

PSC



**COMUNE DI GASPERINA
(Provincia di Catanzaro)**



**PIANO STRUTTURALE COMUNALE
(Legge Urbanistica Regionale n.19 del 16 Aprile 2002 e s.m.i.)**

QUADRO CONOSCITIVO

Tav. Geo 05.3h

RACCOLTA ELABORATI INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

P.d.L. ZTO C1 Loc. Vasia 2008

Gruppo di Progetto

Prof. Arch. Francesco di Paola (Capogruppo), Arch. Antonluca Di Paola (Componente)

Dott. Ing. Annamaria Ranieri (Collaboratore)

Studio Geomorfologica

Geol. Fabio Procopio, Geol. Angelo Alberto Stamile (Collaboratore)

Studio Agronomico

Dott. For. Giovanni Leuzzi

Il Sindaco: Gregorio Gallelo

Il R.U.P.: Ing. Salvatore Lupica

Data: Luglio 2014

COMUNE DI GASPERINA

PROVINCIA DI CATANZARO

LOCALITA' VASIA

PIANO DI LOTTIZZAZIONE IN Z.T.O. C1 - ZONA RESIDENZIALE DI ESPANSIONE

Parere geomorfologico ai sensi dell'Art. 13 Legge 02.02.1974 n.64

Studio Geologico-Geomorfologico

Committente: Amministrazione Comunale di Gasperina
Via Regina Elena - 88060 Gasperina (CZ)

Progettista:

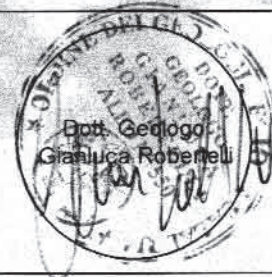
ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA GEOMORFOLOGICA

TAVOLA N.

Dott. Geologo Gianluca Robertelli

C.so G. Mazzini, 74 - 88100 Catanzaro
Tel./Fax: 0961.794740
Mob.: 329.4239375



INFORMATIVA AI SENSI DEL CODICE DELLA PRIVACY (D.lgs 196/03 suc. mod. et int.)

Si avvisa che (fatta eccezione per gli specifici dati di Progetto) le informazioni contenute nel presente documento e la proprietà intellettuale ed editoriale appartengono al Dott. Geologo Gianluca Robertelli (sede in Catanzaro presso C.so Mazzini, 74). Tali contenuti sono rivolti unicamente all'espletamento di quanto riportato nell'oggetto della testata, un uso difforme non autorizzato sarà legalmente perseguito. Pertanto si evidenzia che i dati ivi riportati potranno essere trattati, ai sensi del Codice della Privacy, per il solo espletamento delle funzioni cui il presente lavoro è rivolto.

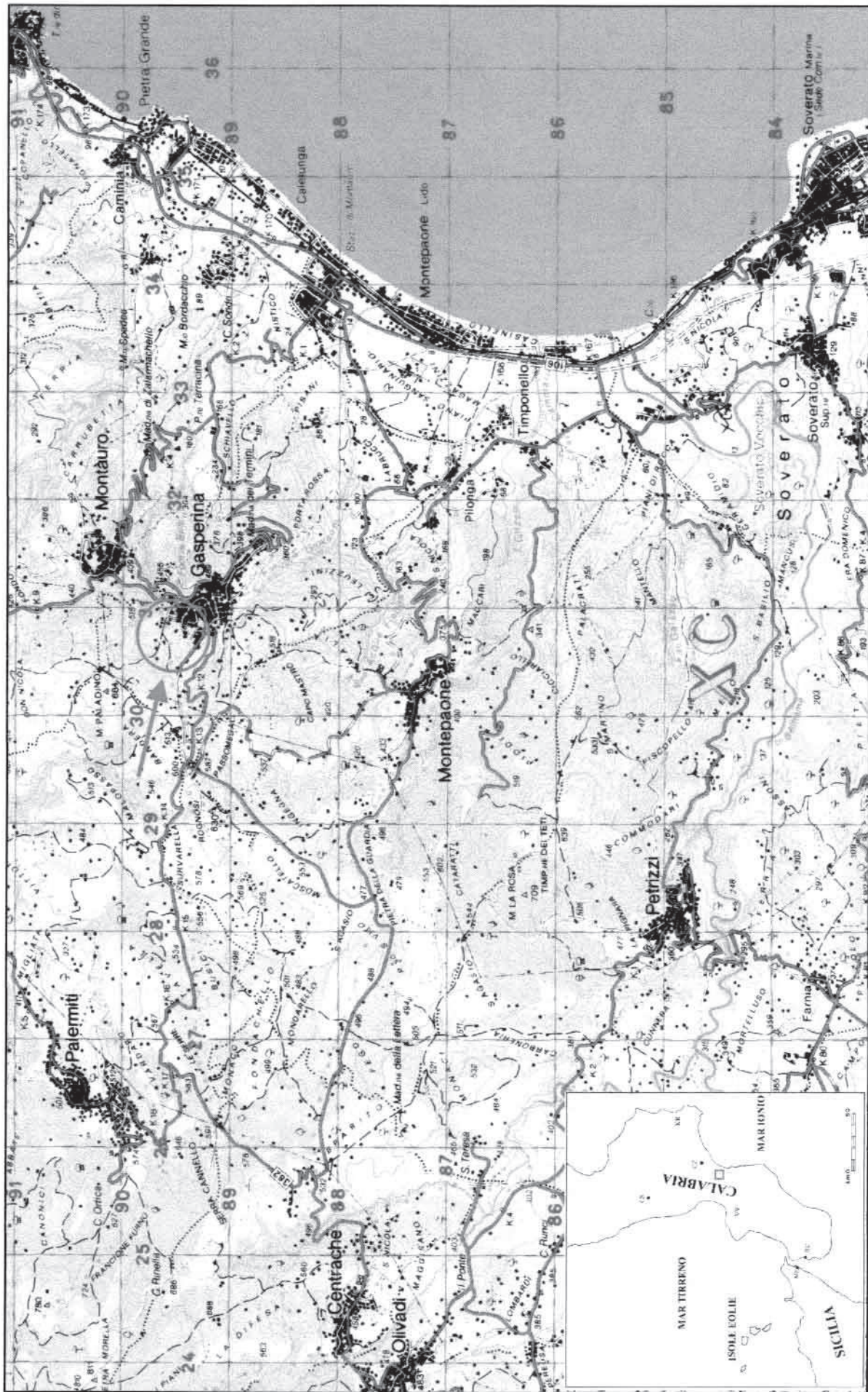









Figura 1 – Stralicio corografico in scala 1:50.000 con ubicazione dell'area di studio.



