

COMMITTENTE



COMUNE DI SAN GIORGIO LA MOLARA
Provincia di Benevento

PROGETTISTA

Dott.ssa Geol. Gina CASIERO



TITOLO PROGETTO

**LAVORI DI ADEGUAMENTO E
COMPLETAMENTO DELLA RETE FOGNARIA
COMUNALE**

R.U.P.

UTC

Servizi Lavori Pubblici
Ing. Salvatore TROTTA

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA

TAVOLA

Tav. 00

SCALA

-

SCALA PLOT

1:1

DATA

Febbraio 2018

DATA

Febbraio 2018

REV.

0

DESCRIZIONE DELLA REVISIONE

PRIMA EMISSIONE

RESPONSABILE REVISIONE

INDICE

PREMESSA.....	- 2 -
1. UBICAZIONE GEOGRAFICA DELLE AREE E INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO.....	- 3 -
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	- 4 -
3. GEOMORFOLOGIA DELL'AREA.....	- 6 -
4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE.....	- 9 -
4.1. IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	- 9 -
4.2. IDROGRAFIA SOTTERRANEA	- 10 -
5. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI	- 12 -
6. CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	- 13 -
6.1. SISMICITÀ STORICA DELLA REGIONE SANNITA.....	- 13 -
6.2. STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA.....	- 15 -
7. INDICAZIONI PROGETTUALI DI COMPETENZA	- 20 -
7.1. RIDUZIONE DELLE ALTERAZIONI DELL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO.....	- 21 -
8. CONCLUSIONI	- 22 -



PREMESSA

La scrivente Dott.ssa geologo GINA CASIERO iscritta all'Albo dei Geologi della Regione Campania con numero di riferimento 2331, per incarico del Comune di San Giorgio la Molara (BN), ha condotto una indagine geologico-tecnica al fine di illustrare e caratterizzare i siti interessati dalle opere relative al "*Progetto LAVORI DI ADEGUAMENTO E COMPLETAMENTO DELLA RETE FOGNARIA COMUNALE*" esaminato ed approvato con *Deliberazione della Giunta Comunale*.

Dopo aver preso visione dei relativi elaborati tecnici progettuali, tutti gli atti messi a disposizione dagli Enti interessati e dopo aver attentamente studiato le aree interessate dal citato tracciato sono stati descritte, tra l'altro, le condizioni geologico -morfologiche - idrogeologiche nonché di stabilità dei tratti interessati dal progetto di cui trattasi.

Sono stati effettuati diversi sopralluoghi per identificare le fragilità del territorio al fine di segnalare ai progettisti tutte le criticità delle aree interessate dai lavori a farsi.

Il progetto prevede la realizzazione di condotta fognaria in area non ancora servita da pubblica fognatura, nonché l'adeguamento di alcuni tratti esistenti. Nel corso della presente indagine sono state esaminate le condizioni geomorfologiche ed idrogeologiche delle porzioni di territorio su cui insisteranno gli interventi e le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dagli stessi. Ciò al fine di individuare le più idonee modalità di scavo e di programmare l'eventuale adozione di particolari tecniche operative o strutture atte a garantire la stabilità degli stessi.



1. UBICAZIONE GEOGRAFICA DELLE AREE E INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO

Le aree interessate dalle opere a farsi sono ubicate nel territorio del Comune di San Giorgio la Molara, in Provincia di Benevento.

L'ubicazione è riportata nel seguente Stralcio aerofotogrammetrico allegato al progetto:

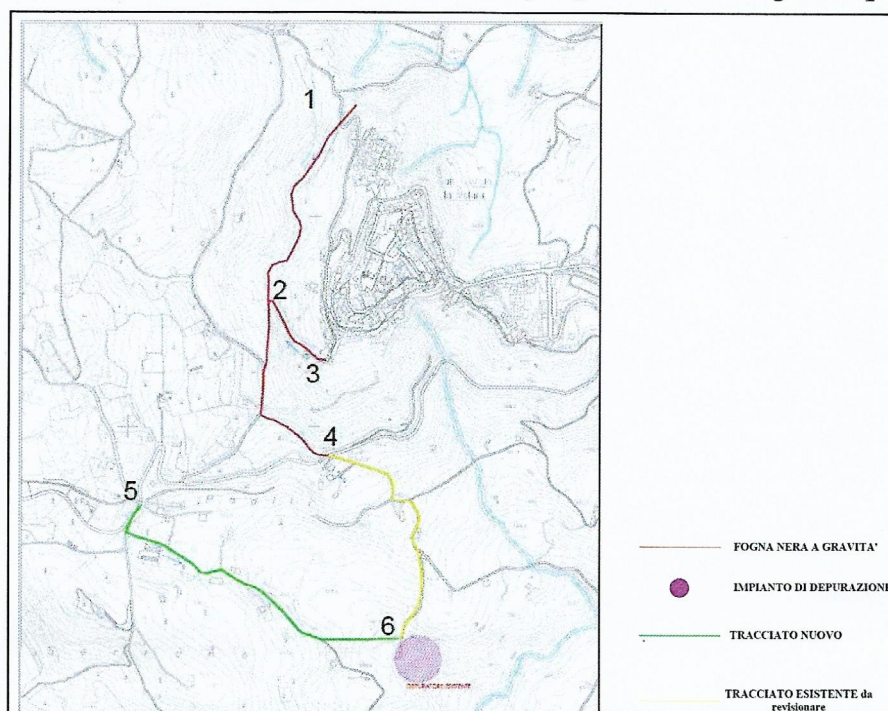


Figura 1 TAV-06 Planimetria particolareggiata rete fognaria

Gli interventi proposti prevedono:

- Il completamento della rete fognaria comunale e delle relative opere d'arte complementari necessarie al funzionamento della stessa (pozzetti e caditoie);
- La realizzazione di un attraversamento mediante la tecnologia del *Microtunneling* con sistema *Pilot System/Guided Auger Boring* per il collegamento alla dorsale fognaria di nuova realizzazione (tratto A-B);
- La sistemazione di tutte le aree interessate dagli interventi.



2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico le aree ricadono nel Foglio n° 419 "San Giorgio la Molara" della Carta Geologica d'Italia -progetto CARG -scala 1:50.000 (Figura 2).

L'area studiata è caratterizzata dalla presenza di varie successioni silico -clastiche sinorogene e tardorogene di età tardo miocenica appartenenti alla:

"Formazione delle Arenarie di San Giorgio" riconducibile all'Unità Tettonica della Valle del Tammaro. In particolare i tratti in progetto interessano aree caratterizzate da substrato geologico ascrivibile a: Membro arenaceo -pelitico (GGM2) costituito da areniti e sottili interstrati pelitici arenarie e micro conglomerati, amalgamati, massivi o con laminazione a grossa scala; con passaggio graduale e parzialmente eteropico si trova il Membro arenaceo -conglomeratico (GGM3) costituito da arenarie da quarzo-feldspatiche a quarzo-litiche, micro conglomerati granulari arenarie ciottolose a stratificazione indistinta con strutture da fluidificazione.

