



REGIONE VENETO
PROVINCIA DI VICENZA

COMUNE DI MALO

Ampliamento capannone in via Fondo Muri n.43
a San Tomio di malo

Comune di Malo foglio ... mappale 708

RELAZIONE GEOLOGICA

(§ 6.2.1 del D.M. 14 gennaio 2008 e § C6.2.1 della Circolare del C.S.LL.PP. n. 617/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008")

(CONTIENE LA RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA)

Elementi di GEOTECNICA

committente: NATCOR s.r.l.

Geologo De Toni Michele

marzo 2014

INDICE

RELAZIONE GEOLOGICA	2
I. UBICAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO.....	2
II. CONTESTO GEOLOGICO REGIONALE.....	2
III. CONTESTO GEOLOGICO LOCALE.....	3
IV. GEOMORFOLOGIA.....	4
V. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA.....	4
VI. SISMOTETTONICA.....	5
VII. MODELLAZIONE SISMICA	9
VIII. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI	11
IX. SINTESI DEI DATI PER LA PROGRAMMAZIONE DEL PIANO DI INDAGINI E DELL'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI.....	12
X. CONSIDERAZIONI TECNICHE.....	13
ELEMENTI DI GEOTECNICA.....	15
1. PREMESSA	15
2. CAPACITA' PORTANTE (<i>STATI LIMITE ULTIMO – SLU</i>)	17
3. INDICAZIONI SUI CEDIMENTI (<i>STATI LIMITE ESERCIZIO – SLE</i>).....	20
4. CONSIDERAZIONE SUGLI SCAVI	21
APPENDICE A – Inquadramento e carte tecniche	23
APPENDICE B – Geologia Regionale	26
APPENDICE C – Prove penetrometriche e foto	27
APPENDICE D – Utilizzazione dei dati delle prove penetrometriche.....	31
APPENDICE E – Sondaggi con escavatore.....	36
APPENDICE F – Indagini geofisiche.....	39
APPENDICE G – Parametri fisico-meccanici dei terreni disaggregati.....	51
APPENDICE H – Ubicazione indagini e sezioni geologiche	53

Il presente studio è stato redatto, su incarico e per conto della ditta **NATCOR s.r.l.**, in conformità al § 6.2.1 del D.M. 14/01/2008 e al § C6.2.1 della relativa circolare esplicativa del C.S.LL.PP. n° 617/2009.

RELAZIONE GEOLOGICA

I. UBICAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO E CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

Il sito d'intervento è ubicato in via Fondo Muri n.43 in località San Tomio di Malo nel comune di Malo [vedi **Appendice A**].

La presente relazione prende in esame il progetto "Ampliamento capannone in via Fondo Muri n.43 a San Tomio di Malo" (Progettista: **Ing. Faccio Claudio**), sito in un'area catastalmente così identificata:

comune di Malo foglio ... mappale 708

Il progetto comporta l'ampliamento del capannone esistente: ampliamento caratterizzato da un aumento del numero dei silos di carico e dalla realizzazione di un manufatto di altezza 10,5 m [vedi **Appendice A**].

II. CONTESTO GEOLOGICO REGIONALE

I litotipi delle zone dei comuni di Malo e Isola Vicentina, dove è ubicata l'area in fase di studio, rientrano nelle seguenti formazioni, dall'alto verso il basso (in senso cronologico di deposizione) [vedi **Appendice B**]:

FORMAZIONE	UNITA' CRONOSTRATIGRAFICA	TIPO DI FORMAZIONE	LITOTIPO
depositi alluvionali di fondovalle e coltri eluvio-colluviali	Quaternario	continentale	sabbie-ghiaiose
		continentale	limi-argillosi
Arenarie di S. Urbano	Miocene	marina	calcarei nulliporici e arenarie calcaree giallastre
Calcareni di Castelvetro	Oligocene	marina	calcareni bioclastici e calcari arenacei
Marne di Priabona	Priaboniano	marina	calcarei marnoso-arenacei e marne con nummuliti
Vulcaniti	Miocene inferiore (?) – Paleocene superiore	eruttive	brecce basaltiche di esplosione dei diatremi, basalti alcalini di colata, camini vulcanici e filoni, tufi
		eruttive/marina	ialoclastiti spesso rimaneggiate, tufi e brecce d'esplosione extradiatremiche

La successione ed i rapporti stratigrafici sono messi in evidenza nella sezione riportata in *Fig.1*:

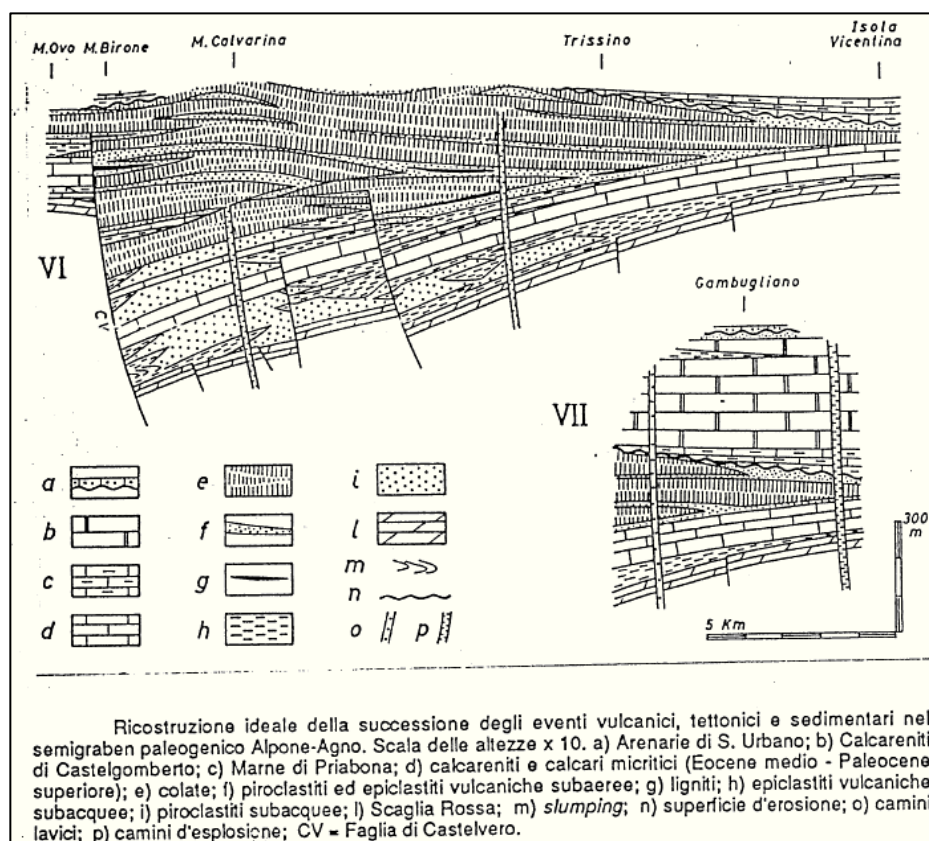


Fig.1 – Rappresentazione del semigraben "Alpone-Agno".

III. CONTESTO GEOLOGICO LOCALE

Il sito in cui verrà realizzata l'opera di progetto è posto su un'area caratterizzata, secondo la Carta Geolitologica del P.A.T. del comune di Malo, da "Materiali della copertura detritica colluviale poco consolidati e costituiti da frazione limo-argillosa prevalente con subordinate inclusioni sabbioso-ghiaiose e/o blocchi lapidei", mentre sulla Carta geologica d'Italia sono indicate "alluvioni fluvio-glaciali e fluviali, prevalentemente sabbiose, con strato di alterazione brunastro, di spessore limitato." [vedi **Appendice A**]. Nell'area in esame sono state eseguite indagini specifiche che hanno facilitato l'ipotesica ricostruzione del modello geologico locale: n.3 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH) [vedi **Appendice C**], n.1 prospezione sismica con tecnica passiva Re.Mi. (Refraction Microtremor) e n.1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) [vedi **Appendice F**].

Sono stati inoltre eseguiti dei sondaggi mediante escavatore per il prelievo dei campioni da sottoporre ad analisi chimiche ("terre e rocce da scavo"): le ubicazioni di tali sondaggi sono indicate nella planimetria dell'**Appendice H**, mentre le relative stratigrafie sono riportate in **Appendice E**.

Il modello geologico locale si basa su indagini principalmente puntuali nell'area di intervento e quindi possono non essere state rilevate eventuali anomalie legate a interdigitazioni di livelli argillosi-sabbiosi e/o modificazioni antropiche (lavori di escavazione): è necessario che, alla conclusione degli scavi, sia verificato e convalidato dal sottoscritto geologo il modello geologico ipotizzato.

La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di una copertura poco addensata fino a circa 1,2 m dal p.c. locale caratterizzata da una Vs di circa 120 m/s mentre per valori di profondità maggiori il grado di rigidità diventa più elevato (Vs $\approx$ 250 m/s; vedi *modello sismo - stratigrafico*

interpretativo riportato a seguire). Si segnala un aumento della velocità di propagazione delle onde di taglio ($V_s \approx 380$ m/s) a circa 9 m dal p.c. locale; il *bedrock geofisico* ($V_s \approx 900$ m/s), inteso come quel materiale che presenta una $V_s \geq 800$ m/s, è posizionato a circa 74 m dal p.c. locale (Vedi *modello sismo – stratigrafico interpretativo* riportato a seguire).

Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (*modello sismo – stratigrafico interpretativo*):

H.V.S.R.	Velocità onde di taglio [m/s]	Spessori [m]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	120	1,2	0,0 – 1,2
II SISMOSTRATO	250	8	1,2 – ≈ 9
III SISMOSTRATO	380	65	≈ 9 – ≈ 74
IV SISMOSTRATO	900	Semisp.	≈ 74 – Semisp.

In base al rilevamento geologico eseguito nei dintorni della zona, alle osservazioni effettuate nell'area, ai dati raccolti dalla bibliografia tecnica e alle indagini eseguite, si può fornire il seguente ipotetico modello geologico per il sottosuolo del sito:

copertura argilloso-limosa al di sopra dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi con matrice limo-argillosa più o meno abbondante.

La ricostruzione dell'ipotetico modello geologico così ottenuta è in funzione del tipo di opera (ampliamento capannone) e della complessità del contesto geologico: il tutto viene riassunto nelle sezioni geologiche riportate in **Appendice H**.

IV. GEOMORFOLOGIA

Il sito su cui si realizzerà l'intervento di progetto è localizzato su una piana alluvionale, ad una quota di circa 85 m s.l.m.. L'area è posta sulla destra idrografica ed in prossimità del Torrente Giara. Nel "Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione", adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico in data 4 marzo 2004 ed aggiornato nel novembre 2012 (carte redatte nel febbraio 2012), si osserva quanto segue:

- **Carta della pericolosità idraulica:** come evidenziato in **Appendice A** la zona in esame non rientra in aree a pericolosità geologica.

Nel "Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – P.T.C.P.", adottato dal Consiglio Provinciale con deliberazione n.40 del 20 maggio 2010, si osserva quanto segue:

- **Carta della fragilità:** la zona in fase di studio non ricade in zone a pericolosità idraulica e geologica [vedi **Appendice A**].

V. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

L'area in esame è posta su un'area pianeggiante impostata su una copertura limo-argillosa poco permeabile, posta al di sopra di alluvioni ghiaioso-sabbiose con matrice limo-argillosa più o meno abbondante caratterizzate da un grado di permeabilità medio-alto. Nel foro della prova penetrometrica n.2 è stato inserito, in data 06.03.2014, un tubo piezometrico con quota alla base di -5,35 m (-5,60 m dal p.c. attuale): alla data 06.03.2014 non vi è stata rilevata la presenza di acqua. In queste situazioni

stratigrafiche è possibile che si formi, in concomitanza con eventi piovosi importanti, delle piccole falde sospese in corrispondenza di livelli imo-argillosi poco permeabili.

VI. SISMOTETTONICA

Percorrendo la zona in fase di studio ci si rende conto che la successione stratigrafica, di cui abbiamo precedentemente parlato, risulta dislocata da disturbi tettonici. Le forme strutturali (faglie) sono influenzate dalle seguenti lineazioni: NNO-SSE Linea Schio-Vicenza, ENE-OSO Linea della Valsugana, NNE-SSO Linea delle Giudicarie (*Fig.2*).

