

Comune di MERCATO SAN SEVERINO

Provincia di Salerno

SISTEMAZIONE IDRAULICA VALLONE DEL TRAINO

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborati di progetto:

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

T3

Febbraio 2021

Il Progettista
Ing. Gianluca Fimiani

Il Sindaco
Dott. Antonio Somma

Il RUP
Ing. Gianluca Fimiani

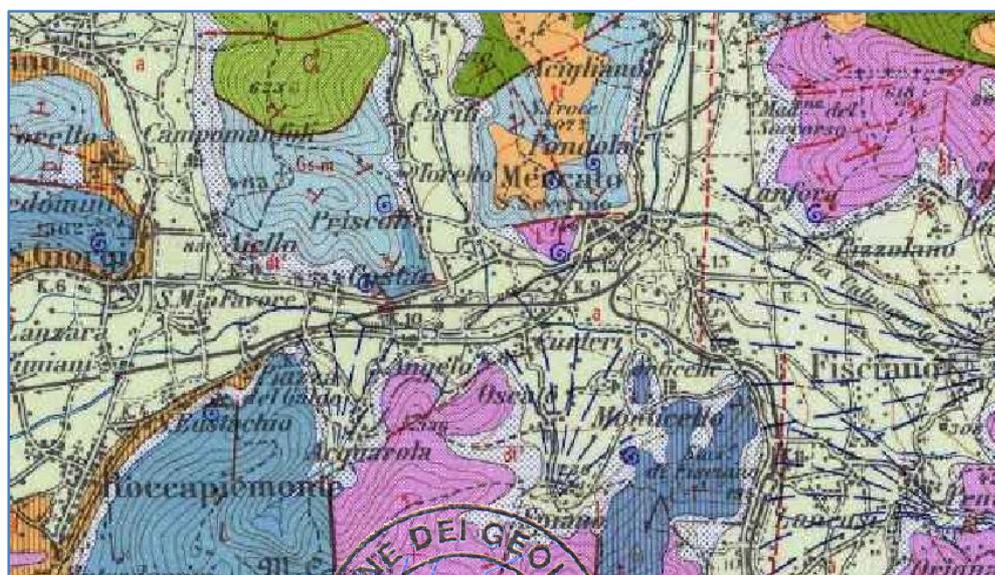
COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO
(PROVINCIA DI SALERNO)

DOTT. GEOLOGO FRANCESCO TORELLO

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL VALLONE TRAINO

LOCALITA' COSTA



COMMITTENTE:

COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO

INDICE

I. Premesse	pag. 2
II. Inquadramento geologico ed idrogeologico dell'area	pag. 2
III. Caratterizzazione geologico-tecnica del sito d'indagine e compatibilità idrogeologica	pag. 7
IV. Caratterizzazione sismica	pag. 10
IV. Conclusioni	pag. 13
V. Allegati	pag. 13

I. PREMESSE

Su incarico del Comune di Mercato San Severino (SA) si redige la presente relazione geologica preliminare per la realizzazione di un progetto che prevede la sistemazione idraulica del Vallone Traino attraverso la realizzazione di una vasca di assorbimento a monte del Cimitero Comunale di Mercato San Severino (SA) in Località Costa, oltre ad opere di consolidamento e di regimentazione del tratto terminale del Vallone.

Il presente lavoro è stato caratterizzato da un inquadramento generale degli aspetti geologici, idrogeologici e geomorfologici dell'area, da un accurato rilevamento di campo, cui è seguito l'analisi della cartografia tematica esistente, comprensiva anche di quella redatta dall'Autorità di Bacino di competenza e di dati geognostici, geotecnici e geofisici pregressi.

II. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DELL'AREA

Il territorio del Comune di Mercato S. Severino (SA) è costituito dalla Valle Solofrana e dai rilievi ad essa prospicienti e si trova in una zona posta alla quota di 150 m s.l.m. circa che declina verso nord con pendenze inferiori al 10%.

I terreni affioranti nell'ambito della valle del T. Solofrana possono essere raggruppati in quattro principali complessi idrogeologici con differenti caratteristiche di permeabilità. I terreni che bordano la valle costituiscono:

- Complesso dolomitico: permeabilità medio-alta per fratturazione
- Complesso calcareo: permeabilità molto elevata per fratturazione e carsismo
- Complesso argilloso-sabbioso-conglomeratico: permeabilità da bassa a media per porosità

Nel fondo valle è presente il complesso piroclastico-detrítico-alluvionale, permeabile prevalentemente per porosità e subordinatamente anche per fessurazione (nel tufo grigio), il suo grado di permeabilità varia da basso a medio e, grazie alla presenza di depositi lentiformi, a piccola scala, può aversi una circolazione idrica per falde sovrapposte.

È in quest'ultimo complesso che ha sede la circolazione idrica sotterranea più superficiale.

Il territorio ricade, cartograficamente, nel foglio N. 467 - Salerno della Carta d'Italia in scala 1:50000 (Figura 1) e nel foglio n° 185 della Carta Geologica d'Italia del I.G.M. in scala 1:100000 (Figure 2,3 e 4).

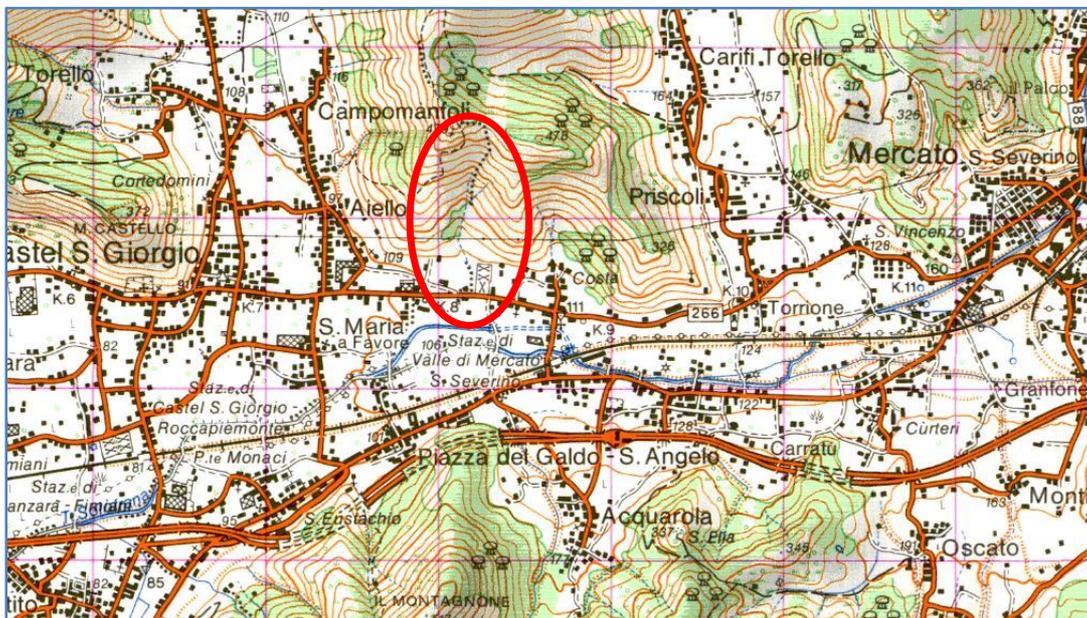


Figura 1: Stralcio Carta D'Italia in scala 1:50000. Foglio N. 467-Salerno.

