



INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELLA SPIAGGIA IN LOCALITA' S'ARENA SCOADA

Progetto esecutivo

Il Sindaco
Luigi Tedeschi

Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Sara Angius



Criteria Srl (Mandataria)
Città: Ricerche: TERitorio: Innovazione: Ambiente
via Cugia, 14 09129 Cagliari (Italy)
tel. +39 070303583 - fax +39 070301180
E-mail: criteria@criteriaweb.com;
www.criteriaweb.com

Arch. Paolo Falqui – *direttore tecnico*

Geol. Maurizio Costa – *direttore tecnico*

Ing. Silvia Putzolu – *coordinamento operativo*



PRIMA INGEGNERIA STP S.S. (mandante)
Via G. Civinini, 8 – 57128 Livorno
p.iva 01530730496
Tel/Fax 0586 372660
E-mail: info@primaingegneria.it;
www.primaingegneria.it

Ing. Maurizio Verzoni

Ing. Pietro Chiavaccini

Ing. Nicola Buchignani

Ing. Nicola Verzoni

GRUPPO DI LAVORO

Progettazione
Ing. Nicola Buchignani
Ing. Pietro Chiavaccini
Geol. Maurizio Costa
Ing. Francesca Etzi
Arch. Paolo Falqui
Ing. Silvia Putzolu
Ing. Maurizio Verzoni
Ing. Nicola Verzoni

Geologia e Geotecnica
Geol. Maurizio Costa
Geol. Antonio Pitzalis
Geol. Giuseppe Serventi

Aspetti ambientali e naturalistici
Biol. Patrizia Carla Sechi
Nat. Riccardo Frau

Analisi meteomarine
Ing. Pietro Chiavaccini

Sicurezza
Ing. Nicola Buchignani

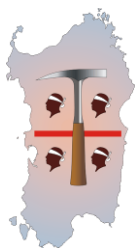
Rilievi, GIS e Cartografia
Cinzia Marcella Orrù

1.3.1.1 REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE



PROVINCIA DI ORISTANO
COMUNE DI
SN VERO MILIS

INTERVENTI URGENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA DEI TRATTI A MAGGIOR RISCHIO E ALLA MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE DINAMICHE EROSIVE NEI PUNTI DI MAGGIOR INTENSITÀ E INCIDENZA NELLA LINEA COSTIERA

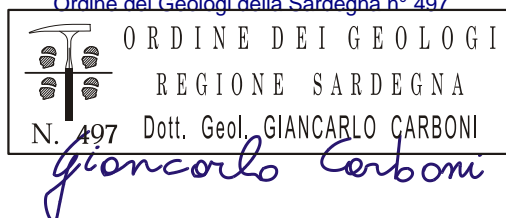


Studio di Geologia Tecnica e Ambientale
Dott. Geol. Giancarlo Carboni

Via Nazionale 277
09039 Villacidro (VS)
Tel. 070 2332144 cell. 329 4177709
e-mail: info@geosardegna.it
www.geosardegna.it

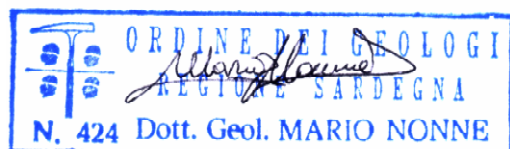
IL GEOLOGO INCARICATO

Dott. Geol. Giancarlo CARBONI
Ordine dei Geologi della Sardegna n° 497



IL GEOLOGO COLLABORATORE

Dott. Geol. Mario NONNE
Ordine dei Geologi della Sardegna n° 424



Il committente:

CRITERIA SRL

Via Pasquale Cugia, 14
09129 Cagliari

Oggetto:

Definizione dell'assetto stratigrafico di dettaglio con l'individuazione di punti di debolezza strutturale ed eventuali cavità carsiche mediante la metodologia della tomografia sismica a rifrazione.

Villacidro, li 16/12/2017

INDICE

Premessa	1
Generalità sull'Indagine Geofisica	2
Prospezione sismica	2
Stima della scavabilità	6
Descrizione stendimento	8
Repertorio fotografico	8
Contesto geologico	9
Descrizione profilo sismico	9



PREMESSA

Su incarico conferito dalla Società Criteria Srl del Dott. Geol. Maurizio Costa, con sede in Via Pasquale Cugia, 14, 09129 Cagliari, Italia, cf/p.iva: 02694380920 in qualità di Ditta incaricata per l'esecuzione delle indagini geognostiche relative alla progettazione di un sistema di consolidamento della falesia antistante la borgata di S'Arena Scoada in agro di San vero Milis (OR) allo scrivente Dott. Geol. Giancarlo Carboni, iscritto all'Ordine dei Geo-logi della Regione Sardegna con il n° 497, con Studio Tecnico in Via Nazionale n° 277 – Villacidro (SU), è stata realizzata una campagna di indagini geofisiche con il metodo della tomografia sismica a rifrazione allo scopo di definire le caratteristiche stratigrafiche del terreno interessato dal progetto.

Inquadramento su ortofoto aerea



Ubicazione in coordinate UTM WGS84 dei profili sismici

Sezione sismica	Estremi stendimento	Est	Nord
S1	Inizio	449 931	4 430 161
	Fine	449 960	4 430 119
S2	Inizio	449 958	4 430 148
	Fine	449 972	4 430 099



GENERALITÀ SULL'INDAGINE GEOFISICA

La prospezione geofisica è una tecnica di indagine non distruttiva del sottosuolo, che consiste nella misurazione tramite apparecchi di alcune proprietà fisiche del terreno che possono rivelarne la struttura, così come la presenza di oggetti sepolti. È utilizzata in applicazioni archeologiche, forensi, ambientali, minerarie e petrolifere, geotecniche, di ingegneria civile e di Ingegneria per l'ambiente e il territorio.

