



GEMEINDE LATSCH
COMUNE DI LACES
Autonome Provinz Bozen
Provincia Autonoma di Bolzano

**REALIZZAZIONE DI UNA CABINA
PRIMARIA 132/20Kv
"CP Vezzano" – COLDRANO
VARIANTE 3**

**ERRICHTUNG EINER
PRIMÄRKABINE 132/20Kv "CP
Silandro" – GOLDRAIN VARIANTE 3**

RELAZIONE GEOLOGICA

Secondo le nuove norme tecniche sulle costruzioni (D.M. 14.01.2008)

GEOLOGISCHER BERICHT

laut den „Neuen bautechnische Normen“ (M.D. 14.01.2008)

OGGETTO: REALIZZAZIONE DI UNA CABINA PRIMARIA A COLDRANO
BETREFF: ERRICHTUNG EINER PRIMÄRKABIN IN GOLDRAIN
CODEX: 19g037
CODICE:
COMMITTENTE: SELNET GmbH
AUFTRAGGEBER:
DATUM: APRILE 2015
DATUM: APRIL 2015

GEODOLOMIT

Dr. Geol. Matteo Marini

Kampillcenter
Via Innsbruck – Innsbruckerstr. 29
39100 BOLZANO - BOZEN
Tel.: 0471-051866 / Fax 1968161
matteo.marini@geodolomit.it
www.geodolomit.it



INHALTSVERZEICHNIS INDICE

1. PREMESSA	2
1.1. RIFERIMENTI LEGISLATIVI	2
2. INFORMAZIONI DI BASE	2
3. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA.....	3
3.1. GEOMORFOLOGIA	3
3.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	4
4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA	5
5. CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI RIGUARDANTE LA CONTAMINAZIONE AMBIENTALE	5
6. VERIFICA DEL PERICOLO.....	6
6.1. INDAGINI SISMICHE	7
7. PARAMETRI CARATTERISTICI.....	8
8. PERICOLOSITÀ SISMICA	9
9. DEFINIZIONE DEI DISSESTI IN ATTO O POTENZIALI	10
9.1. ANALISI GEOMORFOLOGICA QUALITATIVA	10
10. CONCLUSIONI	11

1. PREMESSA

Su incarico della SELNET GmbH è stata redatta la seguente relazione geologica per il progetto di realizzazione di una cabina primaria a Coldrano, nel territorio del Comune di Laces (BZ) (p. f. 829/64 e 770 C. C. Coldrano).

Il progetto, elaborato dall'Ing. Albin Blasbicher – studio di progettazione Blasbicher, prevede la realizzazione di un'area per l'installazione dei trasformatori e di un edificio annesso.

1.1. Riferimenti legislativi

- D.M. 11.03.88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione."
- D.M. 14/01/2008: Norme tecniche per le costruzioni
- Circolare 02/02/2009 Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche sulle costruzioni (D.M. 14/01/2008)
- DGP 26 gennaio 2009 Nr. 189 criteri per la classificazione di terre e rocce da scavo
- Disposizioni per le opere edili antisismiche DPP 21 luglio 2009

2. INFORMAZIONI DI BASE

E' stata presa in esame la seguente documentazione tecnica:

- Nuova carta tecnica provinciale alla scala 1:5.000 foglio 08064
- Mappa catastale di Coldrano
- Ortofoto 2006
- Progetto dell' Ing. Blasbicher
- Indagini sismiche della GG service
- Sondaggi geognostici di archivio
- Hazard Browser e Geobrowser della provincia Autonoma di Bolzano

La stratigrafia dei terreni in esame è stata ricostruita mediante due scavi esplorativi di cui si fa conto nel capitolo 3.2.

La seguente relazione riassume i dati ricavati cercando di fornire una modellazione geologica plausibile per il sito in oggetto.

Sarà assolutamente necessario, in corso d'opera, verificare la corrispondenza tra la modellazione geologica - idrogeologica, assunta e quella riscontrata.

3. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA

3.1. Geomorfologia

La val Venosta nel tratto in esame rappresenta l'antico fondo vallivo, modellato dall'ultima fase glaciale e successivamente colmato da sedimenti fluviali, glaciali e lacustri.

La zona di prevista edificazione si trova circa 500 m a ovest della stazione ferroviaria di Martello, nella area compresa tra la S.P. 90, presso il passaggio a livello, e una strada interpodereale. Dal punto di vista morfologico, l'area è pianeggiante e localizzata nel mezzo di meleti.

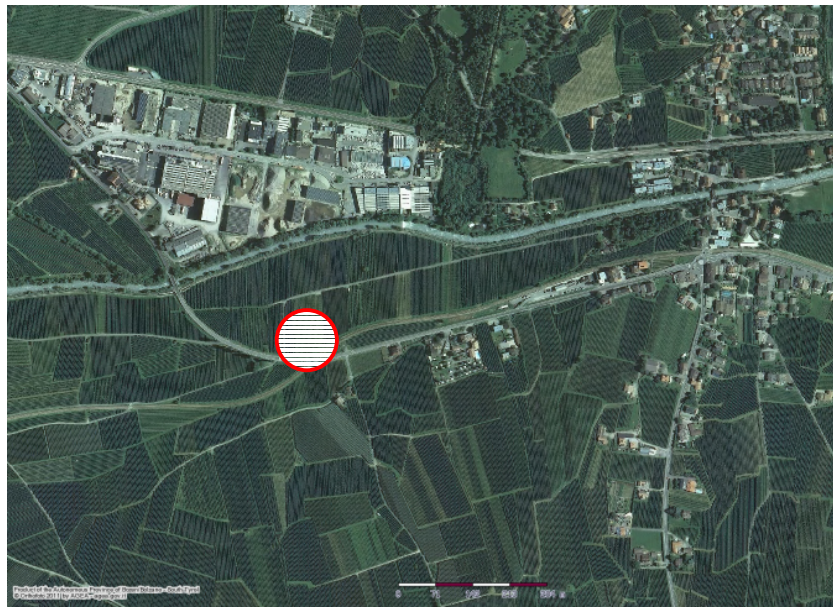
Circa 80 m a ovest dell'area di progetto è presente un lieve gradino morfologico, orientato in senso nord-sud, che rialza l'area di progetto di circa 60 – 70 cm rispetto al resto del meleto verso ovest (cfr carta geomorfologica).

L'altitudine di riferimento della zona in esame è di circa 663 m s.l.m..

L'area di progetto si trova nell'intorno del punto con le seguenti coordinate geografiche (UTM32N-ETRS89):

5164347N

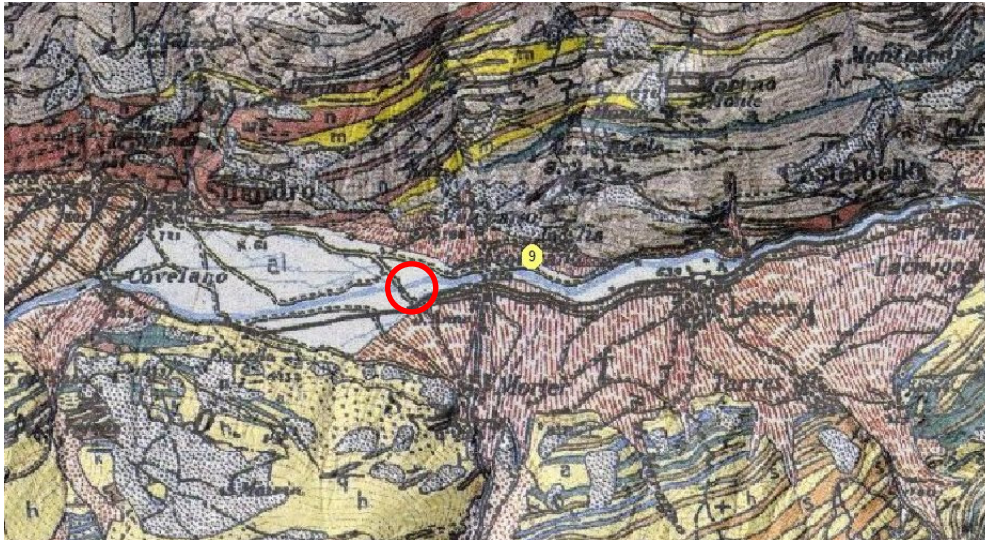
638961E



Ubicazione dell'area su ortofoto.

3.2. Inquadramento geologico

Dalla Carta geologica d'Italia (foglio 9 – CEVEDALE) i terreni sono stati classificati come terreni sabbiosi e ghiaiosi di origine alluvionale depositati dal sistema fluviale dell'Adige.



Estratto da Carta geologica d'Italia (foglio 9 – CEVEDALE)

Per la caratterizzazione dei terreni sono stati eseguiti due scavi esplorativi, di 4 m di profondità, per mezzo di scavatrice con benna (mod. CAT314C).

L'ubicazione degli scavi è visibile nell'immagine che segue.



Dai due scavi, alla profondità di 1,5 m ca., sono stati prelevati campioni di terreno per la verifica in laboratorio delle possibili sostanze inquinanti, secondo quanto indicato nel D.G.P. 1072 del 4 aprile 2005.