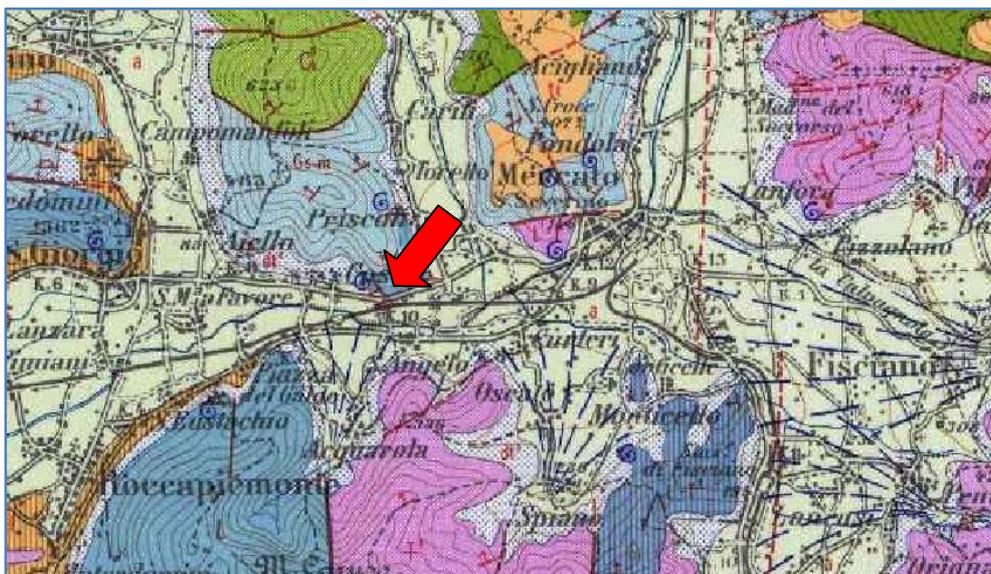


Figura 2: Stralcio Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100000. Foglio 185-Salerno.

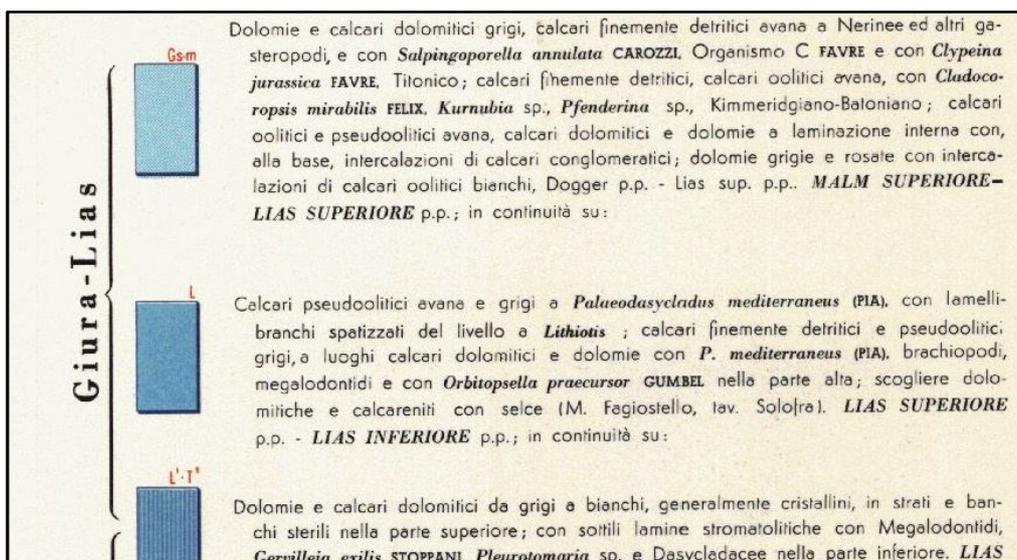


Figura 3: legenda della Carta Geologica riportata in figura 2.

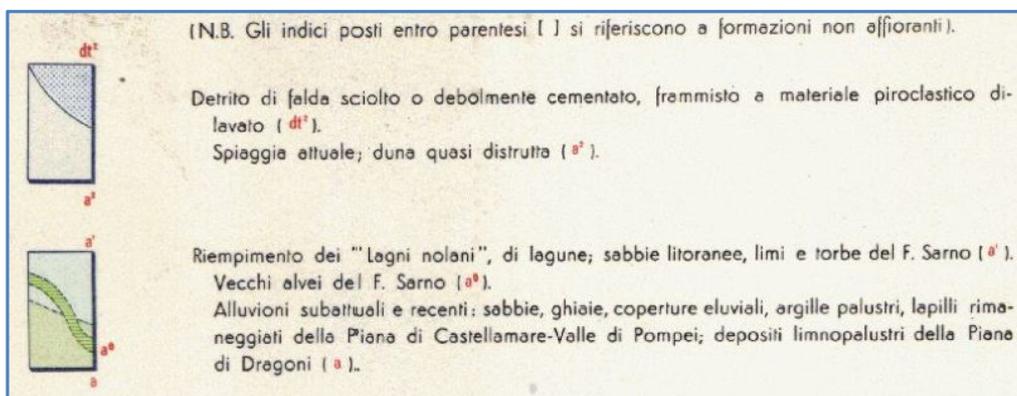


Figura 4: legenda della Carta Geologica riportata in figura 2.

La zona studiata è posta nella fascia pedemontana delle catene di natura calcareo-dolomitica che rientrano nell'evoluzione del bacino tirrenico meridionale, dovuti alla tettonizzazione della piattaforma Campano-Lucana, e rappresentano il risultato tra le fasi di rifting del Tirreno e le fasi di traslazioni compressive della catena appenninica; infatti, l'assetto strutturale dell'Appennino Campano-Lucano, è riconducibile a fasi compressive e traslative avvenute tra il Tortoniano e il Pleistocene inferiore. Le principali strutture delle formazioni carbonatiche hanno preso origine per sedimentazione in facies di retroscogliera con mare basso.

La qualità saliente che li caratterizza è l'alto grado di fratturazione, causato principalmente da movimenti di origine tettonica ed ulteriormente intensificato dall'alterazione chimica ad opera delle acque dilavanti e percolanti che disgregano la roccia in detrito di tipo limo-sabbioso. In affioramento presentano una colorazione grigio biancastra con frequenti patine gialle e rossastre causate dall'alterazione subaerea. Questi rilievi presentano generalmente elevata acclività su tutti i versanti e sono interessati da profondi valloni a forma di "V", subparalleli, che si dipartono dalla linea di cresta. Le vallecole ed i canali sono colmi di materiale piroclastico e di detrito carbonatico, e sono interessati direttamente dal deflusso delle acque superficiali. Sulla serie carbonatica si rinvencono i prodotti vulcanici attribuibili al Monte Somma ed al Vesuvio costituiti da tufi incoerenti, piroclastiti rimaneggiate e livelli di pomici. Le piroclastiti ed i loro prodotti di alterazione coprono in maniera discontinua il massiccio carbonatico, con spessori anche di vari metri, genericamente crescenti dalla sommità alle zone di valle. Generalmente, alla base dei versanti è presente un'abbondante coltre detritica sciolta frammista a materiale vulcanico-colluviale, costituita da clasti calcarei a spigoli vivi anche di notevoli dimensioni, provenienti dalla disgregazione meccanica del substrato carbonatico. L'assetto altimetrico attuale dell'area di studio è dovuto alla fase tettonica di 0,75 milioni di anni fa, che ha determinato un sistema di faglie e di fratture con andamento generalmente appenninico (NW-SE).

I versanti di faglia derivanti da questa fase, durante i climi caratteristici degli intervalli freddi del Pleistocene, sono stati modellati determinando la rapida evoluzione delle scarpate, attestandosi su pendenze medie intorno ai 25-30°, secondo il modello di “cliff recession” individuato da Lehmann, producendo imponenti falde detritiche e conoidi alluvionali che hanno ingombrato le valli e colmato i bacini lacustri. A quest’intervallo appartiene anche l’attività vulcanica della Piana Campana con la formazione del complesso vulcanico Somma-Vesuvio alla fine del Pleistocene superiore.