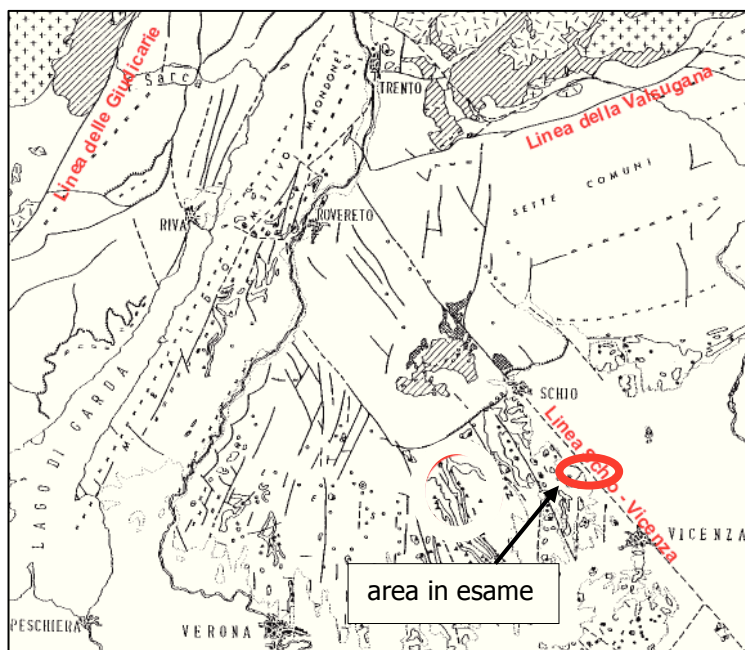


Fig.2 – Schema tettonico dell'area

Il sistema di faglie più riconoscibile è quello legato alla *linea Schio-Vicenza*, la quale mostra movimenti in prevalenza orizzontali sinistrorsi lungo piani verticali. Il fascio con direzione scledense è il più continuo e risulta essere il più recente, in quanto va a dislocare tutte le strutture tettoniche riconosciute. La sismicità del nordest Italia (Veneto e Friuli) è primariamente legata a sovrascorrimenti e loro zone di trasferimento transpressivo. La sismicità è concentrata nelle zone esterne della catena Alpina, sia per la retrocatena delle Alpi (le Alpi Meridionali o Sudalpino), che per la catena frontale in Austria e Germania (*Fig.3*). Sismicità è presente anche lungo l'asse centrale delle Alpi centro-orientali, parallelamente alla Linea Insubrica (qui nota come Pusteria-Gail). Zona di lacuna sismica nell'area dell'Italia nordorientale è tutta la fascia prealpina compresa tra Schio, Bassano, Feltre, Maniago, dove a parte alcune locali ondulazioni transpressive di zone di trasferimento come la zona di Vittorio Veneto-Fadalto, i meccanismi attesi sono di sovrascorrimento. Considerata l'inclinazione dei piani di sovrascorrimento, e lo spessore della crosta elastica, ci si può comunque aspettare aree epicentrali almeno fino a circa 20 km a nord dell'affioramento di ciascuno dei sovrascorrimenti sudalpini (*Sismotettonica dell'Italia nord-orientale e possibile comparazione con gli Appennini - PE98 - Progetto 5.1.1 - UR Università La Sapienza, Roma - responsabile: C. Doglioni - 6 settembre 1999*). La fascia prealpina dalle Prealpi Bresciane a Belluno è stata storicamente soggetta ad eventi sismici, anche intensi; il grafico in *Fig.4* illustra la sismicità storica della fascia prealpina (*da Sauro U., 2003 – Evidenze morfologiche di terremoti recenti nei Monti Lessini e*

nel Monte Baldo. *Atti e Memorie della Accademia di Agricoltura Scienze e Lettere di Verona*, volume 175, a.a. 1998-1999, 89-110.MODIFICATO). Le prealpi venete vengono inserite dall'INGV (redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dalla OPCM 3274/2003, rapporto conclusivo, 2004 – bozza) nella zona sismotettonica ZS906, con Mw attesa di **6,60**. Sempre l'INGV, nella sua 'Mappa della pericolosità sismica' (Fig.5), elaborata con modello probabilistico sismotettonico, comprende il **comune di Malo** in una zona d'Italia con l'accelerazione orizzontale attesa, per un sisma con un periodo di ritorno di 475 anni e 10% di probabilità di superamento, con un valore generalmente compreso nell'intervallo 0,150-0,175 Ag/g (accelerazione su bedrock – percentile 50).

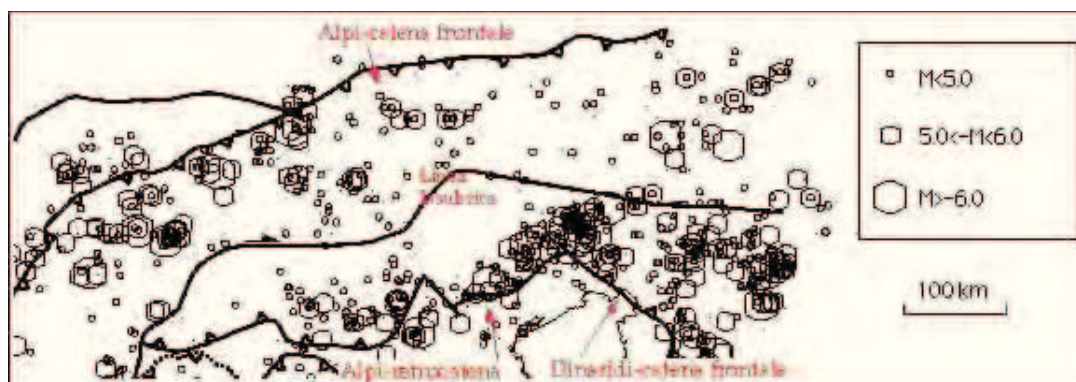


Fig.3 - Si noti come la maggior parte della sismicità delle Alpi centro-orientali sia concentrata nelle zone esterne della catena frontale in Austria e della retrocatena in Italia (Sudalpino o Alpi Meridionali), oltre a limitate aree orientali della linea Insubrica lungo l'asse dell'orogene. Da Scandone e Stucchi (1999).

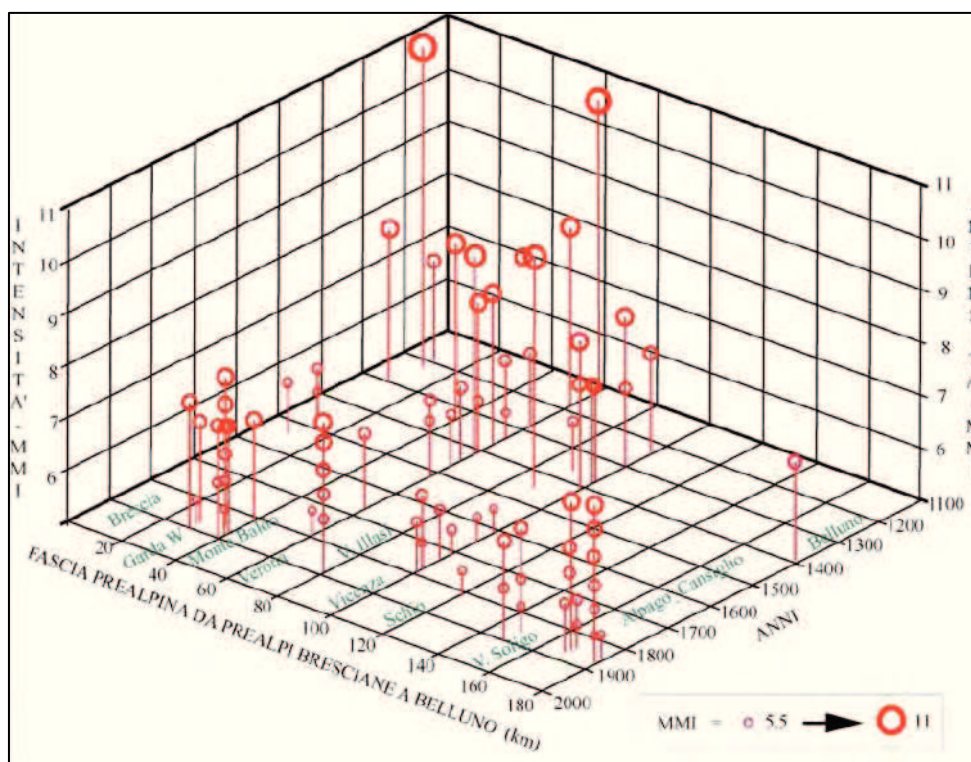


Fig.4 - Sismicità storica della fascia prealpina.

Il significato qualitativo di tale classificazione, (a prescindere dalla definizione delle azioni sismiche di progetto), è il seguente (*Pericolosità sismica, normativa e zone sismiche nell'Aquilano a cura di C. Meletti e M. Stucchi (INGV-MI), 16 aprile 200*): "la mappa di pericolosità sismica MPS04 e le mappe regionali delle zone sismiche definiscono con chiarezza le aree dove ci si possono aspettare scuotimenti forti

(anche da subito!); in quanto tali possono e devono essere considerate come strumenti di previsione; anche se non forniscono indicazioni temporali, queste mappe possono e debbono essere utilizzate per definire priorità di adeguamento sismico degli edifici e guidare interventi di preparazione al terremoto”.

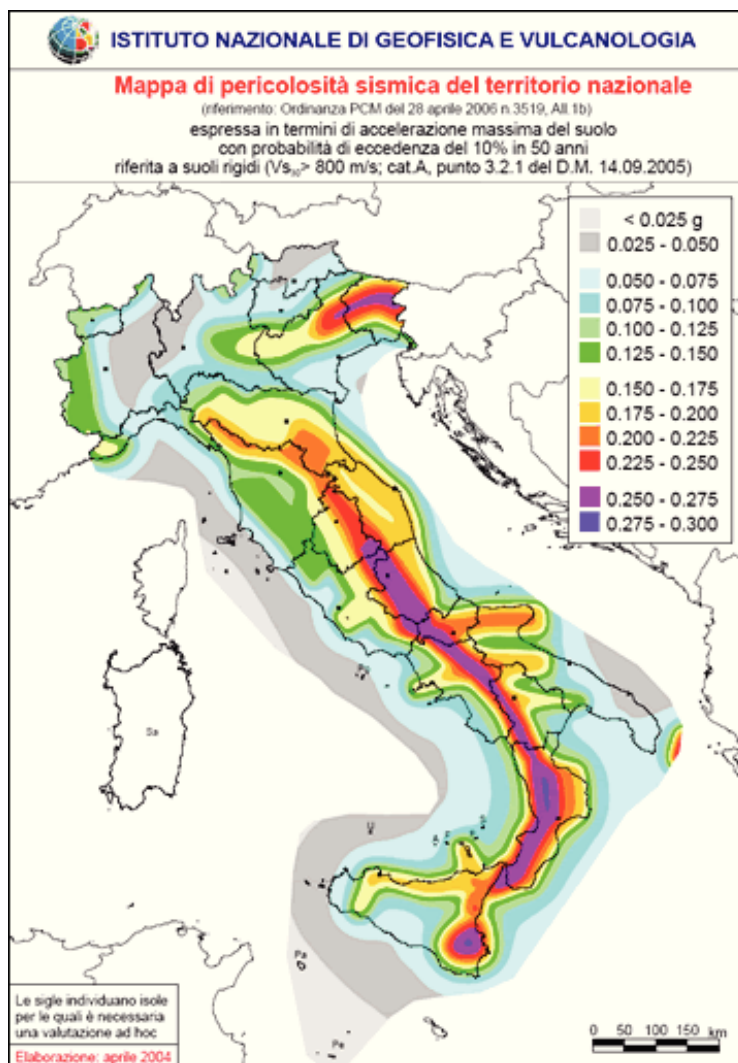


Fig.5 - Mappa della pericolosità sismica.

Attualmente un possibile modello tettonico comporta, nel presente momento geologico, un movimento con vergenza verso est delle morfostrutture giudicariensi, implicante una compressione da ovest, la quale si traduce in movimenti di sollevamento e di inclinazione di blocchi tettonici delle Piccole Dolomiti (Carega e Coni Zugna) e dei Lessini occidentali. A questo si accompagna una spinta da sud, evidente soprattutto ad est del Gruppo delle Piccole Dolomiti. La Fig.6 illustra tali movimenti ed indica inoltre le faglie attive, soprattutto quelle che sono più vicine e che possono influenzare maggiormente la sismicità del sito. La sismicità attesa nella zona in esame è data dalla presenza della struttura sismogenetica attiva, inserita nel DISS – vers. 03 (Database of Individual Seismogenic Sources) con sigla ITGG127, e rappresentata in Fig.7 con un rettangolo che è la proiezione del piano di faglia sulla superficie esterna e da una linea che rappresenta la proiezione della linea di rottura sulla superficie stessa. La freccetta nera all’interno del rettangolo rappresenta la direzione del vettore di movimento. In grigio le aree con caratteristiche sismogeniche omogenee (aree sismogeniche). I parametri geometrici e cinematici della sorgente sismogenica ITGG127 sono riportati in Fig.8.

