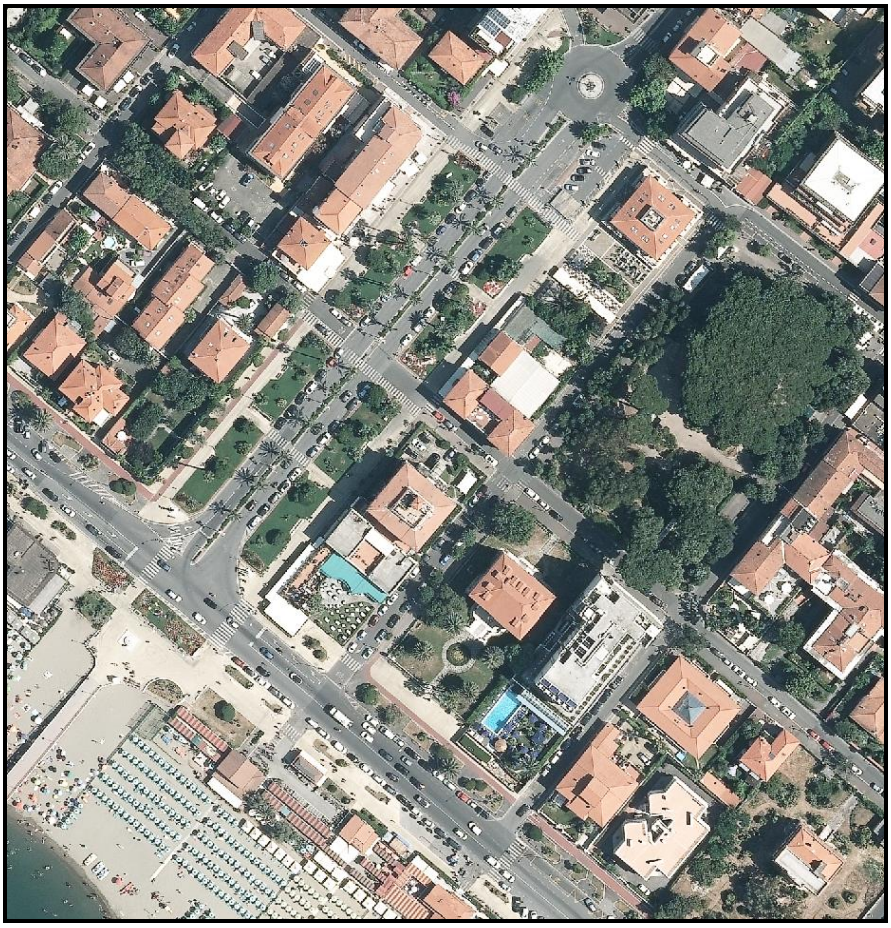
COMUNE DI MASSA

PROVINCIA DI MASSA CARRARA



RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA DI FATTIBILITA' PER PIANO DI RECUPERO DI EDIFICIO ALBERGHIERO "HOTEL MILANO" CON CONTESTUALE VARIANTE AL RU (AI SENSI DELLA LR 65/2014)

Proprietà: IGF MARMI SRL

Progettista: Arch. Marco Andreoni

Aprile 2023

Dott. Geol. Luca Niccoli

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 - 54100 Massa Tel. 329 2945867 lucaniccoli@virgilio.it

INDICE

1.- PREMESSA 3
1.1 Aspetti normativi 4
1.2 Descrizione dell'intervento 6
2.- INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO....7
2.1.- Morfologia 7
2.2.- Geologia e geomorfologia....7
2.3 Inquadramento litotecnico....10
2.4- Condizioni idrogeologiche del sito 11
3- VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE....14
4 - LOCALIZZAZIONE SISMICA E CALCOLO AZIONI SISMICHE 16
5.1 Pericolosità Geologica 20
5.2 Pericolosità Idraulica 22
5.3 Pericolosità Sismica 23
6. FATTIBILITA' DEL PIANO ATTUATIVO DI RECUPERO 26
6.1 Fattibilità geologica 28
6.2 Fattibilità Idraulica 29
6.3 Fattibilità Sismica....32
7. VALUTAZIONI AMBIENTALI E TUTELA IDROGEOLOGICA 33
7.1 –Tutela delle risorse idriche superficiali 33
7.2 Disposizioni in materia di permeabilità dei suoli e del deflusso sotteraneo 34
7.2.1 Invarianza Idraulica....34
7.2.2 Costruzione interrate 35
8. CONCLUSIONI 37

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

1.- PREMESSA

Su incarico della proprietà, è stata redatta la presente relazione geologica tecnica di fattibilità, in ottemperanza al D.P.G.R. 30 gennaio 2020 n. 5/R a supporto del Piano Attuativo per piano di recupero riguardante Hotel Milano posta in Via Mazzini angolo Piazza Betti, a Marina di Massa, su terreni censiti catastalmente al Foglio 147 mappale 147.

Questo studio ha lo scopo di verificare la corrispondenza dello stato attuale dei luoghi con il quadro conoscitivo e di pericolosità delineato negli Strumenti Urbanistici comunali e negli studi conoscitivi successivamente elaborati, per quanto concerne gli aspetti geologici geomorfologici, idrogeologici, idraulici e sismici, nel rispetto ed in attuazione degli strumenti di pianificazione territoriale sovraordinati ed attualmente vigenti.

Tale verifica, supportata dagli esiti degli approfondimenti di indagini condotti, permette di definire le condizioni di pericolosità geologica, idraulica e sismica del sito di interesse, al fine di valutare la fattibilità delle trasformazioni in progetto e le loro condizioni di attuazione. Queste ultime si traducono in limitazioni e vincoli alle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità, nonché a prescrizioni circa gli studi e gli approfondimenti di indagini da eseguirsi a livello edilizio, alle opere da realizzare ed agli accorgimenti tecnico-costruttivi da mettere in atto per la mitigazione dei rischi.

Il presente elaborato è stato sviluppato in riferimento ai dati raccolti e già sintetizzati nel Piano Strutturale e dal Regolamento Urbanistico e relative varianti, del Comune di Massa.

La relazione geologica di fattibilità comprensiva di certificazione di adeguatezza delle indagini geologiche viene depositata, quindi, presso la Regione Toscana - Ufficio

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

Genio Civile competente per il controllo ai sensi dell'art. 7 punto c) secondo la modulistica indicata dal Decreto n° 5/R del 30/01/2020.

1.1 Aspetti normativi

Il seguente lavoro è stato svolto in ottemperanza alle leggi vigenti in materia, e con particolare riferimento a:

- D.P.G.R. n. 29 del 20.01.2020 – Regolamento 5/R del 30.01.2020 "Regolamento di attuazione dell'articolo 104 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrauliche e sismiche";
- D.P.G.R. 25 ottobre 2011, n. 53/R: "Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche";
- L.R. n. 41 del 24/07/2018 (Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni);
- D.Lgs 152/06 e s.m.i..
- Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018);
- D.G.R. 14 aprile 2011, n. 261: "OPCM 3907/2010, art. 2, comma 1, lett. a) – Studi di Microzonazione Sismica. Approvazione delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica.";
- Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica – GdL DPC/Regioni. Documento approvato dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni nella seduta del 13 novembre 2008;
- Regolamento Urbanistico del Comune di Massa
- Piano Strutturale del Comune di Massa

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

- Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale
- Delibera GRT n°421 del 26/05/2014 – Classificazione sismica dei Comuni della Toscana
- Vincolo Idrogeologico: L.R. 39/2000 e s.m.i. e suo Regolamento di Attuazione

In riferimento alle normative vigenti in tema di pianificazione relativamente alle indagini geologiche di supporto, l'Allegato A della Delibera n. 31 del 20-01-2020 "Direttive tecniche per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche" di cui alla D.P.G.R.T. 5/R del 30/01/2020, stabilisce quanto segue:

"4. Direttive per la formazione dei piani attuativi

I piani attuativi sono corredati da una relazione contenente gli esiti degli approfondimenti di indagine, laddove siano stati indicati necessari nel piano operativo oppure indicazioni sulla tipologia delle indagini da eseguire o sui criteri e sugli accorgimenti tecnico-costruttivi da adottare, ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Qualora il piano operativo abbia subordinato la loro attuazione alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di mitigazione del rischio, la relazione contiene anche il progetto delle opere previste, con una descrizione dettagliata delle caratteristiche, delle dimensioni e degli effetti attesi, delle eventuali attività di monitoraggio e loro durata.

La relazione dà atto che non sono intervenute modifiche rispetto al quadro conoscitivo di riferimento, relativamente agli aspetti geologico, idraulico e sismico. In caso contrario, è necessario procedere ad aggiornare tale quadro conoscitivo con riferimento alla porzione di territorio interessata dalle mutate condizioni di pericolosità. Lo studio adotta le metodologie di analisi e di redazione cartografica contenute nelle presenti direttive ed è condotto alla scala di redazione del piano attuativo. Per la predisposizione delle relative varianti, si applicano le disposizioni di cui al presente paragrafo, in relazione agli ambiti e alle previsioni delle stesse."

Riguardo al concetto di assenza di intervenute modifiche rispetto al Q.C. di riferimento, e del R.U. completa la caratterizzazione del territorio del P.S. sotto il profilo

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

sismico, della caratterizzazione geologico-tecnica e di costituzione del sottosuolo e di quello geomorfologico, mentre l'aspetto idraulico viene ad oggi determinato dal P.G.R.A. e da questo acquisito come riferimento per l'azione di utilizzazione del territorio ai fini urbanistici ed edificatori.

1.2 Descrizione dell'intervento

Trattasi d'intervento volto alla riconfigurazione del Hotel Milano, con previsione di demolizione e ricostruzione di tutto il compendio, in particolare si andrà a realizzare un nuovo piano interrato con destinazione parcheggio e locali di servizio all'attività alberghiera, in quanto allo stato attuale la struttura è sprovvista di tali dotazioni indispensabili per esercitare con efficacia l'attività alberghiera.

Per quanto attiene la porzione di interesse tipologico fronte mare verrà ricostituita fedelmente in quanto a ingombro, sagoma, finiture, dettagli architettonici, mentre l'altra porzione verrà riedificata su due piani andando a costituire un edificio a "U" con una piazzetta interna disposta a levante in affaccio alla via Cattaneo - Piazza Pellerano

Particolarità dell'intervento è la creazione di un percorso tra la P.zza Betti e la piazzetta interna, così da costituire un "nuovo centro aggregato" che riqualifichi la zona.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati architettonici.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

2.- INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO

2.1.- Morfologia

L'area di indagine ricade sulla fascia costiera a circa 150 metri dalla linea dal mare, in un sistema dunare costiero alla quota di circa 2.7 metri sul livello del mare (vedi inquadramento Fig.1 alla scala 1: 10000).

La lettura morfologica del territorio evidenzia la presenza di una spiaggia attuale caratterizzata da sabbia media, con alle spalle un cordone litoraneo che corrisponde circa al tracciato del lungomare, parallelo alla line di costa con quote massime di circa 3.0 m s.l.m., dietro si sviluppa la parte retrodunale depressa, con anche quote al di sotto di 1 metro sul livello del mare.

Questo sistema spiaggia-cordone litoraneo-pianura retrodunale, nell'area in esame, è tagliato dal corso d'acqua Fosso del Brugiano posto in destra dell'area e dal Fiume Frigido posto in sinistra dell'area.

2.2.- Geologia e geomorfologia

La pianura Apuo-Versiliese costituisce una zona pianeggiante costiera delimitata dai primi contrafforti occidentali delle Alpi Apuane e formata da successioni di depositi incoerenti accumulatesi in epoche recenti. L'origine e la provenienza dei componenti litologici dei sedimenti sono chiaramente da ricercarsi nelle formazioni costituenti la catena Apuana in senso lato costituente da rocce litologicamente differenti nelle due formazioni Unità di Massa e della Falda Toscana.

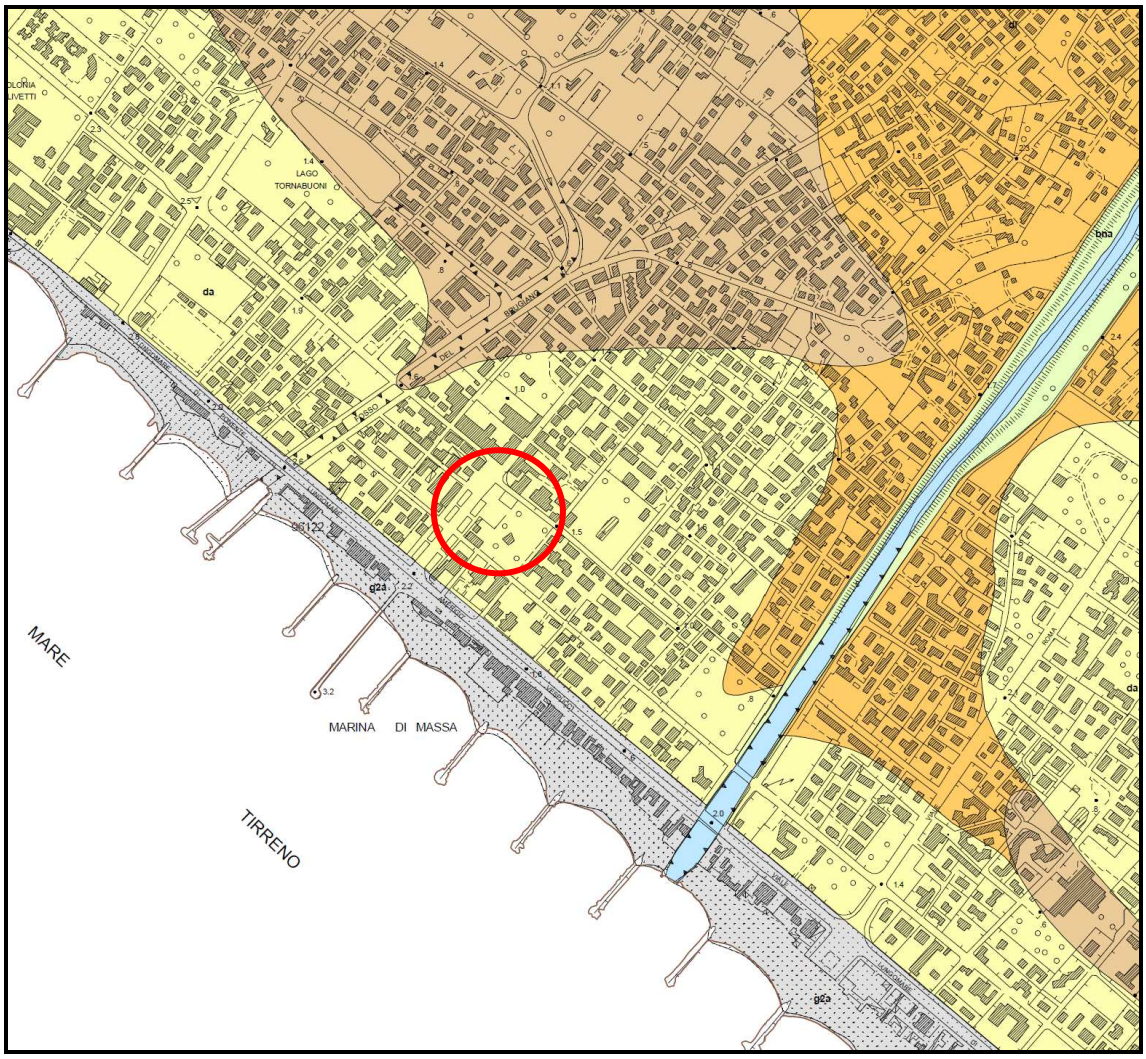
LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

La Zona è stata dominata in periodi post-orogenetici da rapidi movimenti tettonici distensivi che si sono protratti per tutto il quaternario creando una struttura ad horst e graben che caratterizza la tettonica miocenica di gran parte della Toscana settentrionale. A causa di tali movimenti tettonici la circolazione idrica superficiale, particolarmente intensa, ha prodotto in corrispondenza dello sbocco in pianura dei corsi d'acqua accumuli di sedimenti ghiaiosi grossolani a forma di cono discordanti sul substrato preesistente che sui sedimenti marini deposti successivamente.

In epoche più recenti dal Pleistocene Sup. in poi il susseguirsi dei vari cicli di trasgressione e regressione marina ha prodotto accumuli di materiale a caratterizzazione essenzialmente sabbiosa di entità rilevante. Al termine della sedimentazione, il livello della pianura raggiunge praticamente quello attuale con già impostati gli attuali lineamenti morfologici; depositi sabbiosi eolici dunari completano il quadro paleogeografico. All'ultima invasione del mare fa seguito in epoca storica l'ultimo ritiro delle acque con formazione dell'attuale sezione costiera depressa all'interno.

In dettaglio i depositi più superficiali che investono direttamente il sito in oggetto, dalla carta geologica del PS, sono riconducibili a sabbie marine e/o eoliche che costituiscono il sistema dunare più o meno addensate. (vedi Carta Geologica).

