

Dr. Geol. Vincenzo Vecchio
Studio Tecnico di Geologia – loc. Hangar – Policastro B.no (SA)
Tel. 0974 600154 – fax 0974 1984078

COMUNE DI LAURITO

- SALERNO -

COMPLETAMENTO LAVORI URGENTI PER IL **RISANAMENTO** **DEL MOVIMENTO FRANOSO IN LOCALITA' TORRETTA** **A MONTE DEL CENTRO ABITATO**

RELAZIONE GEOLOGICA **e** **STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA**

(D.M. 17/01/2018 e Circ. Cons. Sup. LL.PP. 2019)

IL GEOLOGO

Dr. Vincenzo Vecchio



Policastro B.no, li febbraio 2019

Premessa

L'Amministrazione Comunale di Laurito, dovendo procedere, quale soggetto attuatore al completamento del progetto esecutivo per gli interventi di *“lavori urgenti per il risanamento del movimento franoso in località Torretta, a monte del centro abitato”*, nell'ambito del sesto ed urgente piano stralcio di interventi, Regione Campania, incaricava lo scrivente di redigere una relazione geologico-tecnica ai sensi del D.M. 14/01/2018 e Circ. Cons. Sup. LL.PP 2019.

Per la redazione della seguente relazione sono stati tenuti in considerazione i vari elaborati tecnici, a partire dall'Aprile 2004, fino all'ultimo intervento eseguito nel 2013, tra cui il più significativo *“Progetto esecutivo per gli interventi di sistemazione dei fenomeni di scorrimento rotazionale del centro abitato, loc. Capolopetto, Gummara e Pianello - L.179/2002 – Autori : ing. Gerardo Aniello Rocco, ing. Paolo Ferraro, Prof. Geol. Domenico Guida e Dott. Geol. Roberto Romanelli”*, che nell'esprimere la compatibilità idrogeologica, definisce i criteri di intervento sulla località Torretta.

Per confermare quanto già verificato e definito negli studi precedenti, si è resa necessaria nel luglio 2013 la realizzazione di un'ulteriore sondaggio, a carotaggio continuo, eseguito a valle della strada comunale, dove si sono realizzate le opere di consolidamento a completamento degli interventi già eseguiti.

La presente relazione è indirizzata al completamento del progetto esecutivo in prosecuzione verso monte così come indicato nella planimetria di progetto allegata.

RELAZIONE GEOLOGICA

Cenni di geologia e litologia

I dati geologici e geomorfologici sono stati rilevati in loco dallo scrivente ad integrazione di quelli acquisiti dagli studi precedenti e già agli atti dell’Autorità di Bacino in Sinistra Sele. Dal punto di vista geologico, a partire dal basso, si ha una successione litocronostratigrafica così composta:

- **Membro di Caporra** : *siltiti grigio piombo e calcareniti fratturate e deformate.*
- **Formazione di Pollica** : *arenarie alternate a siltiti in strati di spessore variabile (Membro tipo Cannicchio), affiorante estesamente nell’ambito geomorfologico di versante (fig.1).*
- **Formazione Arenaceo-Conglomeratica** : *arenarie in banchi, a luoghi conglomerati intercalati da sottili livelli siltitici.*

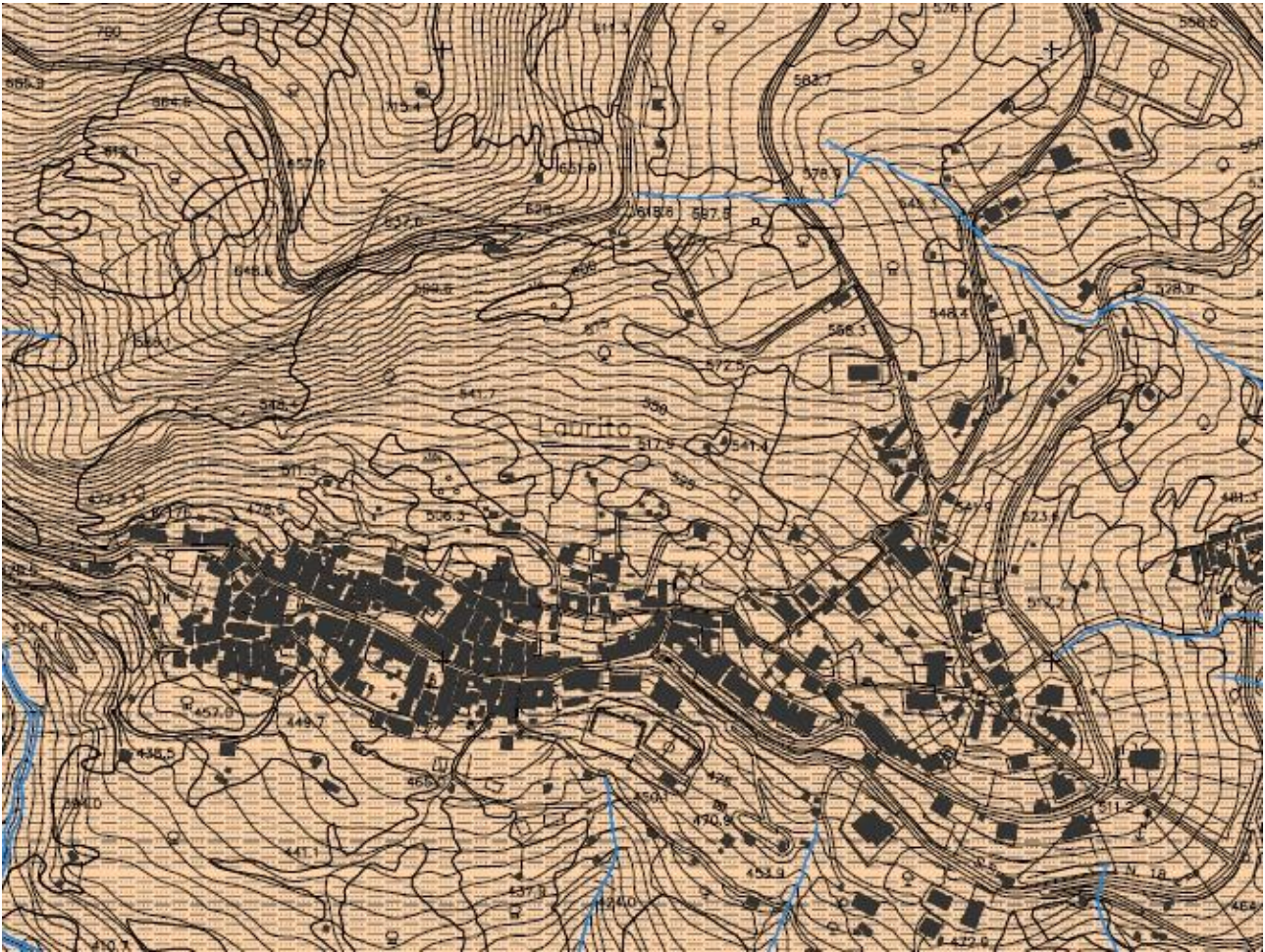
La giacitura è generalmente a reggipoggio è rappresenta un fattore geologico favorevole alla stabilità del versante, riguardo a fenomenologie gravitative di tipo profondo.

Le formazioni di età prequaternaria costituiscono i complessi litotecnici del substrato; al contrario il detrito eluvio-colluviale di versante, di età quaternaria, costituisce un complesso geotecnico della copertura.

Esso è costituito da arenarie a blocchi immersi in una matrice arenitica rossastra per alterazione subaerea.

Il complesso geotecnico della copertura è in contatto clinostratificato con i complessi litotecnici del substrato.

Fig.1 – estratto della Carta Geolitologica (foglio n°520012) del PSAI (2012)



LEGENDA

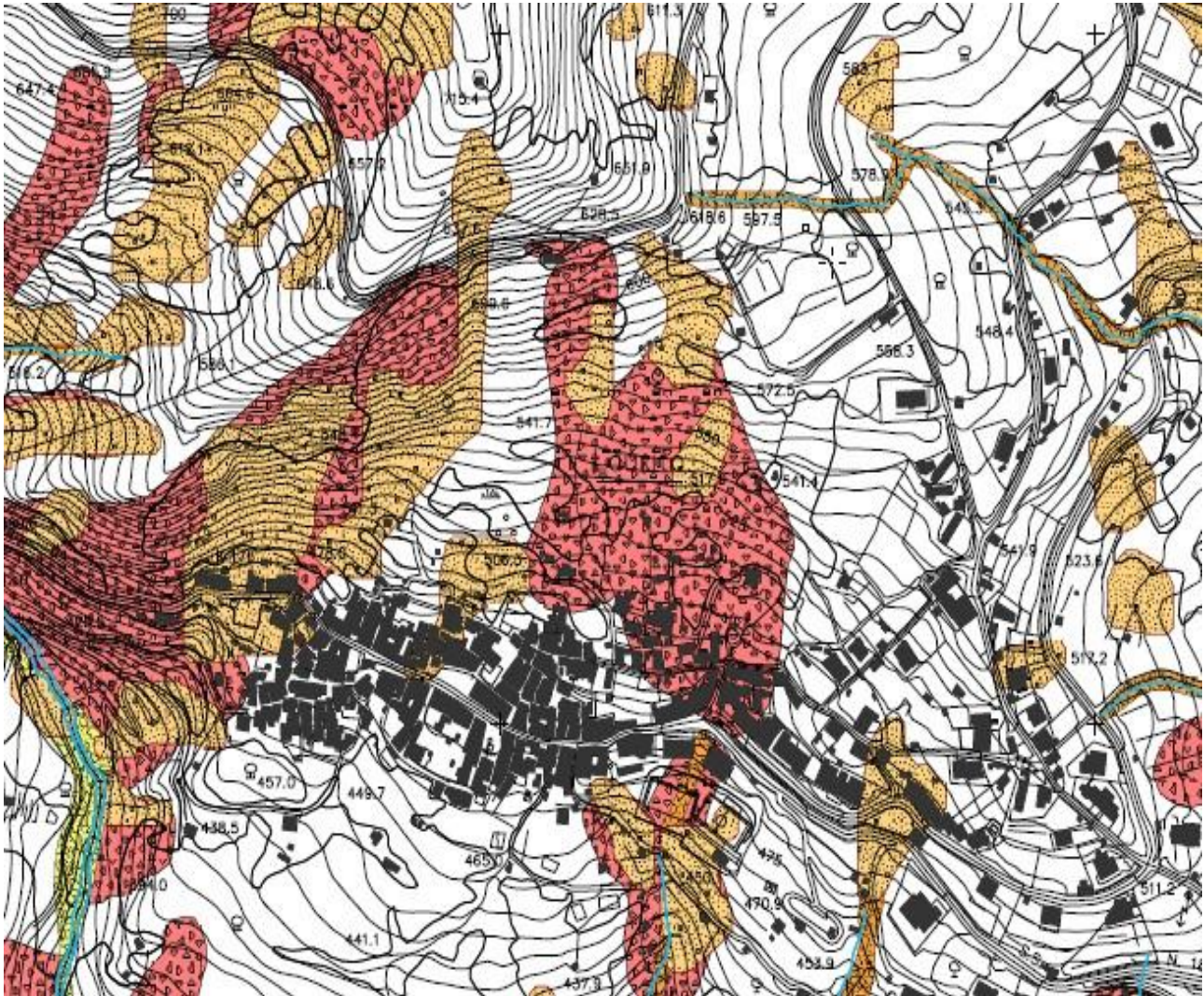
Formazione di Pollica	Membro/Litofacies	PLL	Arenarie peliti		ARP_B1	Successione arenaceo-pelitica regolarmente stratificata.
	Arenaceo-pelitico	PLL ₁	Arenarie peliti		ARP_B1	Successione arenaceo-pelitica regolarmente stratificata.
	Litofacies di Pretaionta	PLL _{1a}	Arenarie peliti		ARP_B1	Successione arenaceo-pelitica regolarmente stratificata.
	Litofacies caotica	PLL _{1b}	Litofacies caotica in matrice pelitica		AOBK_B3	Membro a struttura caotica con matrice pelitica fluidale e blocchi da varia natura e volumetria. Spessore variabile fino e oltre 50 m

Più in dettaglio, il versante aggettante sull’abitato di Laurito è costituito da una successione arenaceo-pelitica, regolarmente stratificata denominata Formazione di Pollica. Le arenarie sono di colore marroncino giallastro, sovente fratturate e disposte in strati decimetrici. Le siltiti sono sottilmente stratificate e si intercalano agli strati di arenarie. Nella fig. 2 che segue sono cartografati gli affioramenti dei terreni di copertura lungo il versante che aggetta sull’abitato di Laurito. La fig. rappresenta un estratto della Carta

delle Coperture dello studio geologico al PSAI, in cui i depositi di versante sono distinti in accumuli generici (in giallino) ed accumuli caotici rimaneggiati (in rosso).

I primi sono correlabili alle coperture in posto eluvio-colluviali; i secondi agli accumuli rimobilizzati per frana, a partire dai precedenti.

Fig.2 – estratto della Carta delle Coperture (foglio n°520012) del PSAI (2012)



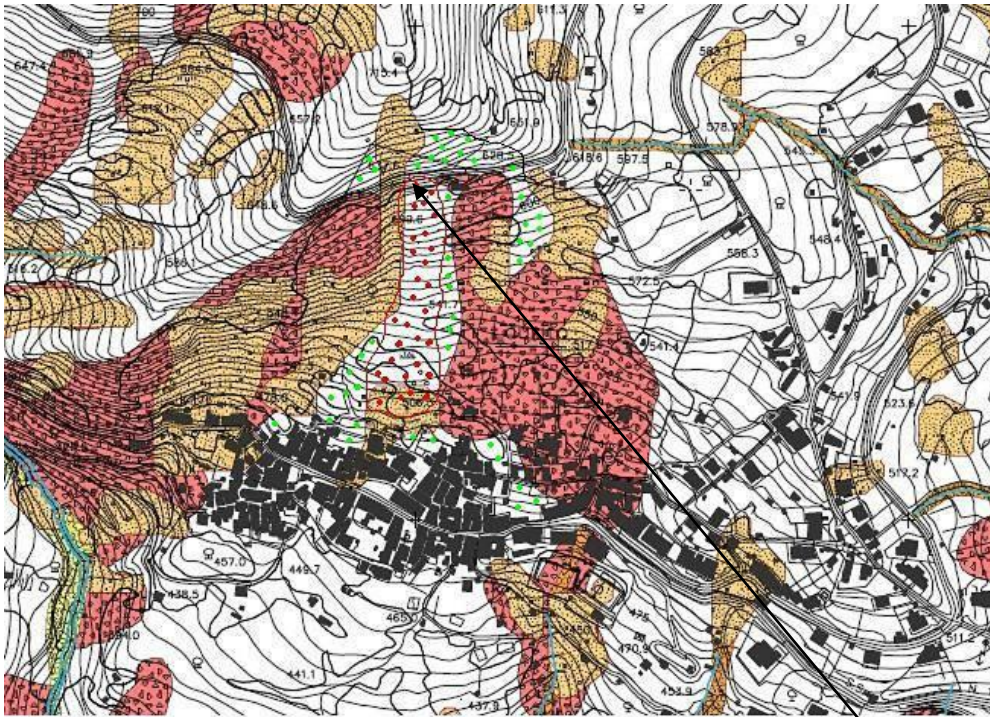
LEGENDA

	Accumuli di versante con scheletro ghiaioso eterometrico con matrice limo-argillosa
	Accumuli di versante sabbioso-limosi stratoidi
	Accumuli sabbioso limosi di fondovalle mobilizzabili
	Alternanza di sabbie limose e limi sabbiosi di piana costiera
	Brecce e conglomerati in matrice sabbioso-limosa
	Conglomerati più o meno cementati con ciottoli arrotondati stratoidi
	Conglomerati più o meno cementati con ciottoli poligenici e eterometrici arrotondati in matrice sabbioso-limosa
	Detriti calcarei a blocchi in matrice sabbioso-limosa-argillosa
	Ghiaie sabbiose alterate con a luoghi lenti sabbioso-limose
	Ghiaie sabbiose e lenti sabbioso-limose mobilizzabili
	Ghiaie sabbiose pedogenizzate e lenti sabbioso-limose
	Limi-argillosi con livelli e lenti di sabbie e ghiaietto
	Sabbie con stratificazione incrociata più o meno cementate
	Sabbie e ghiaie sciolte
	Accumuli caotici con blocchi eterometrici spigolosi in matrice limo-argillosa rimaneggiata

I rilievi geologici condotti, sia in tempi recenti a seguito della frana del 2011 che per le integrazioni di cui al presente elaborato, hanno consentito di aggiornare ai tempi nostri questo settore della Carta delle Coperture.

Nella fig. 3, infatti, sono state introdotte le coperture di frana dell'evento del 2011 e delle coperture eluvio-colluviali al contorno, rilevate in situ e dal sondaggio geognostico S1, eseguito nel marzo 2013.