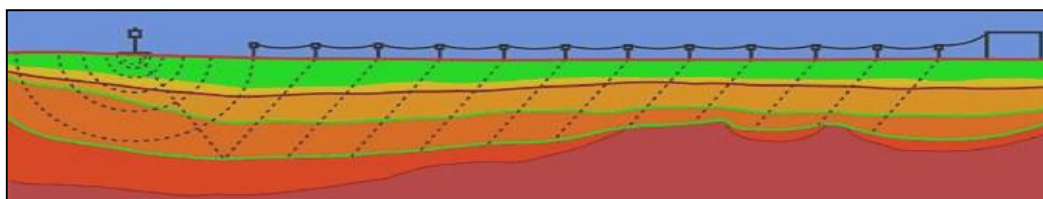
La caratterizzazione stratigrafica dei terreni può risultare alquanto complessa, soprattutto se le aree da investigare sono piuttosto estese e/o difficilmente praticabili con i tradizionali mezzi di indagine geognostica. I metodi geofisici sono in grado di fornire una rappresentazione globale dei volumi sepolti in termini di distribuzione verticale e laterale dei parametri fisici che caratterizzano le aree da investigare. In tal modo il numero delle indagini geognostiche può essere notevolmente ridotto e concentrato in aree indicate dall'indagine geofisica o laddove è necessario acquisire informazioni di maggior dettaglio.

PROSPEZIONE SISMICA

L'esecuzione di indagini sismiche ha lo scopo di ottenere informazioni di tipo geomeccanico sul comportamento fisico-meccanico dei corpi geologici investigati, attraverso la determinazione dei relativi parametri, ed informazioni di tipo geologico sui caratteri strutturali e stratigrafici del volume del sottosuolo indagato.

Si tratta di uno dei metodi attualmente più utilizzati per l'esplorazione in profondità del sottosuolo e consiste nel creare delle onde artificiali nel terreno (energizzazione) battendo una piastra poggiata a terra con una mazza. Le indagini geognostiche che utilizzano le metodologie sismiche sfruttano le proprietà dei terreni di farsi attraversare dalle onde sismiche a diversa velocità; questa dipende da molti fattori, quali la natura mineralogica della roccia, il grado di cementazione e di fatturazione, la porosità, il contenuto in acqua o in gas, ecc.

Le indagini sismiche sono utilizzate per scopi geotecnici, per ricerche minerarie e anche per dare un valore del grado di scavabilità del terreno.



Rappresentazione schematica del principio di funzionamento della prospezione sismi-



La sismica a rifrazione fornisce risultati leggibili e interpretabili quando le formazioni litologiche hanno caratteristiche elastiche crescenti con la profondità, mentre non dà indicazioni stratigrafiche quando con l'aumentare della profondità vi sono formazioni con caratteristiche elastiche inferiori (formazione fantasma).

Le prospezioni sono state realizzate con lo scopo di differenziare, in funzione della diversa velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali (onde "P") nei terreni e nelle rocce, i terreni superficiali dal basamento roccioso presente in affioramento in siti limitrofi.

La strumentazione utilizzata è costituita da un Sismografo DAQLink III (Seismic Source U.S.A.) con convertitore A/D a 24 bit, 24 canali, range dinamico 144db e output dei dati in SEG-Y o SEG-2, l'intero sistema di acquisizione è conforme alle specifiche ASTM D5777-00 (2006) (Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation); l'energizzazione del terreno è stata effettuata mediante l'utilizzo di una massa battente (mazza di 10 kg con starter su piattello di battuta in alluminio).

Per la ricezione delle onde longitudinali (P), durante l'indagine di tomografia sismica, sono stati usati geofoni verticali Geospace (U.S.A.) a corto periodo (14 Hz). Per l'elaborazione e l'interpretazione tomografica è stato utilizzato il programma "Rayfract" sviluppato dalla Intelligent Resources Inc. (Canada), che utilizza come modello di calcolo il WET Tomography processing.



La prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura del tempo impiegato dalla perturbazione elastica indotta nel terreno, a percorrere la distanza tra sorgente e geofoni. La velocità di propagazione dell'onda longitudinale rifratta dipende dalle caratteristiche elastiche e dalla conformazione dei terreni attraversati. Ne risulta che la relazione velocità dell'onda e distanza sorgente – geofono (dromocrona) consente, applicando degli algoritmi, di risalire agli spessori degli strati del sottosuolo con caratteristiche elastiche differenti e crescenti con l'aumentare della profondità.



Le procedure di inversione rientranti nella famiglia delle tomografie sono volte a fornire un'immagine dettagliata della distribuzione all'interno della terra di un parametro fisico riconducibile alle misure effettuate. Nel caso della tomografia sismica si otterrà un'immagine relativa alla velocità delle onde sismiche.

L'esecuzione della prova sismica è simile alla metodologia impiegata per la sismica a rifrazione. La differenza è nel numero di battute necessarie; infatti per risolvere i complicati calcoli iterativi che sono nascosti dietro il metodo tomografico è necessario compiere almeno una battuta ogni 6 geofoni, a differenza della sismica a rifrazione che al limite consente addirittura l'interpretazione con una sola battuta.