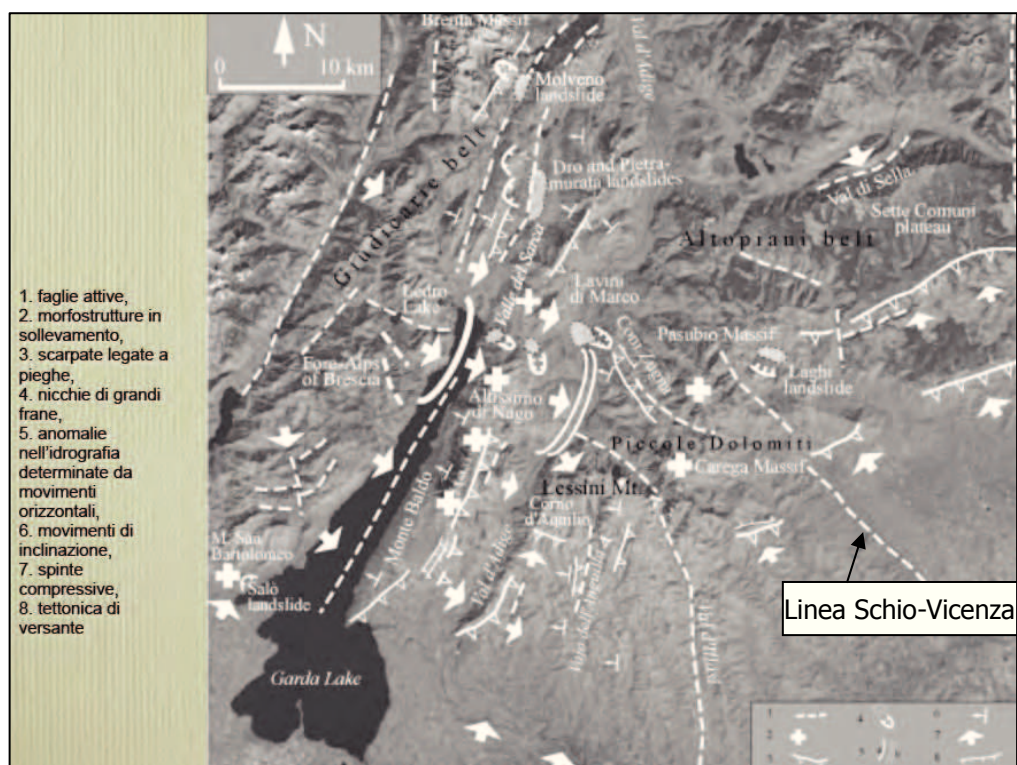


Fig.6 – Modello tettonico in atto nelle Prealpi Venete e Trentine (Ugo Sauro – Il terremoto di Verona nel 1117 e la sismicità dell'Italia Nord-Orientale – Accademia di agricoltura scienze e lettere di Verona)

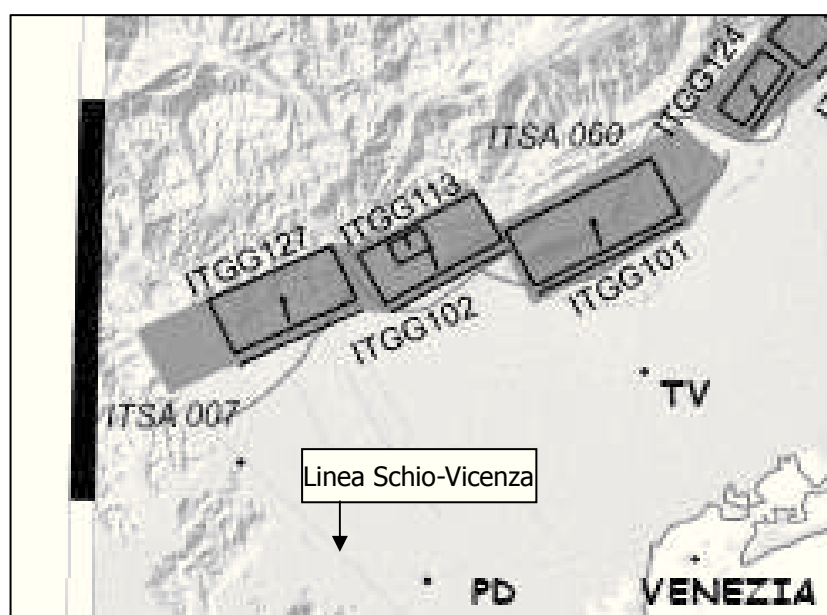


Fig.7 – Sorgenti sismogeniche individuate nell'Italia nord-orientale inserite nel DISS – vers. 03 (Database of Individual Seismogenic Sources).

ID	Name	LAT	LON	Length (km)	Width (km)	Depth (km)	Strike (°)	Dip (°)	Rake (°)	Slip rate (mm/a)	Associated earthquake	M _w
ITGG127	Thiene-Bassano	45.69	11.54	18.0	9.5	1.0-5.8	244	30	80	0.10-1.00	Unknown	6.6

Fig.8 – Parametri geometrici e cinematici della sorgente sismogenica ITGG127.

[Le coordinate geografiche sono riferite al vertice occidentale del piano di faglia. Il numero identificativo (ID) della sorgente è lo stesso che viene usato nel DISS Working Group ("006). La magnitudo del terremoto storico associato alla sorgente è tratta dal catalogo CPTI04 (Working Group CPTI, 2004), mentre la M_w delle altre sorgenti è stata calcolata attraverso le relazioni empiriche di Wells & Coppersmith (1994). Il tasso di spostamento deriva dai dati morfologici e geologici. (Burato et al., Tectonophysics, 2008)]

VII. MODELLAZIONE SISMICA

Con l'entrata in vigore del D.M. 14.01.08 la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. Dall'indagine geofisica eseguita [vedi **Appendice F**] e dalle indicazioni normative si prevede l'inserimento del sito d'indagine nella **Categoria di Sottosuolo denominata C**, così definita:

Categoria 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 $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Classificazione delle condizioni topografiche secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC: la superficie topografica può essere classificata come appartenente alla categoria **T1**, in quanto il sito è ubicato in una zona pianeggiante.

I parametri per la valutazione dell'azione sismica dell'area in fase di studio sono riportati qui di seguito (le coordinate espresse sono in ED50; Geostru software - www.geostru.com):

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: fondazioni

Sito in esame: latitudine: 45,6350796898383
longitudine: 11,4348907252587
Classe: II
Vita nominale: 50

(la Classe d'uso e la Vita nominale sono indicative: in merito alle stesse il Progettista e/o lo strutturista devono fare le loro valutazioni definitive e precisarle nei documenti di progetto)

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 11848	Lat: 45,6172	Lon: 11,4198	Distanza: 2314,206
Sito 2	ID: 11849	Lat: 45,6184	Lon: 11,4912	Distanza: 4754,630
Sito 3	ID: 11627	Lat: 45,6683	Lon: 11,4895	Distanza: 5627,919
Sito 4	ID: 11626	Lat: 45,6671	Lon: 11,4181	Distanza: 3796,359

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50 anni
Coefficiente c_u : 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,043 g
Fo: 2,455
Tc*: 0,239 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr:	50	[anni]
ag:	0,058	g
Fo:	2,516	
Tc*:	0,250	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,163	g
Fo:	2,409	
Tc*:	0,284	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,210	g
Fo:	2,446	
Tc*:	0,287	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,680
St:	1,000
Kh:	0,013
Kv:	0,007
Amax:	0,639
Beta:	0,200

SLD:

Ss:	1,500
Cc:	1,660
St:	1,000
Kh:	0,017
Kv:	0,009
Amax:	0,851
Beta:	0,200

SLV:

Ss:	1,460
Cc:	1,590
St:	1,000
Kh:	0,057
Kv:	0,029
Amax:	2,333
Beta:	0,240

SLC:

Ss:	1,390
Cc:	1,580
St:	1,000
Kh:	0,082
Kv:	0,041
Amax:	2,865
Beta:	0,280

dove: Tr = tempo di ritorno Cc = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo
ag = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido
Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
Tc* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzont.
S_S = amplificazione stratigrafica S_T = amplificazione topografica
β_S = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

$A_{\max} = S_S \times S_T \times a_g \times g$ (9,81 m/s²) [m/s²] (in assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale)

$k_h = \beta_S \times A_{\max} / g$ = coefficiente sismico orizzontale

$k_v = \pm 0,5 k_h$ = coefficiente sismico verticale

VIII. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTOSUOLO E PARAMETRI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI

La ricostruzione del quadro litologico e stratigrafico del sottosuolo in esame è derivato, in funzione del tipo di opera e della complessità del contesto geologico, dal rilevamento geologico di campagna, dalle prove penetrometriche, dai sondaggi con escavatore, dall'indagine geofisica e dalla raccolta di dati bibliografici; il tutto ha portato ad ipotizzare il modello geologico [vedi **Appendice H**], sulla base di indagini puntuali e quindi da verificare e convalidare dal sottoscritto al termine degli scavi, caratterizzato dalla seguente definizione lito-stratigrafica:

STRATO A : da p.c. a $-(0,9 \div 2,1)$ m
copertura limo-argillosa e terreno di riporto eterogeneo
 peso di volume = $\gamma = 18$ kN/mc
 SCADENTI CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

STRATO B : da $-(0,9 \div 2,1)$ m a $-(3,6 \div 4,8)$
ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa

Tabella 1: valori medi dei parametri geotecnici dello **STRATO B**

PARAMETRI	SIMBOLO	UNITA'	VALORI medi
Angolo di attrito interno	Φ	gradi	34
Densità ¹	γ^1	kNm ⁻³	20

1: valore stimato in base a dati di letteratura

STRATO C : da $-(3,6 \div 4,8)$ m a $-5,1$ m
limi sabbiosi argillosi

Tabella 2: valori medi dei parametri geotecnici dello **STRATO C**

PARAMETRI	SIMBOLO	UNITA'	VALORI medi
Coesione non drenata	c_u	kPa	29
Angolo di attrito interno	Φ	gradi	26
Densità ¹	γ^1	kNm ⁻³	19

1: valore stimato in base a dati di letteratura

STRATO D : da – 5,1 m a -9 m circa (profondità non ben definita ricavata dall'indagine geofisica)
ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa

Tabella 3: valori medi dei parametri geotecnici dello **STRATO D**

PARAMETRI	SIMBOLO	UNITA'	VALORI medi
Angolo di attrito interno	Φ	gradi	34
Densità ¹	γ^1	kNm ⁻³	20

1: valore stimato in base a dati di letteratura

I parametri geotecnici si sono ottenuti dalle correlazioni riportate in **Appendice D** mediando i dati disaggregati descritti in **Appendice G**.

Sovrapponendo le sezioni riportate in **Appendice H**, ottenute dal piano quotato, riportato anch'esso in **Appendice H**, e il possibile modello geologico ricavato, come specificato precedentemente, da indagini puntuali, si nota che le strutture fondazionali dovranno essere imbasate nello **STRATO B** (*ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa*). E' importante sottolineare che il modello geologico sovrapposto si è basato sulla risultanza di indagini svolte in modo puntuale lungo le sezioni prese in esame o proiettate sulle stesse. Da qui si ribadisce la necessità al termine degli scavi di verificare e convalidare, da parte del sottoscritto, la situazione geologica locale precedentemente ipotizzata.

IX. SINTESI DEI DATI PER LA PROGRAMMAZIONE DEL PIANO DI INDAGINI E DELL'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI

Si elenca di seguito tutto quanto può essere un utile elemento di riferimento per il Progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche:

- **Modello geologico:** le indagini svolte (rilievo geologico di campagna, raccolta bibliografica di dati, sondaggi con escavatore, prove penetrometriche e indagini geofisiche) sono state attuate sulla base dell'inquadramento geologico della zona e in funzione dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica di dettaglio che possa risultare adeguata ed utile, in funzione del tipo di opera (ampliamento capannone) e della complessità del contesto geologico, per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo.

In riferimento al quadro geologico generale della zona presa in considerazione, si sottolinea che le incertezze nella ricostruzione geologica, che possono risultare significative ai fini dello sviluppo del progetto, sono:

- lo spessore dello **STRATO A** (*copertura limo-argillosa* e terreno di riporto eterogeneo) può variare in funzione di:
 - a) riporti o sterri antropici verificatisi in passato e/o successivamente alla stesura della presente relazione;

- la profondità di riscontro, rispetto al piano campagna attuale, e lo spessore dello **STRATO B** (*ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa*) su cui imbasare le strutture fondazionali può variare in funzione della presenza di *locali intercalazioni lentiformi sabbioso limose e/o limoso argillose*.
- **Rischio idrogeologico:**
 - Rischio frana attuale e potenziale: assente
 - Rischio di esondazione: non segnalato nella cartografia
 - Rischio di erosione concentrata o accelerata attuale: assente
 - Rischio di erosione concentrata o accelerata potenziale: improbabile
 - Rischio di crollo massi: assente
- **Rischio sismico:** medio a causa della vicinanza di una struttura sismogenetica.
- **Carta della pericolosità idraulica (P.A.I.):** il sito in esame non rientra in zone a pericolosità idraulica e geologica.
- **Carta della fragilità (P.T.C.P.):** l'area in fase di studio non rientra in zone a pericolosità geologica ed idraulica.

