



Dott. Ing. Gerardo Aniello RUOCCO
Futani (SA)

Tel. 0974 953091 – Fax 0974 953914 – Vodafone 339 3 105 105 – Wind 389 0 105 105
www.gerardoruocco.edilsitus.it --- studioruocco@tin.it --- gerardoruocco@pec.it



COMUNE DI LAURITO
Provincia di Salerno



Progetto Definitivo – Esecutivo

INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IN LOCALITA' "TORRETTA" A MONTE DELL'ABITATO DI LAURITO (SA).



- **COMMITTENTE:** Comune di Laurito (SA).
- **UBICAZIONE:** Località "Torretta" .

ELENCO ELABORATI:

- 1) Relazione Tecnica Generale, quadro economico + allegati;
- 2) Relazione sui dissesti franosi in loc. Torretta (Ing. A. Cuomo);
- 3) Relazione Geologico-Tecnica (Dott. Geol. Vincenzo Vecchio);**
- 4) Stratigrafie di sondaggi, analisi di laboratorio geotecniche della campagna geognostica anno 2005;
- 5) Rilievo Fotografico;
- 6) Relazione di calcolo Muro su micropali con tiranti (Tratto 2);
- 7) Relazione di Calcolo Paratia di micropali con tiranti (Tratto 3);
- 8) Stralcio Corografia in scala 1:5000;
- 9) Stralcio Corografia in scala 1:1000;
- 10) Planimetria con ubicazione interventi in scala 1:500;
- 11) Planimetria con ubicazione interventi TRATTO 2 in scala 1:200;
- 12) Planimetria con ubicazione interventi TRATTO 3 in scala 1:200;
- 13) Particolari Muro su micropali (Tratto 2) in scala 1:50;
- 14) Particolari Paratia di micropali (Tratto 3) in scala 1:50;
- 15) Sezione tipo Tratto 2 in scala 1:100;
- 16) Sezione tipo Tratto 3 in scala 1:100;
- 17) Particolare rete di ancoraggio;
- 18) Computo Metrico;
- 19) Elenco Prezzi;
- 20) Computo metrico sondaggi;
- 21) Stima incidenza manodopera;
- 22) Stima incidenza sicurezza (costi ordinari);
- 23) Piano di Manutenzione;
- 24) PSC: Piano di Sicurezza e di Coordinamento;
- 25) PSC: Analisi e valutazione dei rischi;
- 26) PSC: Fascicolo con le caratteristiche dell'opera;
- 27) PSC: Stima dei costi della sicurezza (Costi Speciali);
- 28) Cronoprogramma dei lavori;
- 29) Capitolato Speciale d'Appalto;
- 30) Disciplinare Tecnico.

Data: Marzo 2011.

II R.U.P.
(Geom. Antonio Speranza)

II Consulente Esperto
(Ing. Albina CUOMO)

II Progettista
(Ing. Gerardo Aniello RUOCCO)

Prot. 548
14-3-2011

COMUNE DI LAURITO

- SALERNO -

INTERVENTI DI SOMMA URGENZA
FRANA LOC. TORRETTA
STRADA COMUNALE CARMINE – TEMPA DELLA CASTAGNA

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

IL GEOLOGO

Dott. Vincenzo Vecchio



RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

In riferimento al dissesto franoso che ha interessato, presumibilmente il giorno 20 Febbraio del 2011, la strada comunale Carmine – Tempa della Castagna in loc. Torretta, sovrastante l'abitato di Laurito, il sindaco dott. agr. Filippo Carro ha incaricato lo scrivente dott. geol. Vincenzo Vecchio, libero professionista regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi della Campania al n°314, di fornire consulenza tecnica specialistica all'ing. Gerardo Aniello Ruocco dell' U.T.C., finalizzata alla ulteriore comprensione delle cause che hanno innescato il fenomeno di dissesto, alla sua evoluzione ed all'individuazione di immediati interventi di sistemazione e consolidamento dell'area in dissesto ed delle coltri detritiche lungo il versante, a salvaguardia delle abitazioni sottostanti. Per poter adempiere all'incarico conferito, in data 07/03/2011 lo scrivente si è recato, insieme all'ing. Ruocco sul posto in cui si è verificato il dissesto franoso, per eseguire i primi rilievi geologici e sulle caratteristiche della frana.

Per la redazione della presente relazione geologico-tecnica, sono stati consultati i vari elaborati tecnici, corredati da fotografie e rilievi, che l'ing. Ruocco ha redatto nel corso degli anni, a partire dal 2004 (periodo del primo fenomeno franoso), fino ai recenti verbali di sopralluogo degli inizi di marzo c.a.

