

Geologia & Ambiente

Sede operativa: via del Moro, 59 - 28047 Oleggio (No) tel. 0321/998824 info@geologiaambiente.net

Geologia Tecnica, Idrogeologia, Ingegneria del suolo, Interventi sul terreno e Bonifiche

Dott. Geol. Claudio VIVIANI

Dott. Geol. Roberto GRIMOLDI

REGIONE PIEMONTE – PROVINCIA DI NOVARA

Comune di CAMERI

PROGETTO	P.E.C. di Via G. Matteotti
ELABORATO	RELAZIONE GEOLOGICA
COMMITTENTE	Spett.le IMPRESA MANCINI ANGELO srl Via Novara nr. 28 - 28062 Cameri (NO)
DATA	APRILE 2017

Dr. Geol. Claudio VIVIANI

Dr. Geol. Roberto GRIMOLDI

1. PREMESSA

Per conto dell'IMPRESA EDILE MANCINI ANGELO SRL viene redatta la presente Relazione Geologica a corredo del nuovo P.E.C. di Via Matteotti nel Comune di Cameri (No).

L'indagine è stata effettuata seguendo quanto evidenziato nel:

- D.M. 11.03.1988 *“Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”*;

nonché quanto previsto dalla recente normativa:

- DECRETO 14 gennaio 2008 Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e s.m.i.: *“Norme tecniche per le costruzioni”*.
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009 nr. 617 C.S.LL.PP. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: *“Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”*

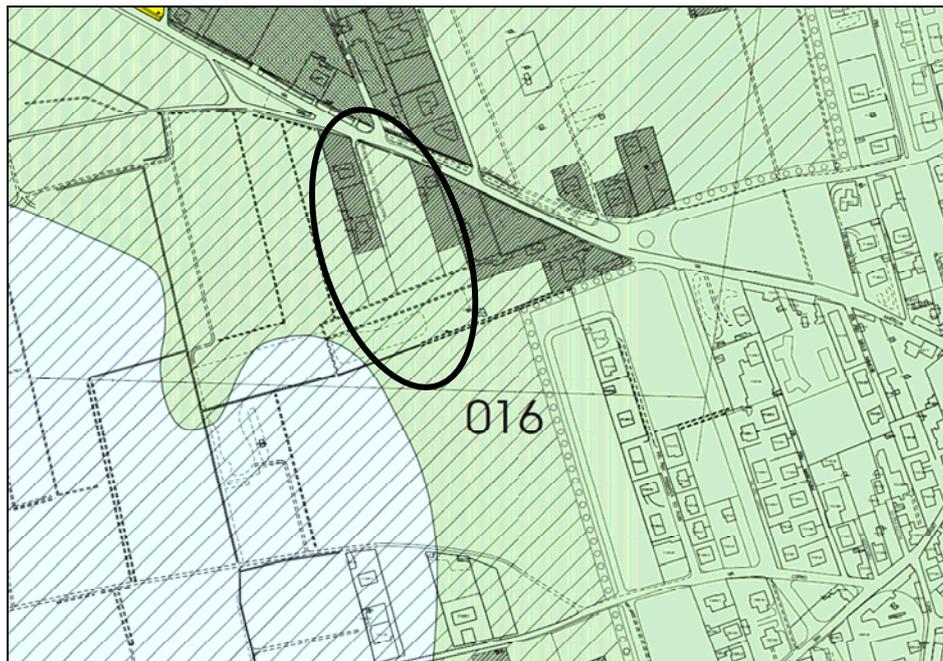
ed inoltre:

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del n. 3519 28/04/2006 e s.m.i.: *“Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”*.

La presente relazione, che ha come fine quello di verificare la compatibilità dell'opera con le condizioni locali, si articola sui seguenti punti:

- descrizione geomorfologica, geologica e geofisica di un intorno significativo al sito in esame;
- valutazione delle caratteristiche idrografiche ed idrogeologiche.

Ai fini di una corretta valutazione della compatibilità dell'opera con le caratteristiche geologiche locali, sono state prese in considerazione le N.T.A. geologiche del P.R.G.C. che inseriscono l'area oggetto di intervento in **CLASSE I** di pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica ai sensi della Circ. P.G.R. 8 maggio 1996 nr. 7/LAP in quanto: *“Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche”*.



CLASSE	PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA		VULNERABILITA' E VALORE ESPOSTO	RISCHIO TOTALE	INTERVENTI RICHIESTI PER LA RIDUZIONE O MINIMIZZAZIONE DEL RISCHIO				IDONEITA' URBANISTICA
	Agente morfogenetico prevalente	Grado di pericolosità			Interventi di riassetto generali	Interventi di riassetto locali	Controllo e manutenzione opere esistenti	Rispetto norme tecniche	
I	Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alla scelta urbanistica.	Non sono evidenziati particolari processi morfogenetici e condizioni geotecniche pericolose	Arece inedificate e edificate con vulnerabilità nulla	Irrelevante	Non necessari	Non necessari	Non necessari	DM. 1103.88	Nessuna condizione salvo il rispetto del DM. 1103.88

La normativa geologica specifica inerente tale Classe di Pericolosità, impone, ai sensi della normativa sopra elencata, per ogni nuova opera da realizzare, l'esatta definizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni su cui viene sviluppato il progetto in essere; caratteristiche geotecniche che devono essere definite mediante prove geognostiche sito specifiche.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO E GEOFISICO

2.1 Inquadramento geografico

L'area di indagine è ubicata in prossimità di Via Matteotti, nel settore nordorientale del Comune di Cameri, in Provincia di Novara ad una quota media di piano campagna pari a 160,80 metri sul livello del mare (C.T.R. Regione Piemonte, 2001). Per l'inquadramento geografico (Tav. 1) è stato utilizzato lo stralcio della Sezione della Carta Tecnica Regionale 116080 e 116120 alla scala 1:10.000.