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it



Stralcio Carta Geologica

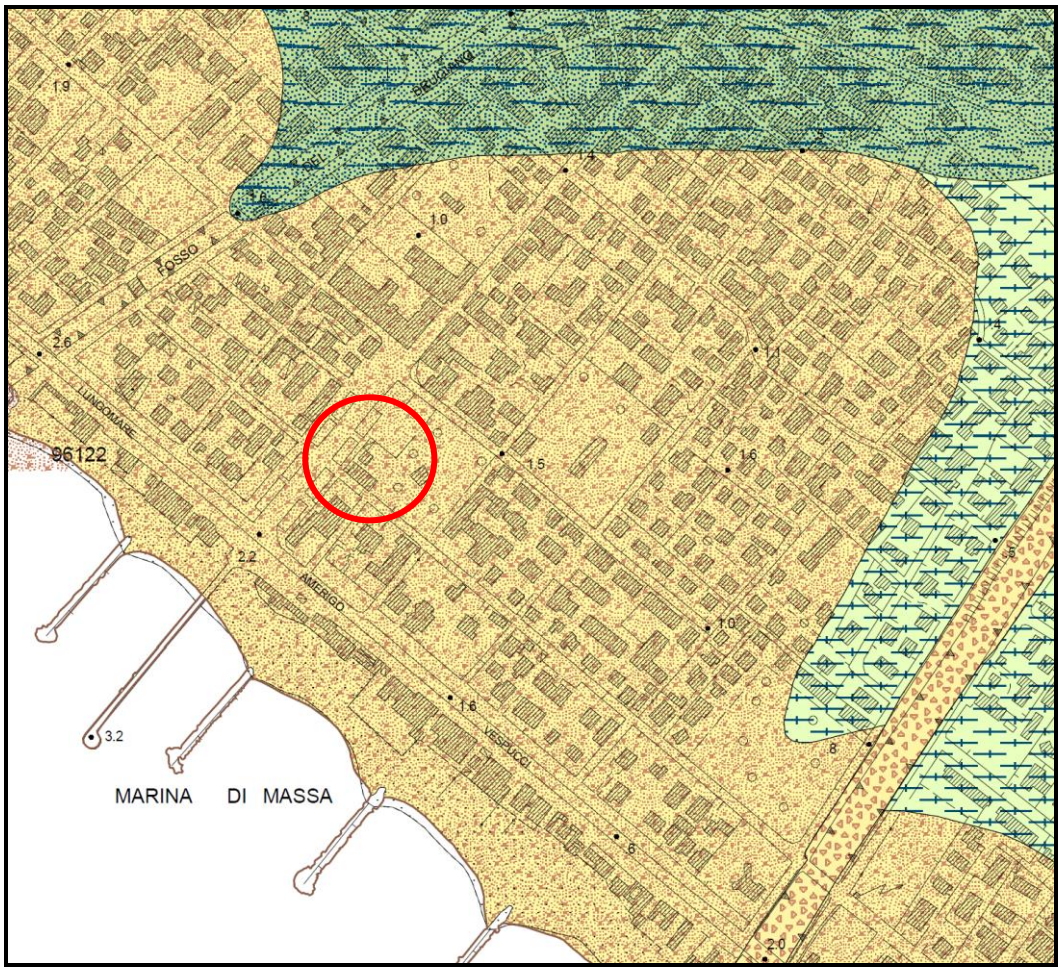
DEPOSITI OLOCENICI ED ATTUALI

b	Depositi alluvionali attuali: Depositi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione attraverso processi fluviali ordinari, composti prevalentemente da ghiaie, ciottoli, sabbie limose e/o limi sabbiosi
g2a	Sabbie di spiaggia recenti ed attuali
da	Depositi sabbiosi eolici e di spiaggia: Sabbie di ambiente litorale, delle dune e dei tomboli costieri. Sabbie medie e fini che localmente possono presentarsi da debolmente limose a limose con modeste lenti di limo.
dl	Depositi fini alluvionali eterogenei di ambiente focivo e di stagno retrodunale, legati alla dinamica fluviale: Limi argillo-sabbiosi e/o argille limose prevalenti sovrastanti e/o intercalati a depositi ghiaiosi alluvionali o a depositi sabbiosi di origine marina. Presenza di lenti sottili di argilla spesso associata a frazioni sabbiose ricche di sostanza organica (ex zone costiere depresse retrodunali) e di terreni eterogenei di colmata. Elevata variabilità stratigrafica sia orizzontale che verticale.
e3a	Depositi palustri o di stagno costiero: Depositi fini costituiti da limi, limi sabbiosi e sabbie limose con abbondante frazione organica quali frustoli carboniosi. Presenza di livelli torbosi e di terreni eterogenei di colmata. Elevata variabilità stratigrafica sia orizzontale che verticale.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

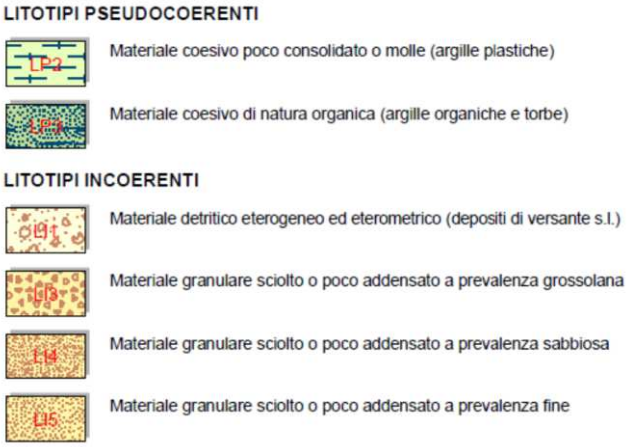
2.3 Inquadramento litotecnico

Da un punto di vista litotecnico come si osserva nello stralcio del PS della carta litotecnica, tenuto conto delle caratteristiche litologiche e geotecniche, le formazioni affioranti all'interno del Piano Attuativo considerato ricadono nelle unità della classe Litotipo Incoerenti LI4, materiale granulare sciolto o poco addensato prevalentemente sabbioso.



Stralcio Carta Litotecnica

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it



classe "LI4": Materiale granulare sciolto o poco addensato a prevalenza sabbiosa sostanzialmente si tratta di depositi sabbiosi a diversa granulometria, da poco addensati a mediamente addensati, talora con intercalazioni di sabbie limose o depositi debolmente ghiaiosi.

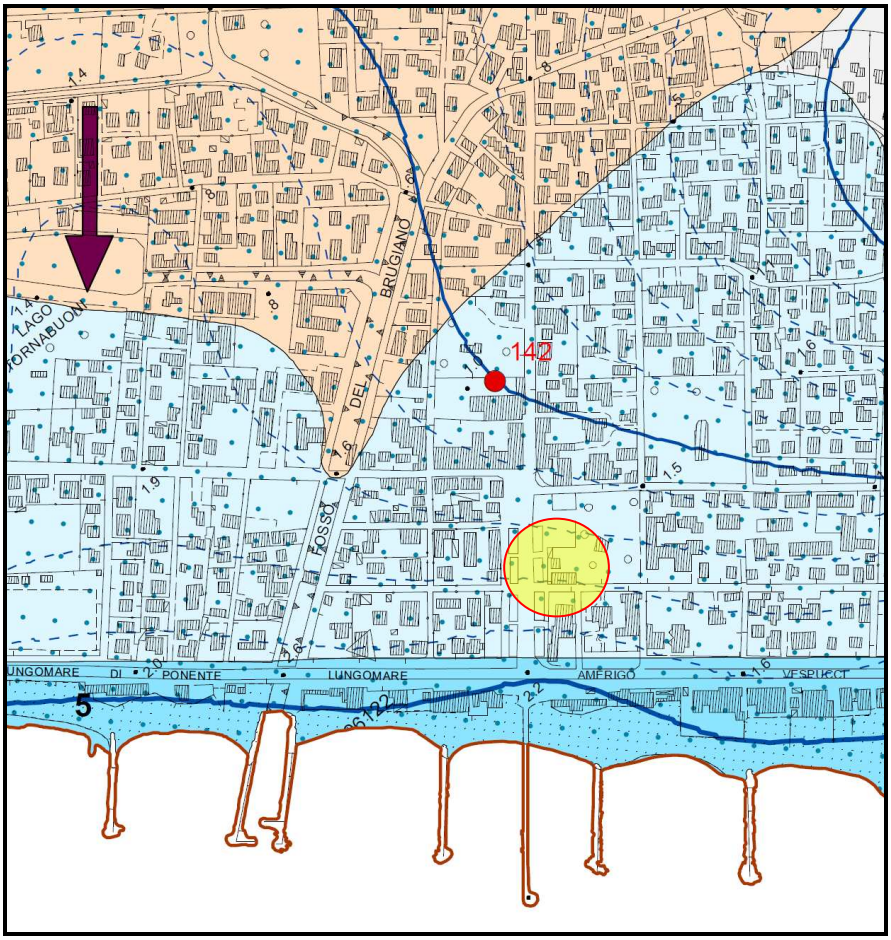
2.4- Condizioni idrogeologiche del sito e vulnerabilità

Sotto l'aspetto idrogeologico nella pianura si osserva una stretta relazione fra morfologia ed andamento della superficie piezometrica, sia nel periodo estivo che in quello invernale. Si possono distinguere tre fasce principali, più o meno parallele alla costa, caratterizzanti l'andamento generale della falda.

La prima è la fascia delle conoidi alluvionali dei corsi d'acqua che provengono dai rilievi, la seconda fascia, depressa rispetto alle altre è la zona dei terreni limo-argillosi di origine palustre lacustre: in questa zona la falda risulta depressa. Infine la terza fascia ovvero la fascia litoranea, costituita da sabbie debolmente rialzate in cordoni di dune (attualmente spianate per azione antropica), presenta talora degli alti piezometrici per la notevole infiltrazione delle acque meteoriche in un terreno molto permeabile.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

In particolare nell'area in oggetto è presente di una falda acquifera di tipo freatico circolante nelle sabbie, il livello idrico della falda solitamente staziona tra circa 1.2 e 1.8 metri nei momenti di minima ricarica della falda.



Stralcio Carta Isofreatiche mese di Aprile

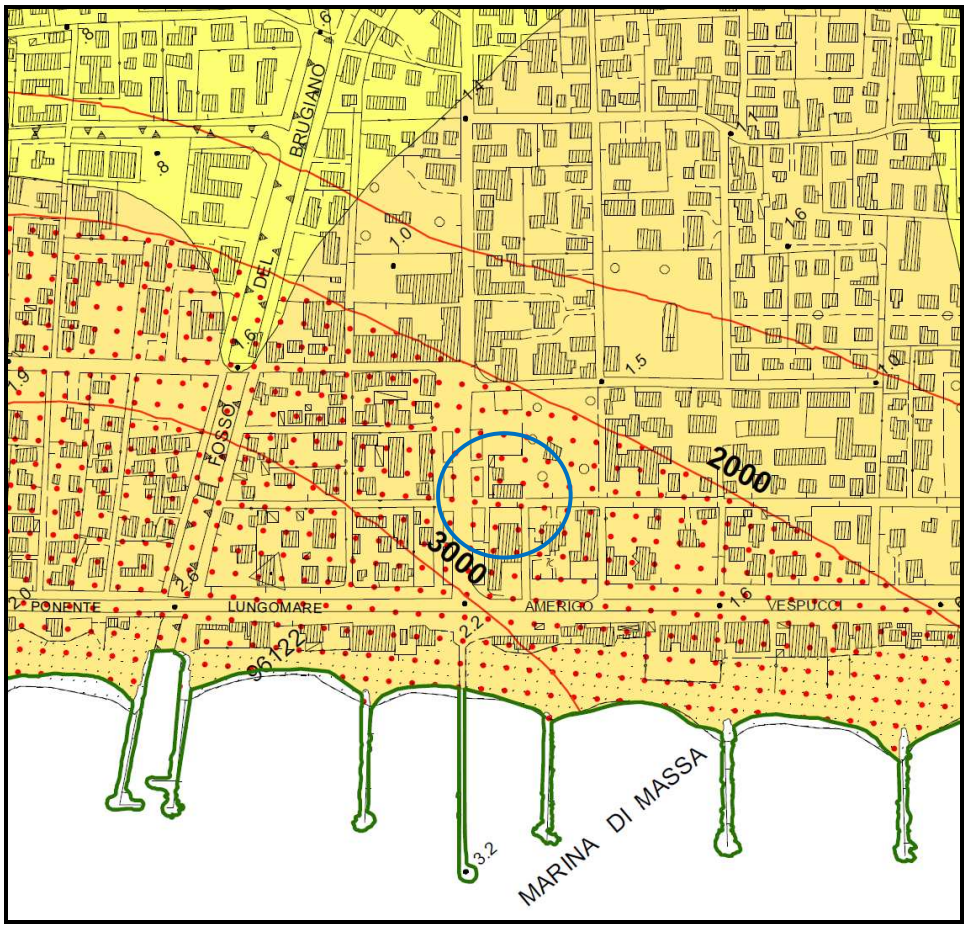
Classi di permeabilità relativa
per i complessi idrogeologici in depositi quaternari

Permeabilità primaria per porosità

Grado di permeabilità	Depositi quaternari
alta	5
medio-alta	4
media	3
medio-bassa	2
da bassa a molto bassa	1

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

Dall'esame della cartografia delle problematiche idrogeologiche e possibile notare come la zona di intervento sia collocata all'interno delle aree con grado di protezione della falda molto basso. Inoltre sempre dalla visione della suddetta tavola si può constatare, che l'oggetto ricade in aree con presenza di fenomeni di intrusione salina.



AREE SOGGETTE A SQUILIBRI IDROGEOLOGICI

Aree con intrusione accertata di acqua marina

Limite indicativo dell'area soggetta ad intrusione di acqua marina
(tratto dal "Piano di tutela delle acque" della Regione Toscana approvato con D.C.R.T. n°6 del 25/01/2005)

Aree con superficie piezometrica al di sotto del livello medio marino

da piezometria Aprile 1999

da piezometria Settembre 1999

Tratto del Fiume Frigido soggetto al fenomeno del disseccamento estivo

Conducibilità delle acque di falda ≥ 1.500 µS/cm

GRADO DI PROTEZIONE DELLA FALDA

Aree con grado di protezione della falda molto basso

Aree con grado di protezione della falda basso

Aree con grado di protezione della falda medio

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

3- VALUTAZIONI STRATIGRAFICHE

Per la valutazione stratigrafica dei terreni si sono utilizzati dati ricavati da indagini di repertorio realizzate nel corso degli anni nell'intorno dell'area, in particolare prendendo i dati di base del Piano strutturale, oltre a delle indagini eseguite dal sottoscritto e da altri colleghi; si osservi lo stralcio della carta delle indagini di riferimento:

Le indagini hanno rilevato, che oltre i primi due metri di terreno sabbioso superficiale areato e rimaneggiato è presente un terreno sabbioso debolmente limoso fino alla profondità di circa 18 metri, oltre è presente un deposito sabbioso ghiaioso con livelli

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

argillosi di alta consistenza. Più in dettaglio mediamente la situazione litostratigrafica è la seguente:

- In superficie fino a circa 0.8 m, terreno vegetale areato e rimaneggiato costituito da un *deposito sabbioso limoso sciolto o poco addensato*. (N_{dpsh} colpi 5-6)
- Da 0.80 a 2.20 m, è presente uno strato *sabbioso debolmente limoso mediamente addensate* (N_{dpsh} colpi 10), con un livello tra 1.8 e 2.2 meno addensato (oscillazione della falda) con N colpi 5.
- *Da 2.20 a 7.00 Sabbia da mediamente a addensata,* con valore di colpi di avanzamento alla punta superiori a 10 (N_{dpsh} colpi 12-15)

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

4 - LOCALIZZAZIONE SISMICA E CALCOLO AZIONI SISMICHE

Come definito nel testo unico allegato al D.M. del 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni", "le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La valutazione della "pericolosità sismica di base", intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido con superficie topografica orizzontale (suolo di categoria A con Vs30 >800m/sec), è adesso definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente" così come adottato dalle precedenti normative.

Per il generico sito in esame la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene infatti effettuata utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella Tabella dell'Allegato B del D.M.). Le forme spettrali sono definite in funzione dei seguenti tre parametri:

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

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,047	2,474	0,236
50	0,058	2,502	0,253
72	0,068	2,490	0,263
101	0,078	2,493	0,269
140	0,088	2,484	0,275
201	0,104	2,440	0,279
475	0,142	2,410	0,292
975	0,183	2,374	0,299
2475	0,243	2,394	0,317

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

- a_g = *accelerazione orizzontale massima al sito*

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

- *F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale*
- *$_cT^*$ = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale*

Relativamente all'area in esame nella seguente tabella sono riportati i parametri suddetti con i relativi periodi di ritorno, ricavati tramite media pesata rispetto ai quattro vertici del reticolo di riferimento all'interno del quale si trovano i siti.

Dato che le condizioni del sito di riferimento non corrispondono a quelle presenti nell'area, è necessario, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche e topografiche del sito in oggetto, in quanto entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa sul sito rigido di riferimento con superficie orizzontale.

Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale. La "risposta sismica locale" esprime quindi l'azione sismica quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite nel percorso dal substrato rigido al sito in oggetto.

In assenza di analisi più dettagliate, per quanto riguarda l'effetto delle condizioni stratigrafiche, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione della categoria di sottosuolo del sito in oggetto.

Le NT prevedono le seguenti categorie di sottosuolo di riferimento:

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
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 m/s e 360 m/s.
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.
E	*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

L'identificazione di questa categoria va di norma eseguita in base ai valori della Vs30, cioè la velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità, per questo si è fatto riferimento alla stesa sismica SH realizzata in corrispondenza dell'area.

Sezione sismica interpretativa: MARINA 1-1' (onde SH)

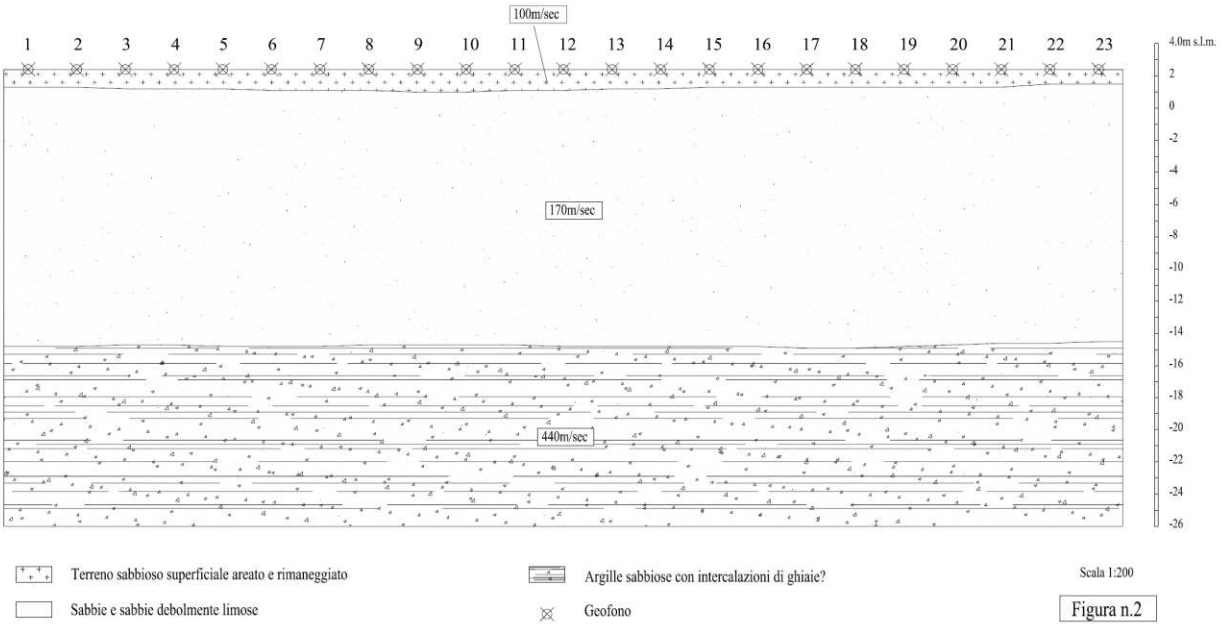


Figura n.2

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

Si osserva una classe di suolo di fondazione **C** dato che la velocità è risultata di **240** m/sec.

Al fine della valutazione della zona sismica di progetto oltre alla categoria di suolo precedentemente individuata occorre definire le condizioni topografiche del sito e di conseguenza l'amplificazione topografica S_T.

Nel nostro caso siamo su area pianeggiante per cui consideriamo l'opera in categoria topografica T1 *(Tabella 3.2.IV delle NTC).*

A questo punto osservando la tabella 3.2.VI delle NTC, il coefficiente topografico S_T, in funzione della categoria topografica e dell'ubicazione dell'opera avrà valore 1.0.