Le evidenze litostratigrafiche risultanti dagli scavi esplorativi sono state confrontate con una stratigrafia di un sondaggio, della Provincia Autonoma di Bolzano eseguito in data 07.04. 2011, a poca distanza dal sito di progetto, presso la sponda sinistra del fiume Adige, in corrispondenza del ponte sulla SP 90.

Dal modello geologico assunto e dai dati dei sondaggi si possono plausibilmente definire le seguenti unità macroscopiche, presenti nel volume di terreno interessato dall'opera e visibili nella sezione stratigrafica allegata:

Terreno vegetale rimaneggiato dall'uso agricolo

Si tratta di materiali sabbioso-limosi presente nello strato superficiale per uno spessore di 30cm.ca.

Depositi di fondovalle – sabbia debolmente limosa con ghiaia poligenica e ciottoli (prof. 0.3 – 2.0m)

Depositi di fondovalle – sabbia media ghiaiosa debolmente limosa con blocchi e trovanti (prof. 2.0 – 4.0m)

Depositi sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi, con clasti subarrotondati di dimensioni da centimetriche a decimetriche. I depositi sono scarsamente addensati e contengono in maniera subordinata anche blocchi e trovanti.

4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA

In questo capitolo sono illustrati gli aspetti idrogeologici dei terreni, desunti dai dati documentali a disposizione, riferiti alle unità geologiche presenti nell'area di interesse.

Dal punto di vista idrogeologico, la zona d'indagine è posta a circa 150 m dal fiume Adige. Non è stata evidenziata durante i sopralluoghi, né durante la consultazione dei Geobrowser, la presenza di sorgenti ad uso potabile. Un pozzo per uso agricolo, non accessibile, è posto circa 100 m a est dell'area di progetto (cfr carta geomorfologica allegata).

Entro un raggio di 200 metri di distanza dall'area analizzata non sono presenti aree di tutela dell'acqua potabile ufficializzate dall'ufficio gestione risorse idriche di Bolzano alla data della stesura della presente relazione.

Le indicazioni raccolte in sito portano ad individuare il livello della falda a circa 20 m dal p.c. e comunque ad una profondità tale da non interferire col progetto in esame.

5. CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI RIGUARDANTE LA CONTAMINAZIONE AMBIENTALE

Come detto, dai due scavi esplorativi sono stati prelevati campioni di terreno per la verifica in laboratorio delle possibili sostanze inquinanti.

Le procedure di analisi sono state eseguite secondo le norme contenute nel D.G.P. 1072 del 4 aprile 2005.

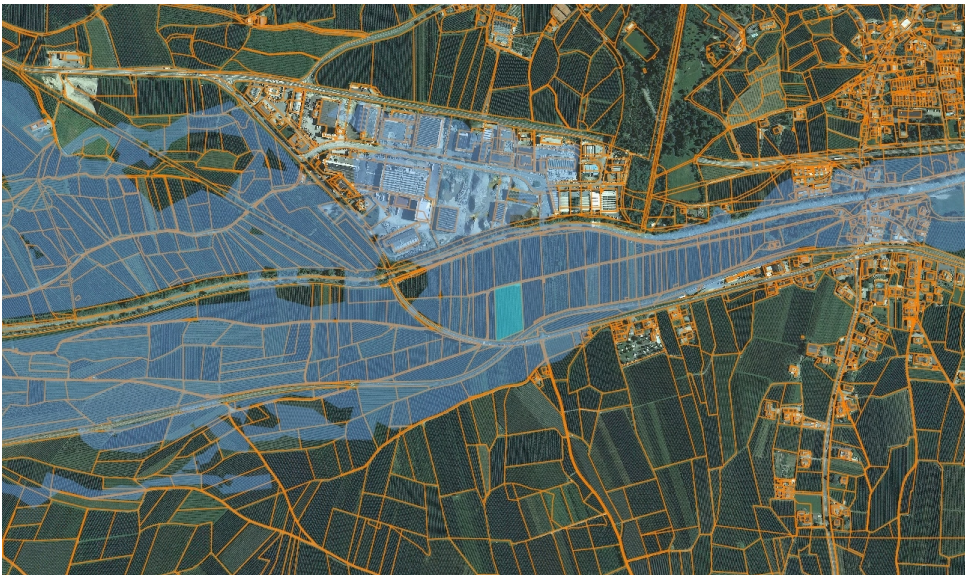
Data la sostanziale uniformità orizzontale e verticale dei terreni ci si è limitati al prelievo di due campioni, prelevati alla profondità di 1.5 m.

I valori riscontrati rientrano nei limiti di legge.

I report di analisi sono riportati in allegato.

6. VERIFICA DEL PERICOLO

Sono state prese in considerazione le informazioni geografiche inerenti il rischio idrogeologico contenute nel "Hazard-Browser" della Provincia Autonoma di Bolzano da cui si evince che le particelle in esame sono suscettibili di rischi legati a possibili alluvioni del fiume Adige (area azzurro scuro nell'immagine che segue).



Estratto dell'Hazard browser della Provincia Autonoma di Bolzano.

Si sottolinea tuttavia che la zona in esame è protetta a monte dalla strada provinciale, posta su un rilevato di altezze comprese tra 100 e 350 cm. (foto sotto) che rappresenta un ostacolo considerevole per le acque in esondazione.



In seguito ad indicazioni preliminari riguardanti la bozza del piano di pericolo del Comune di Laces con l'ufficio competente, si concorda con il fatto che l'area può essere classificata con un **grado di pericolo medio** (zona gialla – IS2a), con tempi di ritorno per il calcolo degli eventi alluvionali di 100 anni.

Per ridurre quindi il rischio di alluvionamento da parte dell'Adige sull'area di progetto è necessario innalzare il piano campagna attuale di almeno 50 cm.

6.1. Indagini sismiche

È stato eseguito un profilo sismico sia attivo (MASW) che passivo (HVSr) di 46m (24 sensori da 4,5Hz interspaziati di 2m) ed un test di Nakamura(HVSr).

Con i primi si è ottenuto il profilo verticale delle Vs e quindi la categoria del sottosuolo di fondazione, con il secondo la curva di risposta elastica del sito.

Il report di calcolo è riportato in allegato.

L'analisi del profilo verticale delle onde di taglio conferma la suddivisione stratigrafica esposta nel capitolo 3, con l'individuazione di un cambio litologico intorno ai due metri di profondità ed una sostanziale omogeneità dei terreni a profondità maggiori.

Per ulteriori considerazioni progettuali si veda il capitolo 7 relativo alla caratterizzazione sismica del terreno.

7. PARAMETRI CARATTERISTICI

In questo capitolo sono illustrati gli aspetti fisico-meccanici dei terreni desunti dai dati documentali a disposizione e riferiti alle unità geologiche presenti nell'area di interesse.

Delle unità individuate si riportano i parametri geotecnici caratteristici prossimi ai valori medi perché nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità.

I valori di progetto riportati sono stati utilizzati per le verifiche geotecniche riportate in apposita relazione.

STRATO O terreno vegetale rimaneggiato dall'uso agricolo

I parametri geotecnici di questo orizzonte non risultano rilevanti ai fini della presente relazione in quanto tale orizzonte verrà asportato e sostituito da un rilevato artificiale

STRATO A Depositi di fondovalle – sabbia debolmente limosa con ghiaia e ciottoli

Classificazione delle terre:

AASHTO:A1 – A2

Parameter Parametri	Abk. Abbr.	Kennwerte (Rk) Valori caratteristici	Teilsicherheit (γ_M) Coefficiente parziale	Bemessungswert (Rd) Valore di progetto
SPT - colpi	N ₃₀	7 – 11		
Lagerungsdichte Stato di addensamento		Locker gel. Poco. add.		
Bodenwichte* Peso di volume nat. *	γ	18.5 – 19.5 [19.0] kN/m ³	M2 1.00	19.0 kN/m ³
Reibungswinkel Angolo di attrito	φ	30.0 – 35.0 [33.5°]	M2 tan φ 1.25	27.9°
Kohäsion, dräniert* Coesione, drenata*	c'	0.0 – 2.0 [1.0] kN/m ²	M2 1.25	0.8 kN/m ²
Es-Modul Modulo elastico	Es	20.0 – 50.0 [25.5] MPa	M2 1.00	25.5 MPa

*angenommen – supposto

[xx] Kennwerte – valore caratteristico considerato

Abbildung 1: *Geotechnische Parameter mit Kennwerten und Bemessungswerten*

Illustrazione 1: *Parametri geotecnici con valori caratteristici e valori di progetto*

STRATO B Depositi di fondovalle – sabbia media ghiaiosa debolmente limosa con ciottoli e trovanti

Classificazione delle terre:

AASHTO: A-1, A-2

Parameter Parametri	Abk. Abbr.	Kennwerte (Rk) Valori caratteristici	Teilsicherheit (γ_M) Coefficiente parziale	Bemessungswert (Rd) Valore di progetto
SPT - colpi	N ₃₀	>41		
Lagerungsdichte Stato di addensamento		mitteldicht gel. Mediam. add.		
Bodenwichte* Peso di volume nat. *	γ	18.5 – 19.5 [19.0] kN/m ³	M2 1.00	19.0 kN/m ³
Reibungswinkel Angolo di attrito	φ	40.0 – 45.0 [42.0°]	M2 tan φ 1.25	35.8°
Kohäsion, dräniert* Coesione, drenata*	c'	2.0– 5.0 [4.0] kN/m ²	M2 1.25	3.2 kN/m ²
Es-Modul Modulo elastico	Es	50.0 – 100.0 [51.9] MPa	M2 1.00	51.9 MPa

*angenommen – supposto

[xx] Kennwerte – valore caratteristico considerato

Abbildung 2: Geotechnische Parameter mit Kennwerten und Bemessungswerten

Illustrazione 2: Parametri geotecnici con valori caratteristici e valori di progetto

8. PERICOLOSITÀ SISMICA

In quanto opera infrastrutturale di interesse strategico, il progetto è soggetto all'obbligo della progettazione antisismica, rispondente ai nuovi criteri progettuali approvati con decreto ministeriale 14 gennaio 2008 recante "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Sulla base delle mappe interattive dell'INGV richiamate dal D.M. 14 Gennaio 2008 l'area in esame è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s compreso tra 0,050g e 0,075g (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni – mappa 50° percentile). Per quanto riguarda la pericolosità di base del sito di intervento, in riferimento ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ($T_r = 475$ anni), il calcolo eseguito con il programma "Spettri di risposta – ver. 1.0.3" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici mediante interpolazione per superficie rigata, individua la pericolosità sismica del sito di intervento con un valore di a_g riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s pari a 0,064g.