2.2 Geomorfologia

A grande scala l'origine della conformazione morfologica dell'area di studio è da mettere in relazione all'evoluzione quaternaria relativa alle avanzate glaciali e ai fenomeni fluvio-glaciali e fluviali connessi, che hanno interessato l'ampio territorio situato a Sud del Lago Maggiore. La

morfologia del territorio in esame è quindi il risultato della successione dei fenomeni di deposito ed erosione verificatisi durante il Quaternario seguita al sollevamento post-Pliocenico. Come è possibile osservare dalla Tav. 1, da Nord verso Sud, l'area si presenta come un'ampia superficie pianeggiante parzialmente urbanizzata; dalla documentazione geologica disponibile, comparata con i sopralluoghi areali eseguiti, non sono stati evidenziati fenomeni di dissesto accelerati in atto tali da sconsigliare l'intervento in progetto.

2.3 Geologia

Per l'inquadramento geologico generale è stato visionato il F. 44 "Novara" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (A.A.V.V.). Inoltre per un'indagine più particolareggiata, oltre alla documentazione geologica a corredo del P.R.G.C., è stato utilizzato il rilievo geologico in dettaglio alla scala 1:10.000 (BINI, 1997). Tale rilevamento utilizza i nuovi criteri di rilevamento per i depositi quaternari e pertanto identifica i depositi continentali quaternari utilizzando le "Unità Allostratigrafiche". L'Unità Allostratigrafica è definibile come un corpo di rocce sedimentarie cartografabile, risolto ed identificato sulla base di discontinuità che lo delimitano; l'"Alloformazione" è l'unità fondamentale di questa classificazione e comprende i sedimenti appartenenti ad un determinato evento deposizionale. Di rango inferiore all'Alloformazione è l'"Unità", di rango superiore è l'"Allogrupo".

Secondo tale rilevamento geologico, l'area di indagine rientra nell'unità formazionale denominata: Alloformazione di Mornago (Tav. 2). L'Alloformazione di Mornago è stata attribuita dagli Autori precedenti (C.G.I.) per gran parte della sua estensione al Würm ed al Riss nelle sue porzioni marginali. I depositi appartenenti a tale unità formazionale sono compresi nelle serie temporale Pleistocene medio - Pleistocene superiore. Nell'area di indagine l'Alloformazione di Mornago è formata da depositi di "facies" fluvioglaciale costituiti da ghiaie stratificate a supporto di clasti e/o supporto di matrice. I clasti poligenici (graniti, gneiss, porfidi, micascisti) hanno dimensioni variabili da cm a dm in genere si presentano ben selezionati e arrotondati. Frequenti sono le strutture sedimentarie quali embricazione e gradazione diretta e inversa. L'alterazione interessa circa il 20% dei clasti presenti e si osserva bene soprattutto sui clasti granitici e metamorfici. La matrice è costituita da sabbia limosa, solo raramente argillosa, talvolta passante a ghiaia fine e sabbia grossolana; il colore (Munsell Soil Color Chart) varia da 10YR, localmente 2.5Y o tendente a 7.5YR. La copertura loessica (limo sabbioso) è sempre presente con colori variabili da 7.5YR a 10YR (Munsell Soil Color Chart®) e spessori estremamente variabili. Il loess può essere definito come un silt (granulometria compresa \varnothing 0.06 e 0.002 mm) non stratificato ed omogeneo. Si tratta di un sedimento poroso, consolidato e non consolidato; la sua origine primaria è eolica, ed è associato

a condizioni climatiche aride in ambiente desertico o proglaciale. Una simile definizione è tuttavia pienamente accettata solo per il loess tipico; altri depositi di tipo loessico possono avere natura colluviale (possono essere cioè stati rimaneggiati). Le particelle loessiche, per quanto riguarda la composizione mineralogica, consistono essenzialmente di granuli quarzosi, che si sono in gran parte originati in seguito alla disgregazione delle rocce di partenza da parte del sole o del gelo. Questi processi producono una gran quantità di polvere nelle regioni a clima arido e caldo. Le particelle argillose, prese in carico dal vento si associano e assumono la granulometria di un silt durante la deposizione o la diagenesi; questo fenomeno è facilitato soprattutto dalla presenza di elementi quali Fe e Al. I granuli di quarzo rappresentano circa il 65% dell'intera composizione mineralogica, i feldspati il 10-20% e i carbonati di Ca e Mg il 0-35%. Sono ovviamente anche presenti i minerali pesanti. Come risultato di varie combinazioni di processi fisico-chimici e colloidali, i minerali argillosi si formano autogeneticamente nel loess. Tale sedimento, dalla colorazione giallo-marrone si rinviene con spessore e continuità variabili e determina un orizzonte caratteristico ed estremamente esteso.

Ai fini delle definizioni del modello geologico da adottare, in prima analisi è possibile assumere la seguente successione litostratigrafica tipo non alterata desunta da dati di bibliografia:

- **in superficie:** terreno coltivato; depositi di origine eolica: limo sabbioso limoso con spessore e continuità laterale variabile;
- **in profondità:** depositi di origine fluvioglaciale: ghiaie in matrice sabbiosa con livelli sabbiosi e argillosi di estensione laterale e spessore variabile:

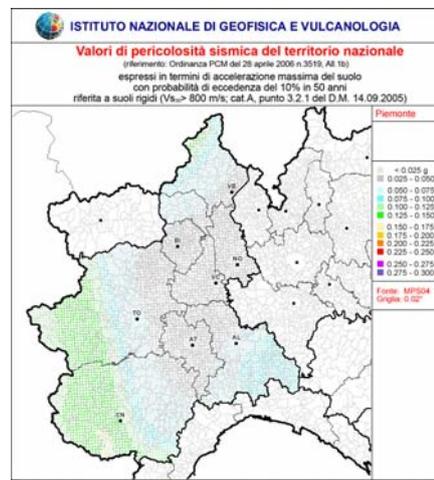
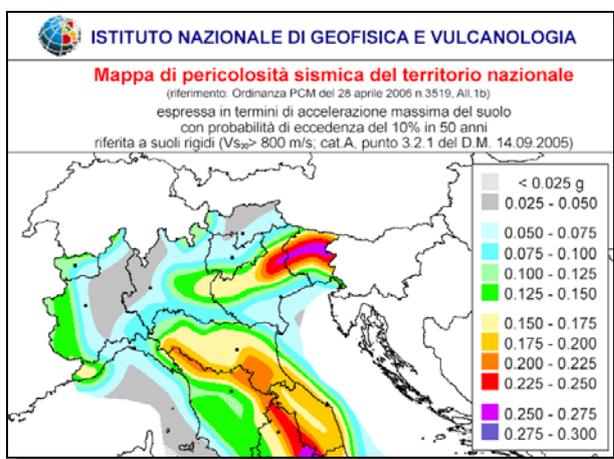
2.4 Geofisica