Come si può osservare dal calcolo dei parametri sismici il valore dei Coefficienti Cc in funzione del suolo e degli stati limiti, ha valore che varia da 1.55 a 1.67, mentre il valore di Ss, amplificazione stratigrafica è di 1.43-1,50.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

5. PERICOLOSITA' DELL'AREA PIANO ATTUATIVO DI RECUPERO

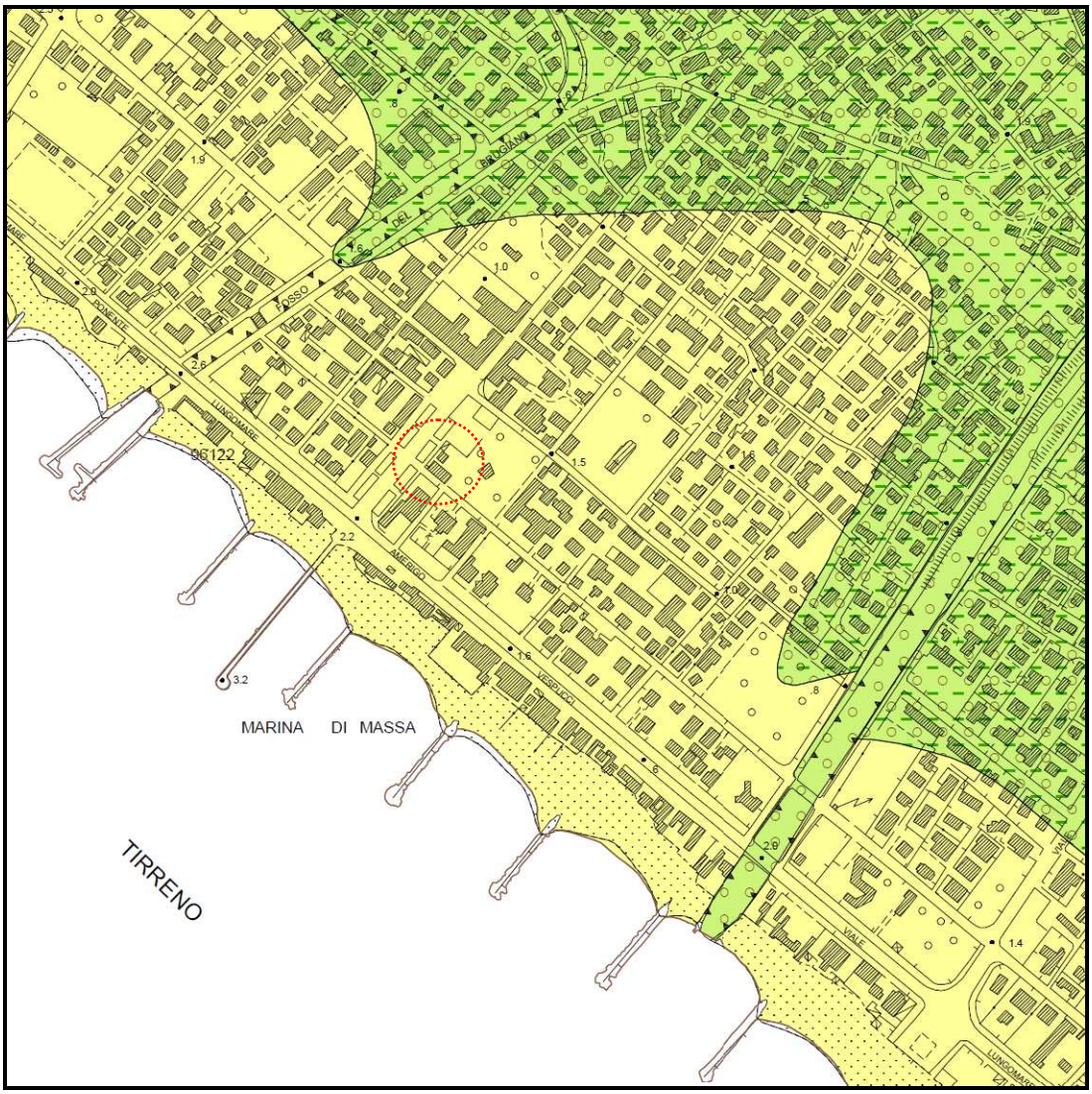
5.1 Pericolosità Geologica

L'area oggetto dell'intervento è pianeggiante, con debole pendenza verso mare, l'area non è interessata da fenomeni di instabilità geomorfologica in atto ma come osservato è costituita da un deposito sabbioso che può presentare una pericolosità per caratteristiche geotecniche e per subsidenza.

In particolare il terreno costituito da depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso limosi, sciolti o debolmente addensati con il livello di falda prossimo alla superficie (< 5 m) legati alla dinamica del Canale Fescione e del Fosso del Sale. I primi due metri di deposito superficiale è costituito da limi sabbiosi argillosi.

Per cui le carte della Pericolosità Geomorfologica del RU indica che l'area presenta una classe di pericolosità media ***G.2***, per cui aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto, nello specifico si identifica un substrato costituito da depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso limosi marini, sciolti o debolmente addensati con il livello di falda nei primi 5 dal piano campagna.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it



Stralcio Pericolosità geomorfologica

G.2	**Classe G.2: Pericolosità media**	Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto. Aree nelle quali sono al massimo prevedibili, sulla base di valutazioni geologiche, litotecniche e clivometriche (corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%) limitati processi di degrado riconoscibili e neutralizzabili a livello di intervento diretto.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

5.2 Pericolosità Idraulica

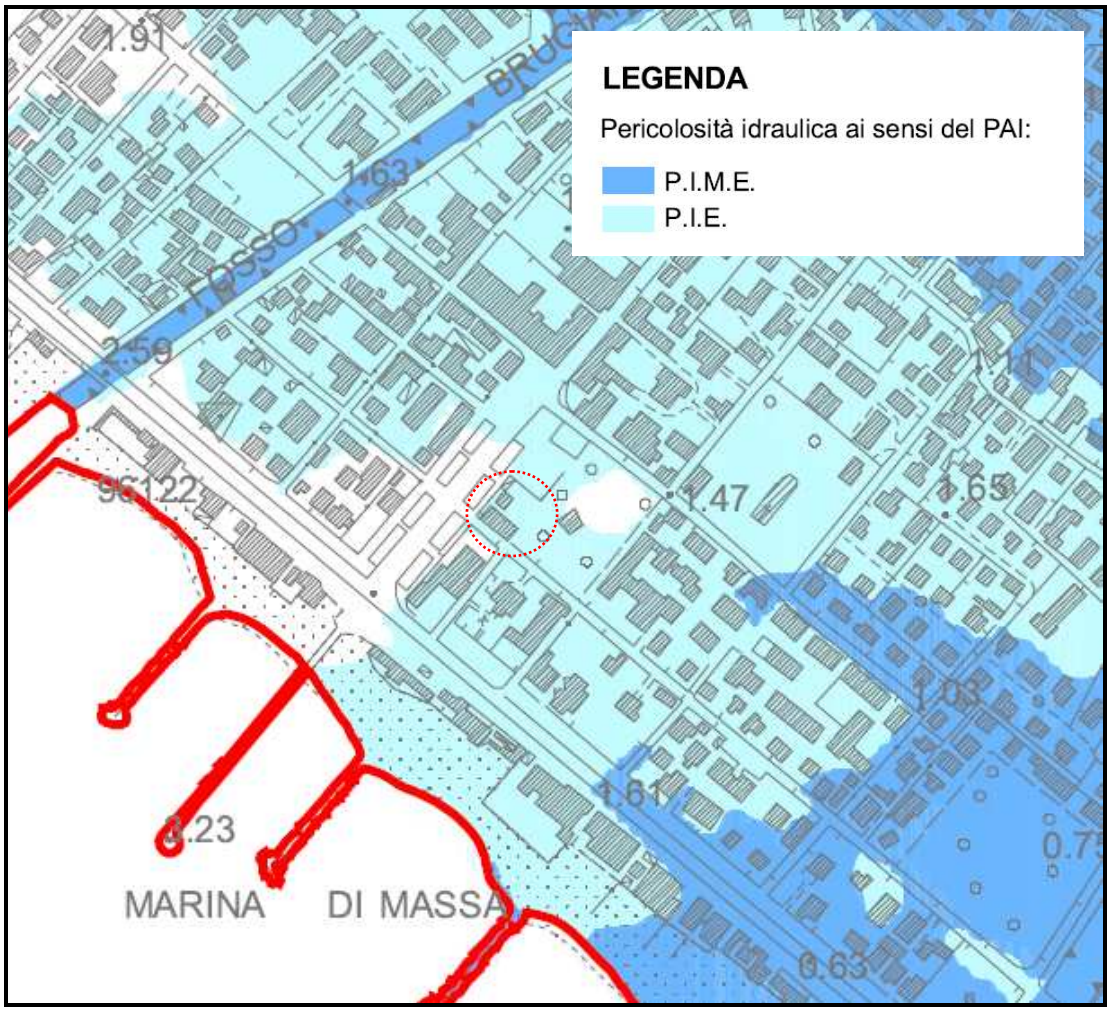
Dalle carte della Pericolosità idraulica a supporto degli strumenti urbanistici il lotto in oggetto di PA, rientra nelle aree a pericolosità **I3** della 53/R corrispondenti alle aree di Pericolosità idraulica elevata (PIE) dell'Autorità di Bacino Distretto Appenino Settentrionale, si osservi in dettaglio gli stralci cartografici.

Ad oggi, con la Direttiva Alluvioni è decaduta la terminologia di Pericolosità idraulica elevata e molto elevata per cui si parlerà di aree soggette ad ***Alluvioni Poco Frequenti P2***, corrispondente ad eventi con tempi di ritorno non inferiori ai 200 anni.

I nuovi studi di aggiornamento al PS, attualmente, in fase di consegna al Comune di Massa da parte dello Studio Ing. David Settesoldi, perimetrano l'area in una classe P1, corrispondente a Pericolosità da Alluvioni Rari., per cui soggetta a eventi con tempi di ritorno tra 200 e 500 anni, ciò ne conseguirà che nei prossimi mesi è possibile che l'area declassificata da P2 a P1.

Comunque attualmente, l'area ricade in P2 e presenta una magnitudo idraulica moderata con battente inferiore a 0.5 m e velocità inferiore a 1 m/sec, nel dettaglio si riscontra un battente massimo di 12 cm.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it



Stralcio Pericolosità Idraulica

5.3 Pericolosità Sismica

Per i comuni classificati sismici le indagini di supporto alla pianificazione urbanistica devono evidenziare le condizioni geologiche e morfologiche che possono produrre alterazioni importanti della risposta sismica locale.

Tra queste ultime assumono particolare importanza sia quelle che producono amplificazioni della risposta sismica senza deformazioni permanenti del suolo, sia quelle nelle quali l'anomalia sismica è rappresentata da una deformazione permanente.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

Nell'ambito del territorio comunale di Massa sono stati distinti i litotipi che possono dar luogo alle suddette deformazioni. Le classi di pericolosità introdotte sono quelle derivanti dalla corrispondente tabella elaborata nel DPGR 53/R.

Per cui in relazione alla pericolosità simica l'area si colloca su terreni caratterizzati da un substrato superficiale potenzialmente scadente che possono dare luogo a cedimenti in relazione ai carichi trasmessi, per cui è considerata in Pericolosità Simica elevata **S3**.

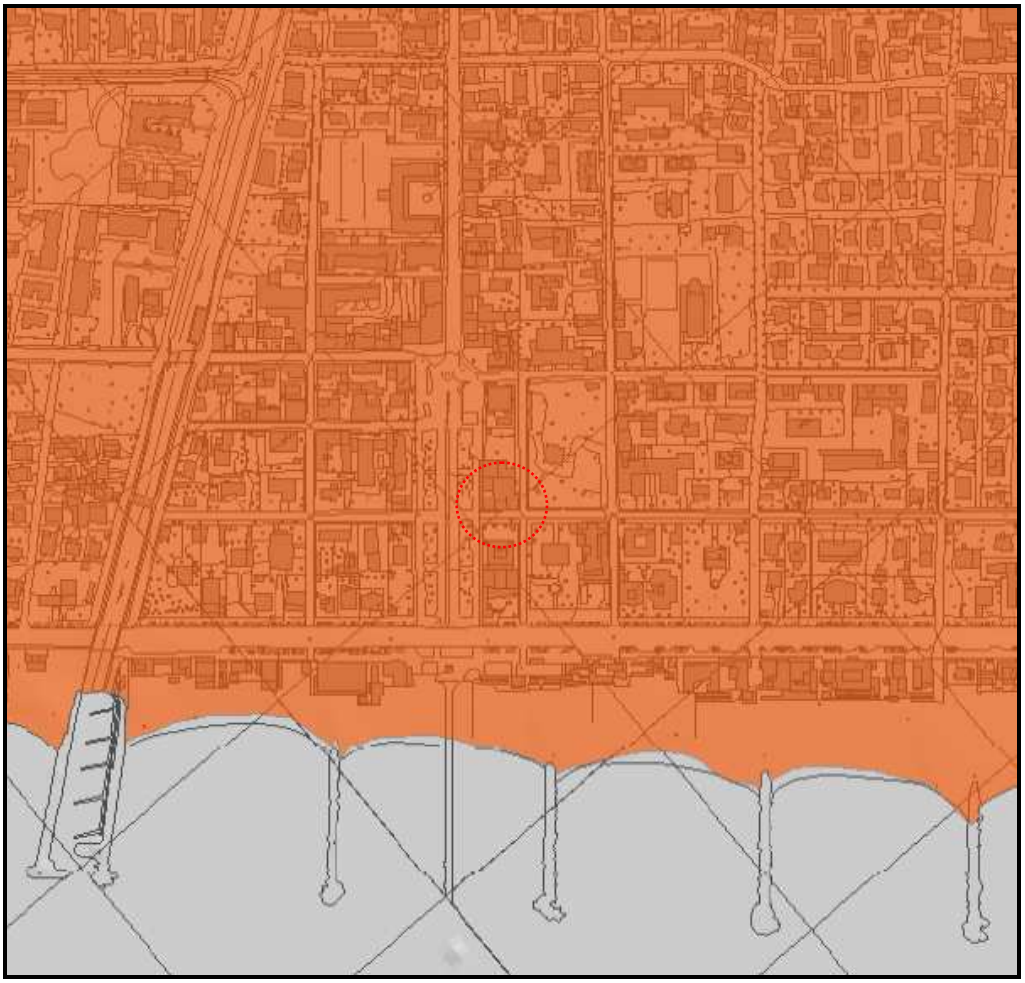
L'area caratterizzata da un substrato stabile potenzialmente suscettibile di amplificazioni locali per l'esistenza di un contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato caratterizzato da un maggior grado di consistenza ed addensamento.

L'area corrisponde alle aree con depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso limosi marini, sciolti o debolmente addensati con il livello di falda prossimo alla superficie (< 5 m). Si tratta dei depositi della trasgressione olocenica e dei depositi di spiaggia attuali. I depositi più antichi (OLOg2) costituiscono complessi dunari e di stagno oggi difficilmente riconoscibili.

Si ricade nella zona 13 delle MOPS, caratterizzata da uno spessore dei sedimenti intorno ai 10-15 metri, assottigliandosi verso NE nel tratto prossimo alla scarpata di erosione marina modellata a spese della conoide alluvionale del F. Frigido. Sono sabbie da grossolane a fini, sabbie e limi con granuli e ciottoli subordinati, con variazioni laterali e verticali a sabbie e ghiaie e limi sabbiosi, talora organici, limi, argille e torbe con rare e sottili intercalazioni ghiaiose e abbondanti resti vegetali. Depositi granulari da sciolti addensati (sabbie e limi) e privi di consistenza (argille a debolmente e torbe), non cementati. Poggiano in discordanza sui sottostanti conglomerati e ghiaie appartenenti a FRGbn.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

L'area, per la presenza di depositi sabbioso limosi poco addensati e sciolti con livello di falda prossimo alla superficie, è classificata come suscettibile di instabilità per liquefazione e ricade quindi nella Zona di Attenzione per liquefazioni di tipo 1 (ZALQ1).



Stralcio Pericolosità Sismica

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

6. FATTIBILITA' DEL PIANO ATTUATIVO DI RECUPERO

I criteri di fattibilità rappresentano gli elementi di sintesi finale con i quali viene espresso, in termini di regolamentazione, il grado di fattibilità, sia geologica, sia idraulica, sia sismica degli interventi previsti nella pianificazione. Tali criteri sono stati ottenuti da una valutazione dell'intervento previsto del PA in rapporto alle indicazioni fornite dalle carte di Pericolosità geologica, Pericolosità idraulica e Pericolosità sismica.

Per l'assegnazione della Fattibilità occorre inoltre tenere conto delle eventuali situazioni, non ricomprese nelle carte della pericolosità di cui sopra, connesse a problematiche idrogeologiche, criticità ambientali o più in generale ad elementi di tipo geomorfologico di interesse ambientale che possono interferire con l'attuazione delle previsioni urbanistico edilizie.

Come osservato in premesso il progetto prevede recupero edilizio del vecchio fabbricato a destinazione alberghiera con demolizione e ricostruzione di tutto il compendio, in particolare, il soggetto attuatore manifesta l'esigenza di realizzare un nuovo piano interrato con destinazione parcheggio e locali di servizio all'attività alberghiera, in quanto allo stato attuale la struttura è sprovvista di tali dotazioni indispensabili per esercitare con efficacia l'attività alberghiera.

L'intervento comporta una sensibile variazione degli obblighi a carico del Soggetto Attuatore, definiti dalle NTA nello specifico art 151 comma 1 sotto riportato:

1. Al fine di non aggravare le criticità esistenti in materia di permeabilità dei suoli e di consentire la riduzione dell'impermeabilizzazione superficiale nei termini di cui al PIT della Regione Toscana, nelle aree situate all'interno del Sistema territoriale di costa, indicato nella tav. B1.b del PS, compreso fra la linea di costa e l'asse del tracciato autostradale Sestri Levante - Livorno, la realizzazione di nuovi box, parcheggi o altri volumi e locali tecnici nel sottosuolo è ammessa esclusivamente all'interno degli Ambiti di intervento previa la predisposizione di tutte le misure, anche compensative, per il superamento delle

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

criticità idrogeologiche esistenti, in coerenza con le disposizioni di cui all'Art.21 e all'Art. 22 delle Norme Tecnico/Geologiche di attuazione (NTG) di cui all'Allegato B del RU.

La fattibilità degli interventi (opportunamente riportata in allegato) è stata definita tenendo conto delle previsioni urbanistiche proposte, secondo l'approccio matriciale, e tenendo conto delle indicazioni fornite dalle NTG del RU del Comune di Massa e relative varianti, in relazione al tipo d'intervento definito come ***Ristrutturazione edilizia ricostruttiva con addizione volumetrica.***

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

6.1 Fattibilità geologica

In relazione alla Pericolosità geologica G2 in base agli interventi previsti nello specifico di ristrutturazione edilizia con addizione volumetrica, si ha una classe di fattibilità: ***Fattibilità Geologica con normali vincoli (F2g).***

Per la Fattibilità F2g, l'attuazione degli interventi previsti è subordinata alla effettuazione, a livello esecutivo, dei normali studi geologico tecnici previsti dalla normativa vigente in materia, in particolare il D.M. 17/01/2018 e il DPGR n° 36/R/09, finalizzati anche alla verifica del non aggravio dei processi geomorfologici presenti nell'area di intervento.

I contenuti e gli elaborati minimi degli studi geologici, idrogeologici e geotecnici dovranno essere, come quanto riportato nell'art 33 delle NTG, ovvero:

a) indagini geognostiche di dettaglio realizzate all'interno del sito oggetto di intervento, finalizzate alla caratterizzazione stratigrafica e geotecnica del terreno di fondazione
b) definizione dettagliata dei parametri geotecnici, delle caratteristiche della falda e della sua oscillazione stagionale, valutazione dei cedimenti e del rischio liquefazione;
c) per tutti gli interventi che comportino l'impermeabilizzazione dei suoli, occorre documentare l'adozione di misure di compensazione rivolte al perseguimento dell'invarianza idraulica della trasformazione, secondo i criteri e le modalità definiti all'art. 21 (NTG).
d) analisi sulla regimazione delle acque superficiali, descrizione delle opere esistenti di tipo superficiale e/o profondo, con l'indicazione di soluzioni per la eliminazione locale delle acque superficiali o drenate con modalità che non producano effetti di erosione e dissesto;
e) verifiche di stabilità globale per eventuali sbancamenti di dimensioni significative ed indicazione della tipologia delle opere di sostegno necessarie;
f) che l'intervento previsto non deve modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area;

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

g) che l'intervento non costituisca una problematica dal punto di vista geotecnico per eventuali edifici e/o strutture limitrofe;
h) per gli interventi che interferiscano con l'acquifero, dovranno essere indicati gli accorgimenti messi in atto per la protezione delle strutture, sia in fase di cantiere che ad opera conclusa, oltre agli accorgimenti individuati per evitare la contaminazione della falda.

Per la realizzazione di vani interrati o simili dovrà essere valutato in termini idrogeologici, geotecnici e idraulici, in particolare per quanto concerne la stabilità del suolo e la eventuale necessità di abbattimento temporaneo della falda con sistemi tipo wellpoints.