Le indagini MASW indicano che la categoria del sottosuolo di fondazione per il modello proposto è quindi la **C** ($183\text{m/s} < V_{s30} < 198\text{m/s}$).

C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_u, 30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Tenendo conto dell'accelerazione a_g e della categoria di sottosuolo C, si calcola che l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito (a_{max}) in relazione alle ipotesi di cui sopra risulta:

$$a_{max} = 0.096g$$

Sarà comunque compito del progettista strutturale scegliere i parametri definitivi da utilizzare nei calcoli in funzione della "Strategia di progettazione" adottata una volta definita la Vita Nominale, la Classe d'uso ed il Periodo di Riferimento assegnate alla struttura.

- **Frequenza fondamentale di vibrazione del terreno**

Le due prove, attive e passive, tra loro confrontate consentono di assicurare che il sito investigato è contraddistinto da bassi addensamenti dei materiali, da un'elevata omogeneità laterale degli stessi.

Il bedrock, data anche la mancata risposta da parte della prova HVSR ad individuare quella che potrebbe essere la f_0 del sito, non è stato raggiunto e si può solo attestare che esso giace sicuramente a profondità maggiori di 50m.

9. DEFINIZIONE DEI DISSESTI IN ATTO O POTENZIALI

9.1. Analisi geomorfologica qualitativa

Per la definizione dei dissesti in atto potenziali non sono state eseguite:

- verifiche di stabilità globale in quanto l'area non si trova in zone di pendio soggette al fenomeno frane;
- verifiche di crolli e caduta massi in quanto l'area non si trova in zone di pendio soggette al fenomeno crolli;
- verifiche valanghive in quanto l'area non si trova in zone di pendio soggette al fenomeno valanghe.

Per quanto riguarda il pericolo idraulico, sulla base delle informazioni attinte da geobrowser, l'area si trova in zone suscettibili di rischi legati a possibili alluvioni del fiume Adige.

Il **grado di pericolo** può essere considerato, secondo il DPP 42/2008, **medio** (zona gialla - IS2a).

Per la definizione dei dissesti in atto potenziali e la loro tendenza evolutiva in riferimento al progetto non sono state eseguite:

- verifiche di stabilità dei fronti di scavo

10. CONCLUSIONI

In base agli elementi esposti nei capitoli precedenti, si possono fare le seguenti considerazioni di carattere geologico esecutivo:

- Il terreno di fondazione è costituito geologicamente da sabbia con ghiaia e da sabbia media ghiaiosa con discrete caratteristiche geologiche e geotecniche.
- Il livello della falda risulta a circa 20 m dal p.c. e comunque ad una profondità tale da non interferire col progetto in esame.
- Sono state prese in considerazione le informazioni geografiche inerenti il rischio idrogeologico contenute nel "Hazard-Browser" della Provincia Autonoma di Bolzano (cfr. estratto in allegato).
- In seguito ad indicazioni preliminari riguardanti la bozza del piano di pericolo del Comune di Laces con l'ufficio competente, si concorda con il fatto che l'area può essere classificata con un **grado di pericolo medio** (zona gialla - IS2a)
- **Per ridurre quindi il rischio di alluvionamento da parte dell'Adige sull'area di progetto è necessario innalzare il piano campagna attuale di almeno 50 cm.**

Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e soddisfa i requisiti normativi ed urbanistici di rilevanza geologica (art. 22bis, comma 1 della L.P. n.13 del 11 agosto 1997 e D.P.P. n. 42/2008) per cui costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.

Si rende in ogni caso necessaria l'assistenza del consulente geologo anche in corso d'opera per controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva, come prescritto dal comma 7 del punto A.2. del D.M.11.03.88.

Il geologo incaricato

Dr. Geol. Matteo Marini



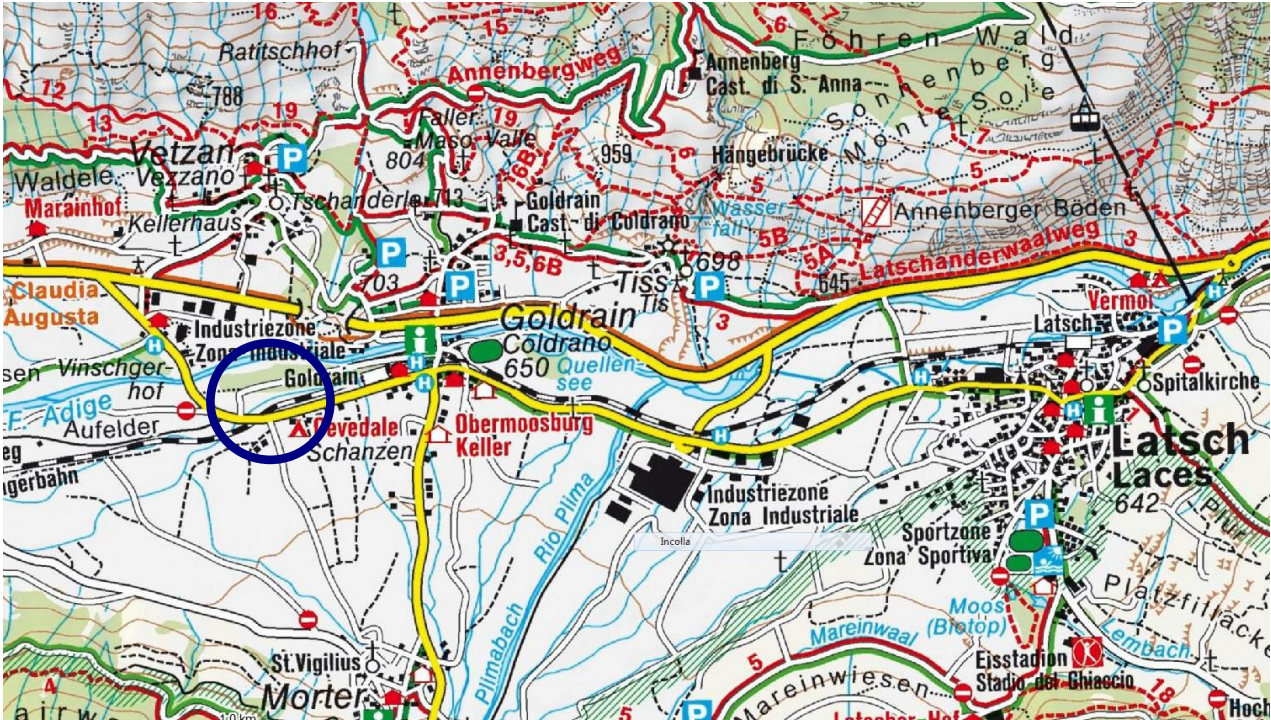
APPENDICE

ANHANG

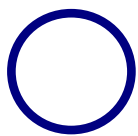
- COROGRAFIA
ÜBERSICHTSKARTE
 - CARTA GEOLOGICA - GEOMORFOLOGICA
GEOLOGISCHE- GEOMORFOLOGISCHE KARTE
 - PLANIMETRIA
LAGEPLAN
 - FOTO
FOTOS
 - RAPPORTO DI ANALISI SULLA CONTAMINAZIONE AMBIENTALE
DEI TERRENI
BERICHT ÜBER DIE UNTERSUCHUNG DER BÖDEN
AUF UMWELTGIFTE
 - STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO DI ARCHIVIO
STRATIGRAFIE ERKUNDUNGSBOHRUNG AUS ARCHIV
 - STRATIGRAFIA SCAVI DI ASSAGGIO
SCHICHTENFOLGE DER SCHÜRFGRUBEN
 - INDAGINI GEOFISICHE
GEOFISISCHE ERKUNDUNGEN
- SCALA
MASSTAB 1: 5000