Lo studio della risposta sismica delle pianure alluvionali ha acquistato grande rilevanza negli ultimi anni, in quanto si è constatato che un ruolo fondamentale, in termini di distribuzione spaziale dei danni in caso di terremoti, può essere giocato dalle variazioni su piccola scala delle proprietà meccaniche dei sedimenti superficiali e dalla geometria del bacino.

L'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" ha approvato:

- 1 - i criteri per l'individuazione delle zone sismiche;
- 2 - le norme tecniche per gli edifici;
- 3 - le norme tecniche per i ponti;
- 4 - le norme tecniche per le opere di fondazione.

Con l’emanazione dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006 “*Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*” sono stati approvati i criteri generali e la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale riportata in figura.

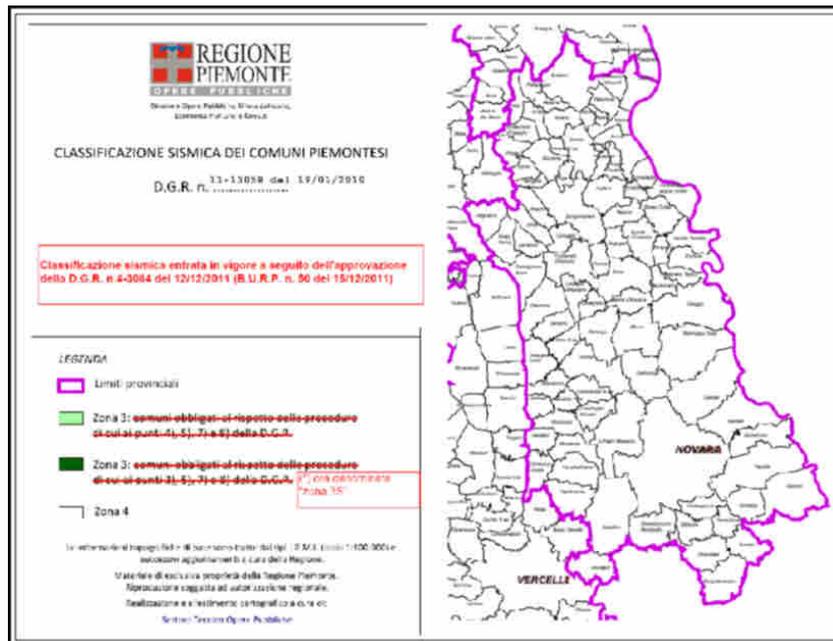


La mappa riportata rappresenta graficamente la pericolosità sismica del territorio nazionale ed in particolare quello regionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi (Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi categoria A di cui al punto 3.2.1 del D.M. 14/09/05) caratterizzati da una velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio $V_{s30} > 800$ m/s. Tale mappatura e i rispettivi valori di accelerazione massima si traducono in zone sismiche così suddivise:

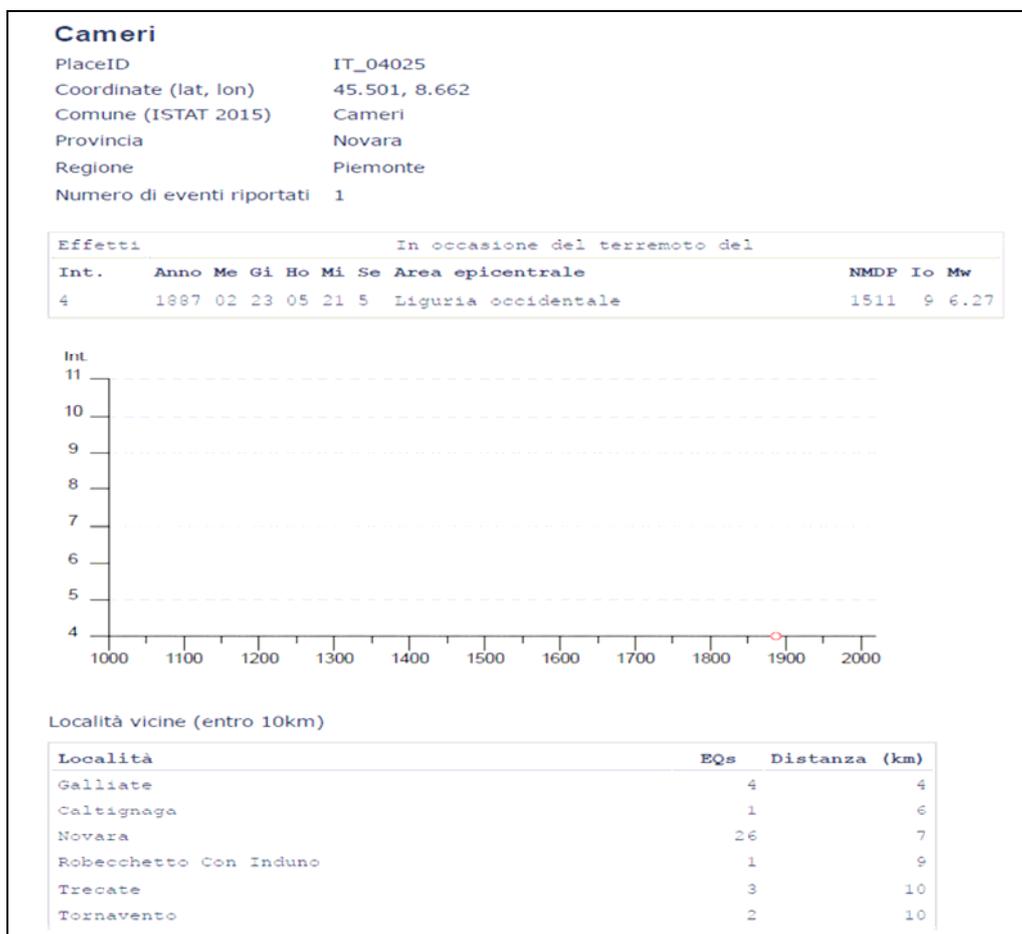
		ZONA	ACCELERAZIONE MASSIMA AL SUOLO (m/sec)
		1	$0,250 < a_g < 0,300$
		2	$0,150 < a_g < 0,250$
		3	$0,050 < a_g < 0,150$
		4	$0,025 < a_g < 0,050$