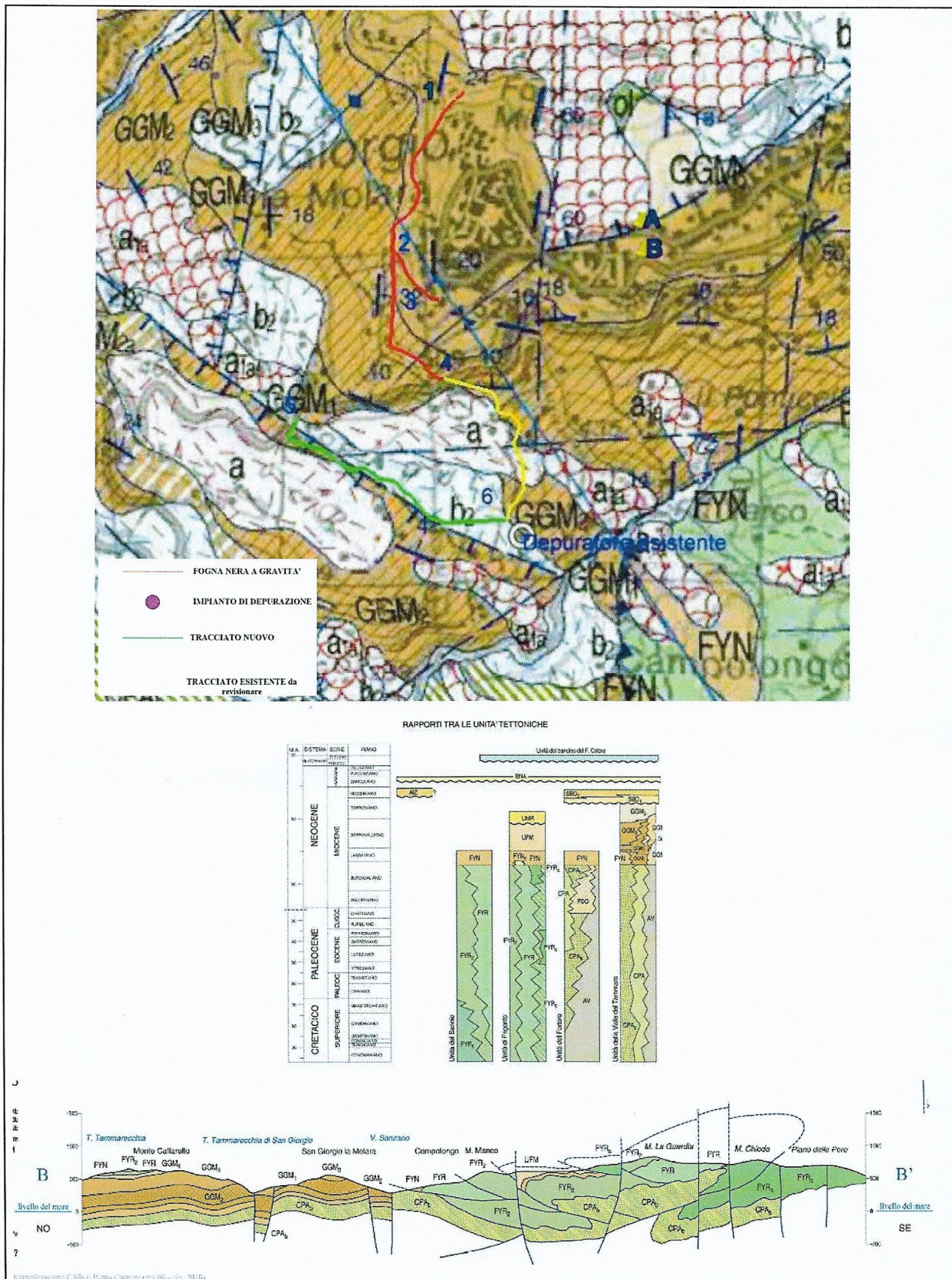
Nella parte finale i tratti interessano anche aree caratterizzate dalla presenza di depositi quaternari definiti *"Depositi ubiquitari in formazione"* quali:

"Deposito di versante "a" " Sabbie e limi con piccoli ciottoli in matrice limosa, alterate e associate a piroclastiti rielaborate. Detrito eterometrico e a grossi blocchi, in matrice limoso -sabbiosa con piroclastiti rielaborate. Depositi localizzati alla base dei versanti. Spessore fino a 5 - 10 metri.

"Coltre eluvio colluviale "b2" " Limi argillosi bruni con piccoli ciottoli, talora con pomici e piroclastiti fini rimaneggiate, sabbie e ghiaie arrossate. Spessore di alcuni metri.

L'assetto geologico è alquanto complesso trattandosi di terreni in Facies di Flysch caratterizzati da un'alternanza caotica di termini aventi differenti caratteristiche meccaniche. Spesso nelle parti superficiali, tali terreni sono soggetti a fenomeni di dissesto principalmente di tipo "Colamento".





3. GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

Il territorio di cui trattasi è, in generale, caratterizzato da una diversità di aspetti morfologici ai quali corrispondono notevoli varietà di forme in rapporto ai diversi tipi di terreni affioranti. Nel complesso si tratta di un tipico paesaggio collinare con morfologia morbida e tondeggiante in corrispondenza dei litotipi più erodibili e con forme più accidentate in corrispondenza delle emergenze più competenti. L'evoluzione dei versanti, e quindi la stabilità, è influenzata principalmente dall'incisione dei torrenti che favorisce, tra l'altro, l'innescarsi di dissesti; inoltre, nelle zone dove affiorano le litologie a maggiore componente argillosa la stabilità è influenzata dall'infiltrazione incontrollata delle acque.

Le aree meno stabili, in corrispondenza dei litotipi più erodibili e di una maggiore pendenza, sono caratterizzate da presenza di fenomeni erosivi e dissesti superficiali diffusi dovuti essenzialmente all'azione delle acque ed allo strato di alterazione della coltre superficiale. La morfologia dell'area è tipica delle formazioni geologiche flyschoidi dove predominano termini aventi scadenti caratteristiche meccaniche. La caoticità dell'assetto giaciturale di questi terreni unita alle scadenti caratteristiche meccaniche ed alla capacità ad imbibirsi d'acqua gioca un ruolo negativo in relazione alla stabilità. I versanti sono, infatti, caratterizzati da forme concavo -convesse e da contropendenze legate ai dissesti gravitativi per lo più localizzati in prossimità dei valloni.

Non ultimi sono da segnalare la spinta erosione ed il notevole trasporto solido che si sono verificati in conseguenza dei particolari ed intensi eventi meteorici accaduti nella notte tra il 14 ed il 15 ottobre 2015 e che hanno influito negativamente sui contesti geomorfologici in tutta l'area colpita. Il concentrarsi un notevole quantitativo di pioggia in poche ore, non potendosi smaltire l'enorme quantitativo di acque meteoriche solo attraverso il reticolo esistente, ha innescato fenomeni di intenso ruscellamento che hanno inevitabilmente creato nuove linee di deflusso lungo le rette di massima pendenza provocando non pochi danni nell'immediato oltre che avere poi ricadute negative da un punto di vista della stabilità dei versanti.

Dalla perimetrazione della *Carta degli Scenari di Rischio - Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico*, redatta dall'Autorità di Bacino Liri - Garigliano - Volturno (2006), si osserva che i tratti di interesse per la maggior parte attraversano aree cartografate stabili (tratto A- B e tratto 2 - 3 - 4) oppure come "possibile ampliamento di fenomeni franosi C_1 " (tratto 4 - 6 e tratto 5 - 6). Solo il tratto 1 - 2 interessa alcuni punti cartografati con livelli di pericolosità A_2 ai quali corrispondono livelli di rischio R_2 (cfr Figura 3).