È comunque un'indagine indiretta non invasiva e veloce da eseguire, per cui è adatta per le prime fasi di progettazione per definire le caratteristiche del problema geotecnico.

La tomografia sismica consente di ottenere un'immagine dettagliata del sottosuolo superando in parte i limiti della sismica a rifrazione tradizionale. Quest'ultima tecnica, infatti, non consente di individuare forti variazioni laterali di velocità, risente in modo catastrofico delle inversioni di velocità, la presenza di gradini viene male interpretata. La tomografia sismica consente di superare questi problemi.

Si presta a individuare i sistemi di fratture nel substrato, a individuare la presenza di oggetti sepolti (cunicoli, fondazioni, vasche), a delimitare il volume dei corpi di frana o di discariche.

Ovviamente è necessario che esista una differenza di velocità tra l'oggetto della ricerca e ciò che lo circonda.

Velocità delle onde Vp per i principali tipi di terreni e rocce		
<i>Materiale terrigeno</i>	<i>Velocità minima (m/s)</i>	<i>Velocità massima (m/s)</i>
Alluvioni	300	600
Argilla	1000	2500
Argilla sabbiosa	600	2600
Ghiaia	750	1000
Sabbia siltosa	600	1900
Sabbia asciutta	200	1000
Sabbia satura	600	2300
Diorite	5800	6600
Graniti	5500	6100
Basalti	6500	7200



Confronto shot break primi arrivi e dromocrone

Il software Rayfract è basato sul modello di calcolo WET (Wavepath eikonal travelttime) che consente di ottenere sezioni tomografiche ad alta risoluzione in terreni topograficamente irregolari e substrati con morfologia complessa caratterizzati da variazioni laterali di velocità.

Il WET Tomography inversion è un modello di calcolo che consente di ricostruire un modello di velocità del primo sottosuolo ad alta definizione. Il modello di calcolo consente un'ottimizzazione non lineare dei tempi di arrivo dei travel-time delle onde sismiche dirette e rifratte registrate.

Il processo di calcolo è basato sull'elaborazione e sviluppo delle seguenti fasi:

1. Ricostruzione del gradiente di velocità (stratigrafie di velocità sismica) attraverso la tecnica di inversione Delta-t-V, con la quale si ottengono dei profili 1D "profondità-velocità" dai dati di travel-time. La tecnica di inversione Delta-t-V permette di ricostruire con cadenza pari alla metà della cadenza dei geofoni (CMP = Common Mid Point) le successioni di velocità compatibili con l'andamento di tutte le possibili dromocrone nei punti intermedi tra punto di tiro e geofono. Dal modello ricostruito come successione di stratigrafie di resistività viene elaborato un modello ad elementi finiti di piccolissime dimensioni che può già rappresentare un attendibile modello del sottosuolo. Tuttavia questo rappresenta una prima approssimazione alla soluzione.
2. Elaborazione dell'inversione tomografica, in maniera iterativa, del modello Delta-t-V mediante la tecnica 2D WET (Wavepath Eikonal Travelttime). La teoria in proposito basa i modelli tomografici sulla modellizzazione del percorso di un fascio di raggi per ogni primo arrivo, contrariamente a quanto previsto con la tomografia convenzionale basata sulla modellizzazione del percorso di un raggio sismico per ogni primo arrivo. In pratica si effettua il calcolo delle differenze dei tempi di arrivo dai vari punti di tiro ai vari geofoni, tra i valori sperimentali misurati nei sismogrammi ed i tempi calcolati sul modello di partenza. In base alle differenze riscontrate, per ciascun percorso delle onde sismiche, si apportano modifiche, in aumento o in diminuzione, delle velocità che caratterizzano i vari elementi che sono stati interessati dal passaggio del fronte d'onda considerato. Ad ogni iterazione, dopo avere apportato le modifiche alle velocità dei vari elementi, il nuovo modello viene sottoposto ad una operazione di smoothing che porta ad una migliore omogeneità dei valori di velocità entro aree di dimensioni maggiori. In genere sono sufficienti da 10 a 20 iterazioni per giungere ad un modello che porta a scarti medi tra i



tempi (Travelttime) dei vari percorsi dell'ordine di qualche millisecondo (Schuster & Quintus-Bosz, 1999).

I risultati vengono graficamente rappresentati con una sezione in cui le diverse scale cromatiche indicano le diverse velocità delle onde V_p misurate, con una certa soluzione di continuità, differentemente dalla rappresentazione con il metodo GRM, dove gli stacchi tra un sismostato e l'altro sono bruschi e repentini.

Viene anche rappresentato il grafico della copertura dei raggi rifratti nella ricostruzione tomografica, maggiore è la copertura percentuale rappresentata, migliore è il dettaglio in quel determinato settore.

La sismica a rifrazione e la sua correlazione con il grado di fratturazione delle rocce

Nota la velocità delle onde P misurate è possibile definire, sia pure indicativamente, il campo di appartenenza litologica. Poiché le velocità aumentano con la compattezza della roccia è possibile avere una prima indicazione della probabile qualità dell'ammasso.

Si è trovato che il rapporto V_p/V_0 al quadrato è numericamente prossimo ai valori dell'RQD espresso come un rapporto percentuale (Deere et al., 1967)

$$RQD(\%) = 0,97 \cdot \left(\frac{V_p}{V_0} \right)^2$$

Sulla base dei valori riscontrati nella campagna d'indagine si presume che il substrato roccioso massivo abbia una velocità massima della V_p di circa 4000 m/s.

