezza e la possibilità di definire la Fascia di riassetto fluviale, dove non ancora individuata;
 - prevedano adeguate caratteristiche di stabilità dei cumuli in rilevato, anche in considerazione delle possibili azioni erosive e demolitive degli eventi di piena, in relazione alla piena di riferimento.

INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

CRITERI DI INDAGINE

Al fine di valutare la fattibilità dell'intervento di progetto e la compatibilità dello stesso con le caratteristiche geotecniche del terreno interessato dal progetto in essere, sono state eseguite 2 prove penetrometriche dinamiche di tipo medio, inoltre, visto l'urgenza dell'intervento, si integra queste prove con una stesa sismica tipo MASW e con l'esecuzione di un sondaggio eseguiti nelle prossime vicinanze.

La MASW e la stratigrafia con i dati ricavati dal sondaggio verranno allegati in calce alla presente e di seguito descritti nelle sue linee generali. Di seguito verranno descritte le prove penetrometriche realizzate i cui elaborati completi sono allegati nell'elaborazione delle indagini.

SONDAGGIO GEOGNOSTICO DI RIFERIMENTO

Il sondaggio di riferimento viene preso in esame al fine di individuare la stratigrafia e le caratteristiche geomeccaniche del sito, in quanto è stato eseguito nella proprietà direttamente adiacente al sito oggetto del presente studio, questo verrà integrato e tarato con altre indagini penetrometriche dinamiche eseguite direttamente in situ. Il sondaggio si è spinto sino alla profondità di 15 metri dal piano campagna ha rivelato la presenza di un riporto antropico spesso circa 55 centimetri al quale seguono depositi limo sabbiosi e di sabbie fini di spessore circa 2.75 metri. Alla profondità di 3.30 metri dal piano campagna si passa ad un deposito ghiaioso in matrice sabbiosa. Esso rappresenta la porzione predominante della stratigrafia con uno spessore complessivo di 7.30 metri. Dalla profondità di 10.60 metri da p.c. sino alla fine del sondaggio si ritrovano sabbie grossolane con ciottoli.

Tale stratigrafia concorda perfettamente con la dinamica deposizionale e l'organizzazione geometrica dei depositi ricavati dallo studio del materiale bibliografico a disposizione. Il sondaggio rivela una predominanza di depositi ghiaiosi e sabbiosi grossolani indicativi di una deposizione di medio-alta energia tipica della zona prossimale dell'asta fluviale.

Nel foro di sondaggio è stato posizionato anche un tubo piezometrico per la misura della soggiacenza della falda e per la misura della conducibilità elettrica. La falda è stata individuata alla profondità di -2.20 metri da p.c., per quanto riguarda la conducibilità è

stata la conducibilità elettrica sino a fondo foro risulta inferiore a quella delle acque del Fiume Magra, i dati sono riportati nella relazione complessiva allegata alla presente.

PROVE PENETROMETRICHE

Il metodo d'indagine utilizzato per le prove penetrometriche si basa sulla registrazione della resistenza offerta dai terreni all'avanzamento di una punta conica ($\Phi=35.7$ mm) secondo procedure standardizzate, che viene espressa in numero di colpi (N) esercitati da un maglio dal peso di 30 Kg necessari alla penetrazione di 10 centimetri di un'asta dal peso di 2.5 Kg. Alla fine di ogni test si ottiene un istogramma profondità/N (allegati DCPT) ed in base al suo andamento viene interpretata la geometria e la litologia del terreno attraversato.

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Per valutare la resistenza meccanica del terreno si conta il numero dei colpi necessari all'infissione di 10 cm di asta; i risultati sono quindi elaborati mediante software e visualizzati su appositi diagrammi recanti in ascisse il numero dei colpi e in ordinata la profondità raggiunta (vedi grafico penetrometrico allegato).

Dal risultato delle prove penetrometriche dinamiche è possibile calcolare la resistenza dinamica di punta dei terreni. Essa permette di stimare le caratteristiche meccaniche degli stessi; ciò applicando la seguente formula olandese specifica per lo strumento:

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (\square / N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

Si fa notare, infine, che dividendo il valore ottenuto dalla formula (resistenza dinamica) per un coefficiente empirico pari a 20 (valore dato dal costruttore dello strumento), si ricava la capacità portante riferita allo strumento utilizzato.

Metodologia di Elaborazione

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e della resistenza alla punta.

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); tra i valori possibili in immissione si considerano quelli elaborati secondo il seguente metodo:

Media - Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

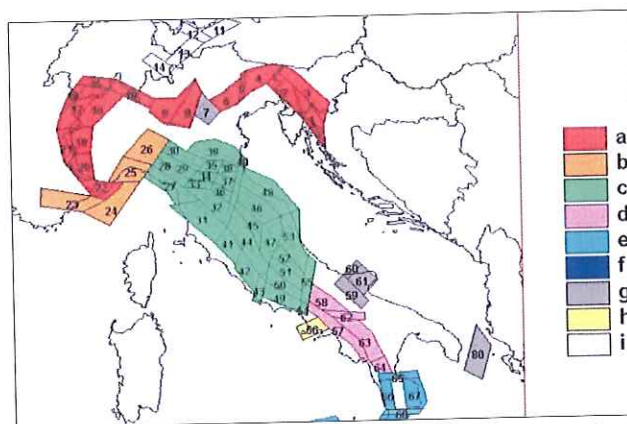
ESPOSIZIONE ED INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Vista la limitata interazione tra l'opera in progetto ed il terreno di fondazione si è deciso di eseguire una prova penetrometrica dinamica in un punto ritenuto più significativo per la comprensione dello spessore della coltre detritica e per l'acquisizione dei dati geomeccanici necessari alla progettazione di future opere strutturali. L'ubicazione precisa della prova è mostrata negli elaborati grafici.

La **prova penetrometrica dinamica** denominata **DCPT1**, è stata arrestata alla profondità di 9.00 metri dal piano campagna. Il primo livello che si attraversa, per uno spessore di 3.90 metri, è un livello di materiale fine incoerente e poco addensato. In esso si osserva un andamento regolare della risposta meccanica all'avanzamento a causa di una omogeneità dell'addensamento del deposito. Dall'elaborazione della prova si ottiene un valore di N_{spt} pari a 4.46 con $\varphi = 26.12^\circ$. Alla profondità di 3.90 metri si passa ad un orizzonte incoerente e poco addensato, nel quale si osserva un aumento della resistenza all'avanzamento della punta, pertanto si registra un passaggio da un livello di limo sabbioso ad uno in cui prevale la frazione sabbiosa con clasti sparsi talvolta osservabili in livelli decimetrici. Dall'elaborazione della prova si ottiene un valore di N_{spt} pari a 7.31 ed un $\varphi = 27.55^\circ$.

Durante la prova penetrometrica è stata rilevata la presenza d'acqua di falda alla profondità di 2.30 metri dal piano campagna.

La **prova penetrometrica dinamica** denominata **DCPT2**, è stata arrestata alla profondità di 8.00 metri dal piano campagna, essa mostra un andamento molto simile alla prova descritta precedentemente, testimoniando una certa uniformità del deposito nell'area in oggetto. Il primo livello che si attraversa, per uno spessore di 3.20 metri, ed è il livello di materiale fine incoerente e poco addensato riconducibile a limo sabbioso. Dall'elaborazione della prova si ottiene un valore di N_{spt} pari a 4.13 con $\phi = 25.95^\circ$. Alla profondità di 3.20 metri si passa all'orizzonte incoerente e poco addensato, riconducibile



a sabbie limose con ghiaia. Dall'elaborazione della prova si ottiene un valore di N_{spt} pari a 7.03 ed un $\phi = 27.41^\circ$.

Durante la prova penetrometrica è stata rilevata la presenza d'acqua di falda alla profondità di 2.20 metri dal piano campagna.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

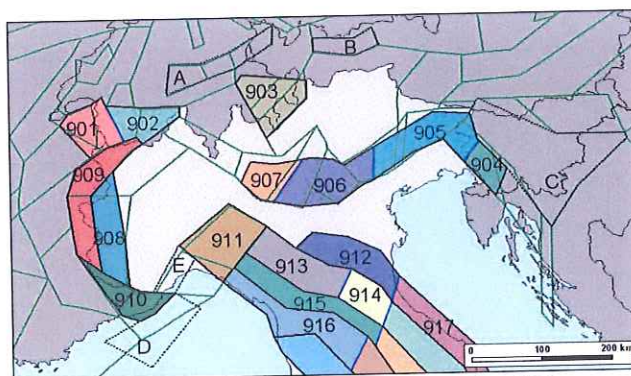
ZONAZIONE SISMOGENETICA

Sino al 2002, era comunemente utilizzata come zonazione sismica di riferimento per tutto il territorio italiano la "Zonazione Sismogenetica ZS4" (Meletti *et al.*, 2000a). Tale studio collocava l'area oggetto del presente elaborato nella zona 27 classificata come "tipo c": zone legate allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale con meccanismi attesi tipo dip-slip con assi T SW-NE nella fascia tirrenica.

Recentemente una revisione di detta zonazione ha portato ad un nuovo modello sismogenetico usato in Italia, introdotto appositamente per la redazione della mappa di

pericolosità 2004, tale modello è la cosiddetta “Zonazione sismogenetica ZS9” per la quale il territorio italiano è stato suddiviso in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone, identificate con le lettere da “A” a “F” fuori dal territorio nazionale. Tale modello mantiene le linee guida principali utilizzate nella ZS4, ma effettua una differente zonazione in base di nuove conoscenze sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche.

Tale zonazione inserisce l'area in esame nella **zona 916**; appartenente ad un settore dell'arco appenninico centro-settentrionale, che coincide con un settore di distensione tirrenico, come da Meletti *et al.*, 2000, e risulta caratterizzato da una bassa sismicità.

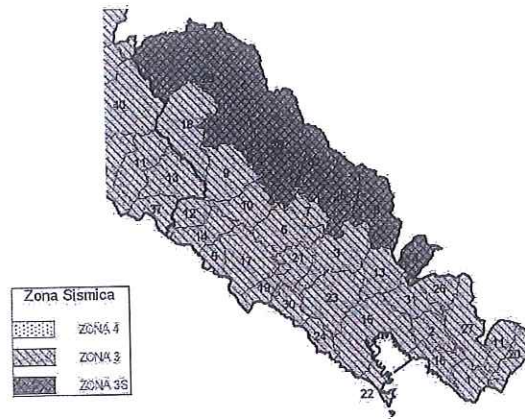


Carta della zonazione sismogenetica ZS9.