X. CONSIDERAZIONI TECNICHE

Sono qui elencate alcune indicazioni tecniche che vogliono essere orientative e d'aiuto al Progettista nelle scelte progettuali dell'opera in esame:

- qualora si riscontrassero disomogeneità, dovute alle valutazioni esposte precedentemente, nell'ambito della situazione stratigrafica locale e quindi situazioni diverse da quanto ipotizzato con la presente relazione, si prescrive di informare tempestivamente il sottoscritto, la D.LL. ed il Progettista per valutare le misure da adottare;
- eventuale terreno di riporto dovrà essere sistemato con angoli di scarpata inferiori a 30°, in aree idonee e non soggette ad una erosione superficiale concentrata da parte delle acque meteoriche; riporti con inclinazioni maggiori dovranno essere sistemati con opere di sostegno adeguate (terre armate, opere di ingegneria naturalistica, biostuoie, ecc..), valutate e verificate caso per caso dal Progettista; riporti con quantità elevate di terreno dovranno essere verificati con una analisi di stabilità del sito di collocazione; si fa presente che per il riutilizzo del materiale di scavo naturale come "sottoprodotto" devono essere seguite le procedure della normativa attualmente vigente in merito alle "terre e rocce da scavo";
- in merito alle incertezze riguardo alla ricostruzione geologica riportate nel paragrafo precedente, è necessario che il modello geologico ipotizzato venga verificato e convalidato dal sottoscritto al termine degli scavi; si consiglia di verificare in fase esecutiva il modello geologico nella parte a nord/nord-ovest del nuovo ampliamento, in quanto la presenza dell'attuale pavimentazione in calcestruzzo non ha permesso l'esecuzione di prove penetrometriche e di scavi;
- è necessario impostare le opere fondazionali nello **STRATO B** (*ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa*); nell'ambito della realizzazione del progetto (ampliamento capannone) è utile che vengano analizzate la tipologia, le dimensioni e la base di appoggio delle strutture fondazionali dei manufatti esistenti, in modo da valutare una loro consolidazione e la possibile interazione con le nuove fondazioni; nel caso di approfondimento degli scavi al di sotto del piano di imposta delle fondazioni esistenti (silos attuali, edifici attuali, ecc..) è utile valutare un intervento di sottomurazione delle

- stesse (o consolidamento mediante micropali, ecc.); eventuali muri di sostegno progettati nelle sistemazioni esterne devono essere imbasati nello **STRATO B** e realizzati e progettati in conformità alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 08);
- nel § 6.1.2 del D.M. 14/01/2008 e nel § C6. (parte generale) della relativa circolare esplicativa del C.S.LL.PP. n° 617/2009, è indicato che: *"Per progettazione geotecnica si intende l'insieme delle attività progettuali che riguardano le costruzioni o le parti di costruzioni che interagiscono con il terreno, gli interventi di miglioramento e di rinforzo del terreno, le opere in materiali sciolti, i fronti di scavo, nonché lo studio della stabilità del sito nel quale si colloca la costruzione. Gli obiettivi della progettazione geotecnica sono la verifica delle condizioni di sicurezza globale e locale del sistema costruzione-terreno, inclusa la determinazione delle sollecitazioni delle strutture a contatto con il terreno e la valutazione delle prestazioni del sistema nelle condizioni d'esercizio. I caratteri geologici del sito, illustrati nella Relazione Geologica (§ 6.2.1 NTC), costituiscono un importante riferimento per l'impostazione del progetto, soprattutto per le opere infrastrutturali ad elevato sviluppo lineare o che comunque investano aree di notevole dimensioni...omissis...L'insieme di queste attività, unitamente alle analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere, costituiscono l'oggetto della progettazione geotecnica. I risultati delle attività devono essere raccolti nella Relazione Geotecnica nella quale sono descritti i risultati delle indagini e delle prove, della caratterizzazione e modellazione geotecnica e delle analisi eseguite per la verifica delle condizioni di sicurezza e per la valutazione delle prestazioni nelle condizioni d'esercizio del sistema costruzione-terreno (vedi § C6.2.2)."*
 - il § 10.1 ("Caratteristiche generali") del Cap. 10 ("Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo") del D.M. 14/01/2008 e il § C10.1 della relativa circolare esplicativa del C.S.LL.PP. n° 617/2009, prevedono la redazione di una serie di elaborati tra cui le relazioni specialistiche; queste relazioni specialistiche sono [§ C10.1, punto 5.1) della Circolare]:
 1. la **relazione geologica** sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito (§ 6.2.1 del D.M. 14/01/2008 e § C6.2.1 della Circolare)
 2. la **relazione geotecnica** sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno (§ 6.2.2 del D.M. 14/01/2008 e § C6.2.2 della Circolare)
 3. la **relazione sulla modellazione sismica** concernente la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione (§ 3.2 delle D.M. 14/01/2008 e § C3.2 della Circolare);
 - le indagini svolte e i dati raccolti sono validi per il progetto e l'area d'intervento specificati nella presente relazione [vedi **Appendici A e H**]: qualsiasi modifica, di ubicazione e/o di progetto sostanziale, necessita di un nuovo studio;
 - il presente studio è caratterizzato dalla **relazione geologica** sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito (§ 6.2.1 del D.M. 14/01/2008 e § C6.2.1 della Circolare) e dalla **relazione sulla modellazione sismica** concernente la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione (§ 3.2 delle D.M. 14/01/2008 e § C3.2 della Circolare).

ELEMENTI DI GEOTECNICA

1. PREMESSA

La documentazione progettuale analizzata è stata fornita dal Progettista [vedi **Appendici A e H**]; il progetto comporta l'“Ampliamento capannone in via Fondo Muri n.43 a San Tomio di Malo”. Dal modello geologico esposto nelle sezioni riportate in **Appendice H**, il quale deve essere verificato e convalidato dal sottoscritto al termine degli scavi, emerge che le strutture fondazionali dovranno interagire con lo **STRATO B** (*ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa*).

I parametri geotecnici caratteristici del terreno di appoggio delle fondazioni sono i seguenti:

Tabella 4: valori caratteristici dei parametri geotecnici dello **STRATO B**

PARAMETRI	SIMBOLO	UNITA'	VALORI caratteristici
Angolo di attrito interno	Φ_k	gradi	28
Densità ¹	γ^1	kNm ⁻³	20

1: valore stimato in base a dati di letteratura

Secondo l'Eurocodice 7 e le NTC, i valori caratteristici X_k consistono in una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite. Il § C6.2.2.4 della Circolare illustra chiaramente come tali valori debbano essere scelti. In particolare: *"Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici può essere dettata anche solo dalle caratteristiche dei terreni; basti pensare, ad esempio, all'effetto delle discontinuità sul valore operativo della resistenza non drenata. Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato"*.

Nel caso in esame, le dimensioni e la rigidità delle strutture fondazionali valutate come ipotesi (fondazioni isolate a plinto) sono tali da coinvolgere modesti volumi di terreno: pertanto i valori caratteristici saranno prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici.

I valori caratteristici dei parametri sono stati ricavati in base a quanto segue:

- i valori dei parametri geotecnici medi illustrati nella Tabella 1 (pag.11) descrivono il comportamento medio dello **STRATO B**;

- il parametro minimo è quello che influenza l'insorgere degli SLU e degli SLE nel caso in esame (situazione di coinvolgimento di volumi modesti di terreno da parte delle fondazioni ipotizzate);
- la relazione applicata (metodo statistico) per il calcolo del valore caratteristico è la seguente:

5° percentile distribuzione dei dati

N.B.: valore caratteristico quando la superficie di rottura interessa un limitato volume di terreno

(ciò avviene in genere nei pali isolati)

Parametro	f	f per Φ , c per c', cu per Cu, a per altri			
dati	media dati	Xk		Distribuzione normale	
40	34,07	28,1		Generalmente si usa per F	
36	dev. Stand				
42	3,63				
41	n° dati				
36	196				
34	42,0	29,97498	33,318	32,05818	38,97916
34	37,4	33,10387	33,64	31,13649	35,34699
39	40,6	33,57418	33,64	31,24993	32,94436
38	40,6	33,57418	31,064	29,86617	31,61325
34	41,4	29,38749	30,42	32,03665	32,29162
31	36,1	28,13393	40,6689	32,46359	29,38749
31	34,1	30,45	41,44252	31,38891	34,77372
34	31,5	34,59	47,51077	29,38749	34,77372
32,9	37,1	34,245	45,78247	30,54027	32,94436
30,8	36,7	35,28	41,99878	36,97726	31,064
30,5	41,3	33,9	39,03311	35,76656	31,708
28,1	38,9	31,485	37,06557	32,62101	36,216
33,1	34,9	33,555	37,33592	30,54027	35,25
32,6	37,5	33,9	33,50771	29,38749	32,996
29,4	37,6	33,9	38,97355	29,97498	31,708
31,8	38,4	31,14	39,74498	27,45994	31,064
30,5	34,0	30,45	37,49731	32,12454	31,386
33,6	32,5	30,16575	32,62498	32,12454	30,098
33,2	29,6	37,49444	33,63653	30,54027	32,674
31,1	32,6	36,97726	39,28497	31,14	32,674
32,9	32,4	38,49468	38,22258	31,83	31,708
30,2	35,50491	36,44761	35,46237	36,66	
35,9	33,78315	32,29162	36,20429	35,625	
35,3	31,29013	35,90454	34,57683	33,21	
31,6	32,87817	36,44761	34,78567	31,83	
31,7	32,92165	36,44761	32,01811	31,14	
30,4	33,41784	31,61325	36,16791	31,485	
33,3	30,81612	30,16575	36,87637	30,105	
33,0	30,10538	30,42	35,038	32,865	
31,1	28,13393	34,284	30,14715	32,865	
37,7	34,48076	33,962	30,64376	31,83	
44,7	34,03287	34,928	34,03006	31,61325	
43,6	35,34699	33,64	33,31768	32,94436	
44,3	33,57418	31,386	31,62735	40,37716	

2. CAPACITA' PORTANTE (*STATI LIMITE ULTIMO – SLU*)

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq R_d \quad (1)$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, e R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2 – D.M. 14/01/2008 Tab. 6.2.I), per i parametri geotecnici (M1 e M2 - D.M. 14/01/2008 Tab. 6.2.II) e per le resistenze (R1, R2 e R3 - D.M. 14/01/2008 Tab. 6.4.I).

I diversi gruppi di coefficienti parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti:

APPROCCIO 1		
Combinazione 1	A1 + M1 + R1	combinazione generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno
Combinazione 2	A2 + M2 + R2	combinazione generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico
APPROCCIO 2		
Combinazione 1	A1 + M1 + R3	unica combinazione da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche

Nella presente relazione preliminare si prendono in considerazione gli stati limite "GEO: raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura" (con riferimento agli stati limite GEO, si possono menzionare, a mero titolo di esempio, gli stati limite che riguardano il raggiungimento del carico limite nei terreni di fondazione e lo scorrimento sul piano di posa di fondazioni superficiali e muri di sostegno, la rotazione intorno a un punto di una paratia a sbalzo o con un livello di vincolo, ecc.).

Non conoscendo l'APPROCCIO scelto dal Progettista, nell'ambito della presente relazione preliminare viene tralasciato l'APPROCCIO 1 combinazione 1 (è generalmente dimensionante per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo strutturale, STR) e considerati l'APPROCCIO 1 combinazione 2 (risulta in genere dimensionante per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo geotecnico, GEO) e l'APPROCCIO 2.

La capacità portante è funzione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del terreno che costituisce il sottosuolo, della forma e delle dimensioni della superficie di carico, della profondità di posa delle fondazioni e della falda freatica.

Dai dati riportati precedentemente si verifica l'interazione terreno (**STRATO B: ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa**)-fondazione, inizialmente calcolando la capacità portante del terreno che è in grado di sopportare le fondazioni.

Si utilizza, tra quelle disponibili nella bibliografia tecnica, la formula di Brinch Hansen (1970), la quale può essere utilizzata per qualsiasi tipo di terreno:

$$R_d = (c N_c s_c \delta_c i_c g_c \beta_c + \gamma_1 D N_q s_q \delta_q i_q g_q \beta_q + 0,5 \gamma_2 B N_y s_y \delta_y i_y g_y \beta_y) A_f$$

Rd	kN	resistenza del sistema geotecnico
c	kN/m ²	coesione del terreno su cui poggia la fondazione
y ₁	kN/m ³	peso di volume del terreno posto sopra il piano di posa
y ₂	kN/m ³	pesi di volume del terreno posto sotto il piano di posa
D	m	profondità del piano di posa della fondazione (profondità di incastro)
B	m	larghezza della fondazione
N _c N _q N _y		fattori di capacità portante
S _c S _q S _y		fattori di forma
δ _c δ _q δ _y		fattori dipendenti dalla profondità di posa
i _c i _q i _y		fattori legati all'inclinazione del carico
g _c g _q g _y		fattori legati all'inclinazione del pendio
β _c β _q β _y		fattori legati all'inclinazione della base di posa
A _f	m ²	area della fondazione efficace di progetto

Assumendo il comportamento del terreno d'interazione come granulare ($\Phi > 0$), la formula precedentemente esposta si semplifica in:

$$R_d / A_f = y_1 D N_q s_q \delta_q i_q g_q \beta_q + 0,5 y_2 B N_y s_y \delta_y i_y g_y \beta_y$$

Non conoscendo le azioni di progetto (i valori degli sforzi normali, di taglio e dei momenti flettenti che andranno a sollecitare le strutture fondazionali progettate) e le dimensioni progettuali delle fondazioni stesse, si è pervenuti a dei parametri di resistenze del sistema geotecnico non in termini di forze (Rd) ma in qualità di pressioni e quindi di CAPACITA' PORTANTE RESISTENTE [kN/mq].

Tale relazione preliminare non costituisce quindi proposta progettuale in quanto non è possibile effettuare il confronto tra i valori di progetto delle azioni (Ed) e delle resistenze del sistema geotecnico (Rd).