Stima della scavabilità

Attraverso l'utilizzo di tabelle note in letteratura, che correlano la velocità delle onde P e il grado di rippabilità e scavabilità delle formazioni si può determinare il grado di approfondimento senza l'ausilio di esplosivo.

Esiste una significativa correlazione tra la velocità con cui le onde sismiche attraversano la roccia e l'efficienza di scavo delle macchine utilizzate.

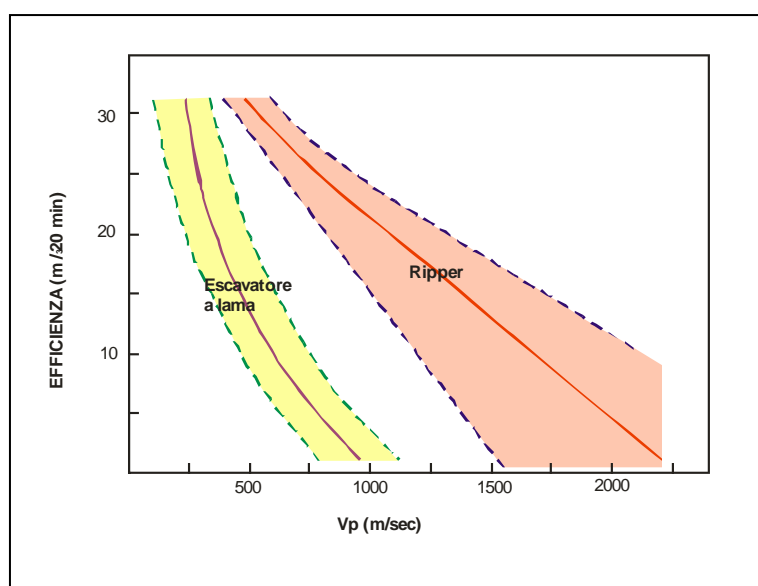
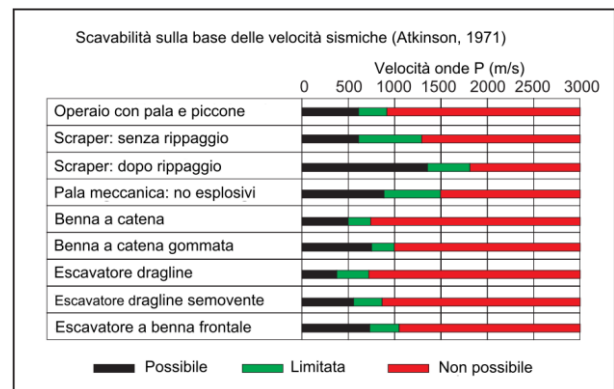
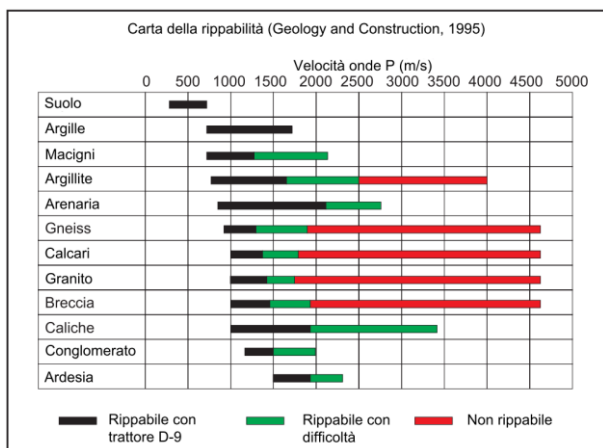
In particolare nella prima tabella si evince che la rippabilità di questi terreni (associati per similarità a Gneiss) con una macchina operatrice D9 della Caterpillar, è possibile per valori massimi di velocità dell'onda sismica longitudinale V_p pari a 1300 m/sec e si può eseguire con estrema difficoltà per valori compresi tra i 1300 m/sec e i 1800 m/sec.



Con l'utilizzo di un escavatore con pala a cucchiaio la scavabilità dei terreni è possibile, indipendentemente dalla formazione per quei sismo-strati che hanno velocità massime di 900 m/sec. Al di sopra di questa velocità e per valori massimi di 1.400 m/sec si deve far utilizzo di martelloni pneumatici.

Un'altra correlazione è quella sviluppata da Shimoto et alii (1970, da OYO Corporation 1978) mediante un diagramma si può determinare l'efficienza di scavo (volume scavato in m³/20 min) in relazione alla velocità delle onde di compressione V_p.

La comparazione mostra che l'efficienza di scavo di una pala o del ripper diminuisce in funzione dell'aumento di velocità delle onde di compressione.