Alle azioni esercitate dai movimenti tettonici si deve lo smembramento del substrato calcareo-dolomitico, ascrivibile alla successione mesozoica dell’unità della piattaforma Campano-Lucana, e la formazione di faglie lungo direttrici tettoniche ortogonali tra di loro. Lungo alcune di queste evidenze tettoniche insiste il torrente Solofrana, la cui depressione valliva originaria è oggi ricoperta da una coltre detritica e piroclastica che arriva anche fino a 50 m lungo l’asse vallivo, formatasi in seguito agli apporti sedimentari del fiume stesso e dei suoi tributari e all’accumulo di materiale piroclastico, ivi depositatosi dopo trasporto eolico e successivo rimaneggiamento delle acque superficiali. I versanti sono ricoperti, invece, da una copertura detritico-piroclastica che costituisce accumuli localizzati in corrispondenza di concavità morfologiche ed ai piedi dei rilievi bordieri, allo sbocco delle principali aste torrentizie, dove si fondono con i sedimenti di valle.

E’ possibile distinguere i seguenti complessi idrogeologici:

- *Complesso dolomitico*: si presenta permeabile per fratturazione, quasi sempre estremamente tettonizzato e raramente carsificato, a causa della poca solubilità delle dolomie, con grado di permeabilità relativa medio-alto.
- *Complesso calcareo*: è caratterizzato da un alto grado di permeabilità per fratturazione e carsismo, costituendo l’acquifero principale della zona.
- *Complesso piroclastico-detritico-alluvionale*: prevalentemente permeabile per porosità; l’alternanza di granulometrie da sottili a grossolane rende il grado di permeabilità medio-basso.

L'eterogeneità litologica e strutturale dell'area si riflette sulla circolazione idrica sotterranea, in quanto i litotipi carbonatici sono interessati da una circolazione idrica profonda, mentre le zone vallive e sub-pianeggianti presentano una circolazione superficiale; quest'ultima è modesta ed avviene maggiormente lungo gli impluvi, mentre si ha una certa infiltrazione lungo le fratture e i giunti di stratificazione nella coltre alterata superficiale. All'interno del complesso alluvionale si possono instaurare delle falde sovrapposte, con deflusso preferenziale nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa.

III. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DEL SITO D'INDAGINE E COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA

Le opere da realizzare si possono ritenere adottabili in quanto non interferiscono sulla sicurezza del territorio in base ai criteri definiti dal quadro normativo che disciplina la formazione dei piani stralci per l'assetto idrogeologico dettati dall'Autorità di Bacino di competenza.

L'opera infatti non comporta peggioramenti delle attuali condizioni ed è tesa alla mitigazione del rischio idrogeologico.

In allegato alla presente relazione si riportano gli stralci delle carte tematiche redatte dall'AdB competente.

Per quanto riguarda le condizioni topografiche dell'area interessata dalla struttura di progetto essa risulta ascrivibile alla categoria "T2": pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ (Tab. 3.2.III – NTC 2018).

Le attività previste possono ritenersi consentite perché tali da:

- ✓ migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di sicurezza del territorio e di difesa del suolo
- ✓ non costituire in nessun caso un fattore di aumento del rischio da dissesti di versante
- ✓ non costituire elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistenti
- ✓ non pregiudicare le sistemazioni definitive delle aree a rischio né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente
- ✓ garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza del cantiere, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente
- ✓ limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo, impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio
- ✓ impiegare, ove possibile, tecniche a basso impatto ambientale

L'area di interesse progettuale è caratterizzata da una stratigrafia che si può ricondurre ad una successione di prodotti piroclastici sabbioso - limosi per circa 5m (Litotipo 1) poggianti su di un livello di detrito carbonatico sabbioso - ghiaioso (Litotipo 2), dello spessore di 2÷3m, che passa a roccia carbonatica fratturata (Litotipo 3) certamente presente fino ad almeno 30 metri di profondità.

In base a dati e conoscenze pregresse ai litotipi appena descritti possono mediamente attribuirsi i principali parametri geotecnici medi riportati di seguito: non sono state effettuate indagini geologiche specifiche e puntuali quindi i suddetti parametri geotecnici sono da considerarsi solo indicativi e si rimanda alle successive fasi progettuali una caratterizzazione geotecnica e stratigrafica più dettagliata ed attendibile.

Litotipo 1: piroclastiti sabbioso - limose

- Peso di volume naturale (γ): 1,6 t/m³
- Coesione (c): 0,05 Kg/cm²
- Angolo di attrito (φ): 27°
- Modulo edometrico (Ed): 3 MPa

Litotipo 2: detrito carbonatico sabbioso – ghiaioso

- Peso di volume naturale (γ): 1,8 t/m³
- Coesione (c): 0 Kg/cm²
- Angolo di attrito (φ): 29°
- Modulo edometrico (Ed): 8 MPa

Litotipo 3: roccia carbonatica fratturata

- Peso di volume naturale (γ): 1,9 t/m³
- Coesione (c): 2 Kg/cm²
- Angolo di attrito (φ): 33°
- Modulo edometrico (Ed): 15 MPa

Per quanto riguarda il coefficiente di reazione del terreno, detto anche costante di sottofondo o coefficiente di Winkler, è normalmente indicato come K1 [kgf/cm²]. La costante di sottofondo rappresenta una forza esercitata sul suolo elastico alla Winkler, su un'area di 1 cm² che provoca l'abbassamento di 1 cm.

Per *suolo alla winkler* si intende un suolo puramente ideale, paragonabile ad un letto di molle, un terreno perfettamente elastico, che ha la comodità di essere usato con facilità nei calcoli e presenta sufficienti attinenze alla maggioranza dei casi reali.

Tale costante non è affatto una proprietà intrinseca del terreno, ma dipende da forma e dimensioni della fondazione, dalla distribuzione dei carichi agenti, dalla stratigrafia e dalla composizione fisica del suolo.

Da precedenti considerazioni emerge come questa grandezza K1 sia molto spesso tutt'altro che costante per una fondazione ampia, che coinvolge una volumetria di terreno poco omogenea.

Occorrono molte e costose indagini geotecniche per appurare con esattezza il valore più idoneo ma si possono considerare dei valori cautelativi, utilizzando dei coefficienti di sicurezza appropriati, per il calcolo progettuale e le verifiche strutturali delle fondazioni e della sovrastruttura.

Di seguito vengono proposti i valori indicativi per il coefficiente di sottofondo K_1 .

- Terreno con sabbia sciolta : $K_1 = 0.7 - 2.1$ [kgf/cm^3] (Litotipo 1).
- Terreno con sabbia media : $K_1 = 2.1 - 10.8$ [kgf/cm^3] (Litotipo 2).
- Terreno con ghiaia mediamente addensata: $K_1 = 10.0 - 30.0$ [kgf/cm^3] (Litotipo 3).

I dati ottenuti da una campagna freaticometrica effettuata nell'area sono concordanti con le caratteristiche idrogeologiche e non mostrano la presenza di una falda acquifera sia entro le profondità geotecnicamente significative che entro i 15 metri di profondità dal p.c. quindi la zona può essere esclusa dalla verifica alla liquefazione dei terreni.

IV. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il territorio comunale di Mercato S. Severino (SA), a seguito della riclassificazione sismica del 2002 effettuata dalla Regione Campania, è classificato in II categoria - $S=9$ - $a_g=0.25g$ (Figura 5).

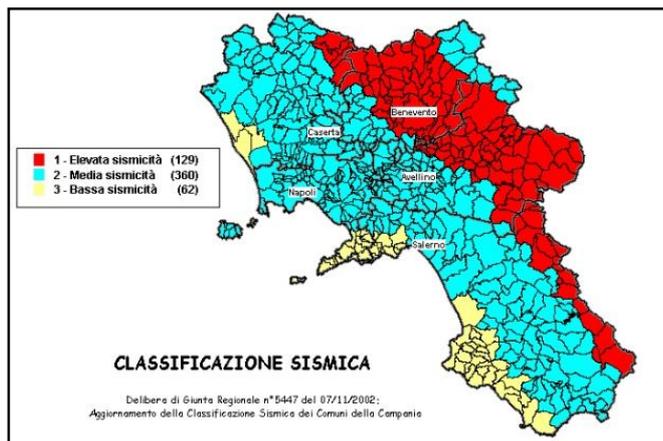


Figura 5: Classificazione sismica del 2002 dei comuni della regione Campania. Zona 1, valore di $a_g=0.35g$; Zona 2, valore di $a_g=0.25g$; Zona 3, valore di $a_g=0.15g$.