La messa in opera di impianti di depressione della tavola d'acqua, funzionali alla costruzione di vani interrati, è subordinata all'esito di uno studio di dewatering che analizzi e valuti la compatibilità del drenaggio forzato dello scavo di fondazione con particolare riferimento alla stabilità degli edifici/manufatti limitrofi all'area di intervento, come riportato da Art. 22 delle NTG.

6.2 Fattibilità Idraulica

In relazione alla pericolosità idraulica P2, in base agli interventi previsti, si ha una **fattibilità condizionata (F3).**

Si specifica che la Fattibilità Condizionata si riferisce alle previsioni urbanistiche e infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

Per cui, nelle aree caratterizzate da pericolosità per alluvioni poco frequenti, la fattibilità degli interventi è perseguita secondo quanto disposto dalla L.R. 41/2018, oltre a quanto già previsto dalla pianificazione di bacino.

La fattibilità degli interventi è subordinata alla gestione del rischio di alluvioni rispetto allo scenario per alluvioni poco frequenti, con opere idrauliche, opere di sopraelevazione, interventi di difesa locale, ai sensi dell'articolo 8, comma 1 della L.R.41/2018.

Nello specifico essendo un intervento sul patrimonio edilizio esistente, occorre far riferimento all'art 12 della LR 41/2018 e in ogni caso gli interventi proposti devono prevedere che non sia superato il rischio medio R2 (D.P.C.M.29/09/1998).

Quando l'attuazione della previsione sia condizionata dalla realizzazione di opere di sopraelevazione, di cui all'art. 8 della L.R.41/2018, conseguendo la classe di rischio medio R2, la quota di riferimento per la sopraelevazione risulta quella del battente individuato nello studio idraulico per alluvioni poco frequenti, più un opportuno franco di sicurezza, dove i valori minimi sono stabiliti:

- di cm.15 per il piano di calpestio;
- di cm.30 a tutela dei volumi interrati;

Per quanto sopra sarà necessario studio tecnico-idraulico, redatto da tecnico abilitato, in ottemperanza alla LR 41/2018 e s.m.i e in osservanza all'art 40 delle NTG dove i contenuti minimi della studio sono:

a) localizzazione dell'intervento rispetto alla Carta della pericolosità idraulica di corredo al PS;

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

b) inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area anche riferito a studi esistenti (cartografia del Piano Strutturale);

c) descrizione dell'intervento con particolare riferimento ad eventuali criticità (vulnerabilità delle strutture previste ecc);

d) disamina generale delle problematiche idrauliche con particolare riferimento al corpo idrico superficiale da cui proviene la pericolosità idraulica e alla natura dell'evento atteso (esondazione per sormonto arginale, esondazione per rottura arginale, allagamento per ristagno dovuto ad emersione della falda, allagamento per ristagno dovuto alla difficoltà di drenaggio ecc….);

e) sezioni e prospetti del progetto architettonico dello stato attuale e di progetto con visualizzata la quota del battente idraulico;

f) definizione del battente idraulico di riferimento all'interno del lotto considerato e velocità massima prevista;

g) per il reticolo idraulico minuto, non ricompreso all'interno dello studio idrologico-idraulico di PS, dovranno essere formulate specifiche valutazioni in merito alla capacità di attenuare battenti idraulici di altezza di pochi centimetri e nel caso di analisi del fenomeno di ristagno, dovrà essere prodotta una valutazione del battente idrico previsto in relazione alla storicità dell'evento in quell'area oltre che in relazione all'evento pluviometrico considerato;

h) descrizione dettagliata degli eventuali interventi di compensazione idraulica adottati e degli accorgimenti tecnico-costruttivi, intrapresi al fine di diminuire la vulnerabilità della/e opere in progetto nei confronti dell'evento atteso, documentando il non aumento del rischio nelle aree circostanti;

i) dichiarazione della compatibilità degli interventi prescritti con la situazione di pericolosità riscontrata;

l) nei casi di previsione di opere di sopraelevazione mediante tipologie strutturali trasparenti di cui all'art. 13 comma 13 (NTG) dovranno essere formulate specifiche valutazioni in merito al contesto idraulico di riferimento e allo stato di urbanizzazione dell'area in cui si inserisce l'opera in progetto.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

6.3 Fattibilità Sismica

Per l'aspetto sismico l'intervento previsto in relazione alla pericolosità S3, presentano una ***Fattibilità Sismica Condizionata (Fs3).***

L'attuazione degli interventi nelle aree a pericolosità sismica elevata (S.3) deve essere supportata sia in sede di predisposizione dei piani attuativi che degli interventi edilizi diretti, oltre che dalle indagini geognostiche previste dal D.M. 17/01/2018 e dal DPGR.n.36/R/09, da specifiche indagini geognostiche e geofisiche secondo le situazioni seguenti:

b) nel caso di terreni di fondazione particolarmente scadenti, sono da realizzare adeguate indagini geognostiche e geotecniche basate su sondaggi e analisi di campioni di terreno finalizzate alle verifiche dei cedimenti;
c) per i terreni potenzialmente soggetti a liquefazione dinamica sono da realizzare adeguate indagini geognostiche e geotecniche basate su sondaggi, analisi granulometriche su campioni di terreno e prove CPT finalizzate al calcolo del coefficiente di sicurezza relativo alla liquefazione dei terreni.

Nel caso di opere di particolare importanza quali gli edifici e le opere infrastrutturali di interesse strategico e rilevante di cui all'allegato A del DPGR.n.36/R/09 saranno da privilegiare prove di laboratorio volte alla caratterizzazione dinamica in condizioni prossime alla rottura (prove triassiali cicliche di liquefazione o altre prove non standard), atte all'effettuazione di analisi dinamiche;
d) in presenza di zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse è da realizzare una campagna di indagini geofisiche di superficie, opportunamente tarata mediante indagini geognostiche dirette, che definisca geometrie e velocità sismiche dei litotipi posti a contatto al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica;

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

e) nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locali caratterizzate da un alto contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato rigido entro una profondità compresa tra 5 e 80 metri, è realizzata una campagna di indagini geofisica (ad esempio profili sismici a riflessione/rifrazione, prove sismiche in foro, profili MASW) e geotecniche (ad esempio sondaggi, preferibilmente a c.c.) che definisca spessori, geometrie e velocità sismiche dei litotipi sepolti al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica tra coperture e bedrock sismico;

f) nelle zone di bordo della valle è preferibile l'utilizzo di prove geofisiche di superficie capaci di effettuare una ricostruzione bidimensionale del sottosuolo (sismica a rifrazione/riflessione) orientate in direzione del maggior approfondimento del substrato geologico e/o sismico.

7. VALUTAZIONI AMBIENTALI E TUTELA IDROGEOLOGICA

7.1 –Tutela delle risorse idriche superficiali

La legge regionale 41/2018 fa riferimento alle disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.

Il reticolo idrografico cui vengono applicate le limitazioni e salvaguardie dell'art. 3 della L.R. 41/2018, è definito dalla Regione Toscana con DCRT 57/2013 e modificato con la DCRT n. 9/2015.

L'area interessata dal presente Piano di Recupero Attuativo non risulta interessata dalla presenza di elementi di tale reticolo.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

7.2 Disposizioni in materia di permeabilità dei suoli e del deflusso sotterraneo

7.2.1 Invarianza Idraulica

Come da articolo 21 delle NTG ogni trasformazione del suolo deve garantire il mantenimento di una superficie scoperta permeabile, cioè tale da consentire l'assorbimento anche parziale delle acque meteoriche, pari ad almeno il 25% della superficie fondiaria (rapporto di permeabilità pari al quoziente tra la Superficie permeabile di pertinenza fratto la superficie fondiaria).

Per cui in occasione di ogni trasformazione di realizzazione o di adeguamento, di piazzali, parcheggi, elementi di viabilità pedonale o meccanizzata, devono essere adottate modalità costruttive che consentano l'infiltrazione, oppure la ritenzione, anche temporanea, delle acque meteoriche.

I progetti delle trasformazioni comportanti la realizzazione di superfici impermeabili o parzialmente permeabili, o che prevedano modifiche di uso e/o utilizzo del suolo devono prevedere il rispetto dell'invarianza idraulica.

Al fine di garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni urbanistiche ed edilizie, è prescritto di realizzare un volume minimo di invaso atto alla laminazione delle piene, da collocarsi, in ciascuna area in cui si verifichi un aumento delle superfici impermeabili, a monte del punto di scarico dei deflussi nel corpo idrico recettore o dell'area scolante.

Il volume minimo deve essere calcolato secondo la procedura ritenuta idonea dal professionista; Le valutazioni di cui sopra dovranno essere effettuate considerando come evento di progetto una pioggia con tempo di ritorno di 20 anni della durata di un'ora, calcolata mediante le curve di possibilità pluviometrica (LSPP - Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica) redatte dalla Regione Toscana, utilizzando la relazione

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

h=a tn

dove i valori di a ed n sono disponibili, per l'intero territorio comunale, su griglia a maglia quadrata di passo 1 kmq.

Possono essere adottate soluzioni alternative a quella della realizzazione del volume d'invaso di cui ai commi precedenti, purché si dimostri la pari efficacia in termini di mantenimento dei colmi di portata di piena ai valori precedenti l'impermeabilizzazione o trasformazione dei suoli. A tal fine il proponente dovrà corredare il progetto di un'apposita documentazione idrologica ed idraulica;

Della sussistenza delle condizioni di invarianza idraulica richiamate ai punti precedenti deve essere dato atto nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia.

7.2.2 Vulnerabilità dell'acquifero costruzione interrate sotto falda

Per le costruzioni interrate essendo in zone con falda acquifera sub superficiale, con grado di protezione della falda molto basso e con potenziali fenomeni di intrusione salina, dovrà essere verificata la profondità del livello di falda e valutata la sua escursione stagionale in relazione alla profondità di posa delle fondazioni.

Dove non sia possibile fondare al di sopra del livello massimo della falda, le nuove costruzioni interrate dovranno essere resi stagni e non dovrà essere prevista la messa in opera di apparecchiature permanenti per la depressione della tavola d'acqua.

Per la realizzazione di vani interrati o simili dovrà essere valutato in termini idrogeologici, geotecnici e idraulici, in particolare per quanto concerne la stabilità del

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

suolo e la eventuale necessità di abbattimento temporaneo della falda con sistemi tipo wellpoints.

La messa in opera di impianti di depressione della tavola d'acqua, funzionali alla costruzione di vani interrati, è subordinata all'esito di uno piano di emungimento che analizzi e valuti la compatibilità del drenaggio forzato dello scavo di fondazione con particolare riferimento alla stabilità degli edifici/manufatti limitrofi all'area di intervento e alle problematiche di intrusione salina.

Inoltre al fine di ridurre la quantità di acqua di emungimento, e per contrastare il problema dell'intrusione salina, dovranno essere adottati opere provvisionali o permanenti di sostegno (tipo diaframmi o palancolate) nell'esecuzione degli scavi, oltre al monitoraggio continuo della salinità delle acque emunte mediante appropriata strumentazione istallata su piezometri di controllo.

Per cui gli interventi dovranno predisporre tutte le misure, anche compensative, per il superamento delle criticità idrogeologiche esistenti, in coerenza con le disposizioni di cui all'Art.21 e all'Art. 22 delle Norme Tecnico/Geologiche di attuazione (NTG) di cui all'Allegato B del RU; oltre alla richiesta di concessione idraulica agli uffici Regione Toscana in relazione alla normativa regionale DGRT 61R/2016

Per quanto sopra si rimanda alle specifiche tecniche disposte nella scheda di fattibilità in appendice.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

8. CONCLUSIONI

La presente relazione di fattibilità individua i risultati di un'indagine geologica di approfondimento delle caratteristiche del territorio in cui si colloca il lotto di terreno sito in piazza Betti angolo Via Mazzini, a supporto del Piano Attuativo inerente il progetto del Piano di Recupero Hotel Milano.

L'attuale fase di predisposizione del Piano Attuativo, si confronta con uno Strumento Urbanistico generale costituito dal Piano Strutturale e dal Regolamento Urbanistico, con successive Varianti di aggiornamento.

Da risultanze delle indagini ed approfondimento effettuati, non si ravvedono le condizioni per poter pensare di apportare modifiche al Q.C. dell'area e per cui, seguendo i criteri della norma, si hanno le seguenti classi di pericolosità, di cui viene data rappresentazione cartografica in apposito allegati in Appendice.

Aprile 2023 Dott. Geol. Luca Niccoli

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

ALLEGATI

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

CARTA PERICOLOSITA` IDRAULICA

Hotel Milano Fg.147 Map 147

Fig. n°1

LEGENDA

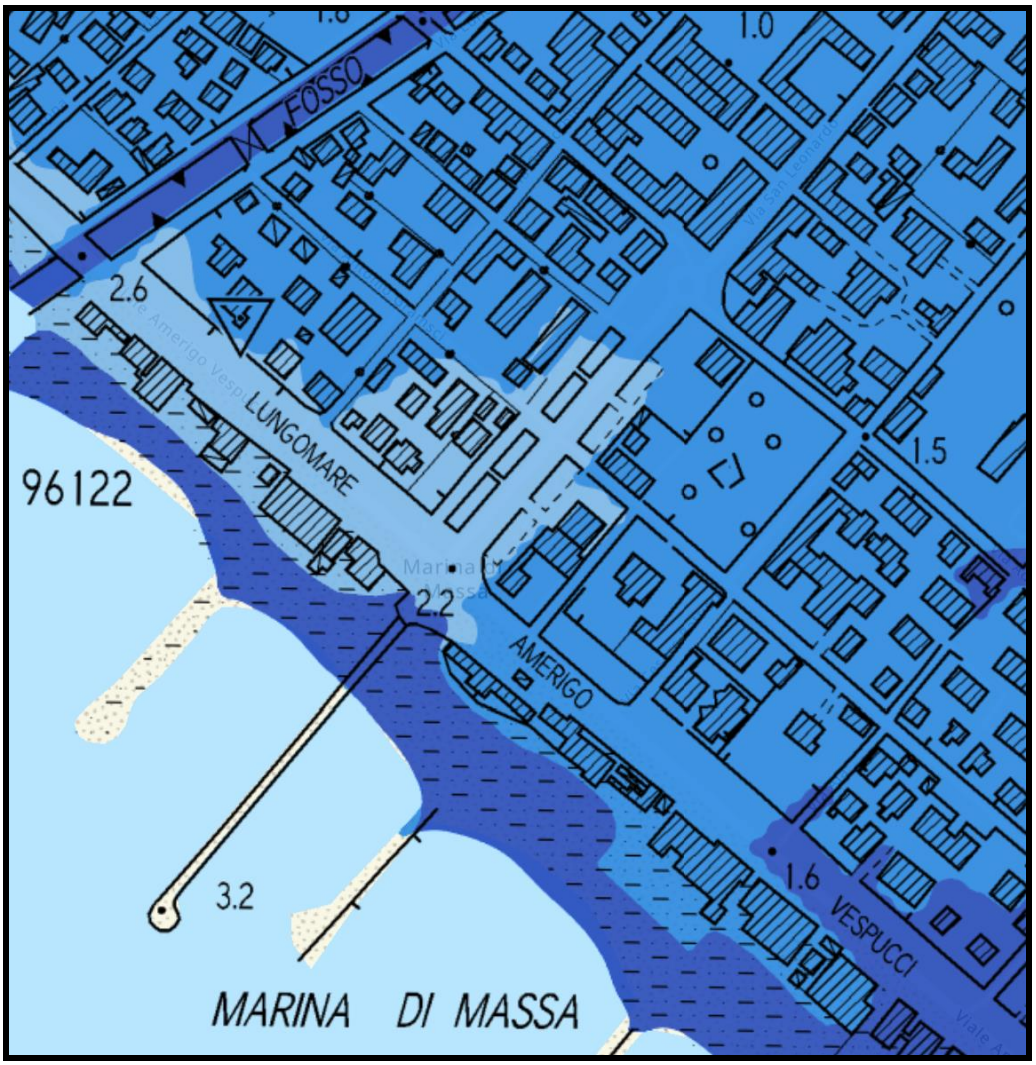
Pericolosità idraulica ai sensi del PAI:

P.I.M.E.