Fig.3 – estratto della Carta delle Coperture (foglio n°520012) del PSAI (2012) di cui alla fig.2, aggiornato all'attuale



LEGENDA



**coperture detritiche di
frans (evento 2012)**



**coperture detritiche eluvio-
colluviali**

ubicazione sondaggio
geognostico S1 di cui alla
stratigrafia che segue

Dr. Geol. Vincenzo Vecchio
Studio Tecnico di Geologia – loc. Hangar – Policastro B.no (SA)
Tel. 0974 600154 – fax 0974 1984078



I.N. Sud interventi nel sottosuolo

Policastro B.no, loc. Hangar 5
 Tel. 0974600154
 e-mail info@insudsrl.com

Committente Amministrazione Comunale	Profondità raggiunta 25 m			
Responsabile Dr. Geol. Vincenzo Vecchio	Sondaggio S1	Tipo Carotaggio continuo	Tipo Sonda CHV 1200	Inizio/Fine Esecuzione 16/28/03/2103

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	Campioni	Diam. Foro	Metodo Perforazione	Cass. Catalog.	Falda	
1		Terrano di riporto	1.30	C1					
2		Formazione Arenaceo - Conglomeratica: arenarie in banchi, a luoghi conglomerati intercalati da sottili livelli siltitici	5.30						
3									
4									
5									
6		Formazione di Pollica: arenarie alterate ariticamente e siltiti in strati di spessore variabile (Membro di Cannicchio)	14.70						
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14		Membro di Caporra: siltiti grigio piombo e calcareniti fratturate e deformate	25.00		(101)	(CS)			
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22				N.B. Non è stata rinvenuta presenza di falda all'interno del foro di sondaggio					
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

Campioni: S-Panelli Gotti, O-Osterberg, M-Masler, R-Rimanagliato, R-Rimanagliato da SPT
 Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, CC-Cassa Continua
 Carotaggio: continuo

Sonda: CHV 1200

Responsabile



S1 – Cassetta n. 3 : 10.00 m a 15.00 m



S1 – Cassetta n. 4 : 15.00 m a 20.00 m



S1 – Cassetta n. 5 : 20.00 m a 25.00 m



In merito alla stratigrafia del sondaggio occorre fare alcune precisazioni:

- nella descrizione della stratigrafia, riportata nella colonna apposita, è stato utilizzato un approccio di tipo geologico formazionale;
- tuttavia, come è possibile osservare dalle foto delle cassette catalogatrici del sondaggio geognostico S1 eseguito al di sotto della sede stradale nella zona di nicchia, fino alla profondità di circa 5.0 m si alternano carote e spezzoni lapidei ed intercalazioni sabbioso-pelitiche; la consistenza d'insieme è più vicina a quella di un complesso geotecnico di copertura che a quella di un complesso litotecnico del substrato;
- prova di ciò è il fatto che questi primi metri di terreno sono stati rimobilizzati dalle frane del 2004, 2005, 2011 .

Caratteristiche fisico-meccaniche dei complessi litotecnici e geotecnici e caratterizzazione sismica dell'area

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei complessi litotecnici del substrato e geotecniche della copertura vengono descritte sulla base delle conoscenze in possesso in materia di comportamento geomeccanico, nonché dalle risultanze delle indagini sismiche down-hole e di prove di laboratorio fatte eseguire su campioni di terreno prelevati in occasione degli interventi di consolidamento eseguiti a seguito degli eventi franosi del Febbraio 2011, di cui si allegano i risultati concordi con le indagini pregresse.

Il complesso geotecnico della copertura ha un comportamento geomeccanico di mezzo incoerente a grana grossa, in cui la resistenza interna è fornita dall'attrito tra i vari blocchi giustapposti. La presenza di matrice arenitica che ingloba i blocchi arenacei riduce la resistenza d'insieme dell'ammasso.

I complessi litotecnici del substrato sono assimilabili a Formazioni Geotecniche Complesse (A.G.I, 1979), per le quali la caratterizzazione geomeccanica è influenzata dallo stato fisico e di fratturazione dell'ammasso, nonché della eterogeneità litologica.

Laddove prevale la componente litoide (arenarie) il comportamento di insieme è tipico di un ammasso roccioso; nel caso prevale la componente pelitica, il comportamento si può assimilare a quello di un terreno argilloso sovraconsolidato.

Per quanto concerne i parametri geotecnici dei complessi descritti in precedenza, si fa riferimento alla tabella seguente, tratta dallo studio geologico citato in premessa.

Detti valori sono conservativi e sono stati utilizzati dagli autori dello studio nelle verifiche di stabilità.

Descrizione litologica	Peso in volume (g/cm³) γ	Coesione (Kg/cm²) c	Angolo di attrito Φ
Riporto artificiale	1800	0,23	24°
Detrito di versante	1800	0,01	24°
Formazione arenaceo-conglomeratica	2100	0,05	32°
Formazione di Pollica	1950	0,10	32°
Membro di Caporra	1900	0,05	26°

Le caratteristiche sismiche dell'area d'intervento, in termini di azione sismica di progetto, vengono determinate attraverso la definizione della categoria di sottosuolo di fondazione, ai sensi della O.P.C.M 3274/2003 ripresa ed acquisita dal D.M. 17/01/2018.

La categoria di sottosuolo di fondazione viene stabilita in funzione del parametro Vs30 che rappresenta la velocità delle onde sismiche di taglio ("S") nei primi 30 m di sottosuolo a partire dal piano di posa delle fondazioni dirette o dalla testa dei pali nel caso di fondazioni profonde.

Oltre al fattore litologico, si applica anche il fattore d'incremento legato alla topografia che nel caso in esame, di area non pianeggiante con inclinazioni $i > 15^\circ$, risulta T2 che assume il valore ≥ 1.2 .

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

L'azione sismica di progetto così calcolata definisce "la pericolosità sismica dell'area d'intervento".

Il valore di Vs30 viene calcolato attraverso l'elaborazione dei dati della prospezione sismica di tipo DownHole. All'apposito elaborato, inserito nell'allegato sismico, si rimanda per una consultazione di dettaglio.

Il valore di Vs30 = 459.3 m/s indica una categoria di sottosuolo di fondazione "**B**" (vedi tabella 3.2.II);

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

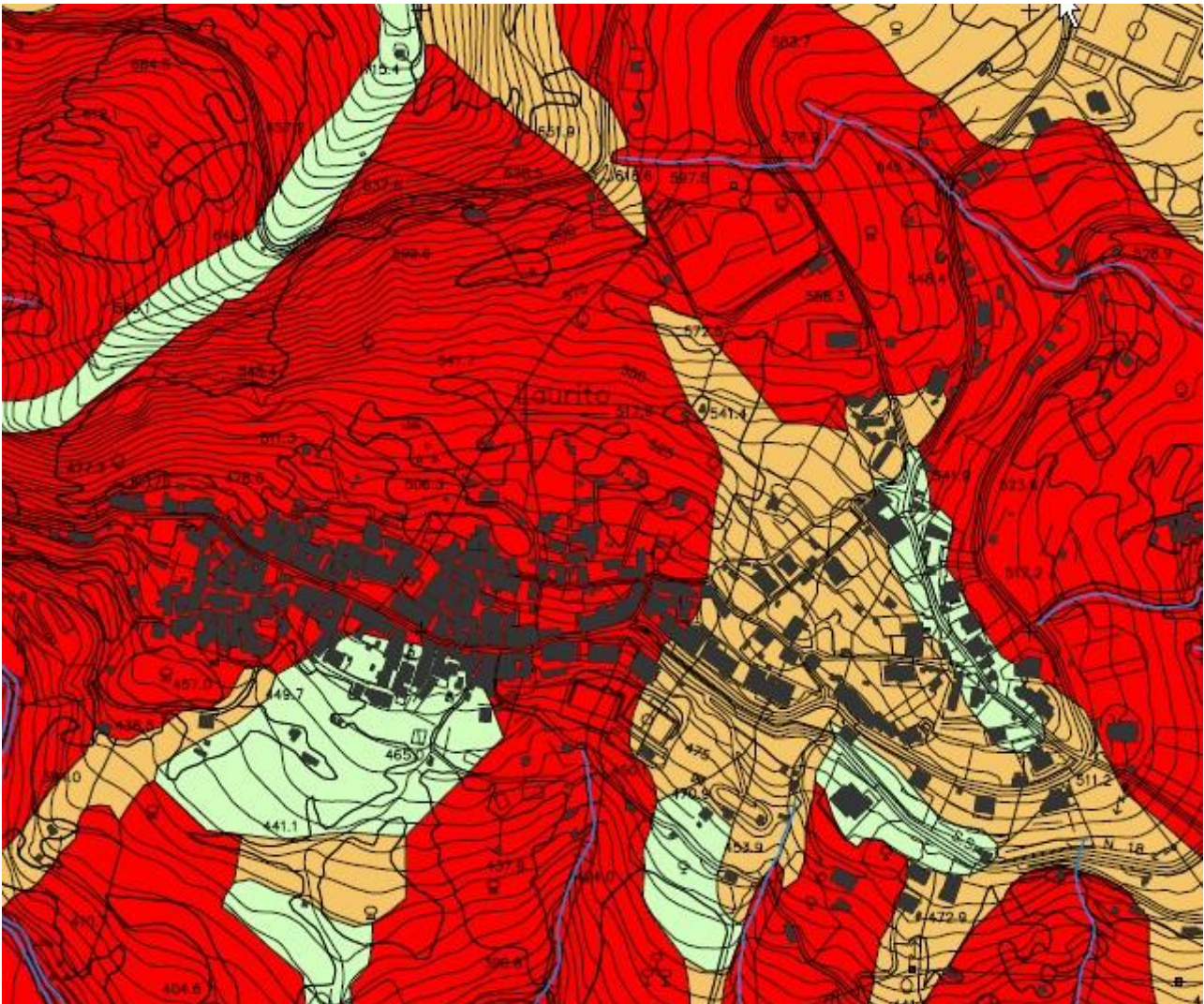
Cenni di geomorfologia

Come è possibile osservare dalla fig.4, l'ambito morfologico significativo è quello di versante.

In particolare, l'ambito morfologico significativo è di "versante di tipo S2" ovvero con presenza di frana avvenuta..

Tale definizione deriva dal fatto che su questo versante si sono verificati eventi di frana nel Marzo 2004 con riattivazione circa un anno dopo (Febbraio-Marzo 2005); nel Febbraio 2011.

Fig.4 – estratto della Carta degli Ambiti Morfologici (foglio n°520012) del PSAI(2012)



LEGENDA

Ambiti Morfologici Significativi

Classi

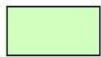


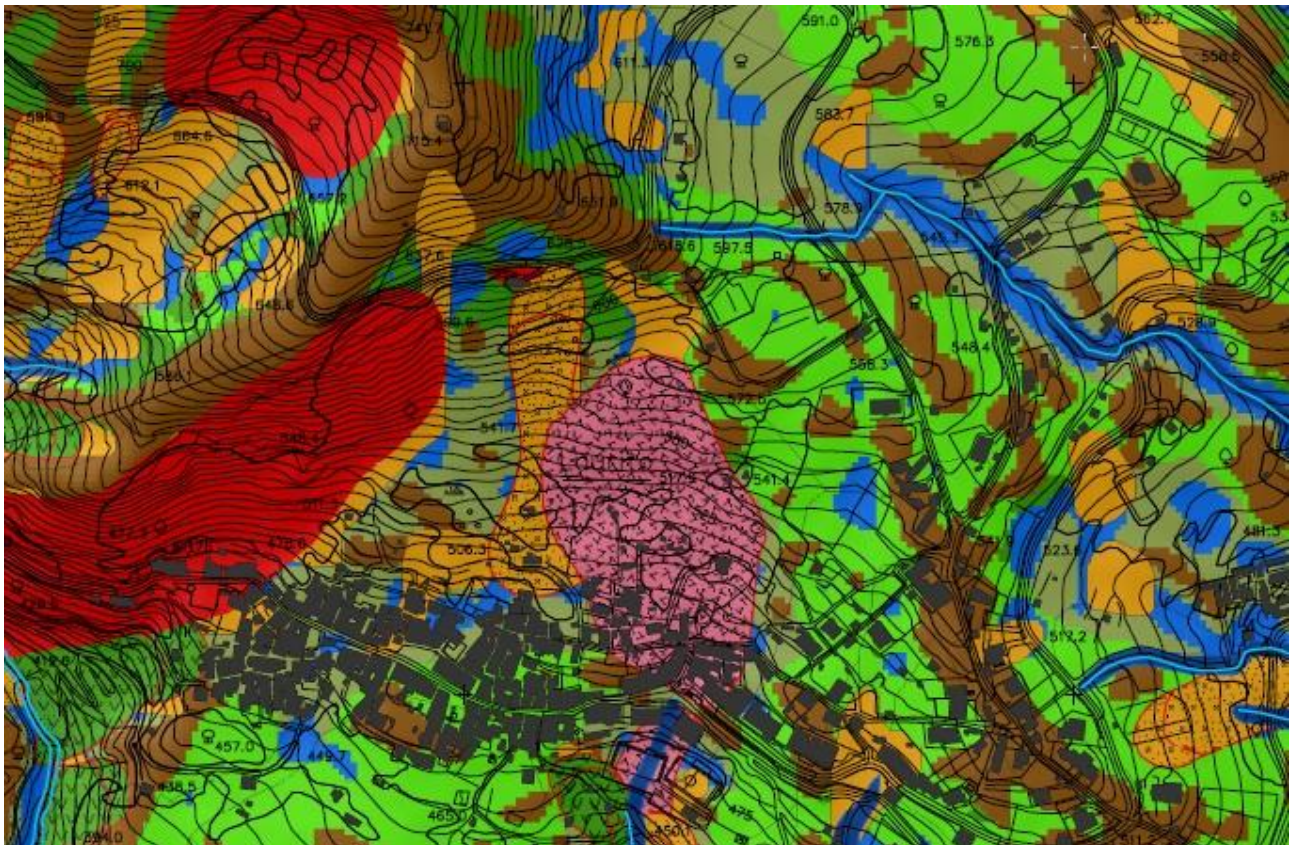










	S0	<i>Tipo di ambito geomorfologico con assenza di suscettibilità</i>
	S1	<i>Tipo di ambito geomorfologico con potenzialità di innesco di frane di primo distacco</i>
	S2	<i>Tipo di ambito geomorfologico con presenza di frana avvenuta</i>

Fig.5 – estratto della Carta Geomorfologica (foglio n°520012) del PSAI (2012)



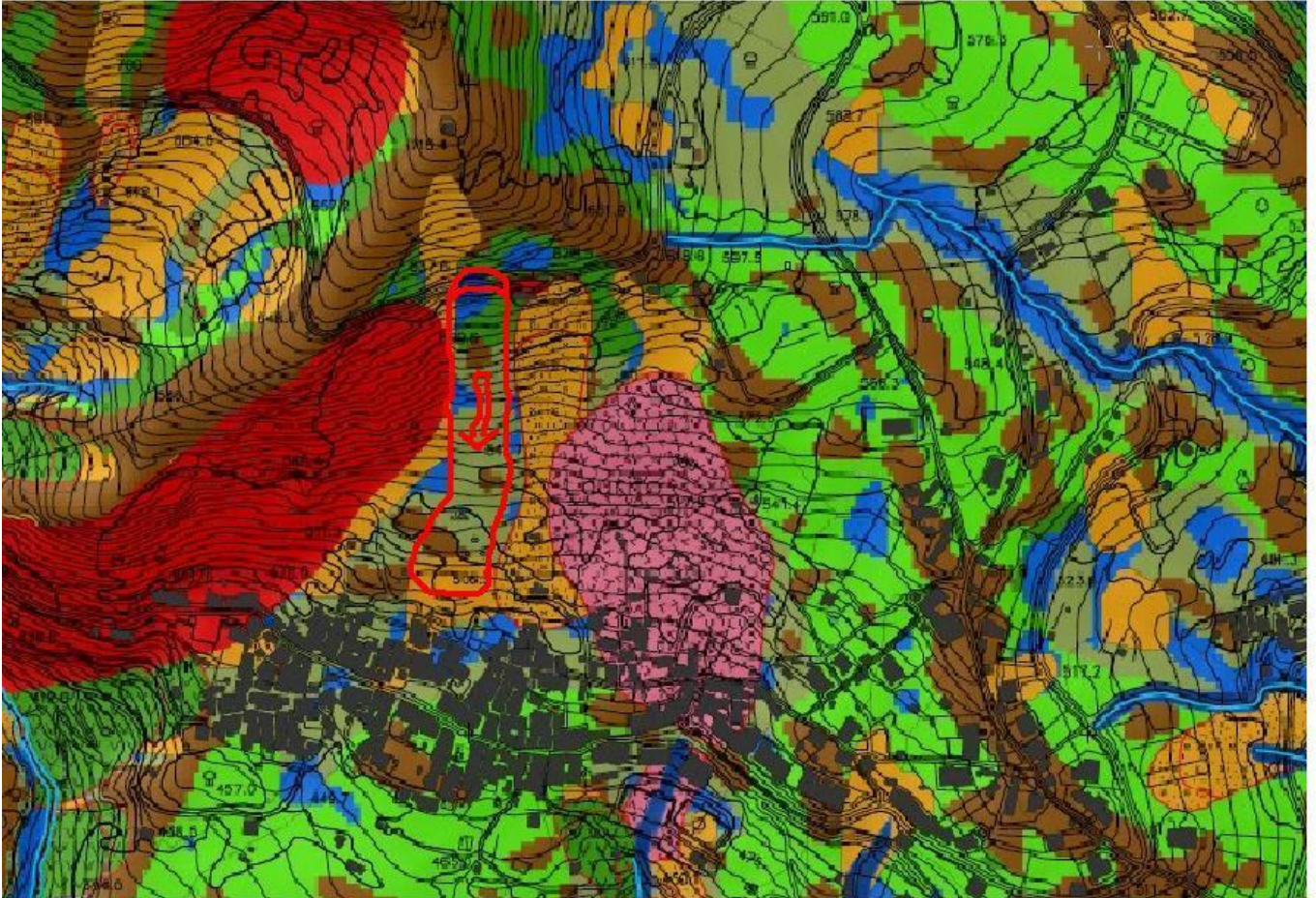
LEGENDA

SISTEMA MORFOLOGICO	COMPLESSO MORFOLOGICO	UNITA' MORFOLOGICA
 SISTEMA SOMMITALE	 Crinali principali e secondari  Spianate carsiche	 Polje
 SISTEMA DI VERSANTE	 Versante aperto (< 30°)  Versante aperto (> 30°)  Talus e concavità morfologiche, plane e ripiani intermedi e sommitali  Valli e impluvi da poco a molto incisi, fossi di incisione, scarpate naturali ed artificiali  Aree con fenomeni gravitativi	 Forra o valle fluviale molto incisa  Fosso  Fosso in approfondimento  Inghiottoio  Limite di probabile esondazione  Vallette a fondo concavo  Area a franosità diffusa  Colata  Creep  Crollo  Deformazioni gravitative profonde di versante  Espansione laterale  Scorrimento rotazionale  Scorrimento traslativo

Come è possibile osservare in fig.5, l'area oggetto degli interventi di consolidamento ricade all'interno di un *sistema di versante*, in corrispondenza di un complesso morfologico di *versante aperto* ($i > 30^\circ$), nella parte alta; di *talus, concavità morfologiche etc.*, nel tratto medio e basso, dove si hanno anche unità morfologiche quali le tipiche *vallette a fondo concavo*. Altro complesso presente è *l'area con fenomeni gravitativi*, con unità morfologiche di frana tipo : *colata, crollo, creep*.

