

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI CUNEO
COMUNE DI MARENE

Richiedente:

**FERRERO GIUSEPPE
FERRERO MANUELA
FERRERO MARCO
AMBROGIO ORNELLA**

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA
PIANO DI RECUPERO DI INIZIATIVA PRIVATA INERENTE IL
COMPARTO PR 5 DEL VIGENTE P.R.G.C.
D.M. 17/01/2018 – N.T.C. 2018 – N.T.A. di P.R.G.C.

IL TECNICO

Data:
maggio 2023

Studio di Geologia Rosso - Dr. Geol. Rosso Claudio - Ordine dei Geologi della Regione Piemonte n°704 - P.I. 01420390054 - C.F. RSSCLD80E23L219S
Via Palazzo Borello 10, 14014 Montafia d'Asti (AT)
Via Mantoetto 1, 12062 Cherasco (CN)
Cell. 333.6660221 - Tel/fax 0141.997266

PREMESSA

Il presente studio geologico-geotecnico prende in esame gli aspetti di carattere geologico e geotecnico riguardante il progetto per il piano di recupero di un complesso di fabbricati.

Le opere saranno realizzate in Comune di **MARENE (CN)**, Via Pascheretto 26, su richiesta dei Sigg.ri **Sig. FERRERO GIUSEPPE, FERRERO MANUELA, FERRERO MARCO e AMBROGIO ORNELLA.**

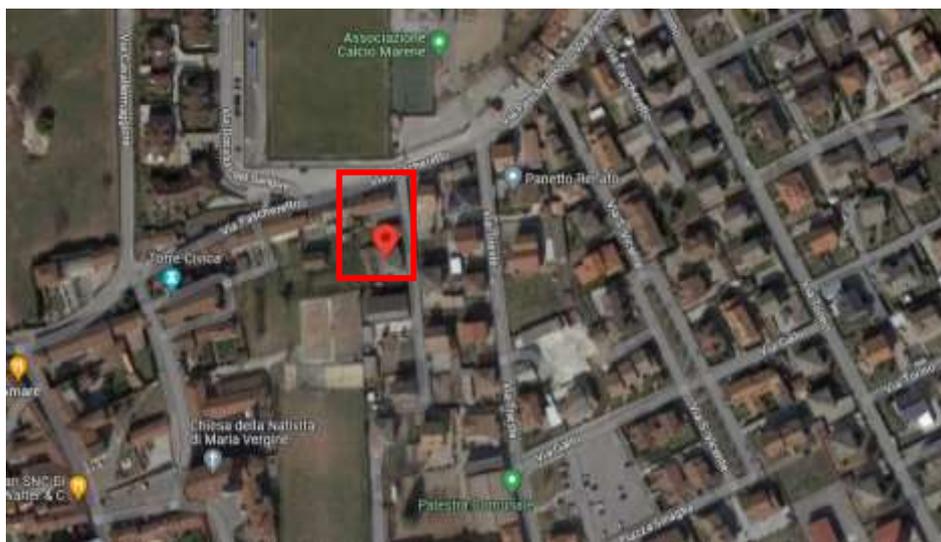
La presente si propone di fornire indicazioni di carattere geologico, nonché geotecnico, in ottemperanza a quanto previsto dal **D.M. 17/01/2018 e s.m.i. (N.T.C. 2018) e a quanto richiesto dagli organi competenti.**

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

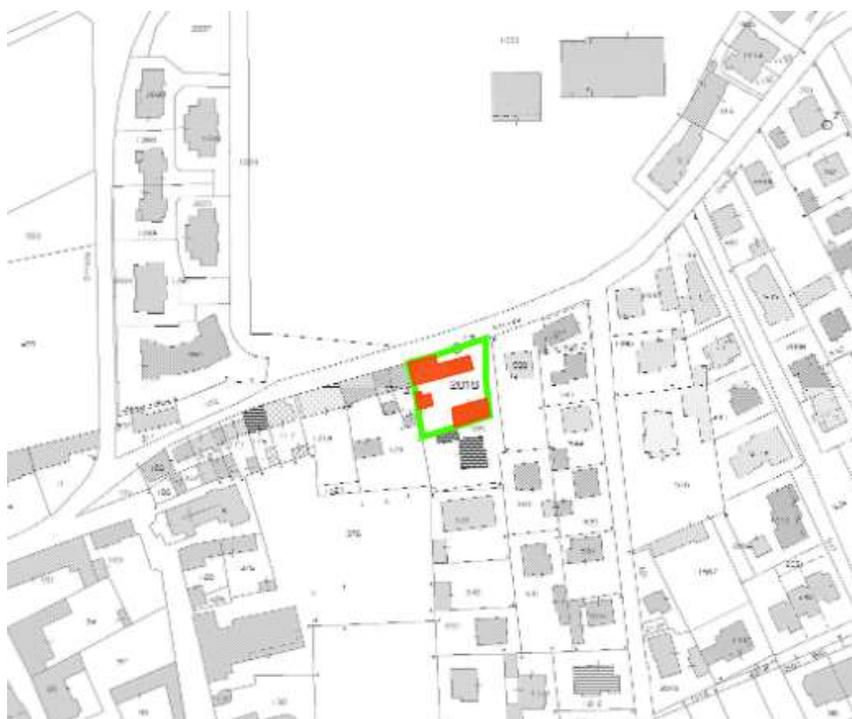
L'area in esame è ubicata nel territorio comunale di **MARENE (CN)**, sui terreni catastalmente ascritti al **Foglio 16** mappale n°2018 del N.C.T..

