

UNIONE MONTANA SUOL D'ALERAMO

PROVINCIA DI ALESSANDRIA

INTERVENTI DI MANUTENZIONE DEL TERRITORIO MONTANO

PROGETTO ESECUTIVO

esteso ai comuni di: CARTOSIO, CAVATORE, DENICE,
MELAZZO, MERANA,
MONTECHIARO D'ACQUI, MORBELLO, PARETO, PONTI
(1° LOTTO)

RELAZIONE GEOLOGICA

RIF. INT.: 2017_74

DATA: 20 AGO.2018

IL RESPONSABILE Il R.U.P.

Geom. Carla Moretti



I TECNICI

Dott. Geol. Andrea Silvio BASSO



Raggruppamento Temporaneo di Professionisti

STUDIONOVI Bruno-Chiarella

STUDIO DI GEOLOGIA Andrea Silvio Basso

Via Manzoni 14, 15067 NOVI L. (AL) tel. 0143 75470 - fax 0143 321409

SOMMARIO

1.) PREMESSA	2
2.) UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE.....	2
3.) QUADRO NORMATIVO E VINCOLI.....	3
4.) INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	4
5.) INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	5
6.) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	6
7.) INDAGINI ESEGUITE	7
7.1.) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DP).....	7
7.2.) TOMOGRAFIA SISMICA	8
8.) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	10
8.1.) ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE	10
8.2.) PARAMETRI GEOTECNICI	13
9.) CLASSIFICAZIONE E VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	14
10.) CONCLUSIONI	17

ALLEGATI

TAV.1 COROGRAFIA (SCALA 1:10.000)

TAV.2 PLANIMETRIA GENERALE_ UBICAZIONE PROVE (SCALA 1:500)

ELABORATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

ELABORATO TOMOGRAFIA SISMICA

PARAMETRI SISMICI DI SITO

1.) PREMESSA

La presente relazione predisposta dal geologo Andrea Basso, con studio In Ovada, via Lung'Orba Mazzini n. 95, iscritto all'Albo dei Geologi della Regione Piemonte al n. 334/A, è riferita all'Area d'intervento presso il Comune di Montechiaro d'Acqui.

INTERVENTO IN PROGETTO

L'intervento in progetto prevede il consolidamento del muro di sostegno tramite micropali (con diametro di 20 cm e 8,50 metri di lunghezza) ubicato alla base della Strada Comunale del Ciochino, via delle Scuole, sito in Comune di Montechiaro d'Acqui.

INDAGINI ESEGUITE

- Rilievo geomorfologico e geologico di dettaglio dell'area
- Acquisizione del materiale tecnico professionale e bibliografico relativo all'area oggetto di studio.
- Esecuzione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche DL30
- N. 1 tomografia sismica a rifrazione
- Digitalizzazione dei dati acquisiti e loro elaborazione, mediante appositi programmi, per la realizzazione di tavole illustrative e per il calcolo delle caratteristiche meccaniche del terreno e per l'interpretazione delle prove geofisiche.

2.) UBICAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE

L'area soggetta a indagine fa parte del territorio comunale di Montechiaro d'Acqui (AL), in via delle Scuole, ad una quota di circa 500 metri sul livello marino. L'area di studio fa parte della porzione meridionale del rilievo collinare dove sorge il concentrico di Montechiaro.

La zona è cartografata sul Foglio 81 "Ceva" della Carta d'Italia (scala 1:100.000) e sulla sezione 212010 della Carta Tecnica Regionale della Regione Piemonte.

3.) QUADRO NORMATIVO E VINCOLI

Il presente studio è stato redatto in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente di seguito elencata:

- D. M. 14 gennaio 2008
"Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, del C.S.LL.PP.
Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- D.G.R. 19 gennaio 2010, n. 11-13058
Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006)

Per quanto riguarda i vincoli, si fa presente che l'area oggetto di relazione ricade in zona a tutela idrogeologica ai sensi del R.D. 3267/23, L.R. n. 45/89 e s.m e i.

4.) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il substrato roccioso caratterizzante il territorio della zona è contraddistinto dalla presenza di successioni sedimentarie riferibili al Bacino Terziario Piemontese. Quest'ultimo si presenta come un'ampia depressione a sinclinale addossata all'Appennino Ligure, a Sud, e limitata a Nord dalla Collina di Torino, dallo Sperone di Tortona e dal margine della Pianura Padana. Si tratta di una sequenza di depositi marini, di riempimento di una vasta area, che, per effetto della subsidenza della zona settentrionale e del pulsare della catena alpina, presenta un tipico assetto monoclinale con immersione nord ed attenuazione delle pendenze verso la piana alessandrina. In questo settore, a causa dell'elevata subsidenza iniziata nel Pliocene e proseguita anche se con intensità decrescente fino al Quaternario Recente, la successione marina pliocenica raggiunge lo spessore di 2000 metri. All'interno del territorio di Montechiaro d'Acqui, tale successione risulta costituita dalle seguenti formazioni:

- *Formazione di Cortemilia (Langhiano-Aquitano);*
- *Formazione di Rocchetta (Aquitano-Oligocene superiore);*
- *Formazione di Molare (Oligocene);*

Tali formazioni sono riportate dalla più recente alla più antica. Nell'area d'indagine è presente la *Formazione di Rocchetta* descritta sul foglio N. 81 "CEVA" della carta geologica d'Italia 1:100.000, di cui di seguito viene riportato uno stralcio.



Formazione di Rocchetta: Marna talora siltoso-sabbiosa, grigia, grigio-nocciola o azzurra, spesso divisibile in scaglie o lamine sottili.

5.) INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Le caratteristiche morfologiche generali della zona sono determinate sia dalla natura litologica e strutturale del substrato geologico e sia da fattori morfogenetici legati a processi di degradazione e/o alterazione dei versanti.

In particolare, l'assetto monoclinale delle successioni sedimentarie caratterizzanti il substrato, con immersione degli strati generalmente verso NO, impone acclività moderate nei versanti settentrionali (assetto "a franapoggio") ed acclività più elevate nei versanti meridionali e orientali (assetto "a reggipoggio"). Tale diversificazione è inoltre influenzata dalla natura del substrato roccioso e quindi dalla presenza di contrasti litologici aventi differenti caratteristiche meccaniche (per esempio il contatto tra formazioni marnose o argillose e di formazioni arenaceo-sabbiose).

In questo contesto, l'area d'intervento si posiziona alla sommità di un versante collinare con pendenze alte rivolto a sudovest, alla quota di circa 500 metri s.l.m.

Per quanto riguarda l'evoluzione dei versanti, l'analisi fotogrammetrica, il rilievo dell'area e la cartografia tematica disponibile non hanno evidenziato la presenza di fenomeni gravitativi sul sito di intervento.

Dal punto di vista della dinamica delle acque superficiali, l'area in oggetto è situata in sommità di un versante collinare pertanto non risulta essere influenzata dalla dinamica fluviale.

6.) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrogeologico, nell'area in questione possono essere distinti due termini:

- **Substrato alterato:** costituito da marne siltoso-sabbiose alterate; è caratterizzato da permeabilità media.
- **Substrato:** costituito da marne siltoso-sabbiose integre; sono caratterizzate da permeabilità per porosità bassissima o nulla e da una permeabilità secondaria variabile in funzione del grado di fratturazione della roccia.

Il substrato roccioso, sostanzialmente impermeabile in condizioni di integrità, può essere caratterizzato localmente da permeabilità secondaria connessa alla presenza di fratturazioni e/o fessurazioni indotte da fenomeni deformativi successivi alla sua genesi. La conducibilità idraulica secondaria del substrato risulta fortemente influenzata sia dalla giacitura delle anisotropie planari caratteristiche del substrato, sia dalla natura e granulometria del materiale di riempimento.