Nella fig.6, viene mostrato lo stesso estratto cartografico di cui alla fig.5, aggiornato con l'evento franoso del 2011.

Fig.6 – estratto della Carta Geomorfologica (foglio n°520012) del PSAI (2012) di cui alla fig.5, aggiornato all'attuale



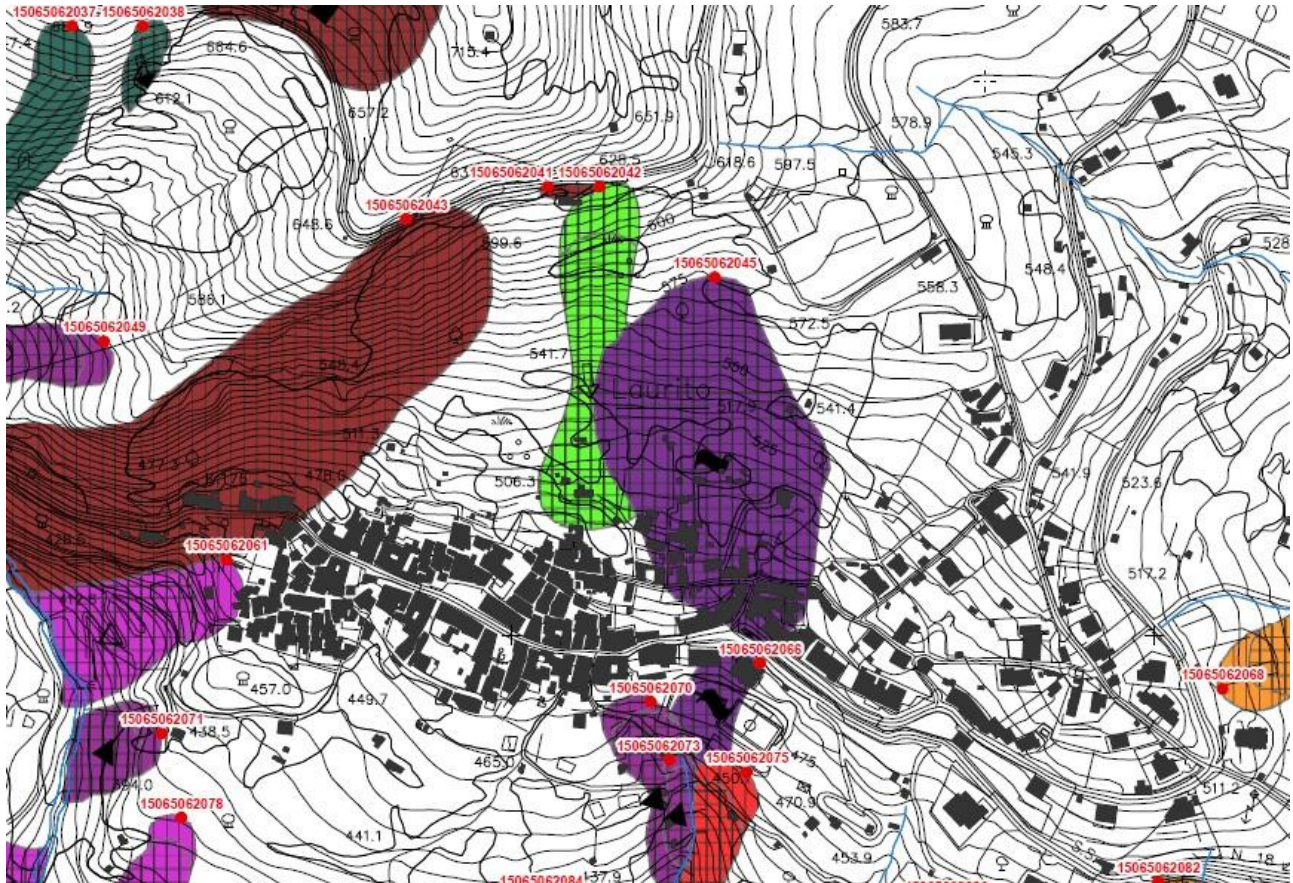
LEGENDA



evento franoso (colata detritica) del 2012

In fig. 7 vengono mostrate le frane inventariate per tipologia ed attività, nell'ambito morfologico significativo del versante interessato dagli interventi di consolidamento.

Fig.7 – estratto della Carta Inventario delle Frane (foglio n°520012) del PSAI (2012)



LEGENDA

CRL Crolo									
CRP Creep									
CLR Colata rapida di terra									

In fig. 8 viene inserita la frana per colata detritica del 2011.

Fig.8 – estratto della Carta Inventario Frane(foglio n°520012) del PSAI (2012) di cui alla fig.7, aggiornato all'attuale



LEGENDA



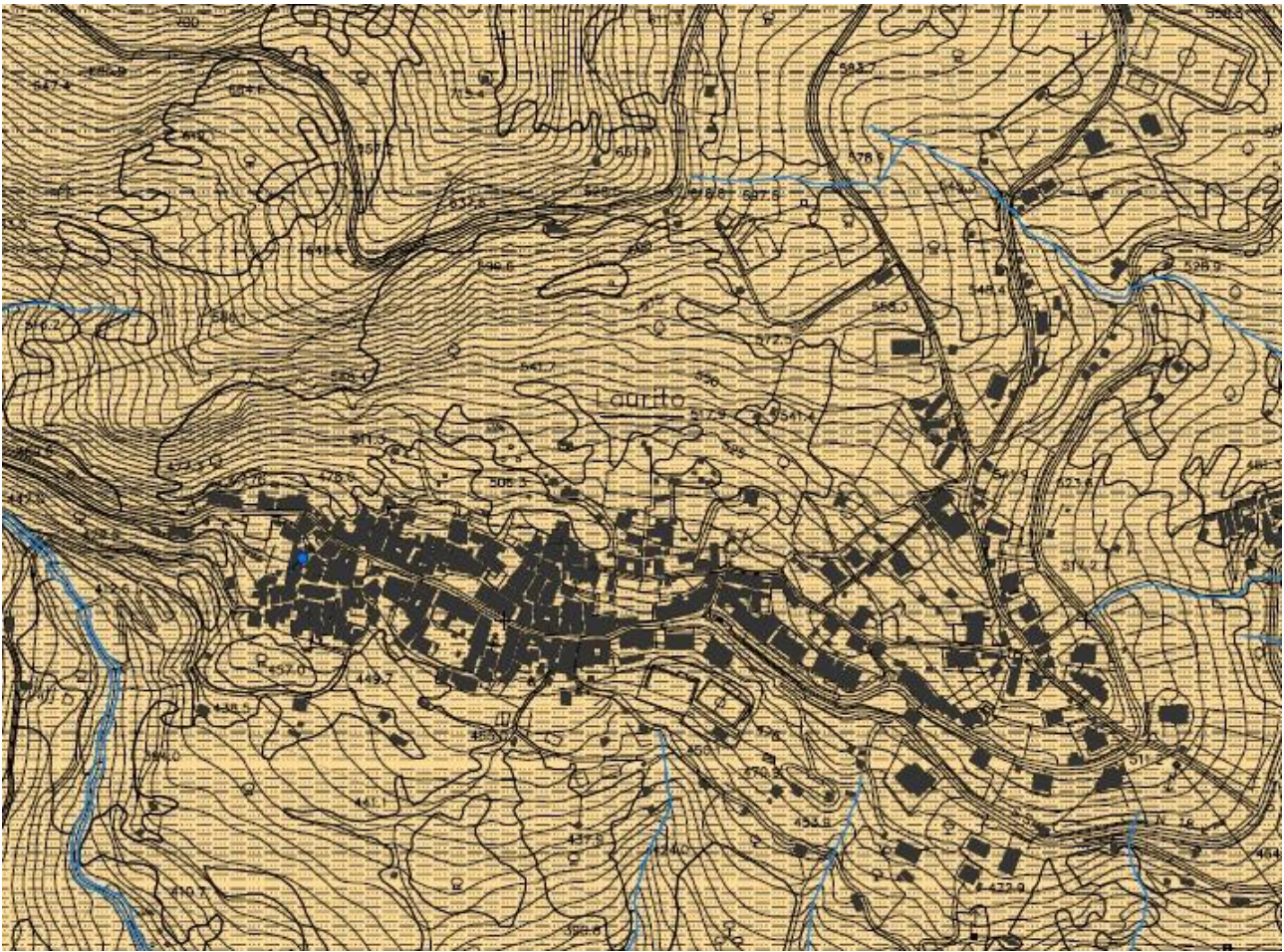
evento di frana del 2012
tipologia colata detritica

Cenni di idrogeologia

Nella sottostante fig.9 è cartografato ill'unico complesso idrogeologico esistente nell'ambito morfologico significativo di versante:

- *complesso arenaceo-pelitico, caratterizzato da una permeabilità medio-bassa; coincide con la Formazione di Pollica.*

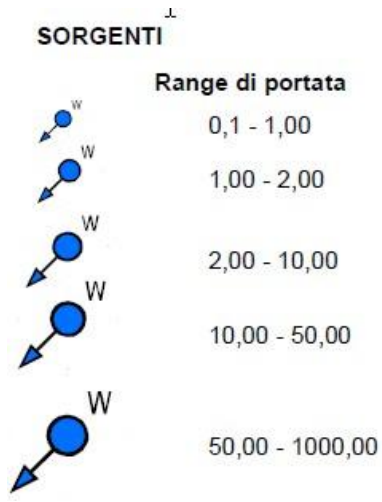
Fig.9 – estratto della Carta Idrogeologica (foglio n°520012) del PSAI(2012)



LEGENDA

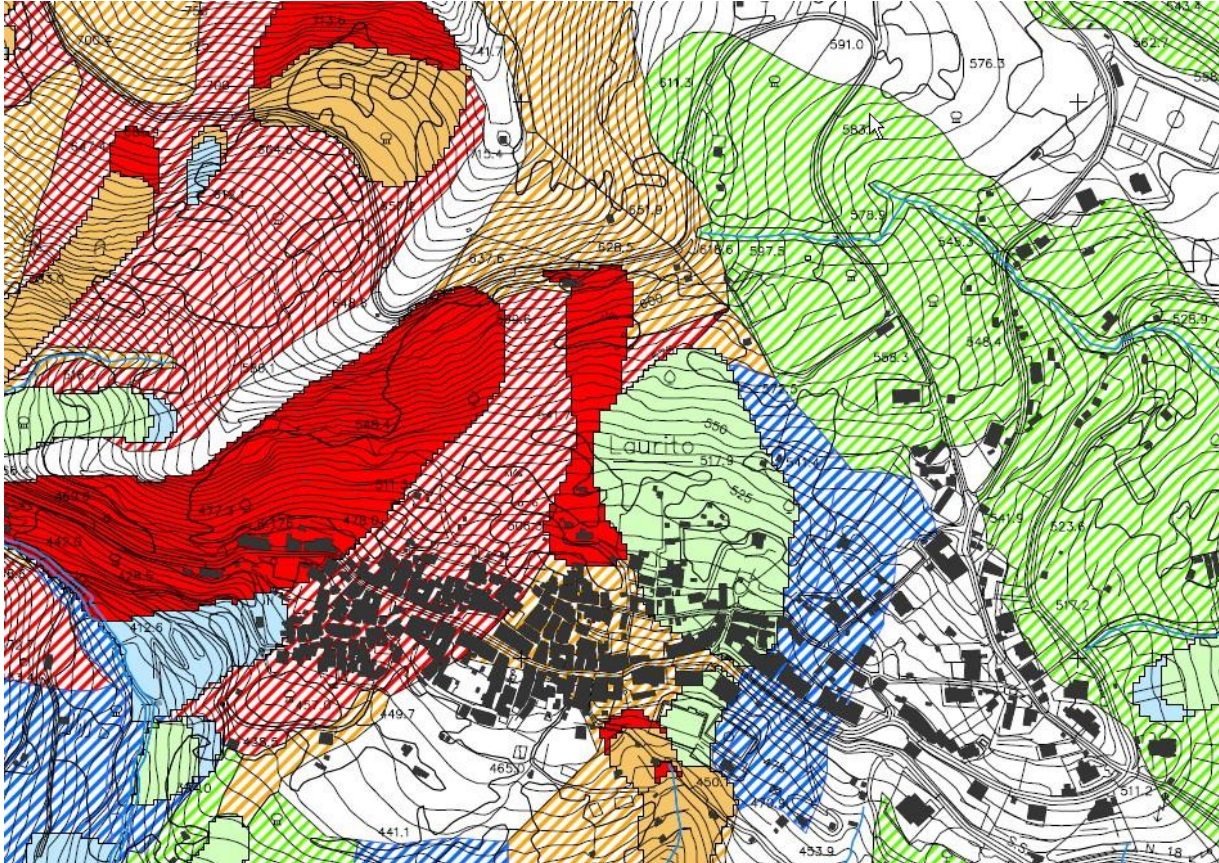
AR				Complesso arenaceo-pelitico. Permeabilità bassa a medio-bassa.
----	--	--	---	--

Nella propaggine occidentale dell'abitato di Laurito è presente una sorgente perenne la cui portata è compresa tra 0.1 e 1.0 litri al secondo.



STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA





Fig.10 – estratto della Carta della Pericolosità da frane (foglio n°520012) del PSAI (2012)



LEGENDA

Pericolosità da Frana

Classe

-  P1 - Moderata
-  P2 - Media
-  P3 - Elevata
-  P4 - Molto Elevata

Pericolosità d'Ambito

Classe di Pericolosità d'Ambito





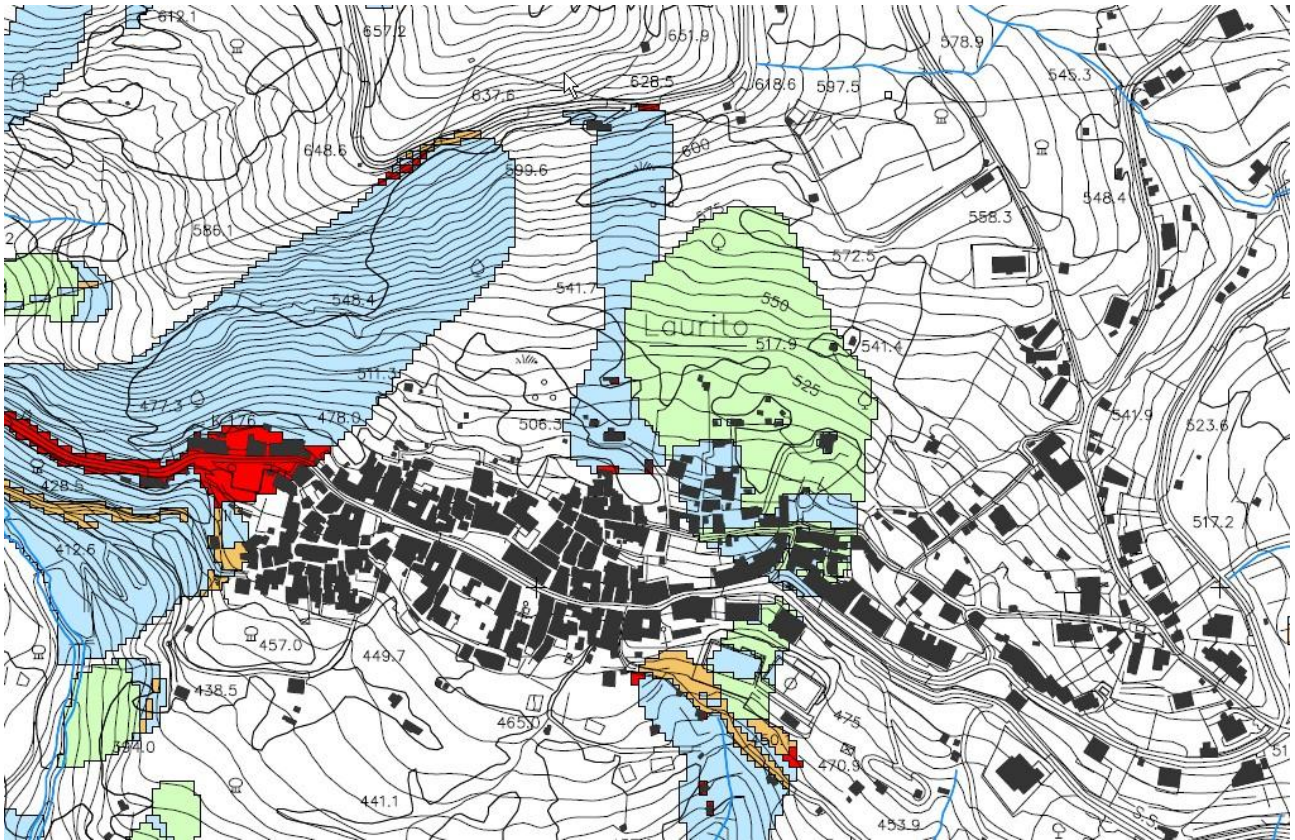
-  Pa1 - Modetata
-  Pa2 - Media
-  Pa3 - Elevata
-  Pa4 - Molto Elevata





Fig.11 – estratto della Carta del Rischio da frane (foglio n°520012) del PSAI(2012)



LEGENDA

RISCHIO DA FRANA

Classe

	R1 - Moderato
	R2 - Medio
	R3 - Elevato
	R4 - Molto Elevato

Le figg. 10 e 11 rappresentano il grado di pericolosità e di rischio da frane attribuito dal PSAI dell'ex Autorità di Bacino in Sinistra Sele, all'area oggetto d'intervento.