Secondo tale mappatura il territorio comunale di Cameri ricade in ZONA 4. Con la D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011 la Regione Piemonte ha approvato l’aggiornamento e l’adeguamento delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico ed è stata anche recepita la nuova classificazione sismica dell’intero territorio regionale di cui alla precedente D.G.R. nr. 11-13058 del 19/01/2010.

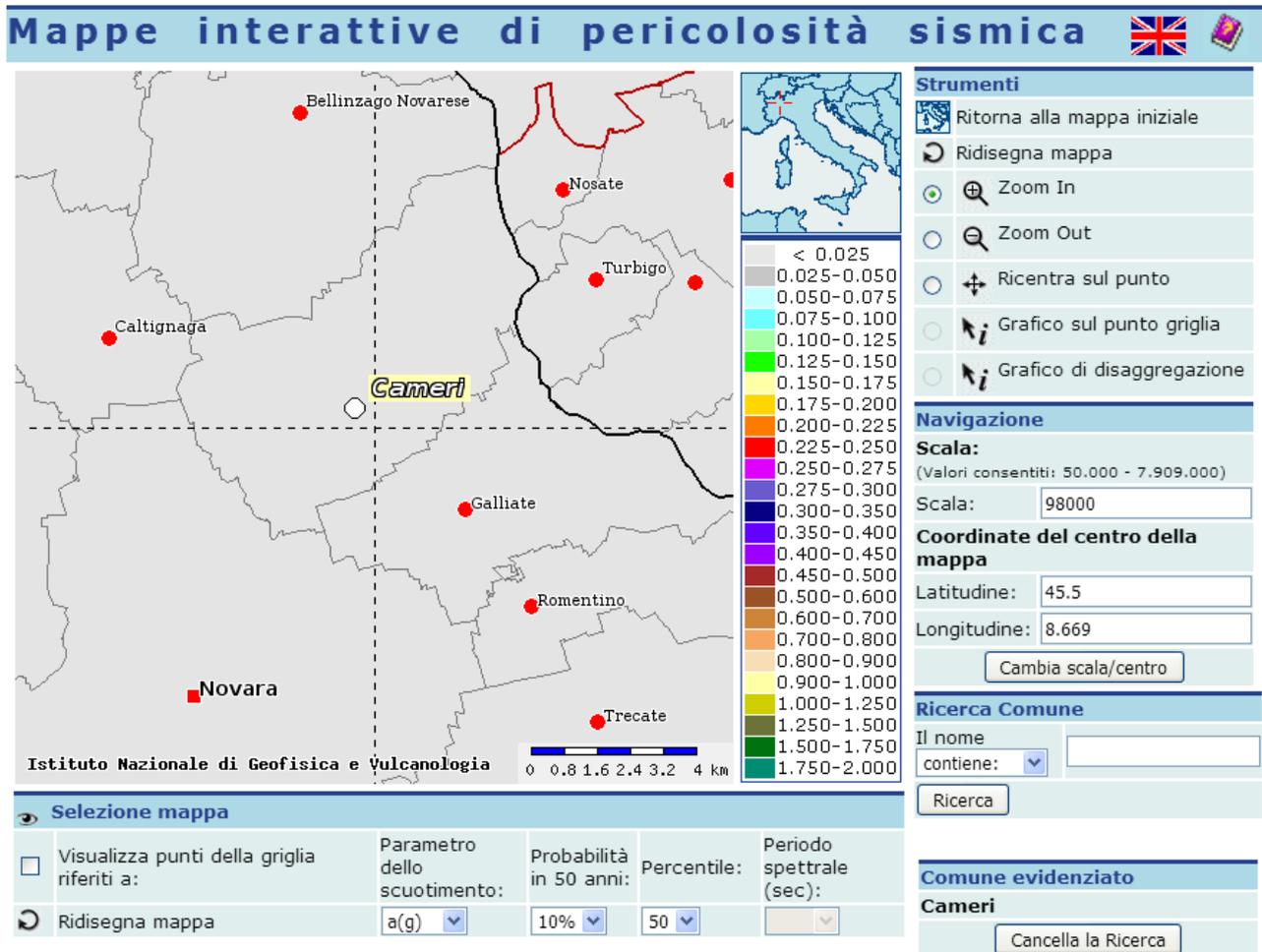
Secondo la suddetta nuova classificazione il territorio comunale di Cameri rimane in ZONA 4.



Gli aspetti salienti sismici del territorio comunale di Cameri sono stati desunti dal sito dell'Istituto Nazionale di Vulcanologia. Nella figura seguente si possono osservare alcuni dati relativi alla storia sismica del comune contenuti nel Database Macrosismico Italiano DBMI15 (M. Locati, R. Camassi M. Stucchi e alii 2015).



Sulla base dei riscontri sismici territoriali è stata elaborata la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale e divenuta infine la mappa di riferimento prevista dal D.M. 14 Gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni”.



Pericolosità sismica del Comune di Cameri da INGV

E' possibile stimare la magnitudo M, relativa agli eventi sismici attesi per il sito in oggetto, con il processo di disaggregazione desunto sempre dal sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. In tal caso risulta pari a 5.330 (vedi figura seguente).