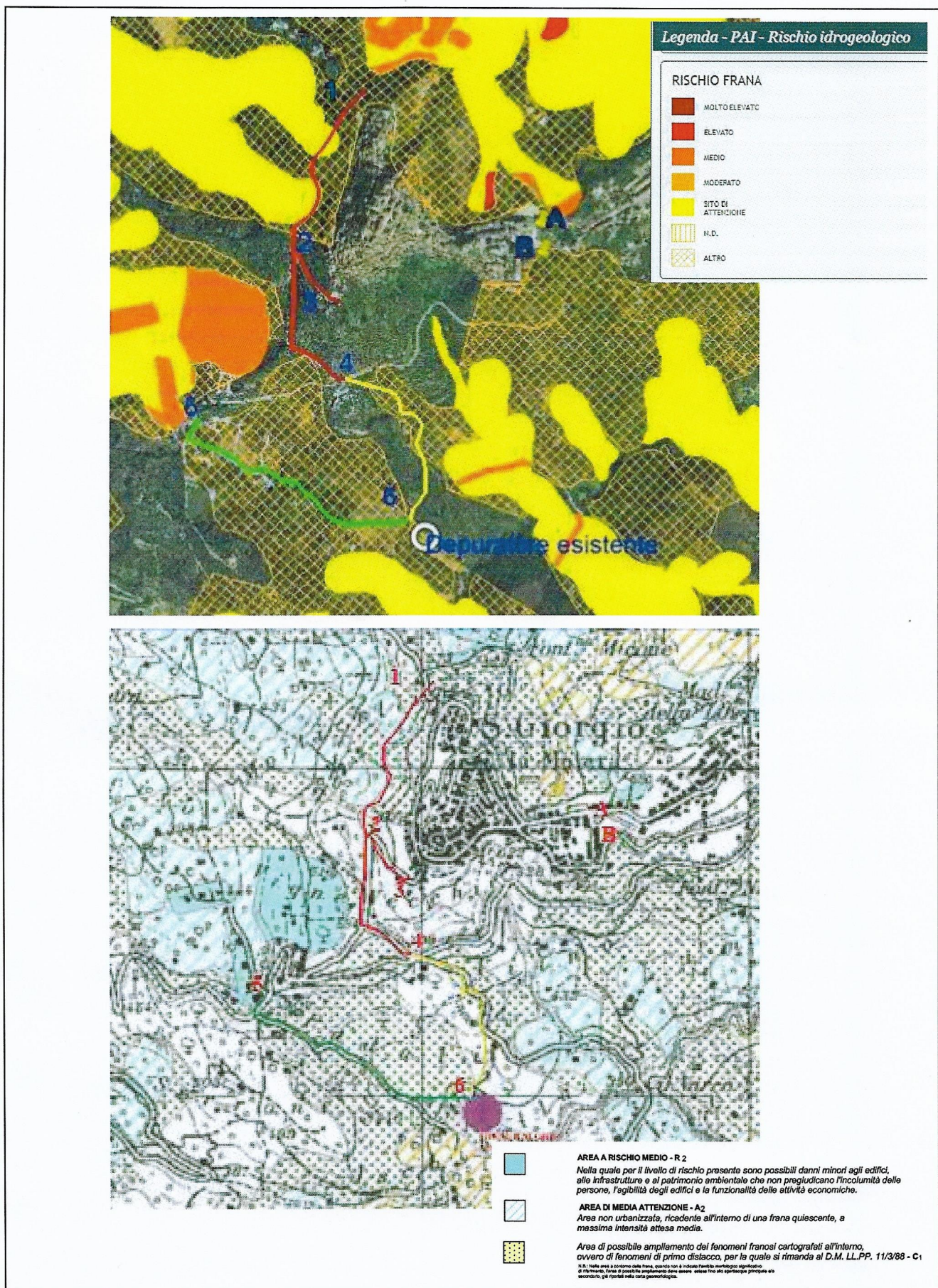


Figura 3: Stralcio Carta degli scenari di rischio frana AdB Liri Garigliano Volturno (in alto stralcio tratto da Geoportale Nazionale; in basso stralcio da cartografia AdB)

Dr. Geol.
Gina
CASIERO
Albo N°
2391

Gli articoli 3-4-6-7 delle Norme di Attuazione emanate dall'Autorità di Bacino Liri, Garigliano e Volturno disciplinano le opere in tali aree. In particolare al comma 2 dell'articolo 8 "Aree a rischio medio (R2)" è riportato:

Al fine del raggiungimento degli obiettivi di cui al comma 1 in tali aree le costruzioni e gli interventi in generale sono subordinati al non aggravamento delle condizioni di stabilità del pendio, alla garanzia di sicurezza determinata dal fatto che le opere siano progettate ed eseguite in misura adeguata al rischio dell'area.

Dai sopralluoghi effettuati non sono stati rilevati fenomeni morfoevolutivi importanti in atto. I fenomeni morfologici rilevabili sono limitati alla loro normale azione di degrado del settore più superficiale della formazione presente e l'effetto è maggiormente rilevabile nei terreni di minore consistenza meccanica. E', però, fondamentale sottolineare che la naturale evoluzione dei versanti, i cambiamenti climatici in atto, un uso non corretto del suolo e fattori antropici non controllati potrebbero favorire l'innescarsi di instabilità soprattutto nelle aree a maggiore pendenza.

Si sottolinea, inoltre, l'importanza, in sede di realizzazione, di effettuare un'adeguata regimazione delle acque superficiali soprattutto nelle sezioni a maggiore pendenza e di prevedere eventuali opere di presidio possibilmente di ingegneria naturalistica.