Inoltre, è stato anche consultato lo studio geologico al "*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*".

Tipologia e classificazione della frana

Il fenomeno franoso attivo, nello schema di classificazione delle frane (Varnes, 1978 e Cruden e Varnes, 1996), rappresenta uno "**scivolamento rotazionale - rotational slide**" con una velocità, ricostruita a posteriori, compresa tra i **13 m/mese** e i **1.8 m/ora**, per cui il movimento rientra in quelli a cinematisimo "**moderato**". Le dimensioni geometriche del fenomeno sono state ricostruite su basi semiquantitative da punti di osservazione significativi :

- lunghezza = **50 m (circa)**;
- larghezza = **25 m (circa)**;
- profondità superficie di rottura **≤ 5 m**;
- volumi presumibili di massa spostata (cumulo di frana) = **3000÷4000 m³**.

Cenni di geologia e geomorfologia

I dati geologici e geomorfologici sono stati rilevati in loco dallo scrivente ed integrati con quelli contenuti nello studio geologico citato in premessa.

Il versante su cui si è innescato il fenomeno franoso ha caratteri tipicamente denudazionali, con il settore superiore più acclive, rispetto a quello inferiore.

In quest'ultimo la minore pendenza è legata alla presenza di maggiori spessori di depositi colluviali, provenienti dai processi di ablazione delle coltri di alterazione superficiale dal settore superiore, in regimi periglaciali.

La morfogenesi attuale, ovvero quella in equilibrio con l'attuale regime morfoclimatico, è caratterizzata da fenomeni di frana localizzati a scala del versante, come quelli attuale e del 2004, ai quali sono potenzialmente associabili fenomeni parossistici e di scala più ampia (versante – piedimonte) con tipologia e cinematismi di colata rapida.

Uno scenario simile, chiamato "scenario 2", è stato ipotizzato dagli autori dello studio geologico citato in premessa, qualora, a seguito della rottura della condotta forzata dell'acquedotto dell'Elce (Consac s.p.a.) che corre lungo la strada comunale Carmine – Tempa della Castagna, per effetto retrogressivo del fenomeno localizzato sulla sede stradale, si hanno immissioni di acqua in pressione e concentrate nei detriti che ammantano le formazioni geologiche del versante.

Lo scenario 2 prevede, nelle condizioni suindicate, l'innescare una colata rapida di detrito (debris flow) che invaderebbe parte del sottostante abitato di Laurito.

Lo stesso studio ha anche previsto uno "scenario 1", secondo il quale la tendenza evolutiva del settore in cui si è sviluppata la frana del 2004 sarebbe avvenuta secondo meccanismi di frana analoghi.

Ciò si è puntualmente verificato in occasione dell'evento del Febbraio 2011.

Entrambi gli scenari sono stati cartografati nella "Carta degli Scenari Evolutivi del Dissesto" (Tav. II.25.1) che ha costituito un allegato tematico dello studio geologico citato in premessa e che viene integralmente riproposto nel presente lavoro.

La costituzione geologica del versante è mostrata nelle due sezioni geologiche allegate al presente lavoro, che sono state stralciate dallo studio geologico citato in premessa (Tav.II.24 e Tav.II.25).

A partire dal basso, si ha una successione litocronostratigrafica così composta:

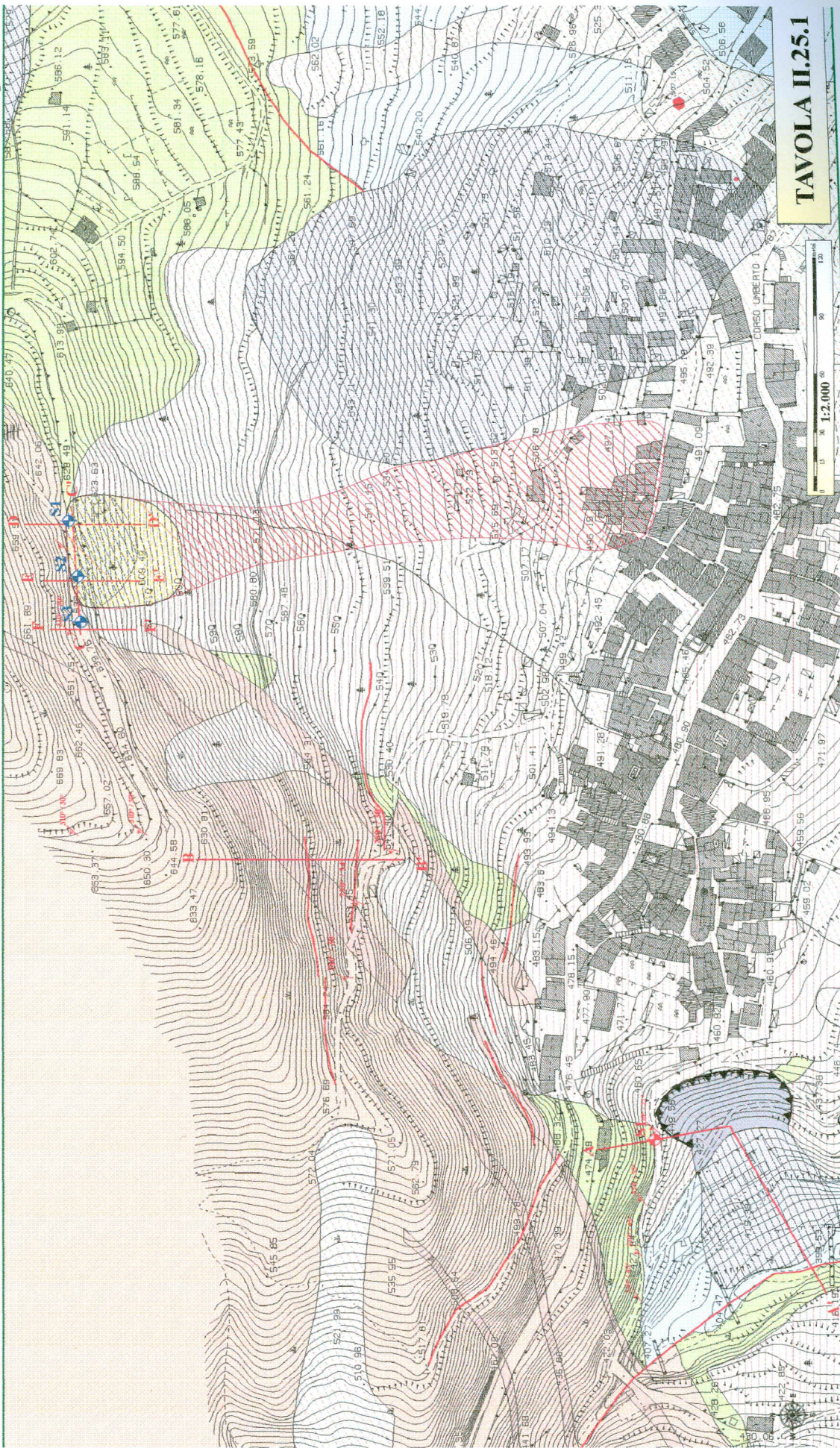
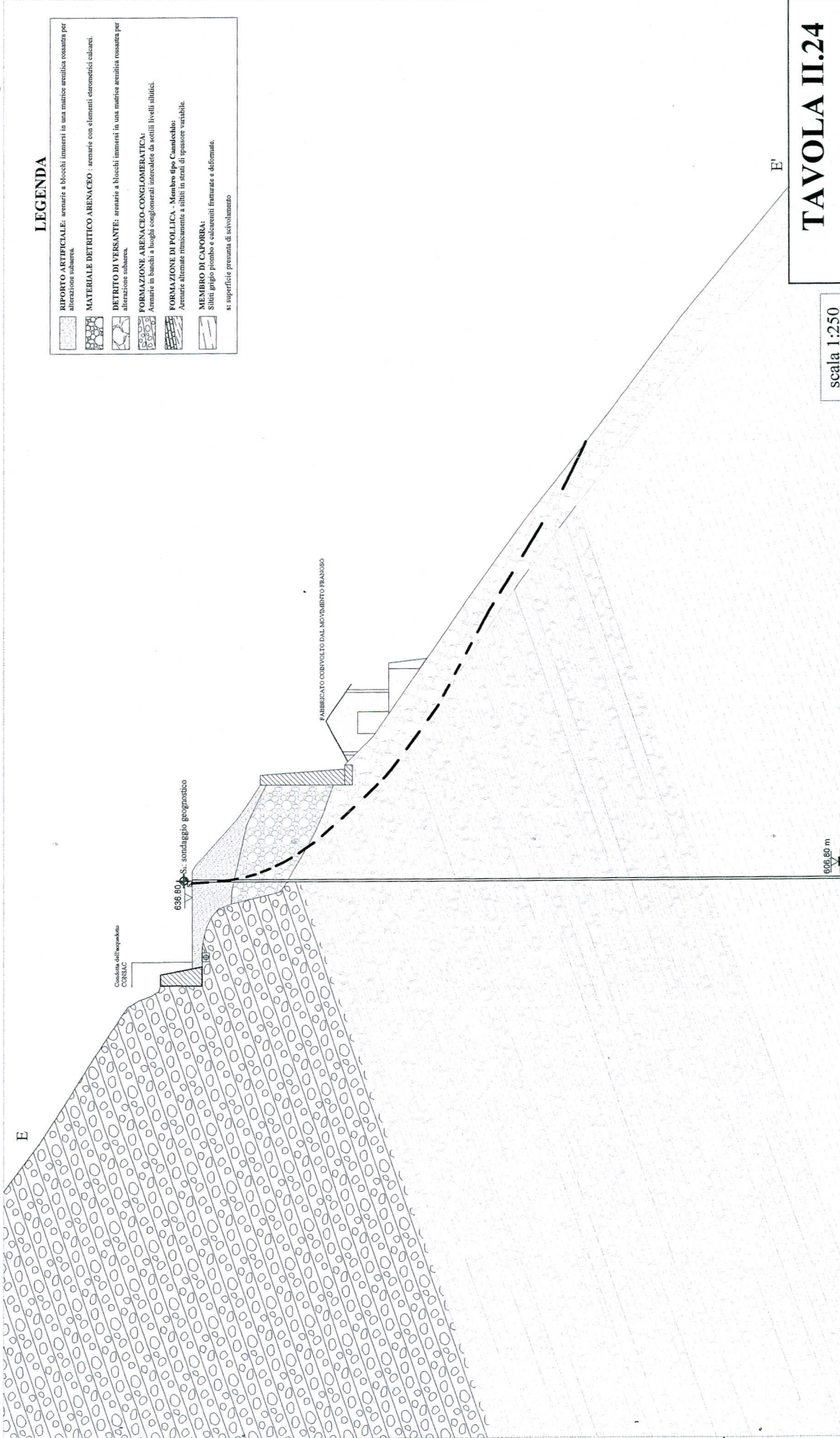


