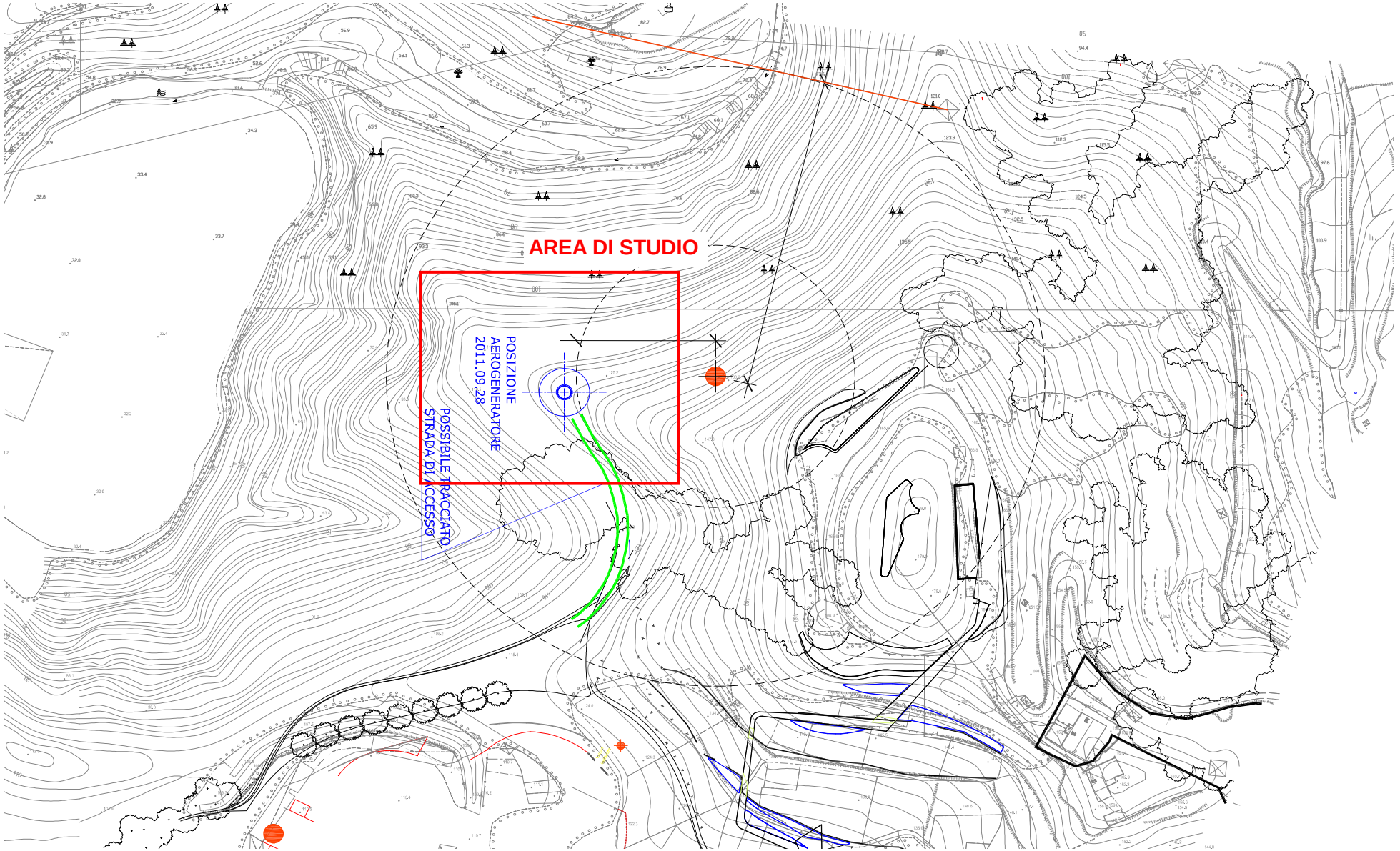
ALLEGATI

- CARTA TOPOGRAFICA
- CARTA GEOLOGICA
- CARTA GEOMORFOLOGICA
- UBICAZIONE DELLE INDAGINI
- INDAGINE SISMICA
- INDAGINI DI RIFERIMENTO