Vengono analizzate le seguenti ipotetiche strutture fondazionali:

tipologia di fondazione: PLINTO

profondità di posa delle fondazioni: devono essere imbasati nello **STRATO B**

incastro (posa all'interno dello **STRATO B** di appoggio): 0,5 m

lunghezza: 2,5 m (porzione rigida – influenza del carico su tutta la lunghezza)

larghezza: 2,5 m (porzione rigida – influenza del carico su tutta la larghezza)

carico verticale e centrato, carico orizzontale nullo ($H =$ componente orizzontale del carico trasmesso dalla fondazione $= 0$) $\rightarrow i_q$ e $i_y = 1$

piano fondazionale orizzontale $\rightarrow \beta_q$ e $\beta_y = 1$

resistenza del terreno al di sopra del piano di posa trascurata $\rightarrow \delta_q = 1$

inclinazione pendio β° : valutato piano orizzontale

CAMPO STATICO:

CALCOLO CAPACITA' PORTANTE				TERRENI INCOERENTI			
$R_d / A_f = \gamma_1 D N_q s_q \delta_q i_q g_q \beta_q + 0,5 \gamma_2 B N_y s_y \delta_y i_y g_y \beta_y$ (Brinch-Hansen 1970 - EC 7 annesso D)				(Brinch-Hansen 1970 - EC 7 annesso D)			
$A_f = \text{area della fondazione efficace di progetto} = B \times L = \text{si considera il carico centrato}$				fattori M			
caratteristiche fondazione				caratteristiche terreno di interazione della fondazione			
B (m) (porzione rigida)	2,5					M1	M2
D (m) (incastro su STRATO B)	0,5					1	1
L (m)	2,5			peso specifico γ_1 (kN/mc)	20	20	20
piano medio d'impasto da p.c. (m)	/			peso specifico γ_2 (kN/mc)	20	20	20
inclinazione pendio (gradi)	0			angolo di resistenza al taglio		1	1,25
				ϕ_k gradi	28	28	23,0
				ϕ_k radianti	0,489	0,489	0,402
				$\tan \phi_k$	0,532	0,532	0,425

valori formula	M1	M2	
$s_q = 1 + B'/L' \sin \phi =$	1,469	1,391	si considera il carico centrato
$\delta_q =$	1,000	1,000	si trascura resistenza terreno al di sopra del piano di posa
$i_q =$	1,000	1,000	viene considerato il carico verticale
$g_q = g_y = (1 - 0,5 \tan \beta)^5 =$	1,000	1,000	
$\beta_q =$	1,000	1,000	il piano fondazionale è valutato orizzontale
$s_y = 1 - 0,3 B'/L' =$	0,700	0,700	si considera il carico centrato
$d_y =$	1,000	1,000	per qualsiasi ϕ
$i_y =$	1,000	1,000	viene considerato il carico verticale
$\beta_y =$	1,000	1,000	il piano fondazionale è valutato orizzontale
$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45 + \phi/2) =$	14,72	8,70	
$N_y = 2 (N_q - 1) \tan \phi =$	14,59	6,55	

	fattore M	CAPACITA' PORTANTE LIMITE			fattore R	CAPACITA' PORTANTE RESISTENTE = R_d statico/ A_f		
		kg/cmq	t/mq	kN/mq = kPa		kg/cmq	t/mq	kN/mq = kPa
APPROCCIO 1								
combinazione 2	M2	2,36	23,6	236	R2 = 1,8	1,31	13,1	131
APPROCCIO 2								
combinazione 1	M1	4,72	47,2	472	R3 = 2,3	2,05	20,5	205

CAPACITA' PORTANTE RESISTENTE			
CAMPO STATICO			
APPROCCIO 1 combinazione 2		APPROCCIO 2	
kN/mq	ton/mq	kN/mq	ton/mq
131	13,1	205	20,5

I dati forniti sono indicativi per il Progettista il quale dovrà scegliere, sulla base dei parametri progettuali definitivi, le strutture fondazionali da adottare in fase esecutiva (tipologia e dimensionamento).

CAMPO SISMICO

Il Progettista dovrà dimensionare le strutture fondazionali ed eseguire la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti (paragrafo 7.2.5. delle NTC 08): "Più precisamente, la forza assiale negli elementi

strutturali verticali derivante dalla combinazione delle azioni di cui al § 3.2.4. deve essere associata al concomitante valore resistente del momento flettente e del taglio;”.

3. INDICAZIONI SUI CEDIMENTI (*STATI LIMITE ESERCIZIO – SLE*)

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione

$$E_d \leq C_d \quad (2)$$

dove E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni e C_d è il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni. Quest'ultimo deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione (*Gli stati limite di esercizio si riferiscono al raggiungimento di valori critici di spostamenti e rotazioni, assoluti e/o relativi, e distorsioni che possano compromettere la funzionalità dell'opera. E' quindi necessario valutare, utilizzando i valori caratteristici delle azioni e delle resistenze dei materiali, gli spostamenti e le rotazioni delle opere, nonché il loro andamento nel tempo*).

Per le verifiche sono quindi necessari i carichi (permanenti strutturali, permanenti non strutturali, variabili), che non sono stati forniti dal Progettista, in quanto i cedimenti sono in funzione degli stessi.

Il cedimento massimo ammissibile, per una struttura come quella progettata, nella bibliografia tecnica viene stimato in 2-5 cm; il cedimento differenziale ammissibile può essere valutato in 3 cm [distanza minima tra plinti ipotizzata in circa 10 m, sulla base del progetto fornito dal Progettista: cedimento/distanza = $3/1000 \leq 1/300$ che è il limite per cui iniziano le prime fessurazioni e dove si incontrano le prime difficoltà per i carri ponte].

In prima approssimazione, valutando il terreno di appoggio delle strutture fondazionali (**STRATO B**) come assimilabile ad una sabbia mediamente densa, si possono osservare diversi valori di cedimenti nel Grafico 1. In esso si mettono in relazione i cedimenti in mm (S) con la larghezza della fondazione in m (B), rispetto a diversi carichi unitari in kg/cm² (q), non avendo a disposizione i carichi trasmessi dalla struttura sul terreno. Con i carichi riportati nel grafico, e valutando il terreno di appoggio delle strutture fondazionali (**STRATO B**) come assimilabile ad una sabbia mediamente densa, i cedimenti assoluti così calcolati rientrano nei valori ammissibili ricavabili dalla bibliografia tecnica (i cedimenti differenziali devono essere valutati caso per caso a seconda dei carichi insistenti nei muri portanti o nei vari pilastri).

Adottando per il terreno in esame il classico modello di mezzo alla Winkler (1867) si assume semplicemente una relazione che esprime proporzionalità diretta fra il cedimento di un punto e pressione su di esso applicata:

$$w \text{ (cedimento)} = q \text{ (carico)} / k \text{ (coefficiente di sottofondo)}$$

Si escludono con questo metodo i cedimenti indotti dall'applicazione del carico in punti diversi da quello in esame (in contraddizione con l'evidenza sperimentale): si tratta quindi di un metodo incapace di simulare la diffusione di tensioni e deformazioni a distanza dal punto ove è applicato il carico, ma è una schematizzazione cara soprattutto all'approccio del progettista strutturista che si concentra sull'elemento strutturale di fondazione e riguarda il terreno come un vincolo cedevole sulla base della espressione riportata precedentemente. Nel caso in fase di studio, assimilando il terreno di appoggio (**STRATO B**) ad una sabbia mediamente densa, in relazione al Grafico 1 (carichi 1-3 kg/cm²) e a fondazioni con B = 2-2,5 m (porzione rigida), si ha un coefficiente di sottofondo pari a:

$$k = 1,15 \text{ kg/cm}^3$$

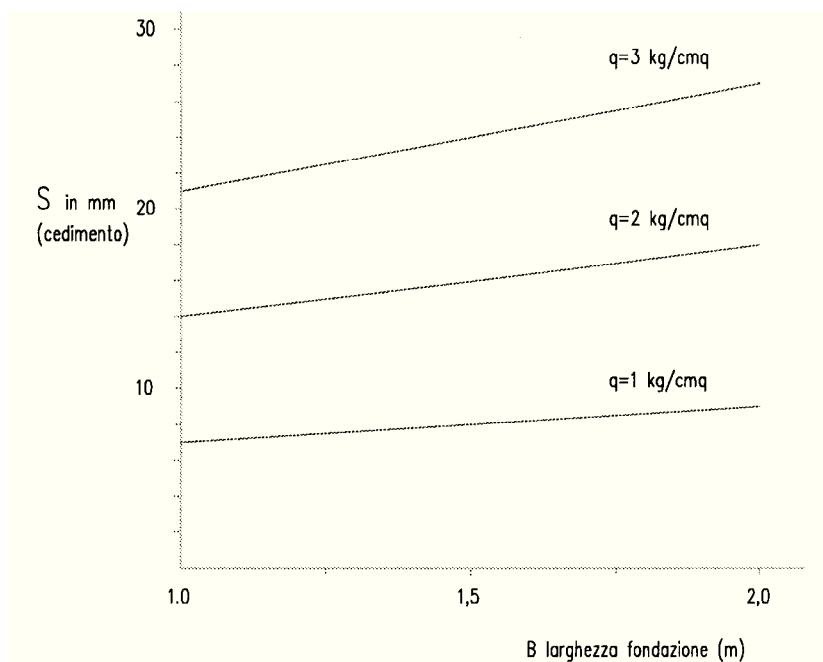


Grafico 1: cedimenti calcolati in relazione al lavoro di Burland et al. (1977) basato sull'osservazione di cedimenti di strutture reali poggianti su fondazioni superficiali in sabbia.

L'eventuale imbasamento delle fondazioni su terreni eterogenei (**STRATO A**, **STRATO B**, **STRATO C**) può determinare importanti cedimenti differenziali con complicazioni dal punto di vista strutturale.

I dati forniti sono indicativi per il Progettista il quale dovrà scegliere, sulla base dei parametri progettuali definitivi, le strutture fondazionali da adottare in fase esecutiva (tipologia e dimensionamento).

Si consiglia inoltre di preparare a regola d'arte il piano di posa delle strutture fondazionali, in modo da non rimaneggiare e/o deteriorare il terreno di fondazione. E' utile regolarizzare e proteggere il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione sistemando un geotessile (con funzione di miglioramento della capacità portante e di diffusione del carico su un'area più estesa) con sopra del conglomerato magro o altro materiale idoneo, il quale oltre ad evidenti vantaggi di pulizia dell'area di cantiere permette una diffusione del carico su di un'area più ampia di terreno.

Le fondazioni dovranno essere poste ad una quota inferiore alla zona di cambiamento stagionale del volume di terreno, dovuto a gelo, disgelo, e crescita di piante.

4. CONSIDERAZIONE SUGLI SCAVI

Per eventuali scarpate di sbancamento, a breve termine e prive di sovraccarichi, si suggeriscono delle inclinazione sull'orizzontale (al piede della scarpata) uguali o inferiori a: 33° (H = 3 m = orizzontale, V = 2 m = verticale) nella *copertura limo-argillosa* e terreno di riporto eterogeneo (**STRATO A**), 50° (H = 2 m = orizzontale, V = 2,5 m = verticale) nello **STRATO B** (*ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa*).

Nel caso di pendenze superiori a quelle sopracitate, è necessario che gli scavi siano opportunamente consolidati (per es. banchinaggio, sistemi di chiodatura della scarpata di scavo, ecc..).

Per quanto attiene ai potenziali fenomeni di instabilità dei fronti di scavo, si pone in evidenza che è comunque necessario il rispetto delle seguenti norme sulla sicurezza:

- D.Lgs 81/2008, art. 118, comma 1: Nei lavori di splanteamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, e' vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete; comma 2: Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.
- D.Lgs 81/2008, art. 119, comma 1: Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno.
- D.Lgs 81/2008, art. 120: E' vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.
- DM 14 01 08 "Norme tecniche sulle costruzioni", 6.8.6. (fronti di scavo): Per scavi trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo.

E' necessario non posizionare carichi e non transitare con i mezzi pesanti in prossimità del ciglio di scavo, e proteggere i fronti di scavo dalle precipitazioni meteoriche mediante teli impermeabili.

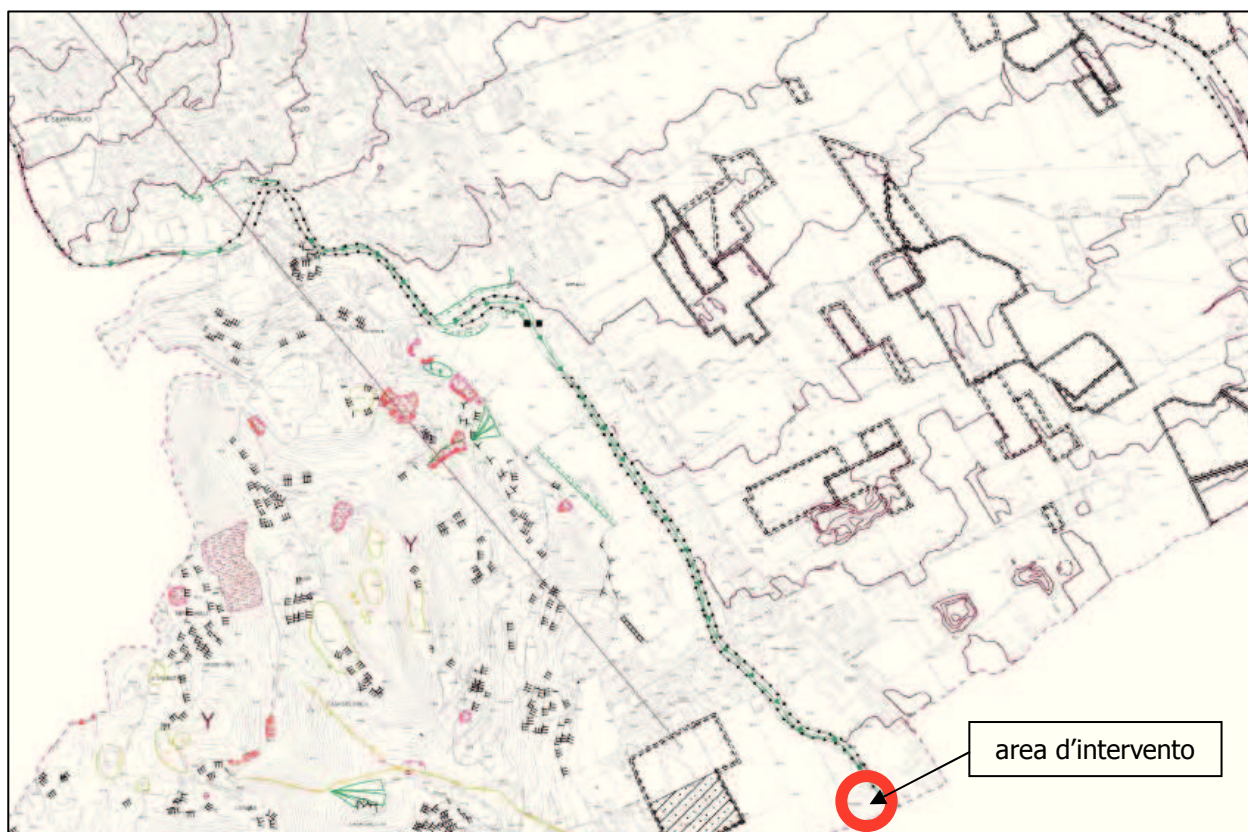
Le prescrizioni geologiche sopracitate vanno adottate con prudenza ed attenzione in quanto il comportamento delle scarpate non è sempre prevedibile: sono quindi importanti le valutazioni del responsabile della sicurezza che, in fase esecutiva ed a scavi aperti, può rilevare particolari contesti locali di pericolo e verificare l'evoluzione delle condizioni dei fronti di scavo, intervenendo con conseguenti iniziative di sua competenza. E' consigliabile tenere gli scavi aperti il tempo strettamente necessario per la realizzazione delle opere.

