COMUNE DI CATANZARO

SETTORE PROGETTAZIONE INFRASTRUTTURALE

PROGETTO ESECUTIVO DEI LAVORI DI CONSOLIDAMENTO DELLA FRAZIONE JANO' DEL COMUNE DI CATANZARO

CODICE INTERVENTO CZ/3862/1/007

TAV. N. 2.a	TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

GEOLOGIA

Dott. Geol. Fabio Procopio

Via Cosenza n. 36 88100 Catanzaro 0961738771

OTTOBRE 2012	IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Giuseppe CARDAMONE

INDICE

Premessa pag.2

Dati pluviometrici evento gennaio – marzo 2010..... pag.4

Indagini geognostiche, prove in situ e di laboratorio terre ……pag.5

Inquadramento geologico pag.7

Inquadramento geomorfologico ……..... pag.8

Caratteristiche idrografiche ed idrogeologiche pag.12

Caratterizzazione geolitologica e geomeccanica dei terreni indagati ……..... pag.14

Sismicità storica ……..... pag.17

Pericolosità sismica di base ……..... pag.19

Pericolosità e risposta sismica locale ……..... pag.23

Conclusioni pag.34

Allegati:

- Carta Topografica scala 1:25.000;
- Stralcio Cartografia Frane PAI scala 1:10.000
- Stralcio Cartografia Rischio PAI scala 1:10.000
- Stralcio Cartografia Master Plan scala 1:5.000
- Carta geomorfologica di raffronto al PAI scala 1:5.000;
- Carta Geologica scala 1:5.000;
- Carta Ubicazioni Indagini scala 1:5.000;
- Carta geomorfologica di dettaglio intervento 1 -2 scala 1:2.000;
- Carta Geomorfologica di dettaglio intervento 3 scala 1:2.000;
- Sezioni geologiche-1 scala 1:500;
- Sezioni geologiche-2 scala 1:500;
- Rilievo di dettaglio/1 scala 1.2.000;
- Rilievo di dettaglio/2 scala 1:2.000.

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

PREMESSA

Il sottoscritto dr. geol. Fabio PROCOPIO è stato incaricato, con determina dirigenziale del 30.11.2010, per la redazione dello studio geologico relativo al progetto dei lavori di consolidamento da realizzarsi in località Ianò-Rombolotto. L'intervento rientra nell'Ordinanza del Commissario Delegato n. 4/3862/2010 del 30.07.2010 come intervento strutturale denominato CZ/3862/1/007 e ricade nelle aree a priorità d'intervento 1 del Master Plan di Catanzaro, approvato con G.M. n. 539 del 09.08.2010.
Il lavoro è condotto con riferimento alle disposizioni riportate nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni Decreto Ministeriale Infrastrutture 14.01.08, alla L.R 35/2009 e le Linee Guida "Studi di compatibilità geomorfologica relativi agli interventi per la mitigazione del rischio frana" del PAI Calabria.
L'intervento in oggetto è ubicato in località Ianò-Rombolotto del Comune di Catanzaro in un'area periferica sui versanti nord orientali del capoluogo e si compone di tre specifici interventi, per come riportati nello Stralcio Cartografia Master Plan.
Nel febbraio-marzo 2010 tutta la zona è stata interessata da un dissesto idrogeologico che ha coinvolto fabbricati e infrastrutture viarie d'importanza regionale e provinciale, come la SS109 bis, che collega la città di Catanzaro con il quartiere di S.Elia e la Sila e la Strada Provinciale 25, che collega Catanzaro con numerosi centri urbani della Presila (Magisano, Albi, Taverna, Sellia, ecc).
Nella Cartografia Ufficiale i territori interessati dall'intervento progettuale sono rinvenibili nel Foglio 575 sezione I "Catanzaro" della Carta Topografica d'Italia scala 1.25.000 I.G.M. e nel foglio 242 IV NE "Simeri Crichi" della Carta Geologica della Calabria scala 1:25.000.
Il presente studio si è avvalso di una campagna di indagini geognostiche e prove di laboratorio terre eseguita dalla Soc. Coop. CIGIT di Catanzaro.
Sul posto sono stati eseguiti una serie di rilievi atti a riconoscere e valutare:

- i lineamenti geomorfologici generali di tutta l'area;
- la conformazione geolitologica generale dell'area di progetto;
- le condizioni geotettoniche generali nel quale il sito sosta;
- i processi morfologici ed i dissesti in atto;
- lo stato idrogeologico superficiale e sotterraneo;
- la caratterizzazione sismica delle aree oggetto d'intervento;
- la parametrizzazione geomeccanica dei terreni affioranti.

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

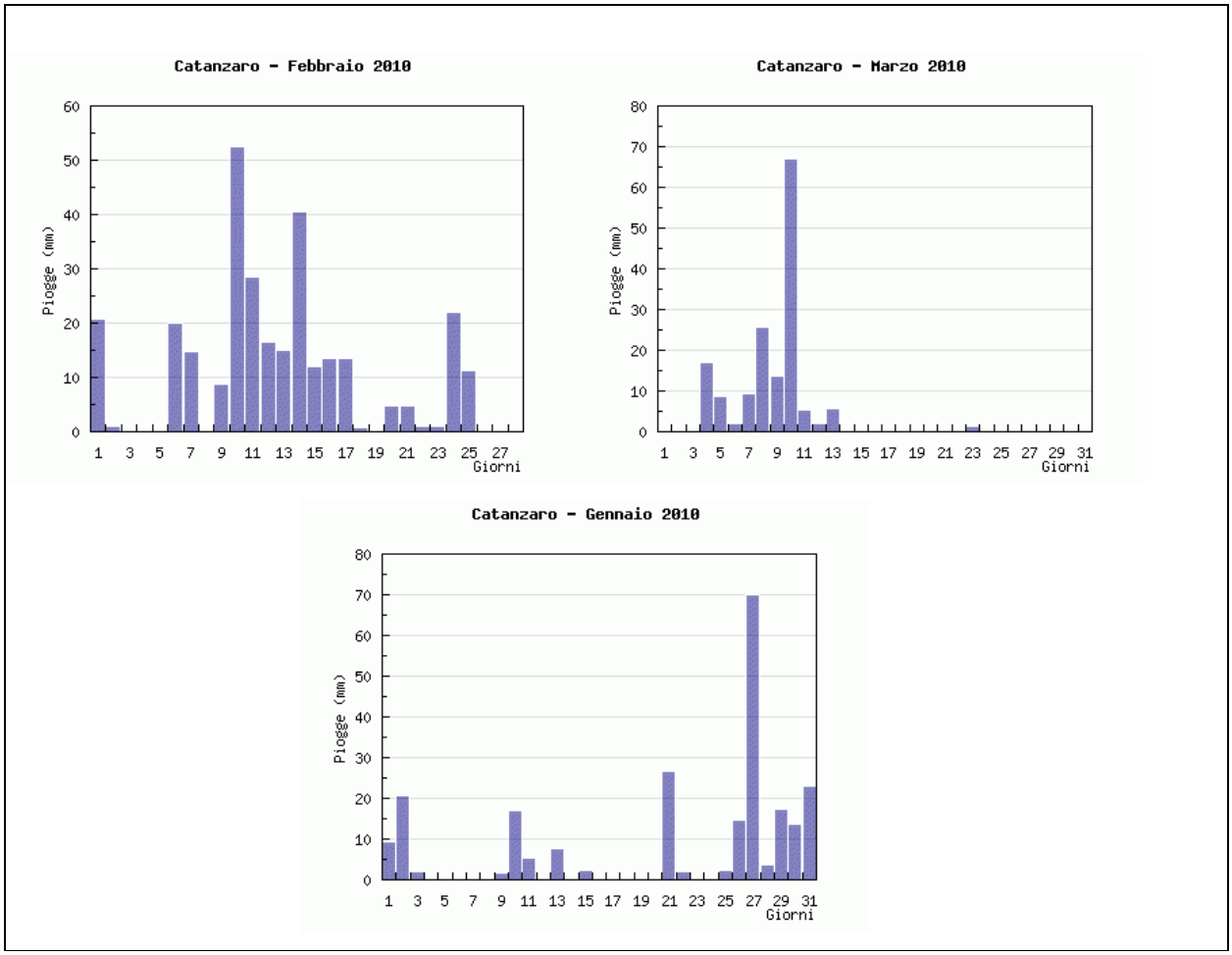
I risultati e le considerazioni scaturite nel corso dei rilevamenti effettuati e le conclusioni alle quali si è arrivati sono riportati nella presente relazione a cui si allegano i seguenti elaborati cartografici, che risultano essere parte integrante dello stesso:

1. Carta Topografica scala 1:25.000;
2. Stralcio Cartografia Frane PAI scala 1:10.000
3. Stralcio Cartografia Rischio PAI scala 1:10.000
4. Stralcio Cartografia Master Plan scala 1:5.000
5. Carta geomorfologica di raffronto al PAI scala 1:5.000;
6. Carta Geologica scala 1:5.000;
7. Carta Ubicazioni Indagini scala 1:5.000;
8. Carta geomorfologica di dettaglio intervento 1 -2 scala 1:2.000;
9. Carta Geomorfologica di dettaglio intervento 3 scala 1:2.000;
10. Sezioni geologiche-1 scala 1:500;
11. Sezioni geologiche-2 scala 1:500;
12. Rilievo di dettaglio/1 scala 1.2.000;
13. Rilievo di dettaglio/2 scala 1:2.000.

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

DATI PLUVIOMETRICI EVENTO GENNAIO-MARZO 2010

L'evento pluviometrico che ha comportato i fenomeni di dissesto idrogeologico nel quartiere Ianò di Catanzaro, ha coinvolto anche gran parte del territorio regionale. La stazione di riferimento per la raccolta dei dati pluviometrici è quella di Catanzaro (cod. 1850), dove è stato registrato, nella giornata del 10 febbraio 52.60 mm di pioggia, a cui è seguita 28.60 mm l'11 febbraio e 40.60 mm il 14 febbraio. Un altro evento pluviometrico di particolare intensità è stato registrato giorno 10 marzo con 67.00 mm.
Nei diagrammi di seguito riportati sono riassunti i giorni di pioggia dei mesi di gennaio, febbraio e marzo 2010.



A questo dato si può aggiungere la cumulativa degli ultimi 16 giorni a partire dall'evento scatenante del 11 febbraio, che raggiunge i 274,6 mm di pioggia, probabilmente questo

è il dato più significativo che ha innescato il dissesto idrogeologico in località Ianò-Rombolotto.

Di seguito sono riportate le registrazioni delle piogge dei 16 giorni precedenti l'11 febbraio.

Giorno	27/1	28/1	29/1	30/1	31/01	01/02	02/02	06/02	07/02	09/02	10/02	11/02	16 gg
mm	70	3.8	17.4	13.8	23.0	20.8	1.0	20.0	14.8	8.8	52.6	28.6	274.6

I dati sono stati acquisiti attraverso il sito www.cfd.calabria.it del Centro Funzionale Multirischi della Regione Calabria, cui sono state trasferite le funzioni del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale.

INDAGINI GEOGNOSTICHE, PROVE IN SITU E DI LABORATORIO TERRE

Il programma d'indagini geognostiche eseguito dalla Soc. Coop. CIGIT si è composto delle seguenti prove:

- n.° 8 Sondaggi a carotaggio continuo così eseguiti

TAB. N. 1	
Sondaggio	Profondità m
S1	30.00
S2	15.00
S2/bis	18.00
S3	26.00
S4	15.00
S5	30.00
S6	20.00
S7	30.00
S8	25.00

  Durante le perforazioni sono stati prelevati n.10 campioni indisturbati, sulle quali sono state eseguite le prove di laboratorio terre, n. 47 prove SPT. n. 10 prove di permeabilità in foro a carico variabile
- n.° 8 indagini sismici a rifrazione.
- n.2 indagini sismiche a tecnologia MASW.

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

I sondaggi a carotaggio e sismici sono stati ubicati in riferimento alle esigenze progettuali dei tre siti d'intervento, al fine di ricostruire il modello geologico di riferimento.

Per maggiore chiarezza con gli elaborati delle indagini geofisiche si precisa che :

- località Janò due case e località briglie ricadono nell' l'intervento 1;
- località Janò piscina ricade nell'intervento 2;
- località Palombara ricade nell'intervento 3.

Per un quadro completo nella tabella n.2 sono riassunte tutte le attività di analisi geognostica e sperimentale eseguite:

TAB n.°2

Sondaggio	**S1**	**S2**	**S2bis**	**S3**	**S4**	**S5**	**S6**	**S7**	**S8**	**Legenda**
Strumentazione	P	P	I		P	P		P		C.I.= Campione indisturbato;
G	2	1		2	1	1	1	1	1	G= granulometria;
C.I.	2	3		2	1	1	1	1	1	I= inclinometro;
SPT	7	3	3	5	4	7	5	7	5	P= piezometro;
T				1	1	1	1			T=Taglio diretto;
Tc	1			1				1	1	Tr= Taglio ciclico;
P.P.	1	1		2	1	1	2	1	1	P.P.Prova di permeabilità

Il posizionamento delle indagini è riportata nella Carta Ubicazioni indagini scala 1:5.000 e rilievo di dettaglio in scala 1:2.000.

In aggiunta a quanto eseguito, si precisa che i siti oggetto d'intervento progettuale sono compresi nelle aree in cui, il CNR IRPI di Cosenza sta svolgendo gli studi, le indagini e il monitoraggio per conto del Commissario Delegato OPCM n. 3862/2010 (*Protocollo d'intesa per la gestione dell'emergenza nel territorio del Comune di Catanzaro-Ianò – Convenzione per la consulenza tecnico-scientifica tra il commissario delegato ex opcm n.3862/2010 ed il CNR-IRPI*).

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il contesto geologico nel quale si colloca l'area in esame sono le estreme propaggini nord orientali della Stretta di Catanzaro, limite meridionale del Massiccio della Sila, nel settore centro-settentrionale della Calabria. La Stretta di Catanzaro (Tortoniano-Pleistocene inf.) s'inquadra nell'ambito geologico generale dell'edificio a falde che costituisce il nucleo della Catena Montuosa Calabra, morfologicamente è delimitata a nord dal Massiccio della Sila ed a Sud dal Massiccio delle Serre. La Stretta di Catanzaro, subsidente dal Tortoniano al Pleistocene inf., è costituita da sedimenti terrigeni (ruditi, sabbie ed argille) ed evaporitici (gessi e calcari) di età compresa tra il Serravalliano-Tortoniano e l'attuale, progradanti con pendenza da media a debole verso la costa ionica. Tali sedimenti poggiano in contatto, stratigrafico o tettonico, con i terreni cristallino metamorfici paleozoici.

Le litologie affioranti nei siti oggetto d'intervento, sono riconducibili principalmente ad una formazione sabbioso arenacea di età serravalliano tortoniano. Le sabbie e le arenarie hanno una grana da fine a grossolana e si presentano in banchi alternati di dimensioni da decimetriche a metriche e alcuni livelli presentano una frazione conglomeratica. All'interno della formazione sono presenti locali orizzonti argillosi e argillo-siltosi di spessore centimetrico e livelli di calcare finemente cristallino, non rinvenuti in affioramento ma ritrovati come clasti dal centimetro al decimetro lungo i versanti. I livelli arenacei si presentano abbastanza resistenti, anche alla presenza di saturazione d'acqua, di contro i banconi sabbiosi sono mediamente resistenti in condizioni secche e riducono drasticamente le loro caratteristiche in condizioni sature.

Tale formazione rappresenta il substrato geologico dell'intera area oggetto di intervento, dalle indagini eseguite lo strato è stimato con uno spessore di circa 50.00 metri e solo in alcuni punti e per limitate estensioni affiora in superficie, per il resto è ricoperto da una coltra sabbiosa limosa, spesso mista a materiale colluviale, sciolta o poco addensata (Carta Geologica scala 1:5.000). All'interno di questa coltre di copertura, in particolare presso le zone urbanizzate, è possibile rinvenire materiale di risulta, caotico ed eterogeneo con spessori di 1-2 metri.

Al di sotto dello strato di copertura i sondaggi hanno sempre individuato uno strato di sabbia limosa mediamente addensata, spesso circa 2.00 metri, interpretato come la porzione di alterazione in posto del substrato arenaceo.

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

La serie stratigrafica, al di sotto delle arenarie, continua con i conglomerati poligenici in matrice sabbiosa limosa di età miocenica, affioranti solo nella parte alta dell'area di studio in prossimità della S.P. 25.

La serie stratigrafica termina con le rocce di età paleozoica basali, costituite prevalentemente da scisti filladici e subordinatamente da granodioriti, non affioranti nell'area di studio.

La condizione strutturale della formazione affiorante risentono fortemente degli stress tettonici subiti e si presenta con superfici d'inclinazione con direzione NNE-SSW, immergenti verso ESE di circa 25-35°, tali da presentarsi, spesso, in affioramento a franapoggio rispetto al versante, con inclinazione maggiore del pendio. Questo tipo di assetto ha sicuramente influito sulla formazione delle superfici di distacco principali dei corpi franosi (attive e quiescenti) e probabilmente poco sull'attivazione delle superfici franose recenti.

Nella carta geologica allegata in scala 1:5.000 sono riportati i rapporti stratigrafici delle litologie descritte.

INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'analisi geomorfologica condotta con il rilievo di campagna con l'ausilio delle carte aerofotogrammetriche a diversa scala e l'esame stereoscopico delle aereofotografie, ha consentito di eseguire uno studio d'insieme delle forme superficiali.

Il paesaggio morfologico è quello tipico delle colline che si affacciano sulla costa ionica catanzarese all'interno della stretta di Catanzaro (Serravallaiano-Tortoniano-Pleistocene inf.), caratterizzate da una topografia ondulata e localmente con versanti a forte pendenza.

L'area oggetto dell'intervento, denominata Ianò-Rombolotto, è posta a quote variabili tra i 435 m e i 330 m sl.m e si estende lungo una dorsale morfologica, disposta in direzione NNW, che presenta intense aree urbanizzate, con versanti a forte pendenza, solcate da piccoli affluenti del fosso Carpinà, affluente in destra orografica del fiume Alli.

Analizzando il fenomeno franoso attraverso la visione ad ampio raggio che ci offre la Cartografia PAI in scala 1:10.000 allegata, s'individua un ambiente geomorfologico complesso e particolarmente fragile con macroscopiche zone franose a comportamento attivo e quiescente a rischio variabile da R4 a R2, che in occasione delle forti piogge del

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

febbraio-marzo 2010 e a causa di una selvaggia regimentazione delle acque superficiali, è parzialmente collassato.

I rilievi eseguiti confermano il quadro geomorfologico del PAI, i movimenti franosi risultano impostati su superfici di vecchie frane attive e quiescenti, originatesi probabilmente su i contatti stratigrafici dei conglomerati e le arenarie affioranti nella parte alta della dorsale che delimita i bacini idrografici del torrente Fiumarella e Fiume Alli. All'interno di questa ampia zona franosa, nel febbraio-marzo 2010, nell'area in studio, si sono innescate frane secondarie, con movimenti tipo scorrimento traslativo e colamento, sviluppatesi principalmente lungo i fondovalle delle piccole incisioni e le dorsali rocciose, costituite da arenaria miocenica, che caratterizzano la parte mediana della zona franosa sopra indicata. In tutta l'area di studio sono evidenti in superficie i classici elementi morfologici di un versante in frana, come: inclinazioni degli alberi ad alto fusto, irregolarità topografiche, rotture e contropendenze dei versanti, depressioni morfologiche, diffuse lesioni a strade, case e muri di recinzione.

L'area in cui si intende intervenire con il progetto di consolidamento (codice intervento CZ/3862/1/007) risulta particolarmente ampia ed è delimitata a Nord da Contrada Palombara, a sud da Contrada Sant'Anna, a ovest dal Fosso Carpinà e a est dalla strada Provinciale n. 25. Per la tipologia del dissesto presente nell'area, caratterizzato da singoli movimenti franosi, si è pensato bene di intervenire su tre singole zone per come evidenziato nello Stralcio del Master Plan di Catanzaro scala 1:5.000 e nella Carta Geomorfologica di raffronto al PAI scala 1:5.000.

Nel primo intervento è stato rilevato un corpo franoso con scorrimento di tipo traslativo, in testa, e di tipo colamento, a valle, con nicchie di distacco poste alla base degli edifici. La frana si allunga in destra orografica del fosso, che si immette nel torrente Carpinà, affluente del fiume Alli. L'asta torrentizia in questione presenta una accentuata erosione e necessita di una adeguata sistemazione e regimentazione, per limitare la velocità delle acque e il possibile scalzamento del versante posto in destra orografica, in particolare nei periodi di intense precipitazioni. In quest'area nell'aprile del 2012, si è attivato un piccolo fronte di frana che ha coinvolto il sondaggio S2 da poco eseguito. I rilievi sul posto hanno stabilito che, probabilmente, le cause sono da ricercare nell'accentuata erosione al piede del fosso durante le piogge dell'inverno 2011-2012. In merito a quanto accaduto si è intervenuti immediatamente con l'esecuzione di un sondaggio a carotaggio, posto poco più a monte attrezzato con inclinometro, che

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

permetterà all'Amministrazione Comunale di monitorare nel tempo il movimento franoso.