LEGENDA

-  Area di lottizzazione
-  Limiti stratigrafici
-  Suolo e terreno rimaneggiato (Recente)
-  Sabbie mediamente addensate (sabbie granitico) derivate dal disfacimento in posto del substrato graniticoide (Quaternario).
-  Substrato graniticoide alterato e fratturato (Paleozoico).
-  Sis 1 / Indagine sismica a rifrazione
-  SCPT 1 / Prova penetrometrica continua media



Geofisica
Misure s.n.c.

PROSPEZIONI E MONITORAGGI GEOFISICI SU TERRENI E MANUFATTI
87075 Trebisacce (CS); Viale della Libertà, 132; tel./fax 0981 57110-489444
E-mail: geofisica@tiscalinet.it; Par. IVA 02253910786; N. REA 0153033

COMUNE DI GASPERINA

(Provincia di Catanzaro)

PIANO DI LOTTIZZAZIONE IN ZTO C1, PRESSO
LOCALITA' GUNNERADI

INDAGINI GEOFISICHE

COMMITTENTE: Studio Tecnico Associato GEOSERVICE

tecnici responsabili

Dr. Giuseppe Mainieri

Dr. Giuseppe Ferraro

Particolari dell'area e delle prove effettuate



Vista dell'area verso sud



Esecuzione indagini geofisiche

Premessa

Nell'ambito delle indagini per il *Piano di Lottizzazione in ZTO C1, in località Gunneradi del Comune di Gasperina (CZ)*, lo **Studio Tecnico Associato GEOSERVICE** ha incaricato la Geofisica Misure s.n.c. di eseguire una campagna d'indagini geofisiche di superficie, allo scopo di accertare le condizioni litologiche e litotecniche dei terreni presenti. La caratterizzazione del terreno è stata eseguita mediante la realizzazione di una prospezione sismica a rifrazione, utile alla definizione dello stato di addensamento dei litotipi presenti nell'area in esame. Oltre all'elaborazione tomografica per le onde P, è stata eseguita un'ulteriore elaborazione, finalizzata alla definizione di un profilo verticale delle velocità delle onde di taglio (V_s), utile elemento per la definizione della risposta sismica di sito, così come previsto anche dalla recente normativa. A tale scopo, quindi, è stata eseguita un'indagine sismica nota in letteratura come *Multichannel Analysis of Surface Waves* (MASW).

Il contesto geolitologico vede la presenza di un substrato di natura intrusiva, a vario grado di alterazione e fratturazione, su cui poggiano coperture di alterazione di spessore variabile, localmente frammiste a terreno di riporto.

Caratteristiche delle attrezzature

L'apparecchiatura d'acquisizione dei dati in campagna è un sismografo a 24 canali di produzione *Geometrics*, modello *Geode*, con risoluzione a 24 bit, avente le seguenti caratteristiche:

- *Range dinamico: 144 dB di sistema.*
- *Distorsione: 0.0005 % @ 2.0 ms.*
- *Banda di acquisizione: 1.75-20.000 Hz.*
- *Accuratezza trigger: 1/32 del passo di campionamento.*
- *Impedenza: 20 Kohm.*
- *Filtri in acquisizione: LowCut: 10, 15, 25, 35, 50, 70, 100, 140, 200, 280, 400 Hz 24/48 dB/Octave, Butterworth. Notch: 50, 60, 180 Hz. HighCut: 32, 64, 125, 250, 500, 1000 Hz 24/48 dB/Octave.*
- *Intervallo di campionamento: 0.02, 0.03125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 msec.*
- *Lunghezza di registrazione: 16.384 campioni.*

- *Pre-trigger: fino a tutta la lunghezza di registrazione.*
- *Delay: da 0 a 9999 ms in passi di una lunghezza di intervallo.*

Per il rilievo della velocità del moto del suolo sono stati utilizzati geofoni OYO, modello Geospace, con frequenza propria di oscillazione di 4.5 Hz.

Tecnica di rilevamento

La prospezione realizzata è del tipo *sismica a rifrazione superficiale*. Per l'esecuzione della prospezione è stata realizzata una stesa di sensori rilevatori di velocità del moto del suolo (geofoni) infissi nel terreno, ad oscillazione verticale, per il rilievo delle onde elastiche longitudinali (P). I segnali dei vari sensori sono digitalizzati ed acquisiti da un'unità centrale (sismografo). Il metodo si basa sulla determinazione dei primi tempi d'arrivo delle onde longitudinali, generate da perturbazioni artificiali (Shots) ubicate in linea alla stesa di geofoni. I segnali di primo arrivo possono essere attribuiti alle onde P che giungono ai geofoni in maniera diretta attraversando il terreno, o ai raggi rifratti in profondità, nel caso in cui si verifica un aumento di velocità in tale direzione. Il modello finale consente di determinare le velocità con le quali tali tipologie d'onde elastiche si propagano nel sottosuolo. La prospezione è stata realizzata a 16 canali d'acquisizione, con distanza intergeofonica di 3.0 mt, mentre le energizzazioni sono state eseguite con mazza del peso di 9 Kg, battente su piattello metallico.

Processo di elaborazione

I dati acquisiti dall'elaborazione dei sismogrammi costituiscono i primi tempi d'arrivo degli impulsi sismici longitudinali (onde di compressione) ai vari geofoni dello stendimento. Il metodo d'interpretazione utilizzato è stato del tipo tomografico, che ha consentito di meglio mettere in evidenza eventuali variazioni laterali di velocità. Esso si basa sulla generazione, tramite apposito programma di calcolo (*SeisOpt-Pro della Optim*), di un gran numero di modelli di velocità del sottosuolo (varie decine di migliaia), discretizzato con celle quadrate di dimensioni prefissate a cui vengono assegnate velocità diverse per ogni soluzione. Attraverso calcoli iterativi le dromocrone calcolate per ciascun modello vengono confrontate con le dromocrone reali.