CARTA TOPOGRAFICA

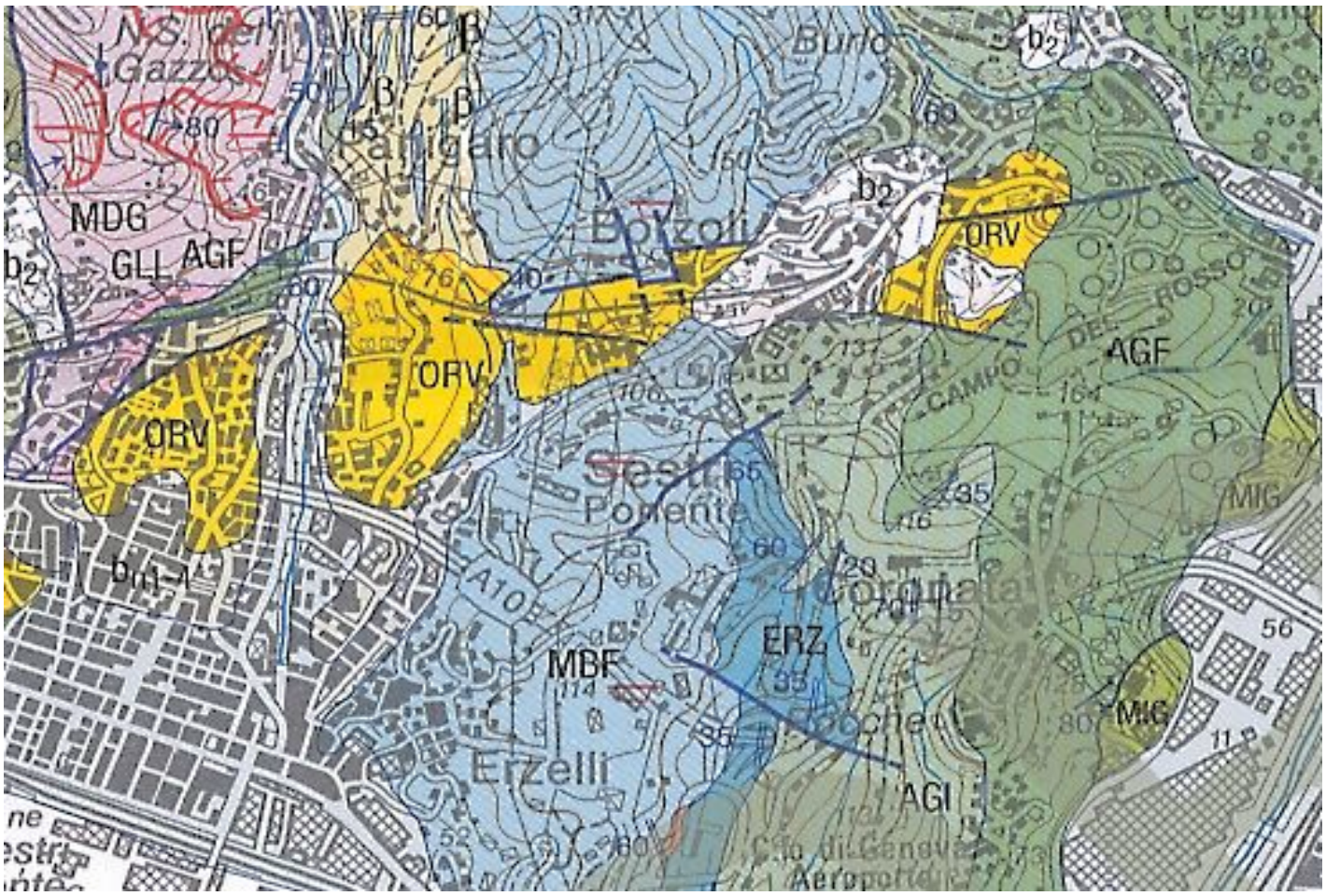
CARTA TOPOGRAFICA



CARTA GEOLOGICA

CARTA GEOLOGICA

Scala 1:50000



LEGENDA

metacalcari di Erzelli

ERZ

Metacalcareniti, metacalcilutiti, più o meno siltose di colore biancastro, in livelli di potenza decimetrica, talvolta con tracce di radiolari ricristallizzati. Sono caratterizzati da diverse generazioni di scistosità, più o meno pervasive. Affiorano sia in lenti di dimensioni ettometriche, intercalate negli argilloscisti di Costagiutta, sia in corpi da ettometrici a chilometrici, che bordano ad est e a ovest i metabasalti del Monte Figogna.

MALM? - CRETACICO INF.?

metasedimenti silicei della Madonna della Guardia

MHF

Metasedimenti da rosso vinati a verdi, argilloso-silicei ematitici (ftaniti) talvolta calcariferi, meno frequentemente silicei, con resti di radiolari più o meno deformati. Sono caratterizzati da diverse generazioni di scistosità, maggiormente sviluppate nei livelli ftanitici. Affiorano in lenti di dimensione decametrica, associate ai metabasalti del Monte Figogna, spesso interposte tra questi e i metacalcari di Erzelli.

MALM?

metabasalti del Monte Figogna

MBF

Metabasalti in cuscini, più raramente massicci e in filoni a tessitura doleritica. Sono talvolta caratterizzati da una scistosità penetrativa.

MALM?

MBF_a Litofacies a tessitura brecciolde, nell'area a sud di Cassinelle (MBF_a).

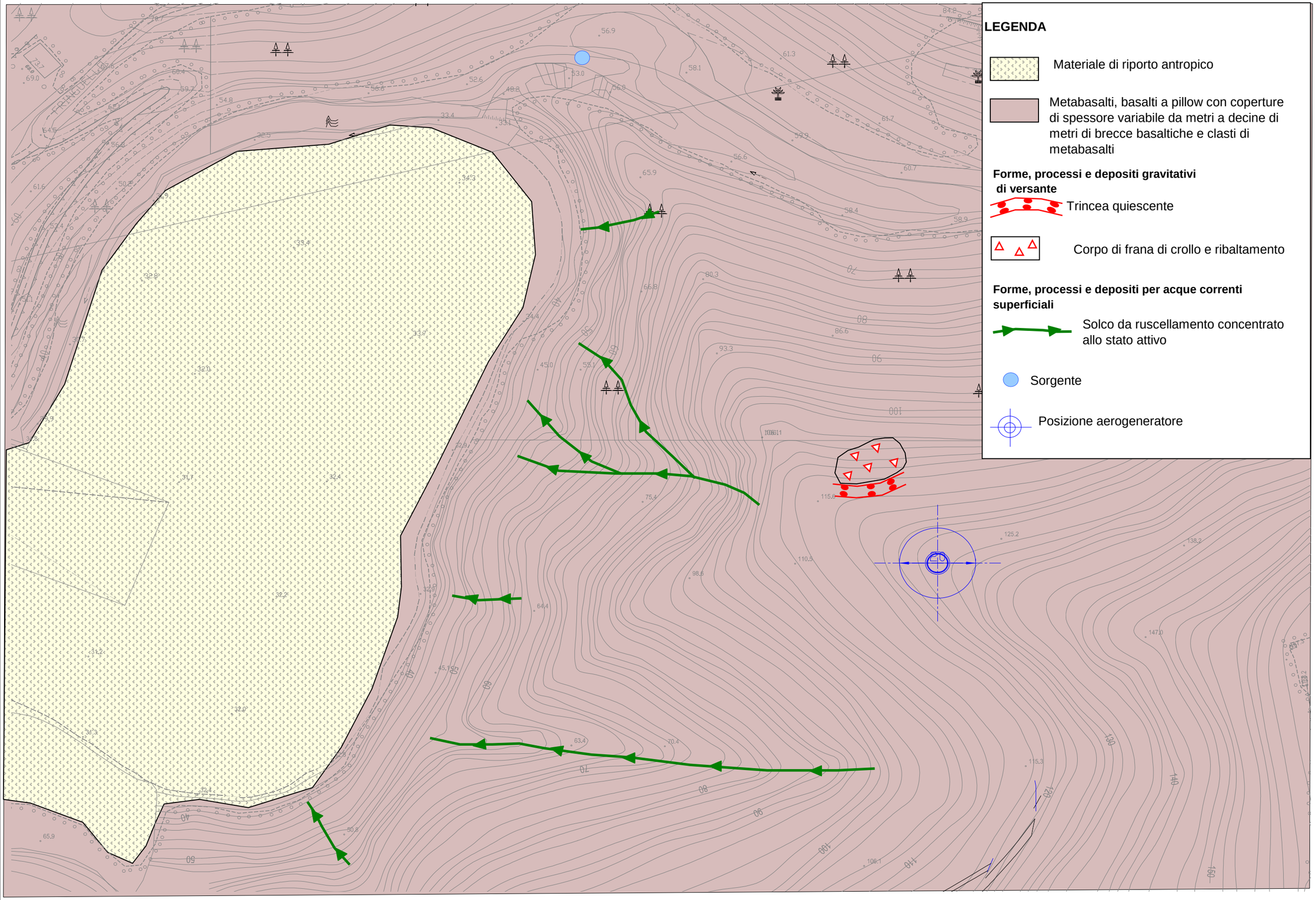
MBF_c Litofacies a laloclastiti, a sud del Bric del Telolo (MBF_c).