TAVOLA II.25.1

CARTA DEGLI SCENARI EVOLUTIVI DEL DISSEST
 Settore Torre

- LEGENDA**
- Sondaggi geognostici
 - Sondaggi a carotaggio continuo eseguiti con la prima campagna geognostica
 - Sondaggi a carotaggio continuo / distruzione di nucleo eseguiti con la seconda campagna geognostica
 - Innessezione degli strati
 - Traccia sezione geologica
 - corda rapida di detto quiescente
 - scorrimento rotazionale quiescente
- Sondaggi geognostici**
- Sondaggi a carotaggio continuo eseguiti con la prima campagna geognostica
 - Sondaggi a carotaggio continuo / distruzione di nucleo eseguiti con la seconda campagna geognostica
 - Innessezione degli strati
 - Traccia sezione geologica
 - corda rapida di detto quiescente
 - scorrimento rotazionale quiescente
- Coperture quaternarie**
- siccina fiana
 - corpo di frana
 - colture fino argilose
 - Denti di frana arenosi
- Substrato pre-quaternario**
- Formazione Avencino-conglomeratica - Membro conglomeratico
 - Formazione Avencino-conglomeratica
 - Formazione di Pollica
 - Membro di Capora
- Stato di attività delle frane**
- corda rapida di detto quiescente
 - scorrimento rotazionale quiescente
- SCENARI EVOLUTIVI DEL DISSEST:**
- Scenario 1, inabussione del disesto a causa delle piogge
 - Scenario 2, inabussione del disesto per piogge, data condotta in presenza dell'acquedotto dell'Elba (Conc. s.p.a.)
 - color rapida di detto siba
- Zone di disesto**
- Accumuli caduti con blocchi eterometrici spigolosi in matrice siliceo-argillosa
 - Accumuli di versante con scivolo ghiaioso eterometrico con matrice sabbiosa
 - Ghiaie a grandi blocchi arenari allerti in matrice sabbiosa grossolana
- Conglomerati poligenici in banchi e strati**
- Arenarie grossolane in strati e banchi
 - Arenarie quarzoso-macrose allertate e sabbie brune
 - Silti arenosi sabbiosi e sabbie micacee rosate, faticose e indurite