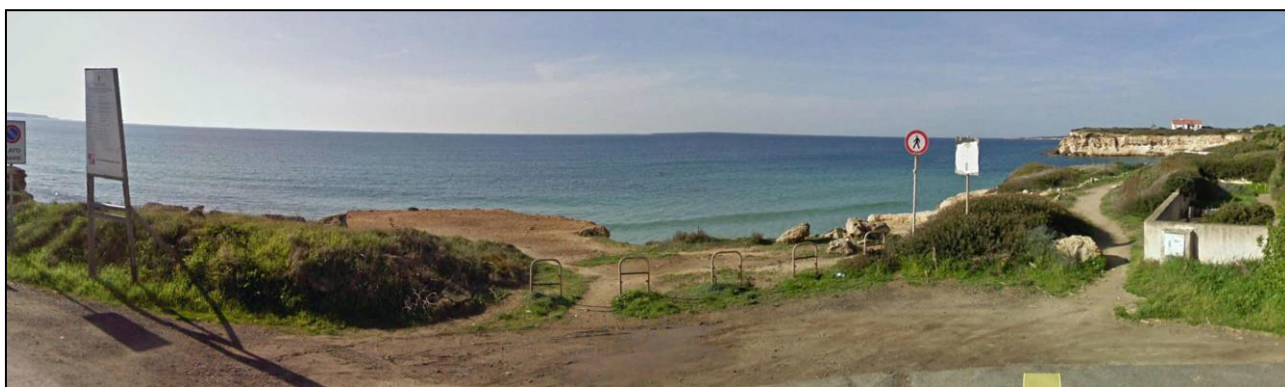


Descrizione stendimento

Per poter garantire una adeguata copertura della sezione d'interesse sono state eseguite due stese sismiche con i geofoni posti con un passo di 2 m, e con sovrapposizione di circa il 50% delle stese sismiche, ottenendo in questo modo un dettaglio adeguato per gli scopi della ricerca.

La sezione sismica complessiva ha una lunghezza di circa 76 m e ha investigato fino ad una profondità di 12-13 m circa.

REPERTORIO FOTOGRAFICO





CONTESTO GEOLOGICO

L'area in studio è ubicata nel settore nord occidentale della penisola del Sinis, caratterizzato da una morfologia sub pianeggiante a tratti collinare.

La configurazione geologica e morfologica locale appare caratterizzata dagli affioramenti del Miocene superiore per lo più costituiti da marne grigio-giallastre con intercalati banchi di calcareniti organogene, a tratti cataclasati dalle faglie testimonianti gli eventi che hanno coinvolto la microplacca sardo-corsa da sistemi di faglie tardo-erciniche riattivate nel Terziario.

In generale l'area è caratterizzata da un substrato di rocce calcarenitiche più o meno fratturate ed alterate in superficie.

Oltre al terziario nell'area in studio sono presenti solo delle modeste coperture sedimentarie quaternarie costituite da suoli e coperture alluvionali poco spesse ricoprenti il basamento litoide.

DESCRIZIONE PROFILO SISMICO

Dall'elaborazione dei dati ottenuti si è potuto constatare la presenza di una copertura terrigena o di calcari particolarmente fratturati con V_p comprese tra 250 m/s e 700 m/s, quindi da sciolta a moderatamente addensata, distribuita lungo la superficie di tutto il profilo geofisico.

Alla base di questa copertura terrigena le V_p passano gradualmente da 700 m/s a circa 1500 m/s, individuando il basamento litoide più alterato e fratturato.

Con una velocità compresa tra 1500 e 3000 m/s si individua il basamento litoide da mediamente a poco alterato e fratturato.

L'andamento stratigrafico si presenta piuttosto irregolare con presenza di settori caratterizzati da V_p relativamente basse ($800 \text{ m/s} < V_p < 1000 \text{ m/s}$) rispetto al materiale incassante ($V_p > 1200 \text{ m/s}$) quindi diagnostici di rocce particolarmente alterate e fratturate, pertanto si ritiene che questi settori siano particolarmente interessanti per l'ubicazione dei sondaggi geognostici finalizzati alla ricerca di punti di debolezza strutturale dati dalla possibile presenza anche di cavità carsiche.

Le due sezioni sismiche hanno un andamento simile, individuante la probabile copertura terrigena con un andamento tabulare e spessore di circa 2 m per tutta la lunghezza dell'area investigata.

La sismica S1 è stata eseguita praticamente in prossimità della costa a falesia, pertanto ha risentito maggiormente dello stato di alterazione locale delle marne esposte all'aggressione marina. La sismica S2 invece è stata eseguita circa 10 m più nell'entroterra e ha incontrato un ba-