Metadioriti in filoni, di spessore da decimetrico a metrico, a tessitura granulare, con fenomeni di autoclastesi ai bordi. La tessitura granulare è evidenziata da cristalli di plagioclasio e clinopirosseno (γ).

CARTA GEOMORFOLOGICA

CARTA GEOMORFOLOGICA

Scala 1:2000



LEGENDA

Materiale di riporto antropico

Metabasalti, basalti a pillow con coperture di spessore variabile da metri a decine di metri di brecce basaltiche e clasti di metabasalti

Forme, processi e depositi gravitativi di versante

Trincea quiescente

Corpo di frana di crollo e ribaltamento

Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali

Solco da ruscellamento concentrato allo stato attivo

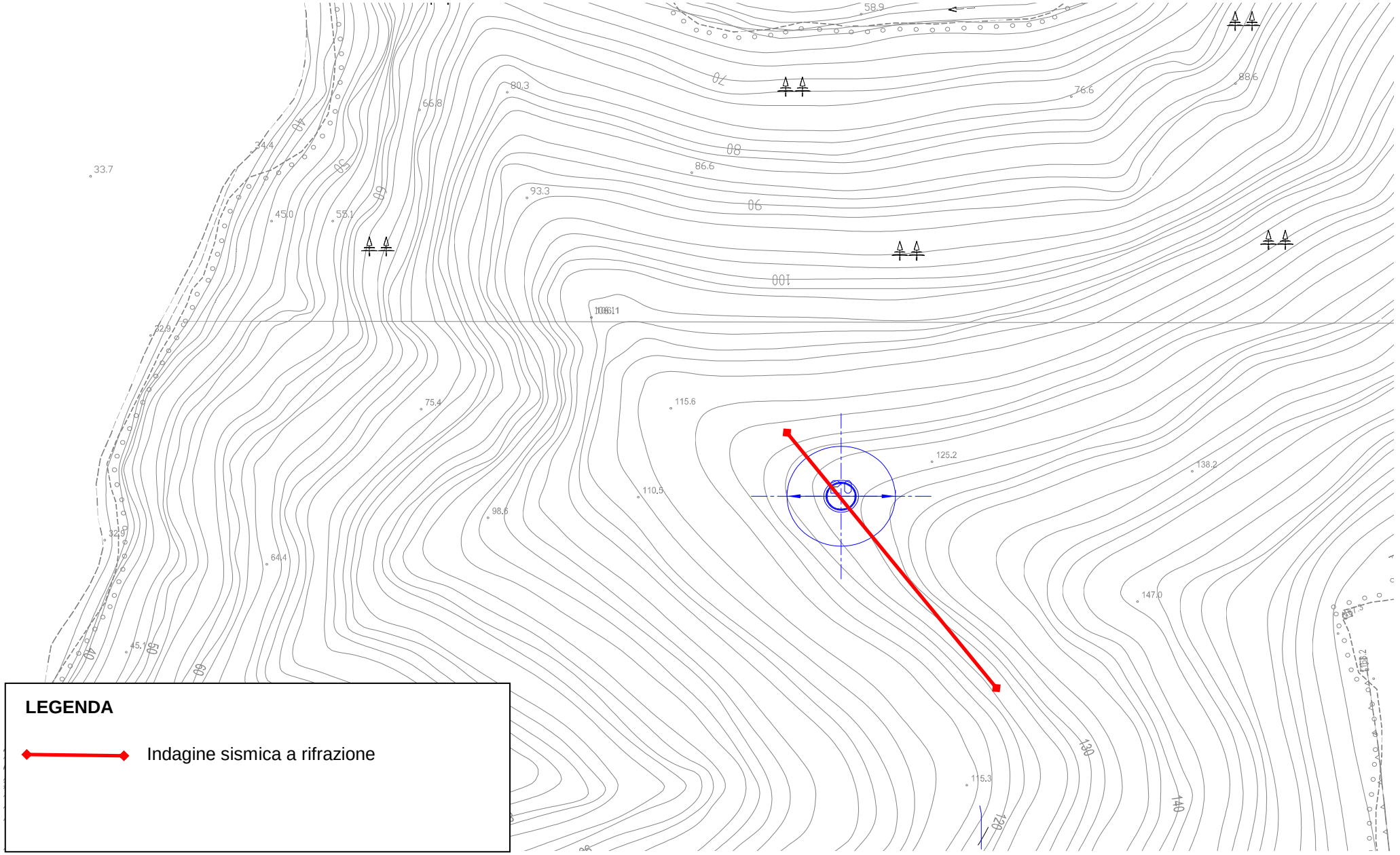
Sorgente

Posizione aerogeneratore

UBICAZIONE DELLE INDAGINI

UBICAZIONE DELLE INDAGINE

Scala 1:2000



INDAGINE SISMICA

Dott. Geol. Carieri Guido – studio via alla Rocca, 5/b 17100 SAVONA (SV) – e-mail: guido@carieri.com
tel. 019/801866 – 807203 – fax. 019/8403931

PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

Generalità di indagine

TOMOGRAFIA SISMICA

Al fine di fornire un utile supporto alle informazioni desunte dal rilevamento di superficie e dalla geognostica diretta, si è allestito n° 1 dispositivo di acquisizione di lunghezza pari a 52 metri localizzato su versante.
Lo strumento è provvisto di dispositivi analogici per l'amplificazione del segnale che consentono la taratura di ogni singolo sensore (geofono) in relazione alla distanza di questo dal punto di energizzazione. In fase di acquisizione dati è inoltre possibile utilizzare il dispositivo di 'enhancement' che permette di sommare i risultati di successive energizzazioni per risolvere informazioni altrimenti di difficile interpretazione.
Il set di dati campionato viene trasferito digitalmente dal sismografo ad un elaboratore per consentire un picking, accurato con una risoluzione 0.1 msec. La disponibilità di una base di dati digitale consente, in fase di post-processing, di effettuare eventuali filtraggi al fine di migliorare il rapporto segnale disturbo e rendere univoca l'interpretazione.

Tenendo conto della lunghezza dello stendimento e del contrasto di velocità che presenta il litotipo affiorante rispetto alla copertura eluviale, si è ritenuto necessaria per lo stendimento l'effettuazione di sette energizzazioni utilizzando una massa battente di 10Kg, al fine di conseguire la migliore "illuminazione" possibile per dettagliare la morfologia e le anisotropie dinamiche laterali.
Le due energizzazioni alle estremità della stesa, assicurano la definizione dell'inclinazione del rifrattore rispetto alla superficie topografica, quella centrale migliora la ricopertura nell'ottica di identificare eventuali variazioni di morfologia del substrato.
L'elaborazione dei segnali sismici è stata effettuata con il Metodo Reciproco Generalizzato (Palmer 1986) che consente di descrivere rifrattori dalla morfologia complessa e che presentino variazioni laterali della velocità di trasmissione dell'onda sismica.
L'elaborazione dei segnali sismici è stata effettuata con il Metodo Reciproco Generalizzato (Palmer 1986) che consente di descrivere rifrattori dalla morfologia complessa e che presentino variazioni laterali della velocità di trasmissione dell'onda sismica. Successivamente la base dati è stata trattata con un algoritmo di inversione tomografica bidimensionale in grado di discriminare la progressiva variazione della velocità con la profondità (Schuster, G. T. and Quintus – Bosz, A., 1993, "Wavepath eikonal traveltime inversion theory" *Geophisics 58, 1314-1323*). Sulla scorta di tali elaborazioni è stata ottenuta la tavola allegata.

MULTICHANNEL **A**CQUISITION OF **S**URFACE **W**AVES

L'indagine MASW è un indagine indiretta che misura la velocità di fase delle onde sismiche di superficie. La velocità delle onde sismiche dipende dalla densità e dalla rigidezza del materiale attraversato ovvero da proprietà riconducibili alle caratteristiche litologiche del substrato indagato. La propagazione dell'onda in profondità dà origine a fenomeni di trasformazione delle stesse in base al materiale attraversato.
Lo svolgimento della prova consiste nel generare un treno di onde sismiche (energizzazione) e registrarne l'arrivo a dei geofoni disposti in linea ad intervalli noti. L'interpretazione delle misure effettuate avviene attraverso un software *(SWAN Geostudi Astier)* che, a partire dallo spettro F/V e F/K del segnale registrato, ricostruisce la distribuzione delle velocità delle onde di taglio (Vs) in profondità attraverso l'applicazione di un algoritmo genetico, che procede alla ricerca del modello che minimizza l'errore rispetto alle misure effettuate.
I geofoni vengono disposti equidistanti ed allineati l'uno rispetto all'altro e le energizzazioni sono eseguite in posizione esterna lungo la linea sismica.
Lo strumento è provvisto di dispositivi digitali per l'amplificazione del segnale che consentono la taratura di ogni singolo sensore (geofono) in relazione alla distanza di questo dal punto di energizzazione. In fase di acquisizione dati è inoltre possibile utilizzare il dispositivo di 'enhancement' che permette di sommare i risultati di successive energizzazioni per risolvere informazioni altrimenti di difficile interpretazione.

La finestra di campionamento utilizzata è stata di 500 ms con passo di campionamento 1.087 ms.
Sono state effettuate n° 4 acquisizioni sommate.