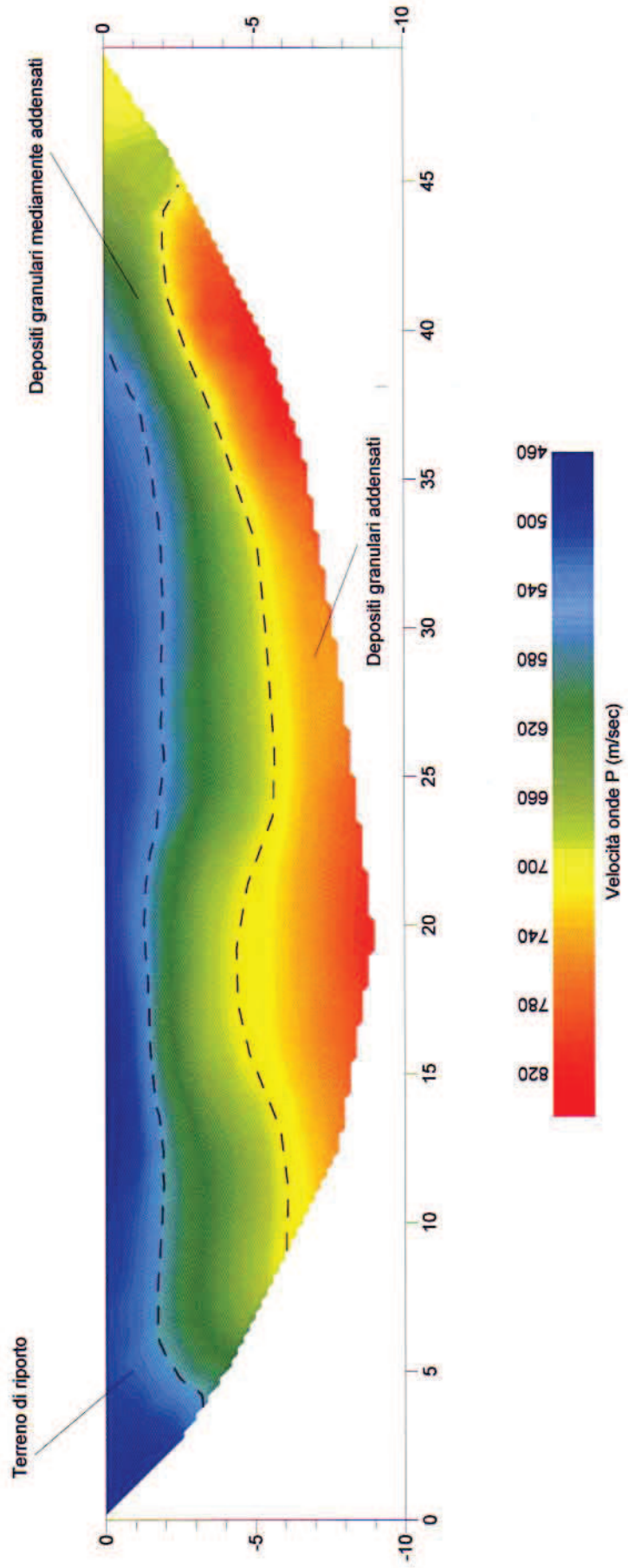
Il software determina, tramite il noto algoritmo *Monte Carlo*, quella che è la soluzione ottimale, cioè quella che definisce le dromocrone calcolate che più si avvicinano a quelle reali. La bontà del modello dipende dalla geometria dello stendimento, dalle distribuzioni di velocità nel sottosuolo, dal numero e dalla posizione dei punti di energizzazione (shots) utilizzati e dal grado di dettaglio (dimensioni delle celle) utilizzato per l'elaborazione. Per quest'ultimo motivo si è proceduto a vari tentativi di ottimizzazione, considerando varie dimensioni delle celle, fino ad ottenere lo scarto minimo tra i dati reali e quelli calcolati.

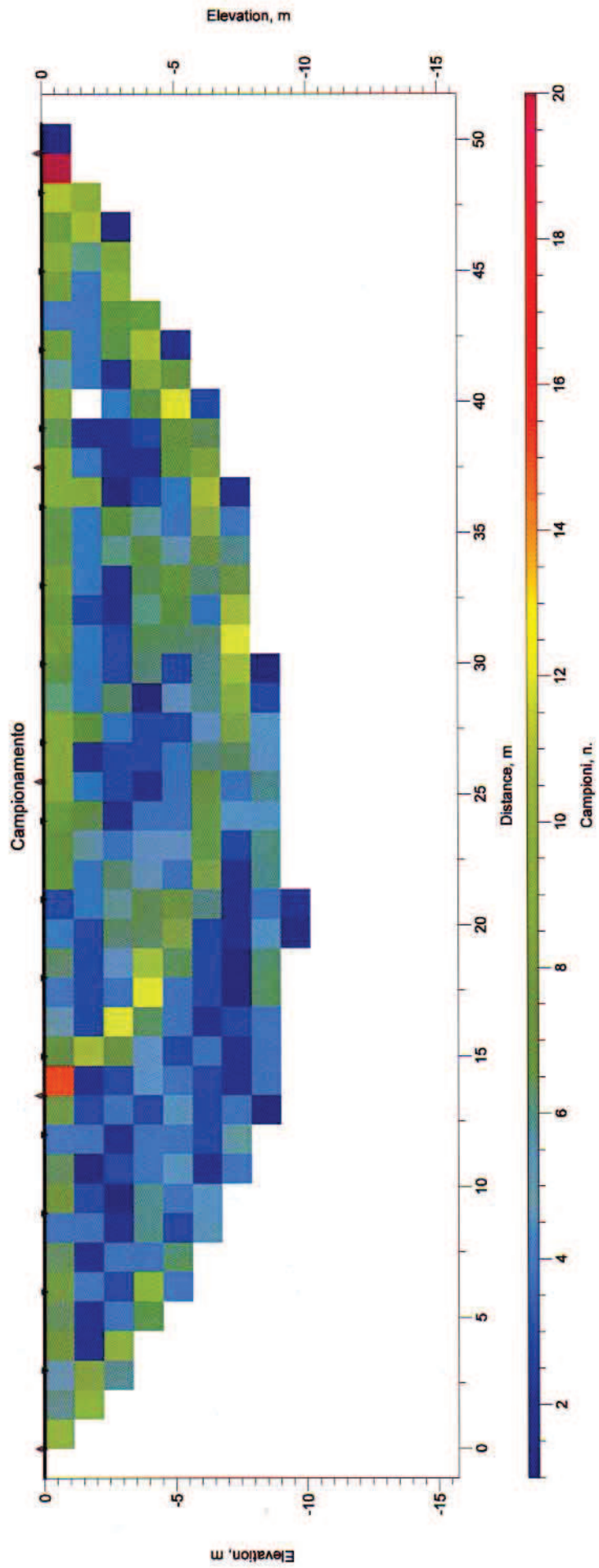
I risultati dell'elaborazione vengono presentati in forma grafica nei seguenti elaborati:

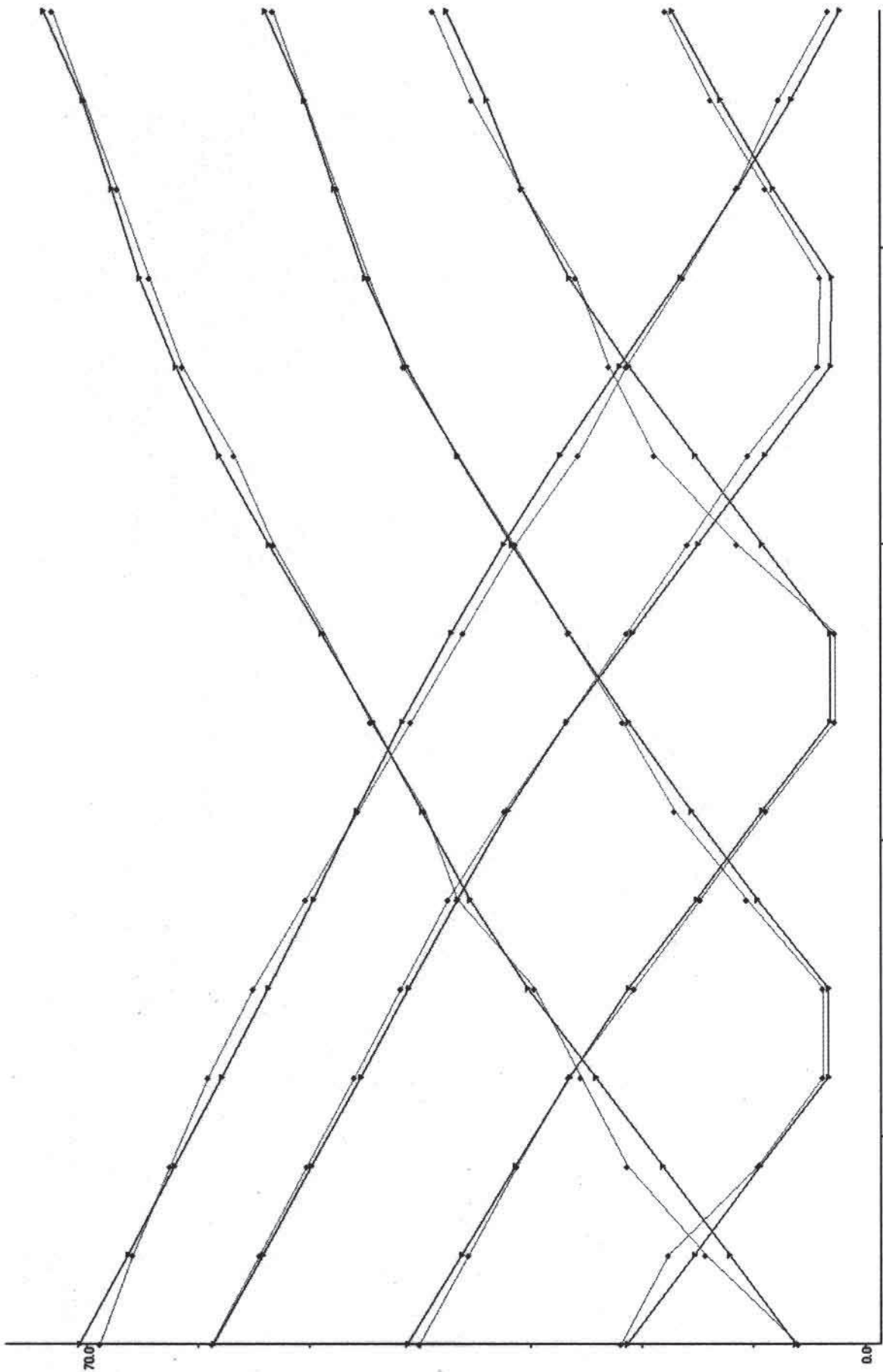
- **Modello di velocità:** rappresenta il risultato ottimale ottenuto; le velocità sono rappresentate in scale cromatiche comprese tra il minimo ed il massimo valore determinato.
 - **Frequenza del campionamento:** consente di verificare per ogni cella se e quanti dati sono stati utilizzati dal programma per definirne la velocità; anche in questo caso la rappresentazione è ottenuta utilizzando una scala cromatica. Le celle in bianco rappresentano le porzioni di terreno per le quali non vi sono dati campionati.
- Diagramma delle dromocrone:** mette a confronto le dromocrone di campagna con quelle calcolate per il modello ottimale di velocità.

Il modello di velocità ottenuto ha consentito d'investigare una profondità massima di circa 9 metri. S'individua un orizzonte superficiale, tra le progressive 0 mt – 40 mt, dove le velocità delle onde longitudinali (V_p) variano tra 460 m/sec e 550 m/sec, e possono essere associate al terreno di riporto, passante verso il basso a depositi granulari mediamente addensati. Nell'orizzonte sismico sottostante e lateralmente, nella parte terminale del modello, si registra un aumento delle velocità delle onde P, che variano tra 550 m/sec e 700 m/sec, e possono essere associate a depositi granulari, nell'insieme, mediamente addensati. Nella parte inferiore del modello si registra un'ulteriore aumento delle velocità delle onde di compressione (V_p), che raggiungono valori superiori agli 800 m/sec, riferibili a depositi granulari addensati.

MODELLO DI VELOCITA'







40.0

Black[Square]->Observed Blue[Triangle]->Calculated::Source-Number: 5.0

10.0

Dromocrone

70.0

0.0

Interpretazione Multichannel Analysis Of Surface Waves (MASW)

Come già accennato in premessa, oltre all'elaborazione tomografica per le onde P, è stata eseguita un'elaborazione su un sismogramma ottenuto da un punto d'energizzazione posto a 6 mt dal primo geofono. La tecnica si basa sullo studio della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh (R), nota in letteratura come Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW).