L'area è individuabile nella Carta Tecnica Regionale al Foglio 192090.

Qui di seguito si allegano alcuni stralci cartografici per meglio localizzare l'area indagata.



Estratto ortofotografico



Estratto di mappa catastale

L'intervento non ricade in zona sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi della L.R. n°45/89.

Da quanto emerge dalla Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica, l'area oggetto d'intervento edilizio in esame ricade in Classe I.

Preliminarmente, vista la natura dell'intervento e l'assenza d'indizi d'instabilità, si ritiene che l'opera in progetto sia in accordo con quanto disposto dalle N.T.A. del P.R.G.C..

Si rimandano ai capitoli specifici le considerazioni geologiche e geotecniche del caso.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

2. 1. Geologia generale

Dal punto di vista **geologico-strutturale** ci troviamo nel settore centrale del ben noto "Bacino Terziario Piemontese" caratterizzato da depositi tardo terziari formanti un ciclo sedimentario completo a struttura sinclinalica con asse orientato in direzione est-ovest.

Con il termine "Bacino Terziario Piemontese" (B.T.P.) si vuole indicare una delle principali zone di accumulo dei materiali di smantellamento del settore occidentale della catena Alpina con un'evoluzione geodinamica, del margine meridionale del Bacino Terziario, caratterizzata da una fase iniziale di deformazioni tettoniche, riferibili all'evento meso-alpino.

Alla base della sequenza litostratigrafica si riconosce quindi, come elemento paleo-ambientale, la presenza di un bacino di sedimentazione, costituito da un ampio braccio di mare con una profondità sui 200 metri, che all'inizio del Pliocene si estendeva tra le Langhe a Sud e una porzione isolata di quello che sarà il Monferrato a Nord.

L'accumulo di sedimenti e il progressivo ritiro del mare, dal bacino di sedimentazione sopracitato, hanno imposto un successivo innalzamento del fondale marino, portandolo su valori di 10-15 metri, e la riduzione della profondità delle acque circolanti.

L'ambiente di sedimentazione assume caratteri di tipo lagunare con intense evaporazioni e precipitazioni dei sali in soluzione critica.

La serie sedimentaria pliocenica che caratterizza il bacino, in questo settore, è composta, dal basso verso l'alto, dalle seguenti formazioni (Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 Foglio n°80 "CUNEO"):

-Formazione "Marne di S. Agata Fossili" (Tortoniano): marna e marna argilloso-siltosa grigio biancastra in superficie, plastica e omogenea.

Il contenuto dei carboidrati è piuttosto basso (valori medi 25-30%) con prevalente frazione argillosa, per dilavamento dei carbonati, nella copertura superficiale.

-Formazione "Gessoso Solfifera" (Messiniano): marne gessifere fogliettate e sedimenti lacustri fangosi con intercalazioni sabbiose e conglomeratiche della "Facies a Congerie", appartenente al Messiniano Superiore.

-Formazione delle "Argille di Lugagnano" (Pliocene): argille marnose marnoso-sabbiose grigio-azzurre localmente fossilifere, con intercalazioni verso l'alto di sabbie gialle (Pliocene in fase piacentiana).

Questa Formazione risulta interessata da 2-4 sistemi di discontinuità sub-verticali, da persistenti a sub-persistenti, in direzione prevalente NO-SE (Florati, 1993).

La potenza stimata è di un centinaio di metri.

-Formazione delle "Sabbie di Asti" (Pliocene): sabbie gialle più o meno stratificate, incoerenti o debolmente cementate, caratterizzate da vari strati fossiliferi e da locali livelli arenitici (Pliocene in fase astiana);

L'assetto strutturale di queste formazioni individua una successione normale a prevalente giacitura sub orizzontale nella quale gli strati più bassi sono ovviamente quelli più antichi.