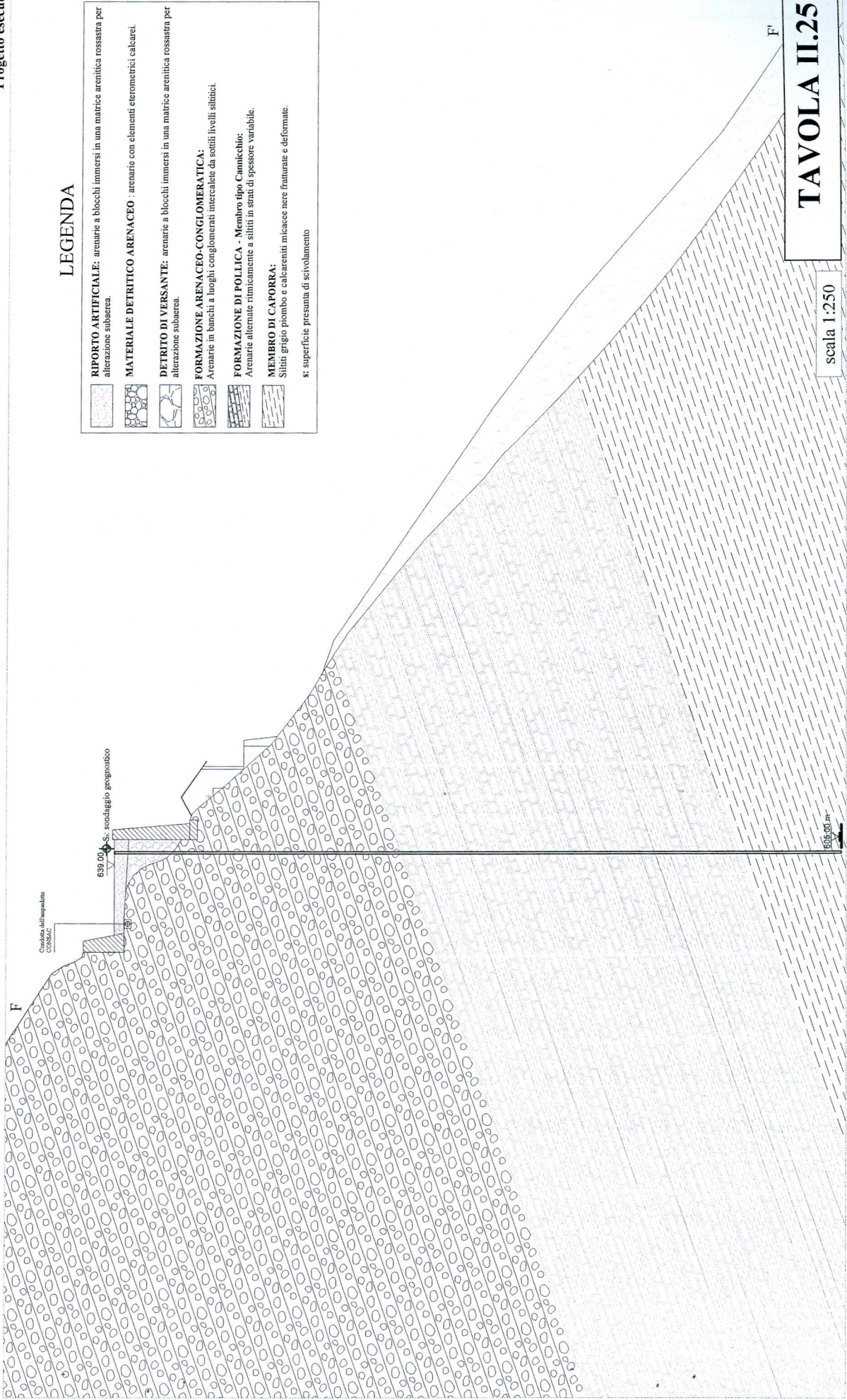


LEGENDA

- RIPORTO ARTIFICIALE:** arenarie a blocchi immersi in una matrice arenicola coassata per alterazione subarea.
 - MATERIALE DETRITICO ARENACEO:** arenarie con elementi retromodificati calcarei.
 - DETRITO DI VERSANTE:** arenarie a blocchi immersi in una matrice arenicola coassata per alterazione subarea.
 - FORMAZIONE ARENACEO-CONGLOMERATICA:** Arenarie in banchi a luoghi conglomerati intercalate da sottili livelli argillosi.
 - FORMAZIONE DI POLLICE:** Membro tipo Camaticchio: Arenarie alternate ramicamente a silti in strati di spessore variabile.
 - MEMBRO DI CAPOORRA:** Silti grigio piombo e calcaretti fratturati e deformati.
- s: superficie presunta di scivolamento

TAVOLA II.24

scala 1:250



LEGENDA

	RIPORTO ARTIFICIALE: arenarie a blocchi immersi in una matrice arenitica rossastra per alterazione subaerea.
	MATERIALE DETRITICO ARENACEO: arenarie con elementi eterometrici calcarei.
	DETRITO DI VERSANTE: arenarie a blocchi immersi in una matrice arenitica rossastra per alterazione subaerea.
	FORMAZIONE ARENACEO-CONGLOMERATICA: Arenarie in banchi a luoghi conglomeranti intercalate da sottili livelli siltici.
	FORMAZIONE DI POLLICA - Membro tipo Cannicchio: Arenarie alternate ritmicamente a siltiti in strati di spessore variabile.
	MEMBRO DI CAPORRA: Siltiti grigio piombo e calcareniti micacee nere fratturate e deformate.
	s: superficie presunta di scivolamento

TAVOLA II.25

scala 1:250

- **Membro di Caporra** : *siltiti grigio piombo e calcareniti fratturate e deformate.*
- **Formazione di Pollica** : *arenarie alternate aritmicamente a siltiti in strati di spessore variabile*
(Membro tipo Cannicchio).
- **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 di versante, di età quaternaria, costituisce un complesso litotecnico della copertura.