CLASSIFICAZIONE SISMICA

A seguito dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio 3519/2006 la giunta regionale con delibera n° 1308/2008 e successivamente con deliberazione n° 1362/2010 elabora una nuova proposta in merito ad una diversa classificazione sismica della Regione Liguria. La delibera n° 1308 ha segnato il passaggio dalle precedenti tre classi di pericolosità (zona 2 = media pericolosità; zona 3 = bassa pericolosità; zona 4 = molto bassa pericolosità), a due classi e relative sottozone (zona 3S, 3A, 3B = bassa pericolosità; zona 4 = molto bassa pericolosità). L'ultima delibera 1362/2010 invece mantiene la medesima suddivisione in Zona 4 e zona 3 ma accorpando le sottozone 3A e 3B in un'unica sottoclasse 3 e mantenendo la sottozona 3S

Tutto il territorio così articolato, suddiviso in zona 3 e 4 con eliminazione della zona 2, resta comunque assoggettato ad una disciplina che garantisce un'adeguata tutela della pubblica e privata incolumità.



Nuova zonazione sismica della Provincia della Spezia

Il Comune di Ameglia e l'area in esame, ai sensi e per gli effetti dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 2006, ricade in **zona 3**, contraddistinta da un valore di $a_g=0,15$ g.

Zona	Valore di a_g
3S	0.18g
3	0.15g
4	0.05g

AZIONE SISMICA

In relazione alle caratteristiche del terreno interessato dal progetto ed alla prova sismica tipo MASW di riferimento si ottiene un valore di $V_{s,30}$ pari a **185** pertanto si può considerare un **suolo di fondazione di tipo C** Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 e 360 m/s.

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & S_e(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & S_e(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D & S_e(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & S_e(T) = a_z \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

nelle quali T ed S_e sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale.

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_S \times S_T$$

essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.V) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.VI);

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali x diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + x)^3} > 0,55$$

dove x (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

F_0 è il fattore di amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C \times T_C^*$$

dove

T_C^* (Tratto Spettrale a Periodo Costante per un Periodo di Ritorno determinato);

C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (vedi Tab. 3.2.V), utilizzato per definire il Periodo di inizio del tratto costante dello Spettro di Risposta Elastico;

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante,

$$T_B = T_C / 3$$

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro.

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6.$$

Amplificazione stratigrafica

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione di F_0 e T^*_c relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le

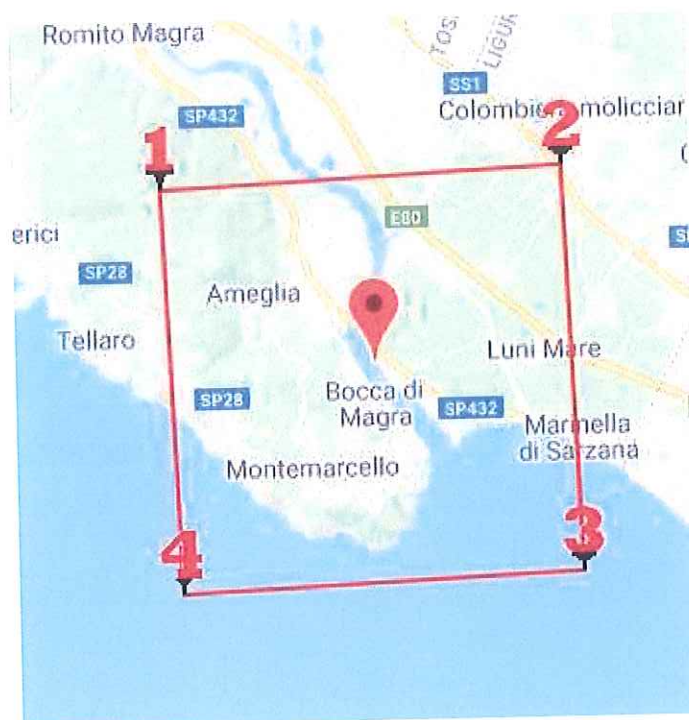
Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

espressioni fornite in Tab. 3.2V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T , in funzione delle categorie topografiche definite della NTC 2018 (Tab. 3.2.III) e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento. Secondo la sopracitata classificazione delle categorie topografiche l'area ricade in **categoria T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media maggiore e uguale a 15°).

Utilizzando il software free di Geostru (http://www.geostru.com/geoapp/Parametri_Sismici.aspx) si ricavano i seguenti valori:



Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Paratie NTC 2018

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,059739

longitudine: 9,977655

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito	ID	Lat	Lon	Distanza
Sito 1	ID: 18486	Lat: 44,0815	Lon: 9,9408	Distanza: 3812,193
Sito 2	ID: 18487	Lat: 44,0836	Lon: 10,0103	Distanza: 3717,225
Sito 3	ID: 18709	Lat: 44,0336	Lon: 10,0132	Distanza: 4061,514
Sito 4	ID: 18708	Lat: 44,0315	Lon: 9,9437	Distanza: 4148,914

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

STUDIO GEOLOGICO E SISMICO

Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

			Coefficienti Sismici	
Operatività (SLO):			SLO:	
Probabilità di superamento:	81	%	Ss:	1,500
Tr:	30	[anni]	Cc:	1,710
ag:	0,042	g	St:	1,000
Fo:	2,527		Kh:	0,032
Tc*:	0,227	[s]	Kv:	0,000
			Amax:	0,611
			Beta:	0,520
Danno (SLD):			SLD:	
Probabilità di superamento:	63	%	Ss:	1,500
Tr:	50	[anni]	Cc:	1,670
ag:	0,052	g	St:	1,000
Fo:	2,520		Kh:	0,040
Tc*:	0,246	[s]	Kv:	0,000
			Amax:	0,762
			Beta:	0,520
Salvaguardia della vita (SLV):			SLV:	
Probabilità di superamento:	10	%	Ss:	1,500
Tr:	475	[anni]	Cc:	1,580
ag:	0,126	g	St:	1,000
Fo:	2,411		Kh:	0,098
Tc*:	0,291	[s]	Kv:	0,000
			Amax:	1,856
			Beta:	0,520
Prevenzione dal collasso (SLC):			SLC:	
Probabilità di superamento:	5	%	Ss:	1,470
Tr:	975	[anni]	Cc:	1,560
ag:	0,163	g	St:	1,000
Fo:	2,376		Kh:	0,125
Tc*:	0,299	[s]	Kv:	0,000
			Amax:	2,348
			Beta:	0,520

Le coordinate espresse in questo file sono in ED5

Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
 T_C \leq T < T_D & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale è definito dalle espressioni seguenti:

nelle quali T e S_{ve} sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettale verticale e F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

I valori di a_g , F_0 , S , η sono definiti nel § 3.2.3.2.1 delle NTC 2008 per le componenti orizzontali; i valori S_s , T_B , T_C e T_D , salvo più accurate determinazioni, sono quelli riportati nella Tab. 3.2.VII.

Tabella 3.2.VII – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Categoria suolo	S	T _B	T _C	T _D
A,B,C,D,E	1,0	0,05	0,15	1,0

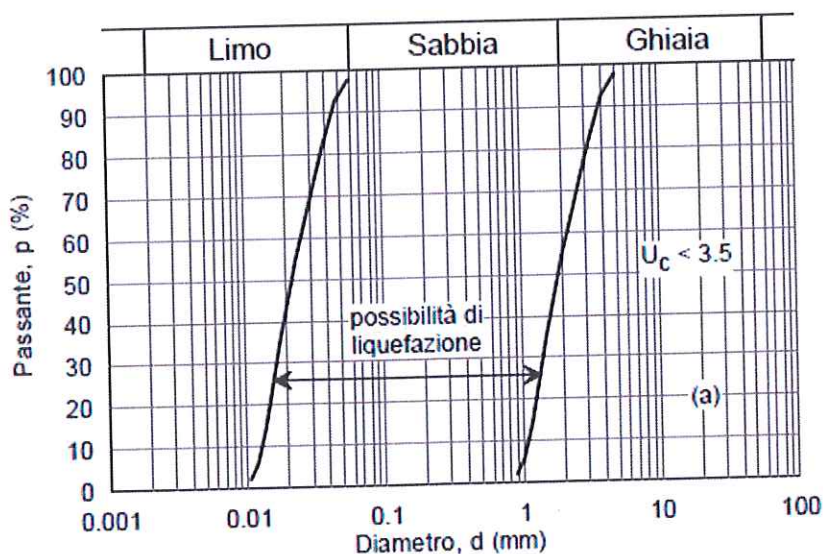
Per tener conto delle condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati in Tab. 3.2.VI

POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

La liquefazione denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidezza causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- 2) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- 3) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 4) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_i)_{60} > 30$ oppure $q_{ciN} > 180$ dove $(N_i)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{ciN} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 5) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 7.11.1 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.



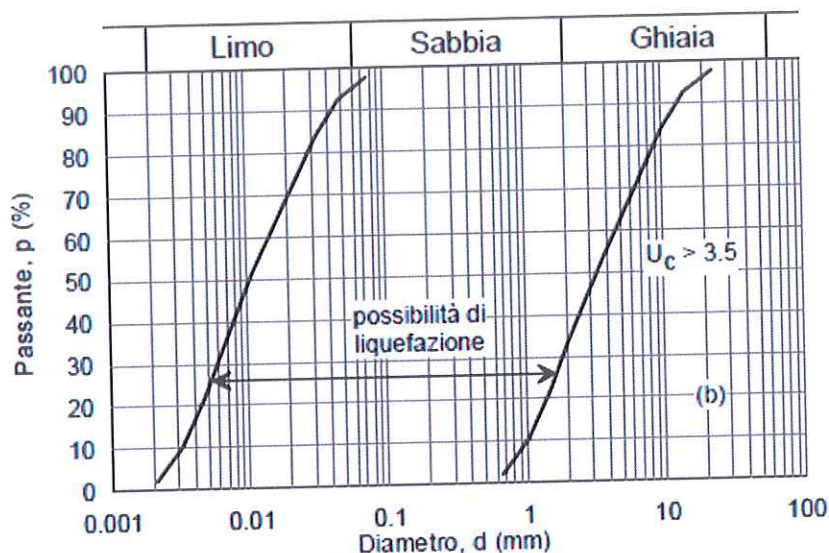


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Nella tabella seguente viene indicata la probabilità che si verifichi liquefazione in funzione delle condizioni stratigrafiche e morfologiche riscontrabili sul territorio:

Categoria	Morfologia	Liquefazione
A	Letti di fiume, antichi e recenti, paludi, terreni di bonifica, zone interdunari	Probabile
B	Conoidi, argini naturali, dune, pianure di esondazione, spiagge	Possibile
C	Terrazzi, colline, montagne	Improbabile

In virtù dei caratteri geologici, geomorfologici e della granulometria dei sedimenti presenti nell'area in esame, uniti alle caratteristiche meccaniche dei terreni, si può ritenere probabile l'emergenza di tale fenomeno. Tuttavia una caratteristica fondamentale per l'insorgenza di tale fenomeno è la sismicità elevata del sito magnitudo > 5 , pertanto, vista l'assenza di fenomeni sismici di si ritiene poco probabile il verificarsi del fenomeno della liquefazione, pertanto nel caso si verificassero fenomeni sismici importanti non si può escludere l'insorgenza di tale fenomeno.