Inoltre, la mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica (Figura 6), disponibile on-line sul sito dell'INGV di Milano, indica che il territorio comunale di Mercato S. Severino (SA) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.150 e 0.175 (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

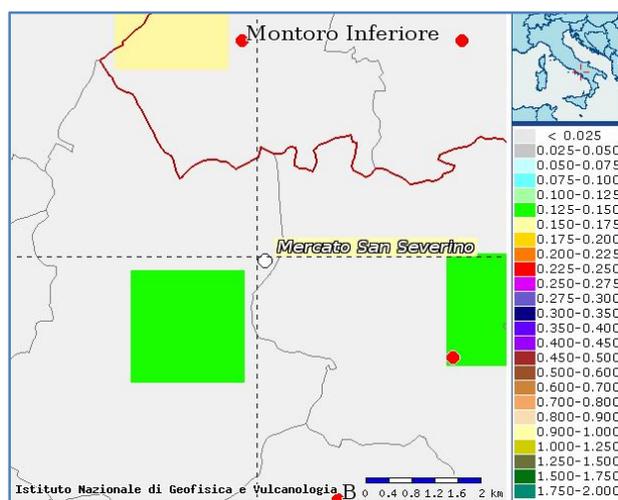


Figura 6: Mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV di Milano - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

Per la determinazione della categoria di suolo è possibile utilizzare la tecnica M.A.S.W. con la quale si attuerà una sorta di media armonica delle velocità (v_i) con pesi dati dagli spessori degli strati analizzati (h_i) attraverso il programma di analisi.

Tale media è rapportata allo spessore standard di 30 metri e si può riferire alla relazione da usare nel modo seguente:

$$V_{Seq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Secondo la normativa vigente (D.M. 17/01/2018), ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si può utilizzare un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

La categoria di suolo di fondazione dipende dai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_{Seq} (in m/s).

Le V_{Seq} sono intese come V_{s30} se non si è in presenza di uno strato con $V_s > 800$ m/s entro i primi 30 m di profondità e quindi nella formula per il calcolo delle V_{Seq} il parametro "H" viene considerato pari a 30.

Nella fattispecie i valori delle V_s ottenute da indagini eseguite in aree prossimali dalle caratteristiche geologiche simili fanno sì che al sito investigato possa essere attribuita la categoria di sottosuolo "B" (Tabella 1).

Ancora una volta si rimanda alle successive fasi progettuali per una caratterizzazione geofisica più dettagliata ed attendibile.

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>Depositati 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>Depositati 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</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 1: categorie di suolo di fondazione.

V. CONCLUSIONI

Le indagini geologiche e le conoscenze pregresse hanno permesso di identificare le formazioni presenti nel sito oggetto di studio fornendo lo stato dei tipi litologici, delle strutture e dei caratteri fisici del sottosuolo.

Sono stati illustrati e caratterizzati gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici, fisici e sismici ed è stato fornito un modello geologico del sottosuolo.

La presente relazione geologica deve comunque considerarsi solo preliminare: si rimanda alle successive fasi progettuali una caratterizzazione geotecnica, geofisica e stratigrafica più dettagliata ed attendibile.

VI. ALLEGATI

- ✓ Planimetria generale di progetto.
- ✓ Risposta sismica locale.
- ✓ Carte tematiche redatte nell'ambito del P.U.C. di Mercato San Severino.
- ✓ Sezione geologica redatta nell'ambito del P.U.C. di Mercato San Severino.
- ✓ Carte tematiche dell'AdB.

Il Tecnico

Dr. Geol. Francesco Torello



PLANIMETRIA GENERALE DI PROGETTO



RISPOSTA SISMICA LOCALE

È noto da tempo che i danni che si manifestano durante un terremoto possono avere dimensioni molto diverse in località tra loro vicine a causa di una differente risposta sismica locale; ad esempio, per lo stesso sisma registrato da strumenti identici e a breve distanza reciproca, uno posto su di una coltre alluvionale di 200m di spessore, l'altro su rocce cristalline, fu rilevato un rapporto di ampiezza pari a 5 corrispondente a circa 2 unità della scala sismica delle intensità (Carrara et al., 1992). D'altra parte, lo stesso concetto di magnitudo tiene conto di ciò, legando la sua valutazione all'ampiezza del moto del suolo normalizzata sia mediante una funzione di attenuazione con la distanza, sia mediante un coefficiente di stazione e quest'ultimo è legato, appunto, alla diversa risposta dei siti di registrazione ad uno stesso evento sismico.

Questo fenomeno fu notato per la prima volta un secolo fa quando, durante il tristemente noto terremoto di S. Francisco del 1906, edifici praticamente identici per forma, dimensioni e materiali impiegati, subirono danni sensibilmente diversi (alcuni edifici subirono crolli totali mentre altri subirono danni praticamente trascurabili).

È ormai assodato che le caratteristiche con cui si presenta un sisma in un dato sito sono fortemente dipendenti oltre che dalle caratteristiche della sorgente, dalle modalità di emissione dell'energia e dalla distanza ipocentrale, soprattutto da fattori di risposta locale che modificano la composizione spettrale del sisma. In sostanza la risposta sismica locale è l'azione di filtro e d'amplificatore esercitata localmente dagli strati più superficiali del terreno sovrapposti ad un basamento roccioso; essa è l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo a una formazione rocciosa di base (substrato o bedrock), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti (deposito di copertura) fino alla superficie.

Per una corretta valutazione della risposta sismica locale è quindi indispensabile calcolare gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto.

La valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata tramite l'utilizzo del software sperimentale SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato a cura del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ed utilizzando le risultanze della prospezione sismica MASW precedentemente descritta.

Gli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio SLD (Stato Limite di Danno) e allo Stato Limite Ultimo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita).

In un primo stadio è stata individuata la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto S1 dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi alla strategia di progettazione prescelta (Vita nominale della costruzione - $V_N \geq 50$ anni; Coefficiente d'uso della costruzione - $C_U = 1$ - Classe d'uso della costruzione II) ed all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV).