In tale contesto idrogeologico, considerata l'orografia dell'area, la stratigrafia dei terreni (orizzonte di copertura avente permeabilità media per porosità su substrato marnoso) e i dati delle indagini eseguite non si rileva la presenza di una falda acquifera vera e propria, ma solo una circolazione subcorticale che ha sede all'interno della coltre sciolta ed è strettamente connessa al regime meteorico stagionale (risulta ridotta o assente nelle stagioni asciutte).

7.) INDAGINI ESEGUITE

Al fine di effettuare una adeguata caratterizzazione del sito, in relazione alle opere in progetto sono state condotte una serie di indagini in sito, mirate in particolare alla valutazione dello sviluppo geometrico e delle caratteristiche geotecniche dei terreni di superficiali.

Le indagini hanno compreso oltre al rilevamento geologico e geomorfologico di superficie, l'esecuzione di due prove penetrometriche dinamiche leggere e di un'indagine geofisica di tipo sismico.

L'ubicazione dell'indagine è riportata nella planimetria in allegato.

7.1.) PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DP)

Vengono di seguito sintetizzate le caratteristiche del penetrometro dinamico medio (DL30IT) che è stato impiegato:

Peso maglio	:	30,0 kg
Altezza di caduta maglio	:	20 cm
Lunghezza aste	:	1,0 m
Peso aste/m	:	2,4 kg
Avanzamento punta	:	10 cm
Diametro punta	:	35,6 mm
Angolo apertura punta	:	60°

Le prove consistono nell'introdurre nel terreno una punta a cono posta all'estremità di una batteria di aste mediante battitura alla testa dell'ultima asta da parte di un maglio di peso noto che cade da un'altezza costante. L'infissione avviene per tratti consecutivi di 10 cm misurando il numero di colpi (N_{10}) necessari.

La resistenza opposta dai terreni sciolti alla penetrazione della punta conica è funzione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni attraversati. Pertanto, l'interpretazione dell'istogramma (numero di colpi/profondità) permette di ottenere oltre che la stratigrafia di massima anche informazioni puntuali sulle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati.

Descrizione delle prove dinamiche (DP 1-2)

La profondità raggiunta varia da 1,50 a 2,50 metri, queste prove hanno evidenziato una discreta correlazione reciproca dei valori riscontrati (numero di colpi N_{10} e resistenza dinamica alla punta R_{PD}) ed hanno interessato i depositi detritici superficiali, la coltre d'alterazione del substrato e la porzione superiore del substrato marnoso.

Durante l'esecuzione delle prove non si è rilevata la presenza di terreni saturi d'acqua.

7.2.) TOMOGRAFIA SISMICA

L'indagine sismica a rifrazione è un'indagine indiretta che utilizza le variazioni di velocità delle onde sismiche, le quali dipendono dalla densità e dalla rigidità del materiale attraversato ovvero da proprietà riconducibili alle caratteristiche litologiche dei materiali indagati. Il comportamento della propagazione delle onde in profondità rispetta la legge di Snell dando origine a fenomeni di rifrazione e riflessione.

Lo svolgimento della prova consiste nel generare un'onda sismica di compressione (energizzazione) e registrarne l'arrivo a dei geofoni disposti in linea ad intervalli noti. L'interpretazione delle misure registrate si basa sull'analisi del tempo impiegato dall'onda generata a raggiungere ciascun geofono. Per poter ricostruire le variazioni della geometria di ciascun orizzonte rifrattore è necessario eseguire più energizzazioni mantenendo invariata la geometria dei geofoni. Generalmente si usa una disposizione regolare e simmetrica dei geofoni e delle energizzazioni.

Per la presente indagine è stato eseguito un profilo tomografico-sismico (denominato S1), finalizzato alla determinazione dello spessore e delle caratteristiche delle coperture e del substrato; lo stendimento è stato realizzato nell'area interessata dagli interventi (vedi planimetria prove allegata).

La tabella seguente dettaglia le caratteristiche dello stendimento eseguito:

PROSPEZIONE TOMOGRAFICA SISMICA					
STESA	LUNGHEZZA MAX <i>m</i>	INTERDISTANZA GEOFONI <i>m</i>	GEOFONI <i>N.</i>	ENERGIZZAZIONI <i>N.</i>	PROFONDITA' INDAGATA <i>m</i>
S1	33	3,0	12	5	≈ 6/7

L'interdistanza geofonica ravvicinata pari a 3,0 m con 12 canali, garantisce unitamente al raggiungimento di una adeguata profondità d'indagine, anche un buon dettaglio risolutivo.

L'interpretazione dei dati è stata effettuata con un software che consente di elaborare le registrazioni effettuate con la tecnica tomografica; il programma elabora un modello bidimensionale di velocità del sottosuolo che soddisfa i valori sperimentali acquisiti con le varie energizzazioni lungo lo stendimento, permettendo una ricostruzione graduale delle variazioni.

Nella sezione è riconoscibile un primo strato corrispondente all'insieme (riporti/coltre di alterazione) che presenta uno spessore variabile tra 0,5 e 2,5 metri circa; il contatto coltre superficiale-substrato alterato è localizzabile tra le isotache Vp di 550 e 750 m/s, il successivo passaggio substrato alterato-substrato integro tra le isotache Vp di 900 e 1.100 m/s. Il gradiente di velocità è, infatti, più elevato tra le isotache 550 e 750 m/s, tali variazioni di velocità evidenziano un rapido passaggio dai depositi disarticolati della coltre al substrato alterato e quindi al substrato integro.

Si può pertanto stimare uno spessore della coltre sciolta (riporti coltre) variabile tra 0,5 e 3 metri, e uno spessore della porzione alterata del substrato di circa 1-2 metri, lo spessore di coltre maggiore è stato rilevato nella parte iniziale della sezione sismica (verso valle), va inoltre segnalata la presenza di un

orizzonte molto veloce ($V_p > 1.500$ m/s) nella parte terminale dello stendimento (verso monte) che potrebbe essere riconducibile alla presenza di substrato rigido (arenarie) o di una struttura di origine antropica.

8.) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Dal confronto tra le informazioni ottenute con il rilevamento, con i dati delle indagini eseguite è stato possibile ottenere una caratterizzazione dei terreni interessati dall'intervento.

8.1.) ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

L'assetto litostratigrafico locale può essere sintetizzato come segue:

- a) Orizzonte **R₀** (terreno di riporto): costituiti da materiali a granulometria eterogenea, privi di consistenza; con spessore di circa 1,5 metri e con valori di N_{SPT} estremamente bassi.
- b) Orizzonte **A₁** (coltre di alterazione del substrato): costituiti da materiali a granulometria medio-fine, molto consistenti; con spessori di 0,5 metri con valori di N_{SPT} di circa 19.
- c) Orizzonte **A₂** (substrato): costituito in prevalenza da marne sabbiose, con valori di N_{SPT} superiori a 30.