DEFINIZIONE DEI VALORI MEDI DEL TERRENO

Sulla base delle indagini eseguite, è stato possibile suddividere i terreni di fondazione, attraverso una stratigrafia che vede la presenza di n°3 differenti Unità Litotecniche.

La prima Unità U.L.T. 1, associabile al primo deposito è riconducibile ad uno strato di riporto antropico secondario, tuttavia, risulta presente solo nella porzione antistante, in prossimità del corso fluviale. La seconda unità U.L.T. 2 è caratterizzata da un orizzonte dello spessore variabile mediamente di circa 3.80 metri costituito da materiale poco addensato associabile a limo sabbioso.

In base al percorso metodologico proposto per la definizione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni investigati, si propone di seguito una tabella riassuntiva con i seguenti parametri geotecnici. Sulla base delle indicazioni contenute nelle NTC 2018, sono stati riportati i valori medi ottenuti dall'elaborazione delle prove:

<i>Strato</i>	<i>N_{SPT}</i>	<i>S.m.</i>	γ	γ_s	<i>D_R</i>	φ	<i>G</i>	<i>E_{ed}</i>	<i>E_y</i>	ν	<i>K₀</i>
U.L.T. 1	10.1	1.40	1.73	1.92	38.33	28.81	570.77	184.91	201.9	0.33	2.12
U.L.T. 2	4.21	3.80	1.50	1.64	17.13	25.99	251.21	36.12	33.72	0.34	0.8
U.L.T. 3	7.73	Indef.	1.64	1.90	22.58	27.77	447.20	43.45	93.42	0.34	1.61

- il peso di volume medio (γ) espresso in t/m³;
- il peso di volume saturo medio (γ_s) espresso in t/m³;
- la densità relativa media (*D_R*) espressa in %;
- l'angolo di attrito medio (φ) espresso in gradi;
- il modulo di deformazione a taglio medio (*G*) espresso in kg/cm²;
- il modulo edometrico medio (*E_{ed}*) espresso in kg/cm²;
- il modulo di Young medio (*E_y*) espresso in kg/cm²;
- il modulo di Poisson medio (ν);
- il modulo di reazione medio (*K₀*) espresso in kg/cm³.

CONCLUSIONI

PER TUTTO QUANTO SOPRA ESPOSTO RISULTA VERIFICATA LA FATTIBILITÀ GEOMORFOLOGICA, GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E DI RISPOSTA SISMICA DEI LITOTIPI CHE COSTITUISCONO IL TERRENO RELATIVO ALL'INTERVENTO.

Marina di Carrara, Ottobre 2020.