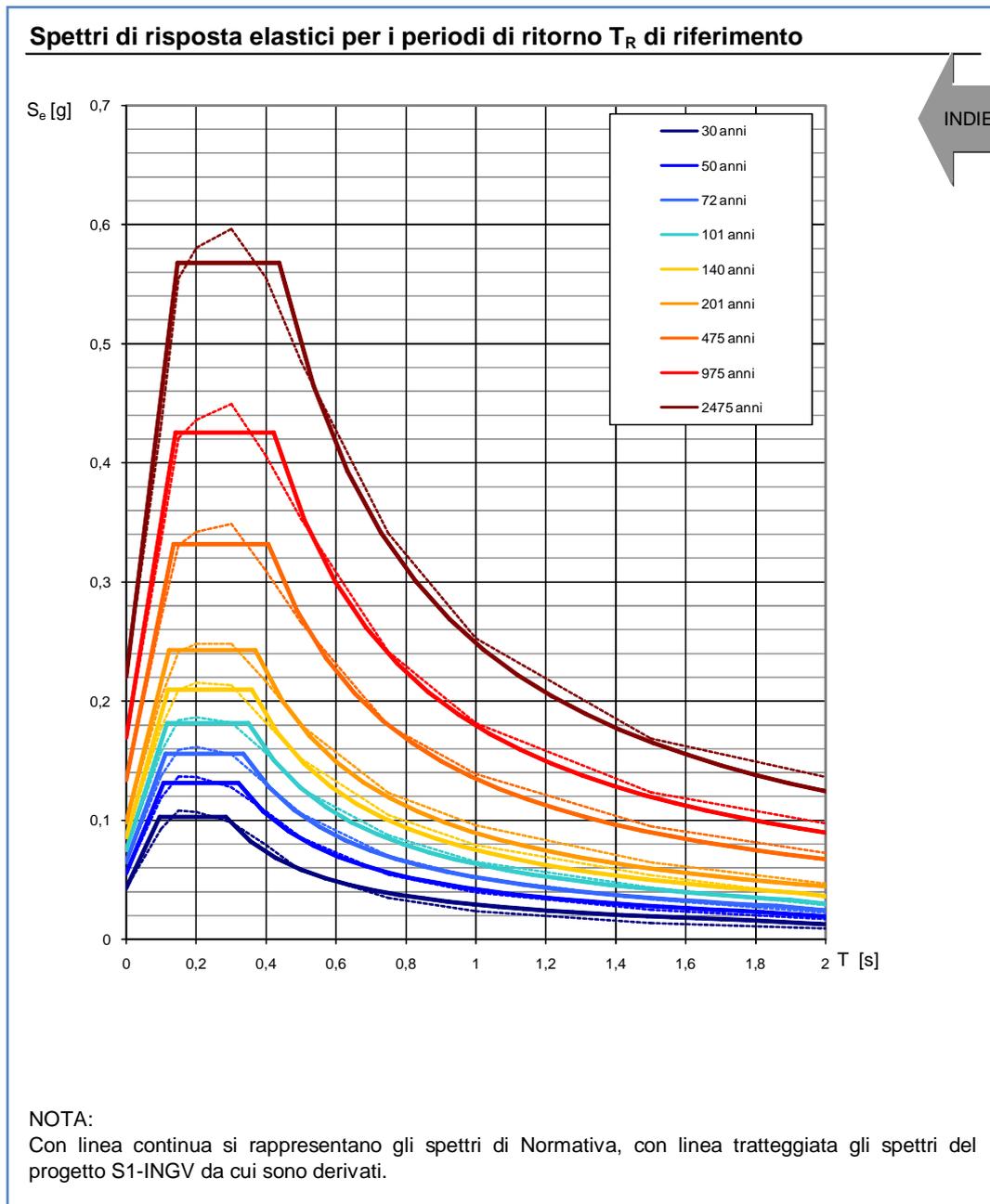
Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di suolo "B" - categoria topografica "T2") individuata nell'area oggetto di indagine.

PUNTO DI COORDINATE LONG. 14.716686 – LAT. 40.782589

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0,043	2,368	0,285
50	0,056	2,363	0,321
72	0,065	2,398	0,335
101	0,075	2,417	0,349
140	0,086	2,447	
201	0,098	2,465	
475	0,134	2,479	0,406
975	0,169	2,512	0,422
2475	0,220	2,579	0,438

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito; 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.



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti		Punti dello spettro di risposta	
STATO LIMITE	SLD	T [s]	Se [g]
a _g	0,056 g	0,000	0,067
F _v	2,363	0,148	0,066
T _c	0,321 s	0,443	0,066
S _c	1,200	0,509	0,057
C _c	1,381	0,574	0,051
S _v	1,000	0,640	0,046
q	2,400	0,706	0,041
		0,772	0,038
		0,837	0,035
		0,903	0,032
		0,969	0,030
		1,034	0,028
		1,100	0,027
		1,166	0,025
		1,231	0,024
		1,297	0,022
		1,363	0,021
		1,429	0,020
		1,494	0,020
		1,560	0,019
		1,626	0,018
		1,691	0,017
		1,757	0,017
		1,823	0,016
		1,926	0,014
		2,030	0,013
		2,134	0,012
		2,237	0,011
		2,341	0,010
		2,445	0,009
		2,549	0,008
		2,652	0,008
		2,756	0,007
		2,860	0,006
		2,963	0,006
		3,067	0,006
		3,171	0,005
		3,274	0,005
		3,378	0,005
		3,482	0,004
		3,585	0,004
		3,689	0,004
		3,793	0,004
		3,896	0,004
		4,000	0,003

Parametri dipendenti	
S	1,200
η	0,417
T _B	0,148 s
T _C	0,443 s
T _D	1,823 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_s \cdot S_p$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_c / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_c \cdot T_c$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$

$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$

$T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$

$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$

Lo spettro di progetto $S_p(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_s(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

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

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti		Punti dello spettro di risposta	
STATO LIMITE	SLD	T [s]	Se [g]
a _g	0,018 g	0,000	0,019
S _c	1,000	0,050	0,028
S _v	1,000	0,150	0,028
q	1,500	0,235	0,018
T _B	0,050 s	0,320	0,013
T _C	0,150 s	0,405	0,010
T _D	1,000 s	0,490	0,009
		0,575	0,007
		0,660	0,006
		0,745	0,006
		0,830	0,005
		0,915	0,005
		1,000	0,004
		1,094	0,004
		1,188	0,003
		1,281	0,003
		1,375	0,002
		1,469	0,002
		1,563	0,002
		1,656	0,002
		1,750	0,001
		1,844	0,001
		1,938	0,001
		2,031	0,001
		2,125	0,001
		2,219	0,001
		2,313	0,001
		2,406	0,001
		2,500	0,001
		2,594	0,001
		2,688	0,001
		2,781	0,001
		2,875	0,001
		2,969	0,000
		3,063	0,000
		3,156	0,000
		3,250	0,000
		3,344	0,000
		3,438	0,000
		3,531	0,000
		3,625	0,000
		3,719	0,000
		3,813	0,000
		3,906	0,000
		4,000	0,000

Parametri dipendenti	
F _v	0,753
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_s \cdot S_p$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = 1/q$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$F_v = 1,35 \cdot F_s \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

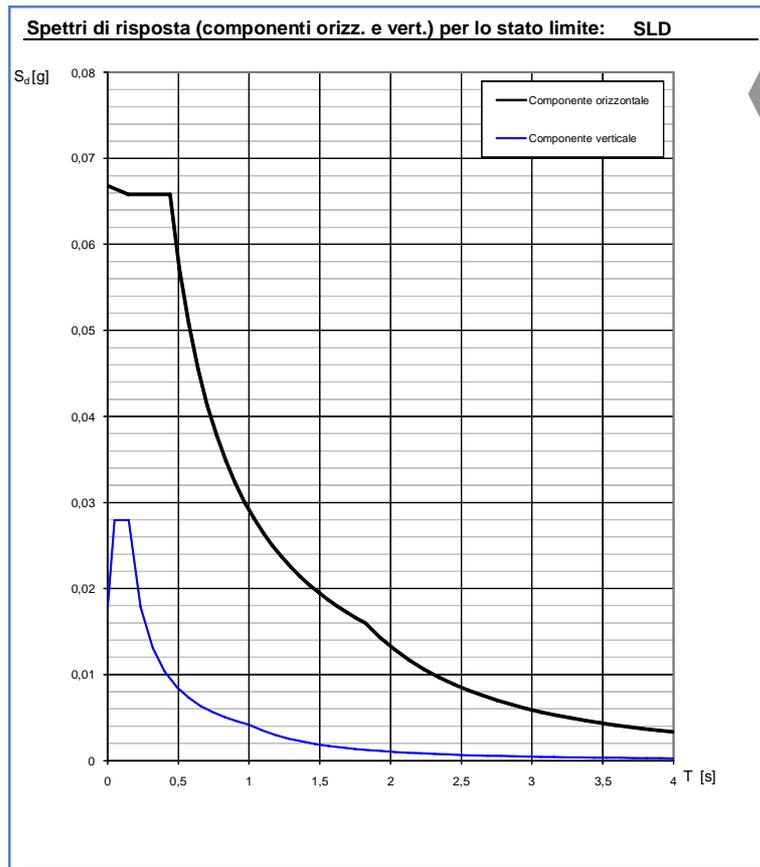
$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$

$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$

$T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$

$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
a_g	0,134 g
F_o	2,479
T_c	0,000 s
S_a	1,200
C_d	0,000
S_T	1,000
g	2,400

Parametri dipendenti	
S	1,200
η	0,417
T_B	0,000 s
T_C	0,000 s
T_H	2,135 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_a \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{0,5 + \frac{1}{q}} \geq 0,55; \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_c / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_d \cdot T_c$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$ $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$