Il sismogramma, quindi, è stato oggetto di filtraggio, per l'eliminazione delle alte frequenze e "depurato" dalle onde di volume, al fine di ottenere dei picchi d'ampiezza nelle oscillazioni relative alle onde di superficie. Successivamente si è passati alla rappresentazione delle tracce sismiche su un diagramma che mette in relazione le frequenze con le velocità di fase. Su di esso s'individuano, come zone di massime ampiezze, gli allineamenti attribuibili alle onde di Rayleigh di primo ordine modale, che definiscono le variazioni delle velocità di fase con la frequenza (o lunghezza d'onda). Essendo la profondità di propagazione di questo tipo di onde dipendente dalla frequenza, sarà possibile correlare le velocità alle varie frequenze, con le profondità. Quest'ultimo passo quindi, successivo alla definizione della curva di dispersione, si ottiene mediante un processo di inversione che porta al risultato finale, costituito da un profilo verticale delle velocità delle onde trasversali (V_s) ubicato al centro della stesa di geofoni. La velocità di fase delle onde di Rayleigh (V_r), in un mezzo omogeneo, sono legate a quelle di volume dalla seguente relazione:

$$V_r^6 - 8V_s^2 V_r^4 + (24 - 16 V_s^2 / V_p^2) V_s^4 V_r^2 + (16 V_s^6 / V_p^6 - 1) V_s^6 = 0$$

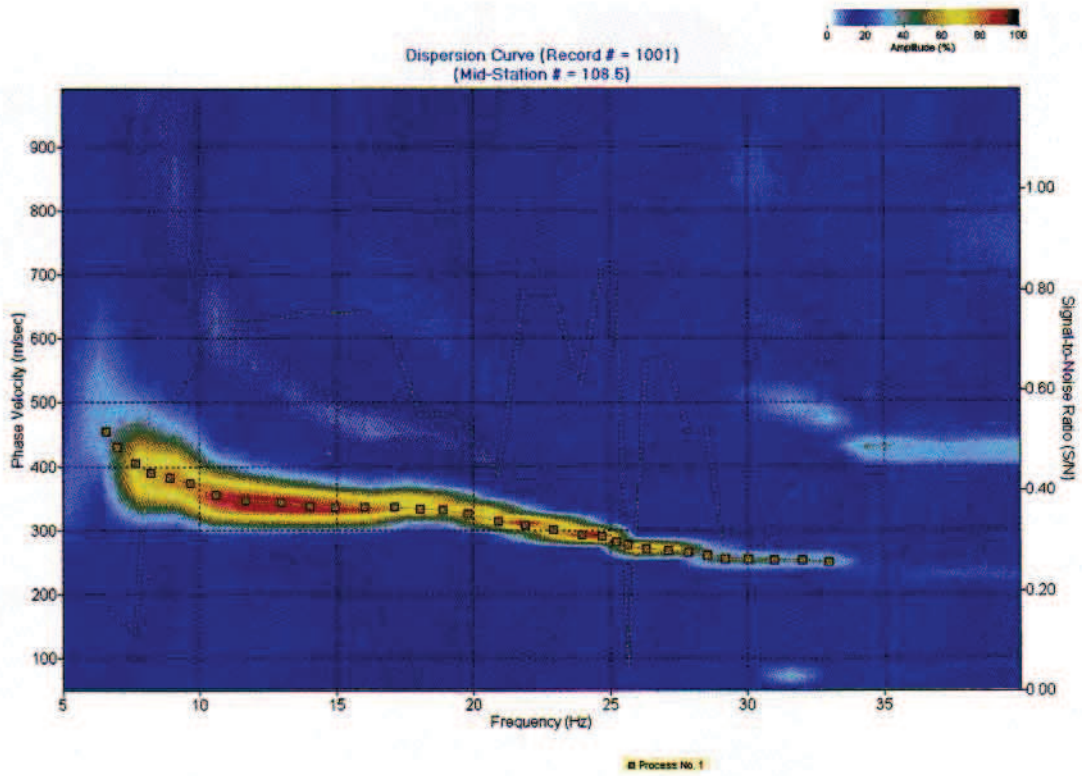
In un mezzo non omogeneo le velocità delle onde di volume (V_p e V_s) variano con la profondità, le velocità di fase delle onde di Rayleigh mostrano velocità differenti per differenti valori di frequenza e sono fortemente legate ai valori delle velocità delle onde trasversali. Questo consente di passare, quindi, dai modelli frequenza/velocità di fase delle onde di Rayleigh a modelli monodimensionali V_s /profondità.

Gli elaborati forniti contengono:

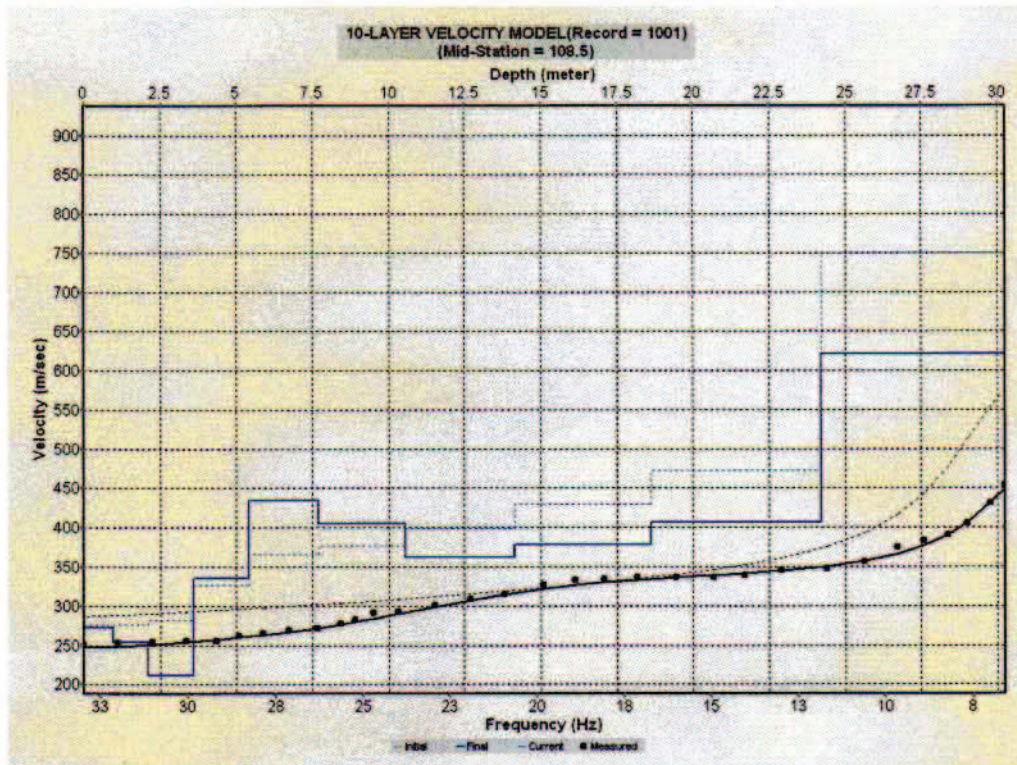
- *la curva di dispersione della velocità di fase delle onde R in relazione alla frequenza;*
- *il profilo delle Vs al centro dello stendimento fino alla massima profondità di indagine;*
- *la tabella dei valori di Vs per orizzonti omogenei di velocità;*
- *il valore medio delle Vs₃₀, pesato sugli spessori, fino a 30 mt di profondità.*