IN FEDE

Dott. Geol. Cecilia Frediani



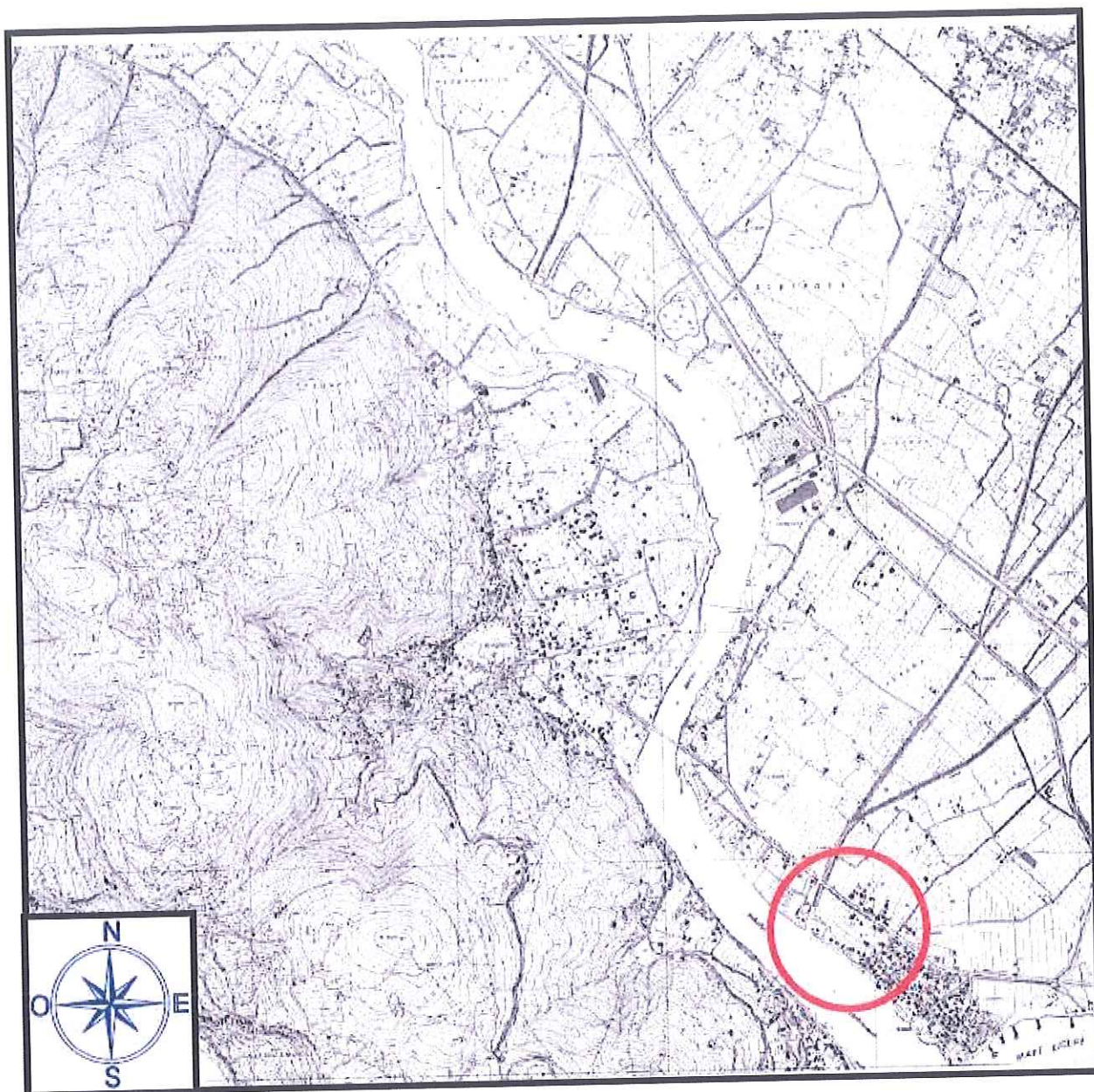
STUDIO GEOLOGICO E SISMICO

ALLEGATI CARTOGRAFICI

SKYLINE PROJECT - STUDIO TECNICO ASSOCIATO

ING. DIEGO NESPOLO - ING. PIERANDREA GORI - GEOL. CECILIA FREDIANI

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

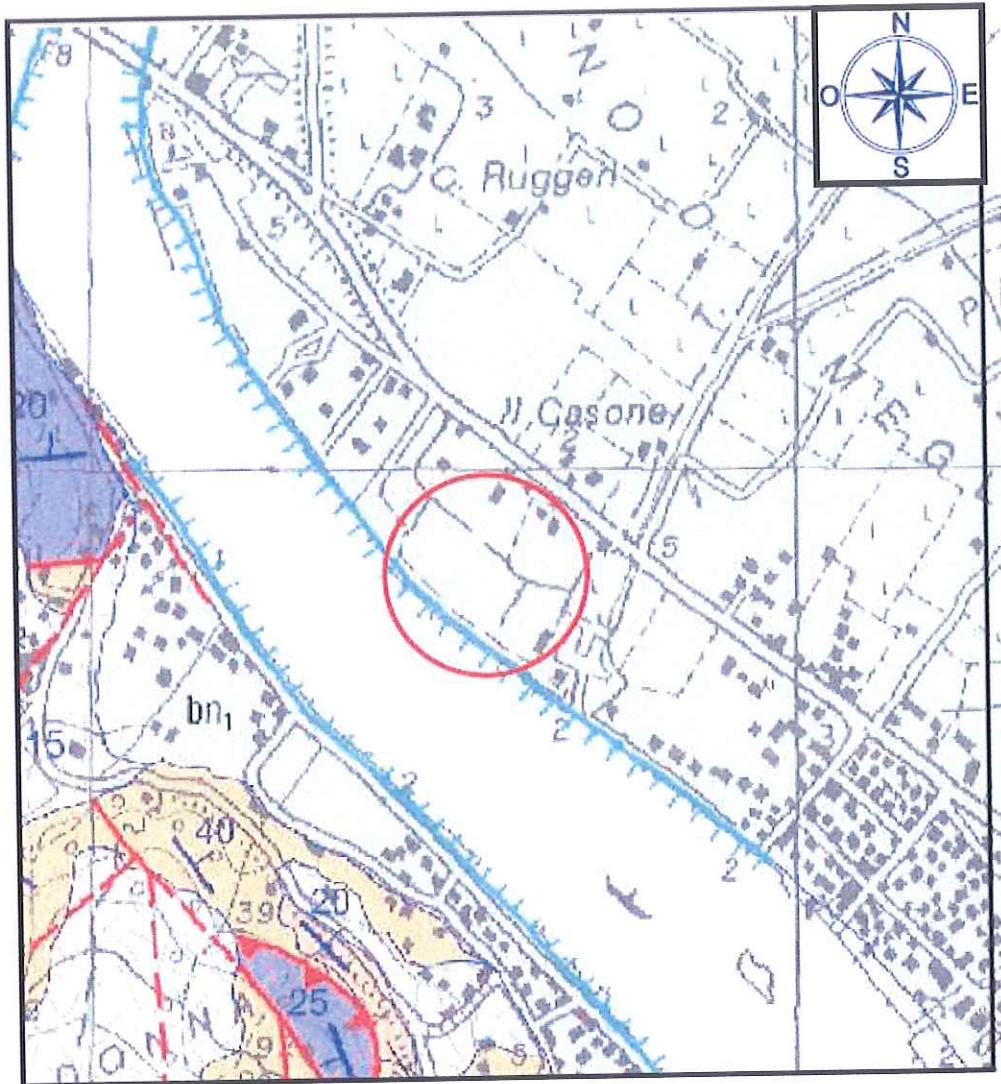


Legenda

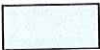


Comune di Ameglia
Località Fiumaretta


CARTA GEOLOGICA




Legenda

 Depositi alluvionali

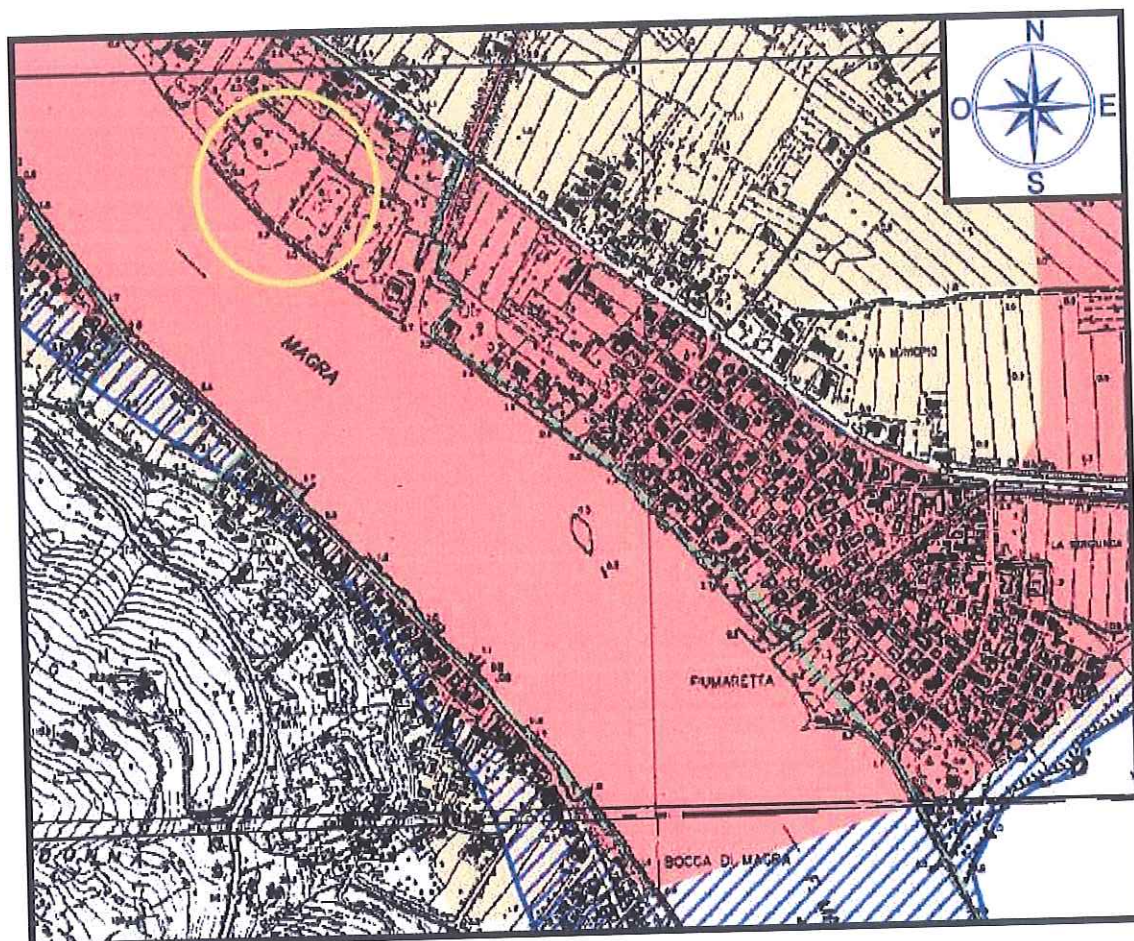
 Orlo di terrazzi

 Giacitura degli strati








 Area d'indagine


SCALA 1 : 10.000

STRALCIO DELLA CARTA DI PERICOLOSITA' IDRAULICA AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME MARA



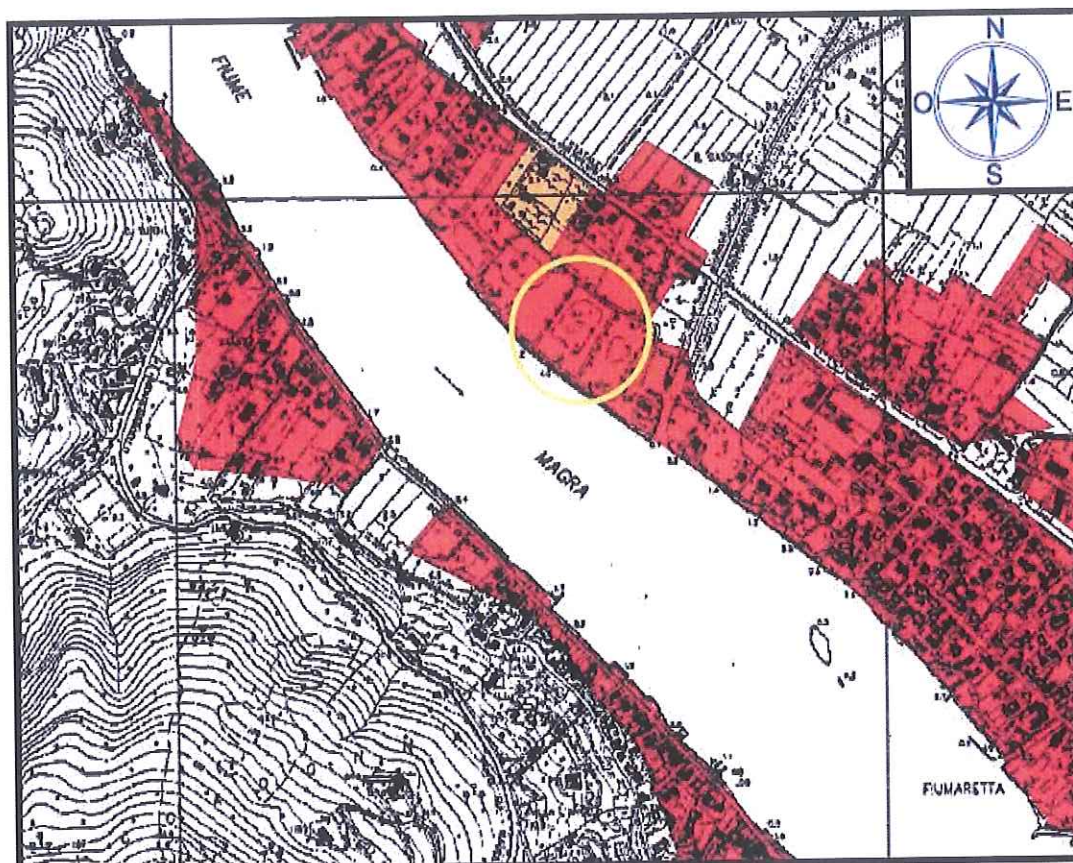
Legenda

-  Area a pericolosità idraulica molto elevata - elevata
(aree inondabili con $Tr=30$ anni)
-  Aree a pericolosità idraulica media
(aree inondabili con $Tr=200$ anni)
-  Aree a pericolosità idraulica bassa
(aree inondabili con $Tr=500$ anni)
-  Aree a pericolosità idraulica bassa
(aree difese da interventi di sistemazione idraulica)
-  Aree a criticità idraulica non studiate
(aree storicamente inondate)
-  Fascia di Riassetto Fluviale
-  Zone di approfondimento
(zone in cui si rendono necessari studi di maggior dettaglio)

 Area di indagine

Scala 1 : 10.000

STRALCIO DELLA CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME MAGRA



Legenda



Limite di Bacino



Rischio idraulico molto elevato (RI4)



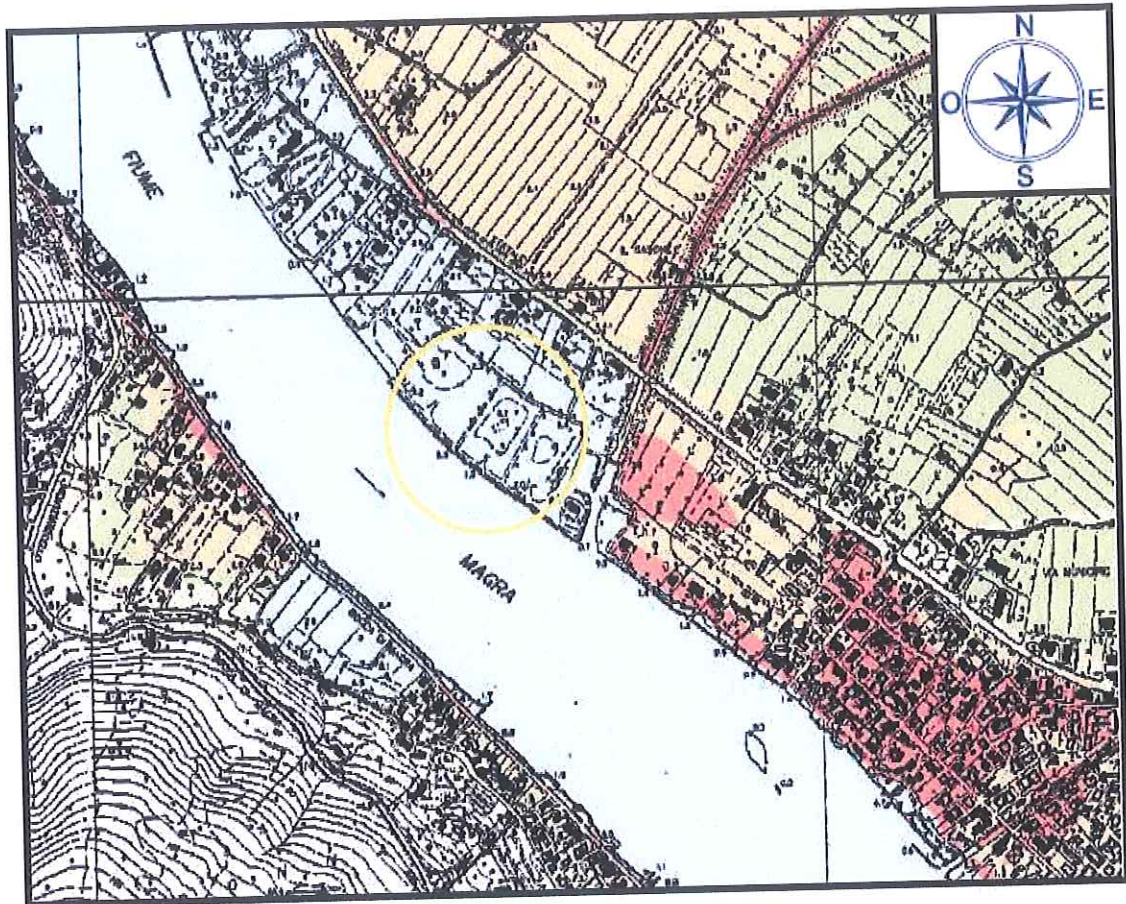
Rischio idraulico elevato (RI3)