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.4878, lon: 8.6448, ID: 12031)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.496	1.130	0.788	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.825	2.070	1.580	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	1.400	3.440	2.520	0.455	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	1.490	4.250	3.610	1.440	0.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	1.150	4.880	5.740	4.190	0.636	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.454	3.270	4.790	3.780	0.617	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.116	1.950	3.760	2.800	0.475	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.011	1.080	3.140	2.600	0.693	0.074	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.481	2.390	2.310	0.822	0.116	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.182	1.610	1.820	0.735	0.115	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.067	1.090	1.550	0.816	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.031	0.859	1.590	1.180	0.098	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.007	0.766	1.840	1.640	0.082	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.532	1.620	1.600	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.218	0.868	0.866	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.330	114.000	1.990

Valori di Magnitudo ottenuti con il processo di disaggregazione tratte dal sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

2.4.1 Liquefazione dei terreni

Per liquefazione di un terreno s'intende il quasi totale annullamento della sua resistenza al taglio con l'assunzione del comportamento meccanico caratteristico dei liquidi. I fenomeni di liquefazione interessano in genere depositi sabbiosi saturi e dipendono principalmente da: proprietà geotecniche dei terreni, caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata, genesi e storia geologica dei terreni. Un terreno incoerente saturo, in assenza di sollecitazioni sismiche è soggetto alla pressione litostatica, dovuta al peso dei sedimenti sovrastanti. Durante una sollecitazione sismica vengono indotte nel terreno delle sollecitazioni cicliche di taglio, dovute alla propagazione delle onde sismiche verso la superficie, mentre la pressione litostatica resta costante. Nel terreno si possono generare fenomeni di liquefazione se la scossa sismica produce un numero di cicli tale da far sì che la pressione interstiziale uguagli la pressione di confinamento. Nei depositi la pressione di confinamento aumenta con la profondità, mentre l'ampiezza dello sforzo di taglio indotto dal sisma

diminuisce. La resistenza alla liquefazione quindi è maggiore con la profondità. Maggiore è la durata di un terremoto più alta è la possibilità che si arrivi (maggior numero di cicli) alla liquefazione. Inoltre, maggiore è l'ampiezza della vibrazione e della deformazione indotta e minore è il numero di cicli necessari per giungere a tale condizione. La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa) tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione.

Le N.T.C. richiedono una verifica alla suscettibilità di liquefazione dei terreni del sito sul quale insiste la progettazione di un manufatto. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

Prima della vera e propria verifica della suscettibilità di liquefazione, le N.T.C. propongono una griglia di casi per i quali il sito non presenta possibilità di liquefazione dei terreni. Le N.T.C. recitano che *“la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze”*:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

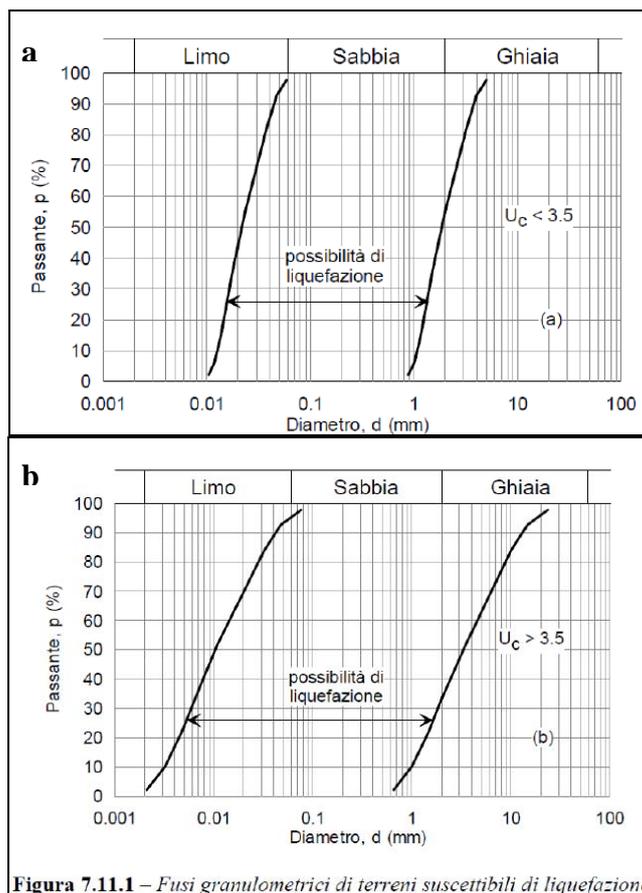


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Nel caso specifico la magnitudo stimata con il processo di disaggregazione desunto dal sito internet dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, risulta pari a 5.330. Stante la situazione locale e la composizione granulometrica (sabbia con ghiaia e ciottoli) dei terreni di fondazione, si ritiene che i fenomeni di liquefazione siano alquanto improbabili.

2.4.2 Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l’effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi di terreno (prova geofisica di tipo M.A.S.W. (multichannel analysis of surface waves). In assenza di tali analisi, per la definizione dell’azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato conforme a quanto indicato anche nel D.M. 14.01.2008, che si basa sull’individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento secondo la tabella sotto riportata.

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo (si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso), ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. La misura diretta della velocità

di propagazione delle onde di taglio è pertanto fortemente raccomandata. Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test) $NSPT_{30}$ nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente Cu_{30} nei terreni prevalentemente a grana fina. La normativa di riferimento specifica inoltre che, nei casi in cui non si possa valutare adeguatamente l'appartenenza del profilo stratigrafico del suolo di fondazione ad una delle categorie elencate, ed escludendo comunque i profili S1 e S2, si deve adottare in generale la categoria D o, in caso di incertezza di attribuzione tra due categorie, la condizione più cautelativa.