COROGRAFIA

ÜBERSICHTSKARTE



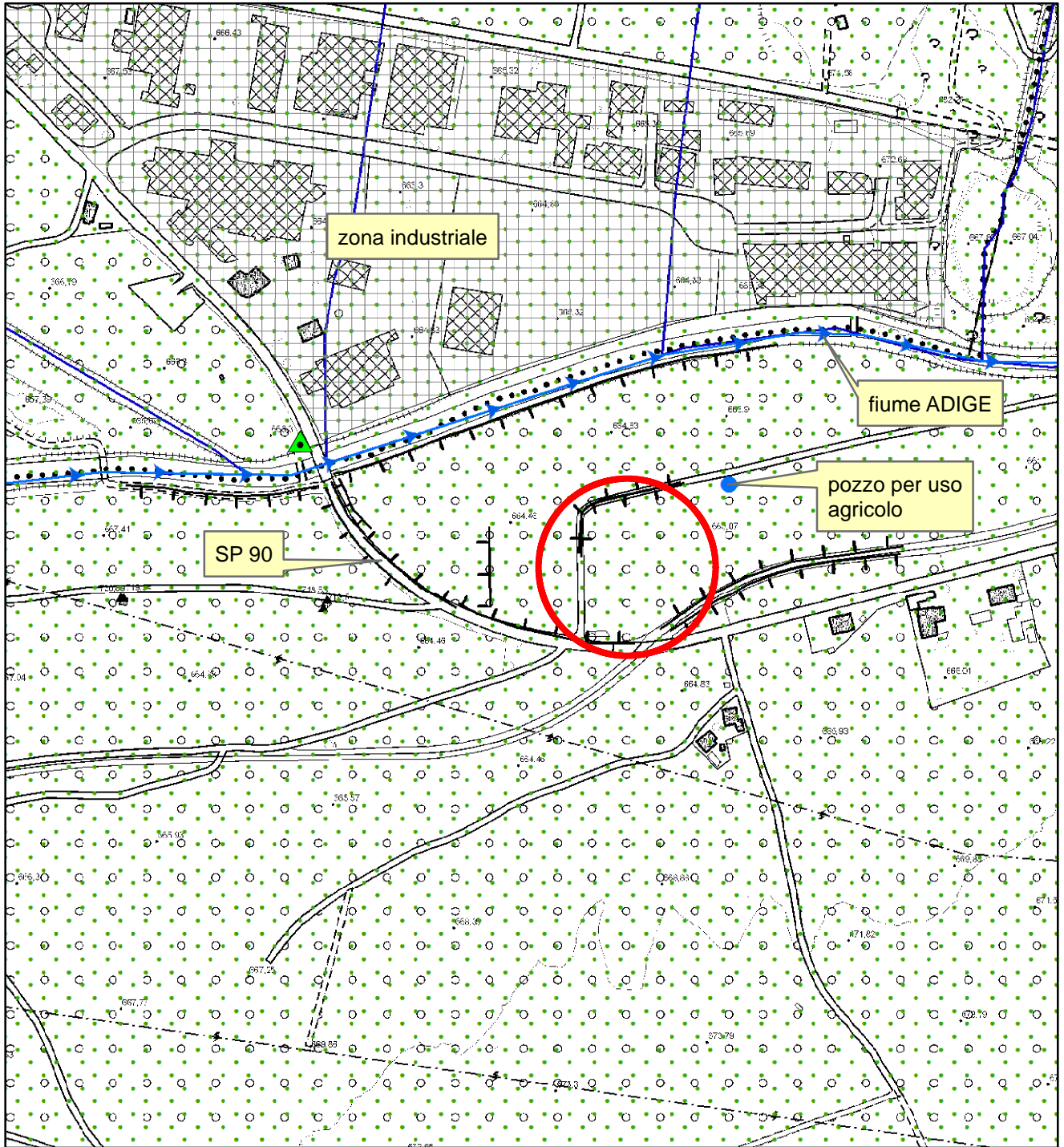
Legende / Legenda



Untersuchungszone

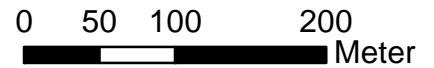
Zona di studio

CARTA GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA GEOLOGISCHE- GEOMORPHOLOGISCHE KARTE



Legenda:

1:5 000



Schluff & Ton		depositi alluvionali sabbie e ghiaie
Untersuchungszone		Zona di studio
Dauernd wasserführendes Gerinne		Corso d' acqua perenne
Mauer		Muro
Anthropogener Böschungsanschnitt		Scarpata antropica

Bekegnungsbohrung



Sondaggio geognostico

Brunnen



Pozzo per uso agricolo

Auffüllung



Riperto

Anthropogene
Verebnung



Forma pianeggiante
di origine antropica

GEODOLOMIT
Dr. Geol. Matteo Marini

Kampillcenter
Via Innsbruck - Innsbruckerstr 29
39100 Bolzano - Bozen
Tel./Fax: +39 0471 051866 - 1968161
matteo.marini@geodolomit.it
www.geodolomit.it

Documentazione fotografica



Area di studio



Spett.
Geodolomit - Dr. Geol. Matteo Marini
Kampillcenter - Via Innsbruck, 29
39100 BOLZANO BZ

RAPPORTO DI PROVA 15LA00740

DATI CAMPIONE

Numero ordine: 15-000318

Data di ricevimento: 22/04/2015

Data emissione RDP: 24/04/2015

Matrice: terreni

Dati identificativi: Terreno - Campione SC2 (ferrovia) - GPS: 476 - Progetto: Realizzazione cabina primaria "CP Vezzano" Coldrano (BZ)

Note al ricevimento: caratterizzazione ai sensi della D.G.P. 1072 del 04 Aprile 2005 e s.m.i. (delibera 3243 settembre 2008 e D.G.P. 781 del 29/05/2012) provincia di Bolzano

DATI CAMPIONAMENTO

Campionamento a cura di: Dr. Geol. Matteo Marini in data 15/04/2015

RISULTATI ANALITICI

<u>Prova</u>	<u>Metodo di prova</u>	<u>Unità di misura</u>	<u>Valore</u>	<u>Limite (#1) massimo</u>	<u>Limite (#2) massimo</u>	<u>Inizio</u>	<u>Fine</u>
Residuo secco 105°C	CNR IRSA 2 Q.64 Vol.2 1984	%	87.9			23/04	23/03
Frazione granulometrica < 2mm	Metodo interno	%	61.5			23/04	23/03
Composti inorganici:							
Antimonio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	1.0	10	30	23/04	24/04
Arsenico	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	23.7	20	50	23/04	24/04
Berillio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	0.5	2	10	23/04	24/04
Cadmio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	0.2	2	15	23/04	24/04
Cobalto	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	11.3	20	250	23/04	24/04
Cromo totale	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	24.2	150	800	23/04	24/04
Cromo esavalente (VI)	CNR IRSA 16 Q.64 Vol.3 1986	mg/Kg s.s.	< 0.1	2	15	23/04	24/04
Mercurio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	< 0.1	1	5	23/04	24/04
Nichel	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	26.4	120	500	23/04	24/04
Piombo	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	15.2	100	1000	23/04	24/04
Rame	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	30.5	120	600	23/04	24/04
Selenio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	1.1	3	15	23/04	24/04
Stagno	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	1.7	20	350	23/04	24/04



Segue rapporto di prova 15LA00740

RISULTATI ANALITICI

<u>Prova</u>	<u>Metodo di prova</u>	<u>Unità di misura</u>	<u>Valore</u>	<u>Limite (#1) massimo</u>	<u>Limite (#2) massimo</u>	<u>Inizio</u>	<u>Fine</u>
Tallio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	0.3	1	10	23/04	24/04
Vanadio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	24.6	90	250	23/04	24/04
Zinco	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	80.0	150	1500	23/04	24/04
Idrocarburi:							
Idrocarburi leggeri (C5-C12)	EPA 5021 1996 + EPA 8015D 2003	mg/Kg s.s.	< 1.0	10	250	23/04	24/04
Idrocarburi pesanti (C13-C40)	ISO 16703:2004	mg/Kg s.s.	39	50	750	23/04	24/04

(#): 1) Colonna A, Tab.1, All. 1 alla D.G.P. del 04/04/2005, n°1072 e s.m.i. (delib. 3243 del 09/2008 e D.G.P. n°781 del 29/05/2012)

2) Colonna B, Tab.1, All. 1 alla D.G.P. del 04/04/2005, n°1072 e s.m.i. (delib. 3243 del 09/2008 e D.G.P. n°781 del 29/05/2012)

Note al Rapporto di Prova: analisi eseguite sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm e valori riferiti alla totalità dei materiali secchi, come previsto della D.G.P. 1072 del 04 Aprile 2005 e s.m.i.

I risultati contenuti nel presente rapporto di prova sono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova/e. E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto, salvo autorizzazione scritta della Tèralab s.r.l.