Area di indagine

Scala 1 : 10.000

STRALCIO DELLA CARTA DEGLI AMBITI NORMATIVI



Legenda

-  ambito PI4A - Aree inondabili per T=30 anni a maggiore pericolosità relativa
-  ambito PI3A - Aree inondabili per T=200 anni a maggiore pericolosità relativa
-  ambito PI3B - Aree inondabili per T=200 anni a minore pericolosità relativa
-  ambito PI2 - Aree inondabili per T=500 anni
-  Fascia di Riassetto Fluviale
-  Area di indagine

Scala 1 : 10.000

ELABORAZIONE INDAGINI

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committenti: BIBI S.r.l.
Cantiere: Via Litoranea
Località: Fiumaretta

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DL-30 (60°)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	11 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,783
Rivestimento/fanghi	N
Angolo di apertura punta	60

OPERATORE

Dott. Geol. Cecilia Frediani

RESPONSABILE

Dott. Geol. Cecilia Frediani

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (DYNAMIC PROBING)

DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura δ)
- avanzamento (penetrazione) δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

<i>Tipo</i>	<i>Sigla di riferimento</i>	<i>peso della massa M (kg)</i>	<i>prof.max indagine battente (m)</i>
Leggero	DPL (Light)	M < 10	8
Medio	DPM (Medium)	10 < M < 40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40 < M < 60	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	M > 60	25

Penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE) massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ - 90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE) massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $\delta = 10$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ - 90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A = 10 \text{ cm}^2$ rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE) massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $\delta = 30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A = 20.27 \text{ cm}^2$ rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA) massa battente $M = 63.5$ kg, altezza caduta $H = 0.75$ m, avanzamento $\delta = 20 - 30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ - 90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20 \text{ cm}^2$, rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
 M' = peso aste;
 H = altezza di caduta;
 A = area base punta conica;
 δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

$$R_{pd} = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

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

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della GeoStru Software.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica: Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

Media: Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima: Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo: Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo: Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio: Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata: Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s: Media+ scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s: Media- scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.: Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $s_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.: Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immersione $d = 1$ mt..

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di SHI-MING (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di SHI-MING.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt} \text{ corretto} = 15 + 0.5 \times (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)

Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).

Sowers 1961 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) $\square > 5$ t/mq.

De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .

Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).

Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da D_r %.

Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $\square > 15$ t/mq.

Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.

Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.

Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.

Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Meyerhof (1957).

Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (Ey)

Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.

Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.

Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.

D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia

Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

Buisman-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.

Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).

Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

Terzaghi-Peck 1948-1967

Modulo di poisson

Classificazione A.G.I.

Modulo di deformazione di taglio (G)

Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.

Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) – elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (Ko)

Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

STUDIO GEOLOGICO E SISMICO

PROVA Nr.1

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

DL-30 (60°)
 05/10/2020
 9,00 mt

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	5	0,857	17,76	20,74	0,89	1,04
0,20	6	0,855	21,27	24,88	1,06	1,24
0,30	6	0,853	21,22	24,88	1,06	1,24
0,40	5	0,851	17,64	20,74	0,88	1,04
0,50	4	0,849	14,08	16,59	0,70	0,83
0,60	3	0,847	10,54	12,44	0,53	0,62
0,70	2	0,845	7,01	8,29	0,35	0,41
0,80	4	0,843	13,99	16,59	0,70	0,83
0,90	8	0,842	26,46	31,44	1,32	1,57
1,00	5	0,840	16,50	19,65	0,83	0,98
1,10	4	0,838	13,17	15,72	0,66	0,79
1,20	3	0,836	9,86	11,79	0,49	0,59
1,30	7	0,835	22,96	27,51	1,15	1,38
1,40	6	0,833	19,64	23,58	0,98	1,18
1,50	4	0,831	13,07	15,72	0,65	0,79
1,60	6	0,830	19,56	23,58	0,98	1,18
1,70	9	0,828	29,28	35,37	1,46	1,77
1,80	5	0,826	16,24	19,65	0,81	0,98
1,90	7	0,825	21,56	26,14	1,08	1,31
2,00	5	0,823	15,37	18,67	0,77	0,93
2,10	4	0,822	12,27	14,94	0,61	0,75
2,20	3	0,820	9,19	11,20	0,46	0,56
2,30	5	0,819	15,29	18,67	0,76	0,93
2,40	10	0,817	30,52	37,34	1,53	1,87
2,50	11	0,816	33,51	41,08	1,68	2,05
2,60	8	0,814	24,33	29,88	1,22	1,49
2,70	5	0,813	15,18	18,67	0,76	0,93
2,80	3	0,811	9,09	11,20	0,45	0,56
2,90	3	0,810	8,64	10,67	0,43	0,53
3,00	7	0,809	20,14	24,90	1,01	1,25
3,10	7	0,807	20,10	24,90	1,01	1,25
3,20	2	0,806	5,73	7,11	0,29	0,36
3,30	11	0,805	31,49	39,13	1,57	1,96
3,40	13	0,753	34,84	46,25	1,74	2,31
3,50	11	0,802	31,39	39,13	1,57	1,96
3,60	7	0,801	19,94	24,90	1,00	1,25
3,70	3	0,800	8,53	10,67	0,43	0,53
3,80	2	0,798	5,68	7,11	0,28	0,36
3,90	3	0,797	8,12	10,19	0,41	0,51
4,00	8	0,796	21,63	27,17	1,08	1,36
4,10	8	0,795	21,60	27,17	1,08	1,36
4,20	7	0,794	18,87	23,77	0,94	1,19
4,30	7	0,793	18,84	23,77	0,94	1,19
4,40	9	0,791	24,19	30,57	1,21	1,53
4,50	11	0,790	29,53	37,36	1,48	1,87
4,60	13	0,739	32,64	44,15	1,63	2,21
4,70	14	0,738	35,10	47,55	1,75	2,38
4,80	11	0,787	29,40	37,36	1,47	1,87
4,90	8	0,786	20,43	25,99	1,02	1,30
5,00	9	0,785	22,96	29,24	1,15	1,46
5,10	9	0,784	22,93	29,24	1,15	1,46
5,20	7	0,783	17,81	22,74	0,89	1,14
5,30	3	0,782	7,62	9,75	0,38	0,49

STUDIO GEOLOGICO E SISMICO

5,40	6	0,781	15,23	19,49	0,76	0,97
5,50	8	0,780	20,28	25,99	1,01	1,30
5,60	13	0,729	30,80	42,24	1,54	2,11
5,70	14	0,728	33,12	45,49	1,66	2,27
5,80	8	0,777	20,20	25,99	1,01	1,30
5,90	7	0,776	16,92	21,80	0,85	1,09
6,00	5	0,775	12,07	15,57	0,60	0,78
6,10	6	0,775	14,47	18,69	0,72	0,93
6,20	6	0,774	14,46	18,69	0,72	0,93
6,30	5	0,773	12,03	15,57	0,60	0,78
6,40	6	0,772	14,43	18,69	0,72	0,93
6,50	11	0,771	26,42	34,26	1,32	1,71
6,60	12	0,770	28,79	37,37	1,44	1,87
6,70	8	0,770	19,17	24,91	0,96	1,25
6,80	5	0,769	11,97	15,57	0,60	0,78
6,90	6	0,768	13,78	17,94	0,69	0,90
7,00	7	0,767	16,06	20,93	0,80	1,05
7,10	10	0,766	22,92	29,90	1,15	1,50
7,20	18	0,716	38,52	53,82	1,93	2,69
7,30	7	0,765	16,01	20,93	0,80	1,05
7,40	7	0,764	15,99	20,93	0,80	1,05
7,50	9	0,763	20,54	26,91	1,03	1,35
7,60	10	0,763	22,81	29,90	1,14	1,50
7,70	11	0,762	25,06	32,89	1,25	1,64
7,80	12	0,761	27,32	35,88	1,37	1,79
7,90	11	0,761	24,06	31,63	1,20	1,58
8,00	8	0,760	17,48	23,00	0,87	1,15
8,10	11	0,759	24,01	31,63	1,20	1,58
8,20	7	0,759	15,27	20,13	0,76	1,01
8,30	8	0,758	17,43	23,00	0,87	1,15
8,40	9	0,757	19,60	25,88	0,98	1,29
8,50	9	0,757	19,58	25,88	0,98	1,29
8,60	14	0,706	28,42	40,26	1,42	2,01
8,70	17	0,705	34,48	48,88	1,72	2,44
8,80	13	0,705	26,34	37,38	1,32	1,87
8,90	13	0,704	25,35	36,00	1,27	1,80
9,00	15	0,703	29,22	41,54	1,46	2,08

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - limi sabbiosi	4,46	3,90	4,46	Gibbs & Holtz 1957	19,28
[2] - Sabbie e limo con ghiaia	7,31	9,00	7,31	Gibbs & Holtz 1957	22,16

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - limi sabbiosi	4,46	3,90	4,46	Meyerhof (1965)	26,12
[2] - Sabbie e limo con ghiaia	7,31	9,00	7,31	Meyerhof (1965)	27,55

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - limi sabbiosi	4,46	3,90	4,46	Schmertmann	35,68
[2] - Sabbie e limo con ghiaia	7,31	9,00	7,31	Schmertmann	87,72

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - limi sabbiosi	4,46	3,90	4,46	Begemann '74	36,63
[2] - Sabbie e limo con ghiaia	7,31	9,00	7,31	Begemann '74	42,48