Dalle indagini geognostiche eseguite e dalla ricostruzione degli strati litologici, le superfici di frana e/o gli orizzonti litologici suscettibili di movimenti gravitativi presentano spessori che possono raggiungere i 4-7 metri, al di sotto del quale è presente la formazione arenacea con spessori litologici superiori ai 30.00 metri. All'interno del corpo franoso è stata individuata una superficie piezometrica, a circa 2.00 metri dal p.c., che costituisce uno dei principali elementi d'innesco del dissesto idrogeologico in atto e necessita di essere attentamente governata, con drenaggi in prossimità dell'opera di consolidamento prevista e a monte delle case esistenti.

Nel secondo intervento è presente un corpo franoso con scorrimento da traslativo a colamento e scarpate di frana poste a valle delle case, con superfici di scorrimento che possono raggiungere i 3-5 metri, al di sotto del quale è presente la formazione arenacea con spessori superiori ai 30.00 metri. All'interno del corpo franoso è stata rilevata una superficie piezometrica posta a circa 1.70 metri dal p.c. che deve essere attentamente monitorata perché rappresenta uno degli elementi di innesco del movimento franoso. Nella carta geomorfologica di dettaglio intervento 1 – 2 in scala 1:2.000 vengono riportati i corpi franosi descritti, con l'individuazione delle principali scarpate di frana, si evidenziano in particolare le fratture presenti a valle delle case del febbraio-marzo 2010 e le fratture lungo il fosso dell' aprile 2012.

Nel terzo intervento è presente un corpo franoso con scorrimento traslativo e componente a calamento, più ampio dei precedenti che si estende fino a raggiungere contrada Palombara con una scarpate di frana poste al di sotto della S.P. 25. All'interno del corpo franoso, durante i sondaggi, è stata rilevata una superficie piezometrica posta a circa 6-7 metri. Tale rilevazione è stata influenzata dalle forti pendenze e dalla presenza della nicchia di distacco ancora integra infatti, successivamente, attraverso il piezometro installato la falda è stata rilevata a circa 4.-5 metri dal p.c.. L'intervento progettuale deve tenere conto della presenza di questa circolazione d'acqua e intervenire per migliorare e stabilizzare il suo normale deflusso, che potrebbe creare riattivazioni del movimento franoso a valle

Dalle indagini geognostiche eseguite e dalla ricostruzione degli strati litologici, le superfici di frana e/o gli orizzonti litologici suscettibili di movimenti gravitativi presentano spessori che possono raggiungere i 4-6 metri, al di sotto del quale è presente la formazione arenacea con spessori superiori ai 30.00 metri.

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

Nella carta geomorfologica di dettaglio intervento 3 in scala 1:2.000 vengono riportati il corpo franoso descritto, con l'individuazione delle principali scarpate di frana e fratture, da evidenziare in particolare le fratture presenti a valle della S.P.25 del febbraio-marzo 2010, che potrebbero nel tempo ampliarsi con un movimento retrogressivo e coinvolgere l'importante arteria viaria. L'intervento deve salvaguardare con una struttura di contenimento la S.P. e ripristinare il drenaggio delle acque superficiali e d'infiltrazione.

Da quanto detto si ritiene nel complesso delle aree d'intervento che i movimenti franosi descritti abbiano un movimento attivo assimilabile ad uno scorrimento, limitato nella parte alta del corpo franoso e un movimento assimilabile a colata nella porzione inferiore. Le superfici di discontinuità risultano poco inclinate, inferiori a 10°,sub parallele al contatto tra le coltri di alterazione e il substrato arenaceo.

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE

Il sistema idrografico presente nell'area oggetto di studio appartiene al fosso Carpinà, affluente in destra orografica del Fiume Alli. Dai sopraluoghi eseguiti, in particolare durante la fase emergenziale del febbraio-marzo 2010, si è rilevato che il sistema idrografico principale è privo di alcuna manutenzione stagionale e di adeguate opere di sistemazione trasversale e spondale, inoltre si è rilevato un diffuso disordine idraulico nel drenaggio delle acque superficiali, perché spesso privo di adeguati innesti nei recapiti finali, in particolare, alla presenza di manufatti lungo i versanti (edifici, piazzali, strade, ecc). Una tale condizione idrogeologica dell'area, ha sicuramente contribuito ad innescare i fenomeni franosi del febbraio-marzo 2010; nei periodi d'intense precipitazioni, il carico idraulico del deflusso superficiale, attiva un'azione erosiva accelerata lungo i fossi, causando movimenti gravitativi di piccola e media entità, con lo scalzamento al piede del versante. Una insufficiente drenaggio delle acque d'infiltrazione crea un eccessivo accumulo di acqua nei terreni e di conseguenza un innalzamento della superficie piezometrica, sempre presente in queste litologie, e un conseguente aumento delle pressioni neutre, che provoca una generale azione destabilizzante sui versanti.

Attualmente la situazione del sistema idrografico è in parte migliorata, grazie ad interventi eseguiti con l'O. P.C.M. 3862, però non sufficienti a coprire tutta l'area in dissesto.

I rilievi e le indagini geognostiche hanno rilevato la presenza di una consistenza circolazione d'acqua nel sottosuolo, intercettata e monitorata dalle verticali piezometriche installate (S1 - S2 - S4 - S5 - S7), che hanno registrato i seguenti livelli piezometrici:

TAB n.3	
piezometro	Profondità falda m
S1	2.00
S2	1.70
S4	2.90
S5	1.75
S7	4.50

Per quanto riguarda il piezometro S7, durante la perforazione è stata rilevata la presenza di una falda a 7.80m, che durante i monitoraggi si è attesta a 4.50m. Generalmente la superficie piezometrica tende, a grande scala, a seguire le linee di profilo dei pendii e

risulta particolarmente sensibile alle precipitazioni, con un tempestivo innalzamento, fino a raggiungere, in particolare nelle zone depresse, il piano campagna.

La formazione arenacea affiorante nell'area, nonostante le intercalazioni argillose limose, può essere considerata omogenea dal punto di vista idrogeologico, in particolare la presenza di questi livelli la rende un ammasso roccioso con un basso grado di permeabilità. Di contro la coltre superficiale ha una permeabilità primaria (per porosità), variabile in funzione della granulometria delle particelle che la compone, questo comporta una interruzione nel deflusso delle acque sotterranee, con zone di maggiore flusso e zone con flusso confinato.

I coefficienti di permeabilità (k) sono stati determinati attraverso n.10 prove di permeabilità in sito. Tali prove consistono nell'immissione di acqua nel foro di sondaggio ad una quota superiore del livello piezometrico. A partire da un tempo T0 sono state eseguite le letture di abbassamento dell'acqua in foro e con i dati ottenuti si sono costruiti i diagrammi tempi-abbassamenti, da cui si sono determinati i relativi coefficienti di permeabilità (k).

Le tre litologie individuate presentano un coefficiente di permeabilità che si attesta su i seguenti valori:

Sabbia limosa localmente ghiaiosa da sciolta a poco addensata

$K = 8.72 \times 10^{-6} – 5.42 \times 10^{-6}$ m/s;

Sabbia limosa debolmente argillosa mediamente consistente

$K = 3.53 \times 10^{-6} – 1.07 \times 10^{-6}$ m/s;

Arenaria mediamente cementata con alternanza di livelli sabbioso argillosi ghiaiosi

$K = 5.17 \times 10^{-6} – 2.81 \times 10^{-6}$ m/s;

Le considerazioni che scaturiscono indicano che la permeabilità diminuisce con la profondità, con il substrato arenaceo posto alla base dell'acquifero come strato semi-impermeabile.

Tutti i risultati delle prove di permeabilità sono raccolte negli elaborati allegati della ditta esecutrice (CIGIT).

CARATTERIZZAZIONE GEOLITOLOGICA E GEOMECCANICA DEI TERRENI INDAGATI

Lo studio di campagna e i rilievi eseguiti, integrati dalle indagini in sito e di laboratorio, hanno permesso di ricostruire in modo dettagliato il modello geologico di riferimento delle aree interessate dagli interventi progettuali.

I sondaggi meccanici e le indagini sismiche hanno rilevato la presenza di una coltre superficiale detritico-colluviale alterata e degradata di spessore variabile, costituita da sabbia limosa debolmente argillosa da sciolta a poco addensata, che costituisce in generale lo strato, all'interno del quale si sono attivati i fenomeni franosi descritti. Questo orizzonte litologico è il risultato dell'alterazione del substrato sottostante misto a materiale colluviale proveniente da tutto il versante. In alcuni sondaggi sono stati rinvenuti riporti antropici nella parte più superficiale dello strato. Lo spessore dello strato varia da 2.60m nel sondaggio S2 a 4.30m nel sondaggio S3.

I parametri geomeccanici medi che caratterizzano tutto lo strato, ricavati dalle prove di laboratorio e dalle indagini in sito, sono i seguenti:

γ = 1,92-1,95 g/cmq; γ_s = 1.98-2,03 g/cmq; c = 0,0-0,10 Kg/cmq; φ = 22-25°;
Vs = 140-145 m/sec; K = 8.72 x10^{-6} – 5.42 x10^{-6} m/sec;

In successione stratigrafica si hanno delle sabbie limose debolmente argillose mediamente addensate che rappresentano lo strato di alterazione in posto del substrato arenaceo. Lo spessore varia da 1.50m nel sondaggio S1 a 3.00m nel sondaggio S6. I parametri geomeccanici medi che caratterizzano tutto lo strato, ricavati dalle prove di laboratorio e dalle indagini in sito, sono i seguenti:

γ = 1,96-2.02 g/cmq; γ_s = 1.99-2,01 g/cmq; c = 0,0-0,31 Kg/cmq; φ = 27-35°;
Vs = 245-250 m/sec; K = 3.53 x10^{-6} – 1.07 x10^{-6} m/sec;

La serie stratigrafica del modello geologico di riferimento termina con le arenarie da mediamente cementate a cementate con alternanze di livelli sabbiosi ghiaiosi di colore grigio. Lo spessore dello strato supera i 50.00 metri, valore stimato dall'elaborazione delle sismiche e da un sondaggio eseguito dal CNR a valle dell'intervento 1.

I parametri geomeccanici medi che caratterizzano tutto lo strato, ricavati dalle prove di laboratorio e dalle indagini in sito, sono i seguenti:

γ = 2.00-2.20 g/cmq; γ_s = 2.10-2,50 g/cmq; c = 0,30-0,80 Kg/cmq; φ = 35-40°;
Vs = 480-490 m/sec; K = 5.17 x10^{-7} – 2.81 x10^{-6} m/sec;

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

Per una ricostruzione geometrica delle litologie descritte e dei rispettivi rapporti stratigrafici, si rimanda alla carta geologica in scala 1:5.000 e alle sezioni geologiche in scala 1:500 A-A'; B-B', C-C'; D-D'; E-E'; F-F'. Nella ricostruzione delle sezioni un notevole contributo si è avuto dalle indagini sismiche che hanno permesso, attraverso l'interpretazione dei sismostrati, ricostruire l'andamento areale delle litologie attraversate.

Di seguito sono riportati i valori geomeccanici determinati con le prove di laboratorio terre, riassunti nella Tab. n.4 e la parametrizzazione geomeccanica che ci forniscono le correlazioni empiriche delle indagini in sito (SPT) e l'angolo di attrito (Meyerhof) riassunti nella Tabella n.5.

TAB. N.4				
Sondaggio	G	T	Tc	
S1/C1 2.60m	Sabbia limosa deb. argillosa			
S1/C2 6.00m	Sabbia limosa deb. argillosa		φ=27.02° c= 0,017Kg/cmq	φ=35.94° c= 0,31Kg/cmq
S2/C1 3.00m	Sabbia deb. limosa			
S3/C1 2.80m	Sabbia limosa deb. argillosa	φ=27.47° c'= 0.107Kg/cmq		
S3/C2 6.40m	Sabbia limosa		φ=27.92° c= 0,027Kg/cmq	φ=36.32° c= 0,263Kg/cmq
S4/C1 2.00m	Sabbia deb. limosa	φ=29.03° c'= 0,173Kg/cmq		
S5/C1 3.00m	Sabbia deb. limosa	φ=26.34° c'= 0,090Kg/cmq		
S6/C1 2.50m	Sabbia deb. limosa	φ=34.86° c'= 0,163Kg/cmq		
S7/C1 3.00m	Sabbia limosa argillosa		φ=26.79° c= 0,00Kg/cmq	φ=35.18° c= 0,230Kg/cmq
S8/C1 2.50m	Sabbia limosa deb. argillosa		φ=24.7° c= 0,07Kg/cmq	φ=30.11° c= 0,150Kg/cmq
G: Analisi Granulometrica (Setacciatura e sedimentazione); T: Prova di Taglio Diretto; Tc: Prova di Taglio ciclica				

TAB. N. 4		
SONDAGGIO	**Nspt (30)**	φ° (angolo di attrito interno)
S1 m. 3.00 - 3.45	75	39.7
S1 m. 6.30 - 6.60	R	>45
S1 m. 9.60 - 9.75	R	>45
S1 m. 15.00 - 15.30	R	>45
S1 m. 20.20 - 20.35	R	>45
S1 m. 25.00 - 25.15	R	>45
S1 m. 30.00 - 30.15	R	33.9
S2 m. 3.20 - 3.50	R	>45
S2 m. 6.60 - 6.75	R	>45
S2 m. 11.20 - 11.35	R	>45
S2 bis. m. 5.00 - 5.45	13	31
S2 Bis m.10.30 - 10.45	R	>45
S2 Bis. m.15.00 - 15.15	R	>45
S3 m. 3.30 - 3.75	6	27
S3 m. 6.80 - 7.25	76	39.8
S3. m. 10.70 - 10.85	R	38.4
S3 m. 15.40 - 15.55	R	30
S3 m. 20.00 - 20.15	R	>45
S3 m. 26.00	R	>45
S4 m. 2.50 - 2.95	10	30
S4 m. 6.20 - 6.65	32	35.2
S4 m. 10.00 - 10.15	R	>45
S4 m. 14.50	R	>45
S5 m. 3.50 - 3.95	5	26
S5 mt. 6.40 - 6.85	81	>45
S5 m. 10.80 - 11.25	76	39.8
S5 m. 16.00 - 16.30	R	>45
S5 m. 20.40 - 20.85	75	39.8
S5 m. 25.00 - 25.30	R	>45
S5 m. 30.00 - 30.30	R	>45
S6 m. 2.80 - 3.25	41	36.6
S6 m. 5.60 - 5.75	R	>45
S6 m. 10.20 - 10.65	82	>45
S6 m. 14.00 - 14.45	74	39.8
S6 m. 19.00 - 19.15	R	>45
S7 m. 3.40 - 3.85	61	38.8
S7 m. 5.20 - 5.50	R	>45
S7 m. 10.00 - 10.30	R	>45
S7 m. 14.50 -14.80	R	>45
S7 m. 20.00 - 20.15	R	>45
S7 m. 25.00 - 25.15	R	>45
S7 m. 30.00 - 30.15	R	
S8 m. 2.90 - 3.35	18	32.4
S8 m. 6.30 - 6.75	66	39.1
S8 m. 10.40 - 10.85	74	39.5
S8 m. 20.00 - 20.30	R	>45
S8 mt. 25.00 - 25.15	R	>45

Tutti i risultati delle prove di laboratorio terre e sperimentazioni sono riportate nell'allegato della ditta esecutrice la campagna indagini (CIGIT), a firma dell'Ing. Salvatore Aloi.

SISMICITÀ STORICA

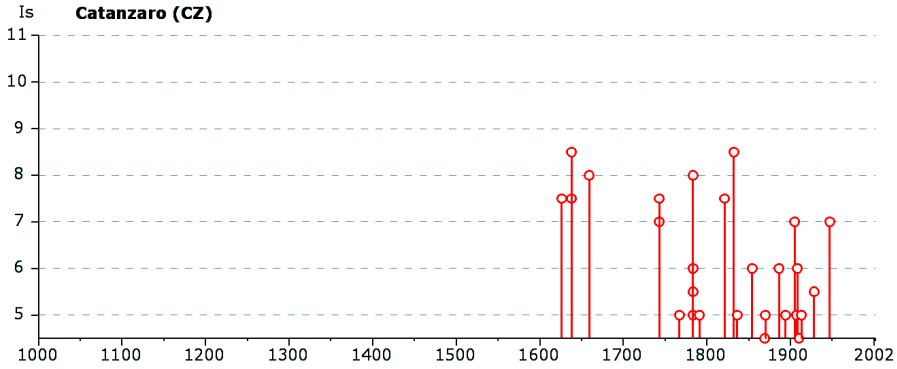
La Calabria è caratterizzata da un'intensa attività geodinamica testimoniata dagli alti livelli energetici raggiunti negli eventi sismici in epoca storica ed è la regione in Italia nella quale si sono verificati i terremoti più catastrofici ed a più elevata intensità ed energia dell'area mediterranea.

Per la definizione dei caratteri della sismicità storica della zona si è preso a riferimento il Comune di Catanzaro e i terremoti che hanno avuto ripercussioni nell'area di indagine dal 1000 in poi, dal Catalogo dei Forti Terremoti in Italia Boschi et alii 1997, raggruppati nella seguente tabella:

Storia sismica di Catanzaro (CZ) [38.914, 16.586] -- Osservazioni disponibili:

Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	Località	Is	Io	Mw
1638	06	08	09	45		Crotonese	8-9	9-10	6.60
1832	03	08	18	30		Crotonese	8-9	9-10	6.48
1659	11	05	22	15		Calabria centrale	8	10	6.50
1783	03	28	18	55		Calabria	8	10	6.94
1626	04	04	12	45		Girifalco	7-8	9	6.08
1638	03	27	15	05		Calabria	7-8	11	7.00
1743	12	07				Calabria meridionale	7-8	7-8	5.79
1821	08	02				Catanzaro	7-8	7-8	5.37
1743	02	20	16	30		Basso Ionio	7	9-10	6.90
1905	09	08	01	43	11	Calabria	7	11	7.06
1947	05	11	06	32	15	Calabria centrale	7	8	5.71
1783	02	05	12			Calabria	6	11	6.91
1783	03	01	01	40		Calabria centrale	6	9	5.92
1854	02	12	17	50		Cosentino	6	9-10	6.15
1886	03	06				Cosentino	6	7-8	5.56
1908	12	28	04	20	27	Calabria meridionale	6	11	7.24
1783	02	07	13	10		Calabria	5-6	10-11	6.59
1928	03	07	10	55		Capo Vaticano	5-6	7-8	5.90
1767	07	14	01	05		Cosentino	5	8-9	5.83
1783	02	06		20		Calabria meridionale	5	8-9	5.94
1791	10	13	01	20		Calabria centrale	5	9	5.92
1836	04	25		20		Calabria settent.	5	9	6.16
1870	10	04	16	55		Cosentino	5	9-10	6.16
1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	5	8-9	6.05
1907	10	23	20	28	19	Calabria meridionale	5	8-9	5.93
1913	06	28	08	53	2	Calabria settent.	5	8	5.65
1869	11	28				Vibo Valentia	4-5	6-7	5.03
1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	4-5	8-9	5.87
1978	04	15	23	33	47	Golfo di Patti	4	9	6.06
1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	4	10	6.89
1916	07	03	23	21		Stromboli	F	6-7	5.07
1908	03	01	05	23		Nicastro	3-4	5-6	4.81
1887	12	03	03	45		Calabria settent.	3	8	5.52
1926	08	17	01	42		Isola di Salina	3	7-8	5.32

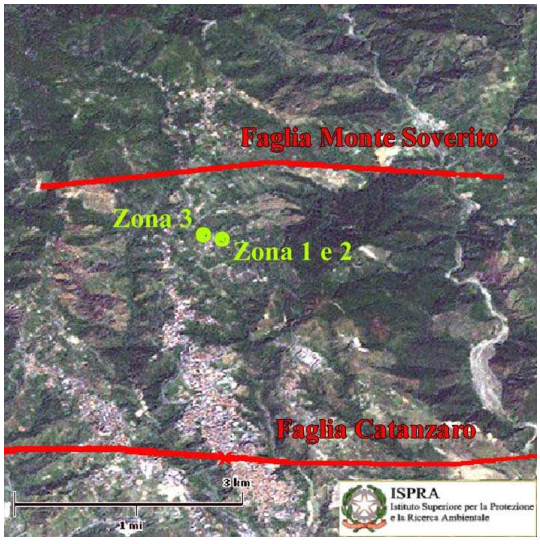
1978	03	11	19	20	44	Calabria meridionale	3	8	5.36
1857	12	16	21	15		Basilicata	2-3	10-11	6.96
1990	05	05	07	21	17	Potentino	NF	7	5.84
1905	11	26				Irpinia	RS	7	5.32



La presenza di faglie capaci nel territorio oggetto di studio può essere verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA *"ITaly HAzard from CApable faults"*. L'adeguata conoscenza della cronologia dell'attività delle faglie è cruciale nella definizione di schemi strutturali per finalità sismotettoniche. Per le aree analizzate, l'intervallo cronologico scelto, affinché si possa ritenere un elemento strutturale di sicuro interesse in ambito sismo tettonico, è il Pleistocene superiore-Olocene (a partire dall'ultimo massimo glaciale, ca. 18000-23000 anni BP).