Il Direttore Tecnico
Dr. Thomas Gerola





Spett.
Geodolomit - Dr. Geol. Matteo Marini
Kampillcenter - Via Innsbruck, 29
39100 BOLZANO BZ

RAPPORTO DI PROVA 15LA00739

DATI CAMPIONE

Numero ordine: 15-000318

Data di ricevimento: 22/04/2015

Data emissione RDP: 24/04/2015

Matrice: terreni

Dati identificativi: Terreno - Campione SC1 (fiume) - GPS: 475 - Progetto: Realizzazione cabina primaria "CP Vezzano"
Coldrano (BZ)

Note al ricevimento: caratterizzazione ai sensi della D.G.P. 1072 del 04 Aprile 2005 e s.m.i. (delibera 3243 settembre 2008 e D.G.P. 781 del 29/05/2012) provincia di Bolzano

DATI CAMPIONAMENTO

Campionamento a cura di: Dr. Geol. Matteo Marini in data 15/04/2015

RISULTATI ANALITICI

<u>Prova</u>	<u>Metodo di prova</u>	<u>Unità di misura</u>	<u>Valore</u>	<u>Limite (#1) massimo</u>	<u>Limite (#2) massimo</u>	<u>Inizio</u>	<u>Fine</u>
Residuo secco 105°C	CNR IRSA 2 Q.64 Vol.2 1984	%	80.4			23/04	23/04
Frazione granulometrica < 2mm	Metodo interno	%	74.1			23/04	23/04
Composti inorganici:							
Antimonio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	1.3	10	30	23/04	24/04
Arsenico	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	42.5	20	50	23/04	24/04
Berillio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	0.8	2	10	23/04	24/04
Cadmio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	0.2	2	15	23/04	24/04
Cobalto	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	16.9	20	250	23/04	24/04
Cromo totale	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	34.8	150	800	23/04	24/04
Cromo esavalente (VI)	CNR IRSA 16 Q.64 Vol.3 1986	mg/Kg s.s.	< 0.1	2	15	23/04	24/04
Mercurio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	< 0.1	1	5	23/04	24/04
Nichel	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	40.2	120	500	23/04	24/04
Piombo	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	17.9	100	1000	23/04	24/04
Rame	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	45.7	120	600	23/04	24/04
Selenio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	2.3	3	15	23/04	24/04
Stagno	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	2.7	20	350	23/04	24/04



Segue rapporto di prova 15LA00739

RISULTATI ANALITICI

<u>Prova</u>	<u>Metodo di prova</u>	<u>Unità di misura</u>	<u>Valore</u>	<u>Limite (#1) massimo</u>	<u>Limite (#2) massimo</u>	<u>Inizio</u>	<u>Fine</u>
Tallio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	0.4	1	10	23/04	24/04
Vanadio	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	40.8	90	250	23/04	24/04
Zinco	EPA 3051A 2007 + EPA 6020A 2007	mg/Kg s.s.	129.1	150	1500	23/04	24/04
Idrocarburi:							
Idrocarburi leggeri (C5-C12)	EPA 5021 1996 + EPA 8015D 2003	mg/Kg s.s.	< 1.0	10	250	23/04	23/04
Idrocarburi pesanti (C13-C40)	ISO 16703:2004	mg/Kg s.s.	25	50	750	23/04	23/04

(#): 1) Colonna A, Tab.1, All. 1 alla D.G.P. del 04/04/2005, n°1072 e s.m.i. (delib. 3243 del 09/2008 e D.G.P. n°781 del 29/05/2012)

2) Colonna B, Tab.1, All. 1 alla D.G.P. del 04/04/2005, n°1072 e s.m.i. (delib. 3243 del 09/2008 e D.G.P. n°781 del 29/05/2012)

Note al Rapporto di Prova: analisi eseguite sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm e valori riferiti alla totalità dei materiali secchi, come previsto della D.G.P. 1072 del 04 Aprile 2005 e s.m.i.

I risultati contenuti nel presente rapporto di prova sono riferiti esclusivamente al campione sottoposto a prova/e. E' vietata la riproduzione parziale del presente rapporto, salvo autorizzazione scritta della Tèralab s.r.l.

Il Direttore Tecnico
Dr. Thomas Gerola



Tipo di carot. ø mm Bohrverfahren ø mm	Rivestimento ø mm Verrohrung ø mm	Spessore strato m Schichtdicke m	Profondità m Tiefe m	Legenda	DESCRIZIONE LITOLOGICA GESTEINBESCHREIBUNG	Perc. carotaggio Kerngewinn %	R.Q.D. %	Campioni Entnommene Proben	PROVE IN SITU FELDVERSUCHE						NOTE ED OSSERVAZIONI BEMERKUNGEN		
									Standard Penetration Test								
									Profondità Tiefe	Nr. Colpi Nr. Schläge			N.S.P.T.	Tipo di punta Art der Spitze		Pocket Pen. MPa	Vane Test Mpa
Carotiere semplice - Einfachkernrohr ø 101 mm	ø 127 mm		1		Riporto: sabbia con ghiaia angolare; colore grigio-marrone. Aufschüttung: Sand mit Kies, angular; grau-braune Farbe.	100									Coordinate espresse con il sistema UTM WGS 84. Koordinatensystem UTM WGS 84.		
		1.50	1.50	2		Sabbia debolmente limosa con ghiaia; colore marrone. Sand, leicht schluffig mit Kies; braune Farbe.	100										
		1.50	3	3		Sabbia fine ghiaiosa; presenti leggeri segni vegetali. Colore marrone. Feinsand, kiesig; Vegetationsspuren; braune Farbe.	100										
		1.50	4.50	4		Ghiaia angolare e sabbia; colore grigio. Kies, angular und Sand; graue Farbe.	100										
		0.50	5	5		Ghiaia angolare e sabbia; colore grigio. Kies, angular und Sand; graue Farbe.	100										
			6	6		Sabbia e ghiaia poligenica arrotondata con locali ciottoli; colore marrone.	100										
			7	7.50		Sabbia e ghiaia poligenica arrotondata con locali ciottoli; colore marrone.	100										
			8	8		Sabbia e ghiaia poligenica arrotondata con locali ciottoli; colore marrone.	100										
			9	9.00		Sabbia e ghiaia poligenica arrotondata con locali ciottoli; colore marrone.	100										
			10	10.00		Sabbia e ghiaia poligenica arrotondata con locali ciottoli; colore marrone.	100										
					F.F. m 10.00 Endteufe m. 10.00.												
			11														
			12														
			13														
			14														
			15														

GEODOLOMIT

Dr. Geol. Matteo Marini

Kampffcenter
 Via Innsbruck - Innsbruckerstr. 29
 I - 39100 BOLZANO - BOZEN
 Tel./Fax: +39 0471-051866 / 1968161
 Cell. - Mobil: +39 335-701 349 6
 matteo.marini@geodolomit.it

STRATIGRAFIE SCAVI DI ASSAGGIO
SCHICHTENFOLGE DER SCHÜRFGRUBEN

ESECUZIONE SCAVI

APRILE

2015

FG. 1
BL.

AUSFÜHRUNG DER SCHÜRFGRÄBEN

APRIL

 COMMITTENTE
 AUFTRAGGEBER Sel-Net Srl.

ABBREVIAZIONI - KURZZEICHEN (DIN 4023)

 LOCALITA'
 ORT COLDRANO
 GOLDRAIN

 UBICAZIONE
 LAGE P.F. 829766 C.C. LACES/LATSCH

BODENART

 [Y] Blöcke
 [X] Steine
 [G] Kies
 [S] Sand
 [U] Schluff
 [T] Ton
 [H] Torf

BEIMENGEN

 [y] mit Blöcke
 [x] steinig
 [g] kiesig
 [s] sandig
 [u] schluffig
 [t] tonig
 [h] torfig [o] organisch

BODENART

 [A] Auffüllung
 [Mu] Mutterboden
 [M] Abbruchmaterial
 [I] Industrieabfälle

KORNGRÖSSENBEREICH

 [f] fein
 [m] mittel
 [g] grob

NEBENANTEILE

 [] schwach
 [] stark

SCALA MASSTAB	PROF. TIEFE	SPESS. DICKE	PROFILO BODENART	DESCRIZIONE LITOLOGICA LITHOLOGISCHE BESCHREIBUNG	NOTE BEMERKUNGEN
------------------	----------------	-----------------	---------------------	--	---------------------

 SCAVO DI ASSAGGIO
 SCHÜRFGRABEN SC1-SC2

	0.3	1.0		Terreno vegetale rimaneggiato dall'uso agricolo	
1		1.7		Depositi di fondovalle: sabbia debolmente limosa con ghiaia e ciottoli; poco addensata. Colore marrone chiaro: s G x	
2	2.0				
3		2.0		Depositi di fondovalle: sabbia media ghiaiosa debolmente limosa con ciottoli e trovanti, poco addensata. Colore marrone chiaro. s G y x	
4	4.0	F.S.			



SC1



SC2

GEODOLOMIT
Dr.Geol.Matteo Marini
Via Innsbruck, 29
39100 Bolzano (Bz)

**Caratterizzazione del sottosuolo di
fondazione di un lotto in via degli Ontani
a Vezzano di Laces (BZ)**



GG Service sas
via Bellavista, 13/A
38069 Torbole s/G (TN)
P.Iva/C.F./Reg. TN: 01999920224
tel/fax: 0464-664799/506041
infoggservice@gmail.com

INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. CENNI METODOLOGICI	4
3. SINTESI DEI RISULTATI E CONCLUSIONI	8

1. INTRODUZIONE

Su richiesta della Geodolomit del Dr. Geol. Matteo Marini la GG Service Sas ha provveduto a caratterizzare mediante metodi sismici passivi (HVSR) e attivi (MASW) i terreni di fondazione di un lotto compreso tra Via degli Ontani e la SP90 a Vezzano di Laces (Bz).

Allo scopo è stato eseguito un profilo sismico sia attivo (Masw) che passivo (ReMi) di 46m (24 sensori da 4,5Hz interspaziati di 2m) ed un test di Nakamura(HVSR).