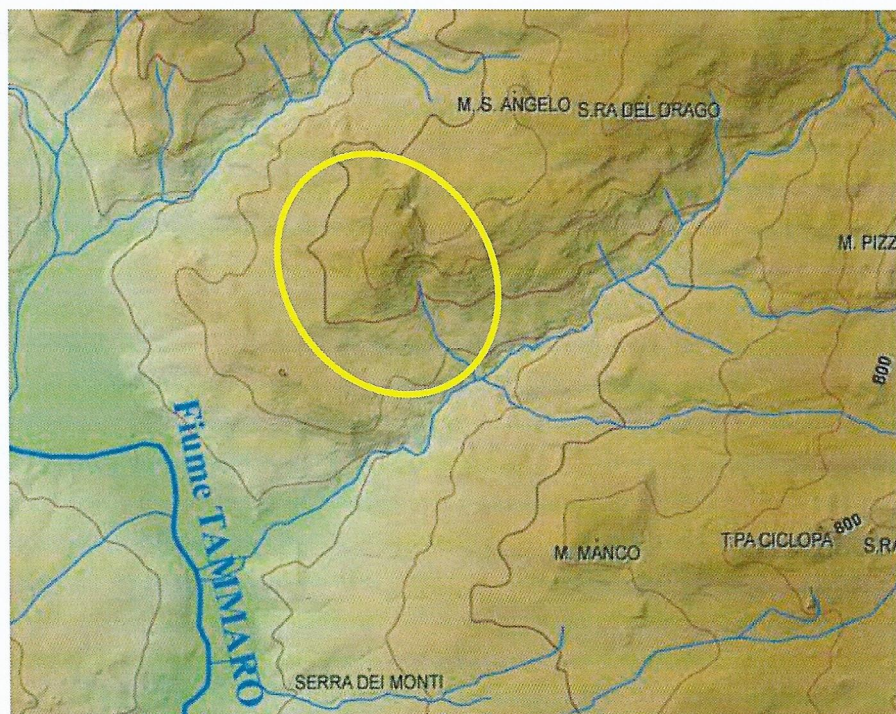


4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

4.1. IDROGRAFIA SUPERFICIALE

I bacini idrografici dell'area in studio sono caratterizzati dalla presenza di corsi d'acqua, prevalentemente a regime torrentizio, che costituiscono un reticolo idrografico complesso, la cui morfologia è legata soprattutto alle vicissitudini tettoniche che hanno contraddistinto la storia evolutiva di questa fascia di territorio campano. Le linee di ruscellamento non hanno ancora raggiunto le direzioni preferenziali di deflusso e la tendenza al raggiungimento di tale condizione, si esprime con evidenti fenomeni di erosione laterale e di esondazioni temporanee che peggiorano le condizioni di drenaggio dell'area e generano notevole depauperamento dei suoli di copertura. Spesso si generano linee di deflusso occasionali con verso di circolazione orientato in senso prossimo allo sviluppo delle curve di livello.

Questa situazione definisce un rallentamento del drenaggio superficiale in situazione di eventi meteorici esigui e una diminuzione del tasso erosivo. Da quanto esposto si può intendere che i luoghi oggetto di studio sono collocati in un contesto geomorfologico "attivo".



Reticolo idrografico



4.2. IDROGRAFIA SOTTERRANEA

L'area indagata è collocata in un contesto geostrutturale abbastanza complesso posto in essere dalle vicissitudini di deformazione tettonica che si sono protratte nel periodo Mio-Pliocenico. Queste strutture tettoniche influiscono in maniera condizionante sulle dinamiche di circolazione idrogeologica generando spesso degli impedimenti naturali nel sottosuolo ed una conseguente interazione complessa tra le falde. Le tipologie di emergenze naturali rinvenibili nei luoghi indagati sono condizionate oltremodo dall'interazione tra assetto tettonico e configurazione geolitologica in cui questi sono collocati. L'assetto idrogeologico rinvenibile in riferimento ad alternanze di stratificazioni eterogenee e nell'ordine di alcuni metri, caratterizzate da assetti giaciturali complessi, riveste un ruolo importante per le possibili variazioni dei flussi idrodinamici che si instaurano per saturazioni repentine conseguenti a fenomeni meteorici di grande entità. In questi casi i terreni subiscono un notevole incremento del peso di volume per saturazione, specialmente nelle parti più superficiali, e sono soggetti ad aumenti delle pressioni neutre nelle zone di suolo che sono sede di drenaggio preferenziale. La combinazione di questi aspetti penalizza le caratteristiche di resistenza dei materiali. Nell'area in esame affiorano litotipi aventi caratteristiche differenti e pertanto contraddistinti da diversi tipi di permeabilità. Il grado di permeabilità di questi complessi litologici è variabile e dipende dalla granulometria (permeabilità primaria) nelle litologie terrigene oppure dal grado di tettonizzazione e/o fratturazione (permeabilità secondaria) nelle litologie litoidi.

A questo punto bisogna ricordare come le proprietà fisico-meccaniche dei terreni siano molto influenzate dal contenuto di quantità d'acqua, che riduce notevolmente la resistenza alla compressione ed al taglio; di conseguenza anche la capacità portante, legata alla coesione ed all'attrito interno delle rocce, ne risente negativamente.

Infatti, la causa principale e più ricorrente all'origine dei dissesti è da ricercare nell'influenza negativa esercitata dalle acque di circolazione o impregnazione sotterranea.

A tal fine è opportuno raccogliere, incanalare e allontanare dall'area in cui devono realizzarsi le opere queste acque, le quali entrando in pressione nel terreno ne riducono o annullano la resistenza d'attrito.

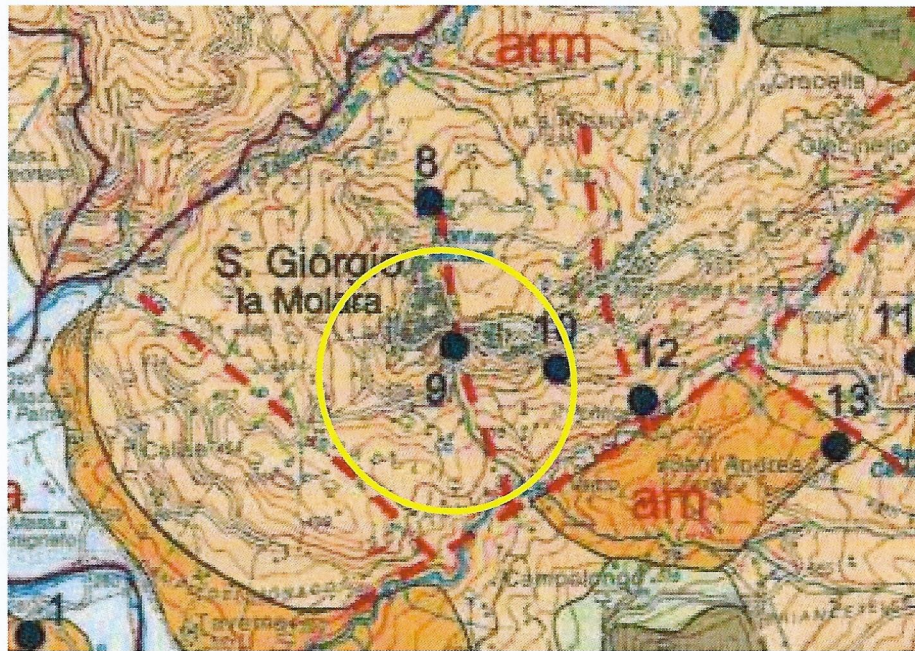
La raccolta delle acque circolanti che scorrono disordinatamente alla superficie del terreno e quelle circolanti nel sottosuolo, serve per combattere i fenomeni erosivi ed evitare che esse provochino movimenti di massa.

















La canalizzazione delle acque può essere realizzata attraverso l'utilizzo di appositi tubi drenanti protetti da idonee coperture di tessuto non tessuto per evitare indesiderabili intasamenti; le acque dovranno essere allontanate dall'area di intervento.

Le canalizzazioni e la densità della rete drenante dovranno essere opportunamente dimensionate.