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

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

Rappresentano il terreno coinvolto nel fenomeno franoso, insieme al rilevato stradale.

Gli spessori lungo il versante si aggirano mediamente intorno ai 3.0 m.

Nelle due sezioni geologiche sono anche riportati i due sondaggi geognostici eseguiti, che hanno raggiunto la profondità di 30 e 34 metri. I dati di questi due sondaggi sono stati utilizzati per la costruzione delle sezioni geologiche.

Caratteristiche fisico-meccaniche dei complessi litotecnici e geotecnici

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei complessi litotecnici del substrato e geotecnica della copertura vengono descritte sulla base delle conoscenze in possesso in materia di comportamento geomeccanico.

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/cmc) γ	Coesione (kg/cmq) c°	Angolo di attrito Φ
Riporto artificiale	1800	0,23	24°
Detrito di versante	1800	0,23	24°
Formazione arenaceo-conglomeratica		0,00	35°
Formazione di Pollica		0,10	31°
Membro di Caporra	1900	0,05	21°

Evoluzione del dissesto franoso sulla strada comunale Carmine – Tempa della Castagna e criteri d'intervento per il consolidamento e ripristino della sede stradale.

Il primo evidente e macrospico fenomeno franoso che ha coinvolto la strada comunale Carmine – Tempa della Castagna, in loc. Torretta, risale alla fine di marzo del 2004 (vedi stralcio corografico).

Ciò si evince dagli elaborati a cura dell'ing. Gerardo Aniello Rocco e del dott. geol. Roberto Romanelli, trasmessi allo scrivente.

Il dissesto ha danneggiato seriamente la sede stradale fino a renderla inagibile ed ha anche dissestato in maniera seria un muro di sottoscarpa in cls, lesionandolo ed inclinandolo.

A seguito della comparsa di tale stato di dissesto, sono stati eseguiti lavori di somma urgenza agli inizi di agosto 2004 che hanno previsto la realizzazione di una struttura in legno che puntellasse il muro di sottoscarpa, ancorata su blocchi in c.a., fondati su micropali con armatura in tubolare d'acciaio.

Da uno dei rapporti sullo stato della frana dell'ing. Ruocco si apprende che tale opera è stata ultimata il 10/09/2004. Nell'ultima settimana del mese di Novembre 2004 è stata iniziata, lateralmente alla strada, anche la costruzione di un muro in c.a. fondato su micropali. L'opera è stata ultimata i primi giorni del successivo mese di Dicembre.

Le abbondanti precipitazioni piovose e nevose del periodo Gennaio-Febbraio 2005 ha riattivato il fenomeno franoso con la comparsa di lesioni sulla sede stradale e lo spostamento dei blocchi di ancoraggio della struttura in legno che puntellava il muro di sottoscarpa in cls.

Nel 2007, quale opera di consolidamento della strada comunale, in relazione all'evento franoso del Marzo 2004, riattivatosi circa 1 anno dopo (febbraio-marzo 2005), è stata realizzata una paratia di micropali tirantata che si è spinta in lunghezza 20 m oltre il coronamento della frana del 2004.

La frana del marzo 2011, dopo circa 4 anni dall'ultimazione dell'opera di consolidamento, si è innescata più a monte nel senso ascendente della strada comunale ed ha dissestato un altro tratto della sede stradale a partire proprio dall'estremità superiore dell'opera di consolidamento (vedi stralcio corografico).

Questa è stata messa a giorno dallo sprofondamento del terreno che ha causato anche l'ulteriore dissesto del muro di sottoscarpa in cls, puntellato nel settembre 2004.

A valle di quanto fin qui descritto, si può fare la seguente analisi:

- l'opera di consolidamento costituita dalla paratia di micropali tirantata ha funzionato perfettamente, tant'è che la strada non ha subito danni se si eccettua solo un limitato richiamo laterale nella zona della nicchia di distacco dell'evento del marzo 2011;

- il fenomeno franoso si è ripetuto perché sono analoghe le condizioni morfologiche, l'acclività del versante, l'assetto geologico-stratigrafico; l'evento attuale si è spostato più a monte, rispetto a quello del 2004, per la assenza di un'opera di consolidamento della stessa tipologia di cui al punto precedente.