STUDIO GEOLOGICO E SISMICO

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - limi sabbiosi	4,46	3,90	4,46	A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Sabbie e limo con ghiaia	7,31	9,00	7,31	A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - limi sabbiosi	4,46	3,90	4,46	Meyerhof ed altri	1,52
[2] - Sabbie e limo con ghiaia	7,31	9,00	7,31	Meyerhof ed altri	1,63

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - limi sabbiosi	4,46	3,90	4,46	Terzaghi-Peck 48-67	1,88
[2] - Sabbie e limo con ghiaia	7,31	9,00	7,31	Terzaghi-Peck 48-67	1,90

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - limi sabbiosi	4,46	3,90	4,46	(A.G.I.)	0,34
[2] - Sabbie e limo con ghiaia	7,31	9,00	7,31	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - limi sabbiosi	4,46	3,90	4,46	Ohsaki	265,03
[2] - Sabbie e limo con ghiaia	7,31	9,00	7,31	Ohsaki	421,69

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - limi sabbiosi	4,46	3,90	4,46	Navfac 1971-1982	0,86
[2] - Sabbie e limo con ghiaia	7,31	9,00	7,31	Navfac 1971-1982	1,51

PROVA .Nr.2

Strumento utilizzato... DL-30 (60°)
 Prova eseguita in data 05/10/2020
 Profondità prova 8,00 mt
 Falda rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm ²)	Res. dinamica (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm ²)
0,10	5	0,857	17,76	20,74	0,89	1,04
0,20	6	0,855	21,27	24,88	1,06	1,24
0,30	6	0,853	21,22	24,88	1,06	1,24
0,40	5	0,851	17,64	20,74	0,88	1,04
0,50	4	0,849	14,08	16,59	0,70	0,83
0,60	3	0,847	10,54	12,44	0,53	0,62
0,70	3	0,845	10,52	12,44	0,53	0,62
0,80	2	0,843	7,00	8,29	0,35	0,41
0,90	3	0,842	9,92	11,79	0,50	0,59
1,00	5	0,840	16,50	19,65	0,83	0,98
1,10	4	0,838	13,17	15,72	0,66	0,79
1,20	5	0,836	16,43	19,65	0,82	0,98

STUDIO GEOLOGICO E SISMICO

1,30	8	0,835	26,24	31,44	1,31	1,57
1,40	7	0,833	22,91	27,51	1,15	1,38
1,50	4	0,831	13,07	15,72	0,65	0,79
1,60	1	0,830	3,26	3,93	0,16	0,20
1,70	3	0,828	9,76	11,79	0,49	0,59
1,80	8	0,826	25,98	31,44	1,30	1,57
1,90	10	0,825	30,80	37,34	1,54	1,87
2,00	9	0,823	27,67	33,61	1,38	1,68
2,10	5	0,822	15,34	18,67	0,77	0,93
2,20	6	0,820	18,38	22,41	0,92	1,12
2,30	7	0,819	21,40	26,14	1,07	1,31
2,40	7	0,817	21,36	26,14	1,07	1,31
2,50	9	0,816	27,42	33,61	1,37	1,68
2,60	8	0,814	24,33	29,88	1,22	1,49
2,70	4	0,813	12,14	14,94	0,61	0,75
2,80	2	0,811	6,06	7,47	0,30	0,37
2,90	4	0,810	11,53	14,23	0,58	0,71
3,00	8	0,809	23,01	28,46	1,15	1,42
3,10	4	0,807	11,49	14,23	0,57	0,71
3,20	4	0,806	11,47	14,23	0,57	0,71
3,30	10	0,805	28,63	35,57	1,43	1,78
3,40	11	0,803	31,44	39,13	1,57	1,96
3,50	6	0,802	17,12	21,34	0,86	1,07
3,60	5	0,801	14,24	17,79	0,71	0,89
3,70	11	0,800	31,29	39,13	1,56	1,96
3,80	13	0,748	34,61	46,25	1,73	2,31
3,90	11	0,797	29,78	37,36	1,49	1,87
4,00	10	0,796	27,03	33,96	1,35	1,70
4,10	7	0,795	18,90	23,77	0,94	1,19
4,20	6	0,794	16,17	20,38	0,81	1,02
4,30	6	0,793	16,15	20,38	0,81	1,02
4,40	11	0,791	29,57	37,36	1,48	1,87
4,50	12	0,790	32,21	40,75	1,61	2,04
4,60	18	0,739	45,19	61,13	2,26	3,06
4,70	12	0,788	32,12	40,75	1,61	2,04
4,80	14	0,737	35,05	47,55	1,75	2,38
4,90	7	0,786	17,88	22,74	0,89	1,14
5,00	4	0,785	10,20	13,00	0,51	0,65
5,10	2	0,784	5,09	6,50	0,25	0,32
5,20	3	0,783	7,63	9,75	0,38	0,49
5,30	3	0,782	7,62	9,75	0,38	0,49
5,40	7	0,781	17,76	22,74	0,89	1,14
5,50	7	0,780	17,74	22,74	0,89	1,14
5,60	12	0,779	30,38	38,99	1,52	1,95
5,70	14	0,728	33,12	45,49	1,66	2,27
5,80	17	0,727	40,17	55,23	2,01	2,76
5,90	10	0,776	24,18	31,14	1,21	1,56
6,00	7	0,775	16,90	21,80	0,85	1,09
6,10	7	0,775	16,89	21,80	0,84	1,09
6,20	6	0,774	14,46	18,69	0,72	0,93
6,30	6	0,773	14,44	18,69	0,72	0,93
6,40	7	0,772	16,83	21,80	0,84	1,09
6,50	10	0,771	24,02	31,14	1,20	1,56
6,60	11	0,770	26,39	34,26	1,32	1,71
6,70	12	0,770	28,76	37,37	1,44	1,87
6,80	11	0,769	26,33	34,26	1,32	1,71
6,90	9	0,768	20,67	26,91	1,03	1,35
7,00	15	0,717	32,17	44,85	1,61	2,24
7,10	11	0,766	25,21	32,89	1,26	1,64
7,20	12	0,766	27,47	35,88	1,37	1,79
7,30	10	0,765	22,87	29,90	1,14	1,50
7,40	5	0,764	11,42	14,95	0,57	0,75
7,50	3	0,763	6,85	8,97	0,34	0,45
7,60	9	0,763	20,52	26,91	1,03	1,35
7,70	7	0,762	15,95	20,93	0,80	1,05
7,80	7	0,761	15,93	20,93	0,80	1,05

SKYLINE PROJECT - STUDIO TECNICO ASSOCIATO

ING. DIEGO NESPOLO - ING. PIERANDREA GORI - GEOL. CECILIA FREDIANI

STUDIO GEOLOGICO E SISMICO

7,90	5	0,761	10,94	14,38	0,55	0,72
8,00	12	0,760	26,22	34,50	1,31	1,73

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Limi sabbiosi	4,13	3,20	4,13	Gibbs & Holtz	18,85
[2] - Sabbie e limi con ghiaia	7,03	8,00	7,03	Gibbs & Holtz	22,64

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Limi sabbiosi	4,13	3,20	4,13	Meyerhof (1965)	25,95
[2] - Sabbie e limi con ghiaia	7,03	8,00	7,03	Meyerhof (1965)	27,41

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
[1] - Limi sabbiosi	4,13	3,20	4,13	Schmertmann '78	33,04
[2] - Sabbie e limi con ghiaia	7,03	8,00	7,03	Schmertmann '78	84,36

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
[1] - Limi sabbiosi	4,13	3,20	4,13	Begemann '74	35,95
[2] - Sabbie e limi con ghiaia	7,03	8,00	7,03	Begemann '74	41,90

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Limi sabbiosi	4,13	3,20	4,13	A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Sabbie e limi con ghiaia	7,03	8,00	7,03	A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
[1] - Limi sabbiosi	4,13	3,20	4,13	Meyerhof ed altri	1,50
[2] - Sabbie e limi con ghiaia	7,03	8,00	7,03	Meyerhof ed altri	1,62

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
[1] - Limi sabbiosi	4,13	3,20	4,13	Terzaghi-Peck 48-67	1,88
[2] - Sabbie e limi con ghiaia	7,03	8,00	7,03	Terzaghi-Peck 48-67	1,90

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Limi sabbiosi	4,13	3,20	4,13	(A.G.I.)	0,35
[2] - Sabbie e limi con ghiaia	7,03	8,00	7,03	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
[1] - Limi sabbiosi	4,13	3,20	4,13	Ohsaki	246,55
[2] - Sabbie e limi con ghiaia	7,03	8,00	7,03	Ohsaki	406,49

STUDIO GEOLOGICO E SISMICO

Modulo di reazione K_0

<i>Descrizione</i>	<i>Nspt</i>	<i>Prof. Strato (m)</i>	<i>Nspt corretto per presenza falda</i>	<i>Correlazione</i>	<i>K₀</i>
[1] - Limi sabbiosi	4,13	3,20	4,13	Navfac 1971-1982	0,78
[2] - Sabbie e limi con ghiaia	7,03	8,00	7,03	Navfac 1971-1982	1,45