Nello specifico, l'area di studio afferisce alla Faglia di Catanzaro individuata con il codice 35807 ed alla Faglia di Monte Soverito individuata con il codice 35809 che rappresentano il tratto terminale orientale del Sistema Lamezia-Catanzaro. La sua posizione ed i dati importanti sono di seguito espressi.

FAULT NAME	CATANZARO	MONTE SOVERITO
FAULT CODE	35807	35809
MACROZONE	6	6
REGION NAME	Calabria	Calabria
SYSTEM NAME	LAMEZIA-CATANZARO	LAMEZIA-CATANZARO
SYNOPSIS		
RANK	PRIMARY	PRIMARY
AVERAGE STRIKE	90	90
DIP	0	S
LENGTH (Km)	45	45
LAST ACTIVITY	Holocene generic (<10,000)	Holocene generic (<10,000)
ACTIVITY RELIABILITY	Medium reliability	Medium reliability
RECURRENCE INTERVAL (yr)	0	0
SLIP-RATE (mm/yr)	0	0
MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH	1000	1000
MAX CREDIBLE SLIP (m)	0	0



Le aree in studio fino ad un suo immediato intorno (200-300 metri) non risultano essere interessate direttamente alle strutture tettoniche suddette.

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DELL'AREA.

Dalla bibliografia esistente il Comune di Catanzaro per la normativa antisismica, Ordinanza del P.C.M. del 12-06-1998 "*Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale*", era classificato come Zona sismica di seconda categoria S=9 con k=0,07. Con l'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 allegato 1 e successive modificazioni, viene riclassificato come Zona sismica II con ag=0,25.
Di seguito viene riportato il record afferente al Comune di Catanzaro (*Elenco dei Comuni ad elevato rischio sismico ai sensi dell'art. 12 della Legge 27.12.1997, n. 449*) contenuto nell'Ordinanza del P.C.M. del 12-06-1998 "*Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale*".

Codice ISTAT	Regione	Provincia	Comune	Popolazione residente (1991)	Abitazioni (1991)	Grado di Sismicità	Data di classificazione	Indice di rischio	Intensità massima osservata (MCS)
18079023	CALABRIA	CATANZARO	CATANZARO	96614	34792	9	18/04/09	0,1217	9

Dal Rapporto Conclusivo (aprile 2004) per la Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica prevista l'OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 "*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*", nell'Allegato 1B, "*Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale*", riporta in carta, per il territorio nazionale, la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo (amax) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi (Vs>800 m/s). In tale elaborato l'area di sedime è compresa nel tratto di territorio comunale di Catanzaro ricadente nella fascia di accelerazione massima: 0,200<amax<0,225.
Il D.M. del 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le costruzioni", nell'Allegato B: "*Tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica*", fornisce, per 10.751 punti del reticolo di riferimento e per 9 valori del periodo di ritorno TR (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni,

140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni), i valori dei parametri ag, F0, T*c da utilizzare per definire l'azione sismica nei modi previsti dalle NTC.

Di seguito sono riportate i punti in cui ricadono i punti d'intervento:

Zona 1 e **2** -- Datum ED50: lat. 38,943300°N, lon. 16,593100°E

Sito 1ID: 41451	Lat: 38,9418	Lon: 16,5717	Distanza: 1855,032
Sito 2ID: 41452	Lat: 38,9400	Lon: 16,6359	Distanza: 3720,183
Sito 3ID: 41230	Lat: 38,9899	Lon: 16,6383	Distanza: 6490,624
Sito 4ID: 41229	Lat: 38,9918	Lon: 16,5741	Distanza: 5632,756

Zona 3 -- Datum ED50: lat. 38,943900°N, lon. 16,585300°E

Sito 1ID: 41451	Lat: 38,9418	Lon: 16,5717	Distanza: 1196,187
Sito 2ID: 41452	Lat: 38,9400	Lon: 16,6359	Distanza: 4398,045
Sito 3ID: 41230	Lat: 38,9899	Lon: 16,6383	Distanza: 6867,398
Sito 4ID: 41229	Lat: 38,9918	Lon: 16,5741	Distanza: 5408,376

Di seguito sono riportati i parametri che definiscono l'azione sismica:

Valori dei parametri ag, F0, Tc* per i periodo di ritorno TR di riferimento			
TR(anni)	Ag(g)	F0(---)	Tc*(s)
30	0.065	2.322	0.281
50	0.087	2.289	0.302
72	0.105	2.302	0.317
101	0.125	2.309	0.325
140	0.147	2.330	0.333
201	0.174	2.354	0.343
475	0.252	2.421	0.367
975	0.336	2.461	0.388
2.475	0.475	2.500	0.432

Valori dei parametri ag, F0, Tc* per i periodo di ritorno TR di riferimento (§ Allegato B, Tab. 1)			
TR(anni)	Ag(g)	F0(---)	Tc*(s)
30	0.066	2.319	0.281
50	0.088	2.288	0.301
72	0.106	2.300	0.317
101	0.126	2.307	0.325
140	0.148	2.329	0.333
201	0.175	2.355	0.342
475	0.254	2.422	0.367
975	0.339	2.462	0.388
2.475	0.479	2.501	0.432

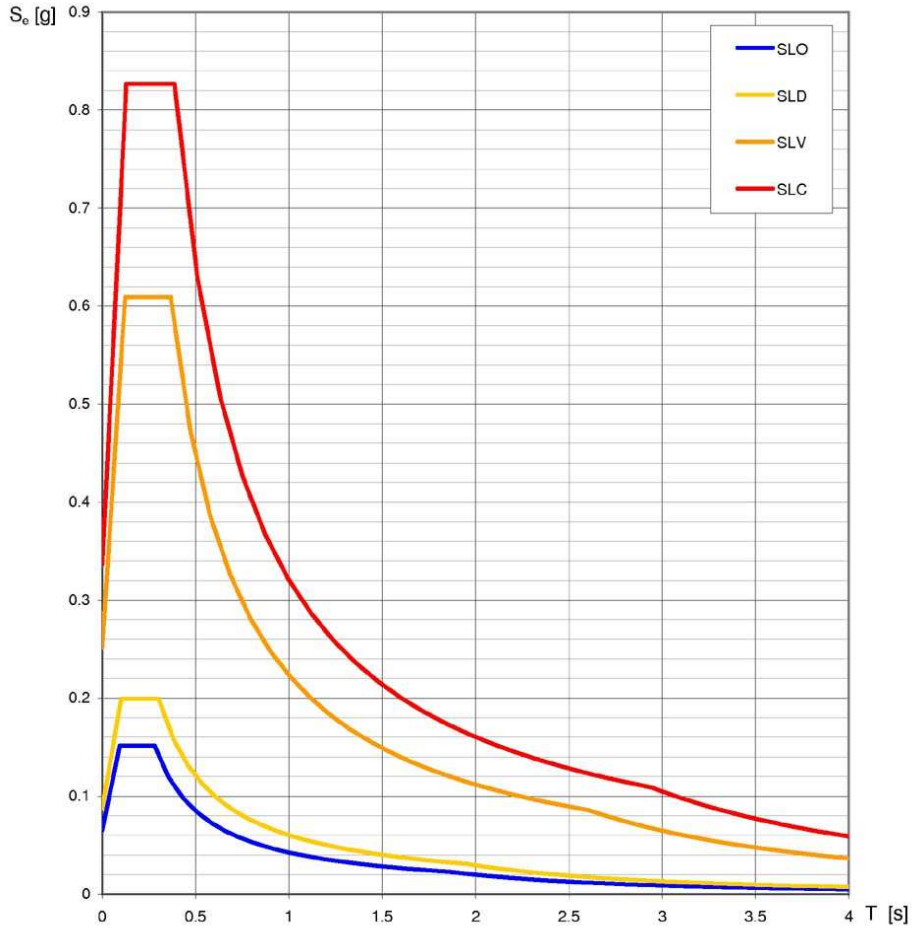
Dove: $\mathbf{a_g}$=accelerazione orizzontale massima al sito; $\mathbf{F_0}$=valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; **Tc*** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per le verifiche sismiche le strutture in progetto nelle 3 zone d'intervento sono identificate con:

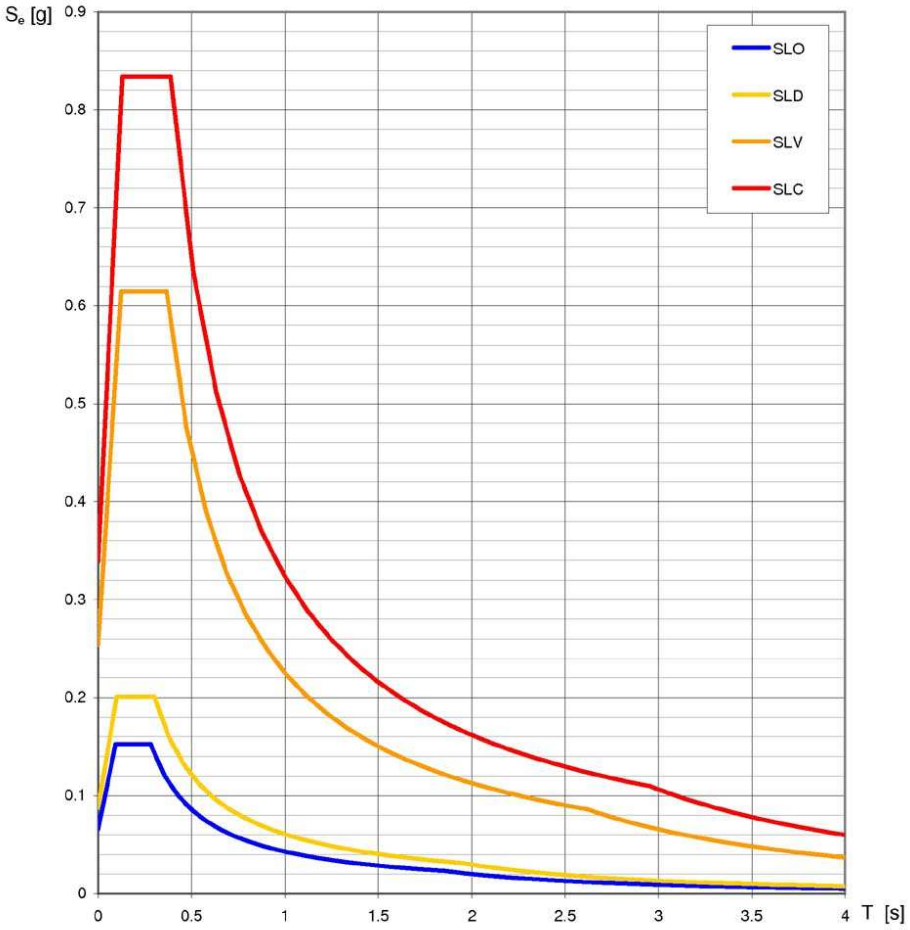
- Vita nominale Vn = 50 anni;
- Classe d'uso II;
- Periodo di riferimento per l'azione sismica Vr = 50 anni con valore del Coefficiente d'uso Cu = 1,0;

Quindi i parametri per la definizione della pericolosità sismica di base sono i seguenti:

Zona 1 e **2** -- Datum ED50: lat. 38,943300°N, lon. 16,593100°E					
stato limite	TR (anni)	Prob. Sup. (%)	Parametri che definiscono l'azione sismica semplificata (NTC2008)		
			Ag (g)	F0 (---)	Tc* (s)
SLO	30	81%	0.065	2.322	0.281
SLD	50	63%	0.087	2.290	0.302
SLV	475	10%	0.252	2.421	0.367
SLC	975	5%	0.336	2.461	0.388



Zona 3 -- Datum ED50: lat. 38,943900°N, lon. 16,585300°E					
stato limite	TR (anni)	Prob. Sup. (%)	Parametri che definiscono l'azione sismica semplificata (NTC2008)		
			Ag (g)	F0 (---)	Tc* (s)
SLO	30	81%	0.066	2.319	0.281
SLD	50	63%	0.088	2.288	0.301
SLV	475	10%	0.254	2.422	0.367
SLC	975	5%	0.339	2.462	0.388



PERICOLOSITÀ E RISPOSTA SISMICA LOCALE

Per quanto riguarda l'influenza delle condizioni morfologiche e geotecniche locali sulla modificazione del segnale sismico proveniente dal substrato (condizioni "free-field"), si prende in considerazione il comportamento geofisico-geotecnico dei terreni indagati, traducibile in termini di accelerazioni spettrali massime di progetto o in termini di coefficiente di fondazione. Per quanto concerne la presenza o meno della falda idrica, questa non ha influenza sulle onde di taglio S, pertanto, non comporta fenomeni d'amplificazione.

Nel D.M. del 14 gennaio 2008 ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario fare riferimento ad un approccio semplificato, che tiene conto sia delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera, sia delle condizioni topografiche. Entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale, cioè l'azione sismica che emerge in "superficie" trasmessa dal substrato rigido.

Le modifiche sopra citate corrispondono a:

- Effetti stratigrafici, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- Effetti topografici, legati alla configurazione topografica del piano campagna.

L'analisi semplificata dell'azione sismica di progetto, si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento che avviene attraverso la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs. In particolare, fatta salva la necessità di estendere le indagini geotecniche nel volume significativo di terreno interagente con l'opera, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente Vs30 di propagazione delle onde di taglio, entro i primi 30 m di profondità.

Nello specifico la misura delle Vs30 è stata effettuata con l'interpretazione delle indagini Masw tarate con le stratigrafie dei sondaggi. L'analisi ha permesso di definire, per le sezioni litotecniche delle 3 zone d'intervento e per i primi 30 metri, le seguenti stratigrafie sismiche con associate le corrispondenti velocità delle onde di taglio Vs e il parametro Vs30:

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

Zona 1 e 2 -- Datum ED50: lat. 38,943300°N, lon. 16,593100°E					
litologia associata			Strato (m)	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)
SEZIONE A—A' zona monte e valle SEZIONE C—C'	Copertura	Sabbia limosa localmente ghiaiosa da sciolta a poco addensata	3,5-4,0	140-145	345-355
		Sabbia limosa debolmente argillosa mediamente addensata	1,5-2,0	245-250	
	Substrato	Arenaria mediamente cementata con alternanze di livelli sabbioso argillosi	>30	480-490	
SEZIONE A—A' zona centrale SEZIONE B—B'	Copertura	Sabbia limosa localmente ghiaiosa da sciolta a poco addensata	6,0-7,0	140-145	300-310
		Sabbia limosa debolmente argillosa mediamente consistente	1,5-2,0	245-250	
	Substrato	Arenaria mediamente cementata con alternanze di livelli sabbioso argillosi	>30	480-490	
SEZIONE D—D'	Copertura	Sabbia limosa localmente ghiaiosa da sciolta a poco addensata	4,0- 4,5	140-145	335-345
		Sabbia limosa debolmente argillosa mediamente consistente	1,5-2,0	245-250	
	Substrato	Arenaria mediamente cementata con alternanze di livelli sabbioso argillosi	>30	480-490	
SEZIONE F—F'	Copertura	Sabbia limosa localmente ghiaiosa da sciolta a poco addensata	4,0- 5,0	140-145	325-345
		Sabbia limosa debolmente argillosa mediamente consistente	2,0-2,5	245-250	
	Substrato	Arenaria mediamente cementata con alternanze di livelli sabbioso argillosi	>30	480-490	

Zona 3 -- Datum ED50: lat. 38,943900°N, lon. 16,585300°E					
litologia associata			Strato (m)	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)
SEZIONE E—E'	Copertura	Sabbia limosa localmente ghiaiosa da sciolta a poco addensata	4,0- 4,5	140-145	335-345
		Sabbia limosa debolmente argillosa mediamente consistente	1,5-2,0	245-250	
	Substrato	Arenaria mediamente cementata con alternanze di livelli sabbioso argillosi	>30	480-490	

Dall'assetto litostratigrafico, geometrico e dalle caratteristiche sismiche dei terreni indagati le tre zone d'intervento si possono classificare, secondo l'approccio semplificato delle NTC2008 (livello I) come:

Categoria di sottosuolo di Classe C. "*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s, ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina" (§ 3.2.2., Tab. 3.2.II e 3.2.III).*

Categoria TopograficaT2: *"Pendii con inclinazione media i > 15*°".

Per come prescrive la normativa NTC2008, in base ai dati di pericolosità sismica di base riferiti alla scelta progettuale di verifica sismica ed alla classificazione del sito, sono stati ricavati gli spettri di risposta elastici dei vari stati limite considerati, con coefficiente di smorzamento viscoso del 5%.

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

Comune	Catanzaro (CZ)			
Località	Loc. Jano - Zona 1, Zona 2			
Latitudine	39.943300			
Longitudine	16.593100			
Nodi Reticolo	41229	41230	41451	41452
Categoria di Sottosuolo	C	Stato	Prob.	Tr
Categoria Topografica	T2	limite	superamento	anni
Classe d'uso	II	SLO	81%	30
Coefficiente d'uso (cu)	1	SLD	63%	50
Vita nominale (Vn)	50 anni	SLV	10%	475
Periodo di rif. az. sismica (Vr)	50 anni	SLC	5%	975

Parametri indipendenti				
Stato Limite	SLO	SLD	SLV	SLC
ag (g)	0.640	0.854	2.470	3.296
F0	2.322	2.290	2.421	2.461
T'c (s)	0.281	0.302	0.367	0.388
Cc	1.597	1.559	1.462	1.435
Ss	1.500	1.500	1.334	1.204
St	1.200	1.200	1.200	1.200
ζ	5.000	5.000	5.000	5.000

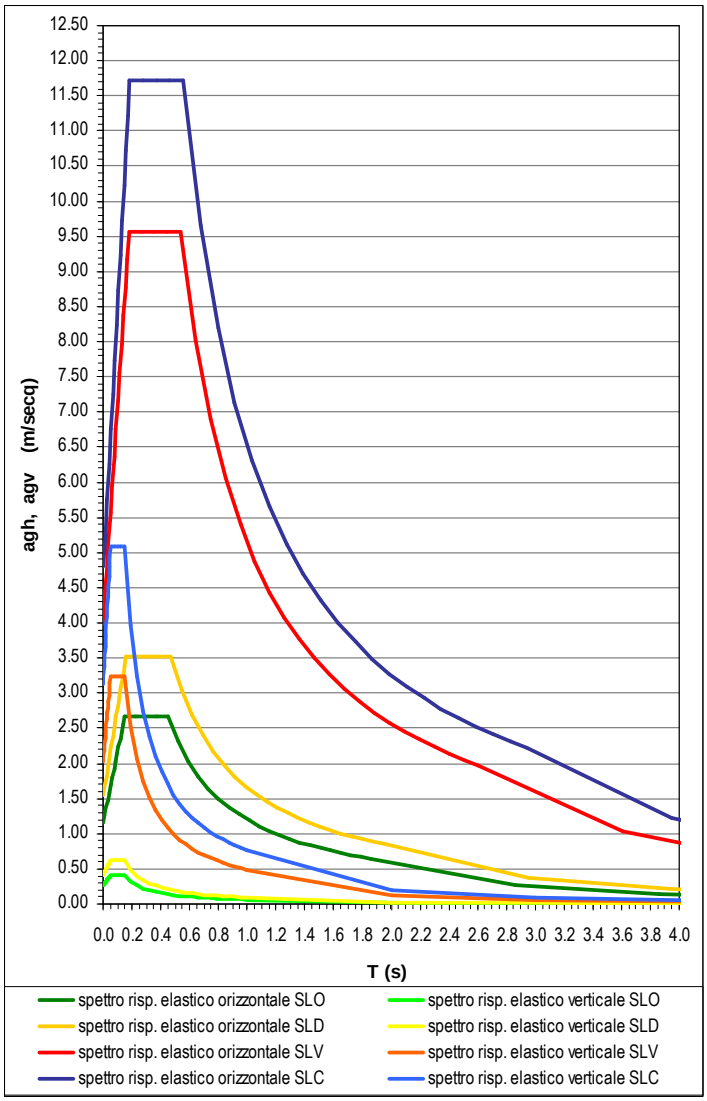
Parametri dipendenti componente orizzontale				
Stato Limite	SLO	SLD	SLV	SLC
η (orizz.) = (10/(5+ζ))^0,5 >= 0,55	1.000	1.000	1.000	1.000
Tb=Tc/3 (s)	0.150	0.157	0.179	0.186
Tc=Cc*T'c (s)	0.449	0.471	0.536	0.557
Td=4,0*(ag/g)+1,6 (s)	1.861	1.948	2.607	2.944
ag*Ss*St*η*F0	2.672	3.521	9.571	11.719
1/(η*F0)	0.431	0.437	0.413	0.406
Tc*Td	0.835	0.918	1.398	1.638