La tabella successiva sintetizza le risultanze ottenute durante le prove.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP1		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 1,80 m	R₀	Terreno di riporto
1,80 m - 2,50 m	A₁	Materiali a grana medio-fine molto consistenti (Coltre d'alterazione)
2,50 m - 2,60 m (fine prova)	A₂	Marne limoso-sabbiose estremamente consistenti (Substrato)
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DP2		
PROFONDITA' (m p.c.)	ORIZZONTE	LITOLOGIA
0,00 m - 1,20 m	R₀	Terreno di riporto
1,20 m - 1,40 m	A₁	Materiali a grana medio-fine molto consistenti (Coltre d'alterazione)
1,40 m - 1,50 m (fine prova)	A₂	Marne limoso-sabbiose estremamente consistenti (Substrato)

CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI TRAMITE PROVE DINAMICHE

I valori di resistenza dinamica R_{PD} sono ricavati in funzione delle masse mobili e fisse del penetrometro dinamico e del numero medio di colpi N₁₀ nelle condizioni meno addensate mediante "la formula degli Olandesi":

$$R_{pd} = M^2 \cdot H / [A \cdot e \cdot (M+P)] = M^2 \cdot H \cdot N / [A \cdot \delta \cdot (M+P)]$$

Poiché le correlazioni empiriche esistenti in letteratura tra i risultati di una prova penetrometrica dinamica ed i principali parametri geotecnici del terreno fanno riferimento essenzialmente alle prove

SPT (Standard Penetration Test), occorrere applicare una correzione ai risultati delle prove DP, per tenere conto delle diverse modalità esecutive.

$$N_{SPT} = C_f N_{10}$$

dove C_f è un parametro correttivo sulla base delle differenti modalità esecutive (peso del maglio, volata, area della punta, ecc.) indispensabile per rapportare il numero di colpi dell'SPT con quelli del dinamico continuo effettivamente utilizzato:

$$C_f = \frac{M_1 \cdot H_1 \cdot Pl_1 \cdot Ap_1}{M_2 \cdot H_2 \cdot Pl_2 \cdot Ap_2}$$

Con riferimento al penetrometro usato, il coefficiente di correlazione C_f è pari a 0,78. La correlazione consente di ricavare i seguenti valori di N_{SPT} per gli orizzonti incontrati:

Orizzonti	N_{10}	N_{SPT}
R ₀	1,6	2,1
A ₁	15	19,2
A ₂	>30	>30

I parametri geotecnici calcolabili per terreni attraverso correlazioni dirette con il valore di N_{SPT} sono i seguenti:

- angolo di resistenza al taglio φ
- densità relativa

Il valore dell'angolo di attrito interno dei terreni attraversati nella penetrometria è valutabile con la correlazione di *Yukitake Shioi & Jiro Fukuni* (1982):

$$\varphi = (15 N_{SPT})^{1/2} + 15$$

mentre la densità relativa può essere determinata in via qualitativa con Terzaghi & Peck (1948) ed in via quantitativa dalla correlazione di *Gibbs & Holtz* (1957):

$$Dr(\%) = 21 (N_{SPT}/(\sigma + 0,7))^{1/2}$$

dove σ è la pressione litostatica a metà strato. In generale gli orizzonti geotecnici incontrati, a parte l'ultimo, sono caratterizzati da valori di densità medio-bassi.

Inoltre, per i terreni coesivi, i valori di N_{SPT} consentono una stima della coesione non drenata C_u . Per argille mediamente plastiche o argille sabbiose è possibile utilizzare la correlazione di Terzaghi & Peck:

$$C_u \text{ (kg/cmq)} = 0,067 * N_{SPT}$$

8.2.) PARAMETRI GEOTECNICI

La caratterizzazione geotecnica dei materiali deriva dai risultati delle prove eseguite e da dati bibliografici riferibili a prove in sito e di laboratorio su campioni ben assimilabili a quelli in oggetto. Di seguito si riportano i parametri geotecnici medi degli orizzonti litostratigrafici descritti in precedenza, con l'esclusione dell'orizzonte superficiale per il quale si indica solo il peso di volume.

ORIZZONTE GEOTECNICO R_0

peso di volume naturale	γ'	=	17 kN/m ³
-------------------------	-----------	---	----------------------

ORIZZONTE GEOTECNICO A_1

angolo di attrito efficace	ϕ'	=	24-26° *
coesione drenata	c'	=	2-4 kPa *
coesione non drenata	C_u	=	25-40 kPa
peso di volume naturale	γ'	=	18 kN/m ³
Densità relativa	Dr	=	30-40%

* condizioni drenate

ORIZZONTE GEOTECNICO A_2

angolo di attrito dell'ammasso	ϕ'	=	27-29°
coesione dell'ammasso	c'	=	10-15 kPa
peso di volume naturale	γ'	=	19 kN/m ³

9.) CLASSIFICAZIONE E VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

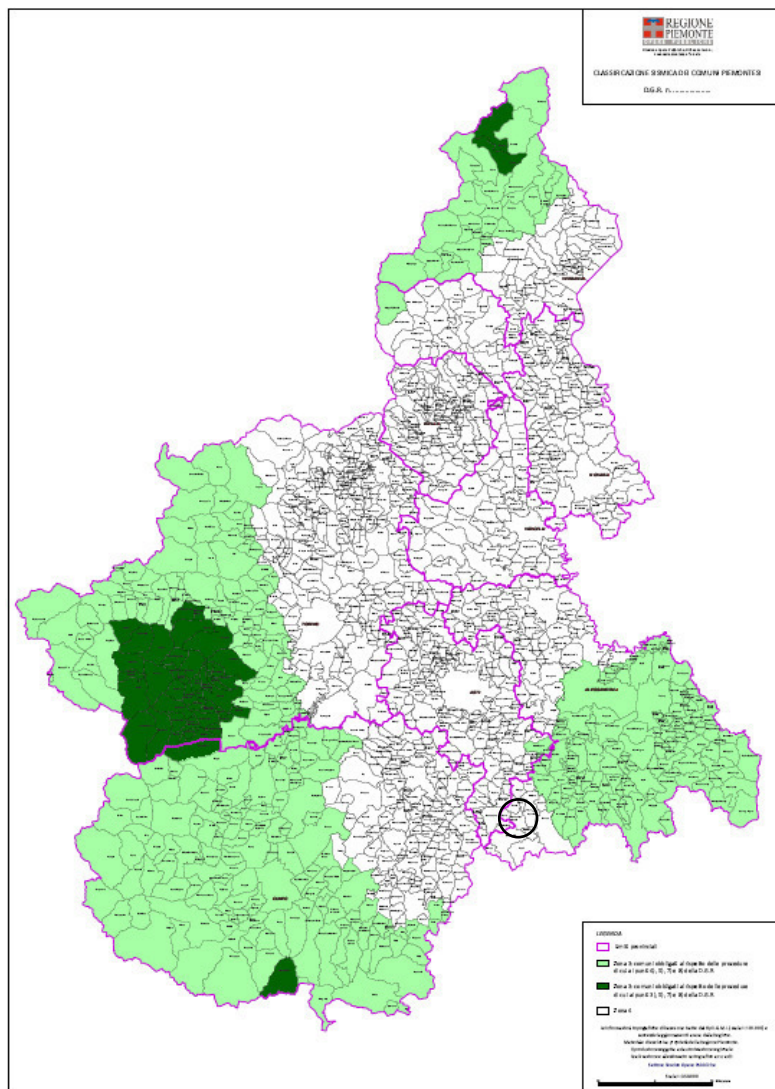
La determinazione delle azioni sismiche non avviene più, come in passato, per mezzo dell'obsoleto concetto di "Zone Sismiche", poiché si sa che all'interno di un medesimo comune possono esserci effetti sismici diversi, in dipendenza di vari complessi fenomeni geo-sismo-tettonici, ed a prescindere dagli effetti dovuti al tipo di sottosuolo, già tenuti in conto dal *soil factor* S (un numero che può amplificare le azioni sismiche a causa degli effetti stratigrafici e topografici). Inoltre, anche la conoscenza di eventi sismici remoti consente di meglio stimare le accelerazioni di picco al suolo (a_g) i fattori amplificativi degli spettri (F_0) ed i periodi T_c^* relativi a ciascun possibile sito, ovvero i tre parametri da cui discende lo spettro di risposta usato nella determinazione delle azioni sismiche. La forma e intensità dello spettro di risposta di progetto infatti, sono funzione di questi tre parametri, che cambiano da sito a sito (Paolo Rugarli, 2009).

La pericolosità sismica regionale è basata sullo schema proposto dal Gruppo Nazionale Difesa dei Terremoti, che considera gli eventi sismici ricadenti nella zona sismo genetica di competenza.

La pericolosità sismica regionale è basata sullo schema proposto dal Gruppo Nazionale Difesa dei Terremoti, che considera gli eventi sismici ricadenti nella zona sismo genetica di competenza

Per quanto attiene direttamente al territorio del **Comune di Montechiaro d'Acqui**, esso è stato classificato ai sensi della D.G.R. n. 11-13058 del 19 gennaio 2010 "*Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. n.3519/2006)*", in **ZONA 4** (*pericolosità bassa*).