$T_B \leq T < T_C$ $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$ $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \left(\frac{T_C}{T} \right)$

$T_D \leq T$ $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta	
T [s]	Se [g]
0,000	0,161
0,000	0,166
0,000	0,166
0,102	0,027
0,203	0,027
0,305	0,027
0,407	0,027
0,508	0,027
0,610	0,027
0,712	0,027
0,813	0,027
0,915	0,027
1,017	0,027
1,119	0,027
1,220	0,027
1,322	0,027
1,424	0,027
1,525	0,027
1,627	0,027
1,729	0,027
1,830	0,027
1,932	0,027
2,034	0,027
2,135	0,027
2,234	0,027
2,313	0,027
2,402	0,027
2,491	0,027
2,579	0,027
2,668	0,027
2,757	0,027
2,846	0,027
2,935	0,027
3,023	0,027
3,112	0,027
3,201	0,027
3,290	0,027
3,378	0,027
3,467	0,027
3,556	0,027
3,645	0,027
3,734	0,027
3,822	0,027
3,911	0,027
4,000	0,027

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

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti	
STATO LIMITE	SLV
a_{ov}	0,066 g
S_a	1,000
S_v	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti	
F_v	1,224
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_a \cdot S_v$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = 1/q$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$F_v = 1,35 \cdot E_g \cdot \left(\frac{a_{ov}}{g}\right)^{0,5}$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$0 \leq T < T_B$ $S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$

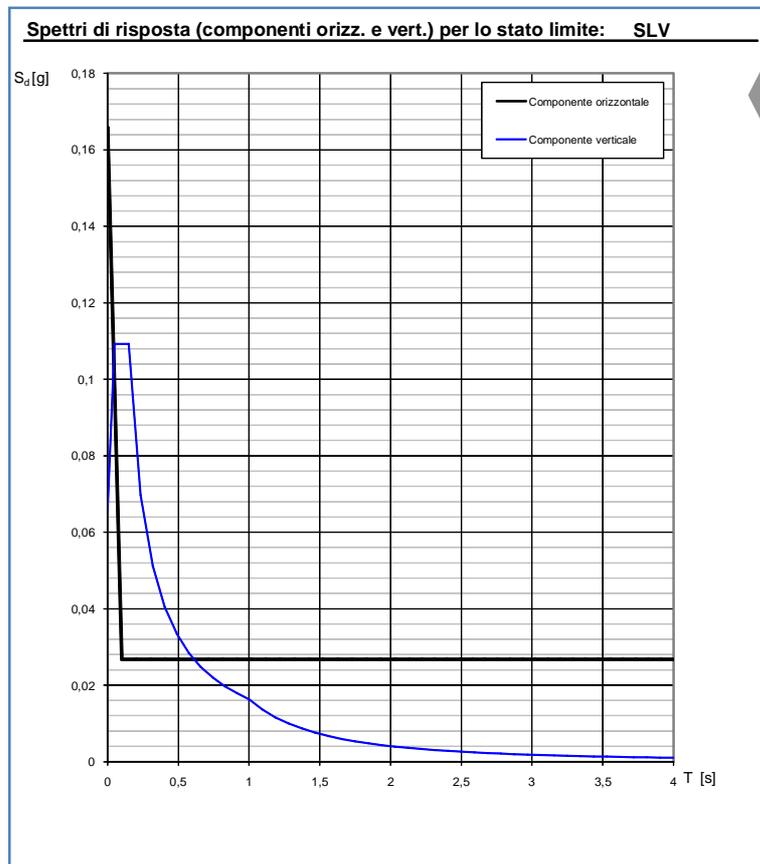
$T_B \leq T < T_C$ $S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$

$T_C \leq T < T_D$ $S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$

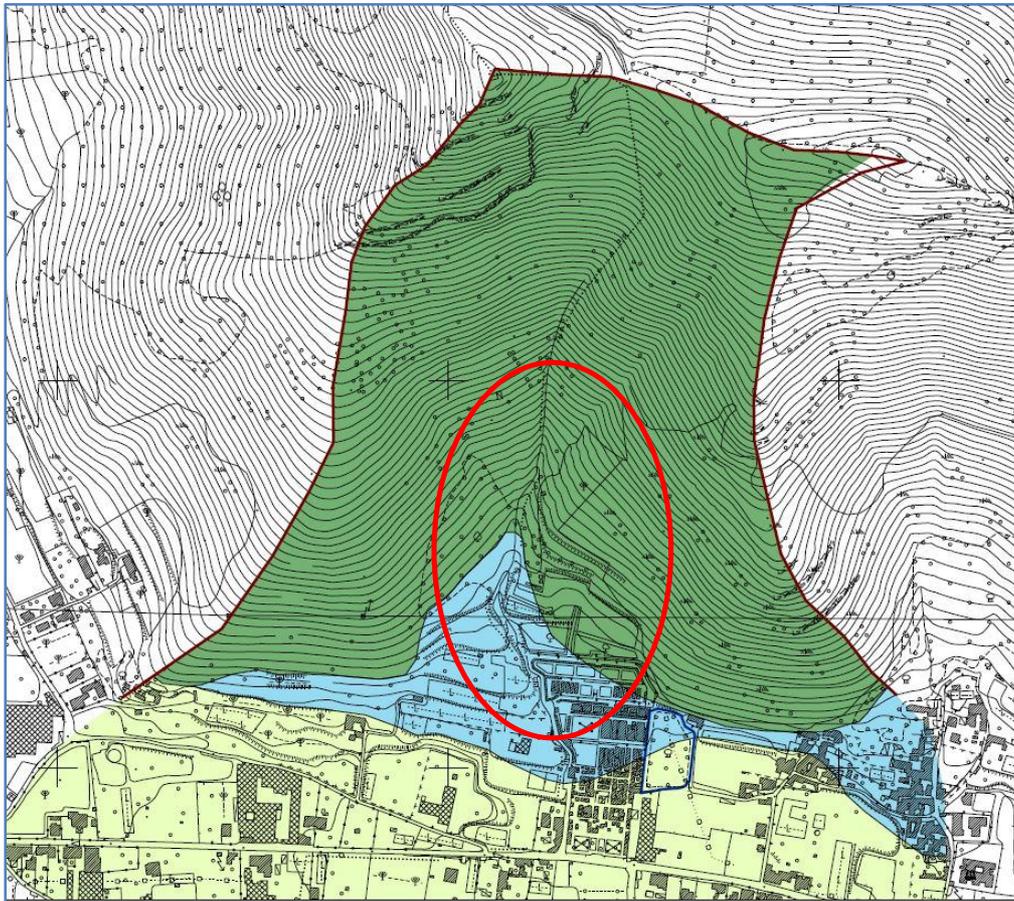
$T_D \leq T$ $S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$

Punti dello spettro di risposta	
T [s]	S _s [g]
0,000	0,066
0,050	0,109
0,150	0,109
0,235	0,070
0,320	0,051
0,405	0,040
0,490	0,033
0,575	0,028
0,660	0,025
0,745	0,022
0,830	0,020
0,915	0,018
1,000	0,016
1,094	0,014
1,188	0,012
1,281	0,010
1,375	0,009
1,469	0,008
1,563	0,007
1,656	0,006
1,750	0,005
1,844	0,005
1,938	0,004
2,031	0,004
2,125	0,004
2,219	0,003
2,313	0,003
2,406	0,003
2,500	0,003
2,594	0,002
2,688	0,002
2,781	0,002
2,875	0,002
2,969	0,002
3,063	0,002
3,156	0,002
3,250	0,002
3,344	0,001
3,438	0,001
3,531	0,001
3,625	0,001
3,719	0,001
3,813	0,001
3,906	0,001
4,000	0,001