Si precisa che la presente relazione preliminare (Elementi di Geotecnica) dà delle indicazioni sulla caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione mentre le verifiche geotecniche (SLU-GEO e SLE) potranno essere svolte una volta forniti dal Progettista i valori degli sforzi normali, di taglio e dei momenti flettenti che andranno a sollecitare le strutture fondazionali definitive progettate (dati strutturali).

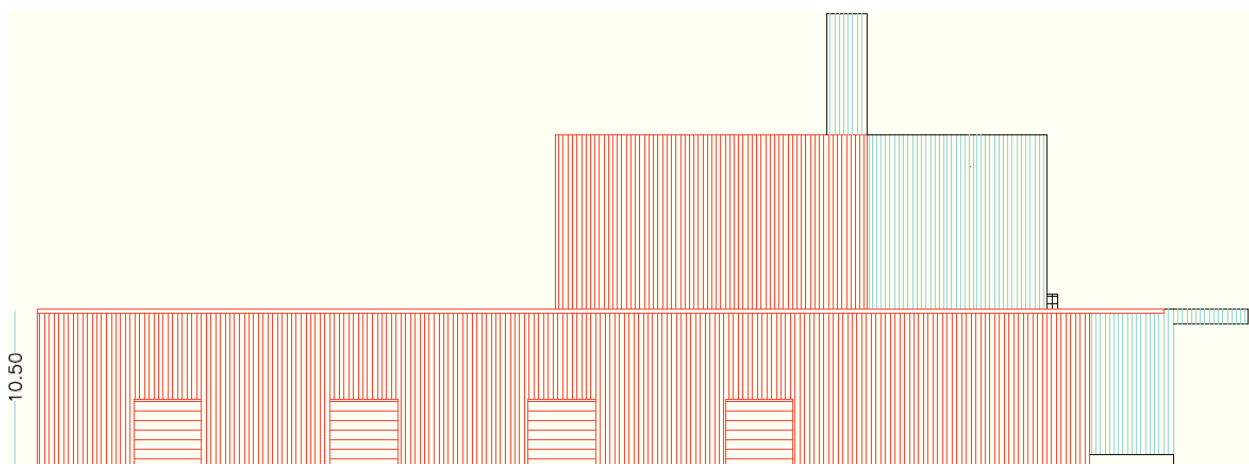
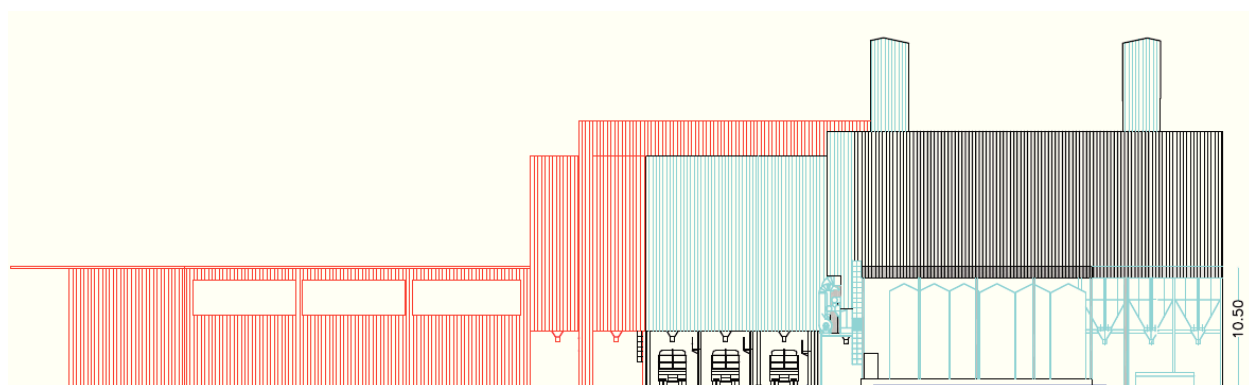
Geologo Michele De Toni

Valdagno, 28 marzo 2014.

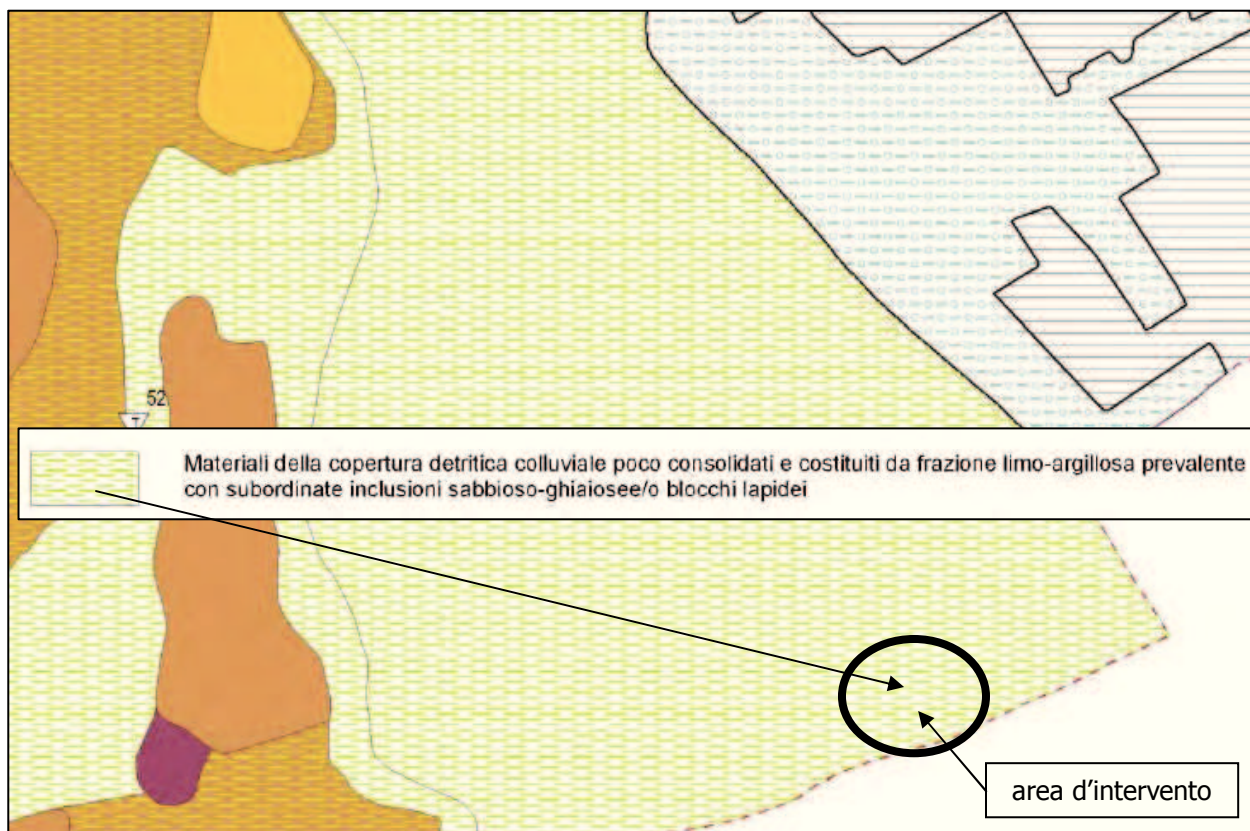
APPENDICE A – Inquadramento e carte tecniche



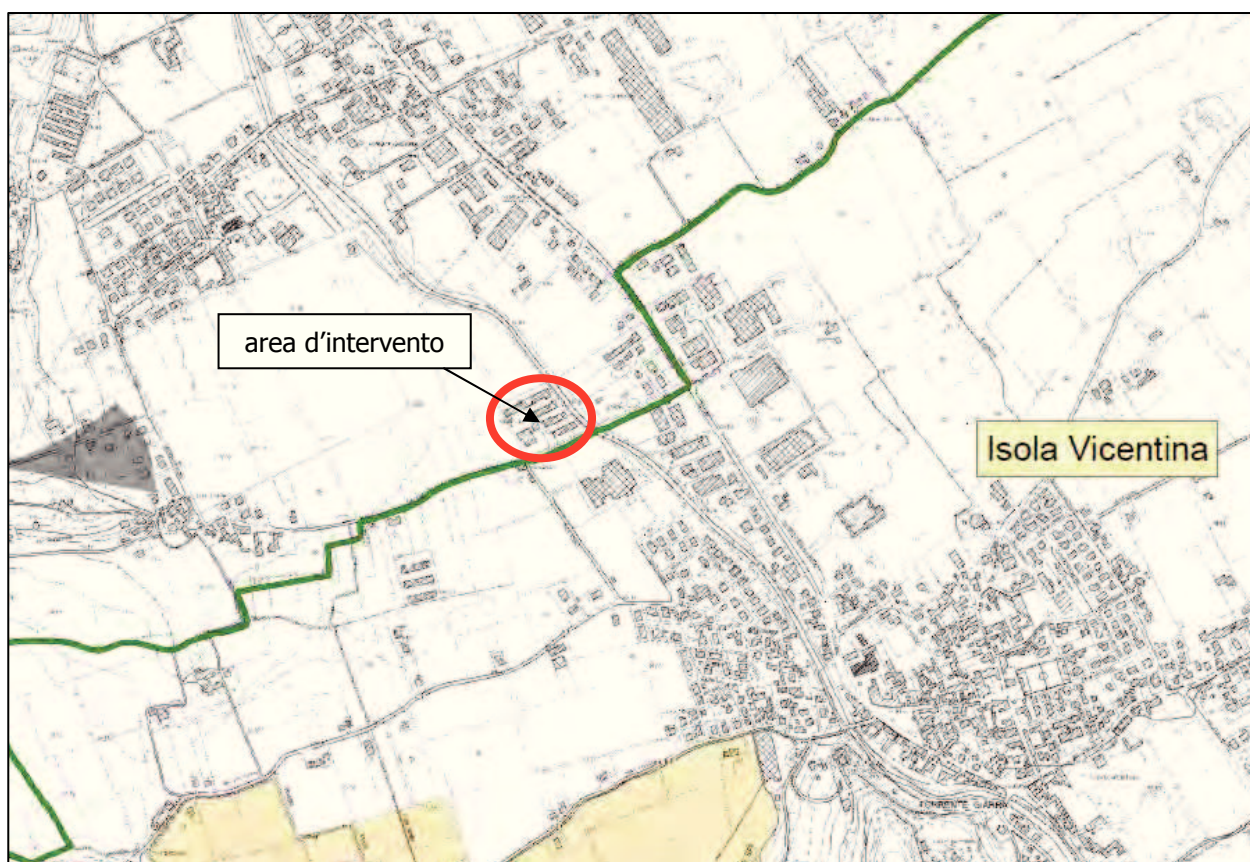
Estratto Carta Geomorfologica del P.A.T. comune di Malo – non in scala.



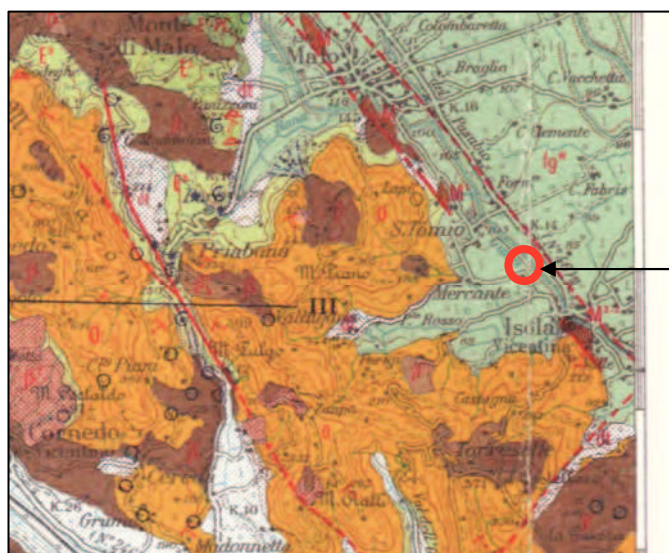
Prospetto nord ed est di progetto (fornite dal Progettista) – non in scala.