Di seguito è riportato uno stralcio della *Carta dei Complessi idrogeologici della Provincia di Benevento* [Esposito et Alii]



LEGENDA

Descrizione dei complessi idrogeologici	PERMEABILITÀ									
	GRADO ⁽¹⁾					TIPO ⁽²⁾				
	BB	B	M	A	E	P	Fe	M	Fr	C
 Complesso detritico Depositi detritici sciolti; materiali piroclastici rielaborati; terre rosse delle depressioni morfologiche. (Olocene)										
 Complesso arenaceo-molassico Sabbioni ed arenarie grigio-giallastre, talora gradate; argille arenacee grigio-azzurrognole, talora alternanti a livelli di calcareniti e marne; lenti di puddinghe poligeniche. (Miocene)										
 Complesso calcarenitico Breccie, calcareniti, arenarie quarzose e calcari cristallini, talora con liste e noduli di selce, associate, nella parte basale, a livelli di marne ed argille policrome e talvolta anche a diaspri bruni e rossastri; marne policrome scagliettate con intercalazioni calcaree, calcareniti e breccie. (Miocene)										
 Complesso argilloso-marnoso Argille e marne siltose, grigie e varicolori, con intercalazioni di calcari e calcari marnosi, di calcareniti con liste di selce bruna, di arenarie talora grossolane. (Oligocene)										
 Limite della Provincia di Benevento										
 Limiti comunali										
 Limiti tra complessi idrogeologici										
 Faglie di interesse idrogeologico (tratteggiate se presunte)										
 Sovraccorrimenti di interesse idrogeologico										
 1										
 1										
 30										
										
										
Sorgenti (la numerazione è riferita ai singoli comuni)										
Pozzi di interesse (la numerazione è riferita ai singoli comuni)										
Curve isopiezometriche e quota in m s.l.m.										
Direzioni di flusso principali										
Interscambi idrici sotterranei significativi tra province limitrofe										

Note: 1) Grado di permeabilità: BB = Bassissimo; B = Basso; M = Medio; A = Alto; E = Elevato. 2) Tipo di permeabilità: P = Porosità; Fe = Fessurazione; M = Mistà; Fr = Fratturazione; C = Casismo.



5. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI

Sulla scorta delle risultanze delle indagini consultate nonché dei dati presenti in letteratura, di seguito sono esposti i valori delle caratteristiche fisico -meccaniche riferite alle diverse formazioni geologiche riscontrate.

Flysch Numidico e Flysch di San Giorgio:

I terreni appartenenti a queste Formazioni presentano una estrema eterogeneità dei parametri fisico meccanici dovuta alla loro variabilità litologica. La parametrizzazione geotecnica è alquanto complessa e a scopo indicativo vengono forniti i seguenti intervalli di variazione:

Peso di volume $[\text{kN/m}^3]$ 19 – 22

Angolo di attrito $[\circ]$ 25 – 32

Coesione drenata $[\text{kN/m}^2]$ < 10

Modulo Edometrico $[\text{kN/cm}^2]$ 400 – 600



6. CLASSIFICAZIONE SISMICA

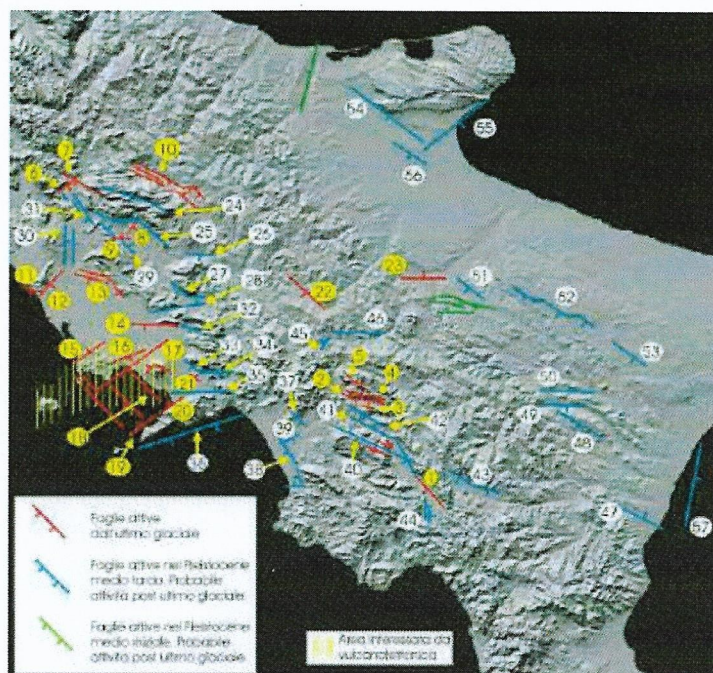
6.1. SISMICITÀ STORICA DELLA REGIONE SANNITA

La caratteristica principale della catena Appenninica rispetto ad altri orogeni è quella di essere largamente interessata da faglie plio-quadernarie ad alto angolo, con differenti cinematiche ed orientazioni, che hanno scomposto la struttura derivante dalla tettonogenesi neogenica (Ortolani et alii, 1992). I terremoti di maggiore intensità sono ubicati lungo le faglie ad alto angolo con andamento appenninico ed antiappenninico.

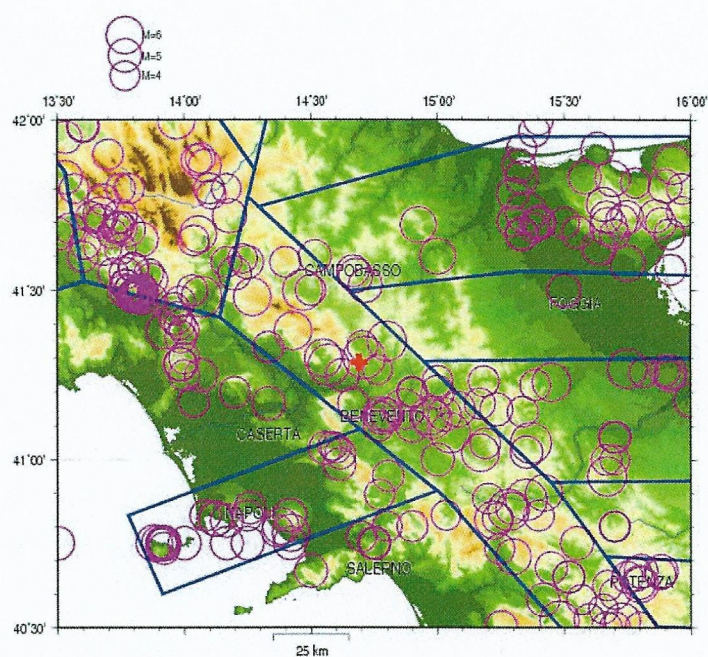
Il terremoto che interessa l'area peritirrenica si concentrano lungo segmenti discontinui dovuti ai differenti meccanismi di stress (Gasparini et alii, 1985). In particolare per il settore dell'Appennino centro settentrionale si stima una magnitudo attesa in un intervallo compreso tra il 6° e il 7° con profondità ipocentrali attese intorno ai 20 km (Mariucci et alii, 1999). Al contrario in Appennino meridionale i maggiori eventi sismici si concentrano lungo l'asse della catena con una magnitudo da moderata a forte (Gasparini et alii, 1995; Amato e Montone, 1997).

Nella raccolta dati effettuata dall'UR UNI-Napoli (A. Cinque, 1999), "Carta delle faglie tardo quadernarie dell'Appennino Meridionale" e "Faglie attive in Italia meridionale" si sono espresse le basi per una sintesi delle faglie quadernarie e tardo quadernarie presenti nel settore dell'Appennino meridionale. Le faglie attive più prossime all'area di interesse del presente studio sono quelle del M. Taburno (n.27) e della valle del Fiume Calore (n.26), entrambe risalenti al Pleistocene medio. Le faglie attive nell'ultima glaciazione e più prossime all'area di interesse sono quella della valle dell'Ufita (n.22) e quella della piana di Boiano (n.10).