Parametri dipendenti componente verticale				
Stato Limite	SLO	SLD	SLV	SLC
η (vert.) = 1/q	0.667	0.667	0.667	0.667
Tb (s)	0.050	0.050	0.050	0.050
Tc (s)	0.150	0.150	0.150	0.150
Td (s)	1.000	1.000	1.000	1.000
Fv=1,35*F0*(ag/g)^0,5	0.800	0.912	1.640	1.926
ag*St*η*Fv	0.409	0.624	3.240	5.078
1/(η*F0)	0.646	0.655	0.620	0.609
Tc*Td	0.150	0.150	0.150	0.150
q	1.500	1.500	1.500	1.500

Spettro risp. elastico orizzontale e verticale (SLO)						Spettro risp. elastico orizzontale e verticale (SLD)					
	T (s)	ag (m/secq)		T (s)	ag (m/secq)		T (s)	ag (m/secq)		T (s)	ag (m/secq)
SLO	0.001	1.1613	SLO	0.001	0.2674	SLD	0.001	1.5506	SLD	0.001	0.4128
0<T<Tb	0.011	1.2598	0<T<Tb	0.004	0.2749	0<T<Tb	0.011	1.6796	0<T<Tb	0.004	0.4238
	0.021	1.3685		0.007	0.2852		0.022	1.8213		0.007	0.4392
	0.032	1.4771		0.011	0.2956		0.034	1.9629		0.011	0.4546
	0.043	1.5858		0.014	0.3059		0.045	2.1046		0.014	0.4699
	0.053	1.6945		0.018	0.3163		0.056	2.2463		0.018	0.4853
	0.064	1.8031		0.021	0.3266		0.067	2.3880		0.021	0.5006
	0.075	1.9118		0.025	0.3370		0.078	2.5296		0.025	0.5160
	0.085	2.0205		0.029	0.3473		0.090	2.6713		0.029	0.5314
	0.096	2.1291		0.032	0.3577		0.101	2.8130		0.032	0.5467
	0.107	2.2378		0.036	0.3680		0.112	2.9547		0.036	0.5621
	0.117	2.3465		0.039	0.3784		0.123	3.0963		0.039	0.5774
	0.128	2.4551		0.043	0.3887		0.135	3.2380		0.043	0.5928
	0.139	2.5638		0.046	0.3991		0.146	3.3797		0.046	0.6082
0.150	0.150	2.6724	0.050	0.050	0.4094	0.157	0.157	3.5214	0.050	0.050	0.6235
Tb<T<Tc	0.224	2.6724	Tb<T<Tc	0.075	0.4094	Tb<T<Tc	0.235	3.5214	Tb<T<Tc	0.075	0.6235
	0.299	2.6724		0.100	0.4094		0.314	3.5214		0.100	0.6235
	0.374	2.6724		0.125	0.4094		0.392	3.5214		0.125	0.6235
0.449	0.449	2.6724	0.150	0.150	0.4094	0.471	0.471	3.5214	0.150	0.150	0.6235
Tc<T<Td	0.519	2.3089	Tc<T<Td	0.193	0.3190	Tc<T<Td	0.545	3.0439	Tc<T<Td	0.193	0.4859
	0.590	2.0325		0.235	0.2613		0.619	2.6805		0.235	0.3980
	0.660	1.8152		0.278	0.2213		0.693	2.3945		0.278	0.3370
	0.731	1.6398		0.320	0.1919		0.766	2.1637		0.320	0.2923
	0.802	1.4954		0.363	0.1694		0.840	1.9735		0.363	0.2580
	0.872	1.3743		0.405	0.1516		0.914	1.8141		0.405	0.2309
	0.943	1.2714		0.448	0.1372		0.988	1.6784		0.448	0.2090
	1.013	1.1828		0.490	0.1253		1.062	1.5617		0.490	0.1909
	1.084	1.1057		0.533	0.1153		1.136	1.4601		0.533	0.1756
	1.155	1.0381		0.575	0.1068		1.210	1.3709		0.575	0.1627
	1.225	0.9783		0.618	0.0995		1.284	1.2920		0.618	0.1515
	1.296	0.9250		0.660	0.0930		1.357	1.2217		0.660	0.1417
	1.366	0.8772		0.703	0.0874		1.431	1.1587		0.703	0.1331
	1.437	0.8341		0.745	0.0824		1.505	1.1018		0.745	0.1255
	1.508	0.7950		0.788	0.0780		1.579	1.0503		0.788	0.1188
	1.578	0.7595		0.830	0.0740		1.653	1.0033		0.830	0.1127
	1.649	0.7269		0.873	0.0704		1.727	0.9604		0.873	0.1072
	1.720	0.6971		0.915	0.0671		1.801	0.9210		0.915	0.1022
	1.790	0.6696		0.958	0.0641		1.875	0.8847		0.958	0.0977
1.861	1.861	0.6442	1.000	1.000	0.0614	1.948	1.948	0.8512	1.000	1.000	0.0935
Td<T	2.861	0.2725	Td<T	2.000	0.0154	Td<T	2.948	0.3717	Td<T	2.000	0.0234
	3.861	0.1496		3.000	0.0068		3.948	0.2073		3.000	0.0104
	4.861	0.0944		4.000	0.0038		4.948	0.1320		4.000	0.0058
	6.861	0.0474		6.000	0.0017		6.948	0.0669		6.000	0.0026
	8.861	0.0284		8.000	0.0010		8.948	0.0404		8.000	0.0015
	10.861	0.0189		10.000	0.0006		10.948	0.0270		10.000	0.0009
	13.861	0.0116		13.000	0.0004		13.948	0.0166		13.000	0.0006
	16.861	0.0078		16.000	0.0002		16.948	0.0112		16.000	0.0004
	19.861	0.0057		19.000	0.0002		19.948	0.0081		19.000	0.0003
	22.861	0.0043		22.000	0.0001		22.948	0.0061		22.000	0.0002
	25.861	0.0033		25.000	0.0001		25.948	0.0048		25.000	0.0001
	29.861	0.0025		29.000	0.0001		29.948	0.0036		29.000	0.0001
	33.861	0.0019		33.000	0.0001		33.948	0.0028		33.000	0.0001
	37.861	0.0016		37.000	0.0000		37.948	0.0022		37.000	0.0001
	41.861	0.0013		41.000	0.0000		41.948	0.0018		41.000	0.0001
	45.861	0.0011		45.000	0.0000		45.948	0.0015		45.000	0.0000
	50.861	0.0009		50.000	0.0000		50.948	0.0012		50.000	0.0000
	60.861	0.0006		60.000	0.0000		60.948	0.0009		60.000	0.0000
	70.861	0.0004		70.000	0.0000		70.948	0.0006		70.000	0.0000
	80.861	0.0003		80.000	0.0000		80.948	0.0005		80.000	0.0000
100	100.000	0.0002	100	100.000	0.0000	100	100.000	0.0003	100	100.000	0.0000

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

Spettro risp. elastico orizzontale e verticale (SLV)						Spettro risp. elastico orizzontale e verticale (SLC)					
	T (s)	ag (m/secq)		T (s)	ag (m/secq)		T (s)	Se (g)		T (s)	ag (m/secq)
SLV	0.001	3.9850	SLV	0.001	2.0322	SLC	0.001	4.7991	SLC	0.001	3.13425
0<T<Tb	0.013	4.3548	0<T<Tb	0.004	2.0955	0<T<Tb	0.013	5.2586	0<T<Tb	0.004	3.23623
	0.026	4.7561		0.007	2.1836		0.027	5.7556		0.007	3.37787
	0.038	5.1573		0.011	2.2716		0.040	6.2526		0.011	3.51951
	0.051	5.5586		0.014	2.3596		0.053	6.7495		0.014	3.66116
	0.064	5.9599		0.018	2.4477		0.066	7.2465		0.018	3.80280
	0.077	6.3611		0.021	2.5357		0.080	7.7435		0.021	3.94444
	0.089	6.7624		0.025	2.6238		0.093	8.2405		0.025	4.08608
	0.102	7.1637		0.029	2.7118		0.106	8.7374		0.029	4.22773
	0.115	7.5649		0.032	2.7998		0.119	9.2344		0.032	4.36937
	0.128	7.9662		0.036	2.8879		0.133	9.7314		0.036	4.51101
	0.140	8.3675		0.039	2.9759		0.146	10.2284		0.039	4.65266
	0.153	8.7687		0.043	3.0639		0.159	10.7253		0.043	4.79430
	0.166	9.1700		0.046	3.1520		0.172	11.2223		0.046	4.93594
0.179	0.179	9.5713	0.050	0.050	3.2400	0.186	0.186	11.7193	0.050	0.050	5.07758
Tb<T<Tc	0.268	9.5713	Tb<T<Tc	0.075	3.2400	Tb<T<Tc	0.278	11.7193	Tb<T<Tc	0.075	5.07758
	0.357	9.5713		0.100	3.2400		0.371	11.7193		0.100	5.07758
	0.447	9.5713		0.125	3.2400		0.464	11.7193		0.125	5.07758
0.536	0.536	9.5713	0.150	0.150	3.2400	0.557	0.557	11.7193	0.150	0.150	5.07758
Tc<T<Td	0.640	8.0220	Tc<T<Td	0.193	2.5247	Tc<T<Td	0.676	9.6498	Tc<T<Td	0.193	3.95656
	0.743	6.9043		0.235	2.0681		0.795	8.2015		0.235	3.24101
	0.847	6.0601		0.278	1.7514		0.915	7.1312		0.278	2.74464
	0.950	5.3998		0.320	1.5188		1.034	6.3080		0.320	2.38012
	1.054	4.8692		0.363	1.3407		1.153	5.6551		0.363	2.10107
	1.157	4.4336		0.405	1.2000		1.273	5.1248		0.405	1.88059
	1.261	4.0695		0.448	1.0860		1.392	4.6854		0.448	1.70198
	1.364	3.7607		0.490	0.9918		1.511	4.3154		0.490	1.55436
	1.468	3.4954		0.533	0.9127		1.631	3.9995		0.533	1.43031
	1.572	3.2651		0.575	0.8452		1.750	3.7267		0.575	1.32459
	1.675	3.0633		0.618	0.7870		1.870	3.4888		0.618	1.23342
	1.779	2.8850		0.660	0.7364		1.989	3.2794		0.660	1.15400
	1.882	2.7263		0.703	0.6918		2.108	3.0938		0.703	1.08418
	1.986	2.5841		0.745	0.6524		2.228	2.9280		0.745	1.02233
	2.089	2.4561		0.788	0.6171		2.347	2.7791		0.788	0.96716
	2.193	2.3401		0.830	0.5855		2.466	2.6446		0.830	0.91764
	2.296	2.2346		0.873	0.5570		2.586	2.5225		0.873	0.87294
	2.400	2.1382		0.915	0.5311		2.705	2.4112		0.915	0.83239
	2.503	2.0497		0.958	0.5076		2.824	2.3093		0.958	0.79544
2.607	2.607	1.9683	1.000	1.000	0.4860	2.944	2.944	2.2157	1.000	1.000	0.76164
Td<T	3.607	1.0282	Td<T	2.000	0.1215	Td<T	3.944	1.2345	Td<T	2.000	0.19041
	4.607	0.6303		3.000	0.0540		4.944	0.7856		3.000	0.08463
	5.607	0.4255		4.000	0.0304		5.944	0.5435		4.000	0.04760
	7.607	0.2312		6.000	0.0135		7.944	0.3043		6.000	0.02116
	9.607	0.1449		8.000	0.0076		9.944	0.1942		8.000	0.01190
	11.607	0.0993		10.000	0.0049		11.944	0.1346		10.000	0.00762
	14.607	0.0627		13.000	0.0029		14.944	0.0860		13.000	0.00451
	17.607	0.0432		16.000	0.0019		17.944	0.0596		16.000	0.00298
	20.607	0.0315		19.000	0.0013		20.944	0.0438		19.000	0.00211
	23.607	0.0240		22.000	0.0010		23.944	0.0335		22.000	0.00157
	26.607	0.0189		25.000	0.0008		26.944	0.0264		25.000	0.00122
	30.607	0.0143		29.000	0.0006		30.944	0.0201		29.000	0.00091
	34.607	0.0112		33.000	0.0004		34.944	0.0157		33.000	0.00070
	38.607	0.0090		37.000	0.0004		38.944	0.0127		37.000	0.00056
	42.607	0.0074		41.000	0.0003		42.944	0.0104		41.000	0.00045
	46.607	0.0062		45.000	0.0002		46.944	0.0087		45.000	0.00038
	51.607	0.0050		50.000	0.0002		51.944	0.0071		50.000	0.00030
	61.607	0.0035		60.000	0.0001		61.944	0.0050		60.000	0.00021
	71.607	0.0026		70.000	0.0001		71.944	0.0037		70.000	0.00016
	81.607	0.0020		80.000	0.0001		81.944	0.0029		80.000	0.00012
100	100.000	0.0013	100	100.000	0.0000	100	100.000	0.0019	100	100.000	0.00008


agh, agv (m/secq)
12.50
12.00
11.50
11.00
10.50
10.00
9.50
9.00
8.50
8.00
7.50
7.00
6.50
6.00
5.50
5.00
4.50
4.00
3.50
3.00
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
0.00
0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0 2.2 2.4 2.6 2.8 3.0 3.2 3.4 3.6 3.8 4.0
T (s)
spettro risp. elastico orizzontale SLO
spettro risp. elastico verticale SLO
spettro risp. elastico orizzontale SLD
spettro risp. elastico verticale SLD
spettro risp. elastico orizzontale SLV
spettro risp. elastico verticale SLV
spettro risp. elastico orizzontale SLC
spettro risp. elastico verticale SLC

Comune	Catanzaro (CZ)			
Località	Loc. Jano - Zona 3			
Latitudine	39.943900			
Longitudine	16.585300			
Nodi Reticolo	41229	41230	41451	41452
Categoria di Sottosuolo	C	Stato	Prob.	Tr
Categoria Topografica	T2	limite	superamento	anni
Classe d'uso	II	SLO	81%	30
Coefficiente d'uso (cu)	1	SLD	63%	50
Vita nominale (Vn)	50 anni	SLV	10%	475
Periodo di rif. az. sismica (Vr)	50 anni	SLC	5%	975

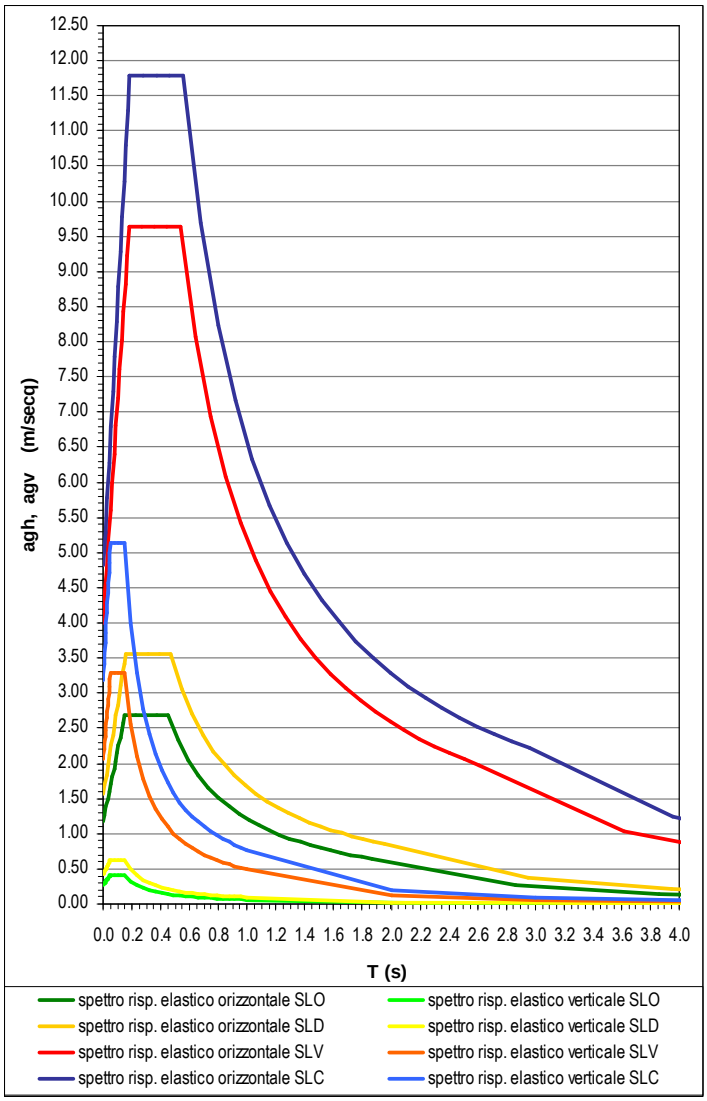
Parametri indipendenti				
Stato Limite	SLO	SLD	SLV	SLC
ag (g)	0.644	0.862	2.490	3.323
F0	2.319	2.288	2.422	2.462
T'c (s)	0.281	0.301	0.367	0.388
Cc	1.597	1.560	1.462	1.435
Ss	1.500	1.500	1.331	1.200
St	1.200	1.200	1.200	1.200
ζ	5.000	5.000	5.000	5.000

Parametri dipendenti componente orizzontale				
Stato Limite	SLO	SLD	SLV	SLC
η (orizz.) = (10/(5+ζ))^0,5 >= 0,55	1.000	1.000	1.000	1.000
Tb=Tc/3 (s)	0.150	0.157	0.179	0.186
Tc=Cc*T'c (s)	0.449	0.470	0.536	0.557
Td=4,0*(ag/g)+1,6 (s)	1.863	1.951	2.615	2.955
ag*Ss*St*η*F0	2.690	3.548	9.631	11.784
1/(η*F0)	0.431	0.437	0.413	0.406
Tc*Td	0.836	0.917	1.401	1.645

Parametri dipendenti componente verticale				
Stato Limite	SLO	SLD	SLV	SLC
η (vert.) = 1/q	0.667	0.667	0.667	0.667
Tb (s)	0.050	0.050	0.050	0.050
Tc (s)	0.150	0.150	0.150	0.150
Td (s)	1.000	1.000	1.000	1.000
Fv=1,35*F0*(ag/g)^0,5	0.802	0.915	1.647	1.935
ag*St*η*Fv	0.414	0.631	3.281	5.144
1/(η*F0)	0.647	0.656	0.619	0.609
Tc*Td	0.150	0.150	0.150	0.150
q	1.500	1.500	1.500	1.500