La normativa prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della medesima. Sono quindi state identificate 5 classi, A, B, C, D ed E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico.



Parametri per la determinazione dell'azione sismica

Per il calcolo dell'azione sismica, gli elementi necessari sono i seguenti:

- categoria di suolo di fondazione
- condizioni topografiche
- Classe d'uso opera e Vita nominale opera
- Parametri sismici di sito (T_r , a_g , F_o , T_c^*)

Determinazione della categoria di suolo di fondazione

Per la caratterizzazione fisica e geotecnica, si considera la velocità media delle onde di taglio nei primi 30 metri (V_{s30}); in questo caso la velocità delle onde di taglio è stata determinata tramite dati bibliografici. L'indagine ha consentito di individuare due unità litofisiche rappresentate dalla coltre superficiale e dal substrato; il valore medio di V_s stimato (e verificato in prima approssimazione con le indagini sismiche eseguite) per le due unità è di circa 400-500 m/s per la coltre e di 600-700 m/s per il substrato, tali velocità permettono di collocare il sito di interesse in **Categoria di suolo B**.

estratto da tabella 3.2.II - NTC 08

Categoria	Descrizione
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 e 800 m/s.</i>

Determinazione delle condizioni topografiche

estratto da tabella 3.2.IV - NTC 08

Categoria	Descrizione
T2	Pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i > 15^\circ$

Determinazione delle caratteristiche dell'opera

Al fine di poter effettuare le verifiche di sicurezza è necessario definire anche la vita nominale dell'opera e, in presenza di azioni sismiche, la classe d'uso con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, di seguito si riportano i valori considerati.

estratto da tabella 2.4.I - NTC 08

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni d'emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Determinazione dei parametri sismici di sito

I parametri sismici di sito sono stati calcolati, inserendo le coordinate geografiche medie del sito, la classe d'uso della costruzione, la vita nominale della costruzione per mezzo di un apposito software che utilizza come base di dati il reticolo di riferimento nazionale.

Di seguito si riporta l'elenco dei parametri calcolati per i diversi stati limite.

periodo di riferimento della costruzione
 T_r : periodo di ritorno evento sismico
 a_g : accelerazione di riferimento del terreno
 F_o : fattore di amplificazione spettrale massima
 T_c^* : periodo di inizio del tratto dello spettro a velocità costante

In allegato si riportano i dati completi riferiti al sito.

10.) CONCLUSIONI

L'intervento a progetto interesserà un settore del territorio Comunale di Montechiaro d'Acqui, caratterizzato da una morfologia collinare con rilievi che presentano pendenze medio-elevate. L'area di progetto è situata nella zona sommitale di un versante esposto a sudovest, alla quota di circa 500 metri s.l.m.

Geologicamente la zona è caratterizzata da una successione quaternaria di ambiente marino, attribuibile alla *Formazione delle di Rocchetta*, che presenta immersione in direzione nord-nordovest rendendo il versante subito al di sopra del tratto interessato dall'opera a "traverpoggio-reggipoggio", quindi con caratteristiche buone ai fini della stabilità dei pendii. Questa formazione è composta da alternanze marnose e marnoso-arenacee.

Ammantati sul substrato marnoso vi sono dei materiali di riporto caratterizzati da granulometrie eterogenee, con spessori di 1-2 metri e caratteristiche meccaniche scadenti.

Il substrato terziario è costituito da sedimenti impermeabili; infatti i termini marnosi sono da considerare impermeabili, tuttavia, in questi materiali possono esistere dei piccoli acquiferi localizzati lungo i giunti di stratificazione e in corrispondenza di zone di fratturazione, ma anche al contatto coltre detritica-substrato. Pur non essendo presente una falda vera e propria, a seguito dei periodi di maggiore piovosità, si instaura una circolazione idrica all'interno della coltre di alterazione superficiale con possibile saturazione della stessa.

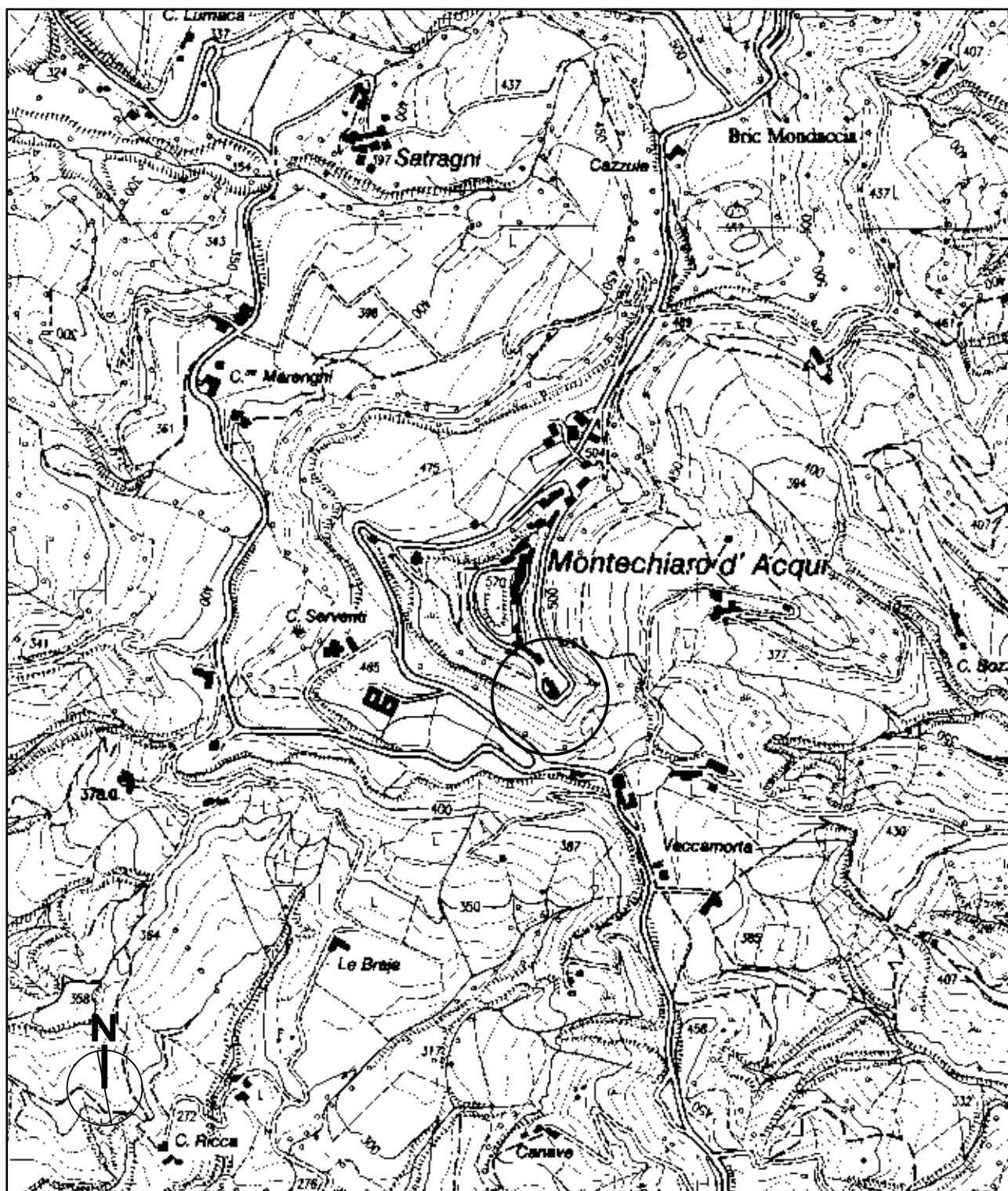
Si consiglia una corretta regimazione delle acque superficiali per evitare l'innesco di fenomeni erosivi.