In particolare, l'area è caratterizzata da una *pericolosità di ambito molto elevata "Pa4"*, compresa tra due areali a *pericolosità reale P4 (molto elevata)*, e da un rischio non definito, sebbene compreso tra due areali a *rischio medio R2 (medio)*.

La prima considerazione che si può fare è che l'attribuzione di una pericolosità di ambito Pa4 è stata quanto mai pertinente ed azzeccata, se si considera che nel 2011 nell'area Pa4 si è sviluppata una frana del tutto analoga a quella del 2004, coincidente con il vicino areale P4, a destra nella fig.9.

Nella sostanza, se su un versante, che presenta le stesse caratteristiche litostratigrafiche, litotecniche, idrogeomorfologiche si è verificata un evento franoso di una determinata tipologia, con buona probabilità nelle aree adiacenti, ancora non interessate, è possibile che si verifichino analoghi fenomeni di dissesto. Di qui l'attribuzione di una pericolosità di ambito nelle aree non coinvolte da processi franosi ma ricadenti nello stesso ambito morfologico significativo.

Ad ulteriore conferma di quanto appena scritto, va evidenziato come l'evoluzione della franosità nell'ambito del versante a monte dell'abitato di Laurito, a partire dall'evento del 2004, della sua riattivazione del 2005 e della frana 2011, testimoni una migrazione del fenomeno verso NW, in accordo con gli scenari morfoevolutivi previsti già in uno studio geologico precedente : *“Progetto esecutivo per gli interventi di sistemazione dei fenomeni di scorrimento rotazionale del centro abitato, loc. Capolopetto, Gummara e Pianello - L.179/2002 - Autori : ing. Gerardo Aniello Rocco, ing. Paolo Ferraro, Prof. Geol. Domenico Guida e Dott. Geol. Roberto Romanelli”*.

Gli interventi previsti dal progetto, per il quale l'A. di B. deve esprimere parere, integrano e completano quelli già realizzati fino ad oggi ed hanno lo scopo di ridurre il grado di pericolosità reale e di ambito e di conseguenza mitigare il rischio per il sottostante abitato di Laurito.

Gli interventi, come si evince dalla relazione tecnica del progettista ing. Gerardo Aniello Ruocco, consisteranno in :

- 1) *disgaggio di volumi di roccia in equilibrio precario nel corpo della frana;*
- 2) *realizzazione di un muro in c.a. su micropali con tiranti, con una lunghezza dei micropali (D=30 cm.) pari a 15 mt. con tubolare d=159 mm. spessore 10 mm., tiranti D=12 mm. con 4 trefoli L=20 mt.; a tergo del muro verranno inseriti microdreni suborizzontali della lunghezza di 30 mt.;*

- 3) microdreni suborizzontali di lunghezza $L = 50$ mt da inserire all'interno del cumulo di frana (*vedi tavola interventi*), il cui recapito è nel canale esistente a monte dell'abitato;
- 4) vallo paramassi a monte dell'abitato di Laurito;
- 5) canale di guardia immediatamente a monte del vallo paramassi che consentirà di convogliare le acque verso i recapiti esistenti più a valle.

Gli interventi di cui ai punti 1) e 2) hanno, rispettivamente, la finalità di rimuovere il pericolo imminente dei massi instabili nel corpo di frana e di consolidare e stabilizzare ulteriormente l'area di nicchia, andando a integrare le opere di consolidamento già esistenti, costituite da un muro in c.a su micropali, realizzato a valle della strada nel 2012, e dalla berlinese di micropali tirantata, realizzata nel 2007, sul ciglio della strada.

Il muro in c.a. di cui al punto 2) si andrà ad inserire tra la strada ed il muro in c.a su micropali esistente (*vedi tavola interventi*).

I microdreni suborizzontali nel corpo di frana (lunghezza di 50 mt cad.), di cui al punto 3), contribuiranno alla riduzione delle sovrappressioni interstiziali nel terreno che causano un decremento delle resistenze interne, a tutto sfavore della stabilità delle coltri di copertura. La costruzione del Vallo Paramassi, nella zona dell'unghia della frana del 2011, costituisce un'opera di protezione che intercetta il detrito residuo suscettibile di rimobilizzazione lungo il versante.

Il canale di guardia, di cui al punto 5) consentirà, come già descritto, di convogliare le acque verso i recapiti esistenti più a valle.

Pur non essendo stati inseriti nel presente progetto, sono stati, comunque, individuati ulteriori interventi di consolidamento, nella circostanza di finanziamenti futuri.

Questi interventi sono rappresentati da una paratia di micropali di lunghezza di 15 mt. in prosecuzione degli interventi del presente progetto ed ubicati in corrispondenza del tratto dove sono evidenti le lesioni sulla sede stradale.

Inoltre, sono stati individuati anche interventi di ingegneria naturalistica del tipo : palificata in legno, viminate, piantumazione di arbusti e piante autoctone, lungo il versante interessato dalla frana del 2011.

Le opere appena descritte sono mostrate nella tavola degli interventi.

La valutazione circa la compatibilità degli interventi proposti in progetto rispetto alla vigente pianificazione di bacino è favorevole, perché a seguito della loro realizzazione, come si dimostrerà più avanti, la soglia di rischio accettabile nell'ambito geomorfologico significativo non supera R2 (rischio medio).

Si tratta di interventi ampiamente contemplati nelle aree a rischio (art.22 delle Norme di Attuazione) ed in quelle caratterizzate da pericolosità reale (art.49) e pericolosità di ambito (art.54).

Di seguito, utilizzando lo schema proposto a suo tempo dall' ex Autorità di Bacino in Sx Sele nel P.S.A.I. e mostrato in fig.12, viene fornita una proposta di perimetrazione circa la pericolosità dell'intero areale di frana dell'evento 2011, tenendo conto degli interventi di stabilizzazione e consolidamento realizzati tra il 2007 ed il 2012 e quelli di progetto.

Area di nicchia e coronamento

Step1 : velocità media correlata ad una frana per scorrimento rotazionale (**peso 2**).

Step2 : estensione della frana compresa $< 10^4 \text{ m}^2$ (**peso 1**).

Step3 : combinazione tra velocità ed estensione = **magnitudo M1**.

Step4 : stadio di attività, in funzione degli interventi già realizzati (2007-2012) ed a seguito della completa realizzazione degli interventi previsti in progetto= stabilizzato artificialmente (**peso 1**).

Step5 : combinazione tra magnitudo ed attività = **cinematismo C1**.

Step6 : distribuzione confinato (**peso 2**).

Step7 : aggravanti : assenti (**peso 0**).

Step 8: combinazione tra cinematismo e distribuzione = **stato S1**.

Step9 : classificazione del danno: assenza di danni apprezzabili e significativi (**ZND peso 1**).

Step 10: combinazione tra stato e danno = **suscettibilità Ss1**.

Step 11: ricorrenza (tempo di ritorno) = **centennale (peso 2)**.

Step 12: combinazione tra suscettibilità e ricorrenza = **pericolosità P1**.

Step 13 : elementi erosivi associati e/o concorrenti alle frane = **assenti**.

Step 14: pericolosità globale = **P1**.

Step 15 : valorizzazione interventi di mitigazione = **definitivi (peso 4)**.

Step 16: combinazione tra pericolosità globale e mitigazione = **pericolosità mitigata Pm0**.

Area di cumulo di frana (fino al vallo paramassi di progetto)

Step1 : velocità alta e correlata ad una frana di colata di detrito (peso 3).

Step2 : estensione della frana compresa tra 10^4 e 10^5 m² (peso 2).

Step3 : combinazione tra velocità ed estensione = **magnitudo M3**.

Step4 : stadio di attività, a seguito della completa realizzazione degli interventi previsti (microdreni suborizzontali) = **parzialmente stabilizzato (peso 2)**(^{*}).

Step5 : combinazione tra magnitudo ed attività = **cinematismo C3**.

Step6 : distribuzione costante (peso 2).

Step7 : aggravanti : assenti (peso 0).

Step 8 : combinazione tra cinematismo e distribuzione = **stato S3**.

Step9 : classificazione del danno: danni al suolo (ZDL peso 2).

Step 10: combinazione tra stato e danno = **suscettibilità Ss3**.

Step 11: ricorrenza (tempo di ritorno) = **decennale (peso 3)**.

Step 12: combinazione tra suscettibilità e ricorrenza = **pericolosità P4**.

Step 13 : elementi erosivi associati e/o concorrenti alle frane = **assenti**.

Step 14: pericolosità globale = **P4**.

Step 15 : valorizzazione interventi di mitigazione = **migliorativa (peso 3)**.

Step 16: combinazione tra pericolosità globale e mitigazione = **pericolosità mitigata Pm2**.

^{*} **il concetto di parziale stabilizzazione delle coltri di frana viene definito nelle verifiche di stabilità a pendio indefinito.**

Di seguito, vengono mostrati i tabulati ed i grafici della verifica di stabilità a pendio indefinito per il tratto di frana compreso tra gli interventi strutturali nella zona di nicchia ed il vallo paramassi.

VERIFICA DI STABILITA' GLOBALE DI PENDIO INDEFINITO

DATI UTILIZZATI PER IL CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI SICUREZZA

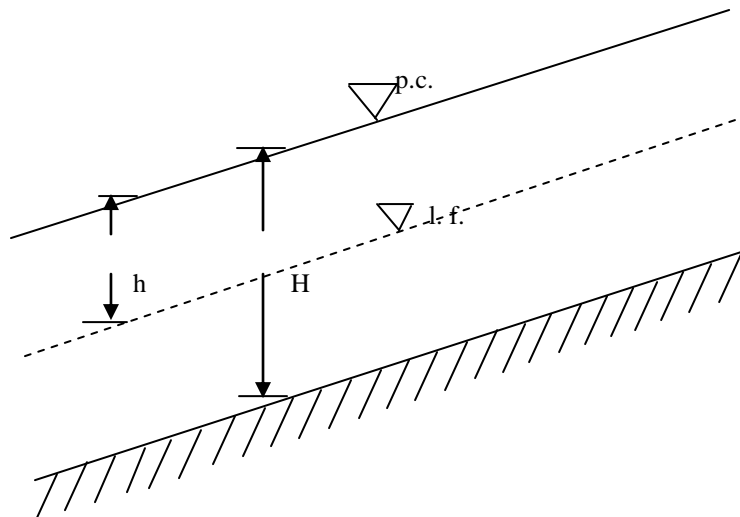
W _n (%)	g (ton/m ³)	g _s (ton/m ³)	c' (ton/m ²)	f' (°)	a (°)	H (m)	g _w (ton/m ³)
20,00	1,800	2,100	2,3	24	28	5,00	1
					25		
					22		
					20		
					18		
					15		

FORMULA ADOTTATA PER IL CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI SICUREZZA

$$F_s = \frac{c'}{(h_w \times \gamma_{sat} + \gamma \times h) \times \sin \alpha \times \cos \alpha} + \frac{(h_w \times \gamma' + \gamma \times h) \times \tan \phi'}{(h_w \times \gamma_{sat} + \gamma \times h) \times \tan \alpha}$$

SIMBOLOGIA

W _n	Umidità naturale del terreno
g	Peso dell'unità di volume
g _s	Peso specifico dei grani
g _w	Peso specifico dell'acqua
g _{sat}	Peso dell'unità di volume saturo
γ'	Peso dell'unità di volume immerso
c'	Coesione efficace
f'	Angolo d'attrito interno efficace
a	Angolo d'inclinazione del pendio
H	Spessore dello strato dei terreni della coltre superficiale eluvio-colluviale
h	Profondità del pelo libero della falda dal piano campagna
h _w	Altezza della falda = H-h



Tab.1

TABELLA DEI VALORI CALCOLATI DEI COEFFICIENTI DI SICUREZZA "F _s " AL VARIARE DEL RAPPORTO "h/H"											
α = 28°		α = 25°		α = 22°		α = 20°		α = 18°		α = 15°	
h/H (-)	F _s (-)	h/H (-)	F _s (-)	h/H (-)	F _s (-)	h/H (-)	F _s (-)	h/H (-)	F _s (-)	h/H (-)	F _s (-)
0,00	0,99	0,00	1,09	0,00	1,23	0,00	1,34	0,00	1,48	0,00	1,76
0,05	1,01	0,05	1,12	0,05	1,26	0,05	1,37	0,05	1,52	0,05	1,81
0,10	1,04	0,10	1,15	0,10	1,29	0,10	1,41	0,10	1,56	0,10	1,85
0,15	1,06	0,15	1,17	0,15	1,32	0,15	1,44	0,15	1,59	0,15	1,90
0,20	1,08	0,20	1,20	0,20	1,35	0,20	1,48	0,20	1,63	0,20	1,95
0,25	1,11	0,25	1,23	0,25	1,38	0,25	1,51	0,25	1,67	0,25	1,99
0,30	1,13	0,30	1,25	0,30	1,41	0,30	1,54	0,30	1,71	0,30	2,04
0,35	1,15	0,35	1,28	0,35	1,44	0,35	1,58	0,35	1,75	0,35	2,09
0,40	1,18	0,40	1,31	0,40	1,47	0,40	1,61	0,40	1,79	0,40	2,13
0,45	1,20	0,45	1,33	0,45	1,50	0,45	1,65	0,45	1,82	0,45	2,18
0,50	1,22	0,50	1,36	0,50	1,53	0,50	1,68	0,50	1,86	0,50	2,22
0,55	1,25	0,55	1,39	0,55	1,56	0,55	1,71	0,55	1,90	0,55	2,27
0,60	1,27	0,60	1,41	0,60	1,59	0,60	1,75	0,60	1,94	0,60	2,32
0,65	1,29	0,65	1,44	0,65	1,63	0,65	1,78	0,65	1,98	0,65	2,36
0,70	1,32	0,70	1,46	0,70	1,66	0,70	1,82	0,70	2,01	0,70	2,41
0,75	1,34	0,75	1,49	0,75	1,69	0,75	1,85	0,75	2,05	0,75	2,46
0,80	1,36	0,80	1,52	0,80	1,72	0,80	1,88	0,80	2,09	0,80	2,50
0,85	1,38	0,85	1,54	0,85	1,75	0,85	1,92	0,85	2,13	0,85	2,55
0,90	1,41	0,90	1,57	0,90	1,78	0,90	1,95	0,90	2,16	0,90	2,59
0,95	1,43	0,95	1,60	0,95	1,81	0,95	1,99	0,95	2,20	0,95	2,64
1,00	1,45	1,00	1,62	1,00	1,84	1,00	2,02	1,00	2,24	1,00	2,68

I dati utilizzati per il calcolo sono indicati nella pagina che precede.

La pendenza del versante è $\alpha = 28^\circ$.

Nelle colonne evidenziate in giallo della tab.1 sono indicati i valori dei coefficienti di sicurezza F_s in funzione del rapporto tra l'altezza della linea piezometrica, nei moti di filtrazione piano-paralleli al pendio, e lo spessore delle coltri di frana residuali, suscettibili di rimobilitazione.