P.I.E.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

CARTA PERICOLOSITA` IDRAULICA PGRA



Hotel Milano Fg.147 Map 147

Fig. n°2

Pericolosità PGRA - Dominio Fluviale

- PI1
- PI2
- PI3

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

CARTA PERICOLOSITA` GEOMORFOLOGICA

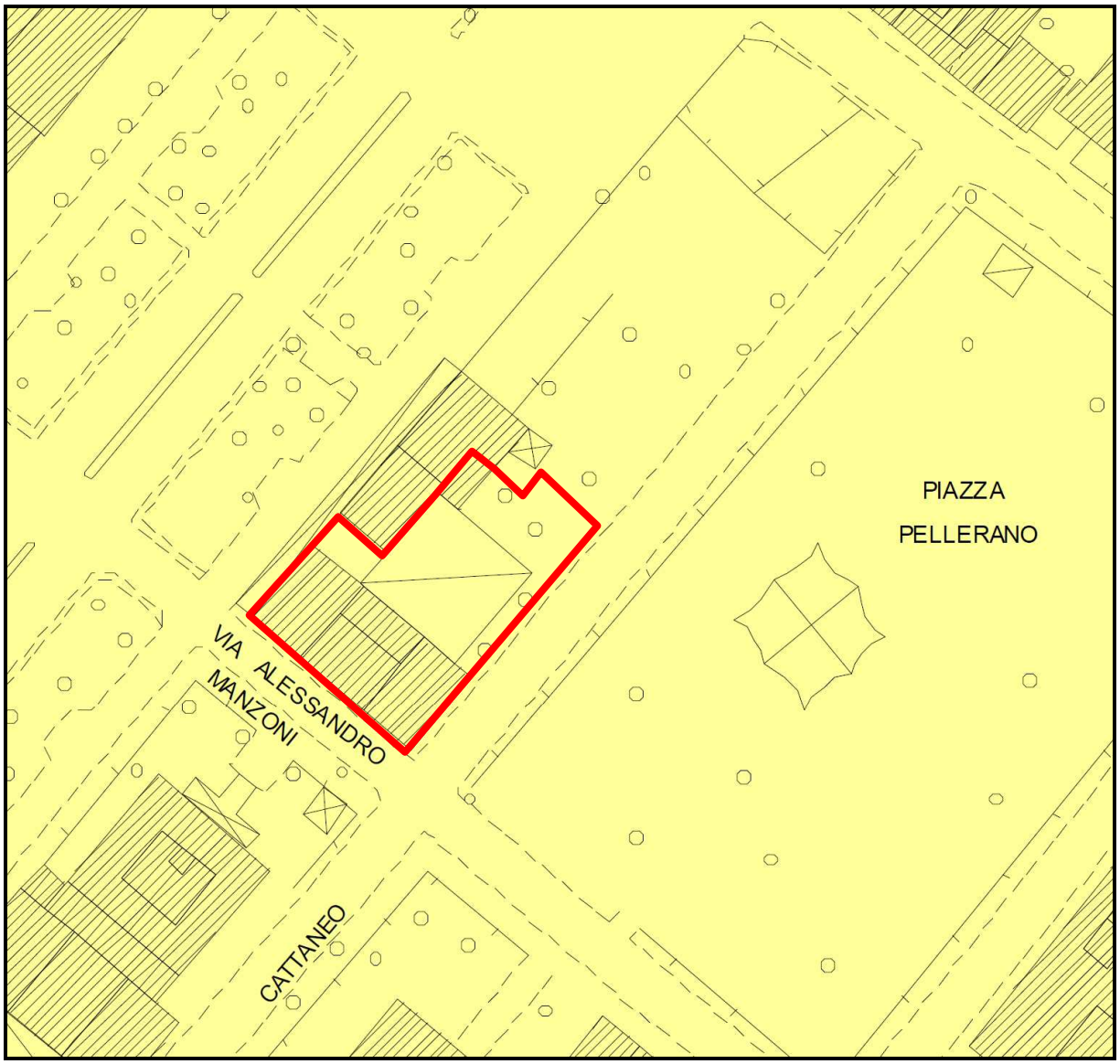


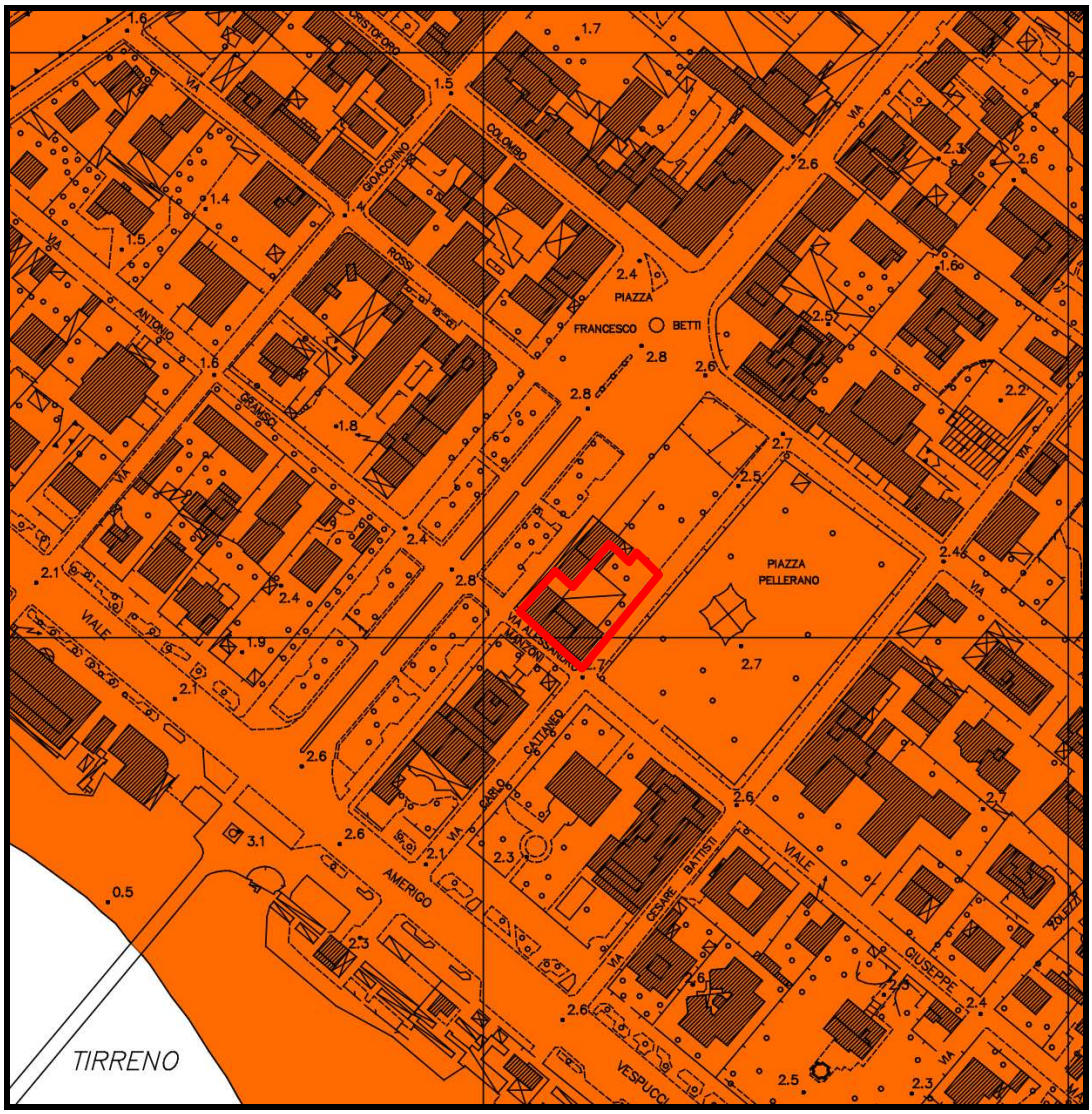
Fig. n°3

Hotel Milano Fg.147 Map 147

G.2 **Classe G.2: Pericolosità media**

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

CARTA PERICOLOSITA` SISMICA



Hotel Milano Fg.147 Map 147

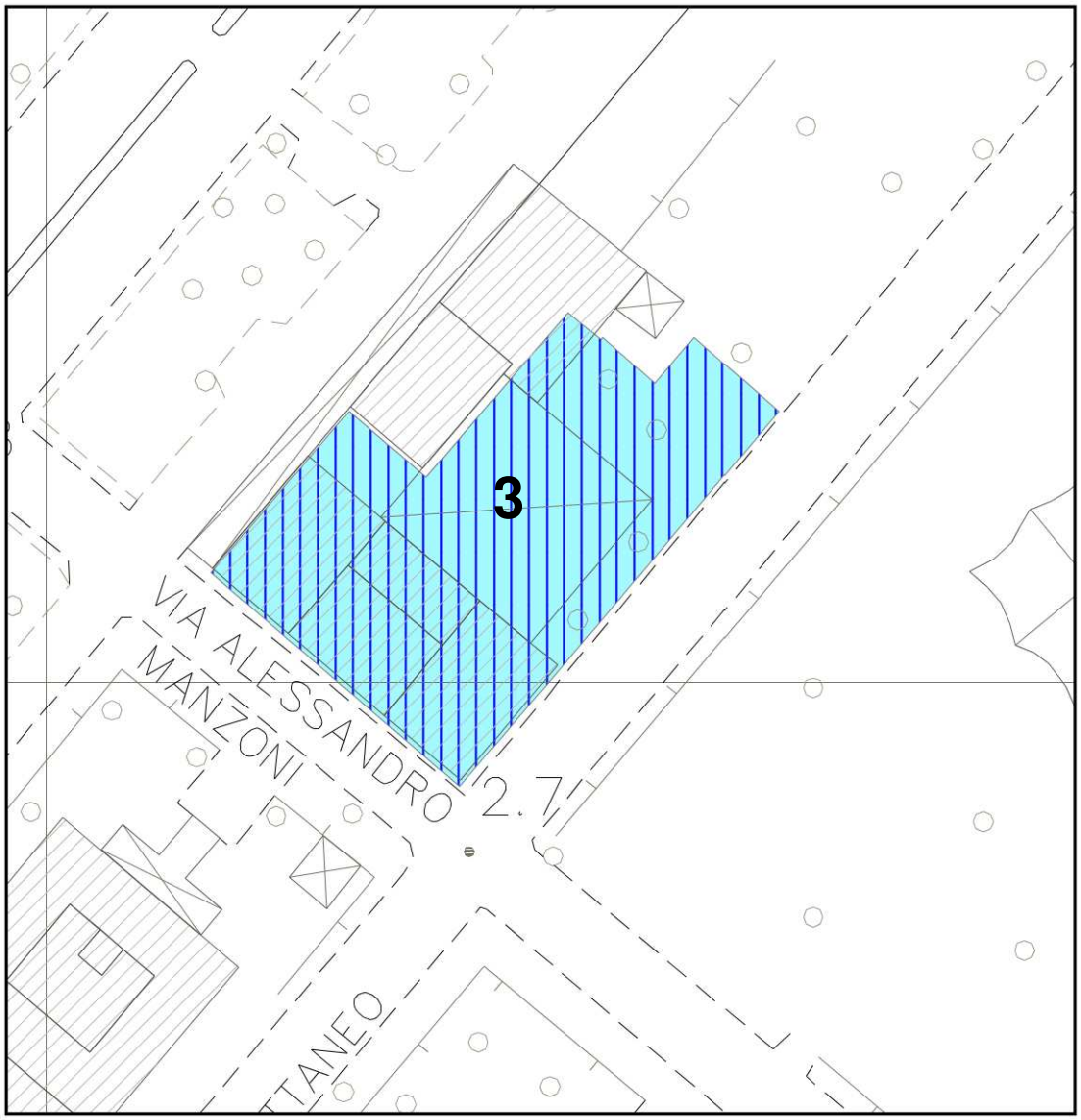
Fig. n°4

S2

S3

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

SCHEDA GRAFICA DI FATTIBILITA'



Hotel Milano Fg.147 Map 147

CLASSI DI FATTIBILITA'	GEOLOGICA	IDRAULICA	SISMICA
F4 - Fattibilità limitata	F4g	F4i	F4s 4
F3 - Fattibilità condizionata	F3.1g F3.2g F3.3g	F3i	F3s 3
F2 - Fattibilità con normali vincoli	F2g	F2i	F2s 2
F1 - Fattibilità senza particolari limitazioni	F1g	F1i	F1s 1

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

SCHEDA NORMA DELLA FATTIBILITA'

Problematiche geologiche, idrauliche e sismiche

Pericolosità geologica

Classe G.2: substrato costituito da depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso limosi marini, sciolti o debolmente addensati con il livello di falda prossimo alla superficie (< 5 m).

Pericolosità idraulica

Classe I.3: areale soggetto a fenomeni di esondazione idraulica.

Pericolosità sismica

Classe S.3: area caratterizzata da un substrato stabile potenzialmente suscettibile di amplificazioni locali per l'esistenza di un contrasto di impedenza sismica tra copertura e substrato caratterizzato da un maggior grado di consistenza ed addensamento. L'area, per la presenza di depositi sabbioso limosi poco addensati e sciolti con livello di falda prossimo alla superficie, è classificata come suscettibile di instabilità per liquefazione e ricade quindi nella Zona di Attenzione per liquefazioni di tipo 1 (ZALQ1).

Condizioni e prescrizioni per le realizzazioni

Fattibilità geologica F2g:

L'attuazione dell'intervento è subordinata alla effettuazione dei normali studi geologico tecnici previsti dalla normativa vigente in materia (DPGR n° 1/R/22 e NTC 2018) e finalizzati alla verifica delle caratteristiche geotecniche del substrato di fondazione a livello di progetto esecutivo. I contenuti e gli elaborati minimi degli studi geologici, idrogeologici e geotecnici dovranno essere quelli descritti all'art. 33 comma 2 delle NTG.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

Fattibilità idraulica F3i:

Gli interventi sono classificabili in fattibilità 3. Per questo sarà necessario studio tecnico-idraulico, in ottemperanza alla LR 41/2018 e s.m.i e in osservanza all'art 40 delle NTG.

Nello specifico essendo un intervento sul patrimonio edilizio esistente, occorre far riferimento all'art 12 della LR 41/2018 e in ogni caso gli interventi proposti devono prevedere che non sia superato il rischio medio R2 (D.P.C.M.29/09/1998).

Anche per i nuovi volumi interrati nell'area a pericolosità per alluvioni poco frequenti, caratterizzata da magnitudo moderata, possono essere realizzati a condizione che non sia superato il rischio R2.

Si fa presente che quando l'attuazione della previsione sia condizionata dalla realizzazione di opere di sopraelevazione, di cui all'art. 8 della L.R.41/2018, conseguendo la classe di rischio medio R2, la quota di riferimento per la sopraelevazione risulta quella del battente individuato nello studio idraulico per alluvioni poco frequenti, più un opportuno franco di sicurezza, dove i valori minimi sono stabiliti:

- di cm.15 per il piano di calpestio;
- di cm. 30 a tutela dei volumi interrati;

Fattibilità sismica F3s:

In sede di intervento progettuale si dovrà procedere alla realizzazione di una campagna di indagini geofisiche e geotecniche, condotta ai sensi del DPGR n° 36/R/09 e delle NTC 2008, finalizzata a definire gli spessori, le geometrie e le velocità sismiche dei litotipi sepolti già indicati con la microzona Z13 nella carta delle MOPS. Le indagini di cui sopra dovranno essere coerenti con quanto disciplinato dall'art. 44 delle NTG.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

Prescrizioni a tutela idrogeologica

L'intervento ricade all'interno delle aree con intrusione accertata di acqua marina oltre che in area con grado di protezione della falda molto basso, sono pertanto da applicarsi, come previsto dall'art. 18 delle NTG, le disposizioni e i criteri contenuti negli art. 53, 54 e 55 della Disciplina di Piano del PS vigente (Titolo IV, Capo II "Lo statuto per la risorsa acqua"), in particolare art *55 Disciplina di tutela della risorsa acqua nelle aree con elevate problematiche idrogeologiche*:

"….nelle aree interessate da fenomeni accertati d'ingressione delle acque salate non potranno essere attivati nuovi emungimenti dal sottosuolo né incrementati quelli esistenti. **Saranno consentiti unicamente gli emungimenti con carattere temporaneo connessi all'esecuzione di lavori che debbano consentire l'abbassamento artificiale della falda mediante impianti tipo well points a condizione che sia previsto, ove possibile la reimmissione in falda delle acque emunte."**

Al fine di contrastare il fenomeno dell'intrusione salina si dovranno realizzare dei diaframmi o paratie perimetrali allo scavo opportunatamente approfondite, con monitoraggio continuo della salinità delle acque emunte mediante appropriata strumentazione istallata su piezometri di controllo, il tutto supportato da uno studio idrogeologico di dettaglio.

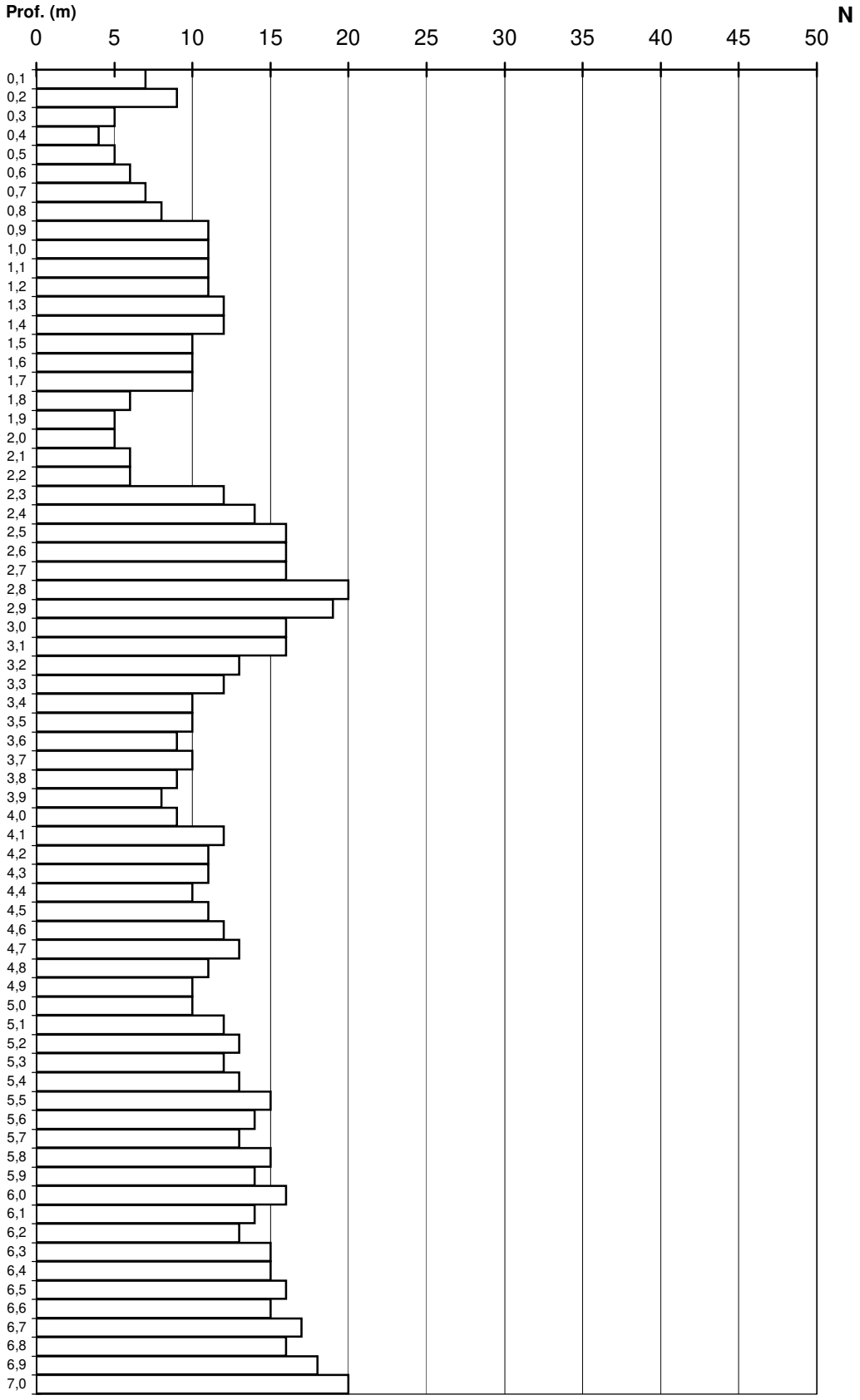
Per cui gli interventi dovranno predisporre tutte le misure, anche compensative, per il superamento delle criticità idrogeologiche esistenti, in coerenza con le disposizioni di cui all'Art.21 e all'Art. 22 delle Norme Tecnico/Geologiche di attuazione (NTG) di cui all'Allegato B del RU; oltre alla richiesta di concessione idraulica agli uffici Regione Toscana in relazione alla normativa regionale DGRT 61R/2016.

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

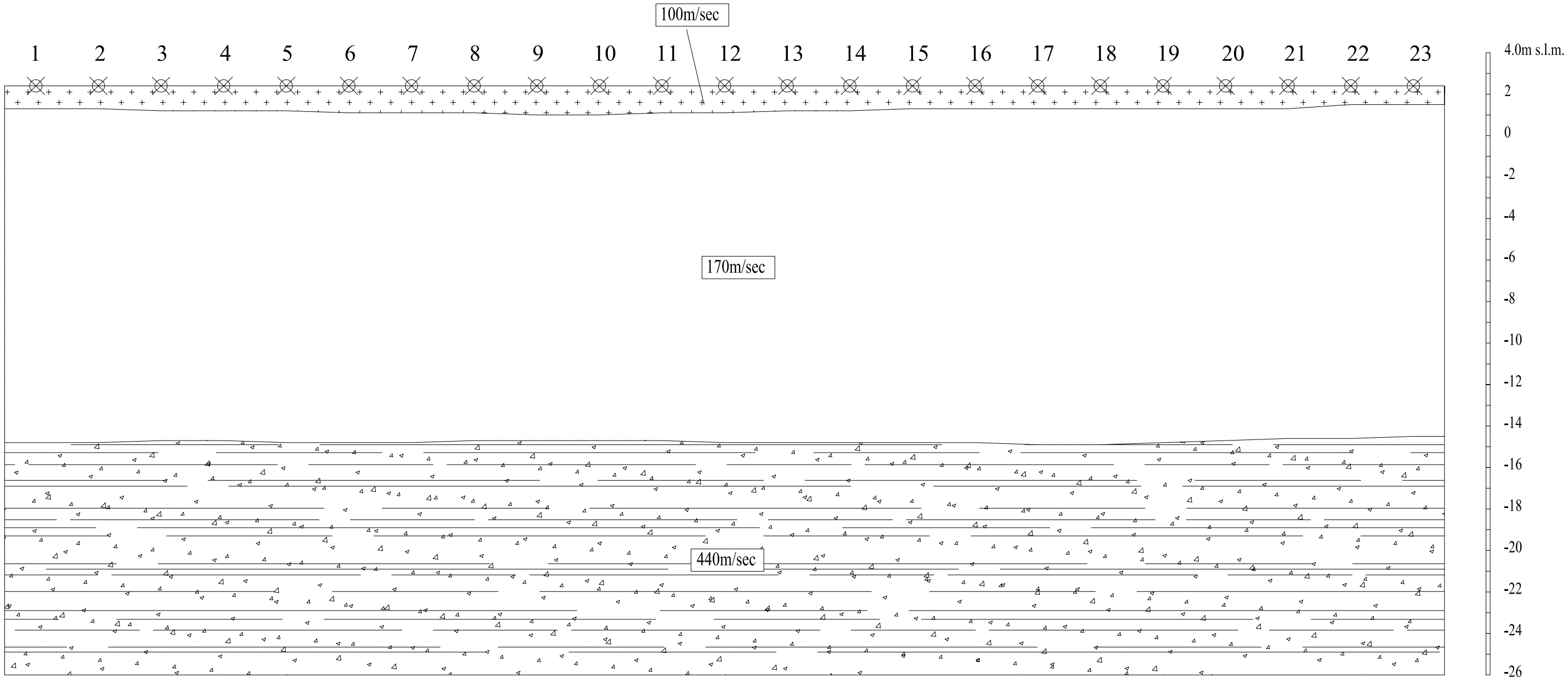
INDAGINI DI RIFERIMENTO

LUCA NICCOLI GEOLOGO Via E. Chiesa 2 54100 Massa Tel. 3292945867 lucaniccoli@virgilio.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA LEGGERA n°101



Sezione sismica interpretativa: MARINA 1-1' (onde SH)



Terreno sabbioso superficiale areato e rimaneggiato

Sabbie e sabbie debolmente limose

Argille sabbiose con intercalazioni di ghiaie?