Faglie attive in Italia meridionale



Individuazione dei terremoti storici



6.2.STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA

L'area in esame ricade in zona sismicamente attiva e legalmente classificata **Zona I** così come da O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003, studio di pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro, 2004) adottato con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/2006.

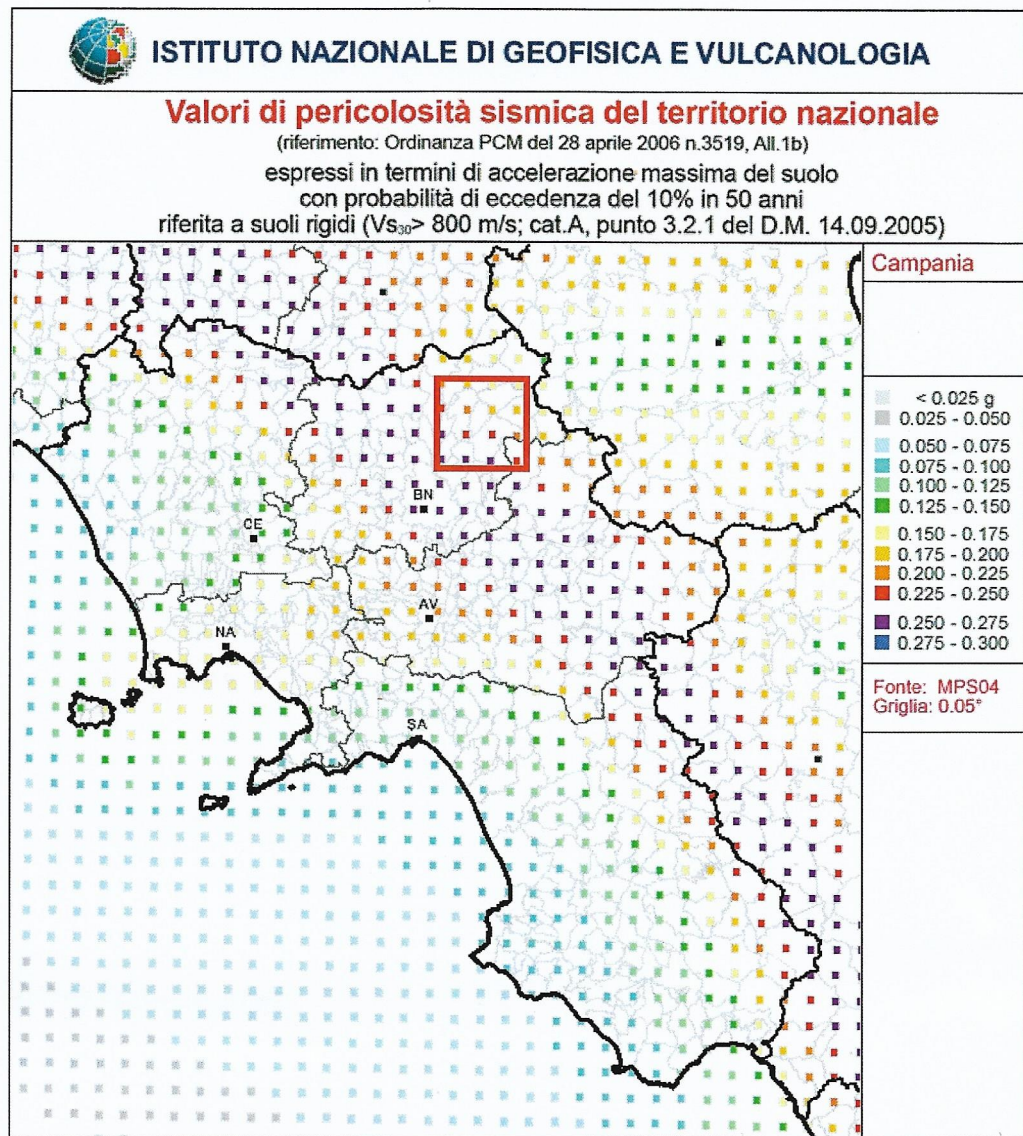
Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06)

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

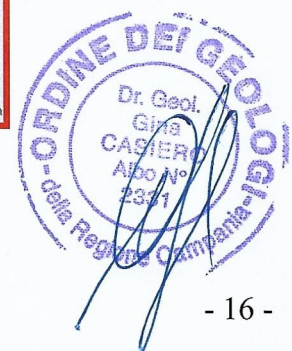
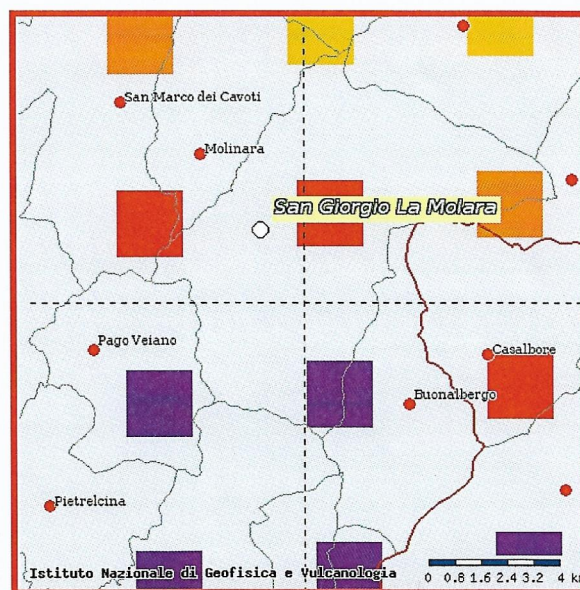
A ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (a_g).

Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione; dal 1 luglio 2009 infatti con l'entrata in vigore delle *Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008*, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali (vedasi immagine seguente).





Mappa dei valori di pericolosità sismica per la Campania da I.N.G.V.



La pericolosità sismica di un sito viene definita in termini di "accelerazione orizzontale massima attesa al suolo (a_g)" ed in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $Se(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR.

Le forme spettrali sono definite all'interno delle NTC 2008 per ciascuna probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento a partire dai seguenti tre parametri definiti per il sito rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito ($g/10$);
- 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 (secondi).

In allegato alla norma sono dati i valori dei tre parametri sopra citati. Questi valori sono stati calcolati (<http://essel.mi.ingv.it>) su di una griglia con passo 0.05 gradi, per un totale di 16852 punti (NODI) ordinati da ovest a est e da nord a sud lungo tutta la penisola. Per ciascun punto o nodo, all'interno del reticolo di riferimento, vengono forniti i valori standard di a_g , F_0 e T_c^* al 50mo percentile (Mappa di Pericolosità realizzata dall'INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia). Nella tabella NTC 2008 vengono riportati per ciascun nodo (Figura 4):

- id codice identificativo del punto della griglia di calcolo;
- lon longitudine espressa in gradi sessagesimali-decimali;
- lat latitudine espressa in gradi sessagesimali-decimali;
- a_g accelerazione massima del suolo (valore standard, 50mo percentile) espressa come frazione della accelerazione di gravità (m/s^2);
- 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.