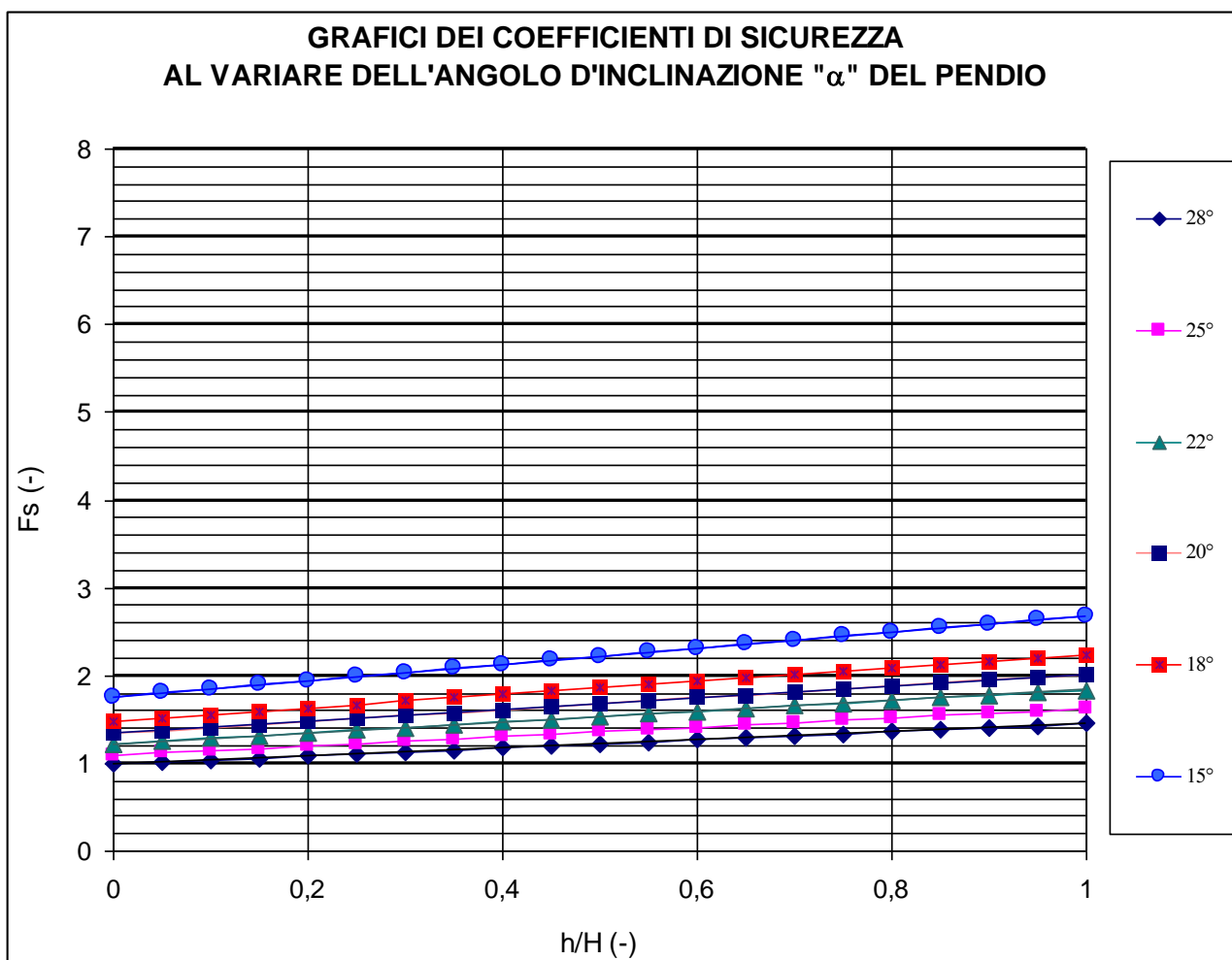
Dall'analisi dei fattori di sicurezza si ricava come al decrescere del rapporto h/H ovvero con la linea piezometrica in risalianza verso la superficie, i valori di F_s diminuiscono fino a diventare < 1.3 per una saturazione completa delle coltri di frana e, più in generale di copertura, di almeno il 75% dello spessore, su sezione unitaria.

In tale contesto idrogeotecnico, l'inserimento dei microdreni suborizzontali contribuirà a mantenere bassa la linea piezometrica con tutto vantaggio dei fattori di sicurezza.

Essendo opere di consolidamento passive, lineari anche se nell'insieme ad influenza areale, e non di natura strutturale, la frana nello step4 dello schema di flusso della pericolosità viene considerata "parzialmente stabilizzata".

In considerazioni dello sviluppo lineare e dello orientamento assegnati, l'inserimento dei microdreni migliorano la stabilità d'insieme delle coltri di frana.

Il grafico che segue diagramma bidimensionale mette in evidenza la variazione di F_s in funzione di h/H per varie pendenze del versante assegnate (rif. tab.1).



Area di cumulo di frana (tra il vallo paramassi e l'abitato)

Step1 : velocità alta correlata ad una frana di colata di detrito (**peso 3**).

Step2 : estensione della frana $<10^4 \text{ m}^2$ (**peso 1**).

Step3 : combinazione tra velocità ed estensione = **magnitudo M2**.

Step4 : stadio di attività, a seguito della completa realizzazione degli interventi previsti (vallo paramassi) = stabilizzato artificialmente (**peso 1**).

Step5: combinazione tra magnitudo ed attività = **cinematismo C1**.

Step6: distribuzione costante (**peso 2**).

Step7: aggravanti : assenti (**peso 0**).

Step 8: combinazione tra cinematismo e distribuzione = **stato S1**.

Step9: classificazione del danno: assenza di danni apprezzabili e significativi (**ZND peso 1**).

Step 10: combinazione tra stato e danno = **suscettibilità Ss1**.

Step 11: ricorrenza (tempo di ritorno) = **decennale (peso 3)**.

Step 12: combinazione tra suscettibilità e ricorrenza = **pericolosità P2**.

Step 13: elementi erosivi associati e/o concorrenti alle frane = **assenti**.

Step 14: pericolosità globale = **P2**.

Step 15: valorizzazione interventi di mitigazione = **migliorativa (peso 3)**.

Step 16: combinazione tra pericolosità globale e mitigazione = **pericolosità mitigata Pm1**.

Fig.12 – schema di flusso per la definizione della pericolosità (PSAI 2012)

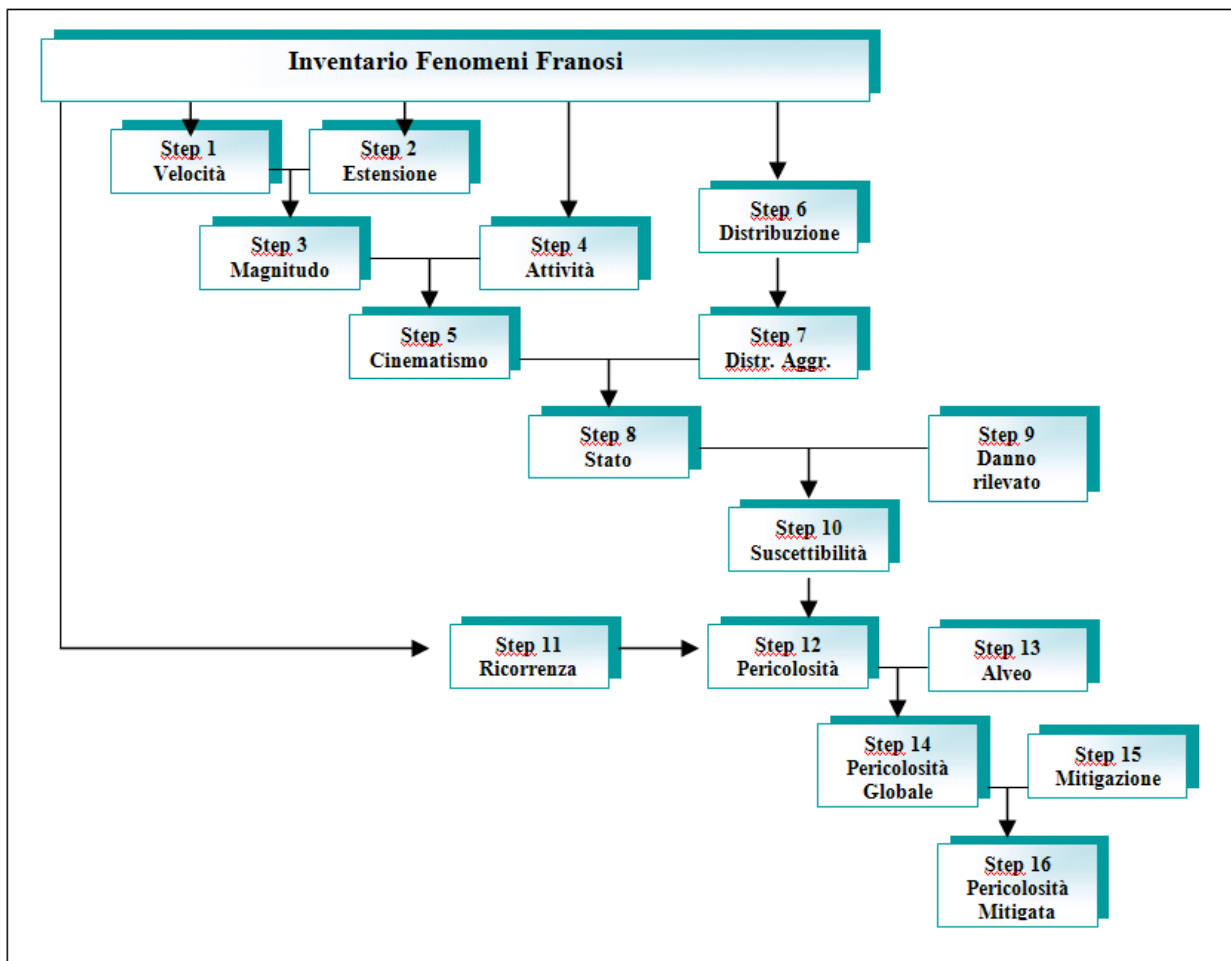
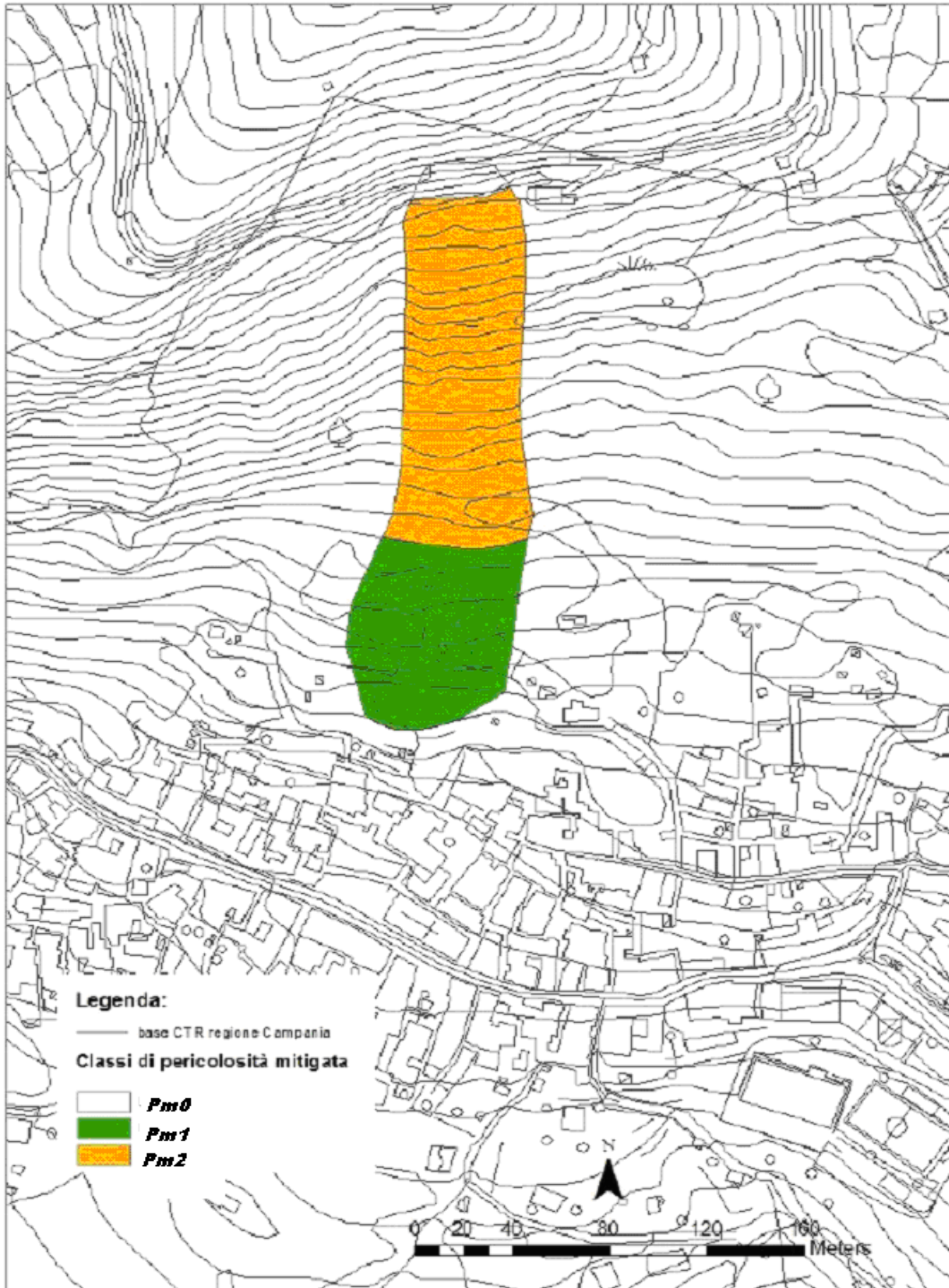
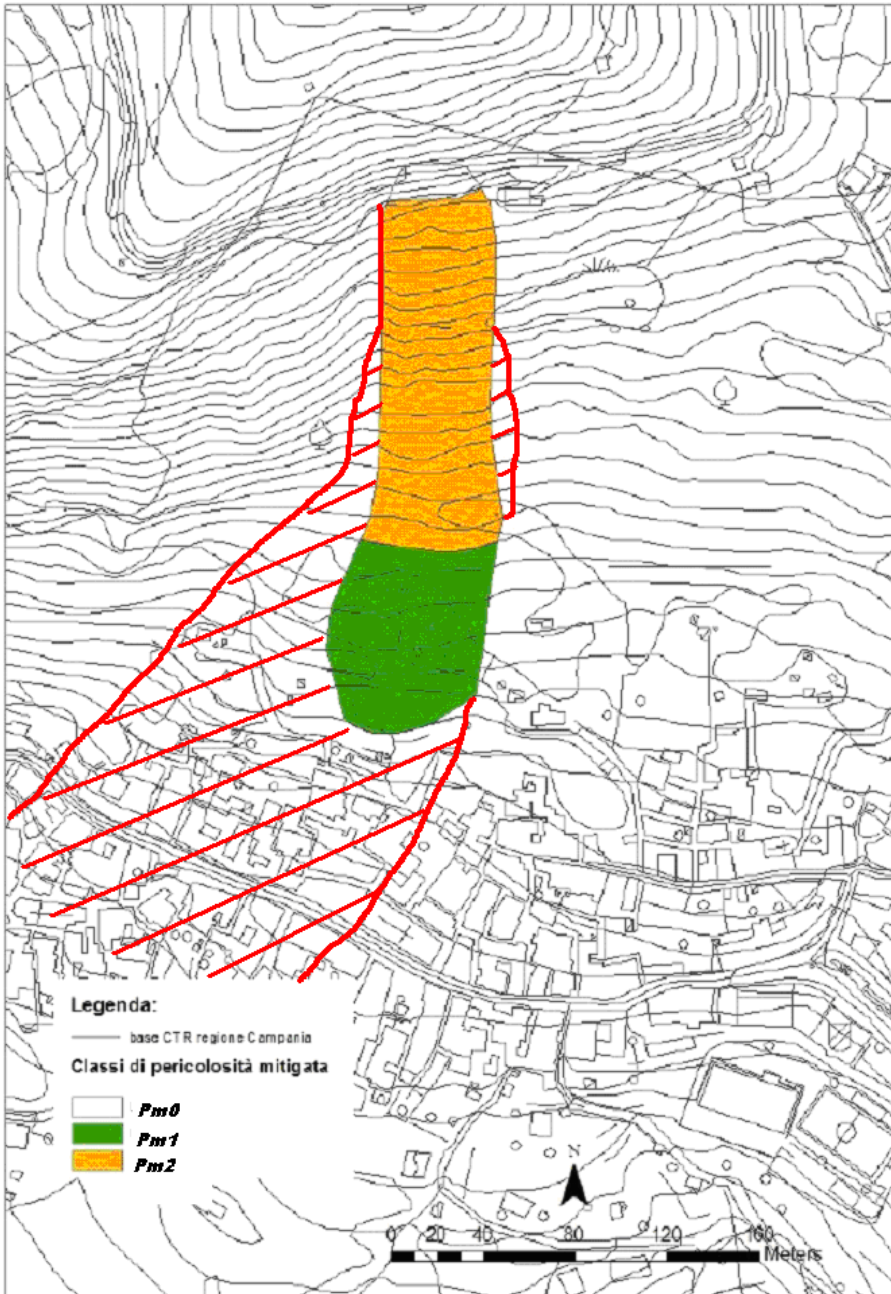


Fig.13 - Proposta di perimetrazione e classificazione della pericolosità nell'areale dell' evento di frana del 2011



**perimetrazione e
classificazione della
pericolosità mitigata
nell'areale di frana del
2011**

Fig.14 - Sovrapposizione tra la proposta di perimetrazione e classificazione della pericolosità nell'areale dell' evento di frana del 2011 e l'areale di pericolosità di ambito Pa4 pregressa