TIPO DI TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO	Vs30 m/s	Nspt colpi/piede	Cu Kpa
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi	> 800		
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	< 800 >360	> 50	>250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o argille di media consistenza	<360 >180	<50 >15	<250 >70
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	<180	<15	<70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 metri, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s			
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 metri di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto d'acqua	<100		<20 >10
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti			

Nel caso di sottosuoli costituiti da stratificazioni di terreni a grana grossa e a grana fina, distribuite con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità, ricadenti nelle categorie da A ad E, quando non si disponga di misure dirette della velocità delle onde di taglio si può procedere come segue:

- determinare $NSPT_{30}$ limitatamente agli strati di terreno a grana grossa compresi entro i primi 30m di profondità;
- determinare cu_{30} limitatamente agli strati di terreno a grana fina compresi entro i primi 30 m di profondità;
- individuare le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri $NSPT_{30}$ e cu_{30} ;

- riferire il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle individuate al punto precedente.

2.4.3 Condizioni geomorfologiche locali

Come precedentemente indicato anche per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione riportata nella tabella sottostante. Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

CATEGORIE TOPOGRAFICHE	PROFILO STRATIGRAFICO
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza di cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza di cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

2.4.4 Valutazione preliminare della conformazione geologica del sottosuolo e delle condizioni geomorfologiche locali

Utilizzando, in questo specifico caso, il metodo semplificato basato sulla conoscenza dei dati geologici e dai dati derivati dalle stratigrafie dei pozzi limitrofi, è possibile quindi cautelativamente inquadrare il sito oggetto di indagine nella CATEGORIA DI TERRENO "C" e nella CATEGORIA TOPOGRAFICA "T1". Per la determinazione definitiva della categoria di terreno sono comunque consigliate le indagini geofisiche di dettaglio (ad esempio MASW).

3. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

3.1 Idrografia

Non sono presenti nelle immediate vicinanze corsi d'acqua di notevole entità. Il naturale deflusso delle acque meteoriche è condizionato dalle urbanizzazioni circostanti che ne regolano direzione di scorrimento preferenziali ed quantità di infiltrazione.

L'analisi degli scenari di pericolosità e rischio alluvionale evidenziati dalle cartografie alla scala 1:25.000 derivanti dall'applicazione sul territorio piemontese della Direttiva Alluvioni 2007/60 CE e del D.Lgs 49/2010, non evidenzia inoltre particolari criticità per l'area di intervento.

3.2 Idrogeologia

3.2.1 Discretizzazione Idrogeologica Regionale

In relazione allo studio eseguito dal Dipartimento Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino convenzionato con la Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche della Regione Piemonte (Giugno, 2002), l'intero territorio regionale è stato suddiviso in aree con caratteristiche idrogeologiche specifiche. L'area di intervento viene compresa all'interno dell'AREA "P" cioè aree di pianura alluvionale, e nello specifico in SOTTOAREA "PA" dove è possibile individuare la base dell'acquifero superficiale. Secondo tale studio la base dell'acquifero superficiale, per l'area di interesse, è stata individuata alla quota assoluta media pari a 135,00 metri sul livello del mare che corrisponde ad una profondità media relativa da piano campagna pari a -26,80 metri .

3.2.2 Caratterizzazione idrogeologica

Al fine di caratterizzare la situazione idrogeologica areale sono state esaminate diverse documentazioni esistenti. Dall'analisi dei dati consultati e dall'analisi delle caratteristiche geologiche, la situazione idrogeologica dell'area considerata risulta essere costituita da una falda superficiale di tipo freatica in stretta relazione con la circolazione idrica di superficie. La direzione di deflusso prevalente risulta essere Nord-Sud con gradiente idraulico che si attesta tra valori molto bassi. Il livello piezometrico in condizioni statiche di tale falda si attesta mediamente a - 2,80 metri di profondità dal piano campagna con oscillazioni stagionali connesse perlopiù ai cicli di allagamento delle risaie. Per valutare le oscillazioni stagionali della falda freatica in esame si è fatto riferimento al piezometro della Regione Piemonte (00303210001) ubicato alla quota di 164,00 metri s.l.m. presso la zona conferimento rifiuti del comune di Cameri. Analizzando i dati registrati nell'arco di 4 anni (2002-2006), si osserva una escursione totale (differenza tra valore minimo e valore massimo di soggiacenza) pari a 7,11 metri con un valore di escursione massima di + 3,28 metri rispetto al livello medio di soggiacenza ed un valore di escursione minimo di - 3,83 metri rispetto al valore medio di soggiacenza. Tali valori di escursione piezometrica, uniti alla documentazione geologica di P.R.G.C. che evidenzia nelle vicinanze un settore a bassa soggiacenza, vanno tenuti in considerazione in fase progettuale, considerando saturi i terreni fondazione.

3.2.3 Determinazione della vulnerabilità

La determinazione della vulnerabilità con il metodo G.O.D. permette una stima semi quantitativa attraverso l'attribuzione di un indice per ogni parametro.

La sigla G.O.D. non è altro che l'abbreviazione che sintetizza i parametri presi in considerazione:

G. = Grounwater occurrence;

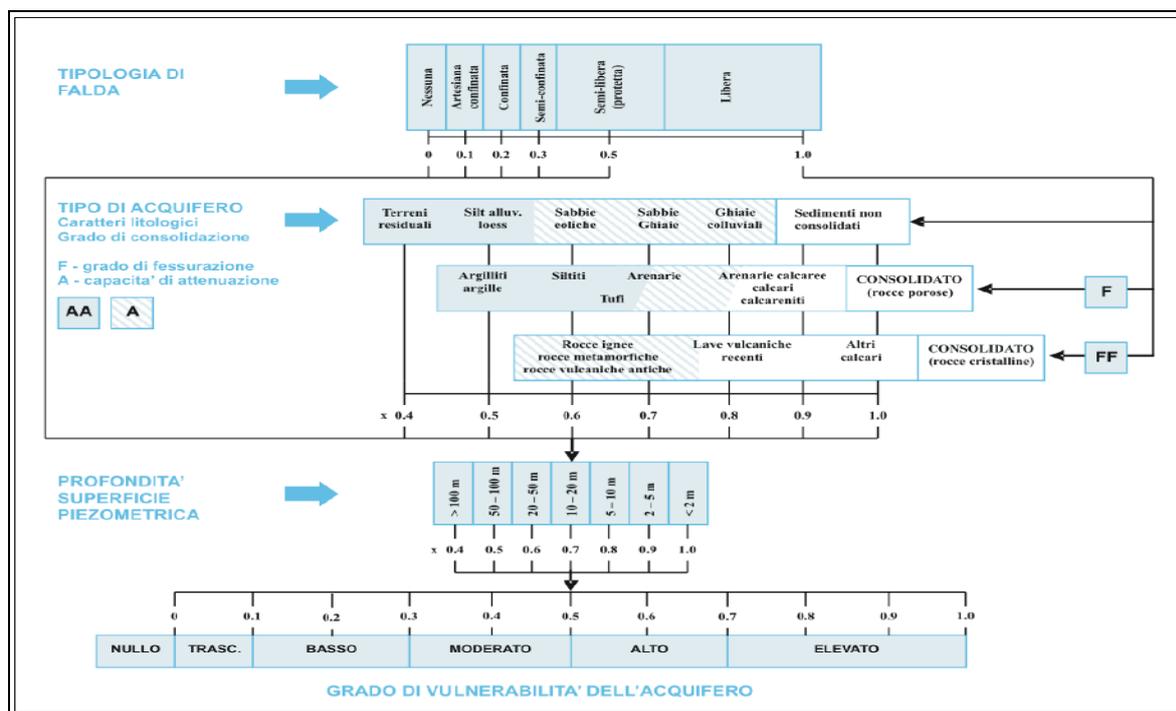
O. = Overall lithology of acquiperm o acquitard;

D. = Depth to groundwater table (unconfined) or strike (confined)

Attenendosi allo schema allegato si valutano in successione:

- il tipo di acquifero captata (emergente , confinato, semiconfinato, semilibero, libero);
- le caratteristiche dei terreni insaturi sovrastanti l'acquifero (litologia, grado di compattazione, contenuto in argilla, ecc.);
- la profondità dall'acquifero (livello statico per la falda libera, tetto dello strato acquifero per quella confinata).

Il prodotto degli indici attribuiti ai sopracitati parametri restituisce un valore compreso tra zero e uno che caratterizza il grado di vulnerabilità (0 = nulla - 1 = estrema).



Tipologia di falda	Tipo di acquifero	Profondità superficie piezometrica	INDICE G.O.D.	GRADO DI VULNERABILITÀ ACQUIFERO
1,0	0,7	0,9	0,63	ALTO

In tali condizioni di vulnerabilità si prescrive di porre particolare attenzione alla regimazione delle acqua di precipitazione nonché quelle di ruscellamento superficiale e al loro corretto smaltimento oltre ad eventuali dispersioni nel suolo e/o sottosuolo.

4. SCAVI E MOVIMENTAZIONE DEI LITOTIPI

La normativa che riguarda la gestione delle terre e rocce da scavo (costituite dal suolo proveniente da attività di scavo che sia privo di sostanze pericolose contaminanti e/o materiali quali plastica, macerie, c.l.s. , metalli, ecc.) è ad attualmente disciplinata da:

- D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. *"Norme in materia ambientale"*;
- D.M. Ambiente 10 agosto 2012, n. 161 *"Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo"*;
- Legge n. 98 del 9 agosto 2013 di conversione, con modifiche, del decreto legge 21 giugno 2013, n. 69, recante *"Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia"* (c.d. "decreto Fare"), in vigore dal 21 agosto 2013.

L'operatore/impresa quindi può scegliere di gestire i materiali di risulta dagli scavi secondo i seguenti scenari:

1. Conferimento presso centro autorizzato al recupero o smaltimento terre e rocce da scavo (CER 170504);
2. Smaltimento o recupero secondo la categoria rifiuti (artt. 214 – 216 D. Lgs. 152/2006);
3. Reimpiego diretto nel medesimo sito di escavazione ai sensi dell'art. 185 del D. Lgs. 152/2006;
4. Reimpiego come sottoprodotti ai sensi dell'art. 184 bis e art. 186 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. , D.M. 10 agosto 2012, n. 161 e Legge n. 98 del 9 agosto 2013.

5. CONCLUSIONI

La presente documentazione geologica ha evidenziato le seguenti peculiarità:

- **Geomorfologia:** l'area di nuova edificazione geomorfologicamente può essere inquadrata come piana di origine fluviale/fluvioglaciale e allo stato attuale non presenta fenomeni geomorfologici accelerati in atto tali da sconsigliare l'intervento previsto.
- **Geologia:** l'area indagata rientra, superficialmente, nell'unità geologica denominata "Alloformazione di Mornago", di origine fluvioglaciale.
- **Geofisica:** l'area rientra in ZONA 4, CATEGORIA DI TERRENO "D" e nella CATEGORIA TOPOGRAFICA "T1".
- **Idrogeologia:** il livello piezometrico medio della falda superficiale di tipo freatico è tale da interferire parzialmente con il manufatto oggetto di studio; ad ogni modo, viste le escursioni stagionali, si evidenzia di considerare, in sede progettuale, saturi i terreni di fondazione.

Le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazioni andranno determinate mediante prove geognostiche sitospecifiche.

Per garantire la massima efficienza esecutiva delle opere sarà inoltre opportuno rispettare le seguenti ulteriori prescrizioni particolari:

- si consiglia di realizzare gli interventi con la massima rapidità in periodi contrassegnati da scarsi apporti idrici, ed evitare il fastidioso rammollimento dei terreni; altrimenti sarà opportuno riparare gli scavi dall'azione delle acque meteoriche, apponendo teli impermeabili;
- nell'esecuzione degli scavi andrà previsto il sostegno dei fronti, particolarmente ove sia necessario approfondirsi oltre la profondità di 2.0 m;
- qualora si evidenzi filtrazione di acque sulle pareti di scavo si dovrà assolutamente prevedere il sostegno degli scavi stessi, in quanto si perderebbe la relativa stabilità dei fronti stessi.

I materiali derivanti dalle operazioni di scavo andranno gestiti secondo le modalità sopra indicate e sempre secondo la normativa vigente in materia di terre e rocce da scavo.