Prova Penetrometrica DCPT1

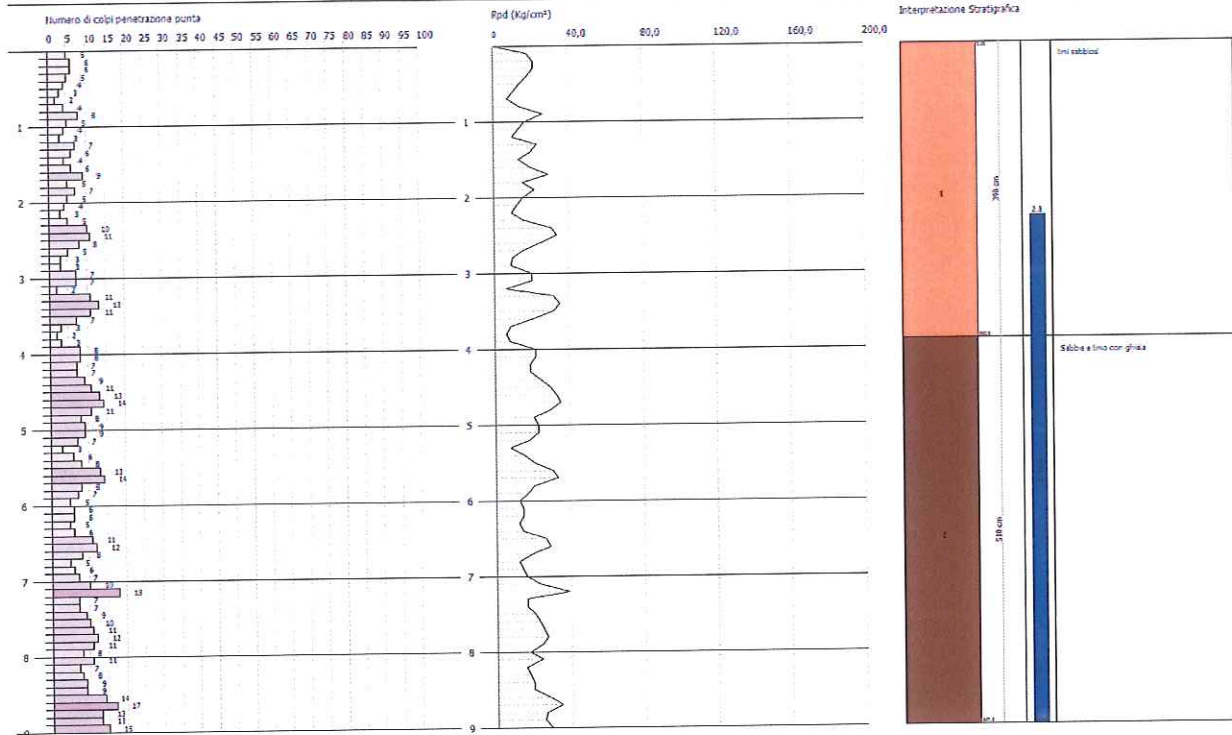
GEOSTRU Software
Via Luigi Ferrario 22
Tel 0029 9954 91524 gpostru@gpostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°1
Strumento utilizzato: G-30 (G01)

Data: 11/11/2013

Comitente: Casatori
Cantiere: Moor
Località: Pinerola

Scala 1:100



Prova Penetrometrica DCPT 2

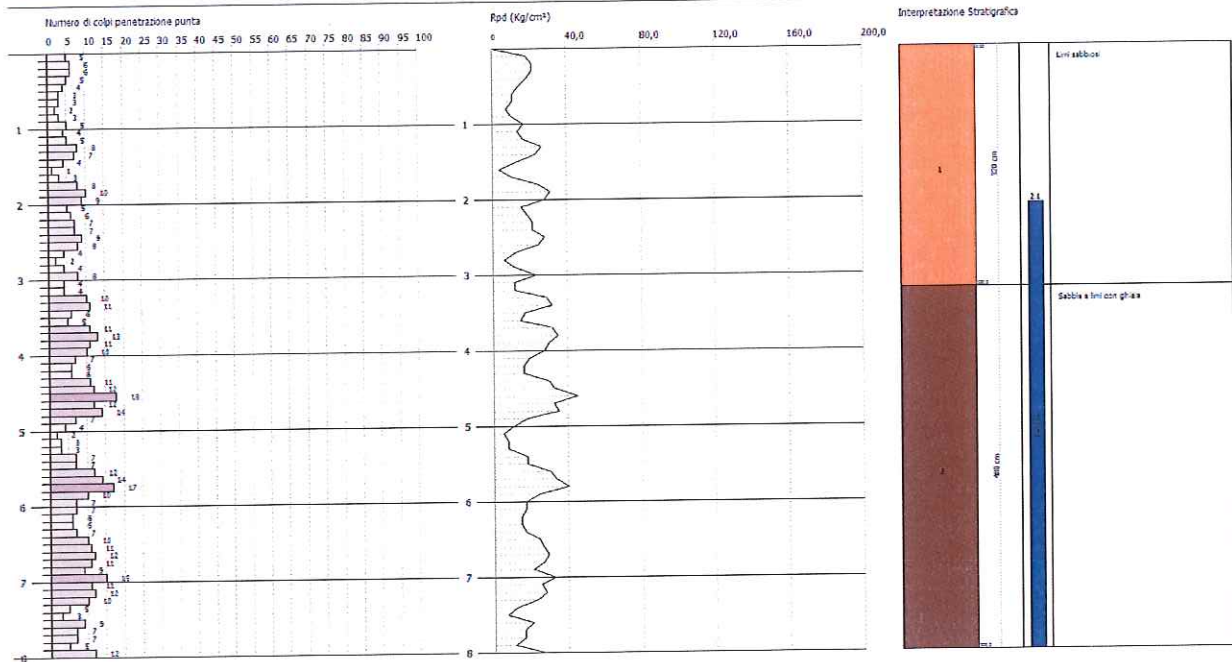
GEOSTRU Software
Via Luigi Ferrario 22
Tel 0039 094 91524 gpostru@gpostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°2
Strumento utilizzato: G-30 (G01)

Data: 11/11/2013

Comitente: Casatori
Cantiere: Moor
Località: Pinerola

Scala 1:100





GeoTirreno S.r.l.

Servizi per la Geologia e l'Ambiente



sondaggi ambientali
sondaggi geotecnici
sismica di superficie
sismica in foro
tomografia elettrica
penetrometrie meccaniche
punta elettrica e piezometri
monitoraggio inclinometri

Sede Viale Stazione, 39
Legale: 54100 Massa

Sede Via Frassina, 65
Operativa: 54033 Carrara

tel. 0585.833730
fax 0585.837912

e-mail: info@geotirreno.it
web site: www.geotirreno.it

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti alla esecuzione e certificazione di prove geotecniche in situ - Decreto n°5020-25/04, D.P.R. 380/2001

Progetto:

Titolo documento:

RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE

Cliente:

Inoltro al cliente:

COMMITTENTE:

CHIUSURA COMMESSA []

RICHIEDENTE: **DOTT. GEOL. DORIANO CAPUTO**

PER INFORMAZIONE []

NON RICHiesto []

Località:

Comune:

Provincia:

Azzurra Yachting

Ameglia

Spezia

Responsabile indagini
Dott. Paolo Cazzani

Paolo Cazzani

Elaborazione
Dott. Luigi Allacorta

Luigi Allacorta

Redazione documento
Dott. Luigi Allacorta

Luigi Allacorta

Revisione

Dott. Paolo Cazzani

Paolo Cazzani

Approvazione

Dott. Riccardo Barbieri

Riccardo Barbieri

GEO TIRRENO s.r.l.
Viale Stazione, 39
54100 MASSA
C.F. e P. IVA 00713690451



Revisione

Dott. Paolo Cazzani

Paolo Cazzani

Approvazione

Dott. Riccardo Barbieri

Riccardo Barbieri

GEO TIRRENO s.r.l.
Viale Stazione, 39
54100 MASSA
C.F. e P. IVA 00713690451

Descrizione delle revisioni:

- 00 Prima emissione - bozza
- 01 Versione finale per approvazione
- 02 Versione definitiva

Prima emissione: 00 15 novembre 2013

Revisione 02 18 novembre 2013

Pagine: 6

Denominazione file:

Rel_Tec_Moor.docx

Elaborato:

A

SOMMARIO

ATTREZZATURE, SPECIFICHE TECNICHE E NORMATIVE DI RIFERIMENTO	3
Strumentazione e specifiche tecniche	3
Manutenzioni e tarature	3
Indagini MASW	3
Schema della prova	4
Software di elaborazione	4
RISULTATI INDAGINI.....	4

File: Rel_Tec_Azzurra_Yachting.docx	Codifica: Rel. Tec.	Sistema Gestione Qualità - Rev. 1 del 07/09	Pag. 3 di 5
Sez. 7.5: "Produzione ed Erogazione Servizi"			
PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE			

GeoTirreno S.r.l. è stata incaricata dal **Dott. Geol. Doriano Caputo**, per conto della **Proprietà**, di eseguire una campagna di indagini geofisiche in sito presso lo stabilimento **Azzurra Yachting, Comune di Ameglia (SP)**.

Al fine di caratterizzare i terreni dal punto di vista sismico la Committenza ha formulato un programma d'indagine composto come di seguito sintetizzato:

1. n°1 indagini MASW.

Questo documento costituisce la relazione tecnica redatta a chiusura della commessa e riporta la descrizione delle attività svolte in cantiere, le specifiche tecniche delle attrezzature impiegate, i dati di campagna ed i risultati delle prove eseguite in sito. Le attività di cantiere si sono svolte in conformità alle specifiche tecniche pervenute dalla direzione dei lavori.

ATTREZZATURE, SPECIFICHE TECNICHE E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Strumentazione e specifiche tecniche

L'apparecchiatura d'indagine utilizzata da GeoTirreno S.r.l. per le indagini sismiche è costituita da: sismografo Seismic Source, Modello DAQlink III a 24 canali, con risoluzione di acquisizione a 24 bit; n°24 geofoni verticali con frequenza propria di 4.5 Hz; cavi sismici 12 *take out* per la connessione dei geofoni. Il sismografo presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

- *sampling time da 32 microsec a 2 millisecc su 24 canali;*
- *attivazione filtri in acquisizione o post-acquisizione;*
- *stacking con o senza preview totale o parziale;*
- *inversione di polarità geofoni;*
- *marker per determinare la posizione dei punti video sulla scala dei tempi;*
- *A.G.C. Automatic Gain Control (controllo automatico del guadagno);*
- *delay: pre-trigger 0-10ms; post-trigger 0-16000ms (step di 1ms);*
- *trace-size automatica o manuale per ogni canale.*

Manutenzioni e tarature

Per garantire il corretto stato di efficienza degli strumenti utilizzati, GeoTirreno adotta, secondo quanto previsto dal Sistema Gestione Qualità, un piano di manutenzione e taratura. Modalità e tempistiche generali sono definite in base alle indicazioni delle case di produzione, ma possono variare in funzione della frequenza di utilizzo. Sismografi e georesistimetri impiegati per le indagini sismiche ed elettriche vengono inviati almeno una volta ogni due anni, alla casa costruttrice per una verifica del corretto funzionamento.

- *DAQlink III: ultimo controllo con esito positivo effettuato il 12 maggio 2011, presso IdroGeoStudi di Catania. Prossimo controllo, salvo imprevisti, entro il 12 maggio 2013.*

Indagini MASW

I metodi di *Multichannel Analysis of Surface Waves* consentono di ottenere un modello verticale delle V_s a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh.