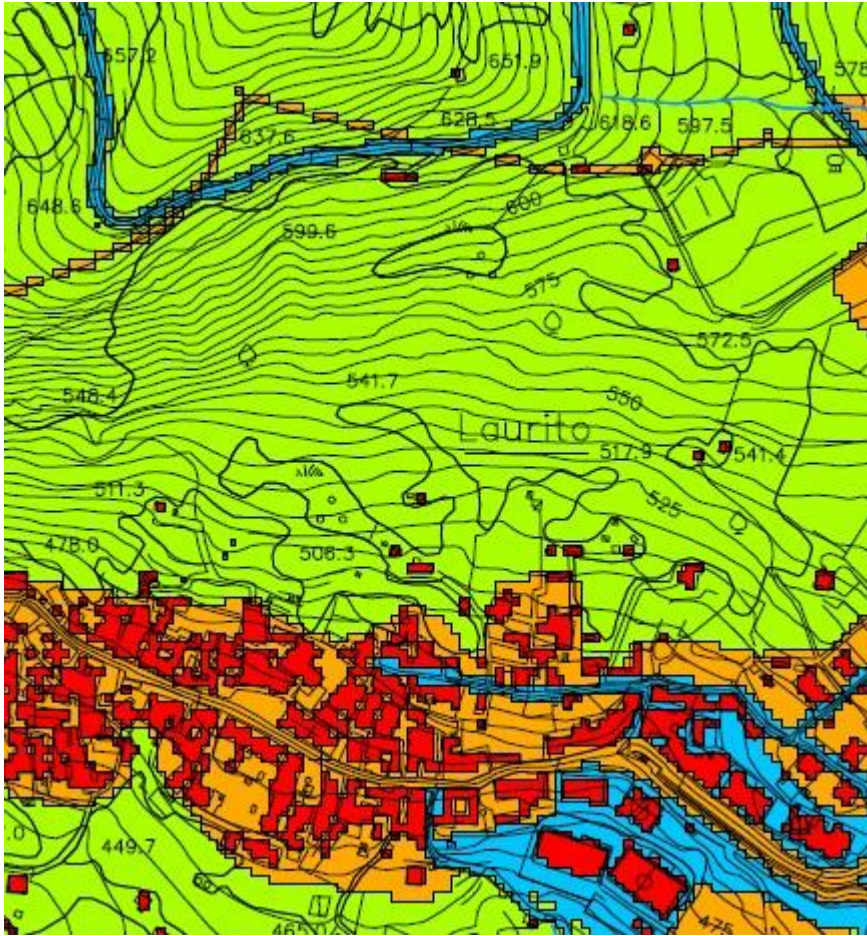


Sovrapposizione della pericolosità reale (evento franoso 2011) con l'areale della pericolosità di ambito del PSAI 2012



pericolosità di ambito Pa4

Fig.15 – estratto della Carta del Vulnerabilità finale (foglio n°520012) del PSAI (2012)



LEGENDA

Vulnerabilità finale

D0 - D4



Moderato (D1)



Medio (D2)



Elevato (D3)



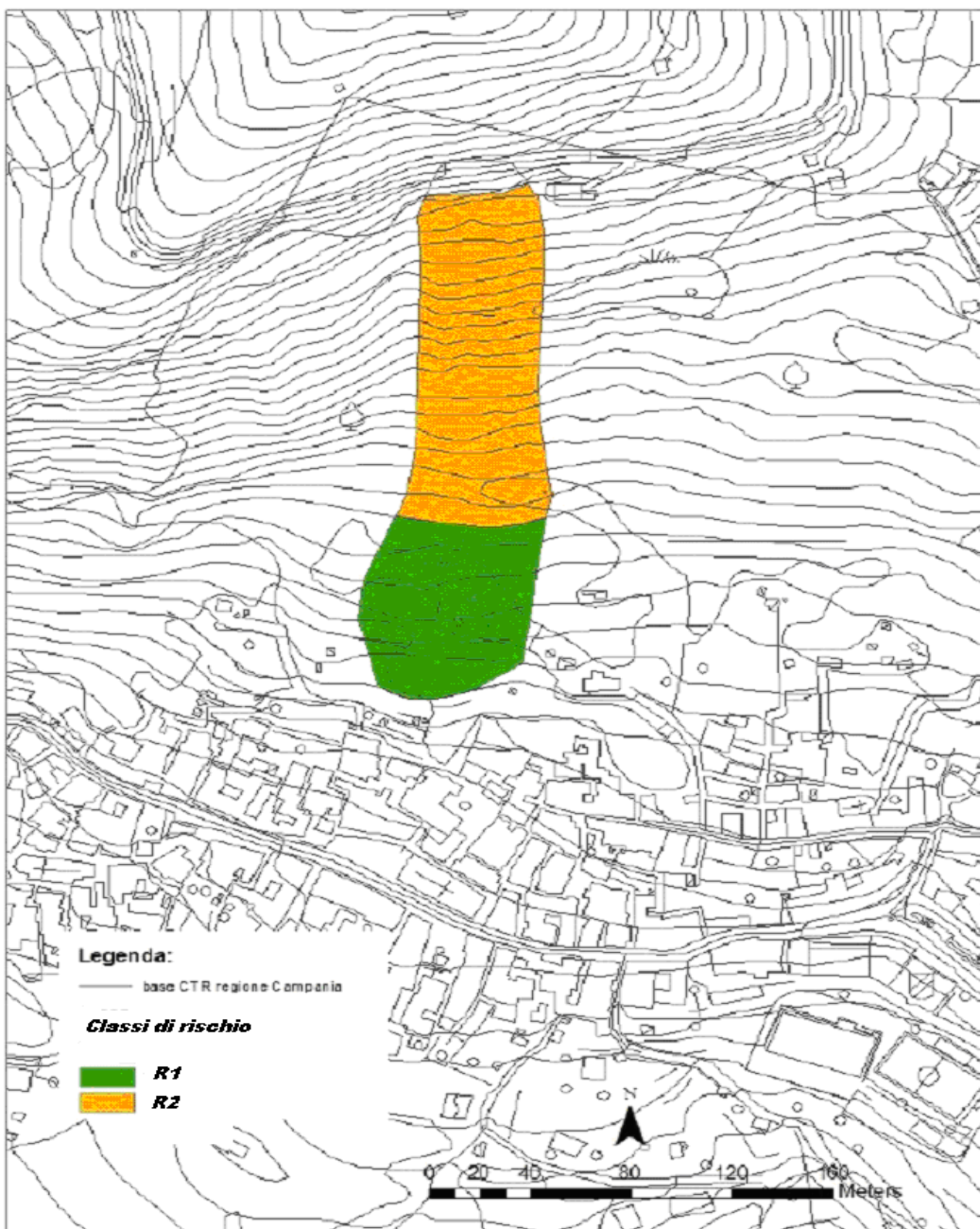
Molto Elevato (D4)

Sovrapponendo il grado di pericolosità reale nell'ambito dell'areale della frana del 2011 con la carta della vulnerabilità finale (fig.15) si ottengono le seguenti combinazioni nella matrice utilizzata nel P.S.A.I. che consente la proposta di perimetrazione del rischio (fig.16).

P1 → D1 = R1 rischio moderato.

P2 → D1 = R2 rischio medio.

Fig.16 – Proposta di perimetrazione e classificazione del rischio nell'areale di frana del 2011



perimetrazione e classificazione del rischio nell'areale di frana del 2011

Conclusioni

Gli interventi previsti vanno a completare il progetto esecutivo dei *lavori urgenti per il risanamento del movimento franoso in località Torretta, a monte del centro abitato.*

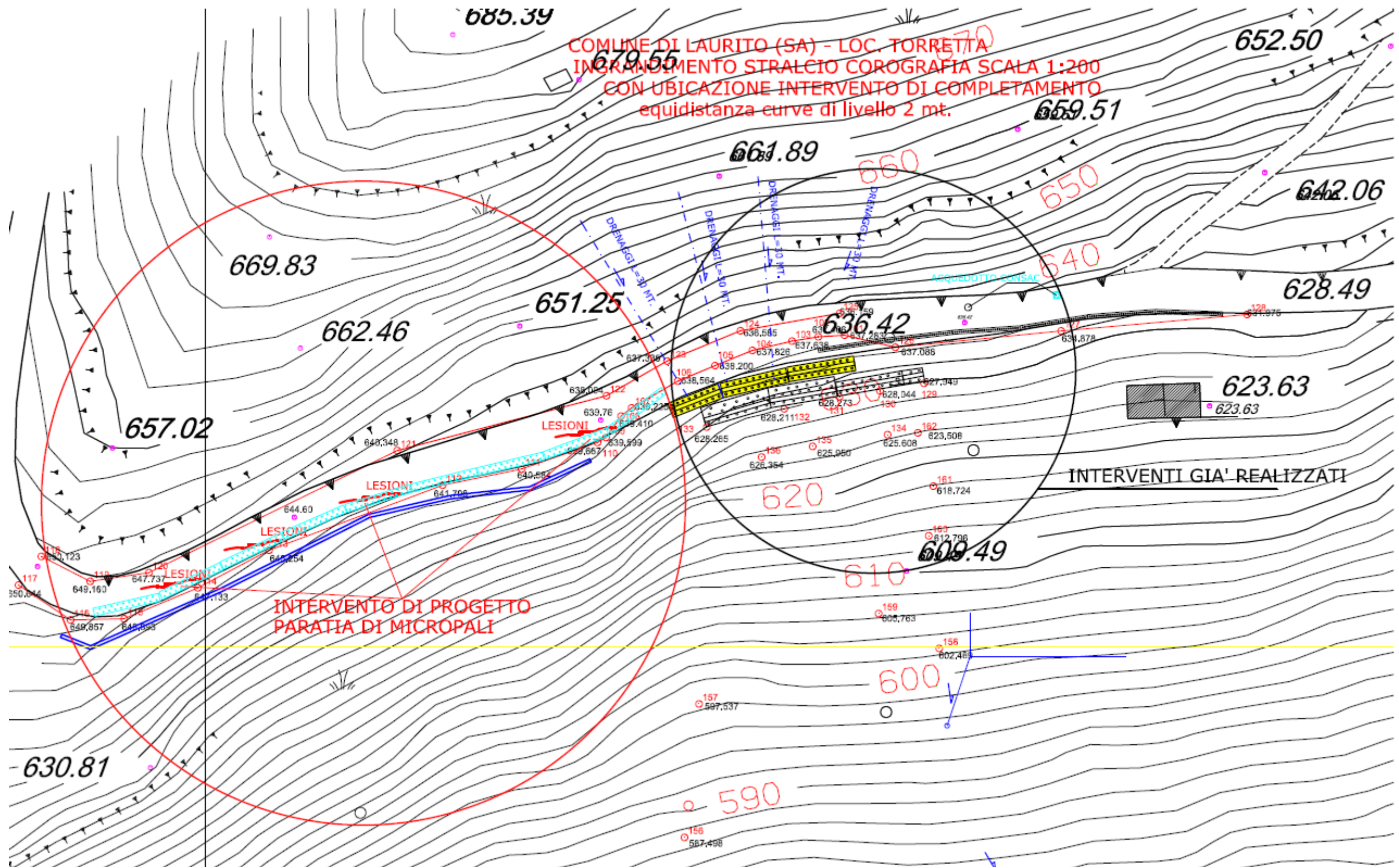
Visti gli interventi funzionali già eseguiti (2011-2013), i quali esiti positivi confermano le ipotesi progettuali e di calcolo in essi contenuti, si può confermare quindi l'adozione degli stessi per il completamento dell'opera, dato che ben si adattano alle limitrofe condizioni geolitologiche, geotecniche ed idrogeologiche del versante oggetto di studio.

Policastro B.no, li Febbraio 2019

Il Geologo

Dr. Vincenzo Vecchio





Ministero delle Infrastrutture
 Prove di laboratorio sui terreni, prove di carico su piastra e prove di densità in sito
 Decreto n°57318 del 04.01.06
 an. 59 de. D.P.R. 380/01



PROT. N. 205/11 *del 03/10/2011* **I.D. 966**

CERTIFICATI DI PROVA

Laboratorio geotecnico sui terreni

RICHIEDENTE

PROVE RICHIESTE DA : Comune di Laurito (SA)
CANTIERE : Loc. Torretta – Laurito (SA)

0	Emissione		07/10/2011
n.° Prog. Rev.	DESCRIZIONE MODIFICA	n.° Pagine Revisionate	Data Emissione
ELENCO REVISIONI			

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO



Ministero delle Infrastrutture
 Prove di laboratorio sui terreni, prove di campo su piastra e prove di densità in sito
 Decreto n°57318 del 04.01.06
 art. 59 del D.P.R. 350/01



Protocollo n. 205/11
Accettazione n° 234 del 03/10/11
Commessa 966/11

MODULO RIASSUNTIVO

Committente	Comune di Laurito (SA)	Sondaggio	S1
Lavoro	Loc. Torretta - Laurito (SA)	Campione	C1
Società di perforazione	***	Profondità	4,0-4,5 m
Data ricevimento camp.	30/09/11		

Caratteristiche fisiche generali

Peso specifico dei grani:	kN/m ³	
Peso di volume:	kN/m ³	19,12
Contenuto naturale in acqua:	%	
Peso di volume secco:	kN/m ³	
Indice dei vuoti:		
Porosità:	%	
Grado di saturazione:	%	

Limiti di Atterberg

Limite Liquido %:
 Limite Plastico %:
 Limite di Ritiro %:
 Indice Liquido:
 Indice Plastico %:
 Indice di Consistenze:

Prova di taglio diretto

(consolidata drenata)

Coesione c' (KPa):
 Angolo d'attrito interno φ' (°):

Granulometria

Chiala %:
 Sabbia %:
 Limo %:
 Argilla %:

Prova edometrica

σ (KPa)	Ed (MPa)	K (m/s)	Cv (cm ² /s)
12,5			
25			
50			
100			
200			
400			
800			
1600			
3200			

Prova Triassiale

Consolidata drenata
 c (KPa)
 φ (°)
 Consolidata non drenata
 c (KPa)
 φ (°)
 Non consolidata non drenata
 c (KPa)
 φ (°)

Contenuto sostanza organica

Prova Espansione Laterale Libera
 σ_s (KPa)

Contenuto CaCO₃

Permeabilità K (m/s)

Contenuto solfati

Prova CBR

Resistenza a pocket penetrometro

KPa

Torvane

KPa

Il presente fascicolo è costituito da n° 2 certificati di prova e n° 5 pagine oltre la presente

Lo Sperimentatore

Dot. Geol. Federico Ambrosino



Via P. Stanislao Mancini, snc - 83013 Mercogliano (AV) Italy
 tel. +390825682892 fax +390825680600
 avelino@cmgtesting.it - www.cmgtesting.it
 C.C.I.A.A. Avelino R.E.A. 13 68 19 - C.F./P.IVA 02112170648

Ministero delle Infrastrutture
 Prove di laboratorio sui terreni: prove di carico su piastra e prove di densità in sito
 Decreto n° 57318 del 04.01.08
 art. 58 del D.P.R. 380/01

MOD 7.5 - B.03 - Rev. 06



Protocollo n. 205/11
Certificato n. PL3256 del 07/10/11
Accettazione n° 234 del 03/10/11

pag 1/1

DETERMINAZIONE PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Dati Committente

Committente	Comune di Laurito (SA)	data prova	inizio 03/10/2011	fine 03/10/2011
Cantiere	Loc. Torretta - Laurito (SA)			
Sondaggio	S1			
Campione	C1			
Profondità	4,0-4,5 m			

Descrizione litologica:
 ...

Determinazione peso di volume

	provino 1	provino 2	provino 3
Massa fustella (g)	99,18	99,18	99,18
Massa fustella + camp. umido (g)	310,02	309,68	309,44
Massa camp. umido (g)	210,84	210,50	210,26
Volume Fustella (cm ³)	108,00	108,00	108,00
Peso di volume (kN/m ³)	19,14	19,11	19,09

Peso di volume: kN/m³ VALORE MEDIO
 19,12

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. Federico Ambrosino

Via P. Stanislao Mancini, snc - 83013 Mercogliano (AV) Italy
 tel. +390825682892 fax +390825680600
 avellino@cmgtesting.it - www.cmgtesting.it
 C.C.I.A.A. Avellino R.E.A. 13 68 19 - C.E./P.N.A 02112170648



Ministero delle Infrastrutture
 Prove di laboratorio sui terreni, prove di carico su piastra e prove di densità in sito
 Decreto n° 87318 del 04.01.08
 art. 59 del D.P.R. 380/01

MCD 7.5 LB 10 / 2m Rev. C1



Protocollo n. 205/11
Certificato n° PL3257 del 07/10/11
Accettazione n° 234 del 03/10/11

pag 1/4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Dati Committente

Committente Comune di Laurito (SA) data prova inizio 03/10/2011 fine 04/10/2011
 Cantiere Loc. Torretta - Laurito (SA)
 Sondaggio S1
 Campione C1
 Profondità 4,0-4,5 m

Descrizione litologica:
 ...