Spettro risp. elastico orizzontale e verticale (SLO)						Spettro risp. elastico orizzontale e verticale (SLD)					
	T (s)	ag (m/secq)		T (s)	ag (m/secq)		T (s)	ag (m/secq)		T (s)	ag (m/secq)
SLO	0.001	1.1700	SLO	0.001	0.2704	SLD	0.001	1.5636	SLD	0.001	0.4180
0<T<Tb	0.011	1.2691	0<T<Tb	0.004	0.2779	0<T<Tb	0.011	1.6935	0<T<Tb	0.004	0.4291
	0.021	1.3784		0.007	0.2884		0.022	1.8361		0.007	0.4447
	0.032	1.4876		0.011	0.2988		0.034	1.9788		0.011	0.4602
	0.043	1.5969		0.014	0.3093		0.045	2.1214		0.014	0.4757
	0.053	1.7062		0.018	0.3197		0.056	2.2640		0.018	0.4912
	0.064	1.8155		0.021	0.3301		0.067	2.4067		0.021	0.5067
	0.075	1.9248		0.025	0.3406		0.078	2.5493		0.025	0.5222
	0.085	2.0341		0.029	0.3510		0.089	2.6920		0.029	0.5378
	0.096	2.1433		0.032	0.3614		0.101	2.8346		0.032	0.5533
	0.107	2.2526		0.036	0.3719		0.112	2.9773		0.036	0.5688
	0.117	2.3619		0.039	0.3823		0.123	3.1199		0.039	0.5843
	0.128	2.4712		0.043	0.3927		0.134	3.2626		0.043	0.5998
	0.139	2.5805		0.046	0.4032		0.145	3.4052		0.046	0.6153
0.150	0.150	2.6898	0.050	0.050	0.4136	0.157	0.157	3.5479	0.050	0.050	0.6309
Tb<T<Tc	0.224	2.6898	Tb<T<Tc	0.075	0.4136	Tb<T<Tc	0.235	3.5479	Tb<T<Tc	0.075	0.6309
	0.299	2.6898		0.100	0.4136		0.313	3.5479		0.100	0.6309
	0.374	2.6898		0.125	0.4136		0.391	3.5479		0.125	0.6309
0.449	0.449	2.6898	0.150	0.150	0.4136	0.470	0.470	3.5479	0.150	0.150	0.6309
Tc<T<Td	0.519	2.3235	Tc<T<Td	0.193	0.3223	Tc<T<Td	0.544	3.0646	Tc<T<Td	0.193	0.4916
	0.590	2.0450		0.235	0.2640		0.618	2.6972		0.235	0.4027
	0.661	1.8261		0.278	0.2236		0.692	2.4084		0.278	0.3410
	0.731	1.6496		0.320	0.1939		0.766	2.1755		0.320	0.2957
	0.802	1.5042		0.363	0.1711		0.840	1.9837		0.363	0.2610
	0.873	1.3823		0.405	0.1532		0.914	1.8229		0.405	0.2336
	0.944	1.2787		0.448	0.1386		0.988	1.6863		0.448	0.2115
	1.014	1.1896		0.490	0.1266		1.062	1.5687		0.490	0.1931
	1.085	1.1120		0.533	0.1165		1.136	1.4665		0.533	0.1777
	1.156	1.0440		0.575	0.1079		1.211	1.3767		0.575	0.1646
	1.226	0.9838		0.618	0.1005		1.285	1.2973		0.618	0.1532
	1.297	0.9302		0.660	0.0940		1.359	1.2266		0.660	0.1434
	1.368	0.8821		0.703	0.0883		1.433	1.1632		0.703	0.1347
	1.438	0.8387		0.745	0.0833		1.507	1.1060		0.745	0.1270
	1.509	0.7994		0.788	0.0788		1.581	1.0542		0.788	0.1202
	1.580	0.7636		0.830	0.0747		1.655	1.0070		0.830	0.1140
	1.651	0.7309		0.873	0.0711		1.729	0.9638		0.873	0.1085
	1.721	0.7009		0.915	0.0678		1.803	0.9242		0.915	0.1034
	1.792	0.6732		0.958	0.0648		1.877	0.8878		0.958	0.0988
1.863	1.863	0.6477	1.000	1.000	0.0620	1.951	1.951	0.8541	1.000	1.000	0.0946
Td<T	2.863	0.2742	Td<T	2.000	0.0155	Td<T	2.951	0.3733	Td<T	2.000	0.0237
	3.863	0.1506		3.000	0.0069		3.951	0.2083		3.000	0.0105
	4.863	0.0950		4.000	0.0039		4.951	0.1326		4.000	0.0059
	6.863	0.0477		6.000	0.0017		6.951	0.0673		6.000	0.0026
	8.863	0.0286		8.000	0.0010		8.951	0.0406		8.000	0.0015
	10.863	0.0190		10.000	0.0006		10.951	0.0271		10.000	0.0009
	13.863	0.0117		13.000	0.0004		13.951	0.0167		13.000	0.0006
	16.863	0.0079		16.000	0.0002		16.951	0.0113		16.000	0.0004
	19.863	0.0057		19.000	0.0002		19.951	0.0082		19.000	0.0003
	22.863	0.0043		22.000	0.0001		22.951	0.0062		22.000	0.0002
	25.863	0.0034		25.000	0.0001		25.951	0.0048		25.000	0.0002
	29.863	0.0025		29.000	0.0001		29.951	0.0036		29.000	0.0001
	33.863	0.0020		33.000	0.0001		33.951	0.0028		33.000	0.0001
	37.863	0.0016		37.000	0.0000		37.951	0.0023		37.000	0.0001
	41.863	0.0013		41.000	0.0000		41.951	0.0018		41.000	0.0001
	45.863	0.0011		45.000	0.0000		45.951	0.0015		45.000	0.0000
	50.863	0.0009		50.000	0.0000		50.951	0.0013		50.000	0.0000
	60.863	0.0006		60.000	0.0000		60.951	0.0009		60.000	0.0000
	70.863	0.0004		70.000	0.0000		70.951	0.0006		70.000	0.0000
	80.863	0.0003		80.000	0.0000		80.951	0.0005		80.000	0.0000
100	100.000	0.0002	100	100.000	0.0000	100	100.000	0.0003	100	100.000	0.0000

Spettro risp. elastico orizzontale e verticale (SLV)						Spettro risp. elastico orizzontale e verticale (SLC)					
	T (s)	ag (m/secq)		T (s)	ag (m/secq)		T (s)	Se (g)		T (s)	ag (m/secq)
SLV	0.001	4.0086	SLV	0.001	2.0572	SLC	0.001	4.8235	SLC	0.001	3.17397
0<T<Tb	0.013	4.3809	0<T<Tb	0.004	2.1214	0<T<Tb	0.013	5.2857	0<T<Tb	0.004	3.27738
	0.026	4.7847		0.007	2.2106		0.027	5.7856		0.007	3.42099
	0.038	5.1886		0.011	2.2998		0.040	6.2855		0.011	3.56460
	0.051	5.5925		0.014	2.3890		0.053	6.7854		0.014	3.70822
	0.064	5.9964		0.018	2.4782		0.066	7.2853		0.018	3.85183
	0.077	6.4002		0.021	2.5674		0.080	7.7852		0.021	3.99545
	0.089	6.8041		0.025	2.6566		0.093	8.2851		0.025	4.13906
	0.102	7.2080		0.029	2.7458		0.106	8.7850		0.029	4.28268
	0.115	7.6118		0.032	2.8350		0.119	9.2849		0.032	4.42629
	0.128	8.0157		0.036	2.9242		0.133	9.7848		0.036	4.56990
	0.140	8.4196		0.039	3.0134		0.146	10.2847		0.039	4.71352
	0.153	8.8235		0.043	3.1026		0.159	10.7846		0.043	4.85713
	0.166	9.2273		0.046	3.1918		0.172	11.2846		0.046	5.00075
0.179	0.179	9.6312	0.050	0.050	3.2810	0.186	0.186	11.7845	0.050	0.050	5.14436
Tb<T<Tc	0.268	9.6312	Tb<T<Tc	0.075	3.2810	Tb<T<Tc	0.278	11.7845	Tb<T<Tc	0.075	5.14436
	0.357	9.6312		0.100	3.2810		0.371	11.7845		0.100	5.14436
	0.447	9.6312		0.125	3.2810		0.464	11.7845		0.125	5.14436
0.536	0.536	9.6312	0.150	0.150	3.2810	0.557	0.557	11.7845	0.150	0.150	5.14436
Tc<T<Td	0.640	8.0662	Tc<T<Td	0.193	2.5566	Tc<T<Td	0.677	9.6961	Tc<T<Td	0.193	4.00859
	0.744	6.9387		0.235	2.0943		0.797	8.2365		0.235	3.28363
	0.848	6.0877		0.278	1.7735		0.917	7.1589		0.278	2.78074
	0.952	5.4227		0.320	1.5380		1.036	6.3306		0.320	2.41142
	1.056	4.8886		0.363	1.3577		1.156	5.6741		0.363	2.12870
	1.160	4.4504		0.405	1.2152		1.276	5.1410		0.405	1.90532
	1.264	4.0842		0.448	1.0998		1.396	4.6994		0.448	1.72437
	1.368	3.7737		0.490	1.0044		1.516	4.3277		0.490	1.57480
	1.472	3.5071		0.533	0.9242		1.636	4.0105		0.533	1.44912
	1.576	3.2757		0.575	0.8559		1.756	3.7366		0.575	1.34201
	1.680	3.0729		0.618	0.7970		1.876	3.4977		0.618	1.24964
	1.784	2.8937		0.660	0.7457		1.996	3.2876		0.660	1.16917
	1.887	2.7343		0.703	0.7006		2.116	3.1012		0.703	1.09844
	1.991	2.5916		0.745	0.6606		2.236	2.9349		0.745	1.03578
	2.095	2.4630		0.788	0.6250		2.356	2.7855		0.788	0.97988
	2.199	2.3466		0.830	0.5930		2.475	2.6505		0.830	0.92970
	2.303	2.2406		0.873	0.5641		2.595	2.5281		0.873	0.88442
	2.407	2.1439		0.915	0.5379		2.715	2.4164		0.915	0.84334
	2.511	2.0551		0.958	0.5140		2.835	2.3142		0.958	0.80591
2.615	2.615	1.9734	1.000	1.000	0.4922	2.955	2.955	2.2203	1.000	1.000	0.77165
Td<T	3.615	1.0327	Td<T	2.000	0.1230	Td<T	3.955	1.2395	Td<T	2.000	0.19291
	4.615	0.6337		3.000	0.0547		4.955	0.7897		3.000	0.08574
	5.615	0.4281		4.000	0.0308		5.955	0.5467		4.000	0.04823
	7.615	0.2327		6.000	0.0137		7.955	0.3064		6.000	0.02143
	9.615	0.1460		8.000	0.0077		9.955	0.1956		8.000	0.01206
	11.615	0.1000		10.000	0.0049		11.955	0.1357		10.000	0.00772
	14.615	0.0632		13.000	0.0029		14.955	0.0867		13.000	0.00457
	17.615	0.0435		16.000	0.0019		17.955	0.0601		16.000	0.00301
	20.615	0.0318		19.000	0.0014		20.955	0.0442		19.000	0.00214
	23.615	0.0242		22.000	0.0010		23.955	0.0338		22.000	0.00159
	26.615	0.0191		25.000	0.0008		26.955	0.0267		25.000	0.00123
	30.615	0.0144		29.000	0.0006		30.955	0.0202		29.000	0.00092
	34.615	0.0113		33.000	0.0005		34.955	0.0159		33.000	0.00071
	38.615	0.0091		37.000	0.0004		38.955	0.0128		37.000	0.00056
	42.615	0.0074		41.000	0.0003		42.955	0.0105		41.000	0.00046
	46.615	0.0062		45.000	0.0002		46.955	0.0088		45.000	0.00038
	51.615	0.0051		50.000	0.0002		51.955	0.0072		50.000	0.00031
	61.615	0.0036		60.000	0.0001		61.955	0.0051		60.000	0.00021
	71.615	0.0026		70.000	0.0001		71.955	0.0037		70.000	0.00016
	81.615	0.0020		80.000	0.0001		81.955	0.0029		80.000	0.00012
100	100.000	0.0013	100	100.000	0.0000	100	100.000	0.0019	100	100.000	0.00008



La liquefazione è un fenomeno che comporta la perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche e dinamiche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di una massa viscosa. Ciò avviene solitamente nei depositi di sabbie sciolte fini quando, sotto l'azione dei carichi applicati o di forze idrodinamiche, la pressione dell'acqua aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento, cioè quando gli sforzi efficaci si riducono a zero. Nell'area in esame le caratteristiche granulometriche, geolitologiche e geomeccaniche, desunte dai campioni di laboratorio, fanno ritenere i terreni suscettibile alla liquefazione di grado basso o nullo.

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti dallo studio geologico per il consolidamento dei dissesti che hanno interessato l'area di località Ianò-Rombolotto, hanno permesso di inquadrare le condizioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche generali dell'area e definire il modello geologico di riferimento, che in sintesi può essere così riassunto:

- I terreni affioranti nelle aree indagate sono dati da una coltre di copertura costituita da sabbie limose sciolte, di spessore variabile, che poggia direttamente sulla formazione arenacea di base, di età miocenica;
- I rilevamenti geologici e geomorfologici di superficie, integrati dalle analisi stereoscopiche delle fotografie aree, hanno individuato, all'interno di un'ampia zona franosa attiva e quiescente individuata dal PAI, una serie di frane secondarie a movimento tipo scorrimento traslativo e colamento,
- Il progetto in oggetto ha individuato tre interventi, all'interno dei quali si è determinato che le superfici di movimento sono confinante all'interno della coltre di copertura e limitatamente alla coltre di alterazione del substrato arenaceo;
- In tutta l'area oggetto degli interventi progettuali è presente una superficie piezometrica superficiale, che si attesta in generale all'interno della progressiva dei 4.50 metri dal p.c.. La presenza d'acqua in un contesto idrogeologico così fragile deve essere attentamente controllata con adeguate sistemazioni idrogeologiche e sistemi drenanti, che migliorino il deflusso delle acque sotterranee, in particolare nei periodi di intense precipitazioni, al fine di evitare accumuli di acqua nei terreni, con conseguente aumento delle pressioni neutre e diminuzione della resistenza al taglio del terreno.
- Le indagini geognostiche in sito e le sperimentazioni di laboratorio hanno dettagliatamente caratterizzato dal punto di vista litologico, geomeccanico e sismico i terreni affioranti e quelli immediatamente sottostanti, fino ad una profondità superiore a 30.00 metri dal p.c., permettendo di formulare un modello geologico di riferimento, sintetizzato negli elaborati cartografici, in particolare nelle sezioni geologiche A-A'; B-B', C-C'; D-D'; E-E'; F-F', a cui dovrà fare riferimento il progettista per il dimensionamento degli interventi progettuali e la verifica di stabilità globale nelle aree d'intervento;

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

- Dall'analisi congiunta dei parametri topografici, geolitologici, sismici e geomeccnici le aree d'interesse risultano caratterizzate da una risposta sismica omogenea; secondo l'approccio semplificato delle NTC2008 (livello I), i terreni oggetto degli interventi previsti ricadono in categoria di sottosuolo classe C e categoria topografica T2.

In virtù dei risultati ottenuti e del modello geologico di riferimento elaborato, attraverso la caratterizzazione geologica, geomorfologica, idrogeologica, geomeccanica e sismica dei terreni attraversati e alla luce dei risultati ottenuti dalla pericolosità sismica di sito si ritiene il progetto in oggetto fattibile.

Catanzaro ottobre 2012

Dott. Fabio PROCOPIO
Ordine Geologi Regione Calabria N. 278

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

ALLEGATI

Carta Topografica scala 1:25.000;

Stralcio Cartografia Frane PAI scala 1:10.000;

Stralcio Cartografia Rischio PAI scala 1:10.000;

Stralcio Cartografia Master Plan scala 1:5.000;

Carta geomorfologica di raffronto al PAI scala 1:5.000;

Carta Geologica scala 1:5.000;

Carta Ubicazioni Indagini scala 1:5.000;

Carta geomorfologica di dettaglio intervento 1 -2 scala 1:2.000;

Carta Geomorfologica di dettaglio intervento 3 scala 1:2.000;

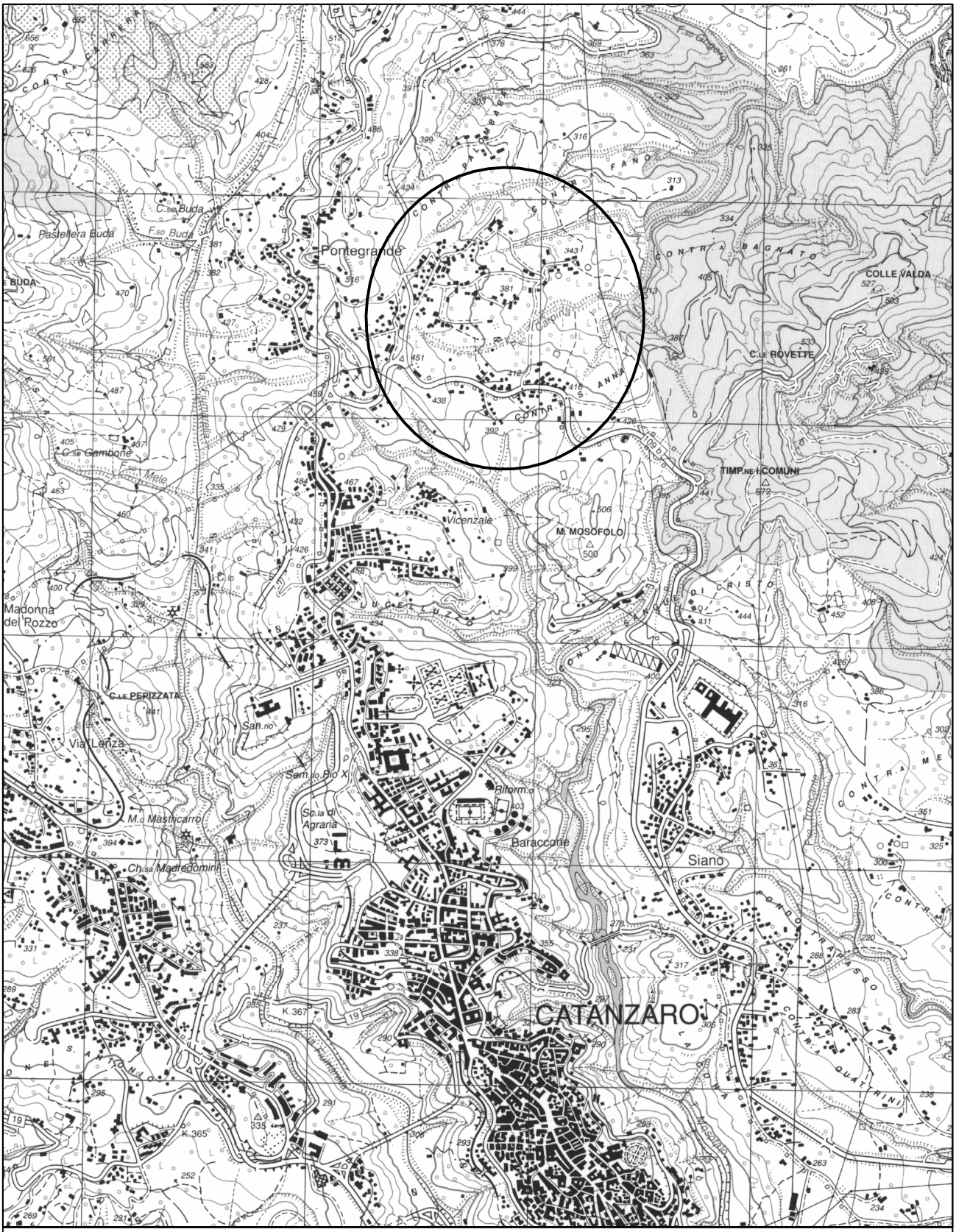
Sezioni geologiche-1 scala 1:500;

Sezioni geologiche-2 scala 1:500;

Rilievo di dettaglio/1 scala 1.2.000;

Rilievo di dettaglio/2 scala 1:2.000.