-Coltri Eluvio-Colluviali: depositi a tessitura fine, prevalentemente limoso-argillosi, presenti alla base dei versanti e sui fondovalle dei rii secondari che ricoprono in modo abbastanza uniforme i litotipi del substrato sui versanti a franapoggio.

La potenza di norma inferiore al metro sui versanti maggiormente acclivi raggiunge in corrispondenza degli avvallamenti o dei settori di raccordo con il fondovalle alcuni metri di spessore.

-Depositi Alluvionali Antichi:

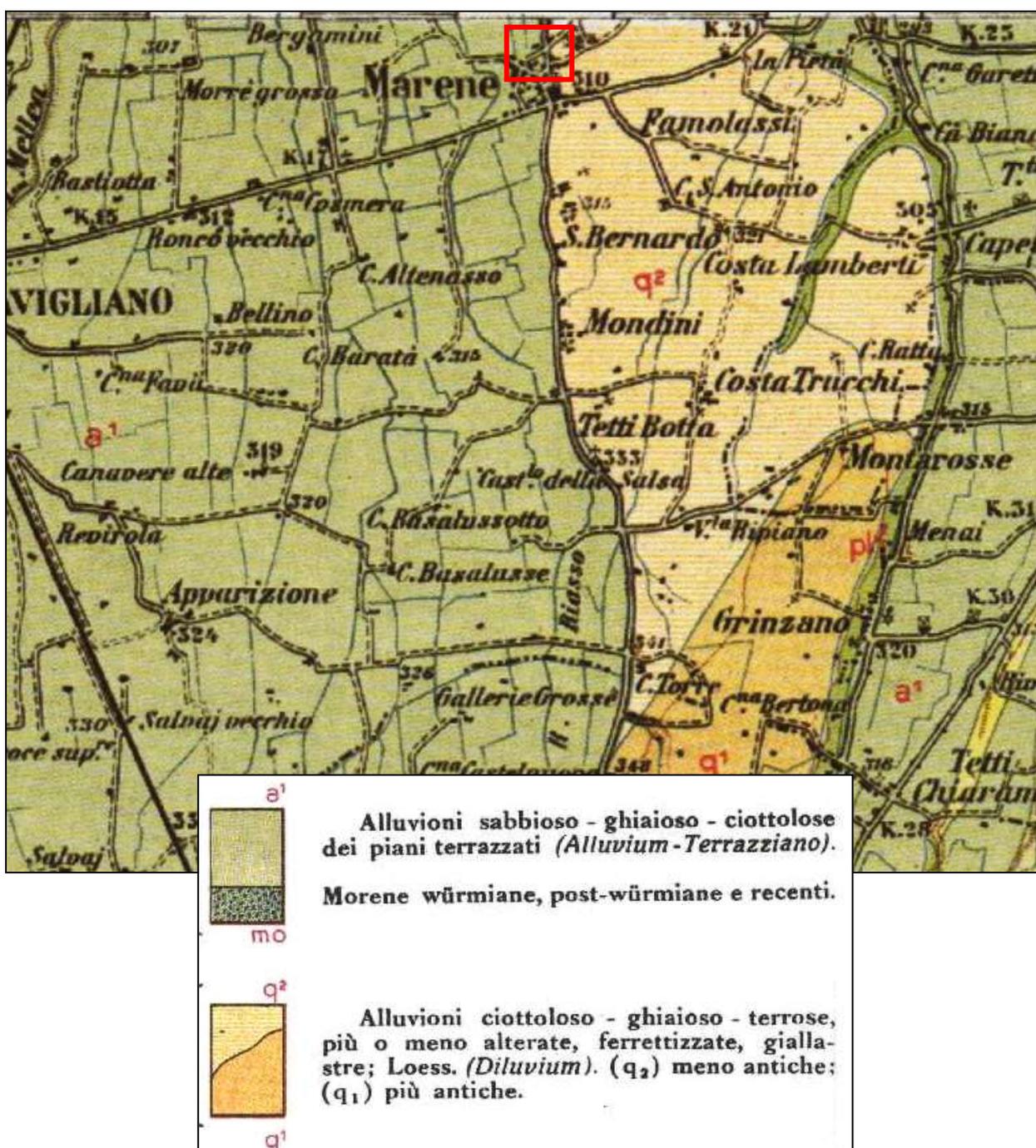
La granulometria è caratterizzata dalla netta prevalenza di sedimenti sabbioso-limosi e ghiaiosi con ciottoli delle dimensioni massime decimetriche.