Il presente studio dovrà essere verificato in fase esecutiva visionando i terreni di fondazione in modo da confermare la situazione litotecnica prospettata; se durante la realizzazione dell'opera si dovessero rinvenire condizioni difformi da quanto previsto sarà opportuno rivedere le seguenti conclusioni e contattare il consulente geologo.



 CTR 1:10.000 Sezioni 116080 116120		Ubicazione cantiere		Pendenza terreno
		Orlo di terrazzo (trattini rivolti verso la base del versante)		Piana con debole pendenza

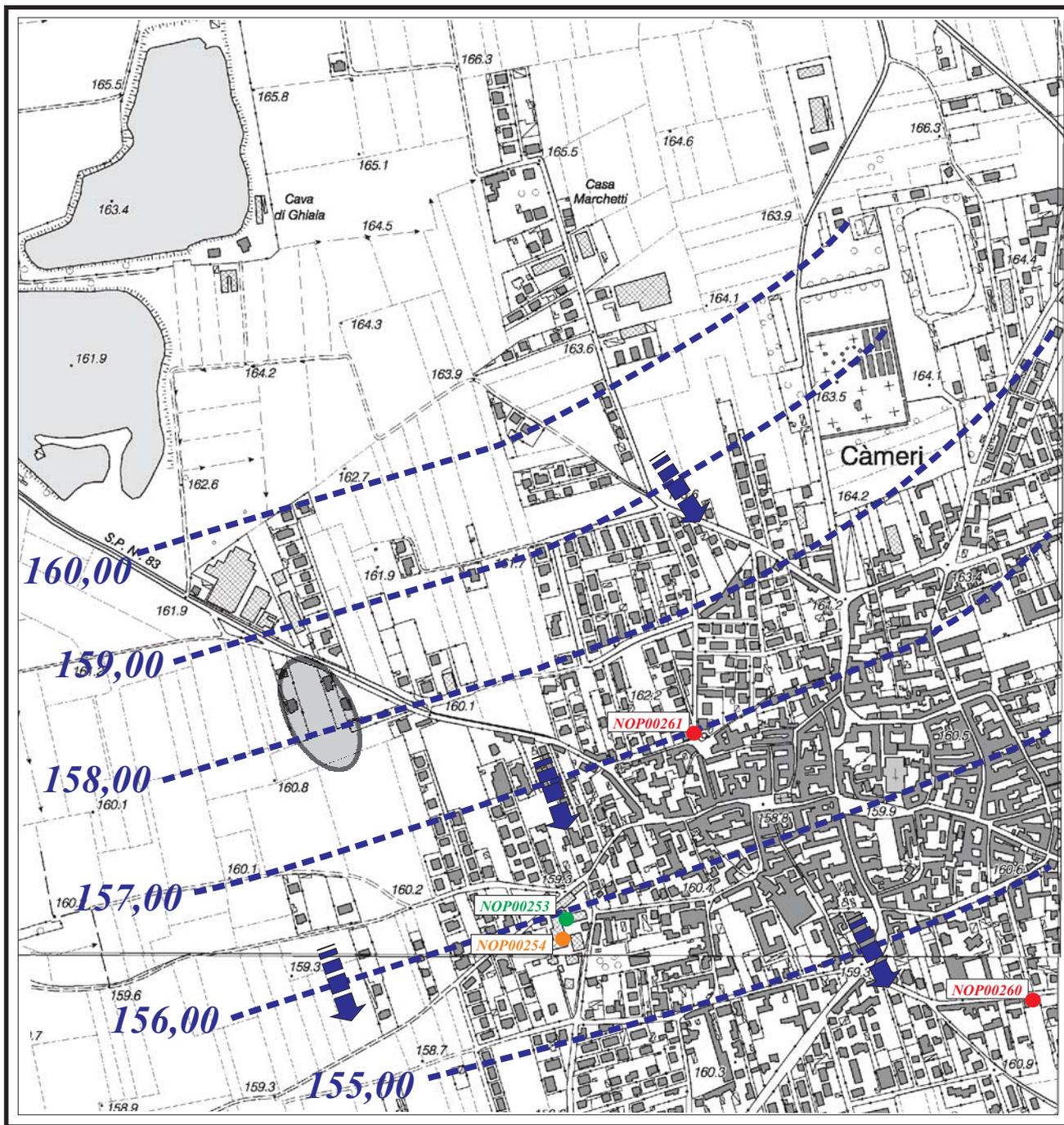
TAVOLA 1
UBICAZIONE GEOGRAFICA
CARTA GEOMORFOLOGICA
Comune di Cameri (No)
 Dott. Geol. C. Viviani, Dott. Geol. R. Grimoldi
 Geologia & Ambiente
 Via del Moro 59 Oleggio (No) - tel-fax 0321998824



 CTR 1:10.000 Sezioni 116080 116120		DENOMINAZIONE	Alloformazione di Mornago
		ORIGINE DEPOSITI	Flugvioglaciale
		LITOTIPI PREVALENTI	Ghiaie e ciottoli in matrice limoso sabbiosa
		ETA'	Quaternario

TAVOLA 2
CARTA GEOLOGICA
Comune di Cameri (No)

 Dott. Geol. C. Viviani, Dott. Geol. R. Grimoldi
 Geologia & Ambiente
 Via del Moro 59 28047 Oleggio (No) - tel/fax 0321998824



 CTR 1:10.000 Sezioni 116080 116120	Pozzi Usi (art. 3 DPGR 29/07/03nr. 10r)				
	Domestico	Energetico	● Potabile	Zootecnico	
	Agricolo	Lavaggio inerti	● Produzione beni	Piezometro	
	Civile	Piscicolo	● Riqualficazione energia		
150,00 	Isopiezometrica con quota riferita al livello del mare Equidistanza pari a 1,00 metro Direzione di flusso della falda superficiale				

TAVOLA 3
CARTA IDROGEOLOGICA
Comune di Cameri (No)

 Dott. Geol. C. Viviani, Dott. Geol. R. Grimoldi
 Geologia & Ambiente
 Via del Moro 59 28047 Oleggio (No) - tel. 0321998824