Da questa semplice analisi, ne scaturisce che la prosecuzione della paratia di micropali tirantata, sia un valido ed efficace intervento di consolidamento della sede stradale, sotto la quale passa la condotta idrica in pressione della Consac s.p.a., come già verificato nei fatti.

L'opera andrà spinta oltre l'attuale area dissestata cioè fino a poco prima dell'imbocco del tornante, in modo da comprendere la zona in cui sono comparse lesioni sul manto stradale, in prossimità del ciglio della scarpata (vedi stralcio corografico) al fine prevenire un'eventuale ed ulteriore migrazione del fenomeno franoso. Uno schema dell'intervento da realizzare è mostrato nella fig.1

Criteria d'intervento sul versante per la mitigazione del rischio previsto dallo scenario 2

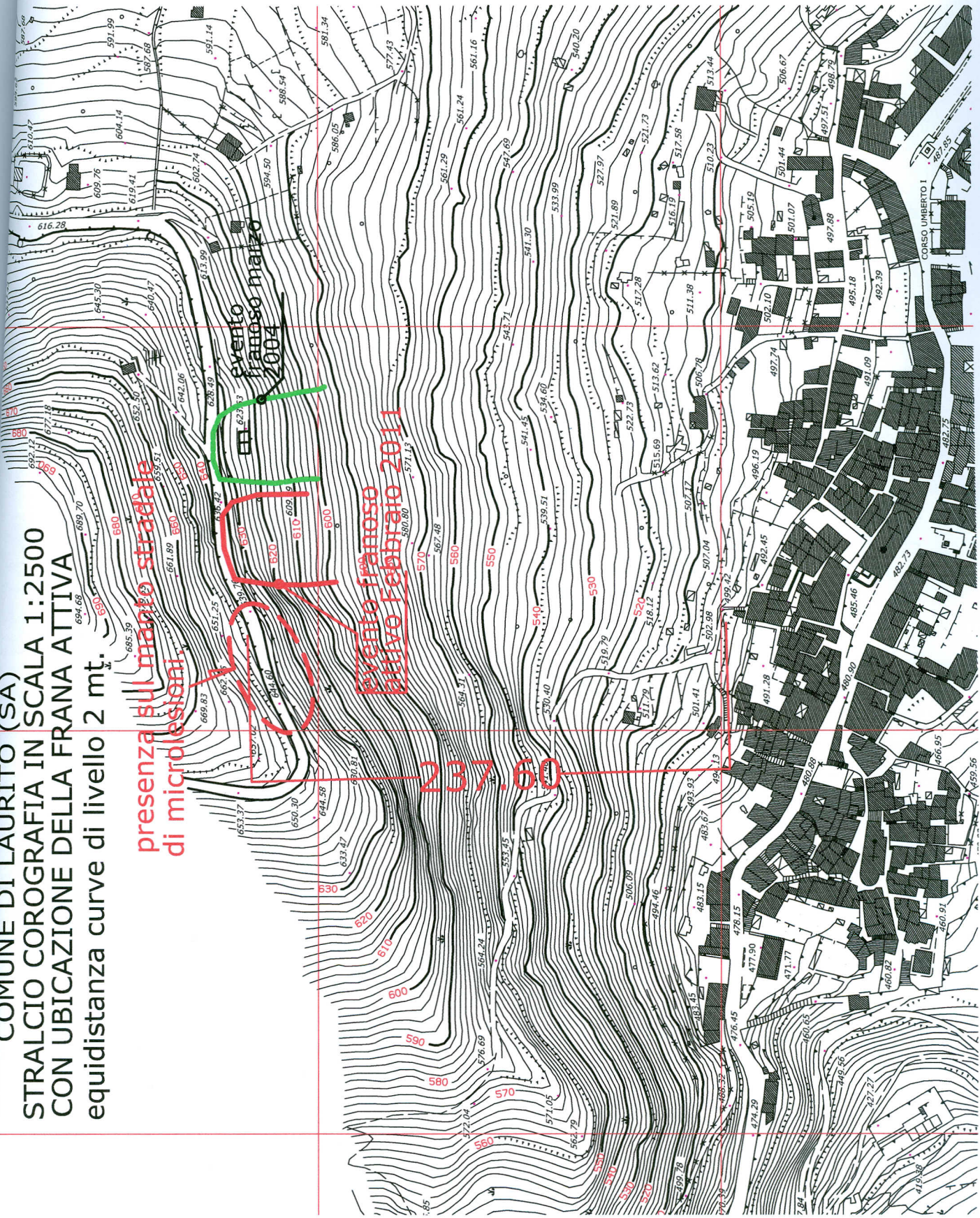
Come già descritto nel capitolo della geologia e geomorfologia, lo studio geologico, citato in premessa, ha individuato uno scenario parossistico nelle tendenze evolutive della frana, qualora si concretizzassero immisioni d'acqua in pressione nelle coltri di frana e di copertura detritiche, per la rottura della condotta in pressione dell'acquedotto dell'Elce (Consac s.p.a), che cammina sotto la sede della strada comunale, per effetto di una retrogressione dell'attuale fenomeno franoso circoscritto alla parte alta del versante.