STUDIO DI GEOLOGIA Dott. Fabio Procopio Via Cosenza n.°36 88100 Catanzaro 0961738771 fabioprocopio@libero.it

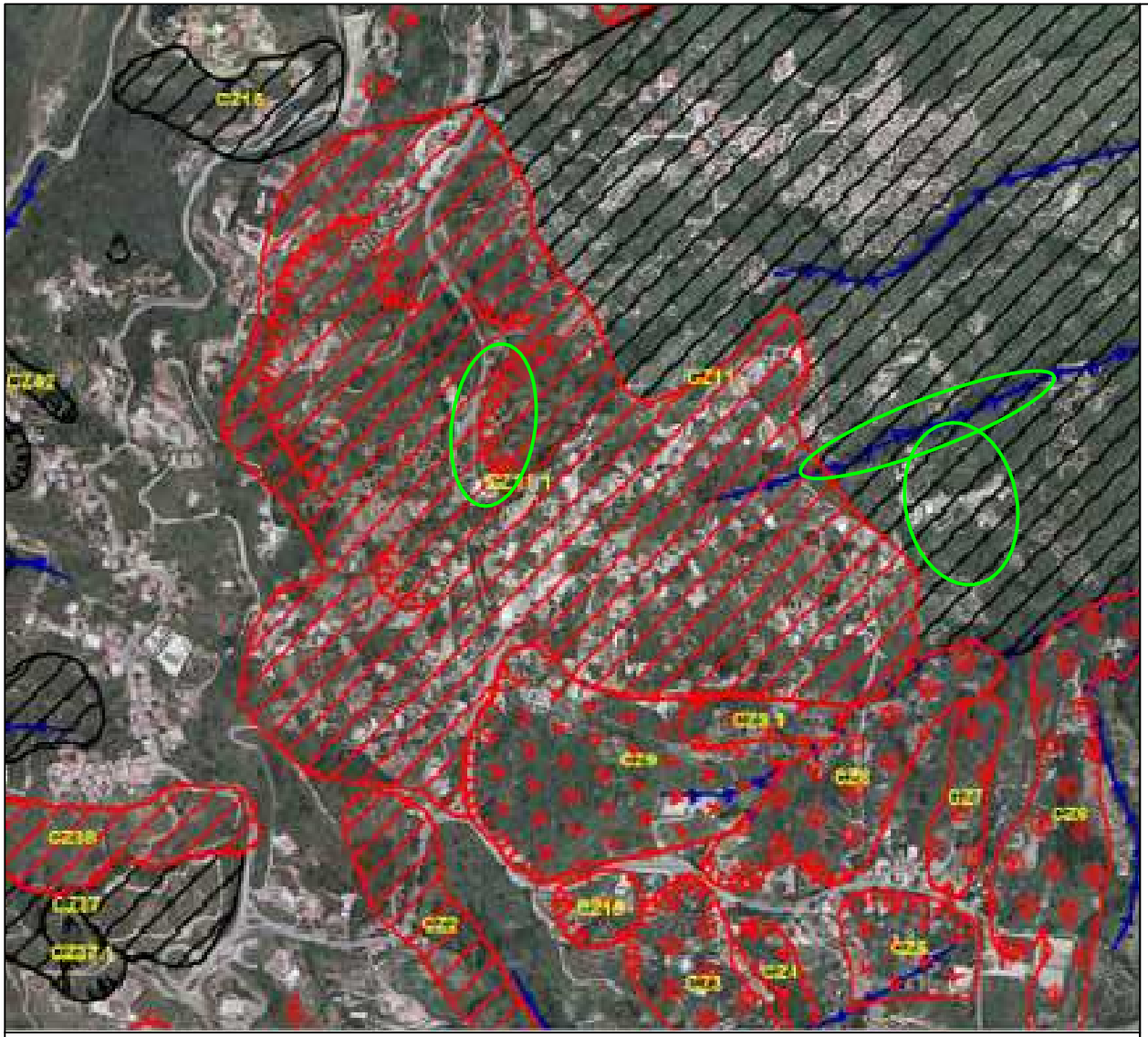


CARTA TOPOGRAFICA

Scala 1:25.000

Aree di intervento

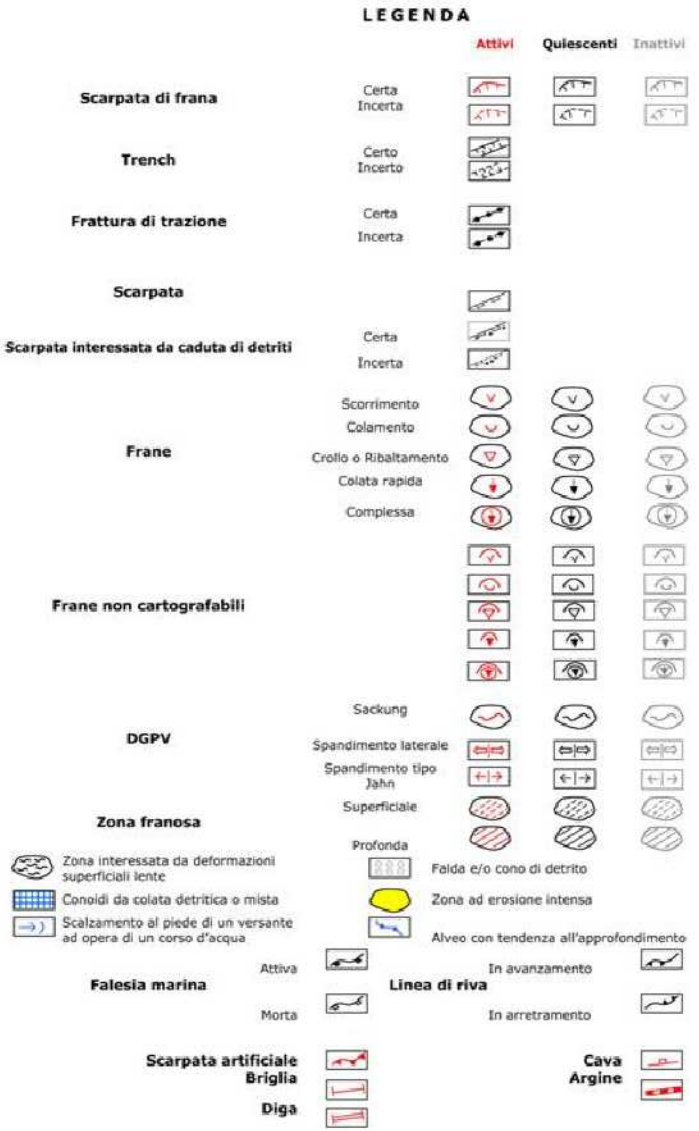
N

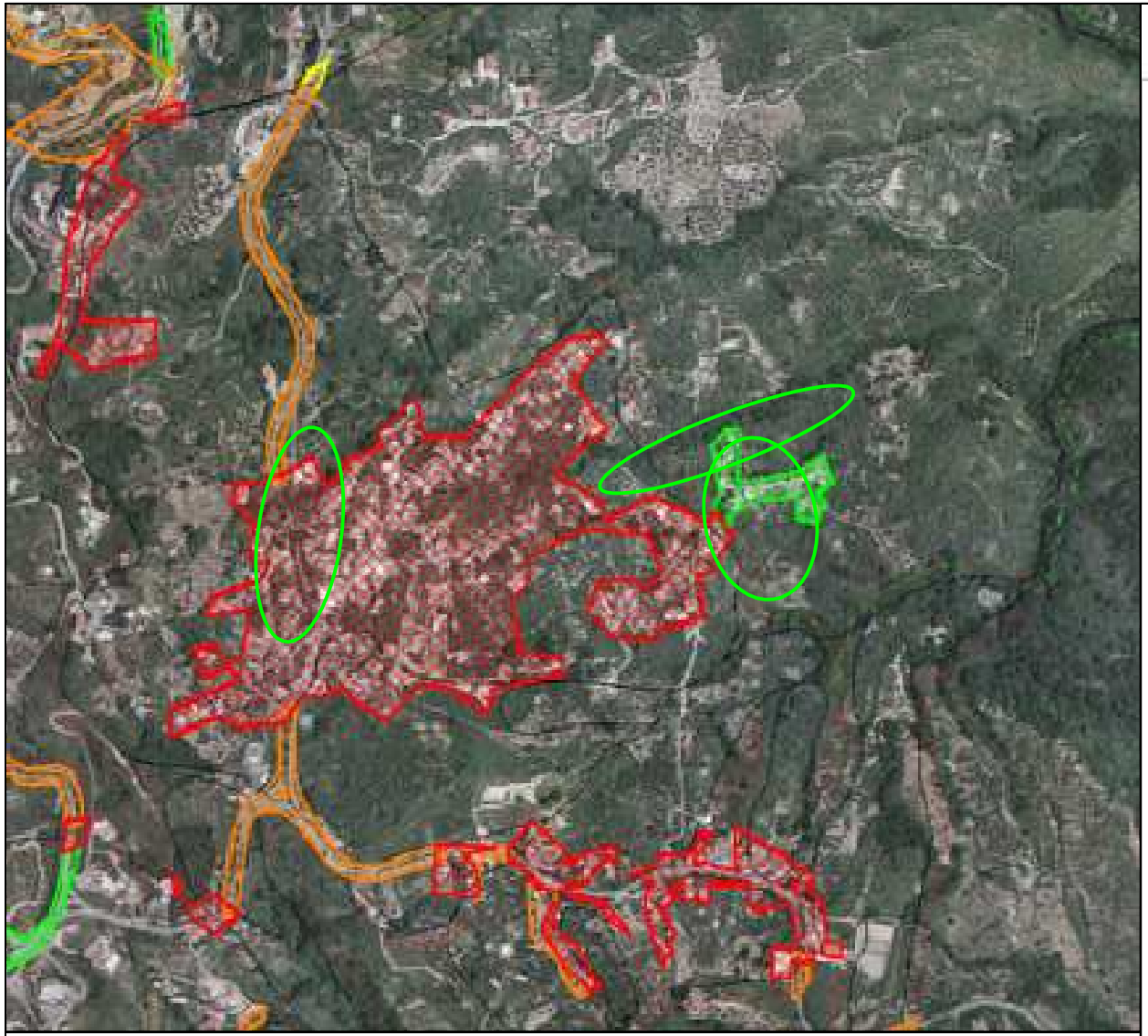


STRALCIO CARTOGRAFIA FRANE PAI

Scala 1:10.000

Aree di intervento

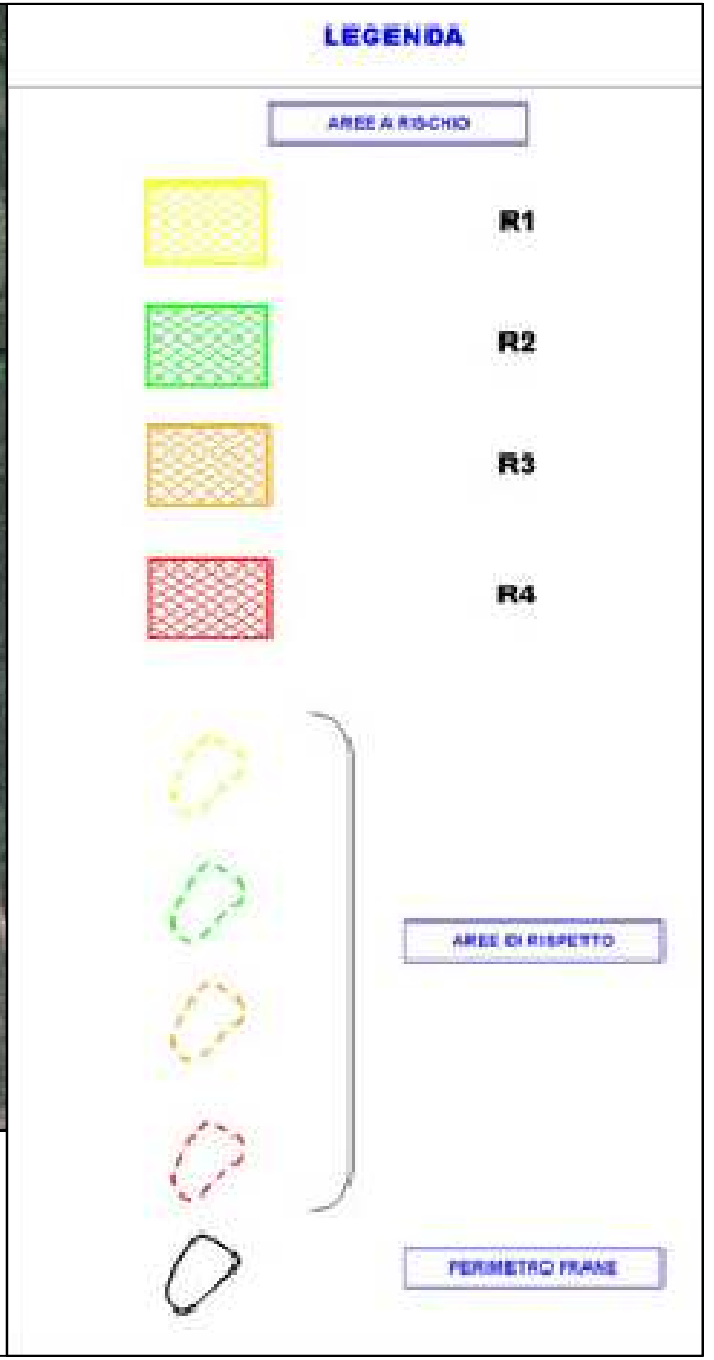


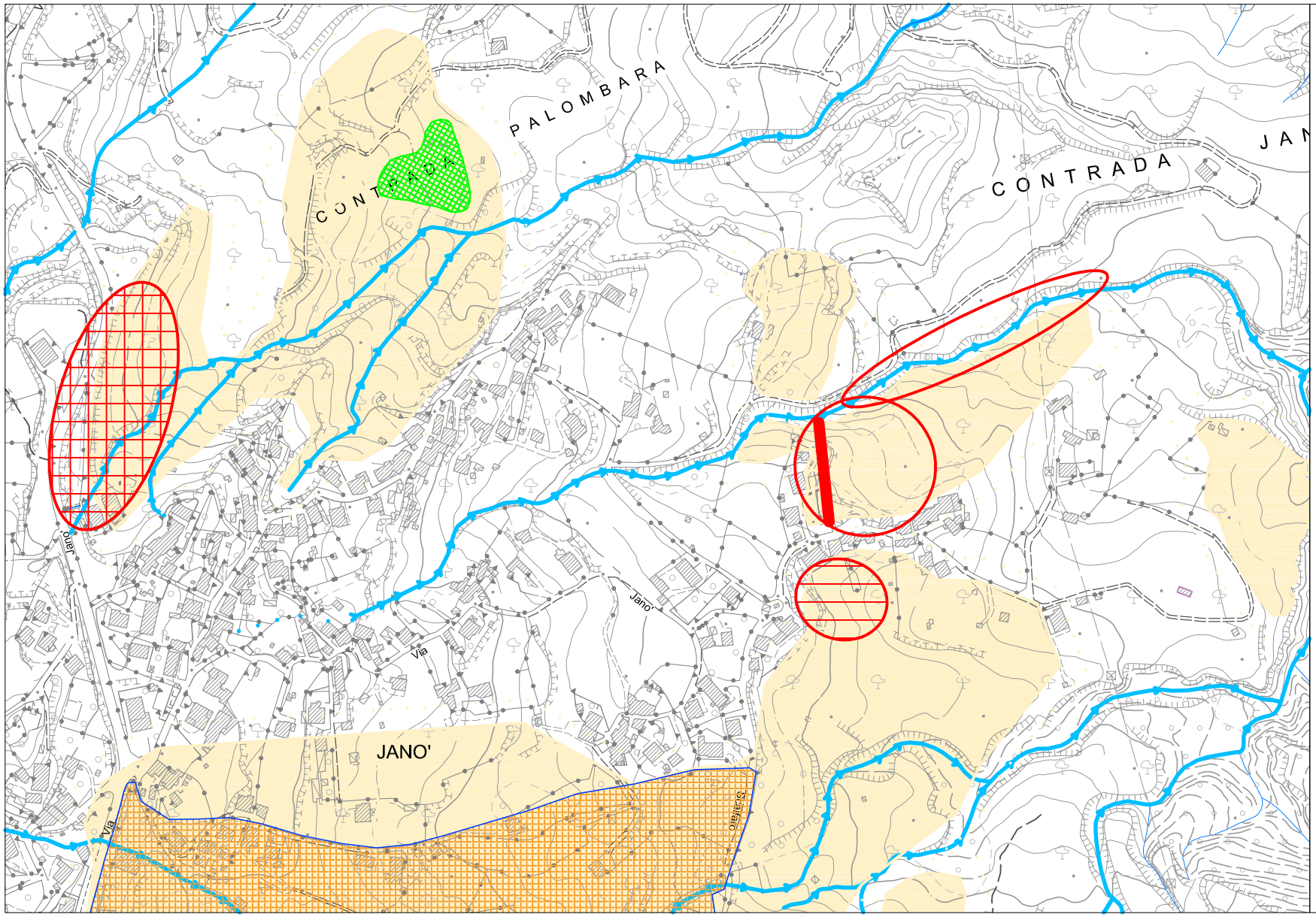


STRALCIO CARTOGRAFIA RISCHIO PAI

Scala 1:10.000

Aree di intervento





STRALCIO CARTOGRAFIA MASTER PLAN

scala 1:5000

N
O
E
S

Aree a priorità d'intervento 1

Interventi tipo A

1A: ripristino funzionale del reticolo idrografico esistente mediante pulizia dei fossi e dei canali ; rifacimento e completamento opere di canalizzazione idraulica

Intervento tipo B

1B : opere di bonifica idrogeologica mediante realizzazione di sistemi di trincee drenanti

Intervento tipo C

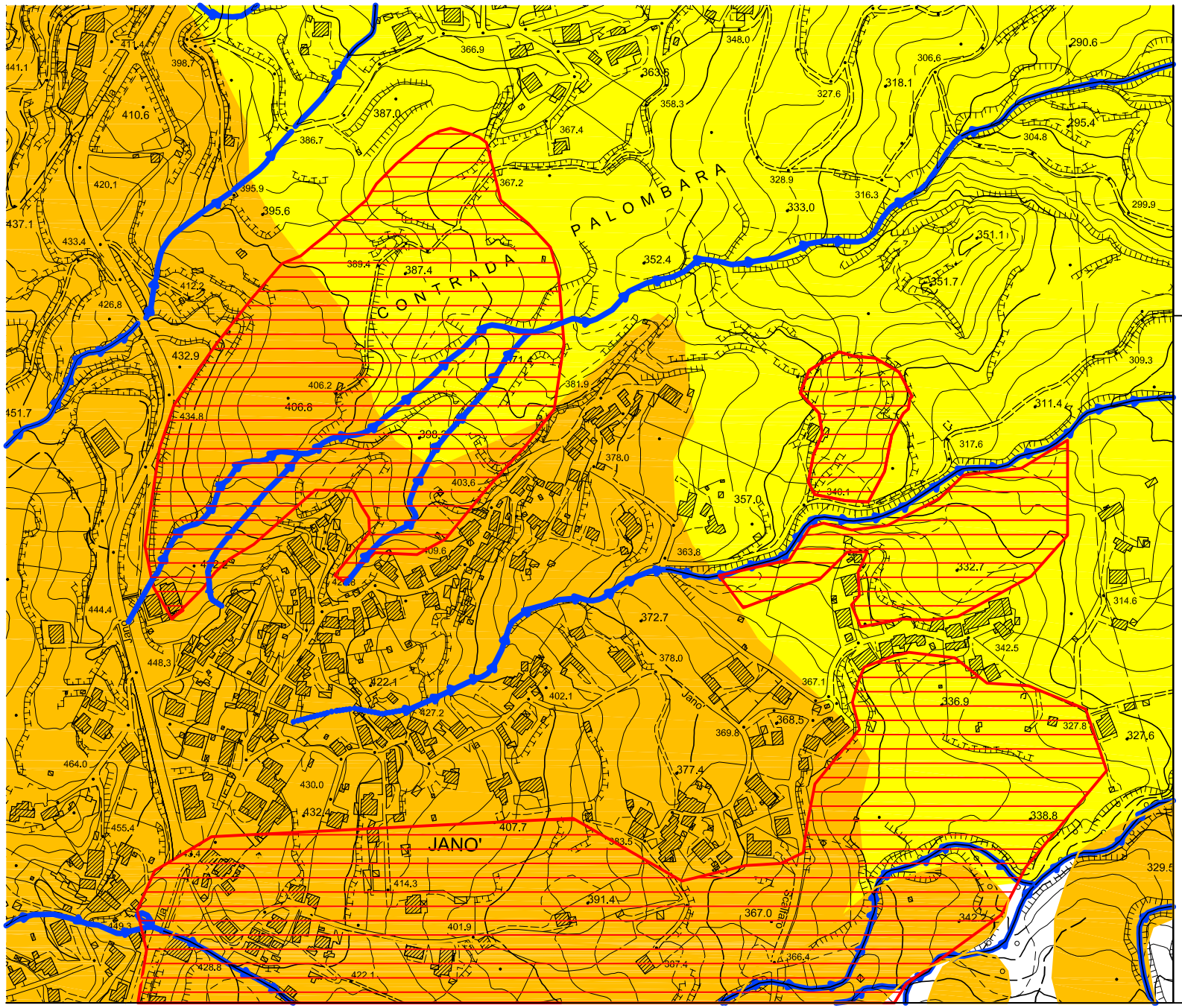
1C : opere di consolidamento (paratie di pali e/o muri di sostegno in c.a con sistema di dreni sub-orizzontali e fondazioni indirette)

Area interessata da interventi di sistemazione idrogeologica in corso d'opera dal 2008