Con i primi si è ottenuto il profilo verticale delle Vs e quindi la categoria del sottosuolo di fondazione, con il secondo la curva di risposta elastica del sito.



Ubicazione delle indagini



Immagine di posizionamento dell'array sismico

Sulla base delle mappe interattive dell'INGV richiamate dal D.M. 14 Gennaio 2008 l'area in esame è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s compreso tra **0,050g** e **0,075g** (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni –mappa 5° percentile). Per quanto riguarda la pericolosità di base del sito di intervento, in riferimento ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni ($T_r = 475$ anni), il calcolo eseguito con il programma “Spettri di risposta – ver. 1.0.3” del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici mediante interpolazione per superficie

rigata, individua la pericolosità sismica del sito di intervento con un valore di a_g riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s pari a **0,064g**.

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

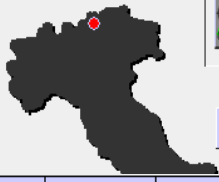
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

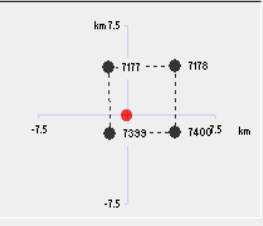
- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

T_R	a_g	F_0	T_C^*
[anni]	[g]	[-]	[s]
30	0.021	2.595	0.161
50	0.027	2.524	0.192
72	0.032	2.538	0.206
101	0.037	2.565	0.219
140	0.042	2.567	0.239
201	0.048	2.575	0.256
475	0.064	2.628	0.281
975	0.080	2.666	0.294
2475	0.105	2.711	0.308

Nodi del reticolo intorno al sito



Sarà compito del progettista strutturale scegliere i parametri da utilizzare nei calcoli in funzione della “Strategia di progettazione” adottata una volta definita la Vita Nominale, la Classe d’uso ed il Periodo di Riferimento assegnate alla struttura.

2. CENNI METODOLOGICI

La normativa più recente che disciplina le richiede la caratterizzazione del sottosuolo di fondazione ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto. Per ottenere questo è previsto il calcolo del parametro V_{s30} , indicando come metodologia di elezione la misura della velocità delle onde di taglio ed in subordine la prova SPT e, nei mezzi coesivi, il valore della cu . Detto parametro si calcola attraverso la relazione:

$$V_{s30} = 30 / \sum_{i=1, N} h_i / V_i$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

Si ricorda che la velocità delle onde di taglio (V_s) è quella che meglio di ogni altro parametro fisico caratterizza i materiali dal punto di vista del loro comportamento meccanico.

Il profilo verticale delle V_s può essere ricavato per inversione monodimensionale o per modellizzazione diretta della velocità di fase delle onde di superficie (Rayleigh e/o Love) (Dorman e Ewing, 1962) siano esse generate da noise di fondo che attivamente mediante impatto di una massa con il terreno.

Le onde di Rayleigh (1885) costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione (P-waves) e di taglio verticali (Sv-waves).

Sismica passiva ReMi:

Tali onde sono presenti in natura e sono conosciute con il termine di microtremiti. Possono venire accuratamente captate ed analizzate nei loro contenuti cromatici ed energetici con un array geometrico lineare simile a quelli utilizzati nella prospezione sismica classica.

In un mezzo stratificato queste onde sono di tipo guidato e dispersivo e vengono definite pseudo-Rayleigh.

La dispersione è un fenomeno indotto dalla deformazione del treno d'onda che produce una variazione di propagazione di velocità con la frequenza. Le componenti a frequenza minore penetrano più in profondità rispetto a quelle a frequenza maggiore, per un dato modo, e presentano normalmente più elevate velocità di fase.

Un apposito grafico (spettro di potenza p-f) in cui è diagrammato in ascissa la frequenza f (Hz) ed in ordinata lo slowness, che altro non è che l'inverso della velocità di fase (m/s), consente agevolmente di individuare il trend dispersivo che contraddistingue il sito sottoposto ad indagine.

Dalla curva di dispersione si passa al profilo di velocità verticale mediante modellazione diretta. Viene cioè costruito il modello teorico la cui curva di dispersione calcolata presenta il minor errore rispetto alla curva sperimentale.

Il processo di modellazione diretta soffre delle limitazioni prodotte dal principio dell'equivalenza secondo il quale possono esistere più modelli che soddisfano la medesima curva di dispersione. In questo caso quindi diventa importante avere dei punti di calibrazione per una ricostruzione "litologica" della struttura sismica del sottosuolo. Tuttavia questa limitazione non inficia la correttezza della determinazione dei valori di V_{s30} che rappresentano una relazione tra spessori e velocità dei singoli strati.

Per il trattamento di questo tipo di dati è stato utilizzato il software ReMi® aggiornato alla sua ultima versione V.5 e commercializzato dalla Optim LLC (Reno, Nevada -USA). L'approccio analitico si basa sugli studi condotti da J.Louie presso la Nevada University.

Sismica attiva Masw

Il Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW) è un metodo investigativo che è stato introdotto all'inizio del 1999 nell'ambito geotecnico e geofisico. Si tratta di una tecnica analitica che genera un profilo di velocità delle onde di taglio (V_s in funzione della profondità) analizzando su una registrazione multicanale le onde di superficie di tipo Rayleigh.

Nella fase di elaborazione il compito più delicato è rappresentato dalla costruzione della curva di dispersione. Essa altro non è che il plottaggio della velocità di fase in funzione della frequenza e ha il suo supporto teorico nel fatto che quando per l'energizzazione sismica si usa una sorgente compressionale (impatto) più di 2/3 dell'energia sismica generata è rappresentata dalle onde di Rayleigh, che sono la componente principale delle "ground roll". Assumendo quindi che ci sia una variazione verticale della velocità, ogni componente di frequenza di un'onda di superficie ha una diversa velocità di propagazione (chiamata *velocità di fase*) per una ed una sola componente di frequenza. Questa caratteristica di unicità si riflette in una differente lunghezza d'onda per ciascuna frequenza propagata. Questa proprietà è chiamata **dispersione** e per osservare la natura dispersiva di un segnale sismico generico si usa un'analisi chiamata *overtone* che consente la costruzione di un grafico dove i trend delle massime ampiezze locali rappresentano possibile energia dispersiva (cioè modo fondamentale e modi più elevati di propagazione). Questo viene ottenuto esaminando tutte le possibili velocità di fase per tutte le frequenze considerate nell'analisi.

Il passo finale è quello del processo di inversione della curva di dispersione per arrivare alla definizione del profilo delle velocità delle onde S (V_s). Si tratta di un procedimento iterativo che richiede i dati di dispersione e una stima del coefficiente di Poisson e della densità. L'approccio con il metodo dei minimi quadrati consente un'automatizzazione del processo. La prima operazione è quella di definire un modello iniziale, dedotto dalla curva di dispersione, ed il programma ricerca un profilo delle V_s la cui curva teorica di dispersione meglio si approssima a quella sperimentale usando, come guida e condizioni al limite, l'errore RMS. Tanto più è corretto il modello iniziale tanto più piccolo è il numero di iterazioni necessarie per raggiungere il best fit.

Quindi le sostanziali differenze che dividono le tecniche analitiche attive da quelle passive e che, da un lato, nel Masw, sarebbe opportuno che il segnale dominante a tutte le frequenze campionate sia quello generato dall'impatto della mazza, che è eseguita in linea con l'array di ricezione, mentre, per l'indagine passiva si materializza la necessità opposta e cioè che non vi siano sorgenti direttive predominanti ma che il rumore sia diffuso. L'esperienza maturata in questo tipo di investigazioni indirette porta il sottoscritto a considerare utile eseguirle entrambe in particolare per il tematismo della stima corretta delle velocità delle onde di taglio per profondità importanti (30m o più).

In molti siti infatti accade che l'energia dell'impatto di una mazza da 8Kg non sia sufficiente a risultare dominante sul rumore di fondo in particolare per le basse frequenze (quelle che forniscono la stima delle velocità in profondità) e, visto che difficilmente si usano sorgenti pesanti, se non per particolari studi di zonizzazione sismica, si corre il rischio, con il metodo attivo, di sovrastimare spesso le velocità dei terreni al di sotto dei 15-20m. Dall'altra la modellazione

ReMi passiva può risultare in una sottostima delle velocità che, per il delicato tema qual'è quello antisismico, è consigliabile, rappresentando quindi l'opzione più cautelativa. Un'altro punto a sfavore della passiva è legato alla semplificazione grossolana del modello reale di velocità. Prevedendo infatti una modellazione diretta della curva di dispersione abitualmente si riesce a ottenere una buona confidenza con i dati campionati lavorando su modelli a 3-5 strati che appaiono spesso poco confrontabili con quelli provenienti da codici di calcolo di inversione del metodo attivo (abitualmente a 10 strati e con contrasti verticali attenuati).

HVSR (Test di Nakamura)

La tecnica di indagine adottata a supporto di questo studio e conosciuta come *metodo di Nakamura* (1989), dal nome dello scienziato giapponese che l'ha messa a punto, parte dal presupposto che:

- 1 Il rumore ambientale è generato da riflessioni e rifrazioni di onde di taglio con gli strati superficiali e dalle onde di superficie;
2. Le sorgenti di rumore superficiale non interessano il rumore ambientale alla base di una struttura non consolidata;
3. Gli strati soffici non amplificano la componente verticale del rumore ambientale: questo è composto da onde di superficie tipo Rayleigh generate dall'interazione del vento con le strutture, dal traffico e da altre attività urbane.