Una stima probabilistica porta a valutare uno spessore massimo di qualche metro in corrispondenza delle incisioni del reticolo secondario mentre per il fondovalle della Stura di Demonte i valori sono dell'ordine di 8-10 metri.

-Depositi Alluvionali Attuali: depositi prevalentemente sabbioso-ghiaiosi.

Sono depositi sub-pianeggianti privi di stratificazione che sono attualmente soggetti a processi di trasporto solido in sospensione, di erosione di fondo e laterale.

Questa zona è caratterizzata dalla presenza di un materasso alluvionale potente da pochi metri sino a 6.00 m che appoggia con contatto erosionale sui sedimenti marnosi del terziario.



Estratto di C.G.I. – Foglio Cuneo

2. 2. Geologia di dettaglio

Sulla base delle considerazioni scaturite a seguito della realizzazione di n°1 indagine geognostica a mezzo di penetrometro medio leggero, realizzate nell'area di studio, si è potuto verificare la stratigrafia di dettaglio.

I terreni investigati sono attribuibili ai Depositi fluviali medio-antichi costituiti da sabbie e ghiaie molto eterogenee con matrice limosa.

Lo spessore totale di tale unità è, in genere, inferiore alla decina di metri.

2. 3. Geomorfologia

Il sito in esame si trova a una quota di circa 310 m s.l.m. (dati C.T.R.) sul terrazzo alluvionale che rappresenta l'altopiano morfologico di Marene.

Attualmente l'area è intensamente urbanizzata.

Il terrazzo in cui sorge l'abitato di Marene si raccorda con la pianura principale attraverso ripide scarpate con dislivelli compresi tra 5 e 30 m o attraverso blandi pendii.

L'area degrada dolcemente (inclinazione inferiore a 5°) verso ovest.

Dal sopralluogo effettuato, non si rilevano segni premonitori al dissesto.

Oltre alle considerazioni scaturite dal sopralluogo effettuato, si sono prese in considerazione:

-le cartografie di P.R.G.C;

-la banca dati geologica della Regione Piemonte;

-la cartografia dei dissesti tratta dall'ARPA Piemonte.

A seguito della loro consultazione non si rilevano segni d'instabilità in atto o potenziali tali da precludere la fattibilità dell'opera in progetto.

2. 4. Idrogeologia

Nell'area in esame è presente un acquifero libero ospitato nei depositi alluvionali più antichi presenti in affioramento in corrispondenza dei terrazzi isolati di Fossano e Marene in continuità con i depositi del complesso alluvionale principale che costituiscono l'ossatura dell'intera pianura cuneese.

Tali depositi, pur essendo caratterizzati da un grado di permeabilità relativo piuttosto ridotto a causa dell'abbondante matrice fine sabbioso-limosa, si trovano in continuità geometrica con i sedimenti alluvionali più recenti, formando quindi un unico e continuo corpo idrico.

L'acquifero libero in esame presenta una produttività molto bassa a causa di due fattori principali: un'alimentazione molto scarsa e un grado di permeabilità del complesso ospitante piuttosto ridotta.

La ricarica è fornita unicamente dalle precipitazioni zenitali, sugli altipiani in genere non sono neppure presenti canali irrigui per cui anche gli apporti provenienti dalle loro perdite o dall'irrigazione sono nulli.

Le piogge cadono su un suolo argilloso-limoso piuttosto potente legato alle diverse fasi di alterazione che hanno subito questi depositi e su una superficie non piana e caratterizzata da blande depressioni e solchi vallivi che si dirigono verso i bordi degli altipiani.

La direzione del flusso idrico risulta essere inizialmente verso NE per poi virare verso Nord d'accordo con l'andamento generale del flusso che riprende i gradienti di 2 ‰ tipici dell'area più settentrionale della pianura cuneese.

Nel terrazzo di Marene le isopiezometriche virano verso NE, costringendo il flusso ad assumere una direzione verso NNW, **nell'area si segnala la presenza di una falda libera a - 3.20 m dal p.c..**

Per quanto riguarda il deflusso delle acque superficiali e meteoriche esso, sia durante (fase transitoria da tenere particolarmente sotto controllo) che al termine dei lavori, dovrà essere convogliato nelle esistenti direttrici di scolo (fognatura pubblica).