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



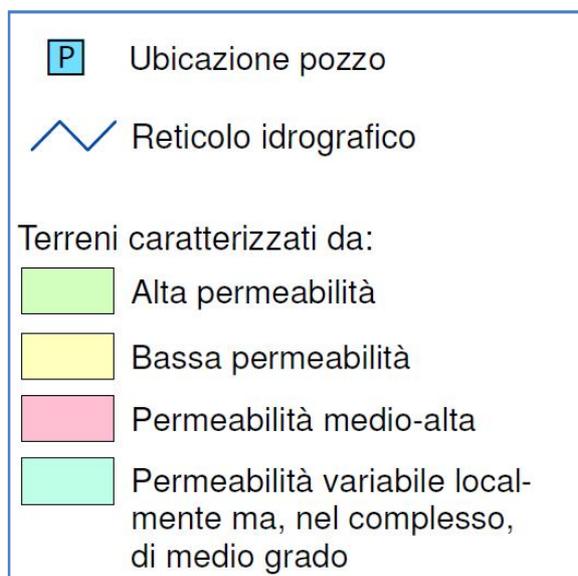
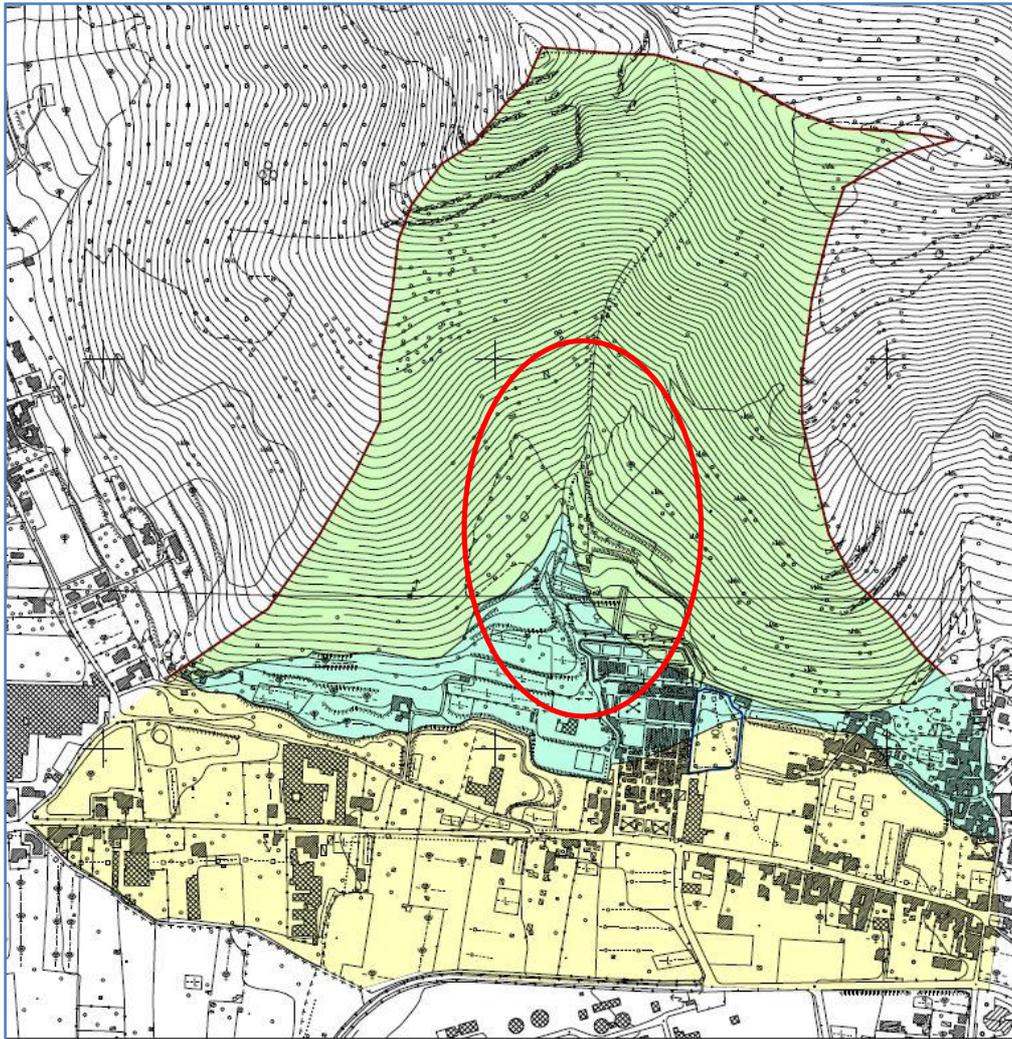
CARTA GEOLITOLOGICA



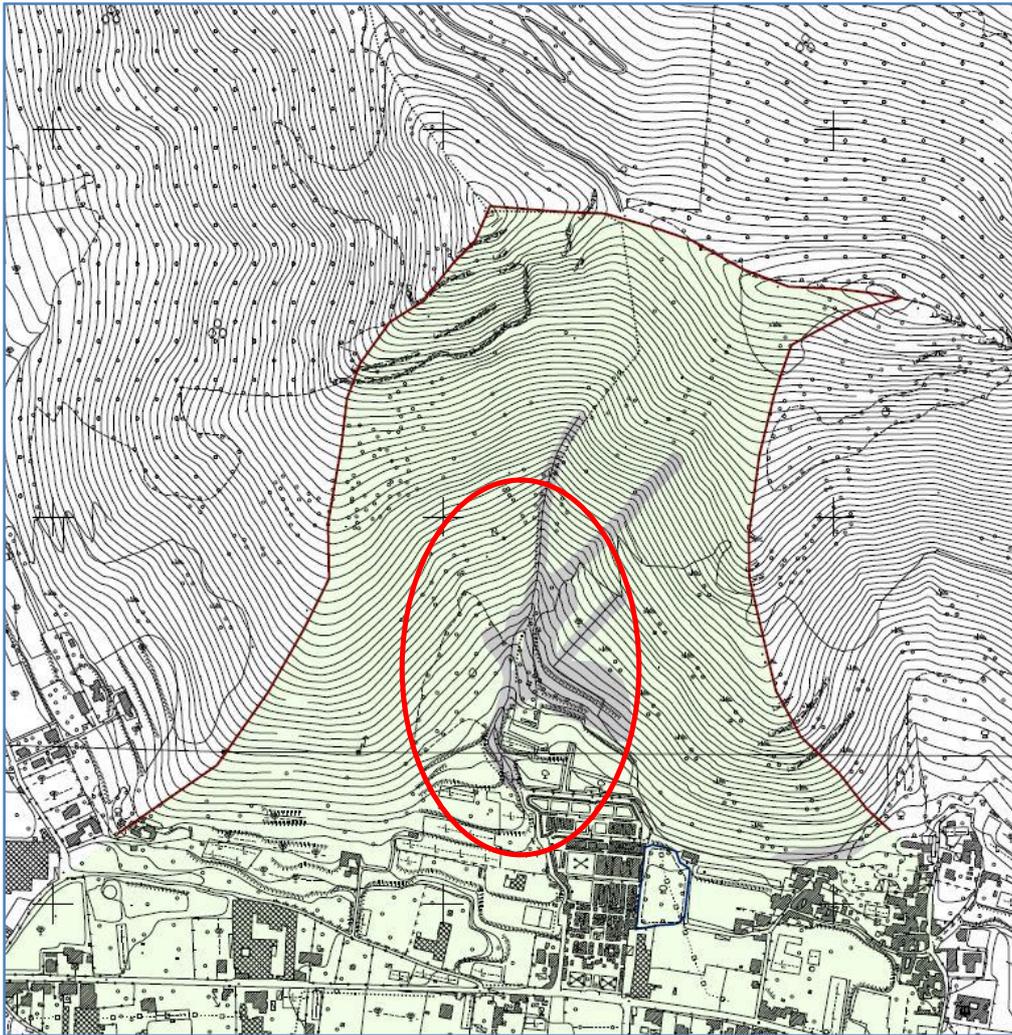
Legenda:

-  Detrito di falda
-  Depositi piroclastici e alluvionali
-  Copertura piroclastica
-  Complesso calcareo
-  Dolomie in strati e banchi
-  Faglia
-  Faglia presunta o di posizione incerta
-  Giaciture