			$T_R=30$ anni			$T_R=50$ anni			$T_R=72$ anni			$T_R=101$ anni			$T_R=140$ anni			$T_R=201$ anni			$T_R=475$ anni			$T_R=975$ anni			$T_R=2475$ anni		
ID	LON	LAT	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*	a_g	F_0	T_c^*
13111	6.5448	45.134	0.263	2.50	0.18	0.340	2.51	0.21	0.394	2.55	0.22	0.469	2.49	0.24	0.545	2.50	0.24	0.640	2.49	0.25	0.943	2.44	0.27	1.267	2.42	0.27	1.767	2.43	0.29
13333	6.5506	45.085	0.264	2.49	0.18	0.341	2.51	0.21	0.395	2.55	0.22	0.469	2.49	0.24	0.543	2.50	0.24	0.636	2.50	0.25	0.935	2.44	0.27	1.254	2.42	0.28	1.751	2.44	0.29
13555	6.5564	45.035	0.264	2.50	0.18	0.340	2.51	0.20	0.393	2.55	0.22	0.466	2.50	0.24	0.540	2.51	0.24	0.630	2.51	0.25	0.923	2.45	0.27	1.237	2.43	0.28	1.729	2.44	0.29
13777	6.5621	44.985	0.263	2.50	0.18	0.338	2.52	0.20	0.391	2.55	0.22	0.462	2.51	0.24	0.535	2.51	0.24	0.621	2.52	0.25	0.909	2.46	0.27	1.217	2.44	0.28	1.703	2.44	0.29
12890	6.6096	45.188	0.284	2.46	0.19	0.364	2.51	0.21	0.431	2.50	0.22	0.509	2.48	0.24	0.585	2.50	0.24	0.695	2.47	0.25	1.006	2.44	0.27	1.338	2.43	0.27	1.844	2.44	0.29
13112	6.6153	45.139	0.286	2.46	0.19	0.366	2.51	0.21	0.433	2.50	0.22	0.511	2.48	0.24	0.586	2.50	0.25	0.695	2.47	0.25	1.005	2.45	0.27	1.336	2.43	0.27	1.841	2.44	0.29
13334	6.621	45.089	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.434	2.50	0.22	0.511	2.49	0.24	0.586	2.51	0.25	0.694	2.48	0.25	1.001	2.45	0.27	1.332	2.43	0.27	1.835	2.44	0.29
13556	6.6268	45.039	0.288	2.46	0.19	0.367	2.51	0.21	0.433	2.51	0.22	0.510	2.49	0.24	0.584	2.51	0.25	0.691	2.48	0.25	0.996	2.45	0.27	1.325	2.44	0.28	1.828	2.44	0.29
13778	6.6325	44.989	0.288	2.46	0.19	0.366	2.52	0.21	0.430	2.51	0.22	0.507	2.50	0.24	0.580	2.51	0.25	0.686	2.49	0.25	0.989	2.45	0.27	1.318	2.44	0.28	1.819	2.44	0.29
14000	6.6383	44.939	0.286	2.47	0.19	0.363	2.52	0.21	0.426	2.52	0.22	0.502	2.50	0.24	0.576	2.52	0.24	0.679	2.49	0.25	0.981	2.45	0.27	1.307	2.44	0.28	1.807	2.44	0.29
14222	6.6439	44.889	0.284	2.47	0.19	0.360	2.53	0.21	0.421	2.53	0.22	0.497	2.50	0.24	0.570	2.52	0.24	0.671	2.50	0.25	0.970	2.45	0.27	1.294	2.44	0.28	1.792	2.44	0.29
12891	6.6803	45.192	0.306	2.43	0.20	0.389	2.50	0.21	0.467	2.47	0.23	0.544	2.49	0.23	0.625	2.50	0.25	0.736	2.47	0.26	1.049	2.46	0.27	1.374	2.46	0.28	1.875	2.46	0.29

Figura 4: Tabella dei punti del reticolo di riferimento per 9 valori del periodo di ritorno T_R (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni) all'interno dei quali sono riportati i valori dei parametri a_g , F_0 , T_c^* da utilizzare per definire l'azione sismica nei modi previsti dalle NTC.

Per qualunque punto del territorio non sovrapponibile a nessun nodo del reticolo di riferimento, i valori dei parametri possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di

riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame, p_i è il valore del parametro di interesse nell' i -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo punto della maglia suddetta.

Pertanto la determinazione dei parametri di ingresso per la costruzione dello spettro di sito avverrà attraverso le operazioni di interpolazione dettate dalla norma, come precedentemente descritto.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, V_{s30} [m/s], definita dall'espressione:

$$V_{s30} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i -esimo

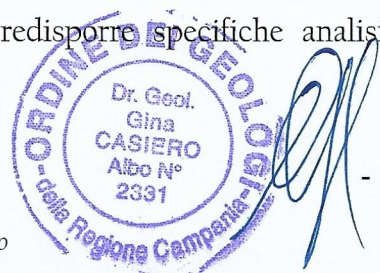
V_i = velocità dell'onda di taglio i -esima

N = numero degli strati

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> 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 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento</i> (con $V_s > 800$ m/s).

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al paragrafo 3.2.3 delle NTC2008. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

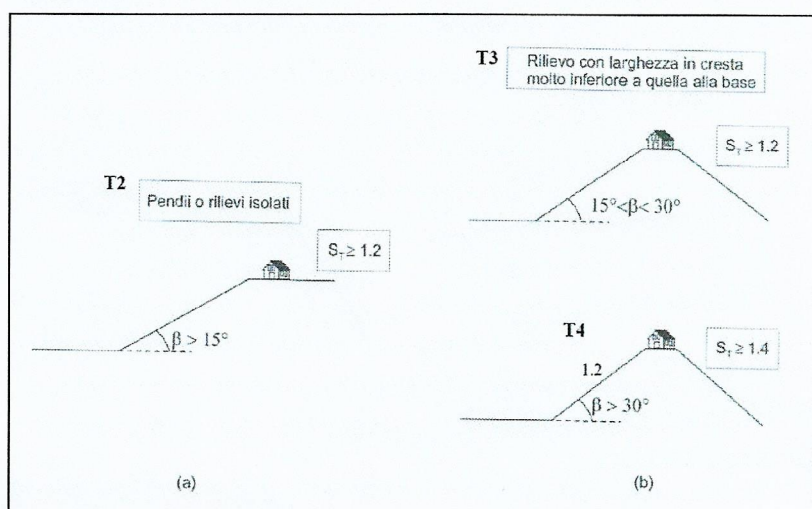


In merito alle condizioni topografiche, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tab. 3.2.III - *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
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 in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le su esposte 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 [cfr NTC2008].



Valori del fattore di amplificazione topografica S_T secondo EC8 per pendii e rilievi isolati (a) e per rilievi con larghezza in cresta molto minore di quella alla base (b)



7. INDICAZIONI PROGETTUALI DI COMPETENZA

Le operazioni di posa delle tubazioni dovranno essere condotte in modo tale da evitare il ristagno in aderenza delle fondazioni di strutture, muretti o recinzioni poiché i terreni attraversati, soprattutto quelli a prevalente componente argillosa, per variazioni del contenuto d'acqua possono essere soggetti a rigonfiamento e ritiro o gelo e disgelo e quindi al fenomeno di lento movimento denominato *reptazione discendente* o *creeping*.