Intervento 1

Intervento 2

Intervento 3



CARTA GEOMORFOLOGICA DI RAFFRONTO AL PAI

Scala 1:5.000

N

O E

LEGENDA

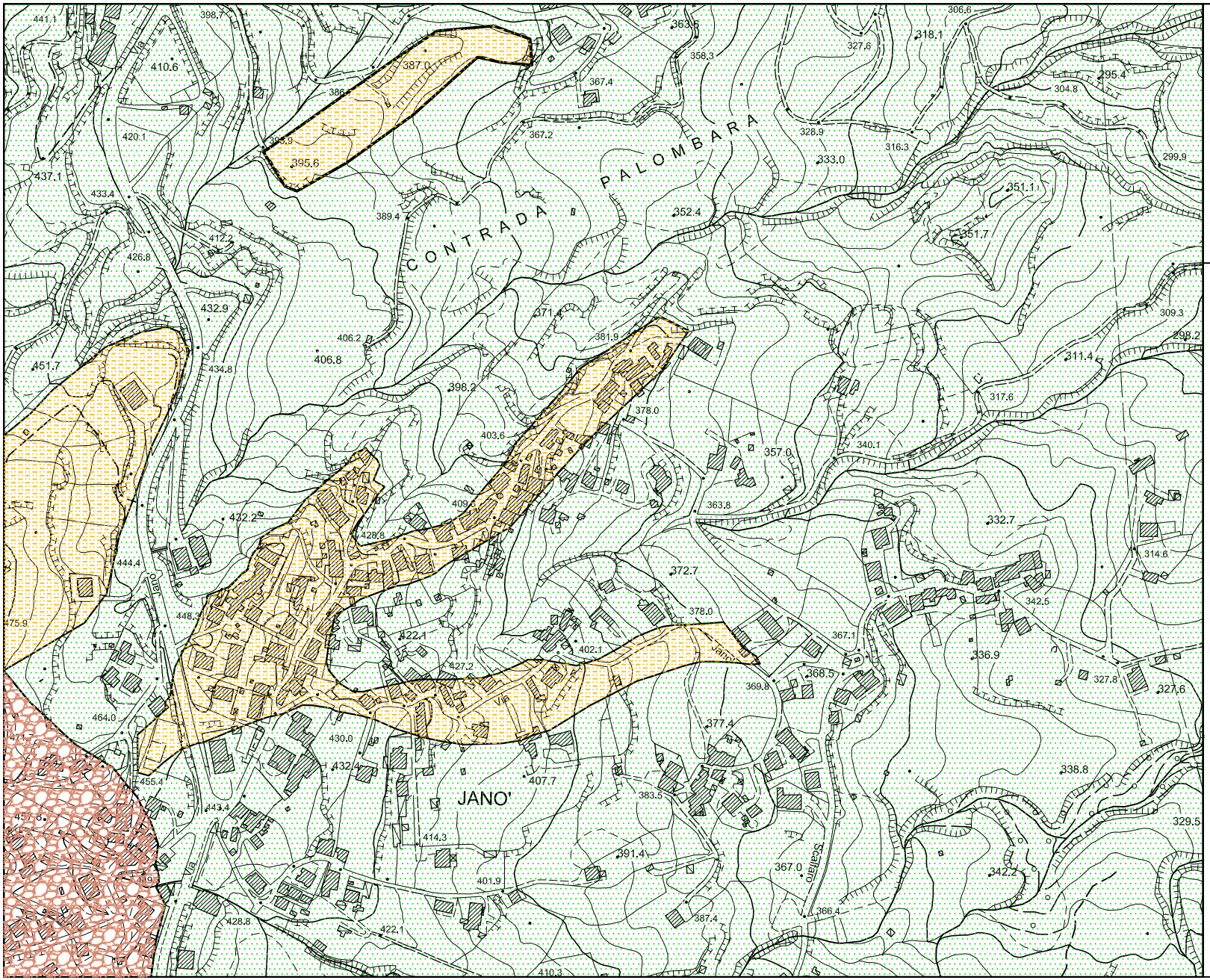
Zona franosa P.A.I. Attiva
Tipologia di movimenti: traslativo, rototraslativo e complesso.

Zona franosa P.A.I. Quiescente.
Tipologia di movimenti: traslativo, rototraslativo, complesso.

Corpi di frana con scorrimento traslativo attivati nel febbraio-marzo 2010

Alveo in erosione

Fenomeni sorgentizi anomali



CARTA GEOLOGICA

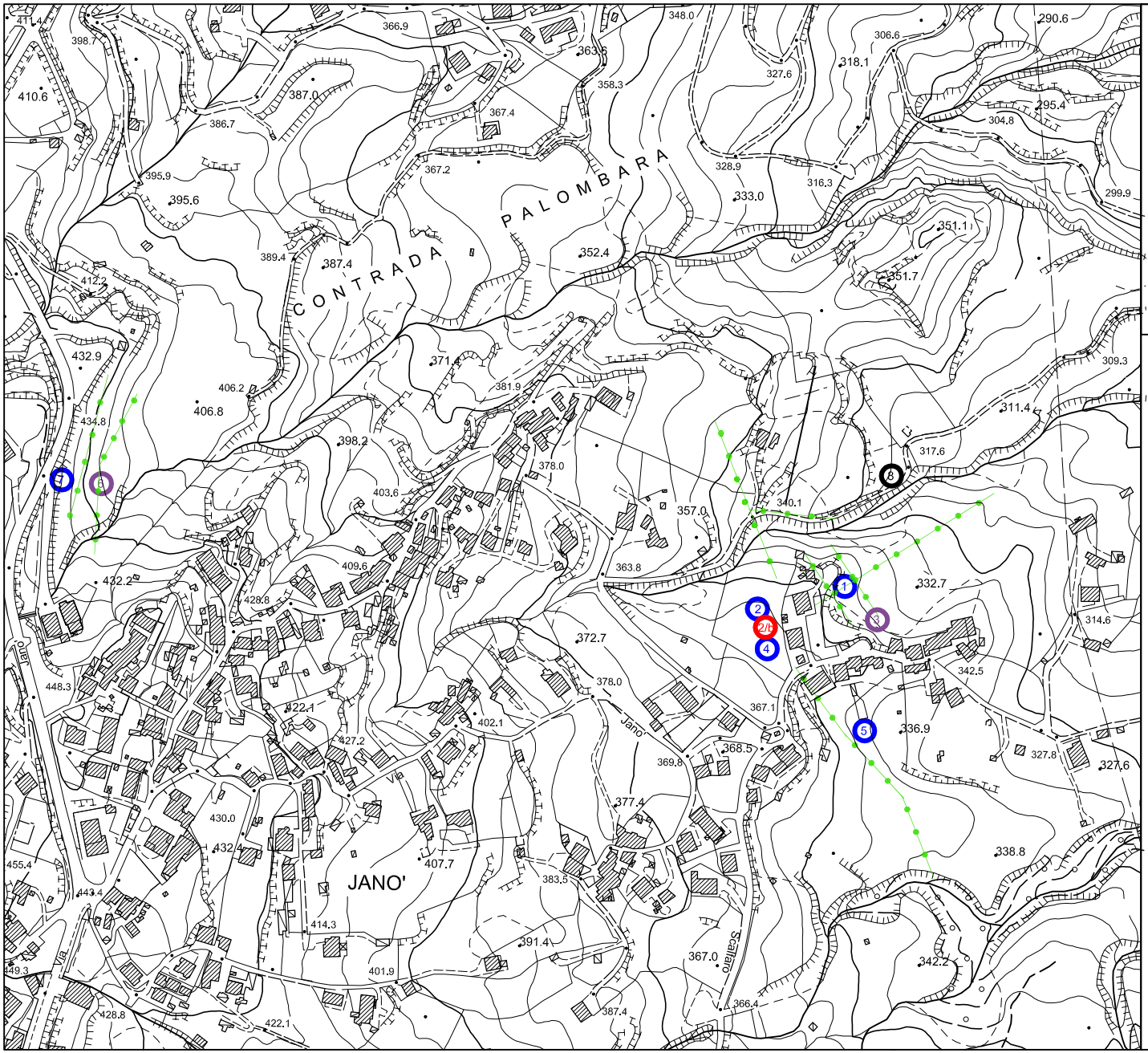
Scala 1:5.000

N

O E

LEGENDA

- Sabbia limosa localmente ghiaiosa (Coltre di copertura)
- Arenaria da mediamente cementata a cementata
- Conglomerati in matrice sabbiosa limosa

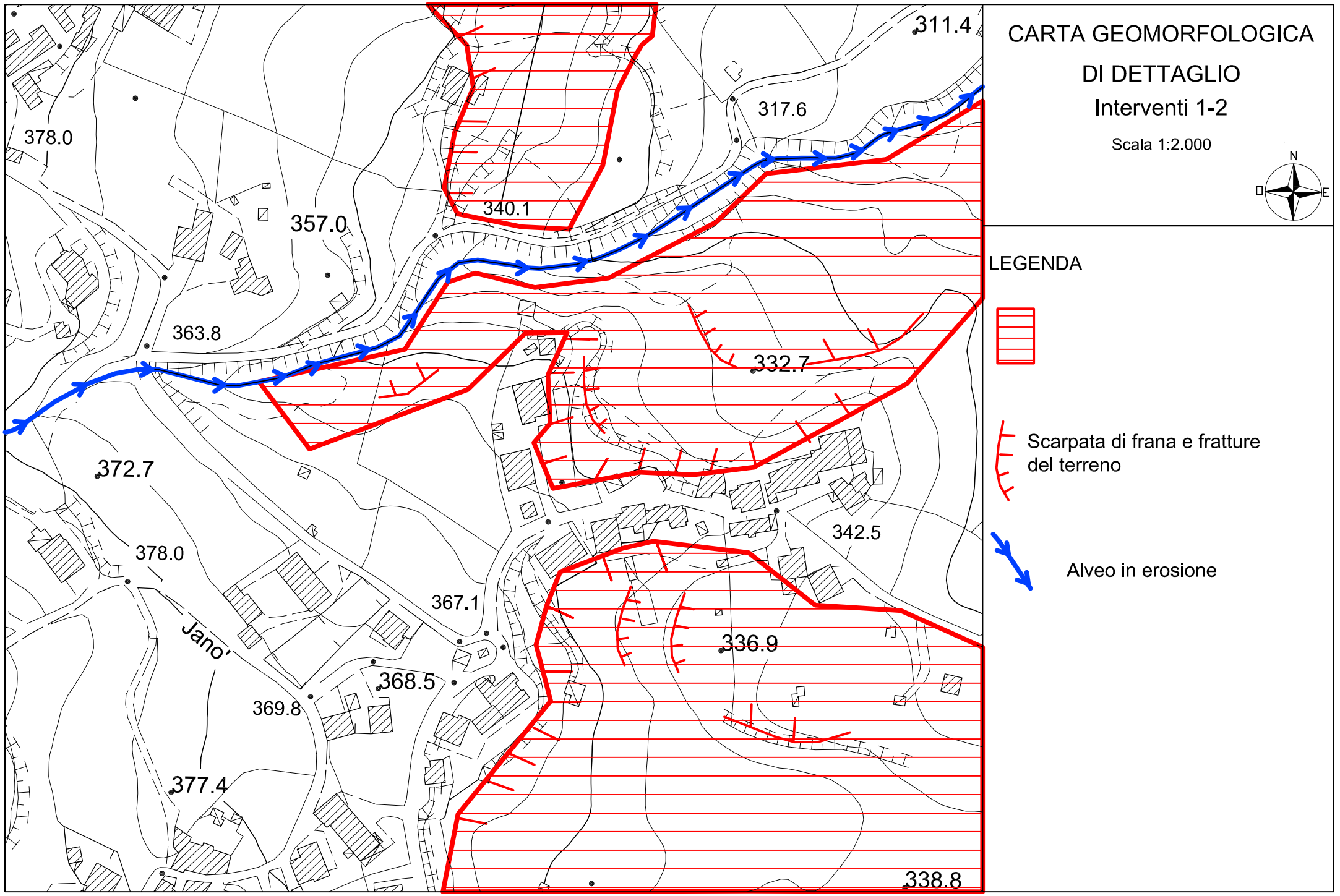


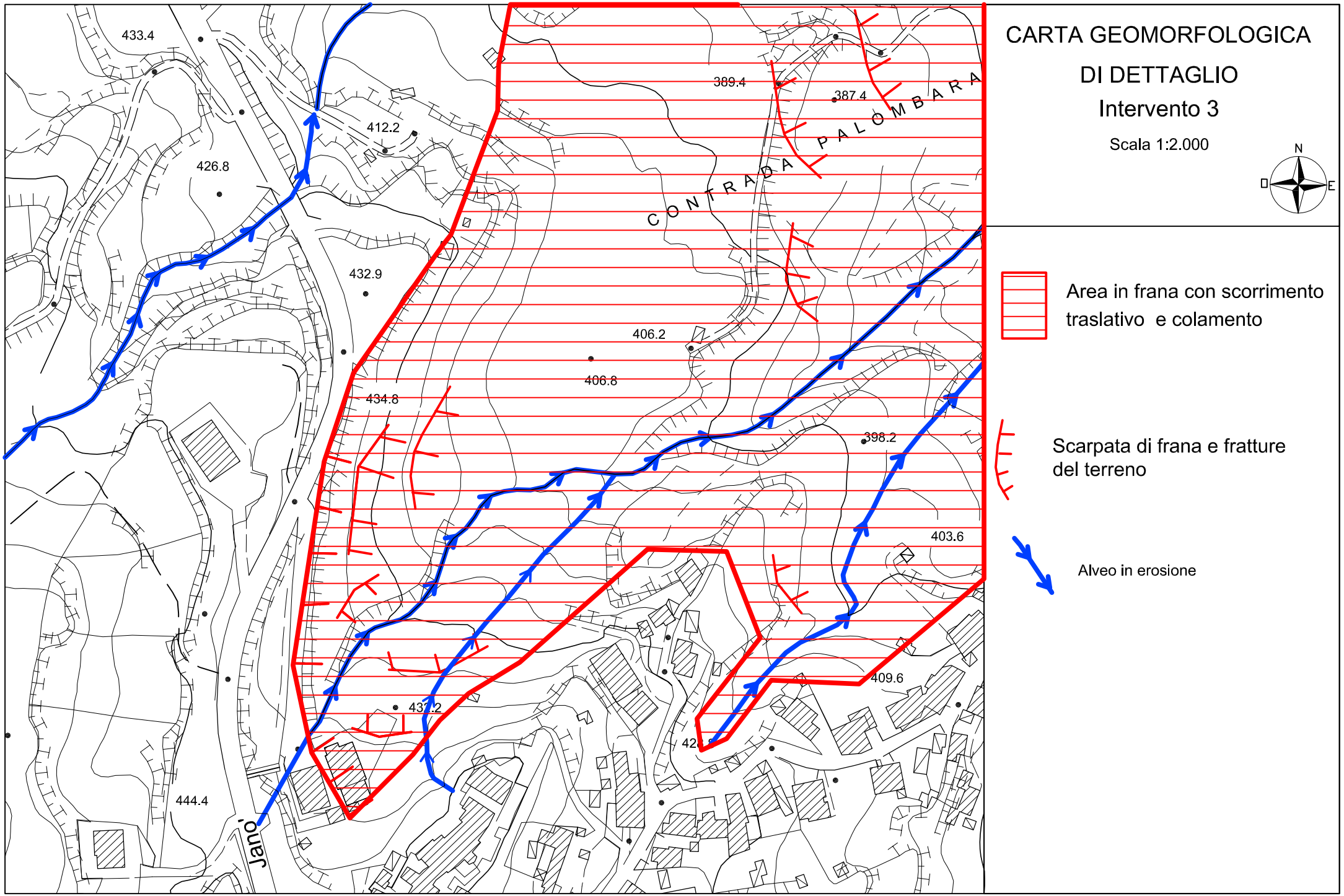
CARTA
UBICAZIONI INDAGINI
Scala 1:5.000

N
O
E

LEGENDA

- Sondaggio a carotaggio
- Sondaggio a carotaggio attrezzato con inclinometro
- Sondaggio a carotaggio attrezzato con piezometro
- Profilo sismico


CARTA GEOMORFOLOGICA
DI DETTAGLIO
Interventi 1-2
Scala 1:2.000
N
E
LEGENDA
Scarpata di frana e fratture del terreno
Alveo in erosione
311.4
317.6
378.0
340.1
357.0
363.8
332.7
372.7
342.5
378.0
367.1
Jano'
336.9
368.5
369.8
377.4
338.8

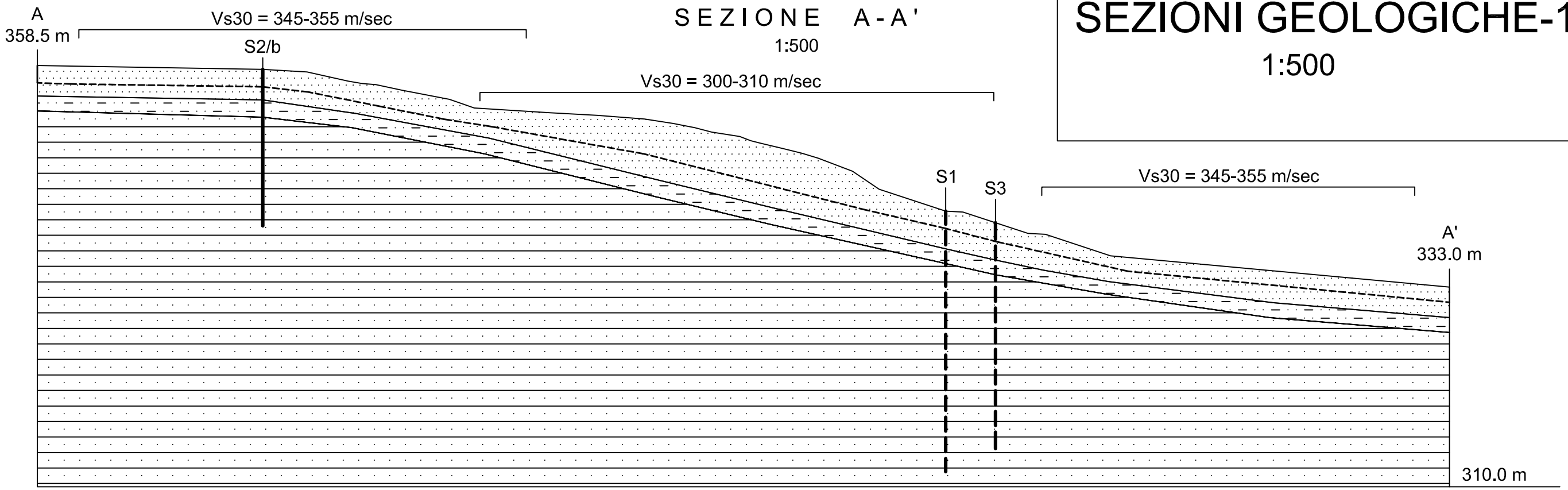

CARTA GEOMORFOLOGICA
DI DETTAGLIO
Intervento 3
Scala 1:2.000
N
O
E
Area in frana con scorrimento traslativo e colamento
Scarpata di frana e fratture del terreno
Alveo in erosione
CONTRADA PALOMBARA
433.4
412.2
426.8
432.9
389.4
387.4
406.2
406.8
434.8
398.2
403.6
409.6
444.4
Janò

SEZIONI GEOLOGICHE-1

1:500

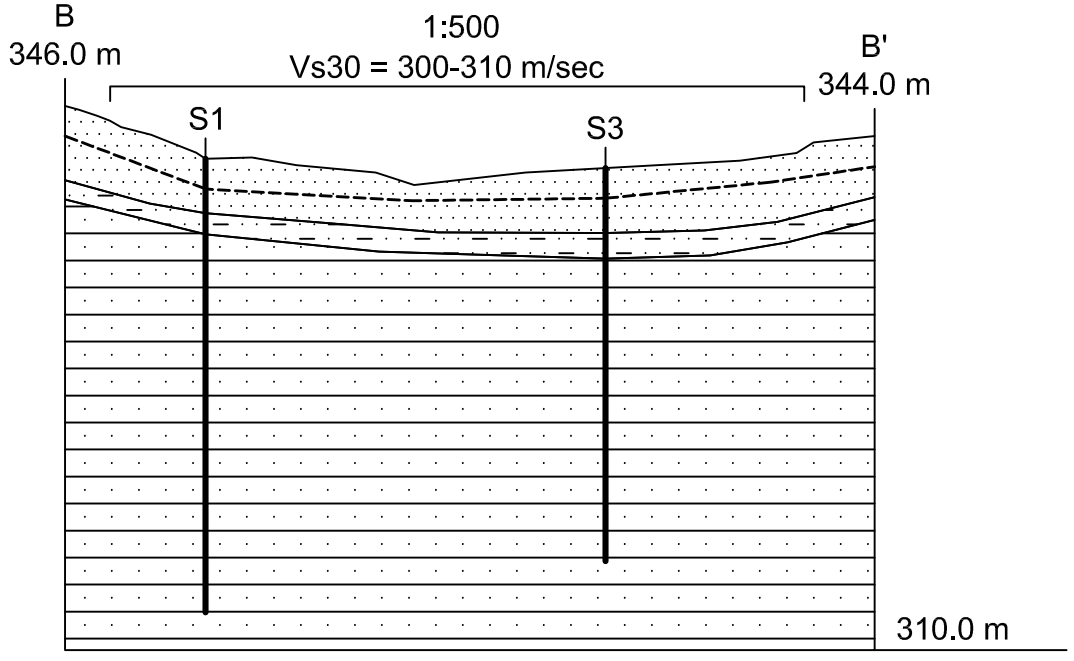
SEZIONE A-A'