Risultati di indagine

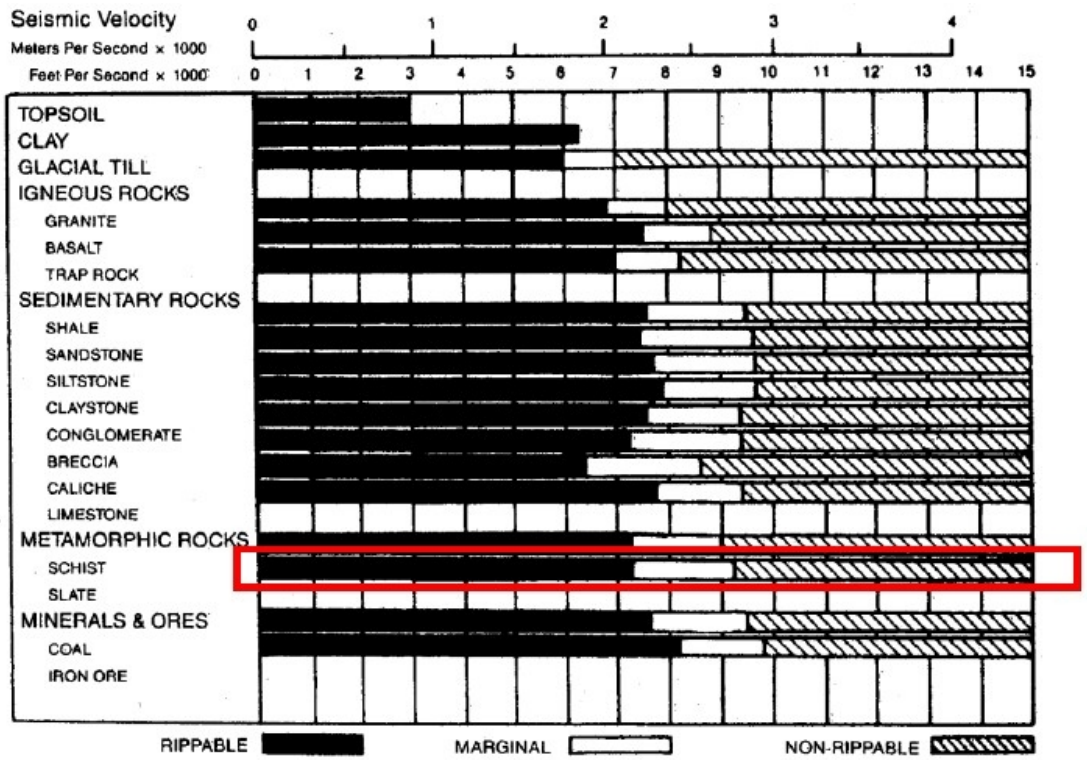
TOMOGRAFIA SISMICA

Il risultato dell'indagine è presentato nel grafico e nella tavola relativa, alla quale si rimanda per i dettagli, per quanto attiene la tomografia sismica e nei grafici che seguono rispetto alla MASW.

In particolare, sulla base della tomografi asismica i valori di velocità per i materiali di substrato, presentano una discreta variabilità, nel senso della profondità e in quello della lateralità.
L'analisi dei tempi di arrivo per le onde 'P' consente di identificare genericamente una struttura a 2 strati. Lo strato superiore è caratterizzato da una velocità media di circa **400 m/s**, il sottostante ha trasmesso la sollecitazione con velocità pari a **1200 m/s** circa mentre il sismostrato profondo presenta velocità caratteristica pari a **2000 m/s** circa.
L'interfaccia rifrattiva superiore tende a risalire verso il termine del dispositivo, mentre quella inferiore, al contrario, si approfondisce al crescere delle progressive.
I valori numerici che documentano la variazione della velocità all'interno dei differenti layers, e la profondità della superficie di interfaccia sono adeguatamente evidenziati dal grafico e dalla tavola che documenta la sismosezione. In base ai dati ottenuti dalla letteratura, per il confronto delle velocità, il sismostrato profondo può identificarsi con i litotipi metamorfici affioranti nelle vicinanze. Lo strato intermedio è da interpretarsi con uno materiale di transizione in condizioni di varia fatturazione, mentre quello superficiale deve associarsi alla copertura detritica soprastante che maschera il corpo sottostante.
Al fine di consentire una esaustiva valutazione di quanto sintetizzato nella presente, si formulano di seguito alcune considerazioni finali.
Si consideri che la metodica interpretativa utilizzata, G.R.M. (Palmer 1986), porta in modo intrinseco alla determinazione di un rifrattore rigorosamente definito. Qualora il contesto geologico, come in questo caso, suggerisca la presenza di un ammasso roccioso parzialmente interessato da degradazione meccanica spinta, estremamente pervasiva nel senso della profondità, connessa verosimilmente ad importanti lineamenti tettonici o contatti litologici, il progressivo variare della caratteristiche meccaniche non viene adeguatamente risolto dall'algoritmo matematico di interpretazione. Perciò il miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità ad opera del carico litostatico viene localizzato con significativa approssimazione, con un orizzonte ben delineato.
Tale interfaccia può non avere coincidenza fisica diretta con un corpo geologico definito quando, come in questo caso, uno dei due mezzi, la roccia per noi, presenta un gradiente di velocità con la profondità associato al tenore di fratturazione ed alla variazione del contenimento per carico litostatico.
Per valutazioni inerenti il piano d'imposta della fondazione potremo perciò utilizzare le interpretazioni di cui alle schede relative al profilo sismico. Per valutare le caratteristiche dei materiali da sbancare si farà riferimento alla sezione tomografica valutando come:

Scavabile a mezzo benna, il livello caratterizzato da velocità <1000 m/s
Scavabile a mezzo martello demolitore, il livello caratterizzato da velocità >1000 m/s

Sotto viene riportato, a titolo puramente indicativo, un noto abaco di correlazione pubblicato da Caterpillar co., che associa, per i diversi tipi di roccia le classi di velocità e le caratteristiche di escavabilità delle medesime.



PARAMETRI C E Φ DEFINITI SU BASE DINAMICA

Sulla base delle **V**p calcolate è possibile, attraverso le seguenti relazioni, determinare i parametri caratteristici della roccia di substrato.

Q=10[(**V**p-3500)/1000] (Barton N. 1992)
RQD ~ **I**v= (**V**situ/**V**lab)^2
RMR=9 ln**Q**+44