Le funzioni di trasferimento **SE** e **AS** che sono rispettivamente l'effetto intrinseco di sito e l'effetto della singola onda Rayleigh possono essere definite come:

$$\mathbf{SE} = \mathbf{H_s/H_b} \quad \mathbf{AS} = \mathbf{V_s/V_b}$$

Dove **H** e **V** sono gli spettri per le componenti orizzontali e verticali delle registrazioni di rumore ambientale alla superficie (s) o al top del basamento rigido. Gli effetti di sito, che non comprendono il contributo della sorgente, sono definiti da **SM** come:

$$\mathbf{SM} = \mathbf{S_e/A_s} \quad \Leftrightarrow \quad \mathbf{SM} = \mathbf{H_s V_b/V_s H_b}$$

Nakamura e Theodulidis *et al.* (1996) hanno dimostrato che gli spettri delle componenti verticali (**Vb**) e orizzontali (**Hb**) sono equivalenti al top del basamento rigido:

$$\text{Se } \mathbf{H_b/V_b} = 1 \text{ allora } \mathbf{SM} = \mathbf{H_s/V_s}$$

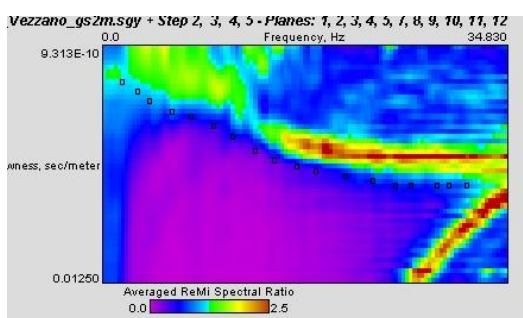
Alla fine quindi, gli effetti di sito **SM** (ampiezza del rapporto spettrale) possono essere espressi come *rapporto spettrale delle componenti orizzontali e verticali del rumore ambientale alla superficie del suolo*.

In conclusione questa affermazione implica che **una stima della risposta del terreno in un determinato sito può essere**

ottenuta con un singolo sismometro a tre componenti. Esperienze di campagna hanno dimostrato che registrazioni di una quindicina di minuti per sito sono sufficienti per fornire risultati stabili nei differenti contesti urbani.

3. SINTESI DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

L'immagine spettrale Remi è stata ottenuta partendo da una velocità di fase minima di 80m/s ed una frequenza di corner di 35Hz. La dispersività del sito ed il rumore diffuso garantisce un buon contrasto spettrale e quindi risulta che il contenuto energetico sia significativo alle frequenze alte e medio alte. Alle basse lo spettro diventa meno definito e chiaramente polimodale. La curva di dispersione presenta due condizioni di flesso la seconda delle quali, quella a minore frequenza, è probabilmente indicativa di una condizione di inversione di velocità.



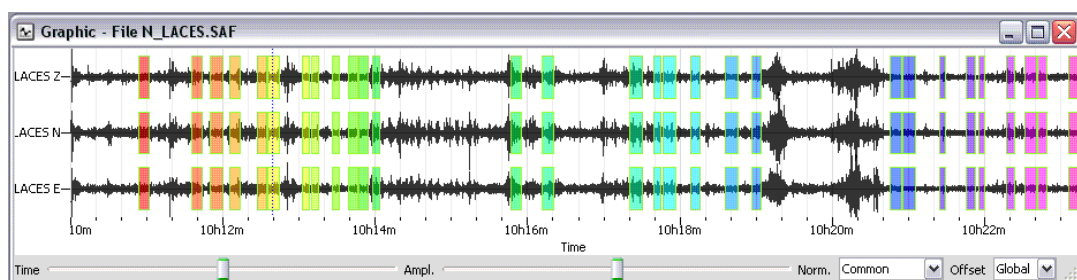
spettro p-f

La sismostratigrafia, derivata dalla modellazione diretta della curva di dispersione, prevede una porzione superiore a bassa velocità ($140 < V_s < 180$ m/s, spessore di circa 6m) poggiate su materiali decisamente più addensati ($V_s = 380$ m/s) per quasi una decina di metri. In seguito la velocità tende a regredire fino ad una trentina di metri di profondità ($V_s = 340$ m/s) e quindi ad incrementare progressivamente per superare i 500m/s ad oltre 45m di profondità.

La **categoria** del sottosuolo di fondazione, essendo i valori del $V_{s30} < 360$ m/s (284-321m/s per quattro profondità di incastro fondazionale comprese tra 0m e 3m) è quindi la **C**.

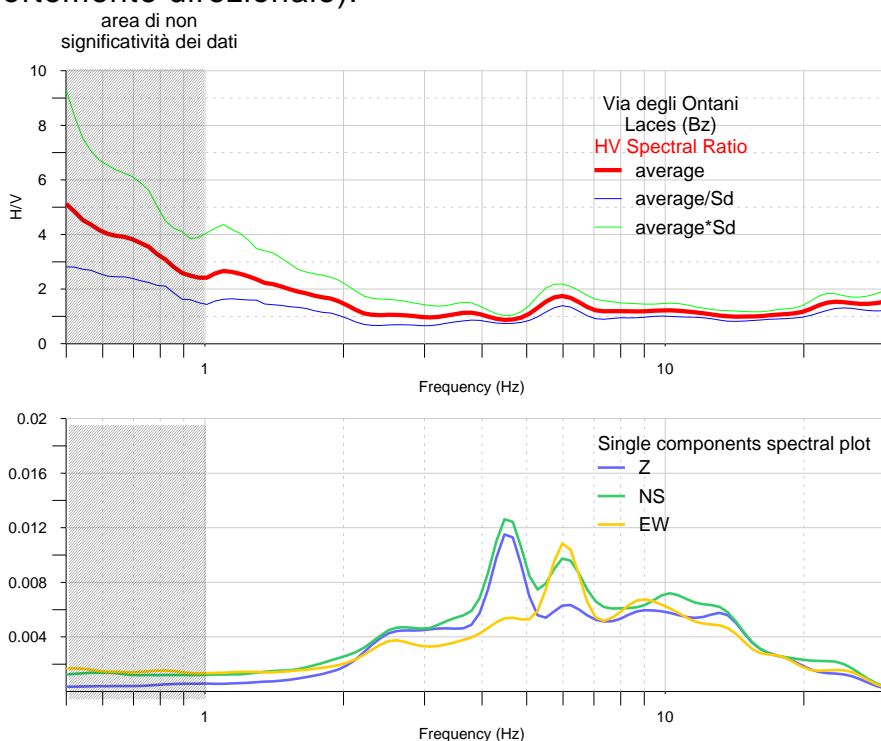
L'**ag_{max}**, dal momento che il fattore stratigrafico è uguale a 1.5, la categoria la C ed il fattore topografico $St = 1$ (terreno pianeggiante), risulta pari a $0.064 * 1 * 1.5 = \mathbf{0.096g}$.

Il test di Nakamura ha fornito una curva del rapporto spettrale H/V priva di picchi significativi. La qualità dei dati registrati appare modesta per l'interferenza sul rumore di fondo naturale esercitata da sorgenti vibrazionali transienti (traffico veicolare e vento a raffiche che faceva oscillare i filari). Il loro effetto si ripercuote su numero e lunghezza delle finestre temporali necessarie per il calcolo del rapporto spettrale H/V. In particolare la loro limitatezza temporale (<10s) rende non significativa la porzione di curva <1Hz



Serie temporali

L'esame delle curve spettrali delle componenti singole conferma la prevalenza degli effetti vibrazionali antropici su quelli naturali manifestati dalle amplificazioni che subisce la componente verticale e dal comportamento non coerente di quelle orizzontali (vento fortemente direzionale).

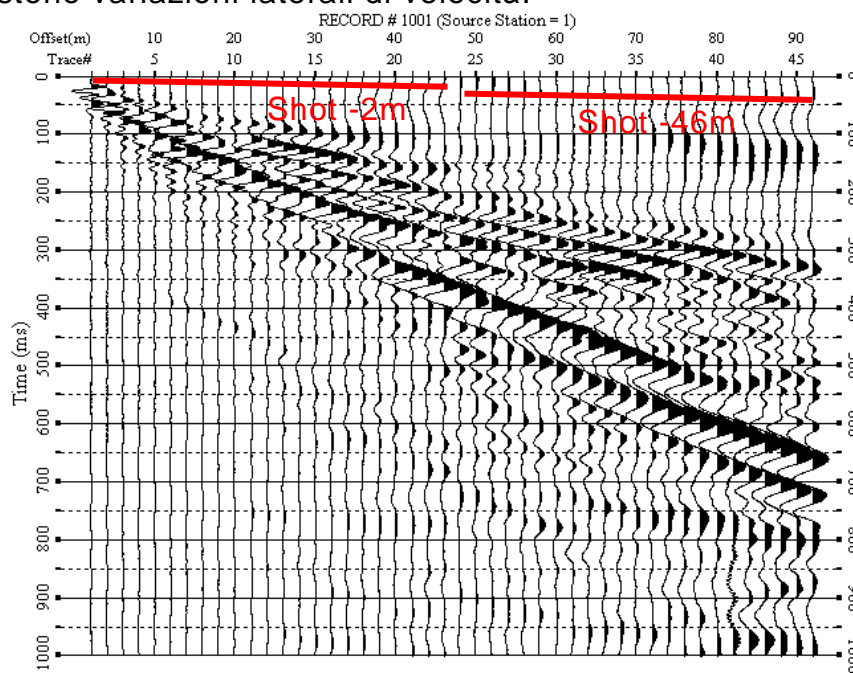


Da questa misura non emerge quindi il valore della frequenza di risonanza del sito per ottenere il quale sarebbe necessario procedere a misure di maggior durata in condizioni di maggior tranquillità. Non si è potuto ottenere quindi alcuna informazione sul bedrock che qui è sicuramente più profondo di 50m e che avrebbe dovuto generare un picco a frequenza inferiori a 1.8Hz o addirittura a 1Hz qualora risiedesse intorno ai 100m (struttura 1D $F(\text{freq.})=Vs/4H(\text{prof.})$)