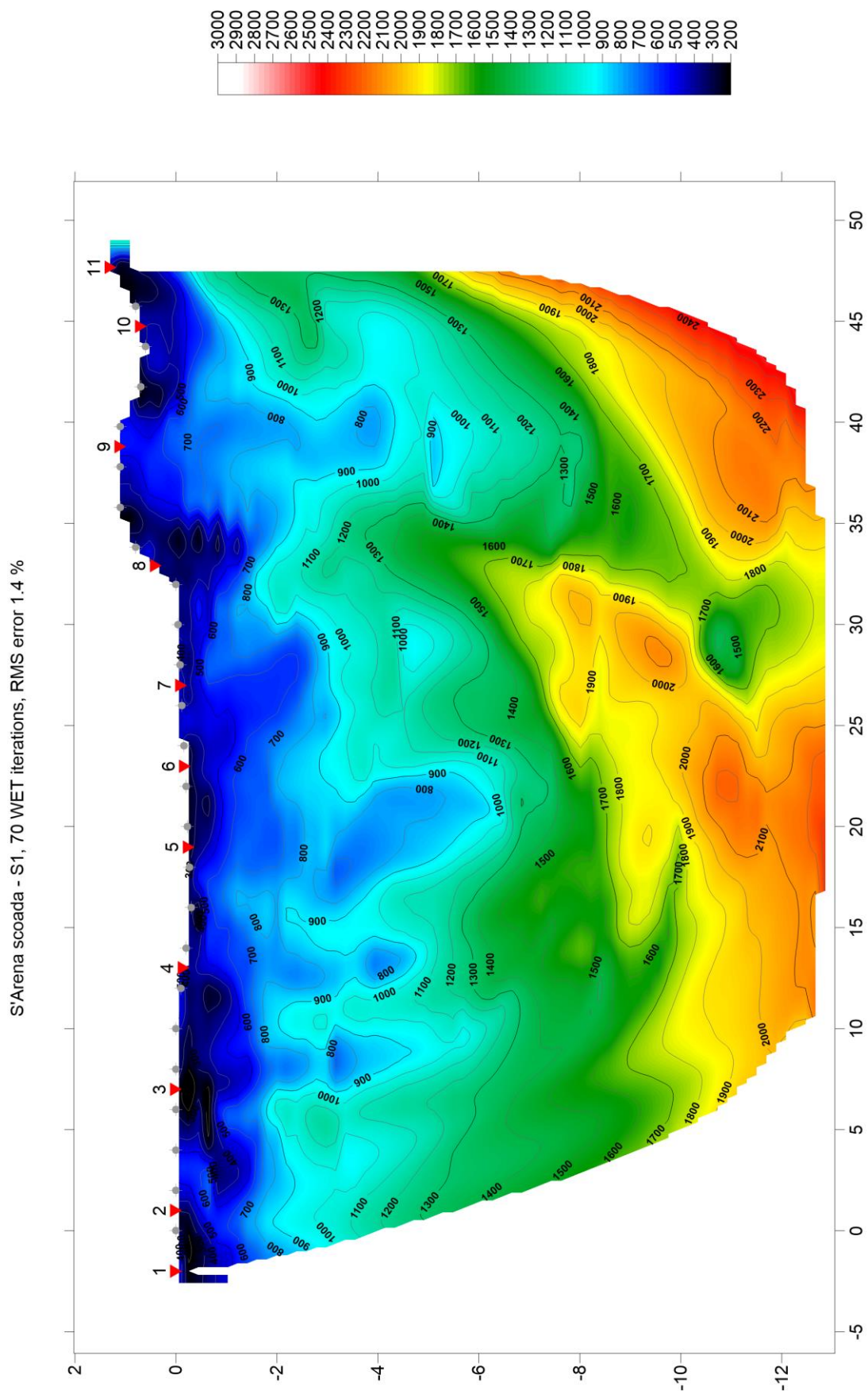
samento litoide caratterizzato da una minore presenza di settori con Vp “basse” rispetto la materiale incassante, ciò indica che già pochi metri all'interno le marne tendono ad essere più massive e competenti rispetto a quelle prettamente costiere.

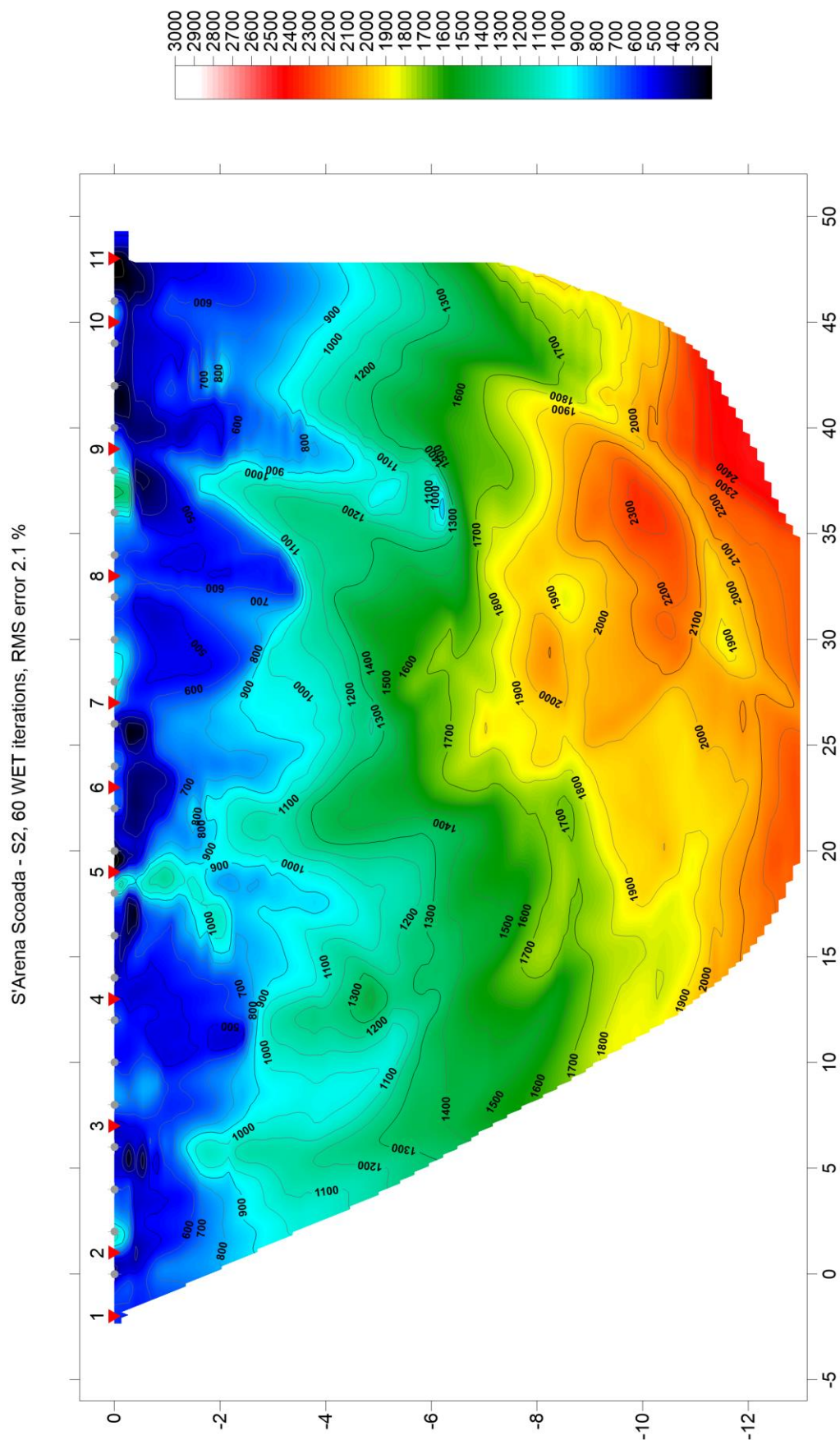
In particolare lungo il profilo S1 si riscontra un settore particolarmente fratturato compreso tra circa 7 m e 22 m dall'inizio dello stendimento, fino ad una profondità di 6 m circa, più in profondità il basamento si presenta sempre più massivo e competente. Un secondo settore d'interesse lo si riscontra a circa 39 m dall'inizio del profilo e fino ad una profondità di 10 m circa.