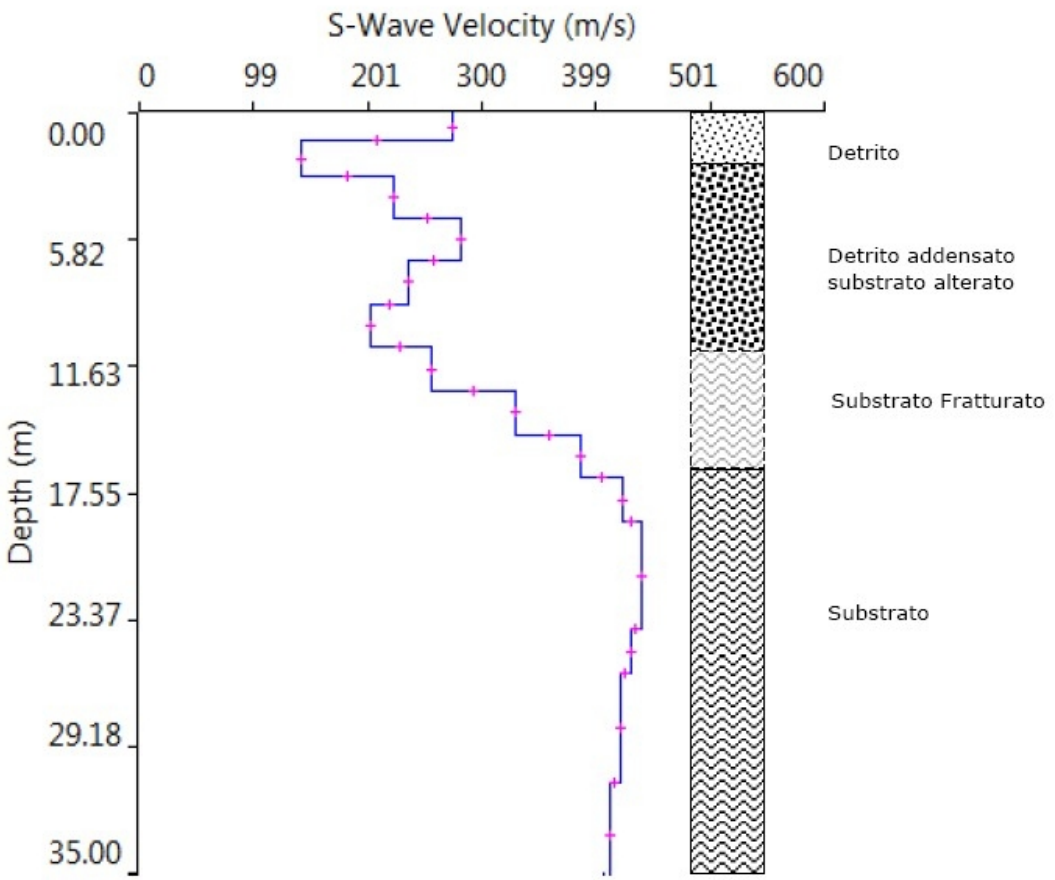
Rispetto a tali relazioni si rileva che il Vlab, che dovrebbe essere determinato in laboratorio, su di un campione di ottime caratteristiche, rappresenta il termine di riferimento per il litotipo in esame, in condizioni di qualità ottima. Nel sito studiato non è possibile disporre di tale termine di riferimento.
Si ritiene adeguato approssimare Vlab al massimo della serie di Vp calcolata per il rifrattore profondo.
Tale assunzione porta alla determinazione del parametro RQD, correlabile con Iv, evidenziato nella tabella seguente con le conseguenti parametrizzazioni.
Infatti, con la relazione che definisce l'indice Q proposta da Barton, per ogni Vp calcolata è stato possibile prima calcolare il valore di Q e successivamente, con la formula che lega Q a RMR, il valore di RMR. Una volta determinato RMR, tramite le classiche relazioni, vengono determinati i valori di *c* e Φ caratteristici del criterio di rottura di Mohr – Coulomb, riportati nella tabella qui di seguito.

RMR	Q	RQD - Iv	c[kPa]	Φ[°]	E[Gpa]
46	1.209	100	**229**	**28**	**8**
21	0.079	45	**106**	**16**	**2**
19	0.063	41	**96**	**15**	**2**
17	0.051	38	**86**	**14**	**2**
15	0.041	35	**77**	**13**	**1**
20	0.067	42	**98**	**15**	**2**
24	0.108	50	**120**	**17**	**2**
28	0.174	58	**141**	**19**	**3**
27	0.148	56	**134**	**18**	**3**
25	0.126	53	**127**	**18**	**2**
24	0.108	50	**120**	**17**	**2**
24	0.108	50	**120**	**17**	**2**
46	1.209	100	**229**	**28**	**8**
21	0.079	45	**106**	**16**	**2**

Nella tabella ogni riga corrisponde ad una stazione geofonica.
Una stima grossolana della affidabilità della valutazione può essere letta nel valore di RQD ottenuto che, generalmente, è contenuto tra il 30% e il 100%, tale valore pare coerente con lo stato osservato in affioramento del litotipo indagato.

MULTICHANNEL **A**CQUISITION OF **S**URFACE **W**AVES

Di seguito vengono riportati i risultati del test migliore elaborato, corredati da alcune indicazioni stratigrafiche interpretative.
I modelli ottenuti dalle diverse serie di energizzazioni sono serviti, in combinazione con la stratigrafia Vp determinata in modo indipendente (rifrazione), per la elaborazione del seguente modello.
Il metodo permette una ricostruzione stratigrafica con affidabilità ridotta rispetto ai metodi precedenti essendo applicato in un contesto difforme dalle condizioni teoriche di applicazione del metodo.
Tuttavia l'elaborazione permette una valutazione dello sviluppo stratigrafico della Vs e l'individuazione di eventuali "inversioni di velocità" che denunciano la presenza di sismostrati associati presumibilmente a importanti fratture e/o superficie di scivolamento.



modello stratigrafico 1D 15 strati a differente Vs ottenuto a seguito di inversione

MODELLO DI RIFERIMENTO
Inversion complete: Solution converged with iteration 6; RMS= 3.38;
Model Data Error: 13.70

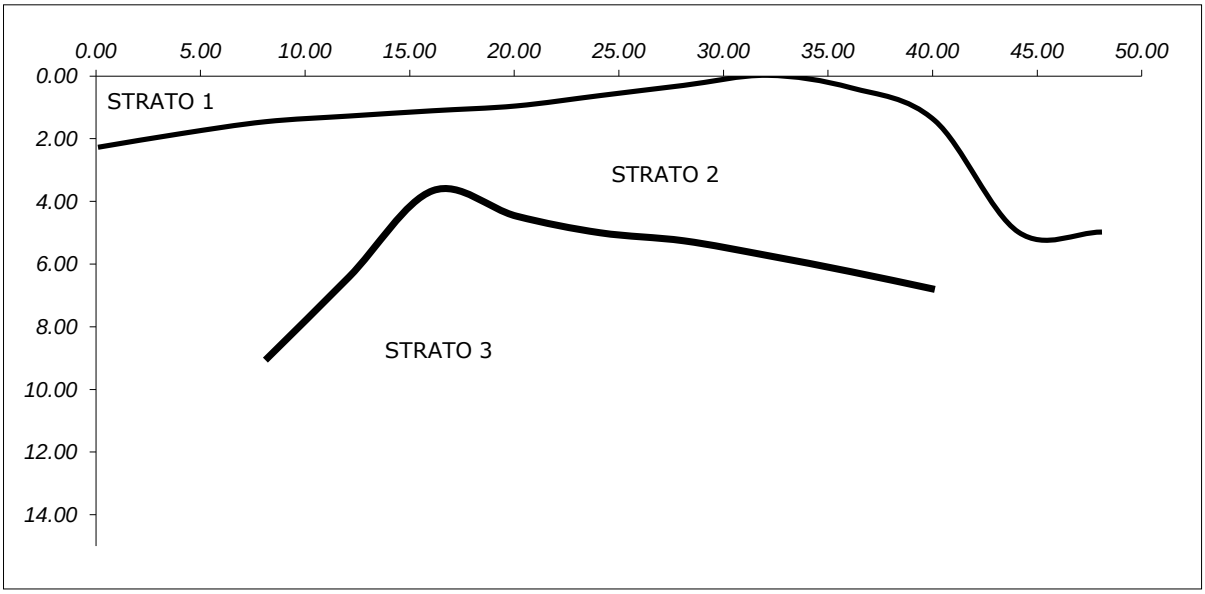
VS30=301 m/s a partire da P.C.