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

Per disporre d'informazioni quantitative sulle caratteristiche stratigrafiche di dettaglio e sui requisiti geotecnici dei terreni presenti nell'area in oggetto, è stata compiuta una specifica indagine geognostica; nel corso di tale indagine si è proceduto ad eseguire sui terreni in oggetto:

-n°1 prova del tipo D.P. per verificare le proprietà geomeccaniche dei terreni coinvolti nelle opere in progetto (identificate con P1 e P2 di cui si allegano i risultati) spinte fino alla profondità massima di -1.50 m, eseguita a mezzo di penetrometro medio DPM Compac;



Ubicazione indagini

L'esecuzione di tale prova consente di elaborare un modello di dettaglio indispensabile a determinare in modo univoco le caratteristiche geotecniche dei materiali in corrispondenza del piano di fondazione.

Le prove penetrometriche dinamiche consistono nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste.

L'infissione della punta conica nel terreno avviene per battitura facendo cadere da una altezza costante un maglio di un dato peso.

In questo modo si contano i colpi necessari per infiggere nel terreno la punta conica per una lunghezza stabilita, che in questo caso è pari a $\delta = 10$ cm.

Attraverso lo studio dei dati ottenuti dalla prove penetrometriche, si risale alle caratteristiche meccaniche dei diversi strati del terreno sottostante.

La prova consiste nel rilasciare un maglio del peso di oppure 30 kg da un'altezza di 20 cm, su delle aste $\varnothing 22$ mm, le quali spingono una punta conica unificata $\varnothing 35,6$ mm nel terreno.

In base al numero di colpi inflitti per avere un approfondimento di 10 cm della punta, si risale alle caratteristiche meccaniche del terreno.

Metodologia d'interpretazione

In base ai dati penetrometrici relativi a N_{10} (in allegato), si rilevano n°2 unità ben distinte e riepilogate nella tabella sottostante (le quote sono riferite alla prova P1):

Nelle pagine successive si allegano i risultati delle indagini penetrometriche effettuate.

	P1
passo	N10
0,1	6
0,2	6
0,3	7
0,4	6
0,5	20
0,6	28
0,7	20
0,8	18
0,9	20
1	25
1,1	23
1,2	28
1,3	32
1,4	35

Valori misurati

Dalle indagini penetrometriche effettuate si può constatare che la stratigrafia tipo del sito in esame è costituita da uno strato limoso argilloso di copertura che ricopre i termini di substrato compatti.

Dalle indagini penetrometriche effettuate si può constatare che la stratigrafia tipo del sito in esame è costituita da uno strato limoso argilloso superficiale dello spessore di circa 0.90/1.20 m che ricopre i termini alluvionali sabbioso ghiaiosi con intercalazioni ciottolose e parte di un riporto di materiale edile proveniente da una vecchia costruzione demolita.

Le profondità di indagine non hanno permesso di individuare la falda idrica superficiale.

Pertanto, i terreni che saranno utilizzati per la posa delle strutture fondazionali, presentano le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

-Termini di copertura (da 0.00 fino a 1.00 m dal p.c.):

peso di volume naturale	$\gamma_n=0.0016 \text{ daN/cm}^3$
angolo di resistenza al taglio	$\phi'=26^\circ$

-Depositi alluvionali

Granulometricamente il materiale è costituito da alluvioni prevalentemente sabbioso-ghiaiose immersi in una matrice limosa.

Da mediamente a fortemente addensate.

La formazione alluvionale è classificabile in generale come incoerente e meccanicamente è identificabile attraverso l'angolo di resistenza al taglio deducibile dall'interpretazione delle prove penetrometriche.

La valutazione eseguita va riferita ai parametri medi dell'unità in quanto si sono osservate variazioni dell'indice N_{SPT} da valori medi fino al rifiuto.

Pertanto si ricavano per tali terreni incoerenti i seguenti parametri fisico-meccanici:

Sabbie-limose con ghiaia oltre 0.90/1.20 m dal p.c.

peso di volume naturale	$\gamma_n=0.0018 \text{ daN/cm}^3$
angolo di resistenza al taglio	$\varphi'=30-32^\circ$
modulo elastico	$E=400 \text{ daN/cm}^2$
modulo di deformazione edometrico	$M=250$
modulo di taglio	$G=350 \text{ daN/cm}^2$
densità relativa	$D_r>40\%$