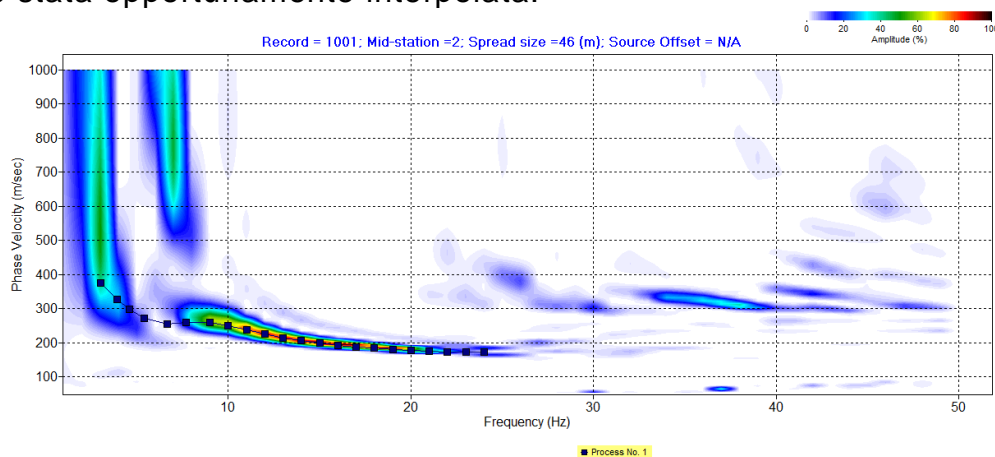
Che i terreni siano ascrivibili alla categoria C lo dimostra anche l'esito della prova attiva Masw.

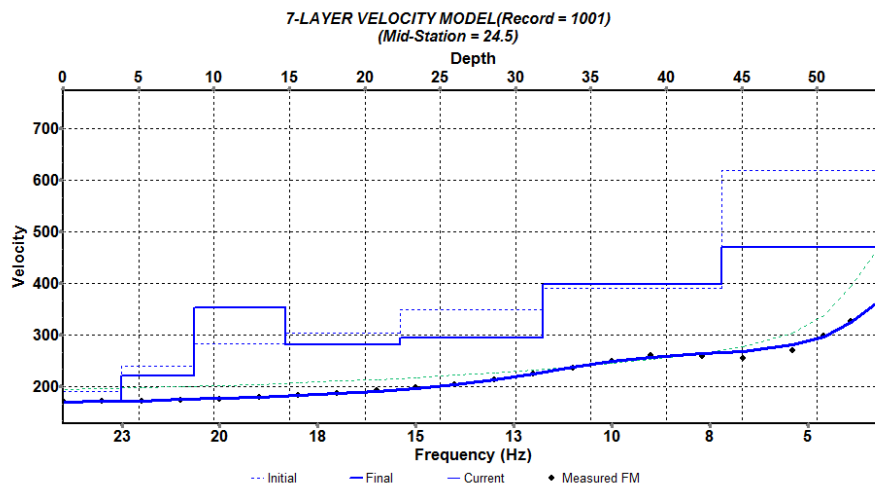
Il ventaglio della serie temporale combinata con modalità walk away è tale da mostrare una apertura a circa 90m di distanza che sfiora i 300-700msec. La rappresentazione del seismic record analizzato è la combinazione di due registrazioni effettuate mantenendo l'array a 23canali, interspaziati di 2m, fisso ed

arretrando l'energizzazione di un intero array. Con questa procedura si ha una immediata stima della monodimensionalità del sito dato che l'aggancio dei treni d'onda non sarebbe così ottimale in contesti in cui esistono variazioni laterali di velocità.



Lo spettro (Velocità Fase/Frequenza) risultante è stato calcolato con una frequenza di corner di 50Hz e velocità massima impostata a 1000m/s. La Curva di Dispersione del modo fondamentale è stata campionata in un range tra 3 e 25Hz e con V_{fase} comprese tra 160 e 300m/s; in corrispondenza del salto energetico generato dalla inversione di Velocità intorno agli 8Hz la curva è stata opportunamente interpolata.





Modello di velocità onde di taglio Masw

Le due prove, attive e passive, tra loro confrontate consentono di assicurare che il sito investigato è contraddistinto quindi da bassi addensamenti dei materiali, da un'elevata omogeneità laterale degli stessi e da una leggera inversione di velocità che si materializza tra 15 e 30m.

Il bedrock, data anche la mancata risposta da parte della prova HVSR ad individuare quella che potrebbe essere la f_0 del sito, non è stato raggiunto e si può solo attestare che esso giace sicuramente a profondità maggiori di 50m.

Torbole S/G
22/04/2015

GG Service s.a.s.
di
Garbari Tomas &C.



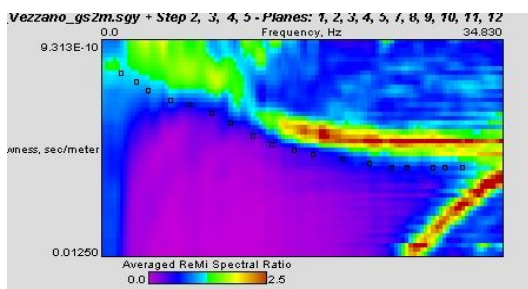
Via degli Ontani a Laces (Bz)

Vs Refraction Microtremor

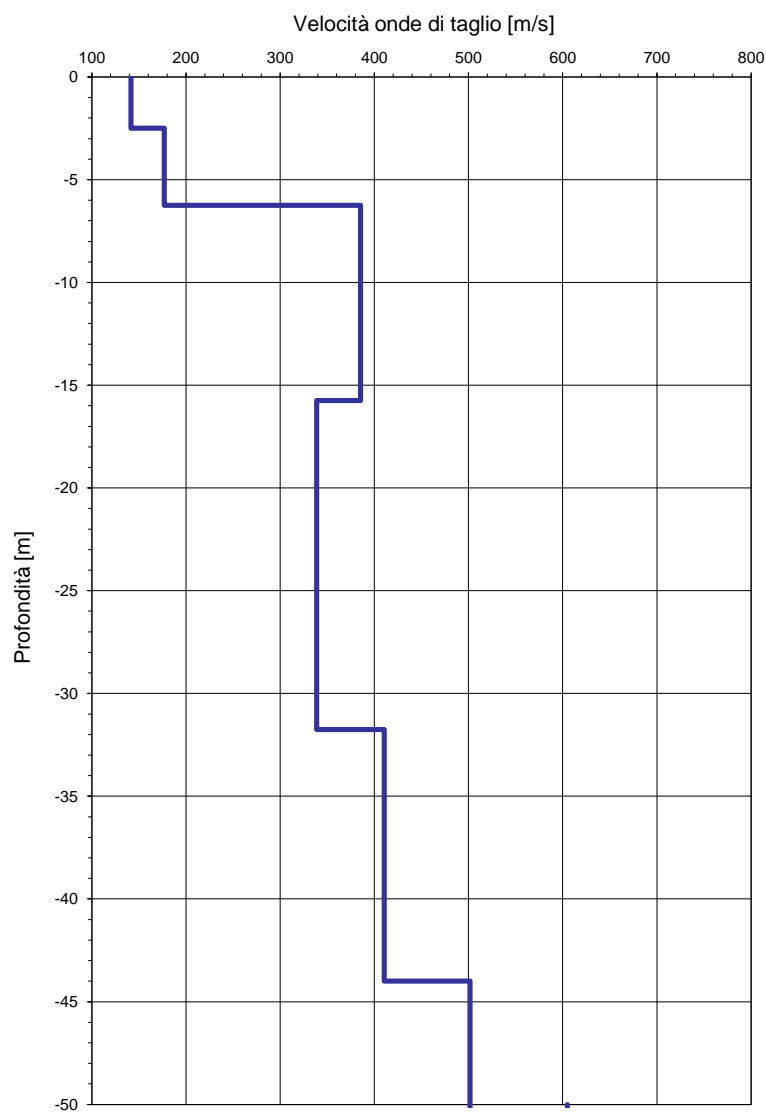
Profondità piano di fondazione;
Vs30;
Categoria sottosuolo di
fondazione

0m	284	C
1m	296	C
2m	309	C
3m	321	C

Spettro di potenza p-f



Profilo verticale (Vs)



Curve di Dispersione