VS30=384 m/s a partire da -10 mt da P.C.

STUDIO PROGEA
~ Dott. Sergio AICARDI Geologo ~

PROFILO SISMICO **n° PS1**

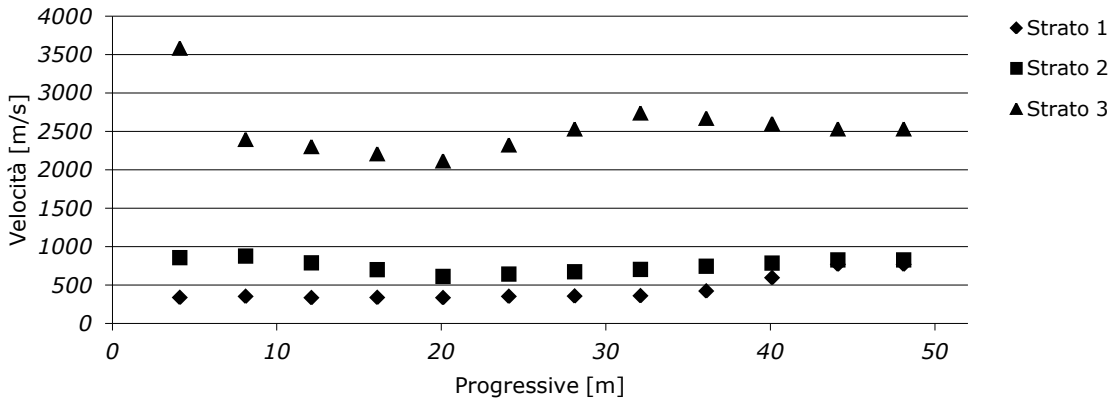
Lunghezza del dispositivo	52.00 metri	Freq. di taglio dei sensori	: 10 Hz
Numero di Energizzazioni	7	Geometria dei sensori	: Clustering
Energia per singola punto	~ 320 Nm		

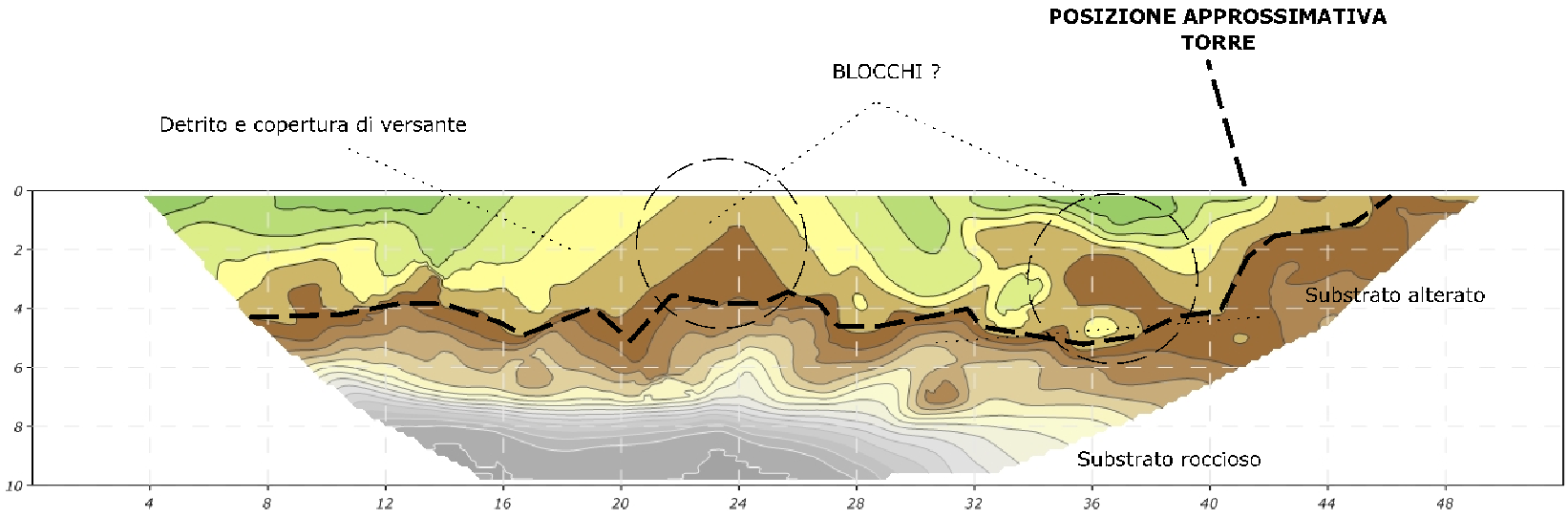


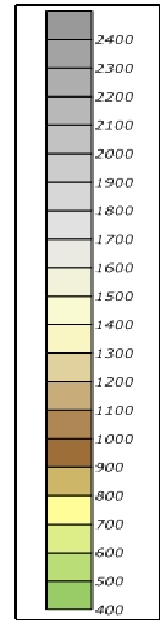
Sismostratigrafia elaborata con il metodo GRM *(Palmer 1980)*