Prendendo in esame quanto esposto in precedenza, si ritiene il sito idoneo all'intervento in progetto.

Ovada,

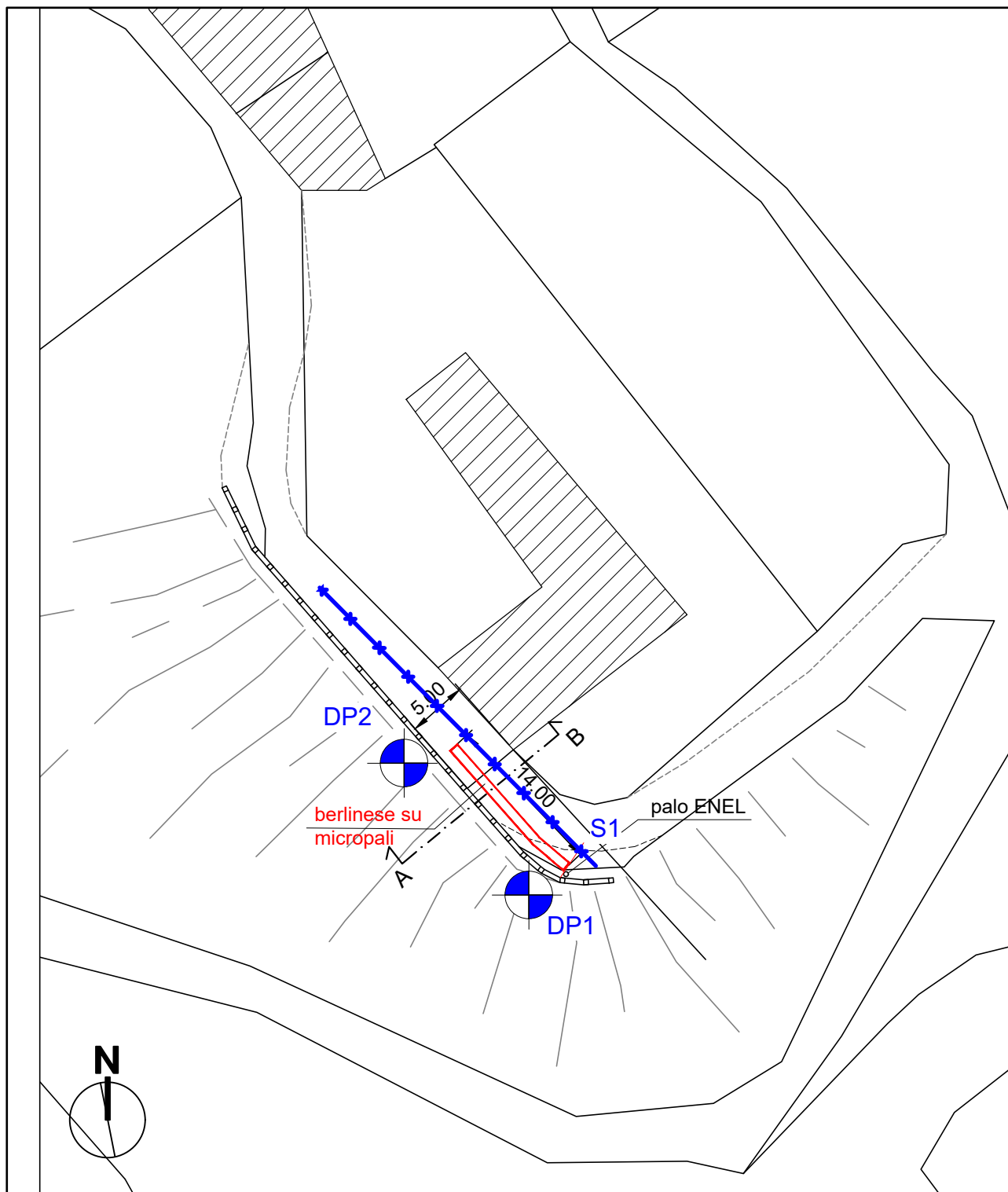


Andrea Basso geologo



Progetto:	INTERVENTI DI MANUTENZIONE DEL TERRITORIO MONTANO	tavola:	01
Committente:	SUOL D'ALERAMO	vrs: 01	
Località/Comune:	MONTECHIARO D'ACQUI (AL)	data:	
Elaborato:	COROGRAFIA_STRALCIO CTR 212010	scala:	1:10.000

Andrea Basso geologo - Ovada

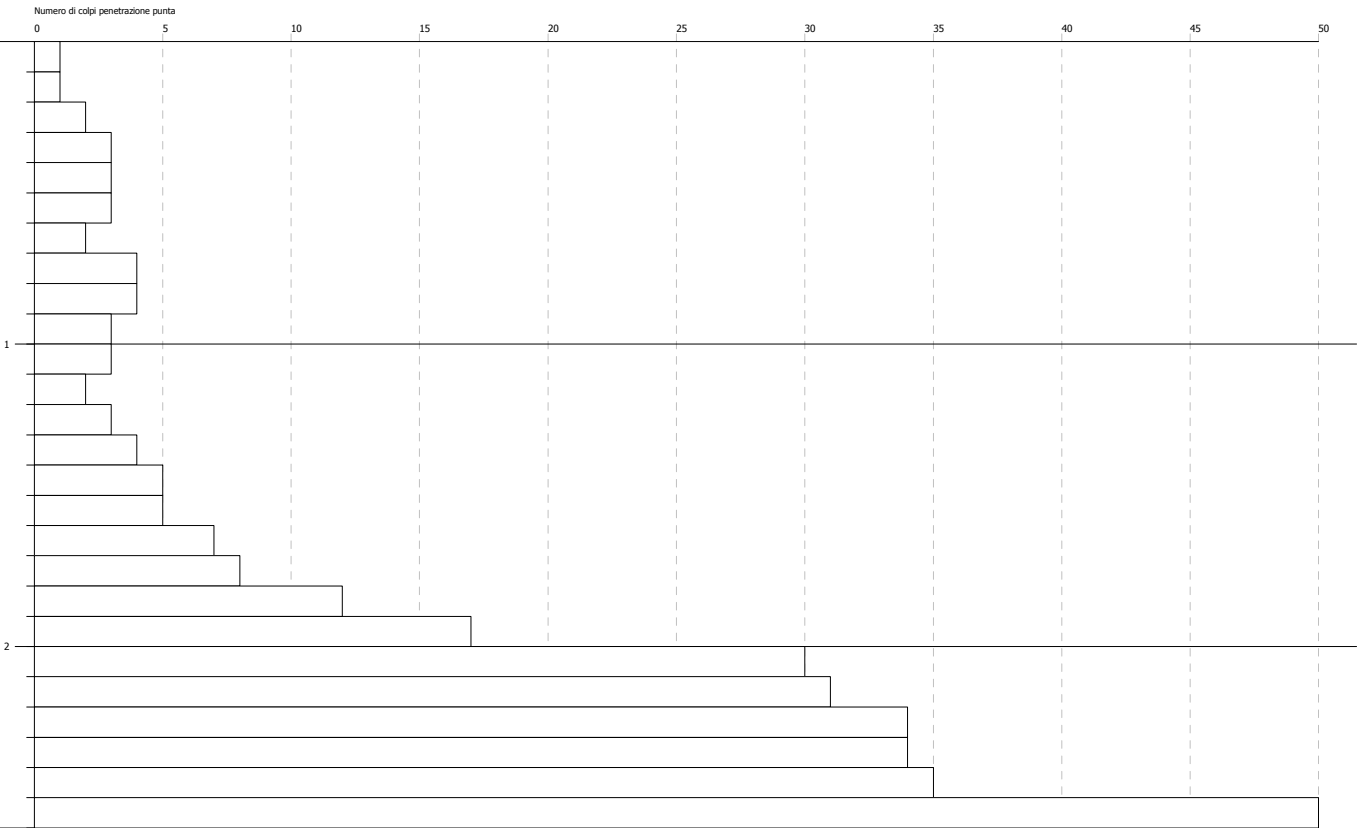


Progetto:	INTERVENTI DI MATUTENZIONE DEL TERRITORIO MONTANO	tavola:	02
Committente:	UNIONE MONTANA SUOL D'ALERAMO	vrs: 01	
Località/Comune:	MONTECHIARO D'ACQUI (AL)	data:	
Elaborato:	PLANIMETRIA GENERALE_CON UBICAZIONE PROVE	scala:	1:500