Si registrano velocità delle onde S inferiori ai 340 m/sec fino ad una profondità di circa 5.4 mt, riferibili a depositi granulari mediamente addensati, con aumento relativo dello stato d'addensamento sotto i 3.5 mt circa di profondità. Sotto i 5.4 mt circa di profondità le velocità delle onde di taglio (Vs) sono sempre superiori ai 360 m/sec, con individuazione di un netto aumento sotto i 24.2 mt di profondità, dove raggiungono valori superiori ai 600 m/sec. Le velocità delle onde S registrate sembrano indicare la presenza di depositi granulari addensati.

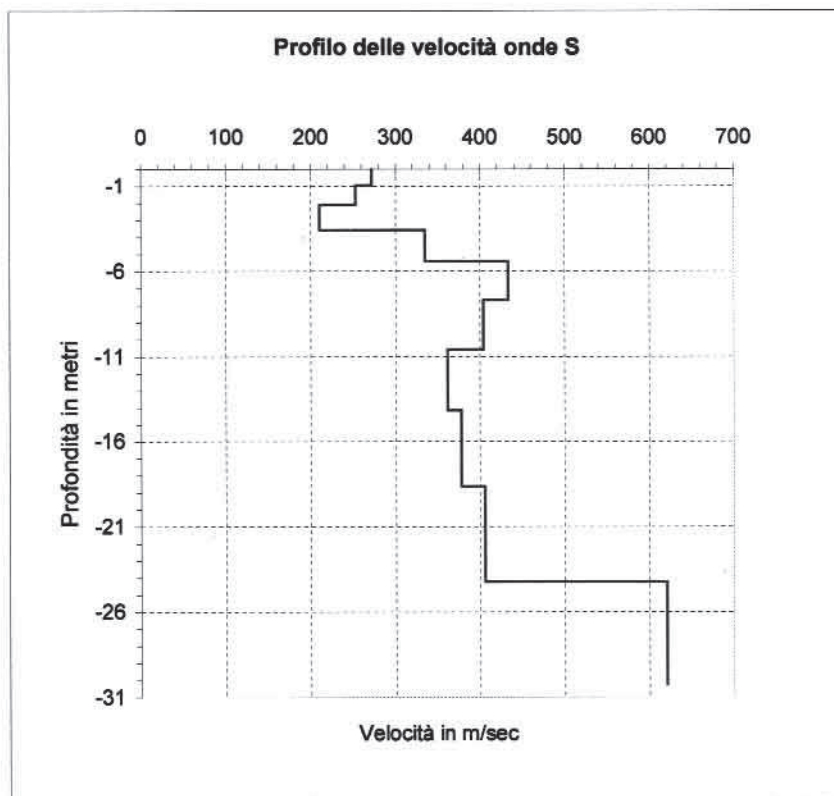
MASW



Curva di dispersione



Curve di inversione



<i>Profondità dal p.c. al centro dello stendimento (metri)</i>	<i>Velocità delle onde S (m/sec)</i>
-0.938	273.114
-2.11	254.187
-3.576	211.845
-5.408	335.655
-7.698	434.192
-10.56	404.906
-14.138	362.396
-18.61	377.913
-24.2	406.253
-30.25	621.562

$V_{s30} = 387$ m/sec (media pesata sugli spessori fino a 30 mt)

Moduli elastici dinamici

I moduli elastici dinamici sono forniti partendo dai valori medi delle velocità delle onde longitudinali (V_p) determinate nel modello tomografico e delle velocità delle onde di taglio (V_s) determinate nel profilo Masw. Il valore delle densità (γ) è indicativo.

Tabella dei moduli elastici dinamici medi degli orizzonti sismici definiti

	<i>Terreno di riporto</i>	<i>Depositi granulari mediamente addensati</i>	<i>Depositi granulari addensati</i>
Coefficiente di Poisson μ	0.340	0.311	0.301
Velocità onde longitudinali V_p (m/sec)	500	640	785
Velocità onde trasversali V_s (m/sec)	246	335	419
Peso di volume γ (g/cm ³)	1.80	1.90	2.00
Modulo di Young E_{din} (Mpa)	297.7	570.0	931.2
Modulo di Rigidity G (Mpa)	111.0	217.4	357.9

Spettro di risposta sismica locale

Per la valutazione dello spettro di risposta elastico (componente orizzontale) dell'area investigata, si è fatto riferimento alla Legge 225/92, all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20.03.2003 e loro s.m.i.. Secondo tale Ordinanza l'area in esame ricade in Zona Sismica **2**, per la quale è previsto un valore d'accelerazione orizzontale massima, su suolo di Categoria A (definito come al punto 3.1 della predetta Ordinanza), $a_g = 0.25$ g, dove "g" è l'accelerazione di gravità. L'influenza delle condizioni stratigrafiche locali viene fatta rientrare in 5 Categorie di suolo di fondazione standard (Categorie A, B, C, D, E). Nell'ambito di tale classificazione, estrapolando i dati ricavati dall'indagine con metodologia MASW eseguita ($V_{s30} = 387$ m/sec), il profilo stratigrafico del suolo di fondazione dell'area in esame può essere assimilato alla Categoria **B**.