Caratteristiche Fisiche dei provini

PROVINO	TD329411	TD229311	TD129211	TD329411	TD229311	TD129211
	INIZIALE			FINALE		
Contenuto in acqua (%):	17,76	18,19	18,72	15,97	17,41	17,44
Peso di volume (Kn/m ³):	19,09	19,11	19,14			
Peso specifico dei gran (Kn/m ³):	***	***	***	***	***	***
Peso di volume secco (Kn/m ³):	16,21	16,17	16,13	15,32	16,23	16,30
Indice dei vuoti:	***	***	***	***	***	***
Saturazione (%):	***	***	***	***	***	***

Caratteristiche Geometriche dei provini

PROVINO	TD329411	TD229311	TD129211
Altezza (cm)	3,00	3,00	3,00
Lato (cm)	6,00	6,00	6,00
Area (cm ²)	36,00	36,00	36,00
Volume (cm ³)	108,00	108,00	108,00

Tipo di scatola: quadrata

Condizioni di prova

PROVINO	TD329411	TD229311	TD129211
σ_v (kPa)	100	200	300
V (mm/min)	0,0056	0,0056	0,0056
C. max (mm)	0,75	1,05	1,33

Tipo di Prova: Consolidata drenata

σ_v : tensione verticale
 V: velocità di deformazione
 C. max: cedimento massimo in fase di consolidazione

Lo Sperimentatore
 Dott. Geol. Federico Ambroino

Il Direttore del Laboratorio



Via P. Stanislao Mancini snc - 83013 Mercogliano (AV) Italy
 tel. +390825682892 fax +390825680600
 avellino@cmgtesting.it - www.cmgtesting.it
 C.C.I.A.A. Avellino R.E.A. 13 68 19 - C.P./P.VA 02112170648

Azienda con sistema di gestione
 per la qualità certificato da ANCCP
 - UNI EN ISO 9001:2008 -

Ministero delle Infrastrutture
 Prove di laboratorio sui terreni, prove di carico su piastra e prove di densità in sito
 Decreto n° 57318 del 04.01.08
 art. 59 del D.P.R. 380/01

MOD.7 SLR 10 12 pag. Rev. 02



Protocollo n. **205/11**
 Certificato n° **PL3257** del 07/10/11
 Accettazione n° **234** del 03/10/11

pag 2/4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Dati Committente

Committente **Comune di Laurito (SA)**
 Cantiere **Loc. Torretta - Laurito (SA)**
 Sondaggio **S1**
 Campione **C1**
 Profondità **4,0-4,5 m**

Dati sperimentali acquisiti in fase di rottura
 (acquisizione dati automatizzata)

TD129211			TD229311			TD329411		
PRESSIONE 300 kPa			PRESSIONE 200 kPa			PRESSIONE 100 kPa		
Sh (mm)	τ (kPa)	Sv (mm)	Sh (mm)	τ (kPa)	Sv (mm)	Sh (mm)	τ (kPa)	Sv (mm)
0,0	0,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	0,0
0,19	30,51	0,05	0,21	30,03	0,06	0,12	9,63	0,04
0,34	72,63		0,30	65,64		0,32	25,70	
0,59	114,22		0,67	81,72		0,55	38,16	
0,84	143,63		0,92	97,28		0,76	47,11	
1,07	162,63	0,14	1,15	109,73	0,11	0,98	53,33	0,07
1,31	178,43		1,36	117,13		1,16	58,63	
1,55	189,41		1,60	124,33		1,42	64,30	
1,78	197,94		1,85	130,53		1,63	67,76	
2,08	201,92	0,18	2,06	133,38	0,15	1,81	69,72	0,09
2,26	203,03		2,24	137,32		2,07	71,46	
2,52	203,44		2,52	140,49		2,26	72,52	
2,74	203,02		2,71	141,34		2,50	73,33	
2,92	202,48	0,21	2,98	143,04	0,18	2,74	72,75	0,11
3,22	200,93		3,28	141,85		2,93	72,23	
3,44	199,54		3,44	140,05		3,13	71,30	
3,70	195,39		3,68	137,63		3,37	71,11	
3,95	190,91	0,23	3,89	135,23	0,2	3,53	70,73	0,12
4,17	187,90		4,15	131,58		3,80	70,14	
4,48	185,96		4,35	130,58		4,07	69,59	
4,65	184,73		4,52	128,63		4,24	68,43	
4,82	182,94	0,24	4,81	127,83	0,21	4,47	67,92	0,13
5,13	180,41	0,24	5,09	126,34	0,21			

τ : sforzo tangenziale
 Sh: spostamenti orizzontali
 Sv: codimenti verticali

Lo Sperimentatore

Dot. Geol. Federico Ambrosino



Via P. Stanislao Mancini, snc - 83013 Mercogliano (AV) Italy
 tel. +390825682892 fax +390825680600
 avellino@cmgtesting.it - www.cmgtesting.it
 C.C.I.A.A. Avellino R.E.A. 13 68 19 - C.E./PIVA 02112170648

Ministero delle Infrastrutture
 Prove di laboratorio sui terreni: prove di carico su piastra e prove di densità in sito
 Decreto n°57318 del 04.01.08
 art. 59 del D.P.R. 380/01



Protocollo n. **205/11**
 Certificato n° **PL3257** del 07/10/11
 Accettazione n° **234** del 03/10/11

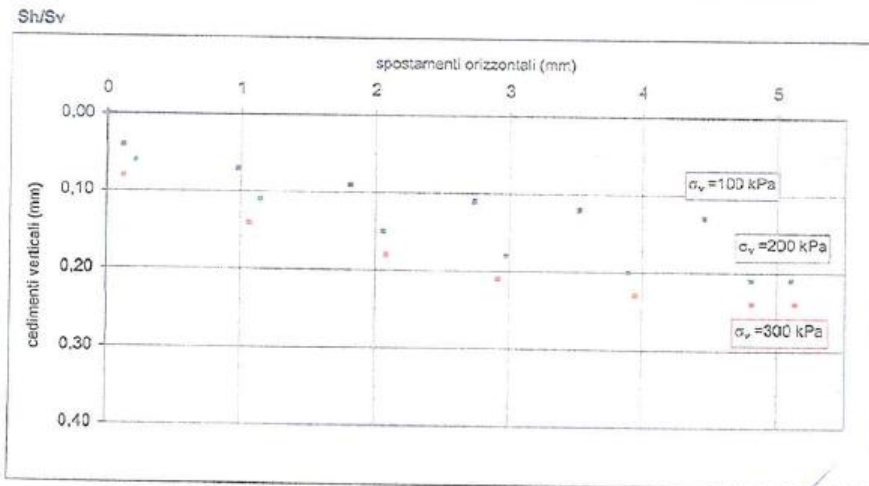
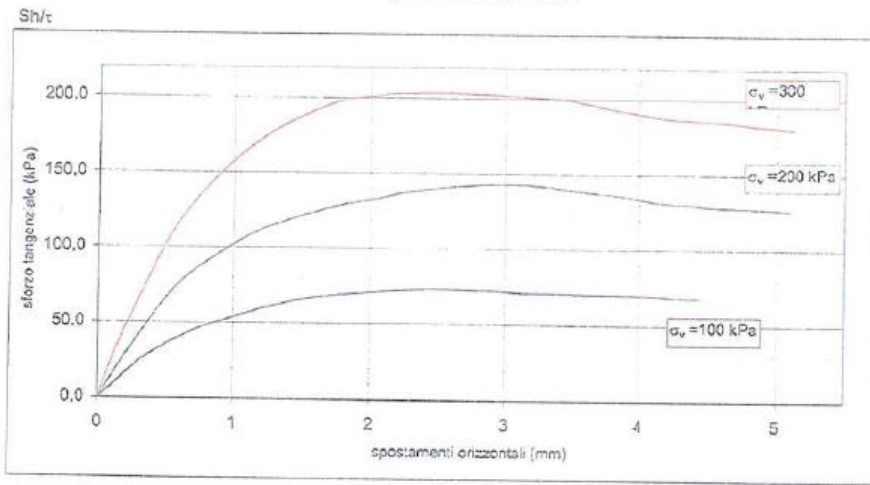
pag 3/4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Dati Committente

Committente **Comune di Laurito (SA)**
 Cantiere **Loc. Torretta - Laurito (SA)**
 Sondaggio **S1**
 Campione **C1**
 Profondità **4,0-4,5 m**

Diagrammi fase di rottura



Lo Sperimentatore

Dot. Geol. Federico Ambrosino



Via P. Stanislao Mancini, snc - 83013 Mercogliano (AV) Italy
 tel. +390825682892 fax +390825680600
 avellino@cmgtesting.it - www.cmgtesting.it
 C.C.I.A.A. Avellino R.E.A. 13 68 19 - C.F./P.IVA 02112170648

Azienda con sistema di gestione
 per la qualità certificato da ANCCP
 UNI EN ISO 9001:2008 -

ALIQ

Ministero delle Infrastrutture
 Prove di laboratorio sui terreni: prove di carico su piastra e prove di densità in sito
 Decreto n°57318 del 04.01.08
 art. 59 del D.P.R. 380/01



Protocollo n. **205/11**
 Certificato n° **PL3257** del 07/10/11
 Accettazione n° **234** del 03/10/11

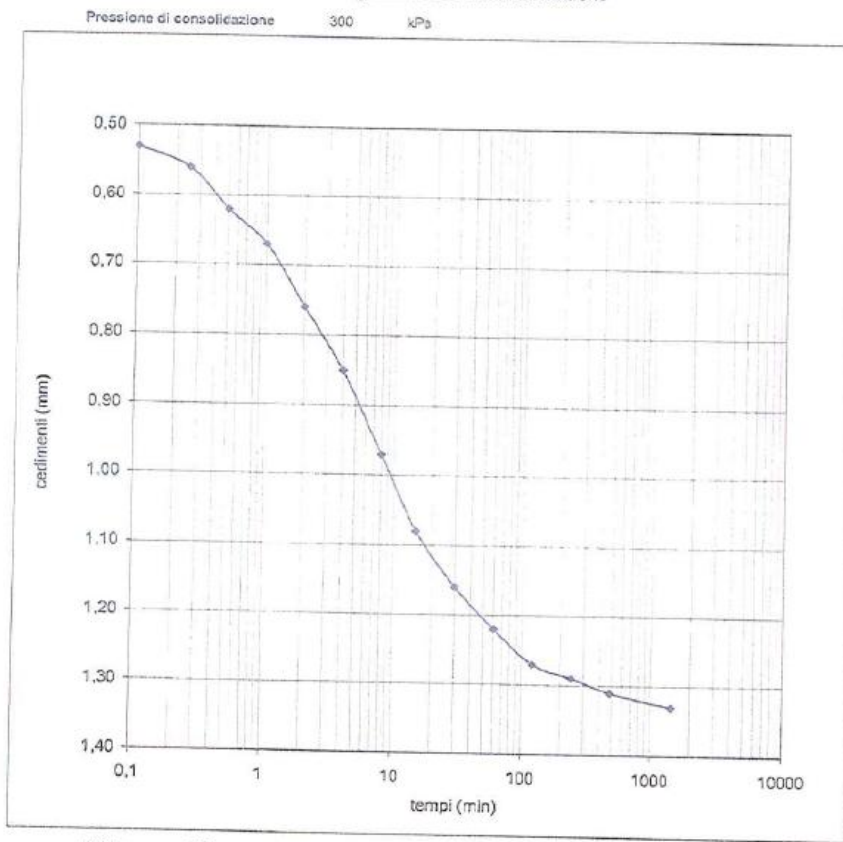
pag 4/4

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Dati Committente

Committente **Comune di Laurito (SA)**
 Cantiere **Loc. Torretta - Laurito (SA)**
 Sondaggio **S1**
 Campione **C1**
 Profondità **4,0-4,5 m**

Diagramma fase di consolidazione



Dati acquisiti

tempi min	cedimenti mm
0,1	0,53
0,25	0,56
0,5	0,62
1	0,67
2	0,70
4	0,85
8	0,97
15	1,09
30	1,15
60	1,22
120	1,27
240	1,29
480	1,31
1440	1,33

t100 = 70 min.

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. Federico Ambrosino



Via P. Siansiao Mancini, snc - 83013 Mercogliano (AV) Italy
 tel +390825682892 fax +390825680600
 avellino@cmgtesting.it - www.cmgtesting.it
 C.C.I.A.A. Avellino R.E.A. 13 68 19 - C.F./P.IVA 02112170648

Azienda con sistema di gestione
 per la qualità certificata da ANCCP
 UNI EN ISO 9001:2008

ALIQ



Studio di geologia & Indagini Geofisiche e Geotecniche
del dr. Geol. Gerardo Ferrante

RISULTATI DELLE INDAGINI SISMICHE DOWN HOLE
EFFETTUATE IN LOC. TORRETTA
DEL COMUNE DI LAURITO (SA)
AI FINI DEL PROGETTO DI "INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IN
LOCALITA' TORRETTA A MONTE DELL'ABITATO DI LAURITO"

Comm.: Dott. Geol. Vincenzo Vecchio



Via Via E. Toti, 11 Sapri (Sa) – P. Umberto, 29 Contursi T. (Sa)
Tel. fax 08281895563-0973392353 – cell. 3398931301
P.IVA 03587390653



Indagini geosismiche in foro "down hole"

RELAZIONE ESPLICATIVA

PREMESSA

L'indagine sismica, condotta nel territorio del Comune di Laurito (Sa), è consistita in N° 1 sondaggio geosismico "Down Hole" realizzato in località Torretta, in ai fini del progetto definitivo esecutivo denominato "Interventi di Mitigazione del Rischio in Località Torretta a Monte dell'Abitato di Laurito".

La profondità delle indagine è stata uguale a quella di approfondimento del foro di sondaggio. Nella fase esecutiva la prova geosismica non è stata assoggettata ad alcuna difficoltà del geofono tridirezionale al raggiungimento del fondo foro, situazione questa che in molti casi si verifica a causa, probabilmente, della presenza di materiale e/o altre asperità nei fori.

MISURAZIONE DOWN HOLE

Misurazione dei tempi di risposta durante la prova down-hole

Mediante questa tecnica d'indagine, è possibile determinare la velocità di propagazione, in senso verticale (media e d'intervallo), delle onde sismiche di compressione (P), e di quelle trasversali o di taglio (S), a diverse profondità lungo l'asse del foro.

Questa metodologia, come le altre tecniche di sismica in foro, ha il vantaggio di non avere come condizione che la velocità aumenti con la profondità (es. sismica di rifrazione superficiale), giacché si valutano i tempi d'arrivo delle onde elastiche lungo la profondità del foro.



Studio di Geologia Tecnica & Indagini Geofisiche
Via E. Toti, 11 Sapri (Sa) – P. Umberto, 29 Contursi T. (Sa)
Tel. 08281895563-0973392353 – cell.3398931301 - P.IVA 03587390653

E' sempre possibile valutare eventuali inversioni di velocità nell'ambito della successione dei litotipi incontrati nella perforazione e, inoltre, la **preventiva conoscenza della stratigrafia** permette di scegliere il passo di misura più idoneo a caratterizzare anche strati aventi ridotto spessore.

Attrezzatura utilizzata e metodologia d'esecuzione

La strumentazione utilizzata consiste in un geofono da pozzo 3D, (tre geofoni disposti ortogonalmente tra loro) dotato di un sistema d'ancoraggio pneumatico, e di un sismografo della "Ambrogeo" digitale con memoria incrementale.

Le caratteristiche tecniche del sistema sopra descritto sono:

- capacità di campionamento dei segnali da 0.0025sec a 1sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" tramite starter collegato al circuito trigger del sismografo;
- Filtri High Pass e Band Reject;
- Automatic Gain Control;
- Acquisizione dati ad incremento di segnale;
- Convertitore A/D a 16 bit;
- Periodo proprio geofoni 10 Hz;
- 3D Twin Borehole Geophone (geofono da foro costituito da uno verticale e gli altri due orizzontali a 90° tra loro).

L'energizzazione del terreno viene effettuata mediante **massa battente da 10 Kg.**

Al fine di **facilitare la generazione delle onde trasversali**, per la valutazione della velocità di propagazione delle onde di taglio, il terreno viene sollecitato tangenzialmente tramite una trave di legno, posizionata ad una distanza di circa 2.0 metri dall'asse del foro così da ridurre la dissipazione in fase d'energizzazione.

La registrazione delle **onde di taglio** per ogni campionamento, avviene mediante due battute aventi opposte direzioni di impatto.

Calcolo dei tempi di arrivo

I segnali sismici registrati in formato digitale vengono analizzati nel dominio del tempo, tramite software dedicato, nella fattispecie ECHO12_24 7.00, per la stima dell'arrivo delle onde sismiche generate (P ed S).



La determinazione dell'arrivo delle onde S viene effettuata mediante la tecnica dell'**inversione di fase**, cioè, alternando il senso di impatto alla sorgente, si evidenzia per uno stesso geofono una opposizione di fase delle onde di taglio generate.

Nello specifico la registrazione che viene effettuata secondo un **verso di impatto**, viene confrontata con la traccia relativa allo stesso geofono secondo il verso di **impatto** in opposizione, in tal modo si riesce a distinguere una netta inversione di fase che facilita l'individuazione dei tempi di arrivo delle onde S dalle onde P.

Una **ulteriore verifica** nella identificazione degli arrivi delle onde P ed S è quella di inserire durante l'acquisizione dati, n° 2 geofoni esterni, di cui uno a componente verticale ed uno a componente orizzontale, in modo da poter calibrare gli eventuali ritardi o anticipi delle fasi P ed S, causati da una eventuale poco precisa chiusura dello starter nel sistema trigger durante le fasi di energizzazione.

ELABORAZIONE DATI

L'elaborazione dati consiste nella determinazione delle velocità di propagazione delle onde sismiche P e S. Tale velocità si ottiene conoscendo il **tempo di arrivo** dei treni d'onda analizzati, la **distanza** tra il punto di energizzazione ed il sensore posto in foro. L'interpretazione dei dati può avvenire in due modi:

- **Interpretazione con il metodo diretto**

Con il metodo diretto, inizialmente, si correggono i tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde e, successivamente, si realizza il grafico $t_{corr}-z$, sia per le onde P che per le onde S. In tal modo la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali. Determinati graficamente i sismostrati si ottengono i parametri dinamo-elastici.

- **Interpretazione in Downhole con il metodo intervallo**

Con il metodo intervallo i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due ricevitori consecutivi posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (velocità d'intervallo). Quando si dispone



Studio di Geologia Tecnica & Indagini Geofisiche
Via E. Toti, 11 Sapri (Sa) – P. Umberto, 29 Contursi T. (Sa)
Tel. 08281895563-0973392353 – cell.3398931301 - P.IVA 03587390653

di un solo ricevitore, cioè nell'ipotesi in cui le coppie di ricezioni non corrispondano ad un unico impulso, i valori di velocità determinati vengono definiti di pseudo-intervallo, consentendo solo un'apparente migliore definizione del profilo di velocità. Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti e la velocità intervallo delle onde P ed S, con relativo grafico. Si calcolano, quindi i parametri dinamo-elastici.