È noto che la propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più un'unica velocità di propagazione, ma ogni frequenza è caratterizzata da una propria velocità. Le diverse frequenze o lunghezze d'onda, interessano il terreno a diverse profondità e ne risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche. Questo comportamento viene definito *dispersione in frequenza* ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie. Le lunghezze d'onda più grandi vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole rimangono nelle immediate vicinanze della superficie. I metodi di prospezione sismica che utilizzano le onde di superficie si basano su modelli fisico-matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati sovrapposti con caratteristiche elastiche lineari. Per ogni strato si possono definire fino a quattro parametri: lo spessore, ad esclusione dell'ultimo considerato infinito; la densità; la velocità di propagazione delle onde di taglio V_s ; il coefficiente di Poisson. A partire dai parametri del sottosuolo è quindi possibile ricavare le proprietà dispersive delle onde di Rayleigh per il sito in esame. Quanto detto rappresenta il *problema diretto*: quello cioè che a partire dalla conoscenza delle caratteristiche del terreno permette di descrivere la dispersione delle onde di Rayleigh. Nella prospezione occorre invece affrontare il *problema inverso*: a partire dalla curva di dispersione rilevata, si arriva al modello di stratificazione del terreno con i relativi parametri meccanici e sismici. La procedura utilizzata può essere suddivisa in tre fasi:

1. **Acquisizione:** registrazione e osservazione dei dati sismici contenenti le onde di Rayleigh per un intervallo sufficientemente ampio di frequenze (tipicamente $4.5 \div 60$ Hz);

2. **Processing:** trattamento dei dati attraverso filtraggio e altre tecniche finalizzate all'estrazione delle caratteristiche di dispersione, in particolare espresse come velocità di fase in funzione della frequenza (Spettro velocità di fase / frequenza);
3. **Inversione matematica:** elaborazione via *software* di un profilo monodimensionale della velocità delle onde S, vincolato da un modello di partenza ottenuto per modellazione diretta.

Schema della prova

Acquisire un set di dati per l'indagine MASW non è troppo diverso da una comune acquisizione per un'indagine a rifrazione. E' sufficiente effettuare uno stendimento di geofoni (in questo caso 24 con frequenza propria di 4.5 Hz) allineati con la sorgente (vedi FIG. 1) ed utilizzare una sorgente ad impatto verticale. Non esistono regole certe per la definizione della distanza intergeofonica, né per l'offset minimo (distanza sorgente-primario geofono). In generale, stendimenti con lunghezze di 50÷70 m e due o tre punti di scoppio a distanze comprese tra 2.0 e 15.0 metri consentono una buona definizione degli spettri di frequenza. Nel caso delle onde superficie (onde di Raileigh), l'onda elastica si genera percuotendo il terreno con una mazza da 8 kg, per stese di modesta lunghezza, oppure, nel caso di stendimenti più lunghi, con gravi di massa adeguata, o anche con un fucile sismico.

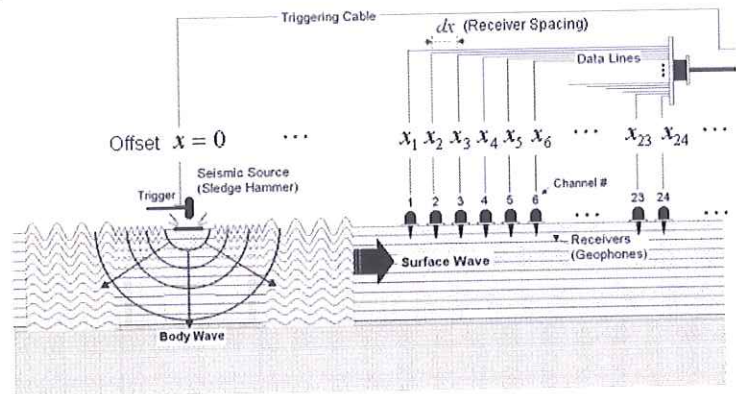


Fig. 1 Schema della disposizione dei geofoni e del punto di energizzazione.

Software di elaborazione

Per il trattamento e l'analisi dei dati ottenuti dalla procedura MASW si è utilizzato il software *WinMasw*® della Eliosoft s.r.l., nella versione 5.1 Academy.

Il software *WinMASW* consente l'analisi di dati sismici (*common-shot gathers* acquisiti in campagna) finalizzata all'elaborazione di profili verticali di V_s (velocità delle onde di taglio). Tale risultato si ottiene tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di superficie basata su algoritmi genetici (tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici, o anche *global-search methods* o *soft computing*), che rispetto ai più comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente, offrono un'affidabilità del risultato superiore per precisione e completezza. Questi ultimi forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. In altre parole richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erronee. Gli algoritmi genetici (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni. Attraverso la definizione di un "spazio di ricerca" geologicamente sensato (modello sismo-stratigrafico di riferimento), si ha la possibilità di valutare tutte le diverse possibili soluzioni. Migliori sono le informazioni a supporto del modello geologico di riferimento, più attendibili saranno i risultati ottenuti.

RISULTATI INDAGINI

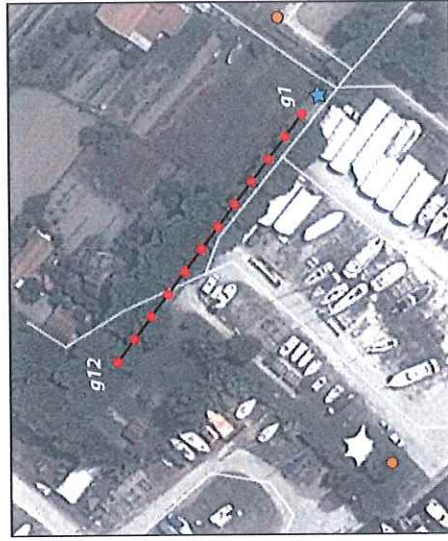
I profili della variazione della velocità delle Onde S con la profondità prodotti per inversione delle curve di dispersione sono profili semplificati fino a 7 strati. La procedura di inversione mediante algoritmi genetici necessita di un modello sismo-stratigrafico (spessore degli strati e *ranges* di velocità) che vincoli accuratamente il processo matematico. Per le difficoltà intrinseche al metodo (non univocità della soluzione), in assenza di indagini dirette adeguate, **le colonne sismo-stratigrafiche proposte hanno valore puramente indicativo**. Il valore di V_{s30} è invece **affidabile**, in quanto, per tutte le diverse soluzioni possibili (equivalenti dal punto di vista matematico), può variare rispetto al valore medio proposto di un margine non superiore a $\pm 10\%$.

Per ogni acquisizione i modelli presentati sono due: il modello "migliore" (come minor *misfit*, o discrepanza tra curva osservata e calcolata) e un modello medio, calcolato secondo un'operazione statistica nota come *Marginal Posterior Probability Density*. La V_s media fino a 30 metri di profondità viene fornita per entrambi i modelli finali, mentre gli altri parametri riportati negli allegati e nella tabella riepilogativa sottostante, sono relativi al modello medio.

Sez. 7.5: "Produzione ed Erogazione Servizi"

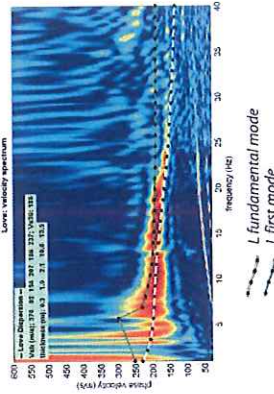
PROVE IN SITO - INDAGINI GEOFISICHE

SEISMIC LINE LOCATION

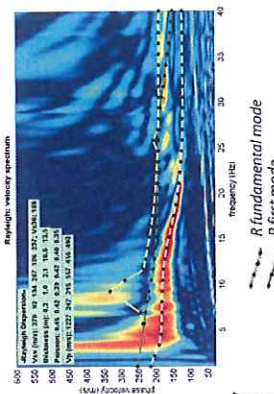


★ shot position ● geophones ● DPL

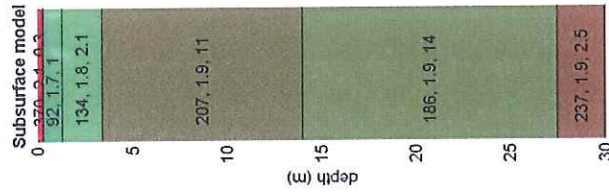
RAYLEIGH VELOCITY SPECTRUM



SEISMIC TRACES



dispersion curves of user-defined model



SEISMIC LINE

Seismic line: 12 channel
 Geophones offset: 2.0 m
 Minimum offset: 5.0 m
 Geophones: vertical 4.5 Hz (Rayleigh Waves);
 horizontal 10 Hz (Love Waves)

SUBSURFACE MODEL

Vsh (m/s): 370 92 134 207 186 237
 Thickness (m): 0.3 1.0 2.1 10.6 13.5
 Density (gr/cm3): 2.10 1.72 1.78 1.91 1.86 1.88
 Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 288 15 32 82 64 106
 VS30 (m/s): 185

Table 1

Analysis of Rayleigh and Love Wave Dispersion
Azzurra Yachting, Ameglia (SP)
Prepared for Dott. Geol. Dorianò Caputo



ecocantieri.com

FORNITORE

Ecocantieri s.r.l.
P.IVA: IT02535701201
C.F.: 02535701201
Via Dell'Indipendenza 54
40121 - Bologna (BO) - IT
info@ecocantieri.com

CLIENTE

skyproeng srl
C.F.: 01511720110
via aurelia 190
19033 - Castelnuovo Magra (SP) -
IT
PEC: skyproengsrl@pec.it

FATTURA
nr. FPR 40/20 del 01/09/2020
Data invio: 01/09/2020

PRODOTTI E SERVIZI

NR	DESCRIZIONE	QUANTITA'	PREZZO	SC/MG	IMPORTO	IVA	NATURA IVA
1	indagini geognostiche presso Massa	1	1.497,30 €	-	1.497,30 €	22 %	-

METODO DI PAGAMENTO

NR RATA	METODO	PAGAMENTO	BANCA	IBAN	BIC/SWIFT	DATA SCADENZA	IMPORTO
1	MP05 - Bonifico	Pagamento completo	UBI BANCA	IT73Y0311102408000000000067		31/10/2020	1.826,71 €

REGIME FISCALE

- REGIME FISCALE RF01 - Ordinario

RIEPILOGO IVA

IVA	NATURA	NORMATIVA	ESIGIBILITA'	IMPONIBILE	IMPOSTA
22%				1.497,30 €	329,41 €

CALCOLO FATTURA

Importo prodotti o servizi	1.497,30 €
Totale imponibile	1.497,30 €
Totale IVA	329,41 €
Totale documento	1.826,71 €
Netto a pagare	1.826,71 €

PAGATA