Il profilo sismico S2, come già detto, presenta un andamento più regolare, con settori meno marcati in cui le Vp individuano delle discontinuità.

I punti che individuano il basamento litoide con caratteristiche geomeccaniche più scadenti sono compresi tra gli 8 e i 15 m fino a circa 6 m di profondità, ed un secondo a circa 39 dall'inizio dello stendimento e fino a 7 m di profondità.

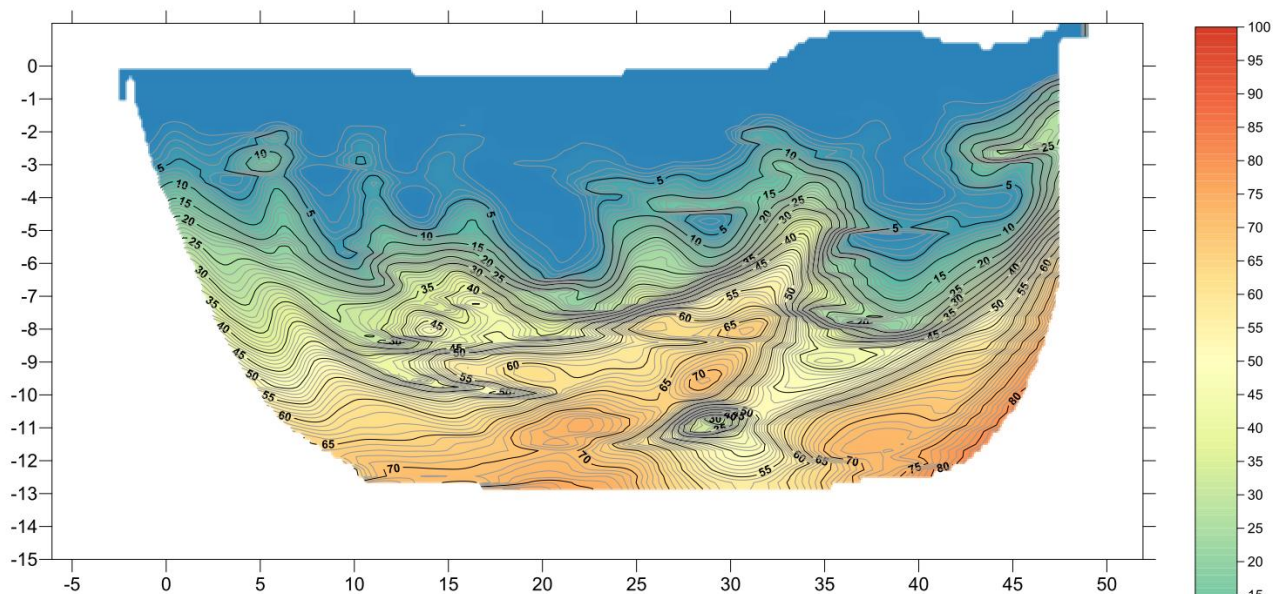




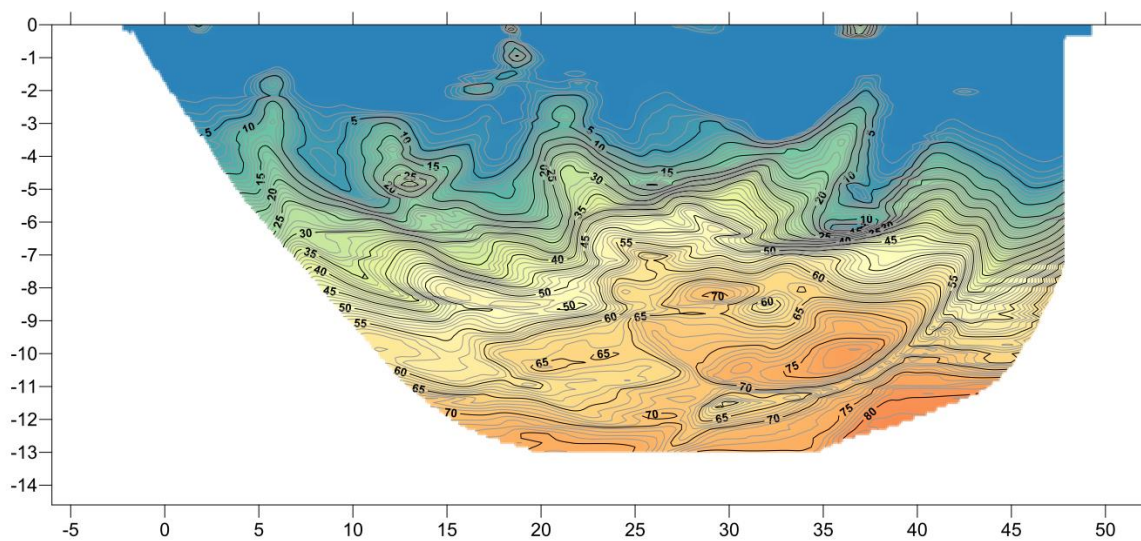




S'Arena scoda - Stima RQD S1



S'Arena scoda - Stima RQD S2



COMUNE DI SAN VERO MILIS

PROVINCIA ORISTANO

CRITERIA S.R.L.

INTERVENTI URGENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA DEI TRATTI DI MAGGIOR RISCHIO

E ALLA MITIGAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE DINAMICHE EROSIVE NEI PUNTI

DI MAGGIOR INTENSITA' E INCIDENZA NELLA LINEA COSTIERA

INDAGINE GEOGNOSTICA



L' Impresa

GEOSARDINYA S.r.l.

INDAGINI SVOLTE

Su affidamento incarico da parte della Società CRITERIA S.r.l. sono stati eseguiti il 14 Dicembre 2017 due sondaggi a carotaggio continuo su un tratto della linea costiera di S'Arena Scoada nella marina di San Vero Milis, finalizzati al prelievo di campioni per la caratterizzazione lito-stratigrafica del sito.

La profondità investigata risulta di m – 5.00 dal piano campagna.

Su ciascun sondaggio si è proceduto inoltre all'esecuzione di una penetrometrica S.P.T. (Standard Penetration Test).

Per i sondaggi è stata utilizzata una sonda idraulica Atlas Copco Mustang A66 CBT montata su carro cingolato con le seguenti caratteristiche tecniche:

- Coppia max 13000 Nm
- Velocità max 615 rpm
- Tiro 9670 daN
- Spinta 9670 daN

I campioni prelevati con utilizzo di carotieri semplici Ø 101 mm sono stati alloggiati su apposite cassette catalogatrici porta campioni a scomparti su cui sono state riportate le profondità progressive d'avanzamento della perforazione.

L'Impresa

GEOSARDINYA s.r.l.
Via Dorando Petri n°9/B
09170 - ORISTANO
P. IVA e C.F.: 011 0497 095 7

SONDAGGIO S1

COMMITTENTE : CRITERIA S.r.l.

LOCALITA' : S'Arena Scoada

OPERA : Indagini geognostiche linea costiera

UBICAZIONE: vedi planimetria

QUOTA: piano campagna

DATA: 14/12/2017

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.04								Terreno di riporto: frammenti litici ≤ 1 cm con sabbie