VELOCITA' ONDE DI TAGLIO V_s

				Categorie suolo di fondazione			
V_{s30}		h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo	A	>800 m/s			
		V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima	B	>360 m/s			
		N = Numero di strati	C	>180 m/s			
			D	<180 m/s			
			S_1	<100 m/s			
			S_2	Terreni liquefacibili o non ascrivibili alle altre categorie			
			E	Contiene alluvioni tra 5 e 20 metri su substrato rigido ($V_{s30}>800\text{m/s}$)			
Spessori strati	Litotipo	Spessore medio strati in metri	N_{SPT} medio		V_s con Poisson (m/s)	V_s con Ohta e Goto (m/s)	V_s con Yoshida e Motonori (m/s)
H_1	Copertura	1.0	15		69,49	142,41	117,52
h_2	Sabbie e ghiaie con argilla	29.0	50		326,60	338,12	260,46
h_{totale}		30.0					
		Valori in metri al secondo		Terreno liquefacibile?	Alluvioni spesse tra 5 e 20 metri su substrato rigido ($V_{s30}>800\text{m/s}$)?	Categoria suolo di fondazione secondo l'O.P.C.M. n.3274 del 20 marzo 2003	
	V_{s30} (Desunto mediante V_p e modulo di Poisson)	225,34				C	

V_{S30} (Desunto dall' N_{SPT} con Ohta e Goto)	286,23			c	
V_{S30} (Desunto dall' N_{SPT} con Yoshida e Motonori)	211,24			c	

I valori di V_s sono confrontabili con la tabella sottostante che correla la velocità delle onde sismiche S con le litologie tipo.

	Vp		Vs	
	minimo	massimo	minimo	massimo
Sabbia	400	900	176	396
Sabbia satura	700	1450	286	592
Argilla	750	1600	280	500
Limi e argille	650	1250	241	464
Limi e sabbie	500	1000	212	425
Argilla	1500	1850	557	687
Calcare fratturato	750	1450	330	638
Calcare	1400	2000	616	880
Arenaria fratturata	800	2100	363	954
Arenaria	2000	3500	935	1637
Dolomia	2500	4500	1200	2162
Basalto fratturato	950	1350	489	695
Basalto	1800	3000	995	1658
Granitoidi fratturati	1000	1750	514	900
Granitoidi	1600	2800	884	1548
Metamorfiti fratturate	1500	2000	772	1029
Metamorfiti	1800	3500	1039	2021

Tabella delle velocità sismiche P ed S espresse in m/sec nei mezzi litologici desunti da dati sperimentali

4. AZIONI SISMICHE

Il quadro sismo-tettonico locale e le analisi eseguite dall'INGV individuano per il territorio di Marene(CN) un grado basso di rischio sismico (**Zona 3**), risentendo in modo più o meno intenso degli effetti di propagazione e attenuazione di sismi con epicentro nelle Alpi Occidentali e nell'Appennino Settentrionale.

Nelle carta probabilistica di pericolosità sismica, nel territorio di Marene sono attese accelerazioni al bedrock comprese fra **0.025 e 0.050 g**.

Tali accelerazioni sismiche sono calcolate con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (corrispondenti ad un tempo di ritorno di 475 anni), riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s, ovvero categoria A).

Per quanto riguarda la classificazione sismica locale dei terreni di fondazione bisogna definire le azioni sismiche di progetto a partire dalla pericolosità sismica di base precedentemente descritta.

Oltre a questa classificazione, l'effetto della risposta sismica locale può essere valutata mediante specifiche analisi e metodologie di indagine sperimentale oppure mediante una procedura semplificata, basata sull'attribuzione dei terreni di fondazione alle categorie di sottosuolo di riferimento, oltre che all'individuazione della Classe d'uso dell'opera e la categoria topografica.

Pertanto, nel nostro caso in esame si prendono in considerazione i seguenti parametri:

-Categoria di suolo

C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
----------	---

Infatti, se consideriamo l'espressione:

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

ed i valori di c_u (coesione non drenata), ricavati nei capitoli seguenti sulla base delle prove penetrometriche prese in considerazione si ottengono valori di c_u variabili da 80 a 200 Kpa tali da classificare i sottosuoli di riferimento nella categoria C con valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180-360 m/s.

-Categoria topografica

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

-Classe d'uso

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

Per quanto riguarda le forme spettrali riferite al sito in esame, ai fini della normativa vigente, sono definite a partire dai valori dei parametri riportati nelle tabelle sottostanti:

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Fondazioni
 Sito in esame: Marene
 latitudine: 44,663634
 longitudine: 7,73454
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 15569	Lat: 44,6457	Lon: 7,7277	Distanza: 2069,279
Sito 2	ID: 15570	Lat: 44,6490	Lon: 7,7977	Distanza: 5254,220
Sito 3	ID: 15348	Lat: 44,6989	Lon: 7,7929	Distanza: 6059,687
Sito 4	ID: 15347	Lat: 44,6956	Lon: 7,7229	Distanza: 3668,218