Per la realizzazione dello scavo in adiacenza di strutture o opere, è opportuno valutare la tipologia di scavo e quella del sostegno dello stesso, il materiale da utilizzare per il rinfilanco al fine di limitare il rilascio tensionale del terreno soggetto a spinta attiva e passiva. Sarà necessario valutare anche il corretto ritombamento e l'eventuale baulatura del riporto che può essere soggetto a successivi assestamenti.

Gli scavi per la realizzazione della fognatura dovranno essere realizzati all'incirca secondo la linea di massima pendenza al fine di ridurre i movimenti tipo *creeping* che potrebbero teoricamente attivarsi.

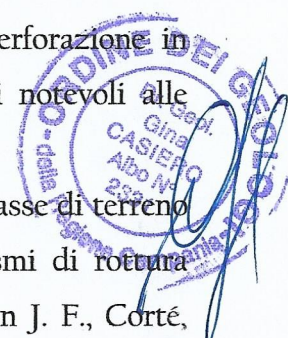
Per eventuali operazioni sotto la sede stradale sarà necessario prestare particolare attenzione alla presenza di sottoservizi e alla corretta ricompattazione di ogni singolo strato del pacchetto stradale.

È bene adottare un approccio progettuale molto cautelativo, tenendo conto che nel corso degli anni avvengono assestamenti del terreno, movimenti delle falde acquifere, eventi sismici non sempre prevedibili.

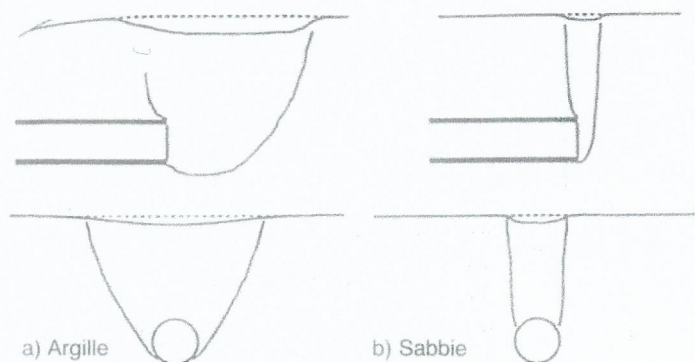
In riferimento alla realizzazione del tratto A -B con tecnologia *Microtunneling*, in fase progettuale sarà di fondamentale importanza valutare l'impatto che lo scavo ha in superficie e nel terreno circostante e calcolare i movimenti del terreno, in modo da conoscere l'area nella quale i cedimenti delle strutture eccederebbero i cedimenti e le rotazioni massime ammissibili. Ciò permette di fare una valutazione preliminare del grado di rischio a cui le strutture sarebbero sottoposte e di intraprendere, di conseguenza, opportune scelte progettuali atte a ridurre al minimo tale grado di rischio.

È di primaria importanza evitare qualsiasi instabilità del fronte di perforazione in quanto un crollo o un collasso del microtunnel comporterebbe danni notevoli alle strutture preesistenti.

Le geometrie dei meccanismi di rottura sono differenti a seconda della classe di terreno coinvolta nello scavo. Nella figura seguente sono mostrati i meccanismi di rottura registrati nelle prove su argille (Mair R. J., 1979) e su sabbie (Chambon J. F., Corté,



1994). Nel caso di materiali granulari, la rottura si verifica con la creazione di un "camino" stretto e quasi verticale. Viceversa, nel caso di terreni coerenti il meccanismo di rottura si estende sia lateralmente che verso l'alto a partire dall'arco rovescio e coinvolge un volume di terreno notevolmente superiore alle dimensioni del microtunnel

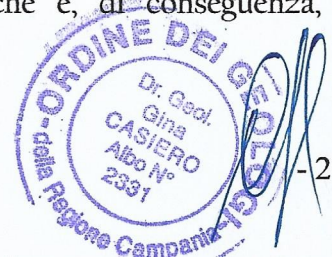


7.1. RIDUZIONE DELLE ALTERAZIONI DELL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO

Per tutto quanto sopra esposto si evidenzia la necessità di minimizzare le condizioni di rischio e di effetti perturbativi sull'ambiente limitando al minimo indispensabile le alterazioni dell'attuale assetto geomorfologico.

A tal fine vengono forniti indispensabili accorgimenti da adottare:

- prevedere una generale sistemazione idraulica delle zone interessate con la realizzazione di adeguate e funzionali opere di smaltimento delle acque superficiali, limitando le opere di sbancamento al minimo indispensabile;
- verificare la funzionalità della rete di drenaggio delle acque di superficie e degli scarichi in genere che possa interessare direttamente o indirettamente l'area oggetto di interventi;
- prevedere, per le aree impermeabilizzate, opere che assicurino una corretta raccolta ed un adeguato smaltimento delle acque meteoriche in quanto ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli e aumento della velocità di corrivazione delle acque meteoriche deve prevedere azioni correttive volte a mitigarne gli effetti;
- le opere controterra devono essere dotate di adeguati sistemi di drenaggio;
- si raccomanda di effettuare, in sede di realizzazione, un'adeguata regimazione delle acque superficiali soprattutto nelle sezioni a maggiore pendenza, di prevedere eventuali opere di presidio possibilmente di ingegneria naturalistica e di provvedere ad un corretto smaltimento e drenaggio delle acque al fine di prevenire infiltrazioni nei terreni che potrebbero comprometterne le caratteristiche meccaniche e, di conseguenza, la stabilità;



- tutte le acque provenienti da fabbricati e da aree non permeabili devono essere raccolte, canalizzate e smaltite attraverso gli impluvi naturali, senza determinare fenomeni di erosione dei terreni o di ristagno delle acque;

8. CONCLUSIONI

Per ciò che concerne la realizzazione delle opere nulla osta rispetto alle problematiche considerate, purché siano rispettate le indicazioni e le prescrizioni date. In particolare anche successivamente alle operazioni preliminari, ma prima della realizzazione di qualsiasi parte d'opera, andrà accertata la natura del terreno di fondazione procedendo, se questo è costituito da materiali sciolti, a verifiche definitive su ogni aspetto dell'opera e dell'interazione con il terreno stesso, che potranno portare ad eventuali modifiche del progetto. In ogni caso qualsiasi evidenza dubbia o non bene interpretabile, anche circa le caratteristiche terreno, va presa come invito perentorio a sospendere i lavori ed effettuare gli approfondimenti del caso. Si raccomanda, infine, di riferire al consulente geologo qualsiasi evidenza imprevista o difforme dal quadro presentato. Tutto ciò in considerazione dell'assetto articolato dei litotipi presenti nel volume di interesse geotecnico.

In conclusione, sulla scorta dei dati acquisiti riguardo l'assetto morfostrutturale delle aree studiate, le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi incontrati e le condizioni idrogeologiche, nel rispetto delle indicazioni fornite, si può ribadire l'idoneità geomorfologica degli ambiti territoriali considerati con la globalità dell'intervento proposto.

Tanto quanto dovevasi

D.ssa Geol. Gina CASIERO



The image shows a handwritten signature in blue ink over a circular official stamp. The stamp contains the text "ORDINE DEI GEOL." at the top, "D.ssa Geol. CASIERO" in the center, and "Comparto - Campania - 199" at the bottom. The signature is written over the stamp, with the name "CASIERO" clearly visible.