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: U. M. Suol d'Aleramo
Cantiere: Interventi di manutenzione territorio montano
Località: Montechiaro d'Acqui

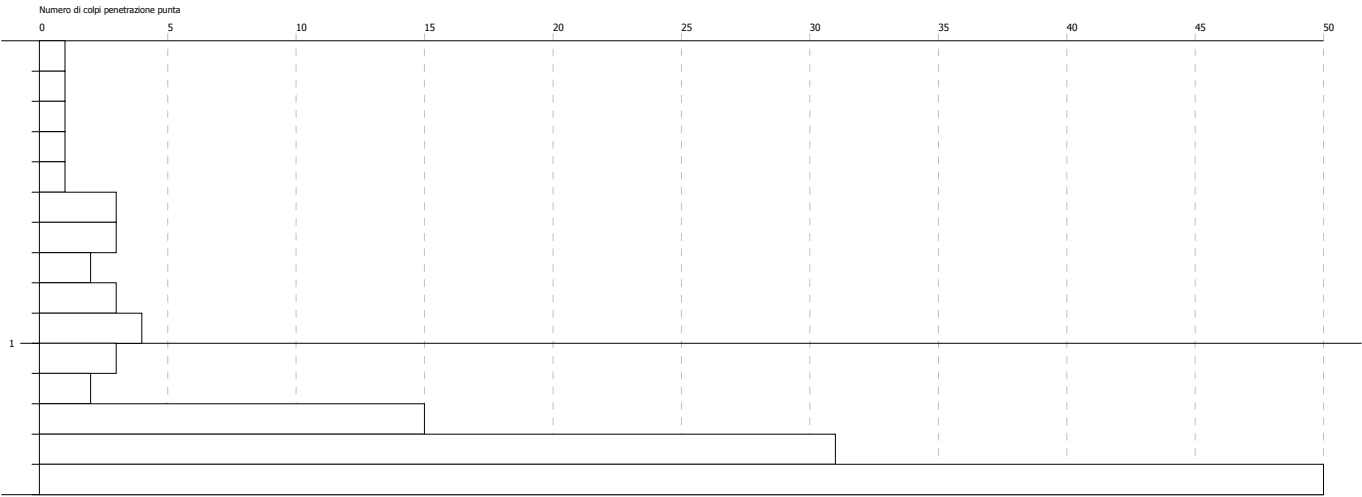
Data: 20-02-2018



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DMP 3020 PAGANI

Committente: U. M. Suoi d'Aleramo
Cantiere: Interventi di manutenzione territorio montano
Località: Montechiaro d'Acqui

Data: 20-02-2018



SISMICA A RIFRAZIONE

1. INTRODUZIONE

La presente relazione illustra e descrive le indagini geofisiche realizzate in Comune di Montechiaro d'Acqui; scopo delle indagini ha riguardato la caratterizzazione litostratigrafica dell'area interessata dal consolidamento del versante e della sede stradale e, più in dettaglio, alla verifica dello spessore della coltre sciolta superficiale.

A tal fine è stata utilizzata una metodologia di indagine sismica; il piano di indagini ha previsto il tracciamento di una sezione lungo la strada dove verrà realizzato l'intervento

Tale approccio ha consentito di ottenere una caratterizzazione adeguata dell'area in esame in termini di:

⇒ Litostratigrafia (con particolare attenzione allo spessore della coltre sciolta superficiale);

⇒ Analisi dei materiali che costituiscono la coltre superficiale e il substrato:

In quanto segue si riportano e si commentano i risultati ottenuti.

2. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

2.1. *TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE*

L'acquisizione dei dati sismici è stata realizzata con sismografo Sara electronics a 12 canali e geofoni con frequenza centrata di 14 Hz. La generazione del segnale sismico è stata realizzata con mazza da 8 Kg in sette punti di energizzazione omogeneamente distribuiti lungo la linea.

Per l'elaborazione dei dati sismici a rifrazione si è proceduto al riconoscimento e raccolta dei dati dei primi arrivi. Successivamente le onde di primo arrivo sono state elaborate con il metodo GRM (General Reciprocal Method) accoppiato ad una inversione tomografica su una griglia di nodi equispaziati per una modellazione della distribuzione delle velocità delle onde di compressione nel sottosuolo. Il metodo dell'inversione tomografica consente di individuare anche eventuali inversioni di velocità (che costituiscono il limite della prospezione sismica a rifrazione).

3. UBICAZIONE INDAGINI

L'ubicazione dell'area di indagine è riportata nella Figura 1.



Figura 1

Nel complesso è stata realizzata:

- ⇒ N. 1 sezione tomografica di velocità delle onde P (S1), di lunghezza pari a 33 metri (12 geofoni spaziati di 3 m).

4. RISULTATI OTTENUTI

I modelli di inversione tomografica delle sezioni sismiche evidenziano bene il contatto tra i diversi strati che caratterizzano il sottosuolo locale.

SEZIONE S1

Nella sezione è riconoscibile un primo strato corrispondente all'insieme (riporti/coltre di alterazione) che presenta uno spessore variabile tra 0,5 e 2,5 metri circa; il contatto coltre superficiale-substrato alterato è localizzabile tra le isotache V_p di 550 e 750 m/s, il successivo passaggio substrato alterato-substrato integro tra le isotache V_p di 900 e 1.100 m/s. Il gradiente di velocità è, infatti, più elevato tra le isotache 550 e 750 m/s, tali variazioni di velocità evidenziano un rapido passaggio dai depositi disarticolati della coltre al substrato alterato e quindi al substrato integro

Si può pertanto stimare uno spessore della coltre sciolta (riporti coltre) variabile tra 0,5 e 3 metri, e uno spessore della porzione alterata del substrato di circa 1-2 metri, lo spessore di coltre maggiore è stato rilevato nella parte iniziale della sezione sismica (verso valle), va inoltre segnalata la presenza di un orizzonte molto veloce ($V_p > 1.500$ m/s) nella parte finale dello stendimento (verso monte) che potrebbe essere riconducibile alla presenza di substrato rigido (arenarie) o di una struttura di origine antropica.

APPENDICE

Cenni sulla metodologia Sismica a Rifrazione

CENNI TEORICI SULLE INDAGINI GEOSISMICHE A RIFRAZIONE

Il rilievo sismico a rifrazione di onde P è un metodo di indagine basato sulla misura dei tempi di percorso che le onde elastiche, generate nel terreno in un punto-sorgente, impiegano per raggiungere dei ricevitori (geofoni) disposti sulla superficie del terreno ed allineati con il punto di energizzazione. La distanza tra i geofoni e quella del punto di energizzazione sono scelte in base allo spessore ed ai tipi di materiale che si vogliono indagare.

Le onde elastiche che si propagano in profondità e vengono in parte deviate (rifratte) lungo l'interfaccia che separa due mezzi a differente impedenza acustica (V_1 , V_2) ed in parte proseguono verso il basso finché l'energia viene completamente assorbita dal mezzo in cui si propaga.

L'effetto di queste onde è la formazione di vibrazioni che vengono captate da sensori posti sulla superficie, generalmente elettromagnetici, in grado di trasformare la sollecitazione meccanica, che subisce la massa mobile del magnete, in un segnale elettrico che, debitamente amplificato, viene riprodotto su monitor e memorizzato su supporto informatico.