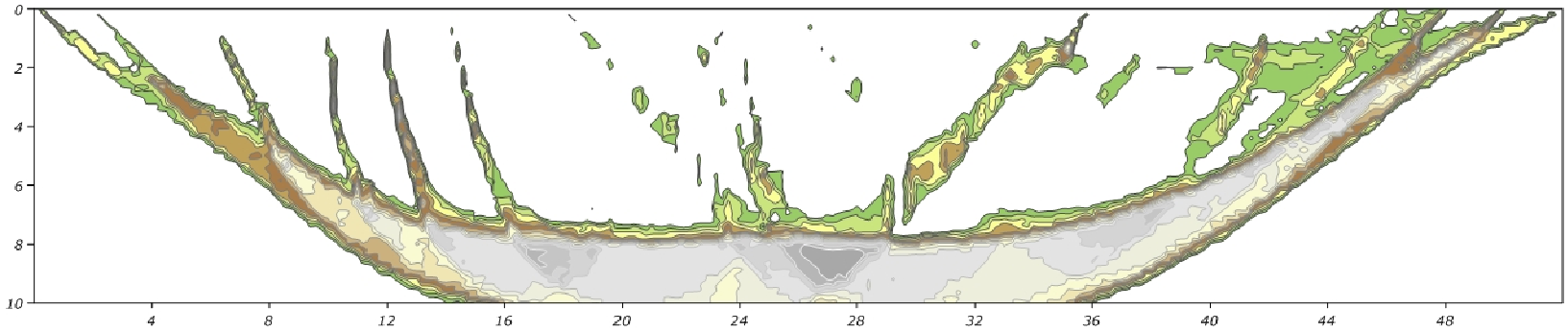
Progessive
Punti di Energizzazione
0.1
12
24
36
48
50
52

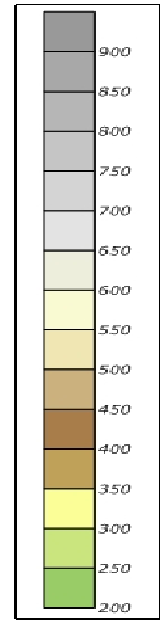
	Strato 1	Strato 2	Strato 3
Media	443.5	753.2	2544.5
Max	769.2	876.9	3582.4
Min	335.0	612.1	2115.6
Dev.St	168.7	86.9	376.8











Confidenza del modello

(traiettorie raggi sismici da modello d'inversione)

TOMOGRAFIA SISMICA 1	COMMITENTE Studio Tecnico Dott. G. CARIERI	*Studio Progea* *~ Dott. Sergio AICARDI - Geologo ~*	
SCALA Marche		Provincia: Genova	Comune: Genova Sestri P. — Località: Erzelli

INDAGINI DI RIFERIMENTO

TECNOSOIL s.n.c.
INDAGINI E RICERCHE DI INGEGNERIA GEOTECNICA

Verbale di accettazione n° **001** del **01/09/2003** Rif. Int. **sc64**

CERTIFICATO

N° **0003** foglio **1** di **1** data di emissione **01/09/2003**

COMMITTENTE : **SPEA S.p.A.**

CODICE SONDAGGIO **S 7**

OPERA : **NODO AUTOSTRADALE "GRONDA DI PONENTE"**

DATA Inizio **07/07/2003** Fine **10/07/2003**

LOCALITA' : **Via del Fringuello - Genova**

QUOTA s.l.m.

SCALA : **1 : 100**

TIPO SONDA : **CMV 600**

DIAMETRO FORO: Iniziale/Finale **127/101 mm**

OPERATOR **De Simone -D' Ascenzo**

METODO PERFORAZIONE: **Carotaggio continuo**

CAMPIONATORE :

GEOLOGO : **S. Cavallucci**

CAROTIERE	PROFONDITA' DAL P.C. (mt.)	POTENZA DELLA FORMAZIONE (mt.)	SEZIONE STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE
Semplice	0,3	0,3		Sottofondo stradale
T6 -cd	20,0	19,7		Metabasalto fortemente degradato e intensamente fratturato con orizzonti anche argillificati. La struttura della roccia è massiva, il colore è verde-azzurro mentre gli orizzonti maggiormete alterati (argillificati) sono di colore rosso-bruno. Fino a circa 4,0 m l'eccessiva alterazione della roccia non ha consentito l'uso del carotiere doppio e pertanto con il carotiere semplice la carota si presenta costituita da una matrice di colore rossastro, assimilabile granulometricamente ad un limo argilloso-sabbioso con inclusi frammenti (clasti) della formazione litoide. Da 4,4 m l'uso del carotiere doppio mette in risalto l'intensa fratturazione della roccia che si sviluppa su due serie di piani principali: il primo è irregolare e riduce la carota in frammenti poliedrici e in genere è marcata da fratture nerastre o rossastre. L'altro sistema di fratturazione si sviluppa invece su piani inclinati di circa 70 - 80° rilevabili sulle carote maggiormente integre. Anche su questi piani si rilevano i riempimenti limosi di colore rossastro. Si rilevano inoltre vacuoli da dissoluzione con superfici ossidate e talora riempiti da limo rossastro. Da circa 10,0 m la roccia presenta una colorazione bruna diminuisce la velocità di avanzamento non si rilevano inoltre gli orizzonti più alterati. Da circa 12,0 m la roccia è meno fratturata il colore è grigio verdastro con noduli e vene calcitiche . A varie quote sono presenti orizzonti di roccia di colore brunastro

RECUPERO CAROTAGGIO (%): 20 40 60 80

R.Q.D. Rock Quality Designation (%): 10 30 50 70 90 — 20 % — 50 % — 52 % — 45 % — 20 % — 58 % — 85 % — 65 % — 80 % — 85 %

SPEZZONI LITOIDI (cm): <5 | 5-10 | >10

DISCONTINUITA': Tipo | Inclinazione | Riempimento | Scabrezza JRC

FALDA

CAMPIONI: Rimaneggiati — 6,9 / 7,0 — 12,5 / 12,8 — 17,7 / 18,0 | Indisturbati

PROVE S.P.T.: Prof. / Ncolpi

TUBI DI RIVESTIMENTO: φ127

note :

Il Responsabile della Sperimentazione	Il Responsabile del Settore	Il Direttore di Laboratorio
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)	(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)	(Dott. Geol. Eustachio Pietromartire)