Parametri sismici

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

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,026 g
 Fo: 2,553
 Tc*: 0,180 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,032 g
 Fo: 2,570
 Tc*: 0,204 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,065 g
 Fo: 2,724
 Tc*: 0,284 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,078 g
 Fo: 2,784
 Tc*: 0,298 [s]

Coefficienti sismici

SLO:		SLD:		SLV:		SLC:	
Ss:	1,500	Ss:	1,500	Ss:	1,500	Ss:	1,500
Cc:	1,850	Cc:	1,770	Cc:	1,590	Cc:	1,570
St:	1,000	St:	1,000	St:	1,000	St:	1,000
Kh:	0,008	Kh:	0,010	Kh:	0,020	Kh:	0,023
Kv:	0,004	Kv:	0,005	Kv:	0,010	Kv:	0,012
Amax:	0,381	Amax:	0,475	Amax:	0,957	Amax:	1,143
Beta:	0,200	Beta:	0,200	Beta:	0,200	Beta:	0,200

Con

ag = accelerazione orizzontale massima;

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

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

5. CALCOLO PRELIMINARE DELLA CAPACITA' PORTANTE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Come accennato in precedenza, si prevede di impostare le strutture fondazionali sui termini alluvionali sabbioso ghiaiosi che presentano buone caratteristiche geotecniche, tali da sopportare i carichi trasmessi dalle nuove strutture.

Quale tipologia fondazionale si ritiene idoneo utilizzare fondazioni dirette continue perimetrali e centrali (tipo a graticcio) o eventualmente ricorrere ad una fondazione a platea.

Per le verifiche preliminari delle opere di fondazione (fondazioni continue) si è seguita la seguente procedura di calcolo:

FONDAZIONE VERIFICATA CON
B=1.0 m H=0.4 m L=3.0 m

DATI GENERALI

```
=====
Larghezza fondazione      1.5   m
Lunghezza fondazione      3.0   m
=====
```

SISMA

```
=====
Accelerazione massima (ag/g)      0.038
Coefficiente sismico orizzontale   0.0076
Coefficiente sismico verticale     0.0038
=====
```

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

```
Descrizione:      Marene
Latitudine:       44.66
Longitudine:      7.73
Tipo opera:       2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:     Classe II
Vita nominale:    50.0 [anni]
Vita di riferimento: 50.0 [anni]
```

Parametri sismici su sito di riferimento

```
Categoria sottosuolo:      C
Categoria topografica:     T1
```

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F ₀ [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.25	2.55	0.18

S.L.D.	50.0	0.31	2.57	0.2
S.L.V.	475.0	0.64	2.72	0.28
S.L.C.	975.0	0.76	2.78	0.3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.375	0.2	0.0076	0.0038
S.L.D.	0.465	0.2	0.0095	0.0047
S.L.V.	0.96	0.2	0.0196	0.0098
S.L.C.	1.14	0.2	0.0233	0.0116

STRATIGRAFIA TERRENO

DH: Spessore dello strato;

Gam: Peso unità di volume;

Gams: Peso unità di volume saturo;

Fi: Angolo di attrito;

Ey: Modulo Elastico;

Il calcolo considera quale piano d'appoggio i termini alluvionali sabbioso ghiaiosi (parte bassa) precedentemente descritti che verranno intercettati a seguito degli scavi di approfondimento.

DH (m)	Gam (kN/m ³)	Gams (kN/m ³)	Fi (°)	Ey (kN/m ²)
10.0	19.00	20.00	34.0	120000

Carichi di progetto agenti sulla fondazione.

Si considera solamente il carico normale stimato.

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto (kN/m ²)	N (kN)	Tipo
1	A1+M1+R3	104.68	450.00	Progetto

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Coef. Rid. Capacità portante verticale
1	2.3

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: Brinch - Hansen 1970

Pressione limite 416.03 kN/m²

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 12979.75 kN/m³

A1+M1+R3

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	36.5
Fattore [Nc]	52.64
Fattore [Ng]	36.96
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	433.93 kN/m ²
Resistenza di progetto	188.67 kN/m ²
Fattore sicurezza	2.89
Condizioni di verifica [Ed<=Rd]	Verificato

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	29.44
Fattore [Nc]	42.16
Fattore [Ng]	31.15
Fattore forma [Sc]	1.24
Fattore profondità [Dc]	1.19
Fattore forma [Sq]	1.12
Fattore profondità [Dq]	1.09
Fattore forma [Sg]	1.12
Fattore profondità [Dg]	1.09
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	444.1 kN/m ²
Resistenza di progetto	193.09 kN/m ²
Fattore sicurezza	2.96
Condizioni di verifica [Ed<=Rd]	Verificato