Lo spettro di risposta elastica assume le seguenti espressioni:

$$0 \leq T \leq T_B: \quad S_e(T) = a_g S (1 + T/T_B (\eta^{2.5} - 1))$$

$$T_B \leq T \leq T_C: \quad S_e(T) = a_g S \eta^{2.5}$$

$$T_C \leq T \leq T_D: \quad S_e(T) = a_g S \eta^{2.5} (T_C/T)$$

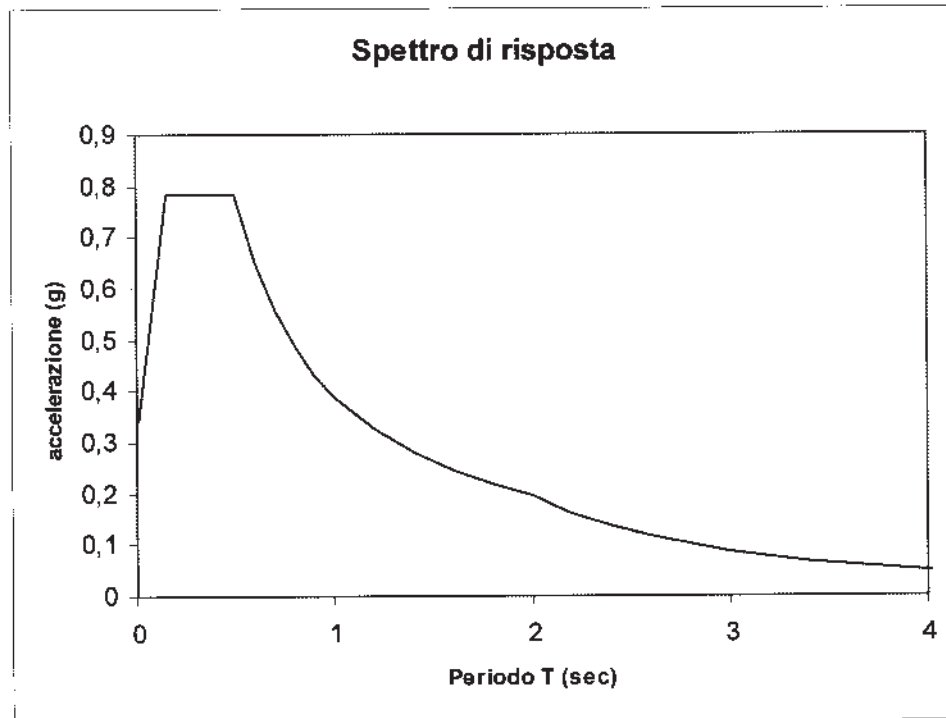
$$T_D \leq T: \quad S_e(T) = a_g S \eta^{2.5} (T_C T_D/T^2)$$

Dove:

- Se (T) ordinata dello spettro di risposta;
 T periodo di vibrazione in campo libero;
 a_g accelerazione di riferimento per la zona sismica in esame (0.25 g);
 T_B, T_C limiti del tratto costante dello spettro di accelerazione;
 S parametro del terreno;
 η fattore di correzione, per valori del damping diversi dal 5%.

Per i terreni ricadenti nella Categoria **B**, si ha:

S	T_B (sec)	T_C (sec)	T_D (sec)
1.25	0.15	0.50	2.0



L'accelerazione spettrale massima, pari a 0.781g, è costante per periodi d'oscillazione compresi tra $T_B=0.15$ e $T_C=0.50$ sec

Dott. Geol. Gianluca Robertelli

C/so G. Mazzini 74-85100 Catanzaro-fo: +390961794740

Committente: COMUNE DI GASPERINA (CZ)

Località: Vasia - Gunneradi

Data:

Attrezzatura: Penni Compac

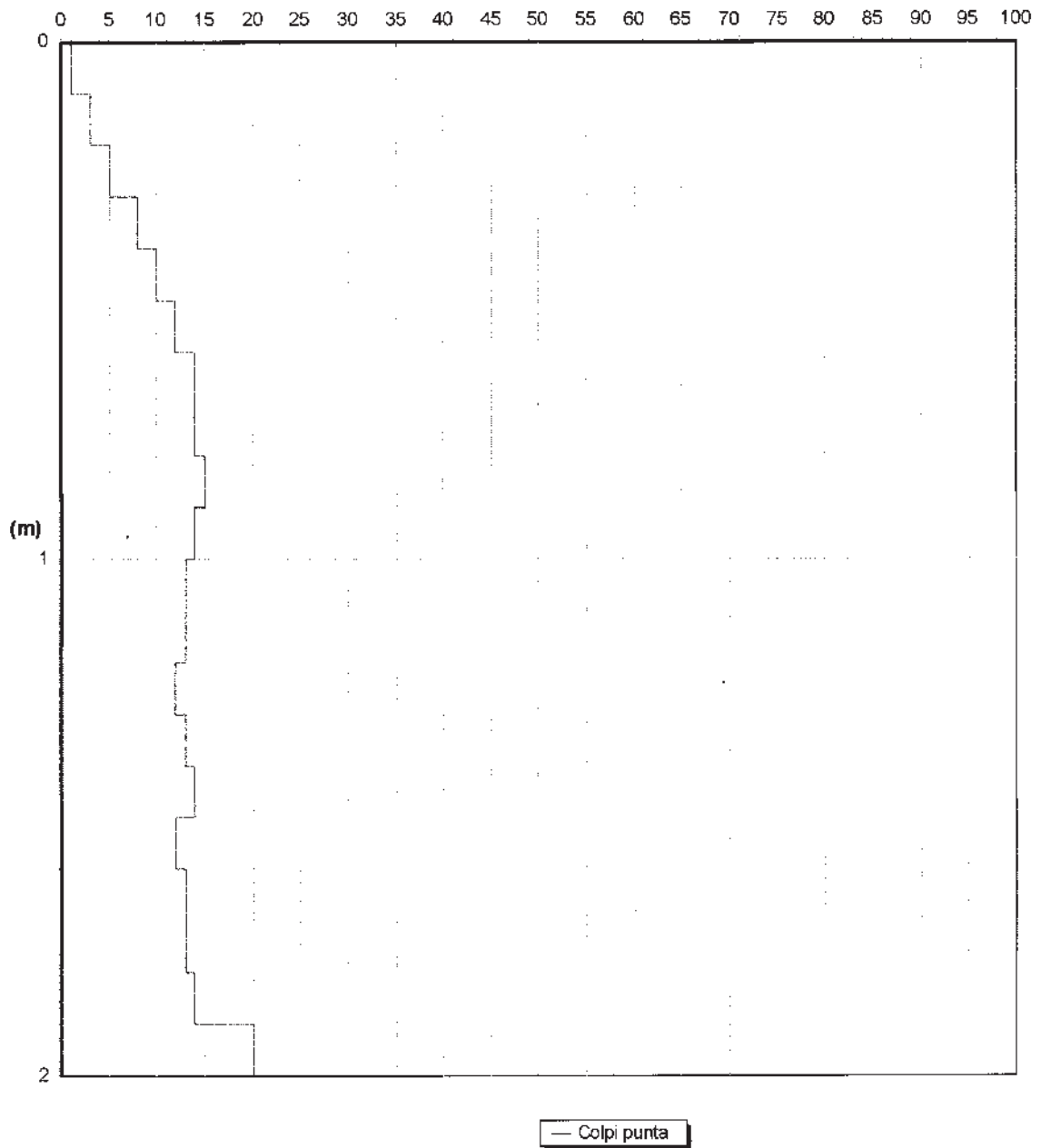
Note: Lottizzazione in ZTO C1

Quota(m):

Prova 1

Grafico della prova

Profondità della falda dal p.c. (m): Assente



Dott. Geol. Gianluca Robertelli

C.so G. Mezzini, 74-88100-Catanzaro-tel. +390961794740

Committente: COMUNE DI GASPERINA (CZ)

Località: Vasia - Gunneradi

Data:

Attrezzatura: Penni Compac

Note: Lottizzazione in ZTO C1

Quota(m):

Prova 1

Parametri geotecnici

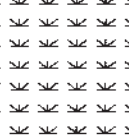

Profondità base strato(m)	N _{spt} medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto T _{au} /Sigma d'attrito(°)	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R. di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
0,3	2	Sulo e terreno rimaneggiato		0,06	20	1,75	45	35			121	14	0,03
2	10	Sabbia addensata		0,31	30	1,85	60	486			416	107	0,21

Profondità della falda (m): assente

Dott. Geol. Gianluca Robertelli
 C.so G. Mazzini, 74
 88100 Catanzaro
 tel. +390961794740

COMNE DI GASPERINA (CZ)
 Località: Vasia - Gunneradi
 Scala 1:15
 Attrezzatura: Penni Compac
 Quota della falda dal p.c.(m): assente

Data:
 Sigla: SCPT 1 Sigla
 Quota dal p.c.(m):

Profondità (m)	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE	Peso di volume naturale(t/mc)	Angolo d'attrito(°)
0.30		Sulo e terreno rimaneggiato	1,75	20
1.70		Sabbia addensata	1,85	30
2.00				

Dott. Geol. Gianluca Robertelli

C.so G. Mazzini, 74-86100 Catanzaro-tel. +390961794740

Committente: COMNE DI GASPERINA (CZ)

Località: Vasia - Gunneradi

Data:

Attrezzatura: Penni Compac

Note: Lottizzazione in ZTO C1

Quota(m):

Prova 2

Tabulato della prova

<i>Profondità (m)</i>	<i>N. colpi della punta misurato</i>	<i>N. colpi del rivestimento</i>	<i>N. colpi SPT equivalenti</i>	<i>N. colpi del rivestimento corretto</i>
0,1	1		1	
0,2	3		2	
0,3	6		5	
0,4	6		5	
0,5	7		6	
0,6	4		3	
0,7	3		2	
0,8	3		2	
0,9	4		3	
1	6		5	
1,1	5		4	
1,2	6		5	
1,3	6		5	
1,4	5		4	
1,5	7		6	
1,6	5		4	
1,7	5		4	
1,8	4		3	
1,9	7		6	
2	6		5	
2,1	6		5	
2,2	6		5	
2,3	5		4	
2,4	8		6	
2,5	6		5	
2,6	6		5	
2,7	12		10	
2,8	14		11	
2,9	14		11	
3	12		10	
3,1	13		10	
3,2	13		10	
3,3	14		11	
3,4	15		12	
3,5	16		13	
3,6	16		13	
3,7	16		13	
3,8	14		11	
3,9	14		11	
4	15		12	
4,1	15		12	
4,2	20		16	
4,3	30		24	

Dott. Geol. Gianluca Robertelli

C.so G. Mazzini, 74-86 100 Catania-tn-tel. +390961794740

Committente: COMUNE DI GASPERINA (CZ)

Località: Vasia - Gunneradi

Data:

Attrezzatura: Penni Compac

Note: Lottizzazione in ZTO C1

Quota(m):

Prova 2

Parametri geotecnici

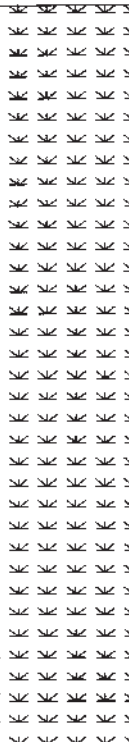

Profondità base strato(m)	Nspt medio equivalente	Descrizione litologica dello strato	Velocità onde S (m/s)	Rapporto Tau/Sigma d'attrito(°)	Angolo d'attrito(°)	Peso di volume naturale (t/mc)	Densità relativa %	Modulo di Young (kg/cmq)	Coesione non drenata (kg/cmq)	Modulo edom. coesivi (kg/cmq)	O. C. R. dinamico di taglio (kg/cmq)	Modulo edom. incoerenti (kg/cmq)	Pres. eff. a metà strato (kg/cmq)
2,6	4	Suolo e terreno rimaneggiato		0,08	23	1,78	37	80			185	28	0,23
4,3	12	Sabbia addensata		0,25	31	1,85	50	636			464	128	0,62

Profondità della falda (m): assente

Dott. Geol. Gianluca Robertelli
 C.so G. Mazzini, 74
 88100 Catanzaro
 tel. +390961794740

COMNE DI GASPERINA (CZ)
 Località: Vasia - Gunneradi
 Scala 1:25
 Attrezzatura: Penni Compac
 Quota della falda dal p.c.(m): assente

Data:
 Sigla: SCPT 2 Sigla
 Quota dal p.c.(m):

Profondità (m)	Colonna stratigrafica	DESCRIZIONE	Peso di volume naturale(t/mc)	Angolo d'attrito(°)
2.60		Suolo e terreno rimaneggiato	1,78	23
2.60		Sabbia addensata	1,85	31
1.70				
4.30				