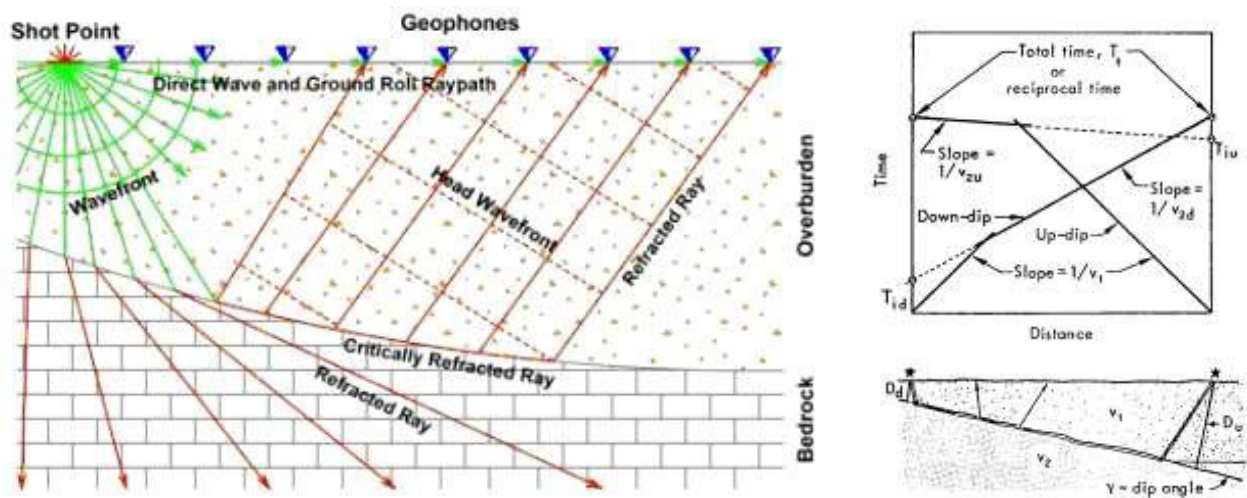


Figura 2 - Modello di propagazione dei fronti d'onda nei raggi rifratti.

Con i tempi di percorso rilevati mediante i geofoni e le distanze degli stessi dai punti di energizzazione si tracciano dei diagrammi tempi-distanze (dromocrone) che permettono di calcolare sia la velocità di propagazione delle onde di compressione P, sia la profondità e lo spessore dei terreni che sono stati attraversati dalle onde sismiche.

L'interpretazione delle dromocrone consente di ricavare delle sezioni sismiche che schematizzano la distribuzione della velocità in funzione della profondità.

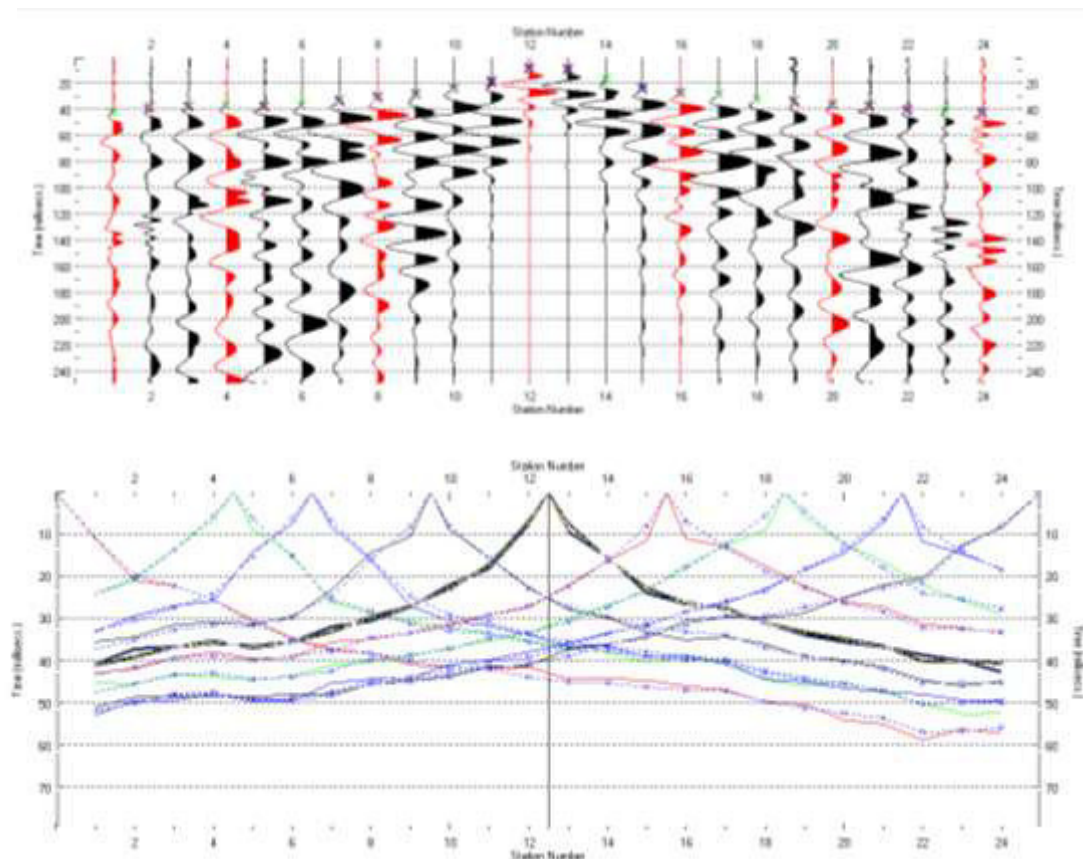


Figura 3 - Sismogramma e dromocrone

Dall'analisi delle dromocrone è possibile definire il numero dei sismostrati presenti nel sottosuolo (ovviamente per la finestra temporale adottata che è funzione della lunghezza dello stendimento e della quantità di energia utilizzata). E' importante sottolineare che la sismica a rifrazione funziona solo per velocità crescenti. L'interpretazione per la risoluzione geometrica dei sismostrati (profondità e velocità) si avvale di diverse metodologie di calcolo dalle più semplici procedure dirette (Hagedoorn, 1959; Barry, 1967), seguendo le leggi generali dell'ottica, a quelle più complesse sia 1D che 2D che elaborano i dati mediante la tecnica del GRM (Palmer, 1980), del Ray-tracing o della tomografia (Hampson & Russell, 1984; Olsen, 1989). La finalità della tomografia è la dettagliata esplorazione del modello di distribuzione della velocità in un mezzo. Essa si basa sui primi arrivi ottenuti per set plurimi di coppie sorgente-ricevitore: la sola limitazione è quella che i raggi sismici formino una rete completa e cioè, idealmente, ciascun punto del mezzo investigato dovrebbe essere attraversato dai raggi in tutte le direzioni.