CARTA IDROGEOLOGICA



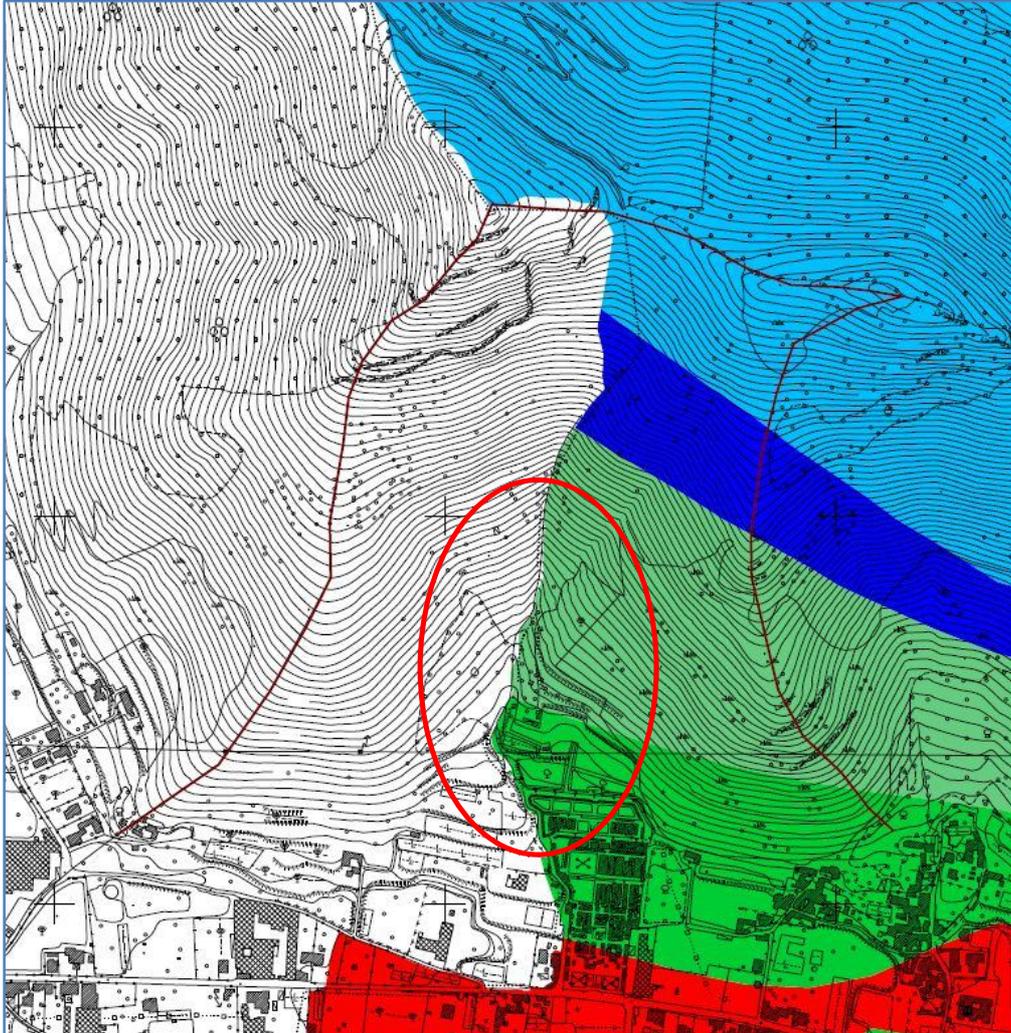
CARTA DELLA STABILITA'



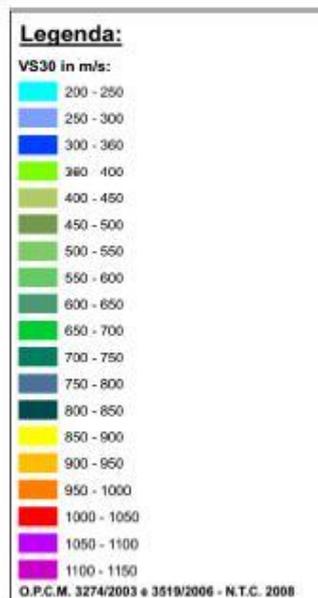
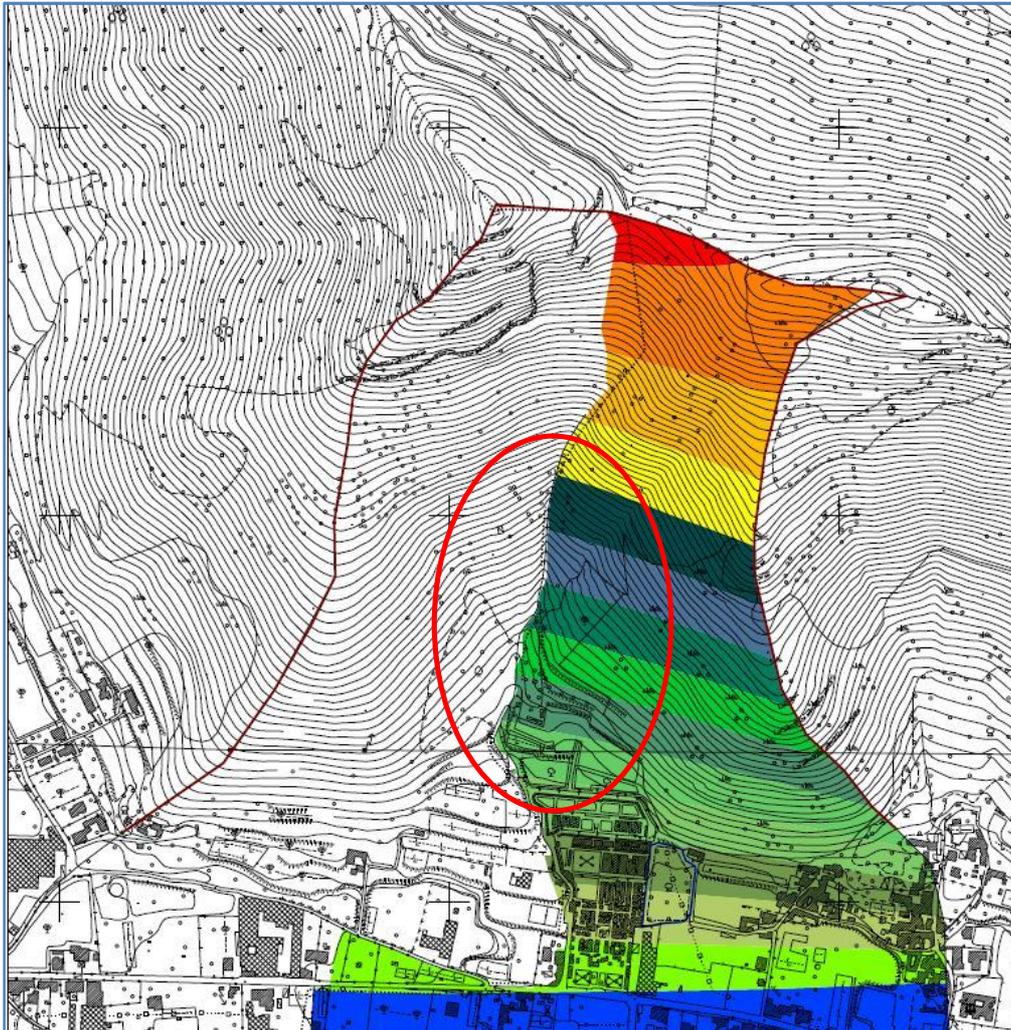
Legenda:

-  Area stabile
-  Area potenzialmente instabile
-  Area instabile

CARTA DELLA ZONAZIONE DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SISMICA (PGA)



CARTA DALLA ZONAZIONE DEL TERRITORIO IN PROSPETTIVA SISMICA (VS30)



SEZIONE GEOLOGICA