L'elaborazione dati, una volta stimate l'arrivo delle onde sismiche generate (P ed S) tramite software dedicato, (ECHO 12_24 7.00), è stata realizzata adottando quest'ultima metodologia (metodo intervallo) mediante un "software di produttività personale" ed in particolare attraverso un "foglio di calcolo" nonché mediante il software GeoHole 1.1 della Programgeo che hanno permesso la determinazione dei parametri dinamo-elastici e la restituzione grafica dei risultati.

Geologo

Dott. Gerardo Ferrante





Studio di Geologia Tecnica & Indagini Geofisiche
Via E. Toti, 11 Sapri (Sa) – P. Umberto, 29 Contursi T. (Sa)
Tel. 08281895563-0973392353 – cell.3398931301 - P.IVA 03587390653

Elaborazione sismica
Sondaggio Down - Hole n°1

Committente: Dott. geol. Vincenzo Vecchio Sigla: P1
Località: Comune di Laurito (Sa) località Torretta Quota(m): 0.0
Data: novembre 2011 Attrezzatura: Ambrogeo 12_24 Echo 2002 - 3D Twin BoreHole Geophone
Note:

Tabulato della prova

Profondità (m)	Tempo di arrivo onde S 1(ms)	Tempo di arrivo onde S 2(ms)	Tempo di arrivo onde P (ms)
1	15	15	5.5
2	17.9	17.5	6.9
3	22.2	23	9.5
4	26.5	24.5	10.9
5	28.9	28.7	12.3
6	32.3	32.3	13.7
7	33.9	34.8	14.7
8	35.9	35.9	15.3
9	37.8	37.8	16.15
10	39.6	39.8	17.1
11	41.4	41.2	17.9
12	43.2	42.5	18.6
13	44.35	44.3	19.37
14	45.7	45.4	20
15	46.8	46.9	20.5
16	47.7	48.6	21
17	48.6	50	21.5
18	50.2	51	22
19	51	53	22.5
20	52.8	53.8	23
21	54	55	23.5
22	54.7	57	24
23	55.6	59	24.5
24	58.2	60	25
25	59.4	62	25.8
26	62.4	63.33	26.6
27	64.8	64.83	27.5
28	66.2	66.33	28.2
29	68.9	67.83	29.2
30	71.18	69.33	30.15



Studio di Geologia Tecnica & Indagini Geofisiche

Via E. Toti, 11 Sapri (Sa) – P. Umberto, 29 Contursi T. (Sa)

Tel. 08281895563-0973392353 – cell.3398931301 - P.IVA 03587390653

Committente: Dott. geol. Vincenzo Vecchio

Sigla: P1

Località: Comune di Laurito (Sa) località Torretta

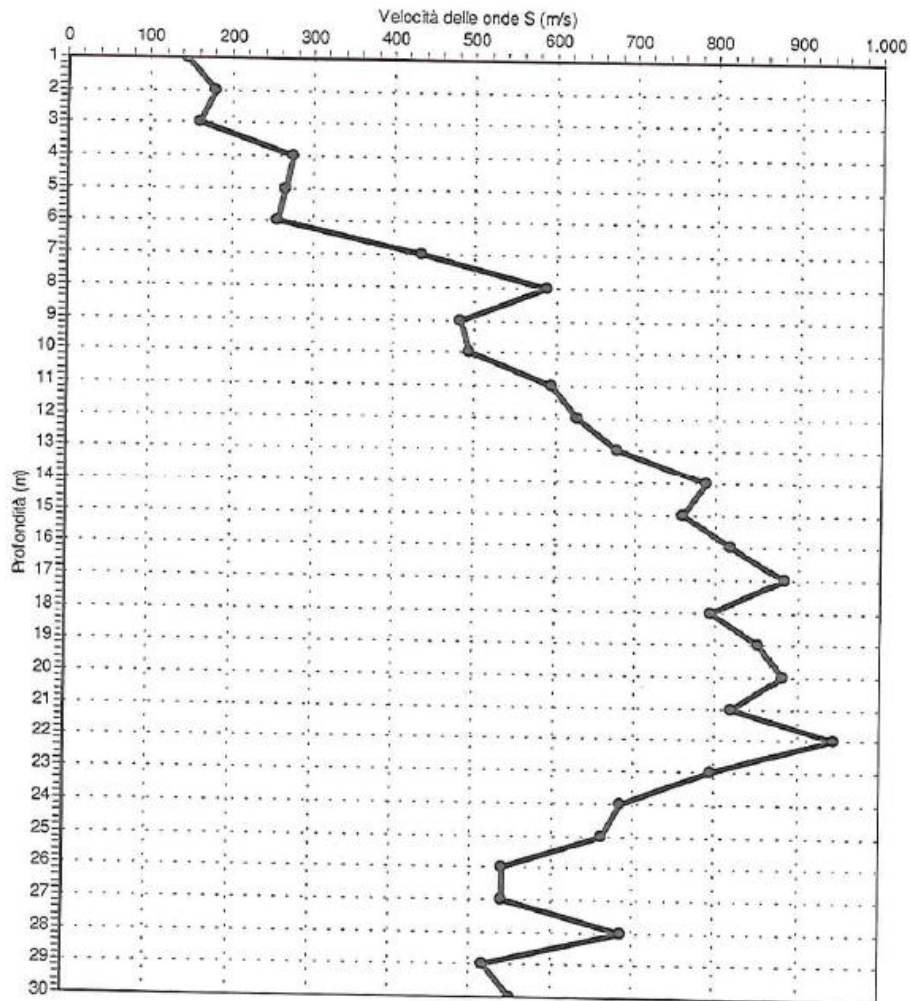
Quota(m): 0.0

Data: novembre 2011

Attrezzatura: Ambrogeo 12_24 Echo 2002 - 3D Twin BoreHole Geophone

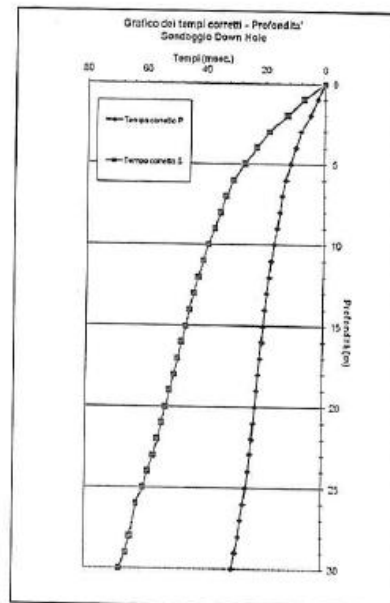
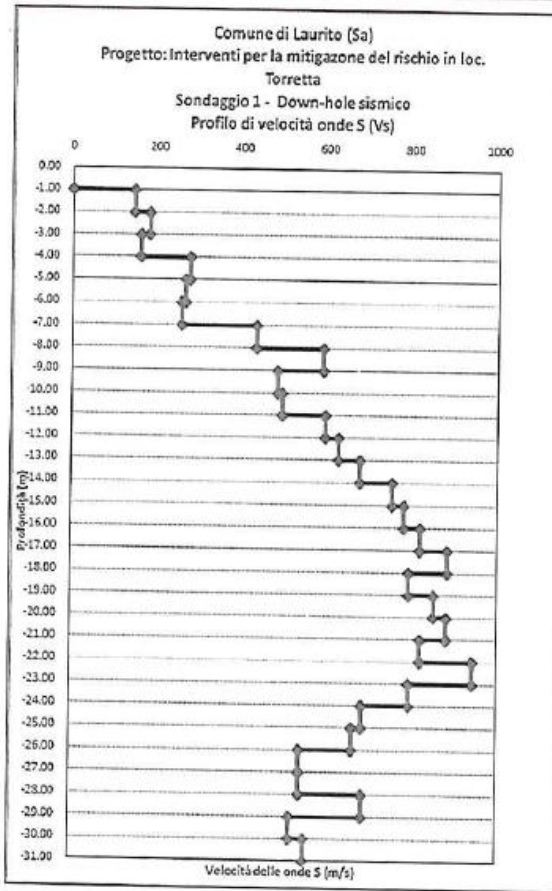
Note:

Grafico delle velocità delle onde S



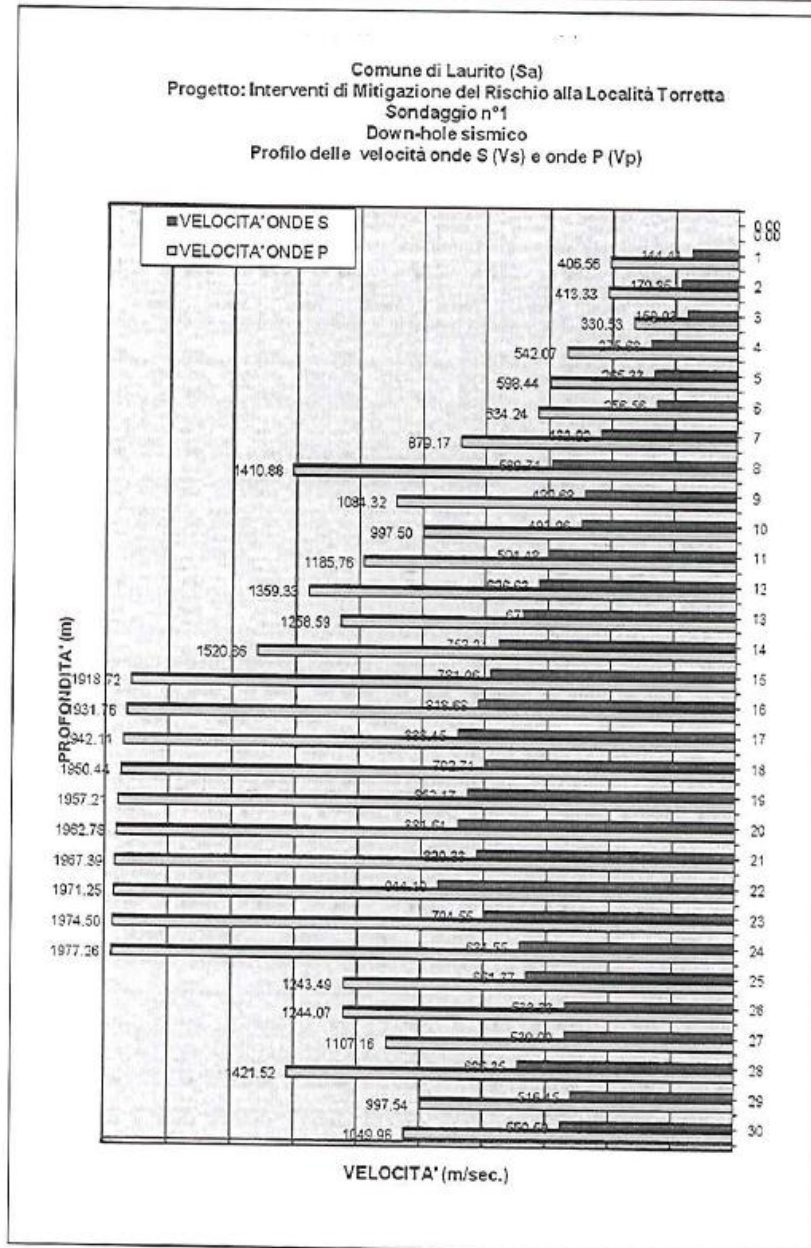


Studio di Geologia Tecnica & Indagini Geofisiche
Via E. Toti, 11 Sapri (Sa) – P. Umberto, 29 Contursi T. (Sa)
Tel. 08281895563-0973392353 – cell.3398931301 - P.IVA 03587390653



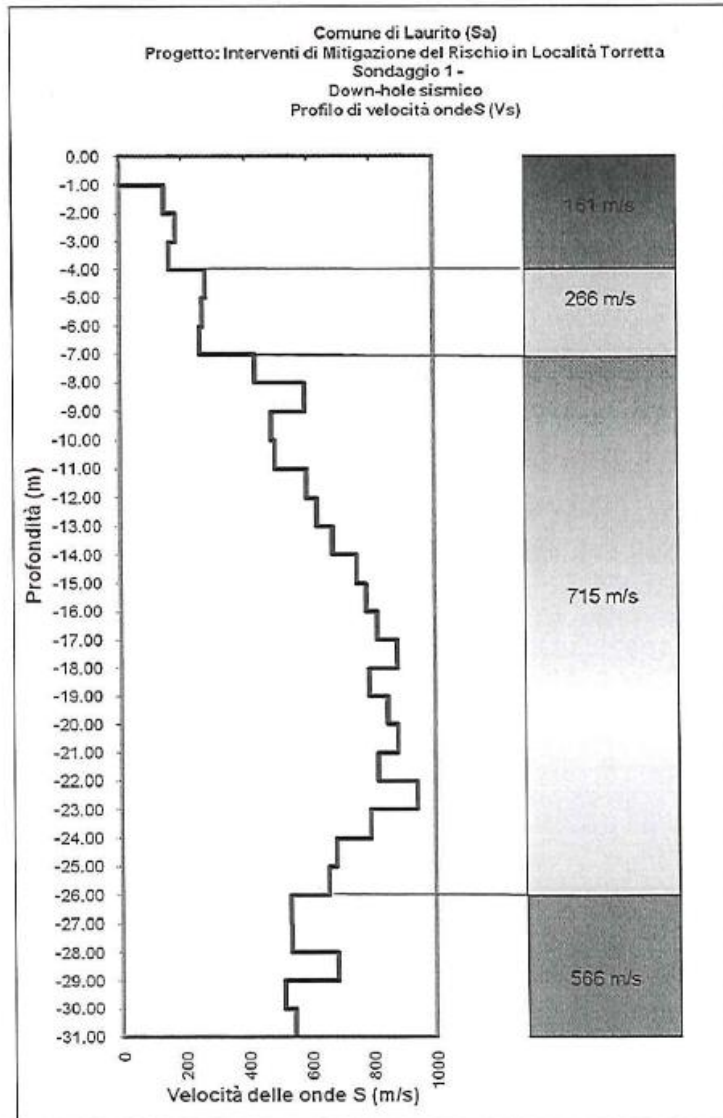


Studio di Geologia Tecnica & Indagini Geofisiche
 Via E. Toti, 11 Sapri (Sa) – P. Umberto, 29 Contursi T. (Sa)
 Tel. 08281895563-0973392353 – cell.3398931301 - P.IVA 03587390653





Studio di Geologia Tecnica & Indagini Geofisiche
Via E. Toti, 11 Sapri (Sa) – P. Umberto, 29 Contursi T. (Sa)
Tel. 08281895563-0973392353 – cell.3398931301 - P.IVA 03587390653



Elaborazione
dott. geol. Gerardo Ferrante





Studio di Geologia Tecnica & Indagini Geofisiche
Via E. Toti, 11 Sapri (Sa) – P. Umberto, 29 Contursi T. (Sa)
Tel. 08281895563-0973392353 – cell. 3398931301 - P.IVA 03587300653

Committente: Dott. geol. Vincenzo Vecchio Sigla: P1
Località: Comune di Laurito (Sa) località Torretta Quota(m): 0.0

Data: novembre 2011 **Altezzatura:** Ambrogio 12_24 Echo 2002 - 3D Twin BoreHole Geophone

Note:

Stratigrafia della prova

Profondità (m)	Velocità onde S(m/s)	Velocità onde P(m/s)	Peso di volume(kN/mc)	Descrizione litologica	
3	161.4	383.47	20		Riperto
6	265.81	501.58	20	Arearie in banchi e strati con livelli siltitici - substrato allentato	
25	714.62	1605.04	20	Substrato inalterato di arenarie in banchi e strati con livelli siltitici	
30	566.31	1164.05	20	Siltiti e calcareniti fratturate e deformate	

Passo di lettura (cm): 1

Profondità di partenza (m): 0

Lunghezza della prova (m): 30

Distanza sorgente-foro(m): 2

Profondità della falda (m): assente

X



Studio di Geologia Tecnica & Indagini Geofisiche
Via E. Toti, 11 Sapri (Sa) - P. Umberto, 29 Contursi T. (Sa)
Tel. 08281895563-0973392353 - cell.3398931301 - P.IVA 03587390653

Committente: Dott. geol. Vincenzo Vecchio Sigla: P1
Località: Comune di Laurito (Sa) località: Torrelta Quota(m): 0.0

Data: novembre 2011
Attrezzatura: Ambrogeo 12_24 Echo 2002 - 3D Twin BoreHole Geophone

Note:

Parametri geotecnici

Profondità base sirato(m)	Velocità onda S (m/s)	Descrizione litologica dello sirato	Pres. eff. a metà sirato (MPa)	Coefficiente di Poisson	Modulo dinamico di taglio (MPa)	Peso di volume naturale (kN/mc)	Modulo di Young (MPa)	Modulo edometrico (MPa)	Modulo di compressibilità volumetrica (MPa)
3	161	Ripporto	0.03	0.393	53.903	20	150.173	305.039	233.169
6	266	Areanarie in banchi e sirati con livelli siltitici - substrato allentato	0.09	0.374	147.137	20	404.332	728.788	532.605
25	715	Substrato inalterato di arenarie in banchi e sirati con livelli siltitici	0.32	0.376	1063.089	20	2925.621	5356.828	3939.376
30	566	Siltiti e calcareniti fratturate e deformate	0.57	0.345	666.178	20	1792.02	2817.498	1929.26

Classe del sito: B

Profondità della falda (m): assente

Vs30 (m/s): 459.3

N.B. La classe sismica di sito è stata determinata automaticamente dal software di elaborazione tenendo conto esclusivamente del valore del Vs30 (m/s)