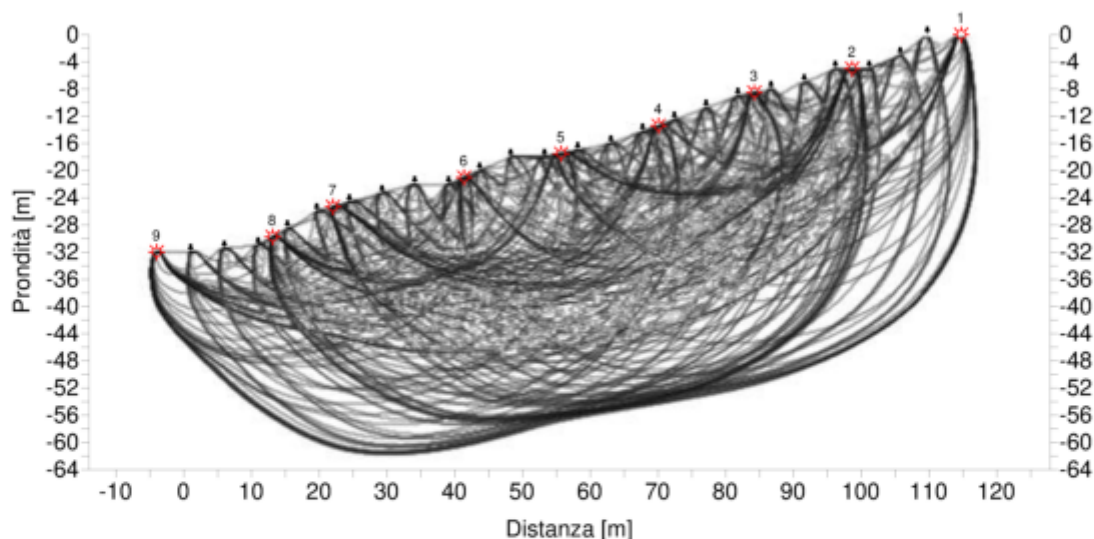


Figura 4 - Copertura raggi sismici

L'analisi dei raggi sismici con un programma di inversione tomografica discretizza il modello fisico e restituisce un modello di distribuzione delle velocità delle onde di compressione P (isotache espresse in m/s) coerente con il modello geologico del sottosuolo.

Per l'elaborazione dei dati sismici a rifrazione si utilizza un idoneo software. I dati dei primi arrivi (onde di compressione) sono stati elaborati con il metodo GRM (general reciprocal method) accoppiato ad una inversione tomografica su una griglia di nodi equispaziati per una modellazione della distribuzione delle velocità delle onde di compressione nel sottosuolo. Tale metodo (inversione tomografica) consente di individuare anche eventuali inversioni di velocità (che costituiscono il limite della prospezione sismica a rifrazione).

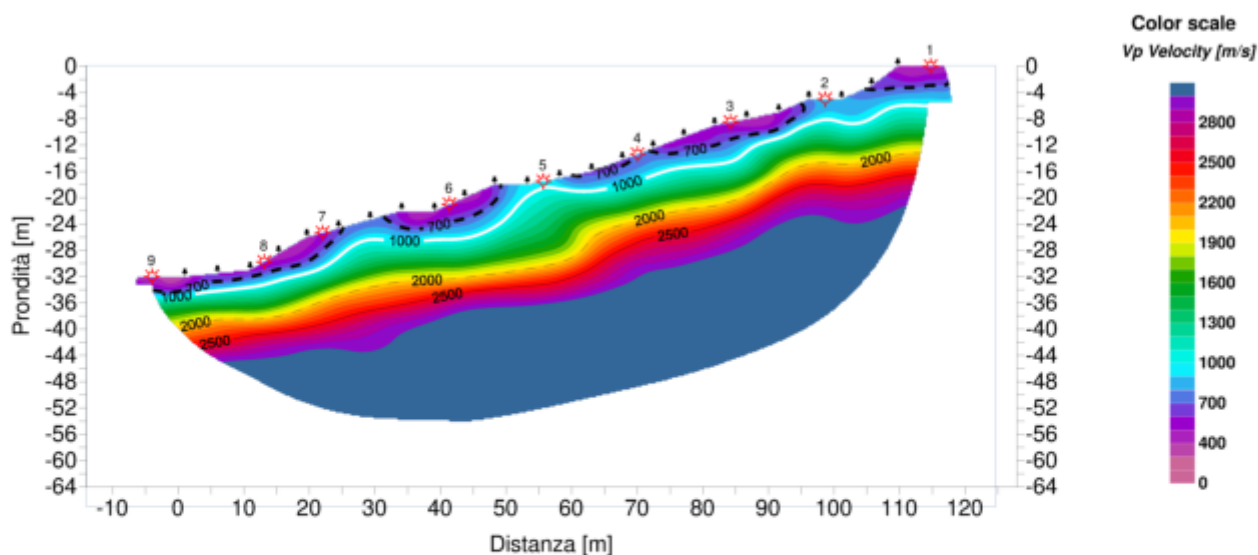
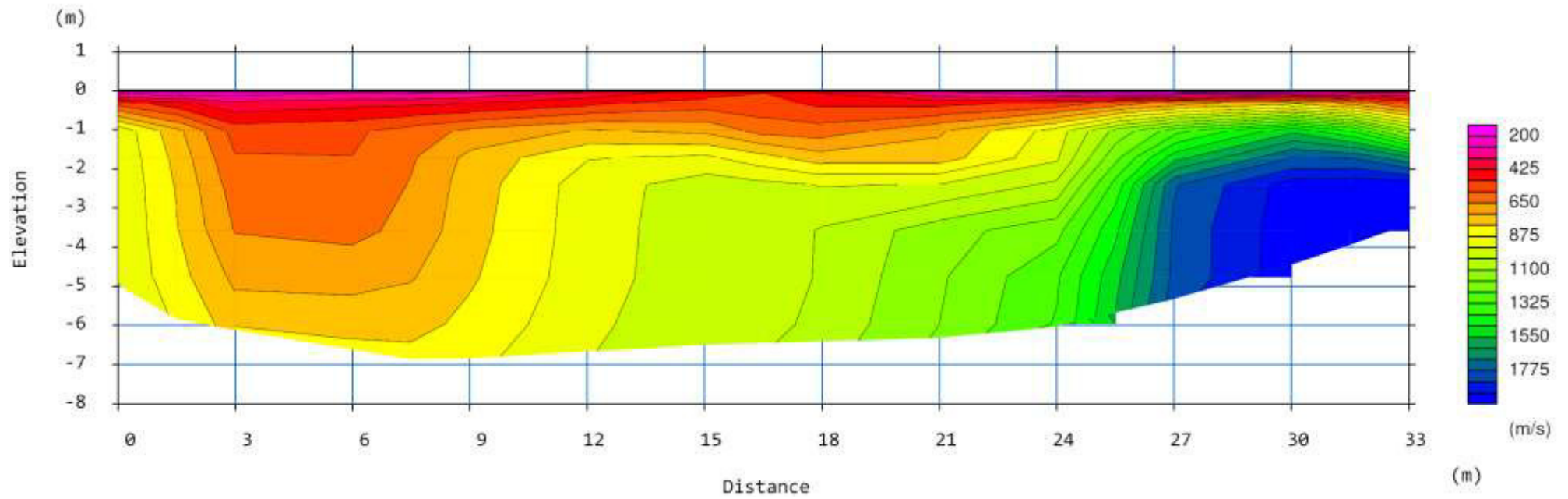


Figura 5 - Modello tomografico della distribuzione delle onde di compressione Vp in m/s

S1 (tomografia)



Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno

Sito in esame.

latitudine: 44,592865
longitudine: 8,380441
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 16022	Lat: 44,5747	Lon: 8,3668	Distanza: 2291,948
Sito 2	ID: 16023	Lat: 44,5777	Lon: 8,4369	Distanza: 4777,814
Sito 3	ID: 15801	Lat: 44,6276	Lon: 8,4326	Distanza: 5651,307
Sito 4	ID: 15800	Lat: 44,6246	Lon: 8,3625	Distanza: 3800,403

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T2
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,018 g
Fo: 2,599
Tc*: 0,159 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,023 g
Fo: 2,564
Tc*: 0,187 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,051 g
Fo: 2,603
Tc*: 0,296 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,063 g
Fo: 2,699
Tc*: 0,315 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,590
St: 1,200
Kh: 0,005
Kv: 0,002
Amax: 0,256
Beta: 0,180

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,540
St: 1,200
Kh: 0,006
Kv: 0,003
Amax: 0,327
Beta: 0,180

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,400
St: 1,200
Kh: 0,013
Kv: 0,007
Amax: 0,726
Beta: 0,180

SLC:

Ss: 1,200
Cc: 1,390
St: 1,200
Kh: 0,016
Kv: 0,008
Amax: 0,883
Beta: 0,180

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 44.591902

longitudine: 8.379380