0.10								Terreno di riporto: sabbie limose brune con alcuni frammenti litici ≤ 1 cm
0.25								Terreno di riporto: conglomerato cementizio
0.30								Terreno di riporto: argille limose brune con alcuni elementi litici
								Sabbie limo argillose giallastre con frammenti arenacei
0.80								
1.00				1.05-1.50	2	4	5	Limi argillo sabbiosi giallastri con frammenti arenacei
1.20				punta aperta				Argille limose debolmente sabbiose bruno ocracee
1.50								Calcari biancastri da teneri a mediamente consistenti con alternati livelli argillosi bruni
2.25								Calcari biancastri da teneri a mediamente consistenti
2.60								Argille nocciola chiare e marne da tenere a mediamente consistenti
4.80								
5.00								Calcari marnosi nocciola chiaro consistenti
								FINE SONDAGGIO
								Livello H ₂ O: m -3.55

Pp: resistenza alla punta del Pocket Penetrometer (kg/cm²)Vt: resistenza al taglio con Vane Test (kg/cm²)

S.P.T.: Standard Penetration Test



Prelievo campione indisturbato



Prelievo campione a disturbo limitato



Prelievo campione rimaneggiato

Sondaggio S 1 (0.00 m ÷ -5.00 m)



SONDAGGIO S2

COMMITTENTE : CRITERIA S.r.l.

LOCALITA' : S'Arena Scoada

OPERA : Indagini geognostiche linea costiera

UBICAZIONE: vedi planimetria

QUOTA: piano campagna

DATA: 14/12/2017

Profondità (m)	Livello H ₂ O	Camp.	Litologia	S.P.T.	N1	N2	N3	DESCRIZIONE TERRENO
0.60								Sabbie argillose brune con frammenti litici arenacei da < 1 cm a ø max 5 cm e alcuni ciottoli evoluti quarziticci ø max 3 cm
1.00				0.85-1.30 punta aperta	13	11	10	Sabbie limo argillose addensate e arenarie in alternanze centimetriche, ocracee, nocciola e brune
1.30								Marne tenere giallastre limo argillose
								Calcari biancastri e marne calcaree giallastre in alternanza da teneri limo argillosi a localmente mediamente consistenti
3.30								Marne tenere limo argillose nocciola
5.00								FINE SONDAGGIO

Pp: resistenza alla punta del Pocket Penetrometer (kg/cm²)Vt: resistenza al taglio con Vane Test (kg/cm²)

S.P.T.: Standard Penetration Test



Prelievo campione indisturbato



Prelievo campione a disturbo limitato



Prelievo campione rimaneggiato

Sondaggio S 2 (0.00 m ÷ -5.00 m)