Estratto Carta Litologica del P.A.T. comune di Malo – non in scala.

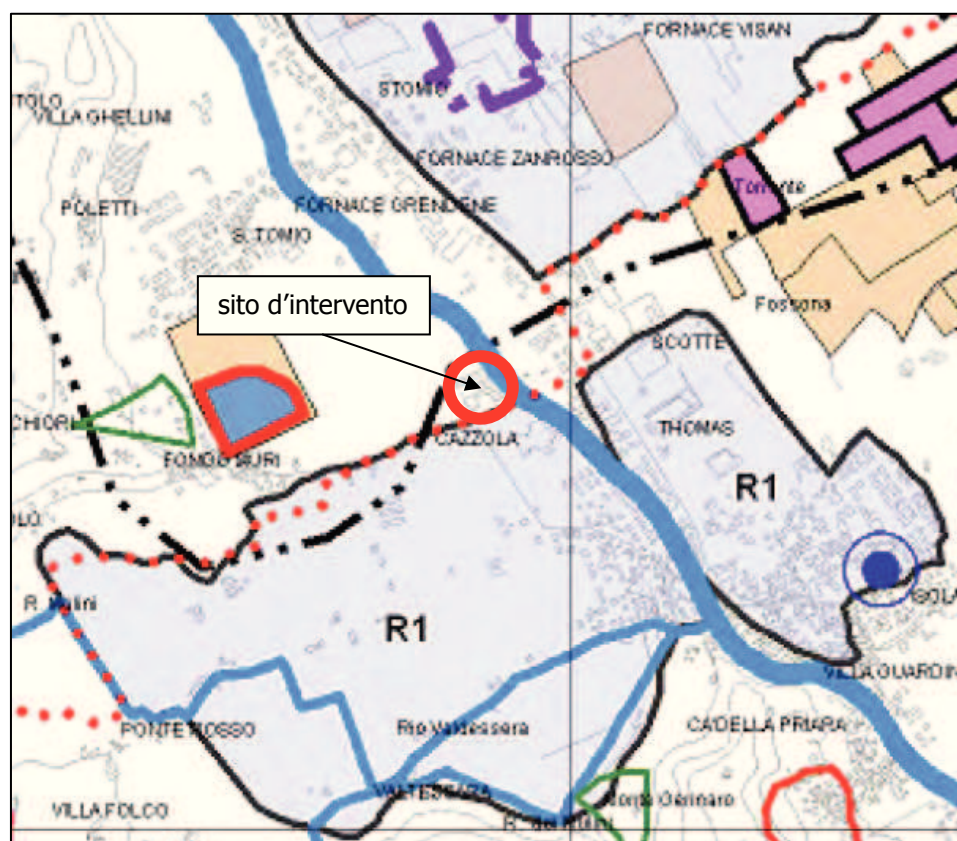


Estratto Carta della pericolosità idraulica – Tavola n.21 - P.A.I. Brenta Bacchiglione – non in scala.



area d'intervento
fg^w : alluvioni fluvio-
glaciali e fluviali,
prevalentemente
sabbiose, con strato di
alterazione brunastro, di
spessore limitato.

Estratto Carta geologica d'Italia – Foglio 49 “Verona” – non in scala.



PERICOLOSITA' GEOLOGICA PAI (Art. 10)

P1

P2

P3

P4

Paleo frane PAI

Idrografia primaria

Idrografia secondaria

ubicazione zona
interessata dall'intervento di progetto

Estratto Carta della fragilità – zona sud – Tav. 2.1.B – non in scala.

APPENDICE B – Geologia Regionale

L'area dei comuni di Malo ed Isola Vicentina fa parte dal punto di vista geologico delle Alpi Meridionali, che presentano caratteristiche tali che consentono di separarle dal resto della catena. Infatti le rocce presenti nelle Alpi Meridionali conservano le loro peculiarità originarie mentre nel resto della catena alpina esse sono state trasformate in scisti cristallini per effetto dei fenomeni orogenetici.

La zona in esame rientra in quella struttura vulcano-tettonica, denominata "Semigraben dell'Alpone-Agno", costituita da una depressione allungata in senso meridiano e asimmetrica in quello parallelo.

In questa area, per tutto il Paleogene (da 65 a 25 milioni di anni fa), si è concentrata una intensa attività vulcanica che ha portato a cospicue manifestazioni vulcaniche sia subaeree che sottomarine.

Nell'Eocene medio (Luteziano, 50 milioni di anni fa) l'attività eruttiva ha il sopravvento e le lave basaltiche cominciano a riempire la depressione tettonica. Con la continua effusione di basalti si arriva nel Bartoniano (Eocene medio, circa 45 milioni di anni fa) al colmamento del Semigraben.

All'inizio dell'Eocene superiore, nel Priaboniano (prende il nome dalla sezione stratigrafica di riferimento europeo esposta al Passo di Priabona - VI), circa 40 milioni di anni fa, il mare rioccupa tutta l'area emersa del "Semigraben dell'Alpone-Agno" che con l'arresto dell'attività vulcanica, alla fine dell'Eocene medio, cessa di esistere.

La trasgressione marina, proveniente da est, è marcata alla base da un conglomerato o comunque da un deposito grossolano che ingloba clasti del substrato elaborati dal mare che avanza; al di sopra dell'argille vulcaniche abbiamo così un calcare arenaceo giallastro contenente piccoli clasti arrotondati di argilla basaltica e numerosissimi fossili di ambiente costiero ("Orizzonte a *Cerithium diabolii*").

Al di sopra troviamo la Formazione di Priabona che può raggiungere uno spessore di quasi 200 m ed è costituita da calcari più o meno impuri di argilla, ovvero marne, ricchi di fossili di ambiente marino non profondo (foraminiferi, molluschi, brachiopodi, briozoi, crostacei, coralli ed echinidi).

Nell'Oligocene (tra 38 milioni e 25 milioni di anni fa) il territorio in esame cade all'interno di una vasta laguna con acque limpide, ben ossigenate e calde, relativamente poco profonda e ricca di organismi viventi. La laguna è limitata a SE dalla barriera corallina situata lungo l'attuale margine sud-orientale dei Berici, ove oggi è esposta in maniera spettacolare (Lumignano), e a NW dalla terra emersa (zona di Valdagno). Durante questo periodo il clima era tropicale e si realizzano alcune delle fasi più importanti della Orogenesi Alpina.

In questa laguna si sono depositati delle calcareniti ricche di bivalvi, gasteropodi, echinoidi, brachiopodi, foraminiferi, alghe calcaree, coralli isolati ecc... che costituiscono la formazione delle Calcareniti di Castelgomberto.

La fase magmatica oligocenica, ancora di tipo basaltico, è data da un'attività esplosiva che ha prodotto dei particolari apparati vulcanici detti necks. Alla fine dell'Oligocene la laguna viene progressivamente riempita fino a trovarsi nelle condizioni di emersione, testimoniata da eventi effusivi vulcanici alterati in ambiente subaereo.

Nel Miocene si ha un nuovo ciclo trasgressivo marcato da un livello di sabbie sciolte silicee (saldame) che fanno transizione alla formazione delle "Arenarie di S. Urbano", ricche di fossili indicatori di mare basso come bivalvi, gasteropodi, echinidi, alghe calcaree e anche denti di pesci (ricordiamo il gigantesco *Carcharodon megalodon* antenato dell'attuale squalo bianco). Quest'ultime sono le rocce più recenti presenti nell'area in esame, in quanto già alla fine del Miocene tutta la zona dei comuni di Malo ed Isola Vicentina andrà definitivamente in emersione dando inizio all'evoluzione del paesaggio così come lo vediamo oggi.

APPENDICE C – Prove penetrometriche e foto

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE (DPSH)

La prova penetrometrica dinamica superpesante consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica del diametro di 50,8 mm, tramite la battitura da altezza di 75 cm di un maglio di 73 kg; durante la percussione viene misurato il numero di colpi necessario all'infissione ogni 30 cm (N_{30}). Lo strumento utilizzato è ampiamente standardizzato e facilmente correlabile alla prova SPT (Standard Penetration Test), simile per modalità, da cui è possibile ricavare i parametri geotecnici necessari a caratterizzare i terreni di fondazione.

Il numero dei colpi rilevato viene caricato su un programma che esegue:

- a) il diagramma dei colpi in funzione della profondità;
- b) il diagramma della resistenza dinamica in funzione della profondità;
- c) la tabulazione dei valori della resistenza dinamica.

Le caratteristiche del penetrometro usato sono le seguenti:

Peso massa battente	M = 73,00 kg
Altezza caduta libera	H = 0,75 m = 75 cm
Peso sistema battuta	Ms = 0,00 kg (esclusa massa battente)
Diametro punta conica	D = 50,8 mm = 5,08 cm
Area base punta conica	A = 20,27 cm ²
Angolo apertura punta	$\alpha = 60^\circ$
Lunghezza aste	La = 1,50 m
Peso aste	Ma = 9,7 kg/cad.
Profondità giunzione 1° asta	P1 = 1,20 m
Avanzamento punta	$\delta = 0,30 \text{ m} = 30 \text{ cm}$
Numero di colpi punta	N = N_{30} (relativo ad un avanzamento $\delta = 30 \text{ cm}$)
Rivestimento	NO

Energia specifica per colpo $Q = (M \cdot H)/(A \cdot \delta) = 9 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT: $Q_{\text{SPT}} = 7,83 \text{ kg/cm}^2$)

Coeff. teorico di Energia $\beta_t = Q/Q_{\text{SPT}} = 1,15$ (teoricamente: $N_{\text{SPT}} = \beta_t \cdot N$)

La resistenza dinamica alla penetrazione di punta (R_{pd} in kg/cm^2), che è funzione del numero di colpi N, è possibile calcolarla, attraverso l'energia specifica per colpo, per mezzo della correlazione nota come "Formula degli Olandesi", riportata qui di seguito:

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

R_{pd} = resistenza dinamica alla punta M = peso massa battente (kg)

H = altezza di caduta (cm) e = penetrazione media per un colpo (cm) = δ/N

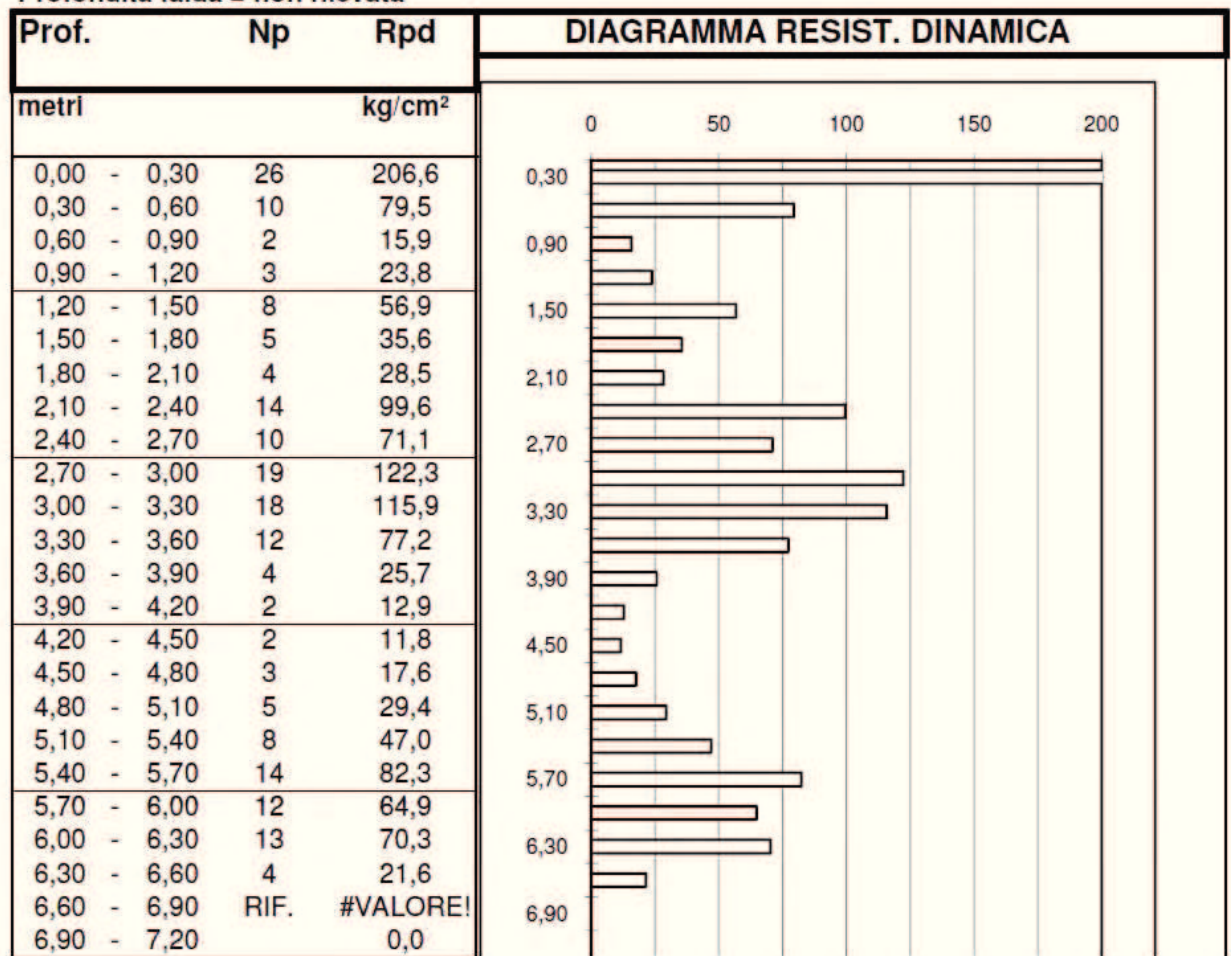
A = area punta (cm²) P = peso totale aste e sistema di battuta (kg)

Per le prove eseguite con il rivestimento: $R_{pd} = M \cdot H / (A \cdot e) = \text{kg/cm}^2$

Un'ampia casistica ha permesso di ottenere delle relazioni empiriche che legano i valori rilevati con i valori della capacità portante, e con i valori di coesione o di angolo d'attrito del terreno attraversato (vedi **Appendice D**).