Geofono

Scala 1:200

Figura n.2

GeoTirreno S.r.l.

Servizi per la Geologia e l'Ambiente

Viale Stazione, 39 54100 Massa	tel./fax 0585.42141 Part. IVA: 00713690451	e-mail: info@geotirreno.it web site: www.geotirreno.it

sondaggi ambientali
sondaggi geotecnici
sismica di superficie
sismica in foro
tomografia elettrica
indagini penetrometriche
punta elettrica e piezocono
monitoraggio inclinometri

Progetto:

Titolo documento:

RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI GEOFISICHE

Cliente:	*Inoltro al cliente:*
COMMITTENTE: **PARROCCHIA SERSERVIVI DI MARIA** RICHIEDENTE:	CHIUSURA COMMESSA ☒ PER INFORMAZIONE ☐ NON RICHIESTO ☐

Località:	*Comune/i:*	*Provincia:*
Via Zini – Marina di Massa	**Massa**	**Massa - Carrara**

Responsabile indagini
Dott. Luigi Allacorta

Elaborazione
Dott. Paolo Cazzani

Redazione documento
Dott. Paolo Cazzani

Revisione
Dott. Luigi Allacorta

Approvazione
Dott. Riccardo Barbieri

Dott. Geol. 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

SOMMARIO

ATTREZZATURE, SPECIFICHE TECNICHE E NORMATIVE DI RIFERIMENTO 3
Sismica in foro con metodologia Down Hole 3
Correlazione tra la velocità delle onde sismiche ed i parametri elastici e geomeccanici 4
Strumentazione 5

RISULTATI 5

PRECISAZIONI 6

ALLEGATI 6

GeoTirreno S.r.l. è stata incaricata dal **Dott. Geol.** di eseguire una campagna di indagini geofisiche in sito in **Via Zini**, **Località Marina di Massa** nel **Comune di Massa (MS)**. Secondo quanto previsto dal programma d'indagine, sono state realizzate le seguenti indagini: n°1 indagini sismiche in foro con metodologia Down Hole in onde P ed S.

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.

Attrezzature, specifiche tecniche e normative di riferimento

Sismica in foro con metodologia Down Hole

Le prove sismiche Down-Hole vengono eseguite per misurare la velocità delle onde sismiche dirette che si propagano dalla superficie nel terreno in profondità, allo scopo di ricostruire la colonna sismo-stratigrafica nelle immediate vicinanze del foro d'indagine. Il metodo prevede l'inserimento di un ricevitore (geofono triassiale) in un foro di sondaggio appositamente attrezzato, e la generazione di fronti d'onda dalla superficie, in prossimità del bocca-foro.

Le onde sismiche possono essere generate energizzando il terreno in direzione verticale oppure in direzione trasversale (parallelamente alla orientazione di uno dei due trasduttori orizzontali). Nel primo caso verranno generate prevalentemente onde compressive che si propagano in profondità e vengono registrate al meglio dal geofono verticale. Nel secondo caso verranno generate prevalentemente onde di taglio visibili principalmente sui geofoni con l'asse posto orizzontalmente.

Le onde di taglio, avendo velocità inferiori a quelle compressive raggiungono la terna geofonica quando già il primo fronte d'onda compressiva è transitato. Questo passaggio costituisce un disturbo per la misura delle onde trasversali in quanto i geofoni orizzontali si trovano ancora in movimento all'arrivo dell'onda trasversale. Per migliorare il rapporto fra l'energia dell'onda compressiva e l'energia dell'onda trasversale a favore di quest'ultima, si esegue una doppia energizzazione orizzontale con verso opposto. Questa procedura permette poi, in fase di elaborazione dati di poter eseguire il confronto delle singole forme d'onda acquisite con la forma d'onda elaborata tramite la sottrazione delle onde relative alle acquisizioni trasversali. In pratica nelle registrazioni energizzate con percussione orizzontale, sottratte le registrazioni "battuta destra e battuta sinistra", il primo arrivo sarà costituito principalmente dalle onde di taglio poiché le onde compressive, provocate durante l'energizzazione tenderanno, con l'operazione differenza, a ridursi in ampiezza, mentre le onde di taglio (che invertono in polarità a seconda della direzione di battuta) tenderanno a sommarsi aumentando cosi l'ampiezza.

L'analisi dei dati prevede che le battute eseguite in diversi momenti vengano raccolte a ricostruire un unico sismogramma, identico a quello che sarebbe stato ricevuto da una catena di tanti geofoni quante sono le quote di misura nel foro. In particolare vengono raggruppate in un unico sismogramma le forme d'onda relative ai geofoni verticali (Onde P) e in un altro sismogramma le forme d'onda relative ai geofoni orizzontali (Onde S).

I risultati e le relative correlazioni numeriche sono illustrati in allegato. In particolare nell'analisi delle dromocrone si sono adottati modelli a vari strati. Il *software* utilizzato per l'elaborazione tratta separatamente gli arrivi registrati dal geofono orientato parallelamente alla direzione di orientazione (x), sia per quello ortogonale (y), e restituisce misure di velocità e parametri separati per i due sismogrammi. Dai valori delle velocità sismiche delle onde di taglio calcolate e riportate nella tabella dei risultati, è possibile ottenere il valore di **Vs30** calcolato secondo la formula sotto esplicitata (Fig. 1).

Per il calcolo dei parametri elastici dei terreni indagati, in base ai dati sperimentali di laboratorio, si sono assunti valore di densità relativa ricavati da dati bibliografici.

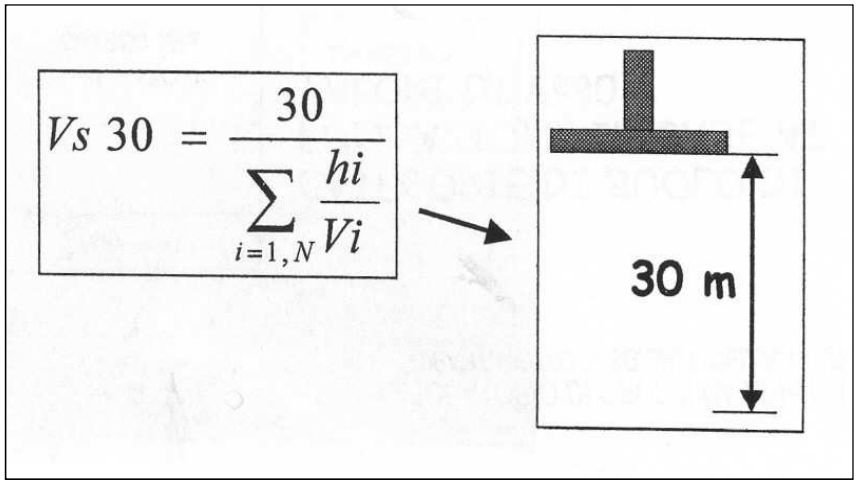


Fig. 1 Formula per il calcolo del parametro Vs30

Correlazione tra la velocità delle onde sismiche ed i parametri elastici e geomeccanici

La liberazione istantanea di energia nel terreno genera un sistema di onde sismiche la cui propagazione è regolata dalle classiche leggi della fisica. Le deformazioni e le tensioni generate da una sollecitazione artificiale impulsiva sono abbastanza complesse, ma nell'ambito di cui si tratta in questo tipo di applicazioni, è sufficiente fare riferimento ai due tipi principali di onde sismiche, dette anche onde di volume (*body waves*): le onde sismiche di compressione (longitudinali, onde prime) e le onde sismiche di taglio (trasversali, onde seconde).

Le onde di volume si propagano nel terreno in ogni direzione ed intercettando il piano topografico danno origine sullo stesso ad onde di natura diversa (Rayleigh e Love) che si propagano principalmente in superficie.

Nel loro complesso, le onde sismiche creano sollecitazioni e conseguenti deformazioni nel mezzo attraversato che generalmente ricadono nel campo elastico del diagramma sforzi/deformazioni. Pertanto in questo ambito sono applicabili le relazioni classiche della teoria dell'elasticità.

Le onde sismiche longitudinali sono deformazioni che si propagano in linea retta con un'alternanza continua di compressioni e dilatazioni della materia lungo il percorso di propagazione. Ogni particella di materia oscilla attorno al suo punto di quiete lungo un asse coincidente con il raggio di propagazione dell'onda sismica. Le onde sismiche di taglio sono invece deformazioni che si propagano nella stessa direzione delle precedenti ma con movimento oscillatorio delle particelle ortogonale alla traiettoria dei raggi sismici.

La velocità di propagazione delle onde sismiche dipende dalle costanti elastiche e dalla densità del mezzo attraversato, e pertanto risulta variabile in funzione delle caratteristiche geomeccaniche e fisiche del terreno o delle rocce. In uno stesso tipo di materiale le velocità di propagazione dei vari tipi di onde differiscono tra loro: le più veloci sono le onde di compressione, a cui seguono le onde di taglio e successivamente le diverse onde superficiali. Poiché le tensioni e le deformazioni che si generano nel campo sismico sono di modestissima entità anche il terreno e le rocce sollecitate in questo ambito possono essere considerati in prima approssimazione come materiali omogenei, isotropi ed elastici. È applicabile quindi la legge di Hooke (proporzionalità tra lo sforzo applicato *d* e la deformazione prodotta *e*):

$$d = e \cdot E$$

La costante *E*, definita come rapporto tra sollecitazione e conseguente deformazione longitudinale, rappresenta il modulo elastico (o di Young) del materiale. È importante sottolineare che in campo dinamico si parla di modulo elastico dinamico (e non statico), ricavandosi tale modulo da prove dinamiche (o sismiche). Il rapporto tra la sollecitazione ortogonale (trasversale o di taglio) e la deformazione definisce il modulo di elasticità tangenziale (o di taglio) *G*.

Il rapporto tra la tensione idrostatica e la deformazione cubica (o di volume) definisce il modulo di compressione cubica (o di Bulk) *k*.

Infine il modulo (o rapporto) di Poisson *v* è definito come il rapporto tra la deformazione trasversale e quella longitudinale. Tale modulo varia da 0 a 0.5 con valore medio di 0.25 per molte rocce: i valori tendono a 0.05 per materiali estremamente duri ed a 0.45 per i materiali incoerenti. Per i fluidi il modulo assume il valore limite di 0.5.

In senso più generale possono ancora essere definite le costanti di Lamè *l* e *m* come caratteristiche elastiche indipendenti dalle direzioni lungo cui vengono registrate le deformazioni. Queste due costanti sono definite dalle relazioni:

$$l = (v \cdot E) / [(1 + v) \cdot (1-2 \cdot v)] \quad (1)$$

$$m = E / [2 \cdot (1+v)] \quad (2)$$

Analogamente i due moduli *E* e *v* possono essere espressi in funzione delle costanti di Lamè *l* e *m*:

$$E = m \cdot (3 \cdot l + 2 \cdot m) / (l + m) \quad (3)$$

$$v = l / [2 \cdot (l + m)] \quad (4)$$

La seconda costante di Lamè *m* ha lo stesso significato fisico del modulo di elasticità tangenziale *G* prima definito. Dimensionalmente il modulo elastico e le due costanti di Lamè esprimono il rapporto tra una forza ed una superficie mentre il modulo di Poisson è adimensionale.

Un'ultima costante entra a far parte delle relazioni tra caratteristiche elastiche e velocità: si tratta della densità *r* espressa come rapporto tra massa e volume. Le velocità longitudinale *Vp* e trasversale *Vs* si correlano alle costanti elastiche con le relazioni:

$$Vp = [(l + 2 \cdot m)/r\,]^{1/2} \quad (5)$$

$$Vs = [\,m / r\,]^{1/2} \quad (6)$$

Pertanto, avendo determinato i valori di *Vp* e *Vs* con rilievi sismici ed il valore della densità con prove di laboratorio, è possibile calcolare i valori delle costanti elastiche che caratterizzano i terreni esaminati con le espressioni:

$$v = 0.5 \cdot [(Vp/Vs)^2 - 2] / [(Vp/Vs)^2 - 1] \quad (7)$$

$$E = r \cdot Vp^2 \cdot [(1 + v) \cdot (1 - 2 \cdot v)] / (1 - v) = 2 \cdot r \cdot Vs^2 \cdot (1 + v) \quad (8)$$

L'analisi delle varie relazioni illustrate permette una serie di considerazioni assai interessanti che si traducono in altrettanti comportamenti fisici riscontrabili nell'applicazione pratica.

Il confronto fra le espressioni (5) e (6) delle velocità conferma come per uno stesso materiale la velocità longitudinale abbia sempre un valore superiore a quello trasversale. Per i fluidi il modulo di Poisson vale 0.5 e la seconda costante di Lamè $m = 0$: ne risulta che nei fluidi non possono essere trasmessi sforzi di taglio e quindi la velocità longitudinale ha sempre un valore superiore a

quello della velocità trasversale. Il rapporto tra le velocità di propagazione *Vs*/*Vp* è solo funzione del modulo di Poisson: al variare del modulo da 0 a 0.5, il rapporto varia da 0.7 a 0. Per il valore medio delle rocce (*v* = 0.25) il rapporto vale *Vs*/*Vp* =0.58.

Strumentazione

Sismografo[1]

L'apparecchiatura d'indagine utilizzata da GeoTirreno S.r.l. per l'esecuzione di indagini sismiche a rifrazione è costituita da: sismografo Seismic Source, Modello **DAQLink III**, 24 canali, con risoluzione di acquisizione a 24 bit, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- *Conversion A/D: convertitori sigma delta ad alta velocità a 24 bit;*
- *Rumore di fondo: 0.2 microVolt RMS (a 2 msec);*
- *Precisione trigger: +/- 1 microsecondo a qualsiasi frequenza di campionamento;*
- *Intervallo di campionamento: da 0.0208 a 16,0 millisecondi;*
- *Frequenza di campionamento: da 48.000 a 62.5 campioni/secondo;*

L'attrezzatura per prove sismiche è completata da:

- *1 geofono da foro dotato di tre geofoni da 10Hz, orientati secondo gli assi x-y-z.*

Sorgente onde sismiche

La generazione delle onde di compressione "P", delle onde di taglio "S", avviene mediante idonei strumenti di contrasto, utili per enfatizzare prevalentemente la propagazione delle diverse tipologie di perturbazione elastica. Per quanto riguarda le onde trasversali S, la sorgente è costituita da un trave che viene colpita lateralmente con una massa pesante, solitamente una mazza da 8 kg. Nel caso delle onde longitudinali P, l'onda elastica si genera con una mazza identica ma energizzando su di una piastra metallica posta orizzontalmente sul terreno.

Risultati

I risultati sono dettagliatamente illustrati negli allegati, parte integrante della presente relazione. In particolare dall'analisi delle dromocrone si è adottato un modello a più strati caratterizzati da velocità delle onde sismiche rappresentative di ogni strato.
Dai valori delle velocità sismiche delle onde di taglio calcolate e riportate nella tabella dei risultati, è possibile ottenere il valore di Vs30 calcolato direttamente in sito secondo la formula precedentemente esplicitata:

Vs30 = 244,8 m/s

Per il calcolo dei parametri elastici dei terreni indagati, si sono assunti valore di densità relativa ricavati da dati bibliografici.
Merita essere ricordato che i parametri ricavati per via dinamica hanno in genere valori superiori a quelli ricavati da prove statiche in laboratorio proprio per il diverso campo di sollecitazione applicata e la diversa deformazione raggiunta.
I valori di velocità di propagazione delle onde longitudinali variano da poche centinaia di metri al secondo sino ad alcune migliaia di metri al secondo.
Velocità di onde di compressione inferiori alla velocità del suono nell'aria (344 m/s) sono misurabili in terreni soffici superficiali anidri con elevato contenuto di materiali organici.
Gli stessi materiali, saturi d'acqua, incrementano i loro valori sino a 1400-1800 m/s (si ricorda che il valore della velocità nell'acqua varia tra 1480 e 1520 m/s al variare della temperatura e della salinità).
I terreni incoerenti alluvionali presentano valori delle P variabili tra 400 e 1800 m/s con prevalenza di velocità superiori a 1400 m/s per quelli saturi d'acqua; mentre le Sh variano da 50 fino a circa 350 m/s.
La velocità delle onde di compressione nelle rocce sedimentarie spazia tra valori di 1500 e 5000 m/s incrementandosi sia con la profondità dei sedimenti che con la loro età geologica.
Per l'anisotropia delle rocce tutti questi valori cambiano in funzione della direzione di propagazione rispetto alla stratificazione con differenze variabili dal 5 al 25%.
Analogamente questi valori, che si riferiscono a rocce sane, compatte ed omogenee, tendono a decrescere in funzione dell'alterazione dei loro componenti mineralogici, del grado di fratturazione e delle discontinuità stratigrafiche.

[1] 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 indicazione delle case di produzione, ma possono variare in funzione della frequenza di utilizzo. I sismografi impiegati per le indagini geofisiche vengono inviati almeno una volta ogni due anni, alla casa costruttrice per una verifica del corretto funzionamento. **SISMOGRAFO DAQLink III**: ultimo controllo con esito positivo effettuato il 12 maggio 2011, presso sede Idrogeostudi di Catania. Prossimo controllo, salvo imprevisti, entro il 12 maggio 2013.