COMUNE DI LAURITO (SA)
STRALCIO COROGRAFIA IN SCALA 1:2500
CON UBICAZIONE DELLA FRANA ATTIVA
equidistanza curve di livello 2 mt.

presenza sul manto stradale
di microplesioni.

evento fransoso
attivo Febbraio 2011

237.60



In tale prospettiva è possibile l'innescarsi di una colata rapida di detrito (debris flow) che può investire parte dell'abitato di Laurito, con conseguenze gravi per la pubblica e privata incolumità e con danni alle cose.

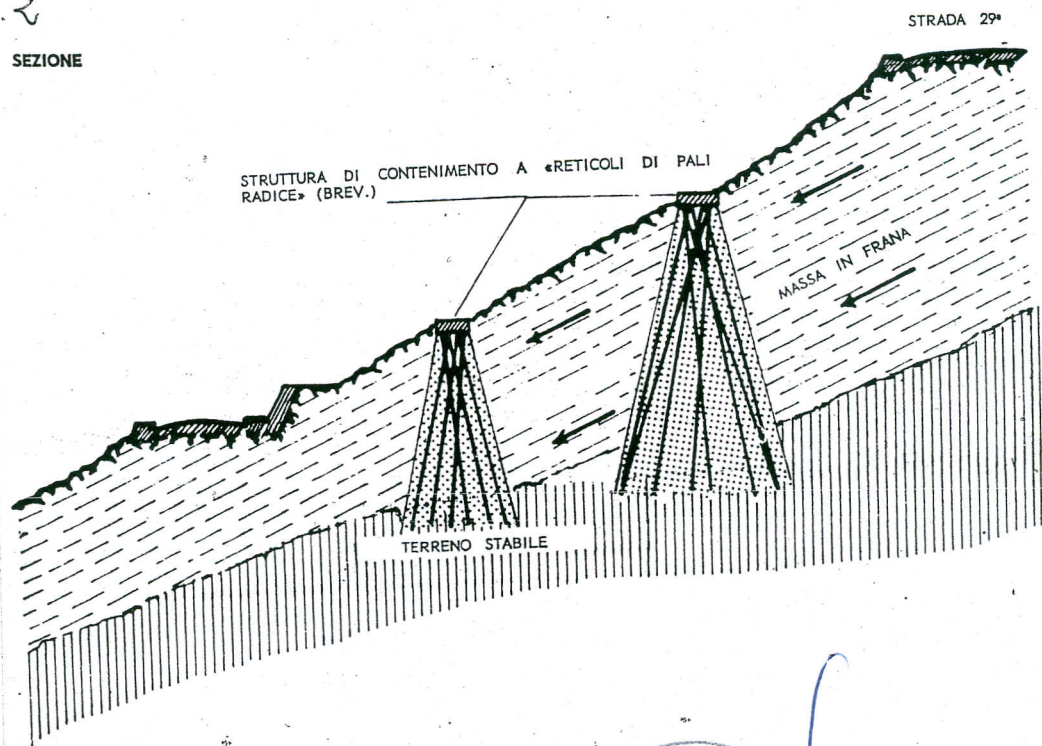
In un'ottica preventiva, gli interventi da progettare sono indirizzati verso una **"vera e propria chiodatura"** delle coltri detritiche di copertura mediante setti murari di sostegno in c.a. di altezza non superiore di 1.5 m, per limitare l'altezza dei fronti di scavo, sormontanti un sistema di **"micropali radice"**, la cui disposizione, e lunghezza deve essere tale da produrre una componente che riduca la forza instabilizzante ed una componente che incrementi la forza resistente.

In fig. 2 viene mostrato uno schema dell'intervento appena descritto.

Schematicamente la lunghezza del micropalo potrà essere di 6÷8 m, in ragione di uno spessore dei terreni del complesso geotecnico della copertura variabile tra i 2 ed i 2.5 m.

Fig. 2

SEZIONE



Santa Marina, li Marzo 2011



Dott. Geol. Vincenzo Vecchio