1:500



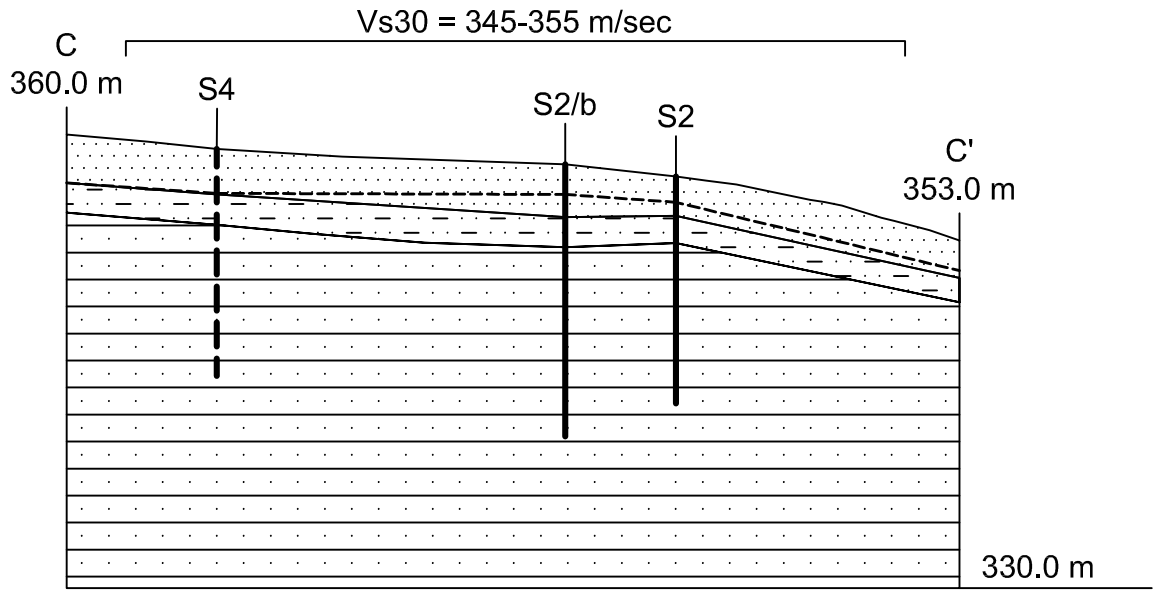
SEZIONE B-B'

1:500



SEZIONE C-C'

1:500



Unità litotecnica L1a Coltre di copertura costituita da sabbia limosa localmente ghiaiosa da sciolta a poco addensata di colore marrone (γ=1,92-1,95 g/cmc; γs=1,98-2,03 g/cmc; c=0,00-0,10 Kg/cmq; φ=22-25°; Vs=140-145 m/sec; K=8.72 x 10-6 - 5.42 x10-6 m/s

Unità Litotecnica L2a - Alterazione del substrato costituito da sabbia limosa debolmente argillosa mediamente addensata di colore variabile dal marrone al grigio.(γ=1,96-2,02 g/cmc; γs=1,99-2,01 g/cmc; c=0,00-0,31 Kg/cmq; φ=27-35°; Vs=245-250 m/sec; K=3.53 x 10-6 - 1.07 x10-6 m/s

Unità Litotecnica L2b - Arenaria da mediamente cementata a cementata con alternanze di livelli sabbioso argillosi ghiosiosi di colore grigio. (γ=2.00-2.20 g/cmc; γs=2.10-2,50 g/cmc; c=0,30-0,80 Kg/cmq; φ=35-40°; Vs=480-490 m/sec; K=5.17 x 10-7 - 2.81 x10-7 m/s

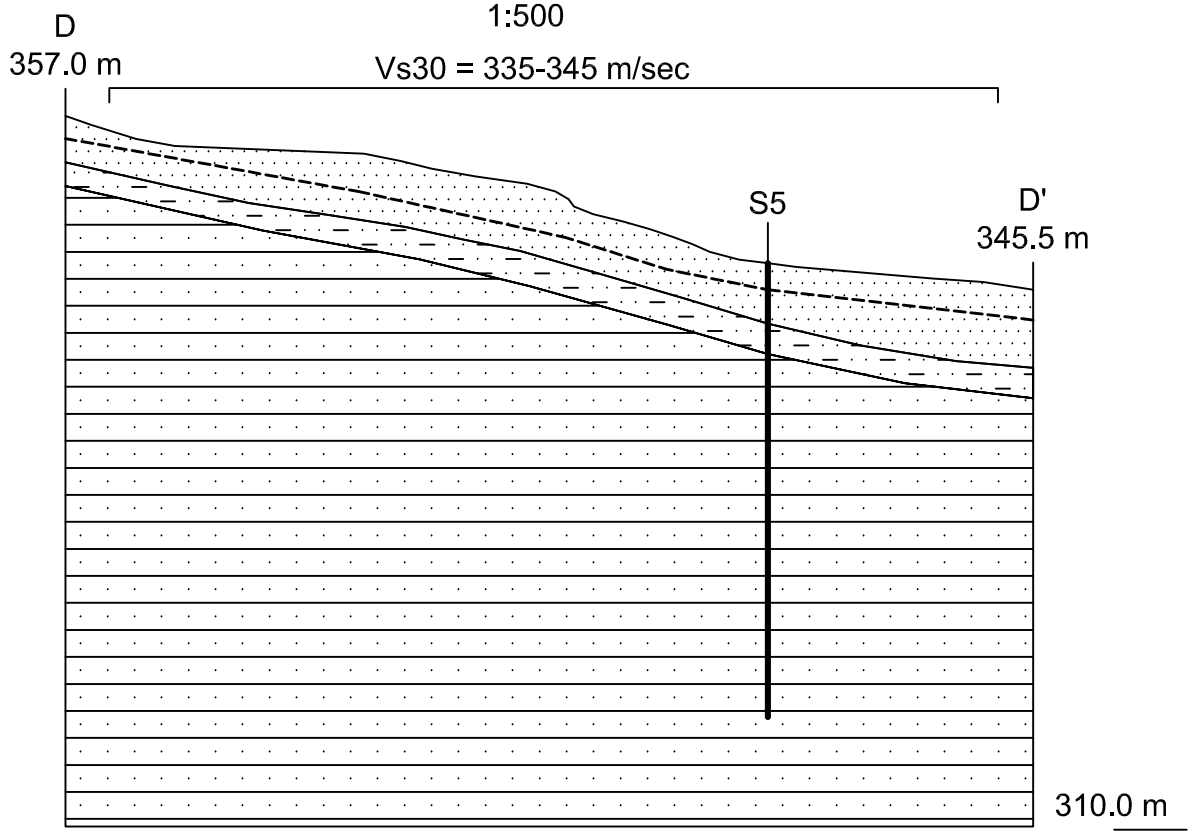
Sondaggio a carotaggio continuo presente lungo la sezione; Proiezione del sondaggio a carotaggio continuo lungo la sezione; --------- Superficie piezometrica

SEZIONI GEOLOGICHE-2

1:500

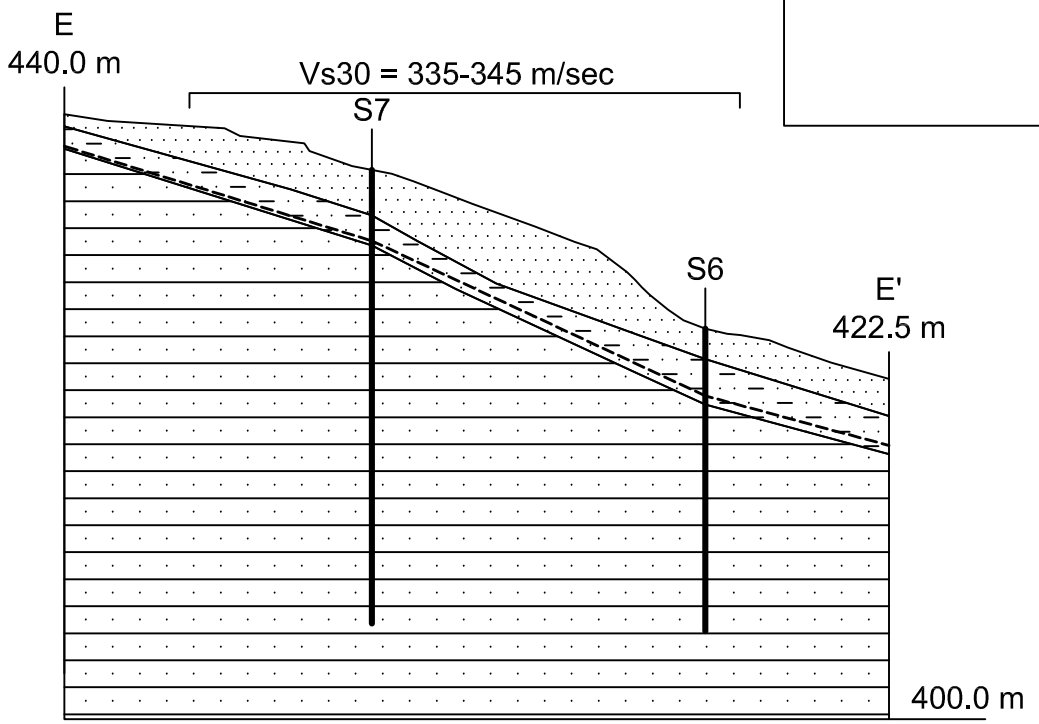
SEZIONE D-D'

1:500



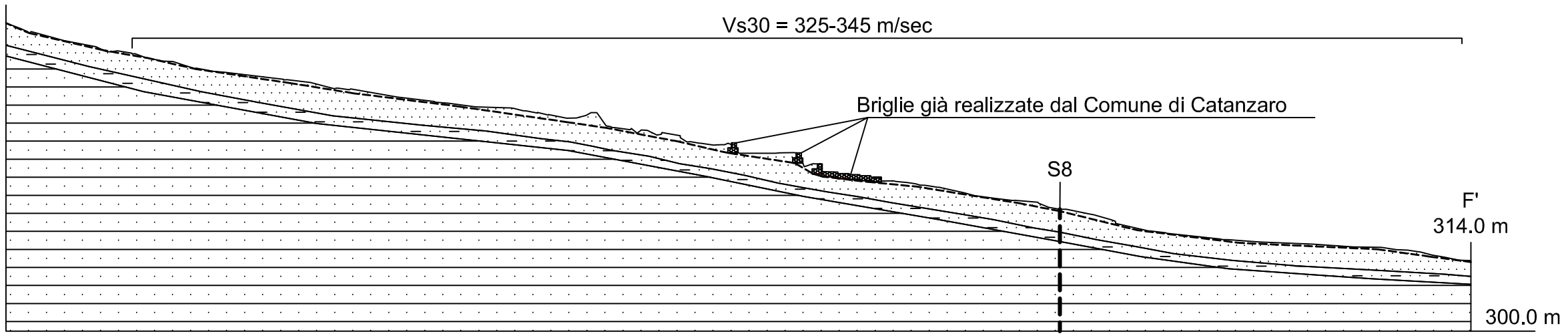
SEZIONE E-E'

1:500



SEZIONE F-F'

1:1.000



Unità litotecnica L1a Coltre di copertura costituita da sabbia limosa localmente ghiaiosa da sciolta a poco addensata di colore marrone (γ=1,92-1,95 g/cmc; γs=1,98-2,03 g/cmc; c=0,00-0,10 Kg/cmq; φ=22-25°; Vs=140-145 m/sec; K=8.72 x 10-6 - 5.42 x10-6 m/s

Unità Litotecnica L2a - Alterazione del substrato costituito da sabbia limosa debolmente argillosa mediamente addensata di colore variabile dal marrone al grigio.(γ=1,96-2,02 g/cmc; γs=1,99-2,01 g/cmc; c=0,00-0,31 Kg/cmq; φ=27-35°; Vs=245-250 m/sec; K=3.53 x 10-6 - 1.07 x10-6 m/s

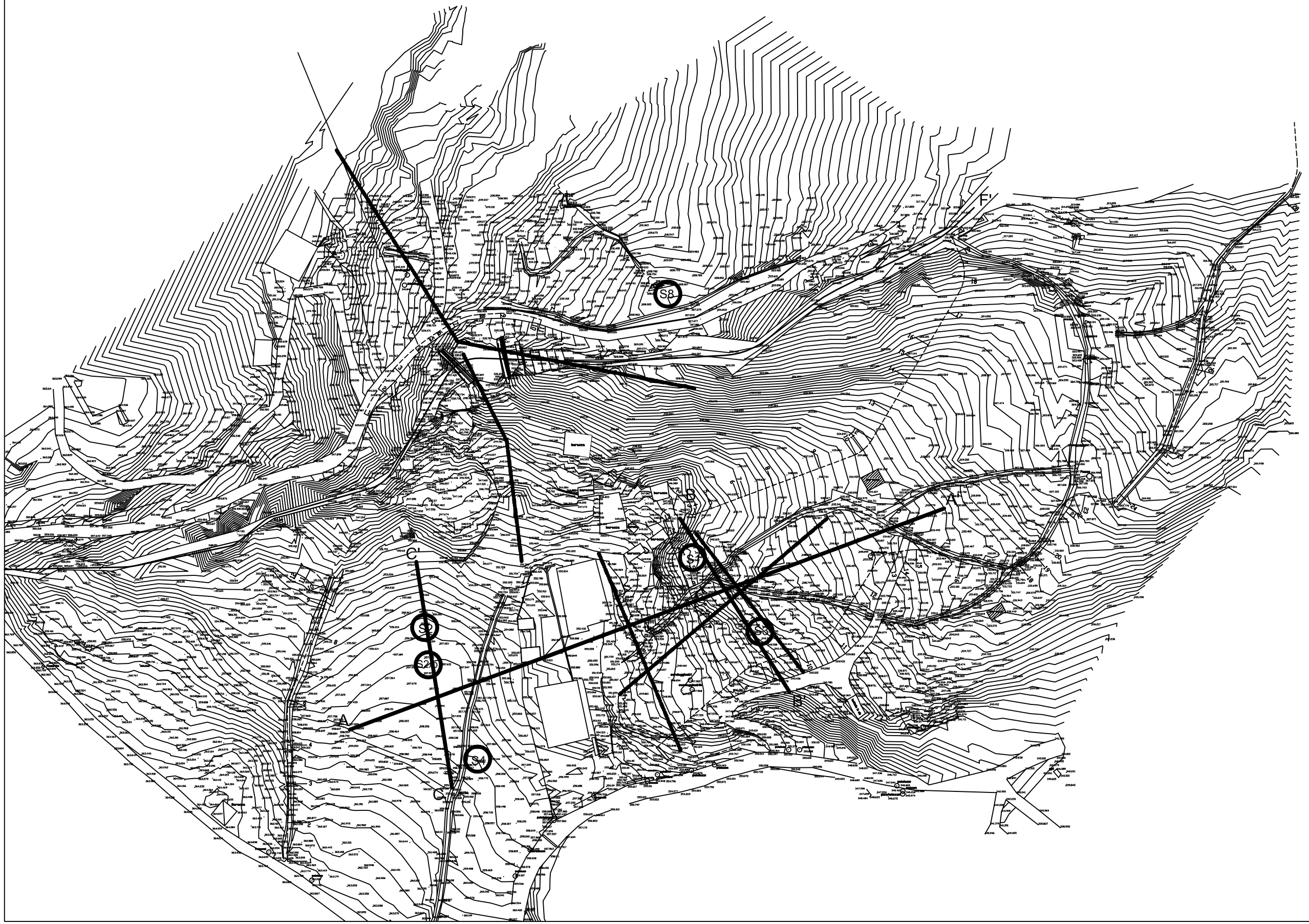
Unità Litotecnica L2b - Arenaria da mediamente cementata a cementata con alternanze di livelli sabbioso argillosi ghiosiosi di colore grigio. (γ=2.00-2.20 g/cmc; γs=2.10-2,50 g/cmc; c=0,30-0,80 Kg/cmq; φ=35-40°; Vs=480-490 m/sec; K=5.17 x 10-7 - 2.81 x10-7 m/s

Sondaggio a carotaggio continuo presente lungo la sezione; Proiezione del sondaggio a carotaggio continuo lungo la sezione;

--------- Superficie piezometrica

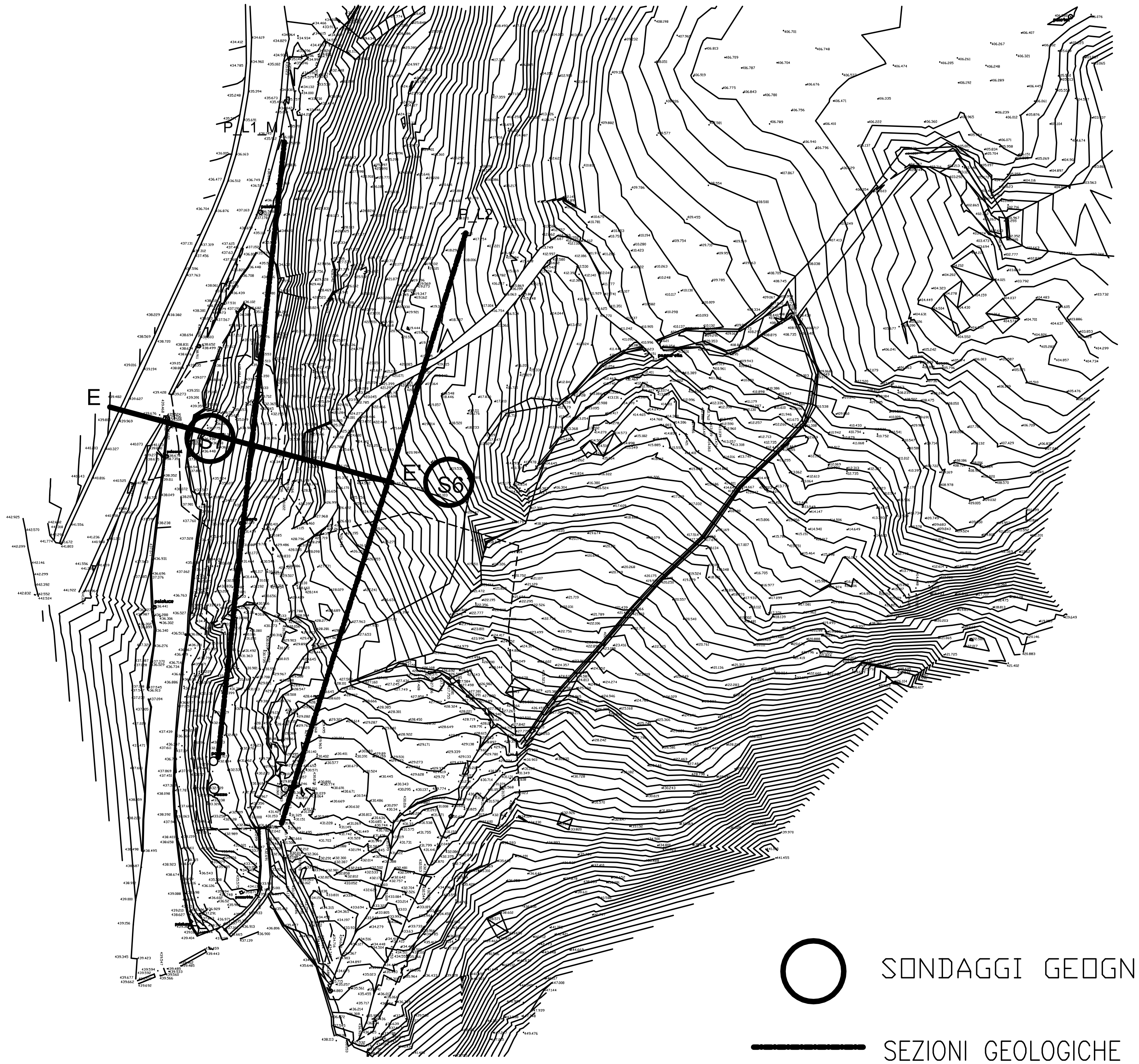
RILIEVO DI DETTAGLIO/1

SCALA 1: 2000



RILIEVO DI DETTAGLIO/2

SCALA 1: 2000



SONDAGGI GEOGNOSTICI

SEZIONI GEOLOGICHE

SEZIONI SISMICHE