Precisazioni

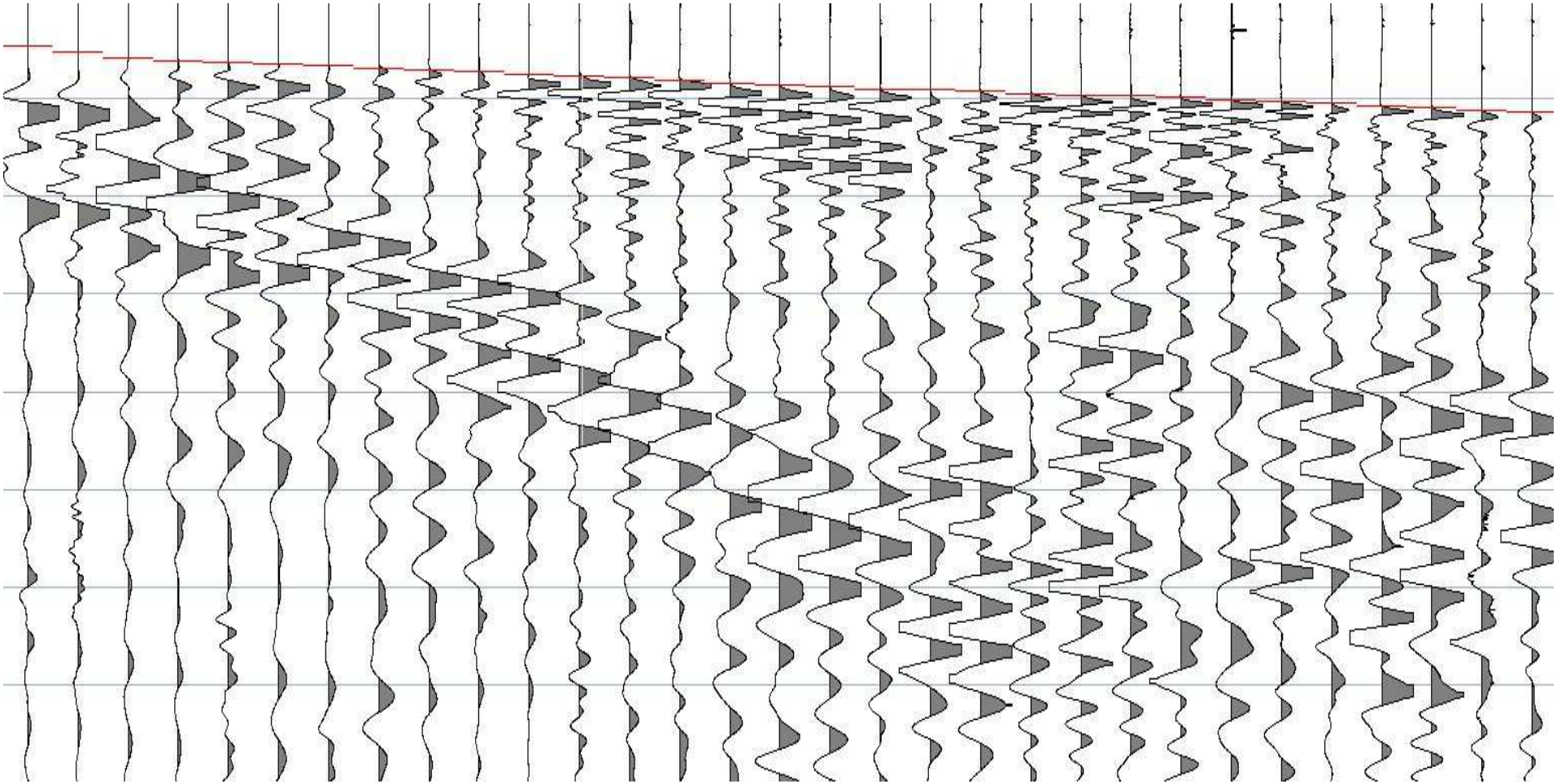
Si ritiene opportuno ricordare che la finalità di una relazione tecnica non è quello di fornire un modello geologico, pertanto le suddivisioni sismo-stratigrafiche sopra ipotizzate, ovvero la ricerca di una corrispondenza tra tipologia di materiali presenti in situ e parametri geofisici misurati, hanno valore puramente indicativo, in quanto si basano prevalentemente su dati noti dalla letteratura (per le indagini sismiche: REYNOLDS, 1997; REDPATH, 1973; DAL MORO, 2010; etc.), sulle informazioni fornite dalla Committenza e su osservazioni di campagna, ma non sono accompagnate da uno studio complessivo dell'area in esame e della finalità delle indagini stesse. Sarà quindi cura del Professionista incaricato della relazione geologica o del progetto, verificare l'attendibilità del modello descritto, e la compatibilità dello stesso con il contesto geologico-idrogeologico-geotecnico, che come già ricordato, è noto solo parzialmente a chi scrive. Inoltre, relativamente ai risultati relativi a profili velocità delle onde di taglio, si precisa che è responsabilità del Geologo o del Progettista l'assegnazione della categoria di suolo in base a proprie conoscenze e valutazioni geologiche del sito.

Allegati

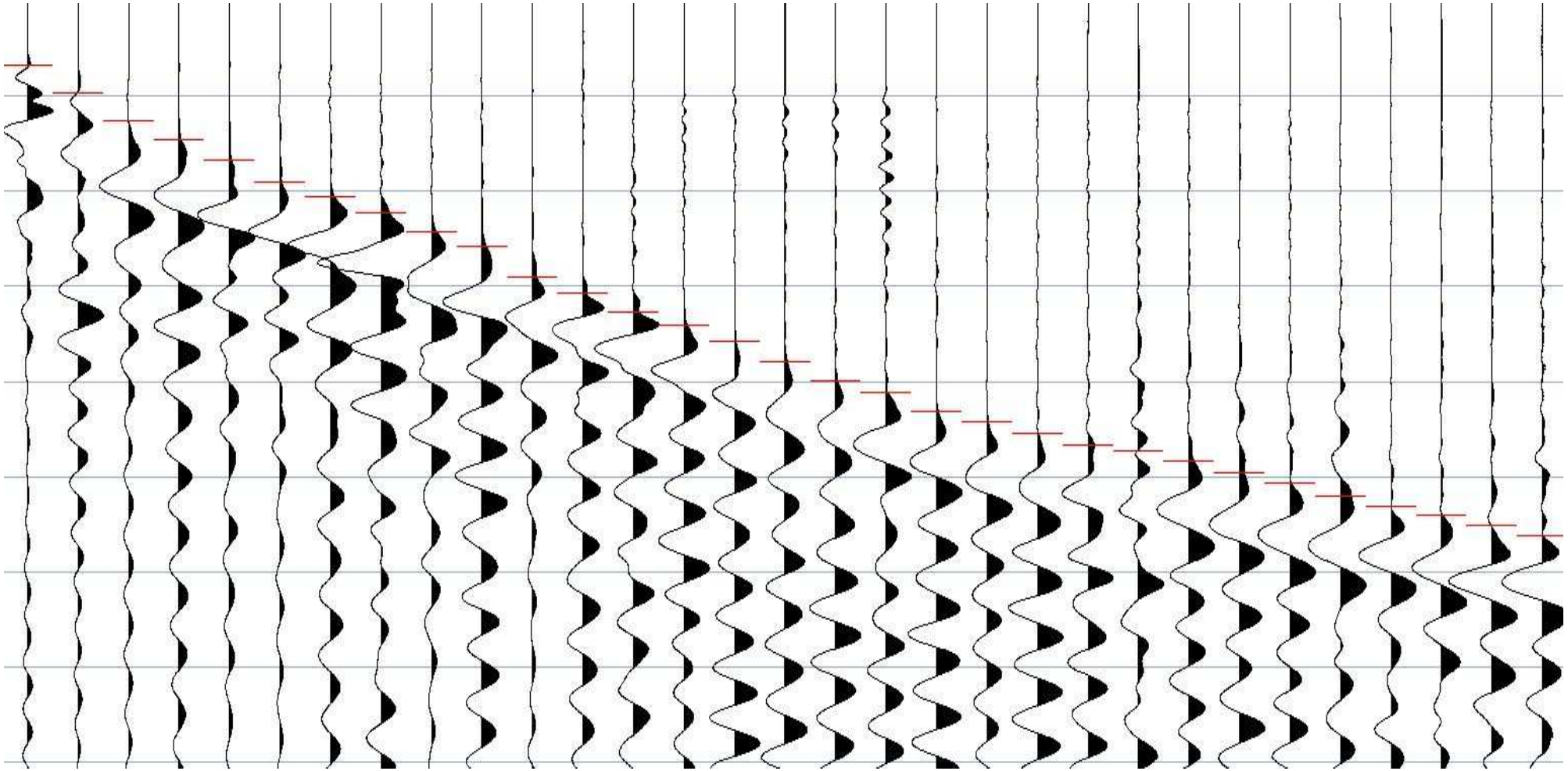
Sismogramma delle onde P ed S;

Grafico delle dromocrone delle onde P ed S e colonna sismostratigrafica;

Grafici relativi ai moduli elastici e geomeccanici.

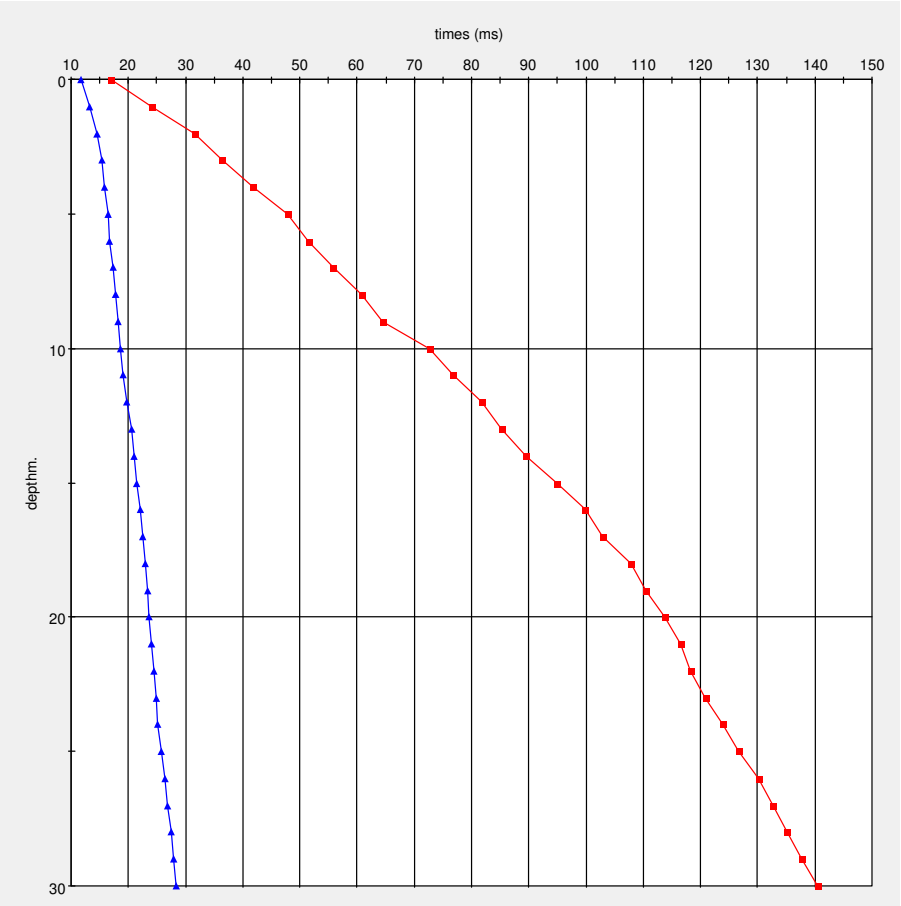


Allegato: Sismogramma delle onde dirette di compressione.



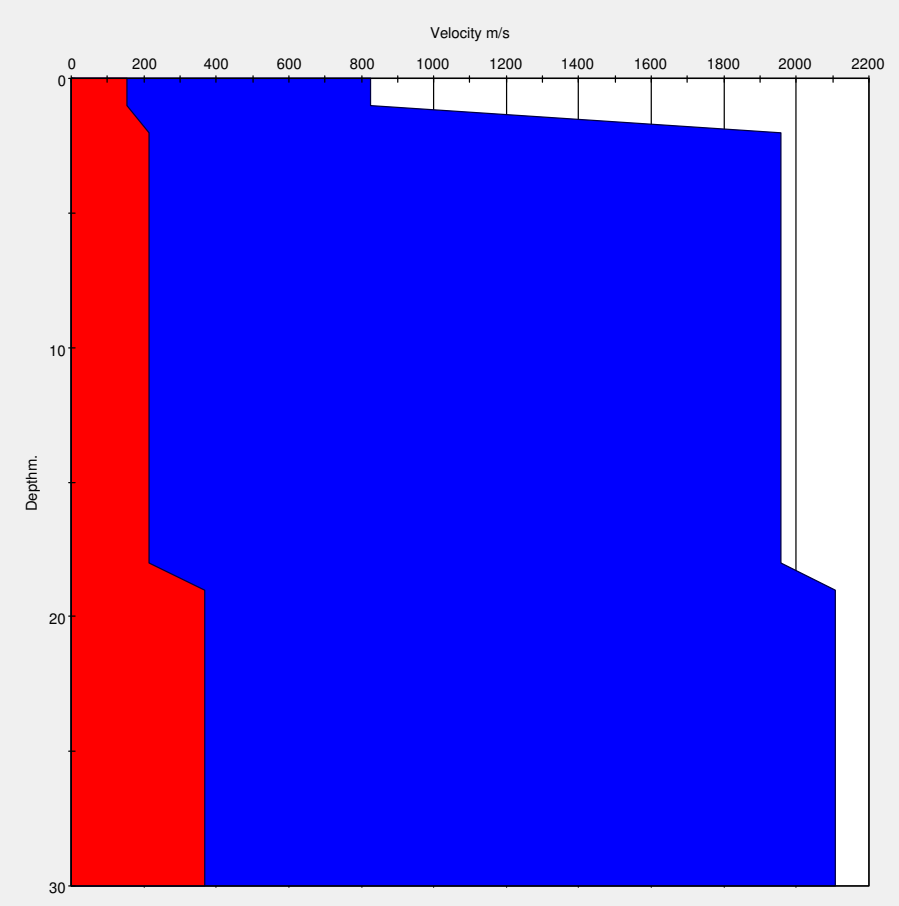
Allegato: Sismogramma delle onde dirette di taglio.

C:\Users\Paolino_32\Desktop\MMDH\00000001.su



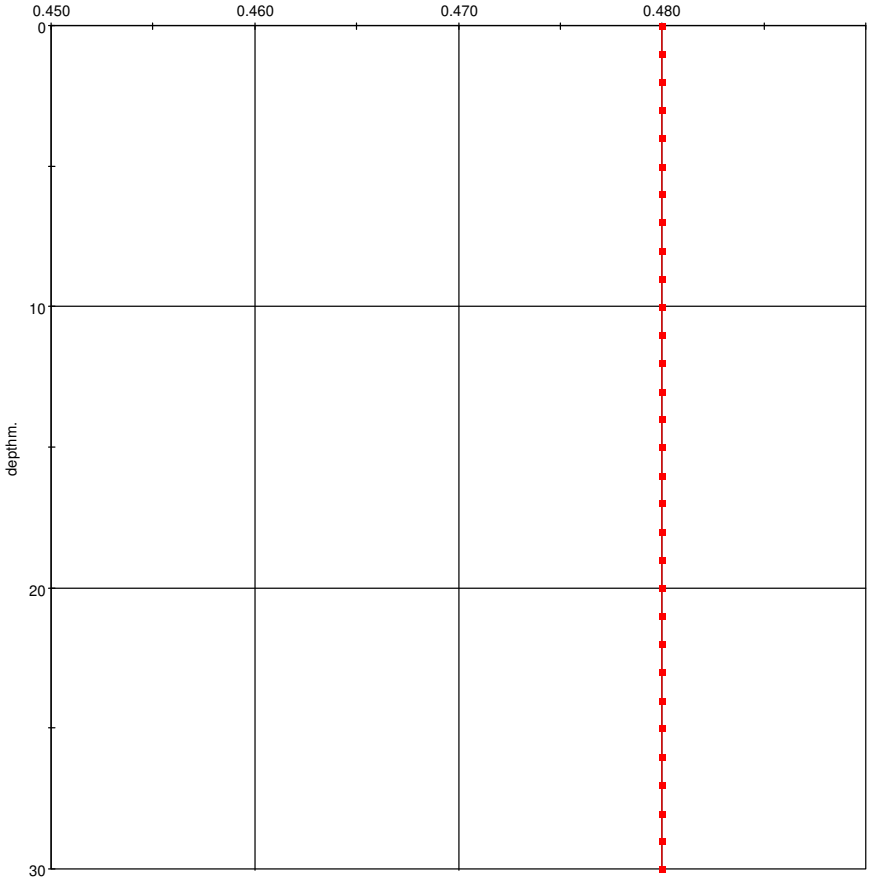
Allegato: Dromocrone delle onde P (in blu) e delle onde S (in rosso).

C:\Users\Paolino_32\Desktop\MMDH\00000001.su



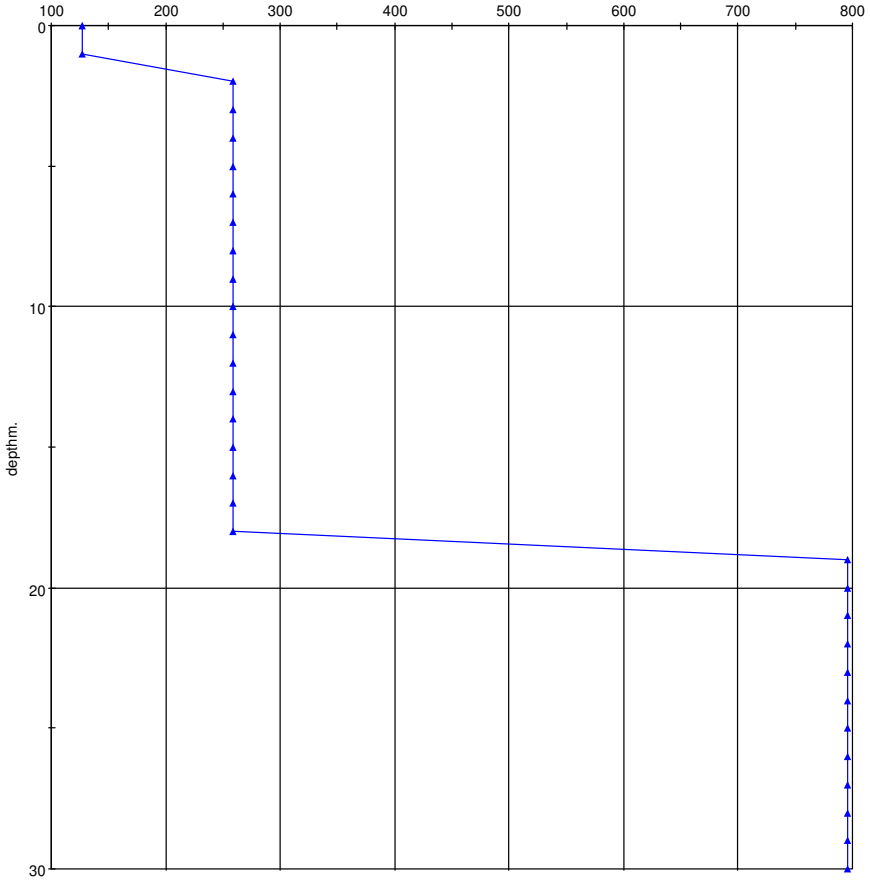
Allegato: Colonna sismo stratigrafica delle onde P (in blu) e delle onde S (in rosso).