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	29.44
Fattore [Nc]	42.16
Fattore [Ng]	41.06
Fattore forma [Sc]	1.23
Fattore profondità [Dc]	1.2
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.22
Fattore profondità [Dq]	1.13
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.87
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
Carico limite	428.93 kN/m ²
Resistenza di progetto	186.49 kN/m ²
Fattore sicurezza	2.86

Condizioni di verifica [Ed<=Rd] Verificato

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	29.44	
Fattore [Nc]	42.16	
Fattore [Ng]	38.37	
Fattore forma [Sc]	1.19	
Fattore profondità [Dc]	1.2	
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0	
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0	
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0	
Fattore forma [Sq]	1.19	
Fattore profondità [Dq]	1.13	
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0	
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0	
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0	
Fattore forma [Sg]	0.9	
Fattore profondità [Dg]	1.0	
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0	
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0	
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0	
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0	
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0	
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0	
Carico limite	416.03	kN/m ²
Resistenza di progetto	180.88	kN/m ²
Fattore sicurezza	2.77	
Condizioni di verifica [Ed<=Rd]	Verificato	

CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	105.0	kN/m ²
Spessore dello strato	10.0	m
Profondità substrato roccioso	50.0	m
Modulo Elastico	49033.25	kN/m ²
Coefficiente di Poisson	0.3	
Coefficiente di influenza I1	0.8	
Coefficiente di influenza I2	0.02	
Coefficiente di influenza Is	0.81	
Cedimento al centro della fondazione	2.35	mm
Coefficiente di influenza I1	0.71	
Coefficiente di influenza I2	0.05	
Coefficiente di influenza Is	0.73	
Cedimento al bordo	1.06	mm

Si riporta la Tabella 5.8 da cui si evince che i cedimenti calcolati sono compatibili con i valori massimi raccomandabili (Mac Donald e Skempton 1955).

Tabella 5.8 Cedimenti differenziali tollerabili da edifici, in mm⁽¹⁾ e fra parentesi i valori massimi raccomandabili.

Critero	Fondazioni isolate	Fondazioni a graticcio e a platea
Distorsione angolare (fessure)		0.1
Massimo cedimento differenziale		
Argille		45 (35)
Sabbie		30 (25)
Massimo cedimento		
Argille	75 (60)	75-125 (35-100)
Sabbie	50 (35)	50-75 (35-60)

⁽¹⁾ MacDonald e Skempton (1955).

Il carico limite calcolato varia da 416.03 kN/m² (Brinch - Hansen 1970) quale valore minimo a 444.10 kN/m² (TERZAGHI 1955) come valore massimo. A favore di sicurezza si dovrà utilizzare il valore minimo.

6. CONCLUSIONI

Sulla base dei dati desunti dai rilievi e sopralluoghi eseguiti, della bibliografia e della documentazioni consultate, valutate le ipotesi progettuali per la realizzazione delle opere, considerate le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni oggetto d'intervento e la morfologia del sito, si può affermare che l'opera in progetto è fattibile sotto gli aspetti geologici, idrogeologici e geotecnici e si precisa inoltre quanto segue:

- l'intervento in progetto non altererà l'attuale assetto idrogeologico dell'area;
- l'intervento risulta essere compatibile con l'assetto geologico dell'area in esame;
- l'area risulta essere classificata Classe II dal punto di vista della pericolosità geomorfologica così come individuata dagli elaborati di P.R.G.C.;
- il sottosuolo dell'area è costituito da litotipi incoerenti costituiti da sabbie limose con ghiaie nella parte più superficiale e da sabbie e ghiaie nella parte bassa;
- la capacità portante dei terreni di fondazione è di 416.03 kN/m², considerando quale termini di appoggio delle strutture fondazionali le alluvioni sabbiose ghiaiose intercettabili da circa -0.90/1.20 m dal p.c. attuale;
- dovranno essere predisposte adeguate reti di canalizzazione e smaltimento delle acque meteoriche e vadose verso le normali direttrici di scolo (fognatura comunale);
- per quanto riguarda le opere in progetto, i calcoli di capacità portante preliminare, ipotizzando fondazioni perimetrali e centrali (a graticcio) e stimando i carichi agenti, sono compatibili con gli stati limite ultimi (SLU);
- i cedimenti valutati sono compatibili con gli stati limite d'esercizio (SLE);

-sarà cura della D.L. risolvere eventuali problemi tecnici in corso d'opera;

-si richiamano integralmente le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018).