Poisson Modulus



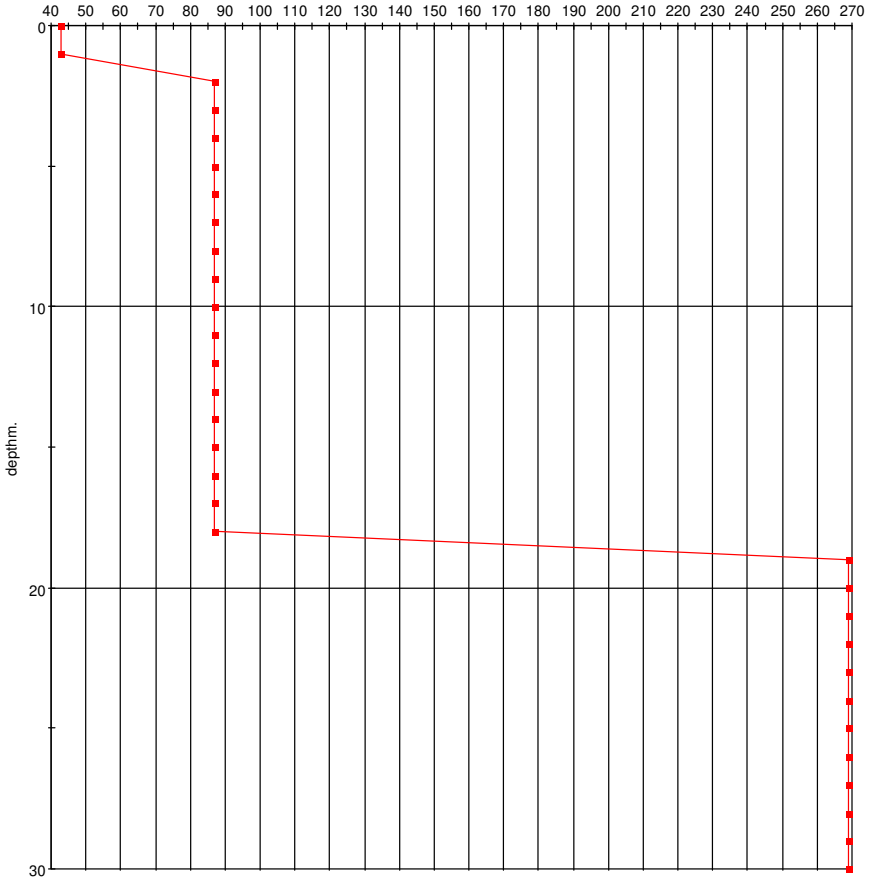
Allegato: Grafico del Modulo di Poisson.

Young modulus



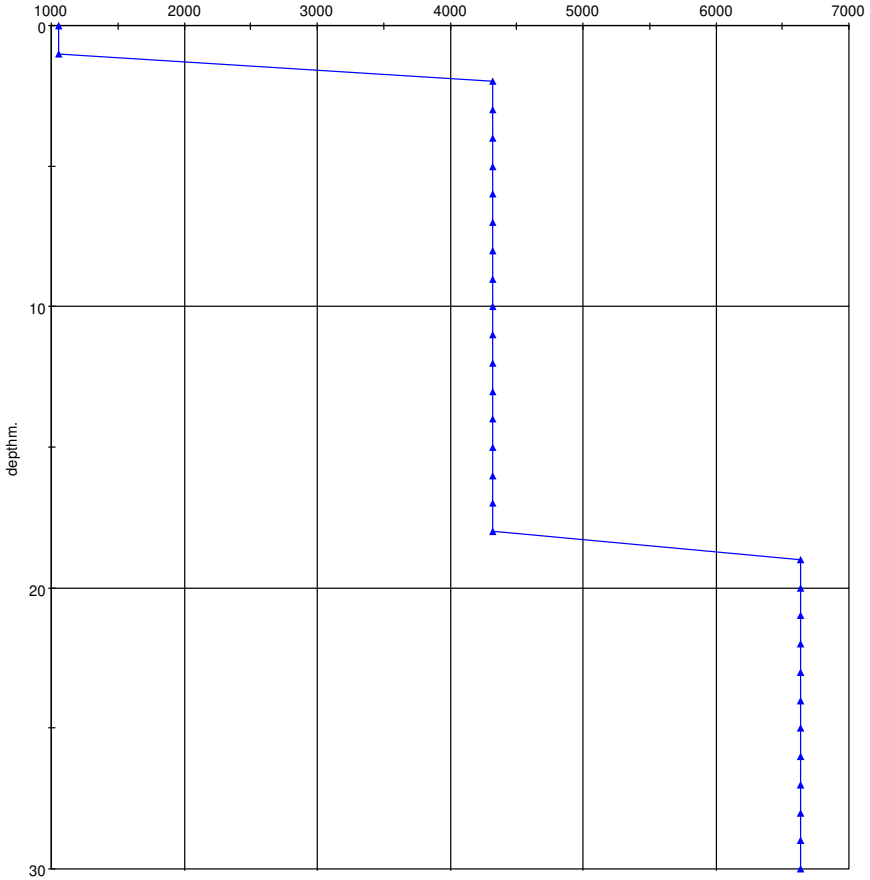
Allegato: Grafico del Modulo di Young (KPa).

Shear Modulus



Allegato: Grafico del Modulo di Taglio (KPa).

Bulk Modulus



Allegato: Grafico del Modulo di Bulk (KPa).

Committente Parrocchia della Beata Vergine della Consolazione	Profondità raggiunta 30m dal p.c.
Indagine Sondaggio S1	Note1 Foro attrezzato a down hole
Sondaggio Carotaggio continuo	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Falda
		Terreno vegetale rimaneggiato	-1.00			-1.00
		Sabbia debolmente limosa e argillosa a granulometria da media a grossolana di colore grigio		6, 5, 7 -3.00 PC 15, 18, 22 -6.00 PC 13, 15, 16 -9.00 PC	-5.80 -6.00	
-10		Sabbia limosa debolmente argillosa a granulometria medio - fine di colore grigio	-10.00	14, 16, 15 -12.00 PC 10, 12, 15 -15.00 PC 13, 14, 16 -18.00 PC	-10.80 -11.00 -13.70 -13.80 -16.65 -16.80	
-15		Sabbia con ghiaia e ciottoli di colore grigio	-19.00 -20.00			
-20		Ghiaia con ciottoli in matrice da limo-sabbiosa a limo-argillosa di colore marroncino chiaro		15,17,18 -21.00 PC		
-25			-28.30			
		Sabbia limosa/limo sabbioso di colore marroncino	-29.60			
-30		Ghiaia in matrice da limo-sabbiosa a limo-argillosa marroncino	-30.00			
-35						
-40						
-45						

L.G.T. S.r.l.
Laboratorio Geotecnico Toscano
Sede Legale: Via Dorsale, 9/A - 54100 Massa (MS)
Sede Operativa: Via Frassina, 65 – 54033 Carrara (MS)
Tel.: 0585-834545
Fax.: 0585-379014 / 837912

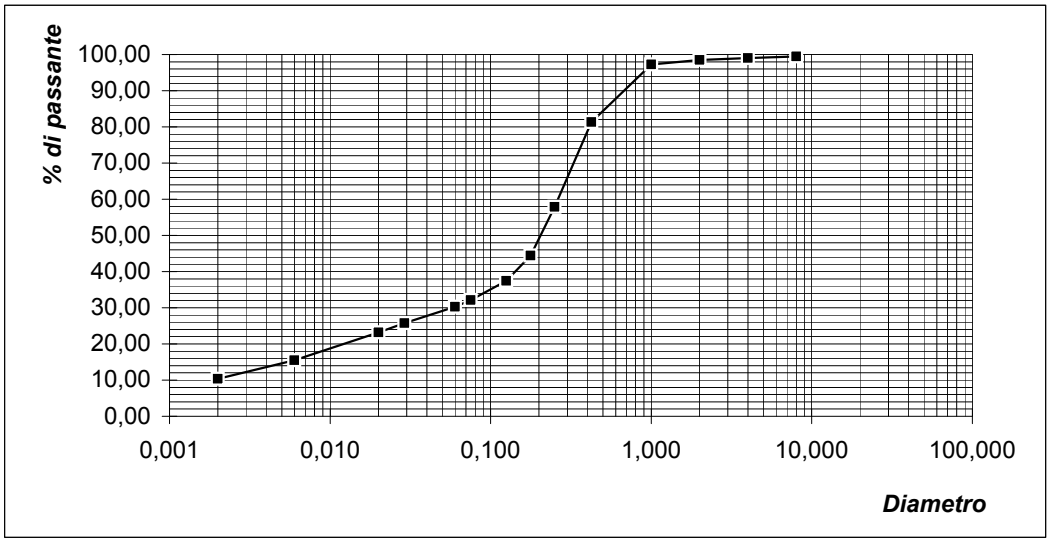
RAPPORTO DI PROVA N° J / 001 / 01 / gran

Comm.te:	**Dott. Geol. Zollini**
Località:	**Via Zini - Marina di Massa (MS)**
Data di arrivo:	**20 Febbraio 2013**
Data esecuzione	**20 Febbraio - 05 Marzo 2013**
Data emissione	**05 Marzo 2013**
Campione:	**C1** Prof: **5,80-6,00 m**

ANALISI GRANULOMETRICA CNR n. 93 - Racc. AGI - ASTM D422

ϕ (mm)	passante (%)	passante (gr)	trattenuto (gr)
8,000	99,49	198,97	1,03
4,000	99,01	198,02	0,95
2,000	98,48	196,95	1,07
1,000	97,26	194,51	2,44
0,425	81,30	162,60	31,91
0,250	57,86	115,72	46,88
0,177	44,43	88,86	26,86
0,125	37,41	74,81	14,05
0,075	32,11	64,21	10,60
0,060	30,30		
0,029	25,79		
0,020	23,21		
0,006	15,47		
0,002	10,32		

% ghiaia	1,52
% sabbia	68,18
% limo	19,98
% argilla	10,32
Totale	100



Laboratorio Geotecnico Toscano

Note:

Il Tecnico analista:
A. Aliboni

Il Direttore di Laboratorio:
Dott. ssa Geol. B. Polverosi

L.G.T. S.r.l.
Laboratorio Geotecnico Toscano
Sede Legale: Via Dorsale, 9/A - 54100 Massa (MS)
Sede Operativa: Via Frassina, 65 – 54033 Carrara (MS)
Tel.: 0585-834545
Fax.: 0585-379014 / 837912

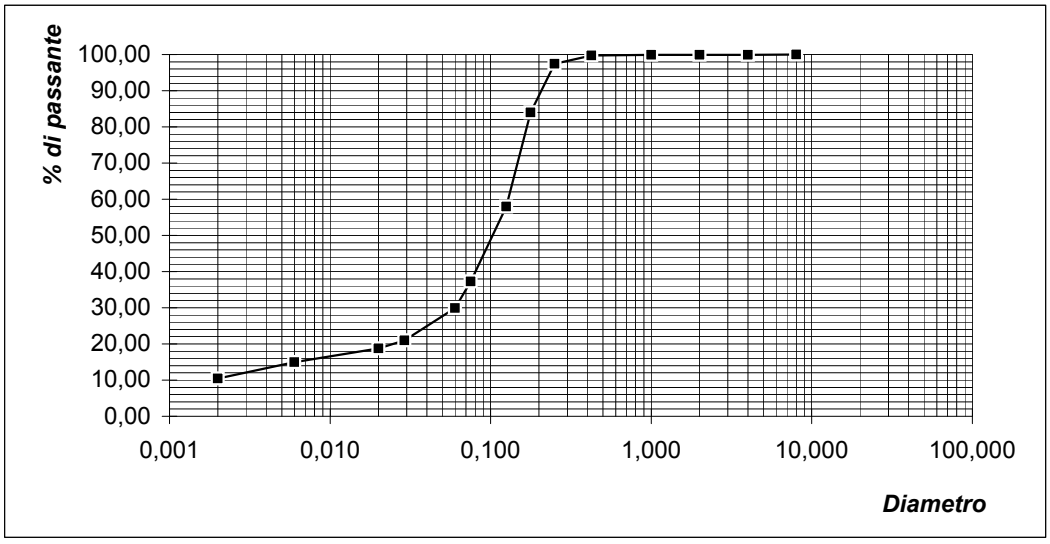
RAPPORTO DI PROVA N° J / 001 / 02 / gran

Comm.te:	**Dott. Geol. Zollini**
Località:	**Via Zini - Marina di Massa (MS)**
Data di arrivo:	**20 Febbraio 2013**
Data esecuzione	**20 Febbraio - 05 Marzo 2013**
Data emissione	**05 Marzo 2013**
Campione:	**C2** Prof: **10,90-11,00 m**

ANALISI GRANULOMETRICA CNR n. 93 - Racc. AGI - ASTM D422

ϕ (mm)	passante (%)	passante (gr)	trattenuto (gr)
8,000	100,00	200,00	0,00
4,000	99,93	199,86	0,14
2,000	99,92	199,84	0,02
1,000	99,91	199,81	0,03
0,425	99,72	199,44	0,37
0,250	97,46	194,91	4,53
0,177	84,02	168,04	26,87
0,125	57,98	115,95	52,09
0,075	37,29	74,57	41,38
0,060	29,95		
0,029	20,96		
0,020	18,72		
0,006	14,98		
0,002	10,48		

% ghiaia	0,08
% sabbia	69,97
% limo	19,46
% argilla	10,48
Totale	100



Note:

Il Tecnico analista:
A. Aliboni

Il Direttore di Laboratorio:
Dott. ssa Geol. B. Polverosi

Laboratorio Geotecnico Toscano

L.G.T. S.r.l.
Laboratorio Geotecnico Toscano
Sede Legale: Via Dorsale, 9/A - 54100 Massa (MS)
Sede Operativa: Via Frassina, 65 – 54033 Carrara (MS)
Tel.: 0585-834545
Fax.: 0585-379014 / 837912

ANALISI GRANULOMETRICA **ASTM D422**

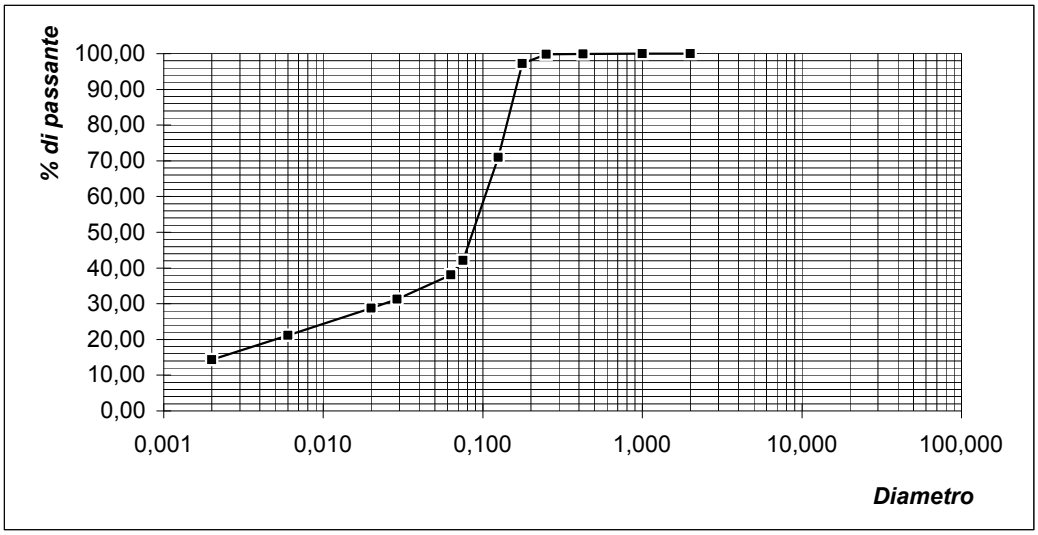
RAPPORTO DI PROVA N° J / 001 / 03 / gran

Comm.te: **Dott. Geol. Zollini**
Località: **Via Zini - Marina di Massa (MS)**
Data di arrivo: **20 Febbraio 2013**
Data esecuzione **20 Febbraio - 05 Marzo 2013**
Data emissione **05 Marzo 2013**
Campione: **C3** **Prof: 13,70-13,80 m**

ANALISI GRANULOMETRICA CNR n. 93 - Racc. AGI - ASTM D422

ϕ (mm)	passante (%)	passante (gr)	trattenuto (gr)
2,000	100,00	200,00	0,00
1,000	99,96	199,92	0,08
0,425	99,94	199,88	0,04
0,250	99,79	199,58	0,30
0,177	97,23	194,45	5,13
0,125	70,94	141,87	52,58
0,075	42,12	84,24	57,63
0,063	38,06		
0,029	31,29		
0,020	28,76		
0,006	21,15		
0,002	14,38		

% ghiaia	0,00
% sabbia	61,94
% limo	23,68
% argilla	14,38
Totale	100



Laboratorio Geotecnico Toscano

Note:

Il Tecnico analista:
A. Aliboni

Il Direttore di Laboratorio:
Dott. ssa Geol. B. Polverosi

L.G.T. S.r.l.
Laboratorio Geotecnico Toscano
Sede Legale: Via Dorsale, 9/A - 54100 Massa (MS)
Sede Operativa: Via Frassina, 65 – 54033 Carrara (MS)
Tel.: 0585-834545
Fax.: 0585-379014 / 837912

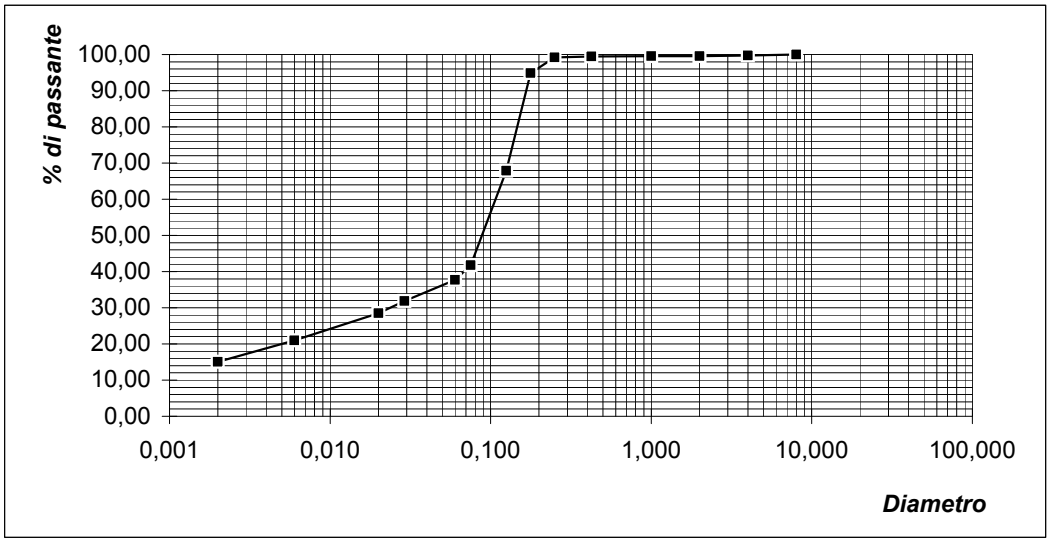
RAPPORTO DI PROVA N° J / 001 / 04 / gran

Comm.te:	**Dott. Geol. Zollini**
Località:	**Via Zini - Marina di Massa (MS)**
Data di arrivo:	**20 Febbraio 2013**
Data esecuzione	**20 Febbraio - 05 Marzo 2013**
Data emissione	**05 Marzo 2013**
Campione:	**C4** Prof: **16,65-16,80 m**

ANALISI GRANULOMETRICA CNR n. 93 - Racc. AGI - ASTM D422

ϕ (mm)	passante (%)	passante (gr)	trattenuto (gr)
8,000	100,00	200,00	0,00
4,000	99,70	199,39	0,61
2,000	99,57	199,13	0,26
1,000	99,55	199,10	0,03
0,425	99,47	198,93	0,17
0,250	99,21	198,42	0,51
0,177	94,87	189,73	8,69
0,125	67,86	135,71	54,02
0,075	41,73	83,46	52,25
0,060	37,71		
0,029	31,84		
0,020	28,49		
0,006	20,95		
0,002	15,09		

% ghiaia	0,44
% sabbia	61,86
% limo	22,62
% argilla	15,09
Totale	100



Note:

Il Tecnico analista:
A. Aliboni

Il Direttore di Laboratorio:
Dott. ssa Geol. B. Polverosi

Laboratorio Geotecnico Toscano