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA 1

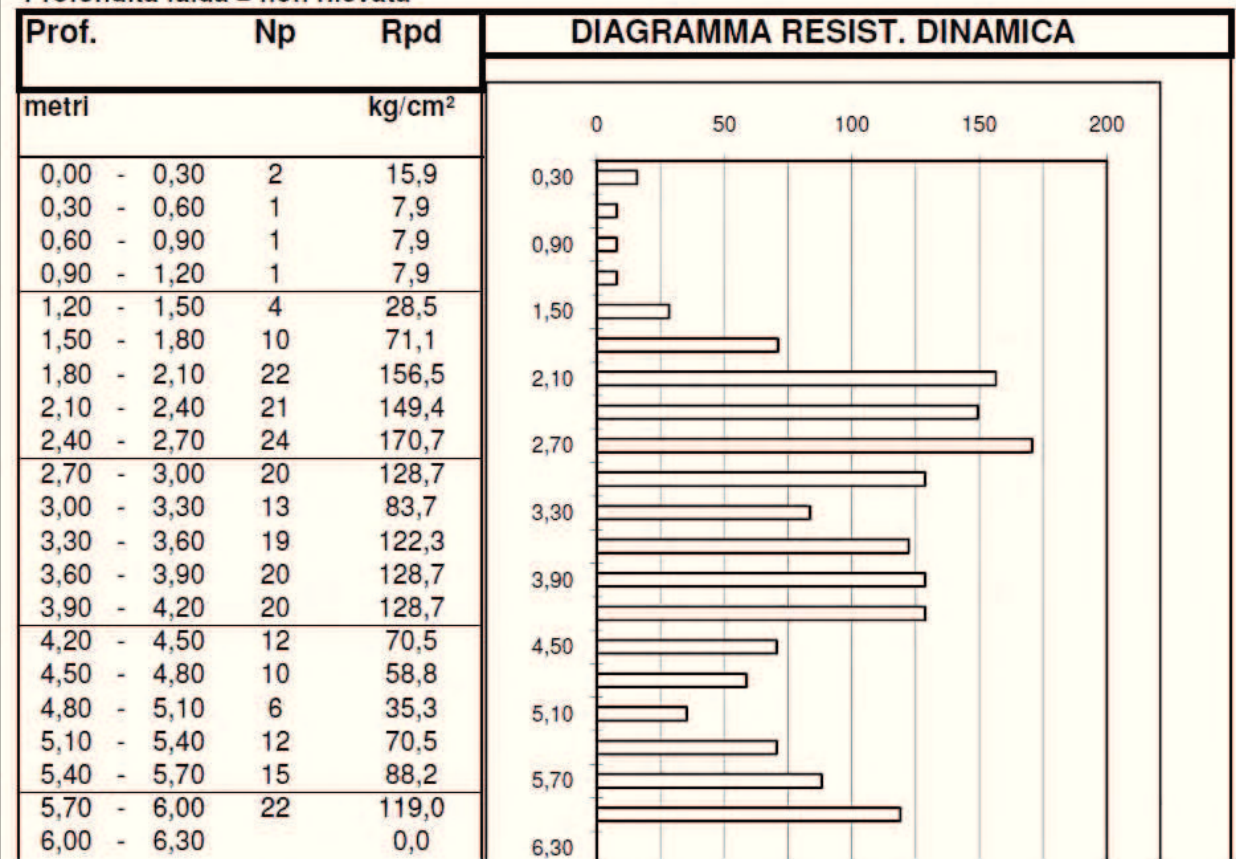
Profondità falda = non rilevata



Prova penetrometrica n.1 (effettuata in data 06.03.2014 e quotata a +0,39 m).

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA 2

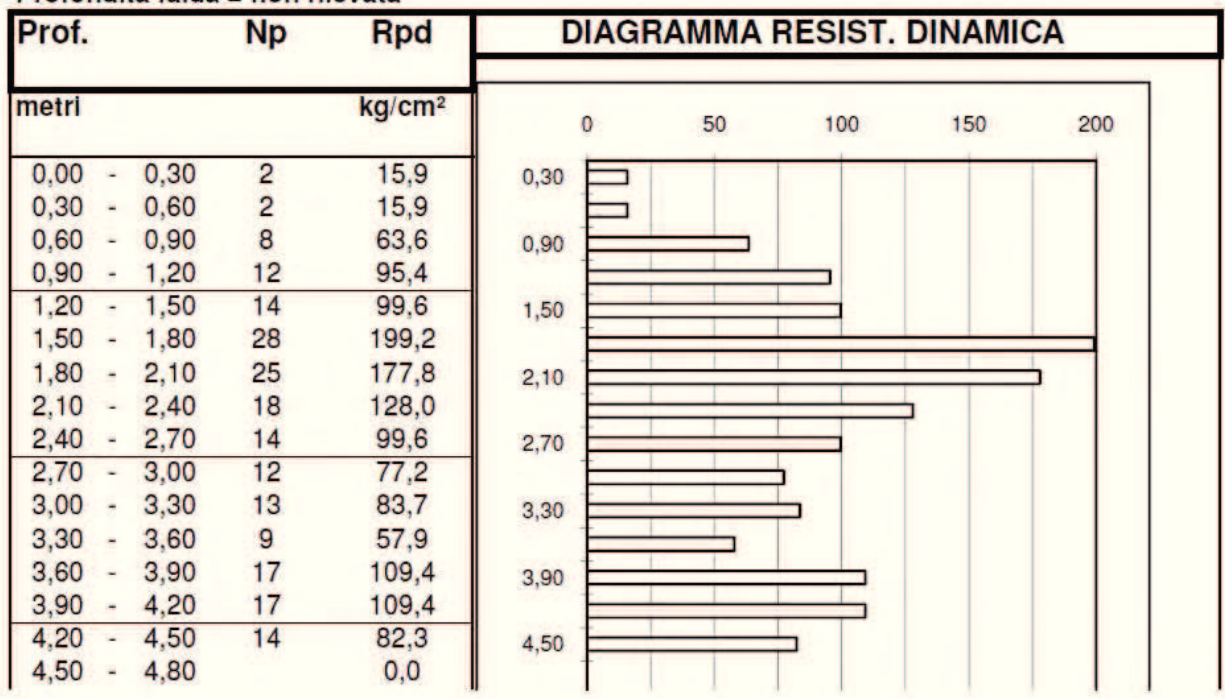
Profondità falda = non rilevata



Prova penetrometrica n.2 (effettuata in data 06.03.2014 e quotata a +0,25 m).

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA 5

Profondità falda = non rilevata



Prova penetrometrica n.5 (effettuata in data 06.03.2014 e quotata a -0,80 m).

APPENDICE D – Utilizzazione dei dati delle prove penetrometriche

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione sono stati utilizzati i risultati delle prove penetrometriche dinamiche superpesanti correlate alla Standard Penetration Test (SPT). Nel caso specifico, per la determinazione delle caratteristiche meccaniche, è stata utilizzata la correlazione tra N_{30} del penetrometro dinamico superpesante (DPSH – Meardi-AGI) ed il numero di colpi equivalente dello Standard Penetration Test (N_{SPT}), per la quale **$N_{30} = N_{SPT}/1,15$ [$N_{SPT} = 1,15 \cdot N_{30}$ (DPSH – Meardi-AGI)]**.

Questa correlazione tra N_{30} (colpi per 30 cm di penetrazione) ed N_{SPT} è stata ricavata dalla correlazione di LaCroix e Horn (1973) e da un rapporto tra gli studi effettuati da:

- Muromachi e Kobayashi (1982), i quali, utilizzando un penetrometro giapponese RTRI-HEAVY che rispecchia la procedura di riferimento ISSMFE per il DPSH (maglio 63,5 kg, caduta 0,75 m, punta diametro 50,8 mm), hanno ottenuto: $N_{30}(\text{DPSH})/N_{SPT} \approx 1,15$, $N_{SPT} \approx N_{30}(\text{DPSH})/1,15 \approx 0,87 \cdot N_{30}(\text{DPSH})$, e tenendo conto dell'influenza dell'attrito laterale, secondo gli autori, $N_{30}(\text{DPSH})/N_{SPT} \approx 1$.
- Tissoni (1987) e l'esperienza fatta dallo Studio Geotecnico Italiano, che mettono a confronto le prove penetrometriche SPT e quelle continue con penetrometro superpesante tipo Meardi-AGI (maglio 73,5 kg, caduta 0,75 m, punta diametro 50,8 mm), hanno ottenuto: $N_{30}(\text{DPSH})/N_{SPT} = 0,6$, $N_{SPT} \approx N_{30}(\text{DPSH})/0,6 \approx 1,6 \cdot N_{30}(\text{DPSH})$.

Il metodo proposto da LaCroix e Horn (1973) ha il vantaggio di poter considerare energie specifiche legate al tipo di attrezzatura utilizzata:

$$N_{SPT} = [(W \cdot H)/(6,2 \cdot D^2 \cdot L)] \cdot N$$

dove

W = peso del maglio (kg)

H = altezza di caduta (cm)

D = diametro del cono (cm)

L = penetrazione standard (cm)

N = numero di colpi misurato nella prova non standard

In questo caso con le caratteristiche del DPSH usato si ha:

$$N_{SPT} = [(73 \cdot 75)/(6,2 \cdot 5,08^2 \cdot 30)] \cdot N = 1,14 \cdot N_{30}(\text{DPSH})$$

Si sottolinea che il valore della costante di trasformazione considerato (**$N_{SPT} = 1,15 \cdot N_{30}$**) è puramente teorico e in quanto tale indicativo.

Dopo il passaggio da N_{DP} a N_{SPT} è necessario normalizzare i colpi a N_{60} che rappresenta il numero di colpi N corretto per l'energia di battuta standardizzata del 60% ricavato dalla formula:

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_S \cdot C_R$$

dove

C_E = correzione per il rapporto di energia (viene posto = 1)

C_B = correzione per il diametro del foro (viene posto = 1)

C_S = correzione per il metodo di campionamento (viene posto = 1)

C_R = correzione per la lunghezza delle aste che varia in base a:

Lunghezza aste sotto la testa di battuta (m)	C _R
3 ÷ 4	0,75
4 ÷ 6	0,85
6 ÷ 10	0,95
> 10	1
> 30	< 1

Il valore di N_{60} ottenuto va normalizzato per la pressione litostatica efficace, in modo da comparare prove eseguite a profondità diverse:

$$N_{1(60)} = N_{60} \cdot C_N$$

dove

C_N = coefficiente che prende il seguente valore (Liao & Whitmann – 1986): $\sqrt{98,1/\sigma'_v}$

con σ'_v = tensione litostatica efficace (kPa)

La correzione C_N va applicata solo per il calcolo della densità relativa e dell'angolo d'attrito, non per il calcolo della resistenza al taglio non drenata e dei parametri di deformabilità. Il valore di C_N nell'applicazione pratica non può essere superiore a 2 e preferibilmente non deve essere superiore a 1,5.

L'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche può essere condotta attraverso:

- 1- risalire dai valori N_{DP} ai valori di N_{SPT} e applicare le correlazioni note per la prova SPT;
- 2- calcolare dalla prova penetrometrica dinamica la resistenza dinamica (Rpd) e da questa risalire alla resistenza di punta q_c propria della prova penetrometrica statica, applicando quindi le correlazioni proprie della prova CPT; la sovrapposizione fra q_d (Rpd) e q_c è buona se il valore di q_d (Rpd) è derivato da prove tipo DPSH eseguite con il rivestimento (Togliani, 2002).

I parametri ricavati si devono considerare indicativi per una prima caratterizzazione geotecnica del terreno investigato: non sostituiscono quelli ottenuti da prove di laboratorio.

DENSITA' RELATIVA (correlazione N_{SPT} e D_R)

- relazione di Terzaghi e Peck (1948, 1967); relazione di Skempton (1986)

$N_{1(60)}$	D_R (%)	Addensamento
0-3	0-15	Molto sciolto
3-8	15-35	Sciolto
8-25	35-65	Mediamente addensato
25-42	65-85	Addensato
42-58	85-100	Molto addensato

$$D_R (\%) = 100 \sqrt{N_{1(60)}/60} \quad [\mathbf{D_{R1}}]$$

La relazione sopra riportata è valida per le sabbie da fini a grossolane, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore D_R (%) viene sovrastimato, nel caso di depositi limosi viene sottostimato.

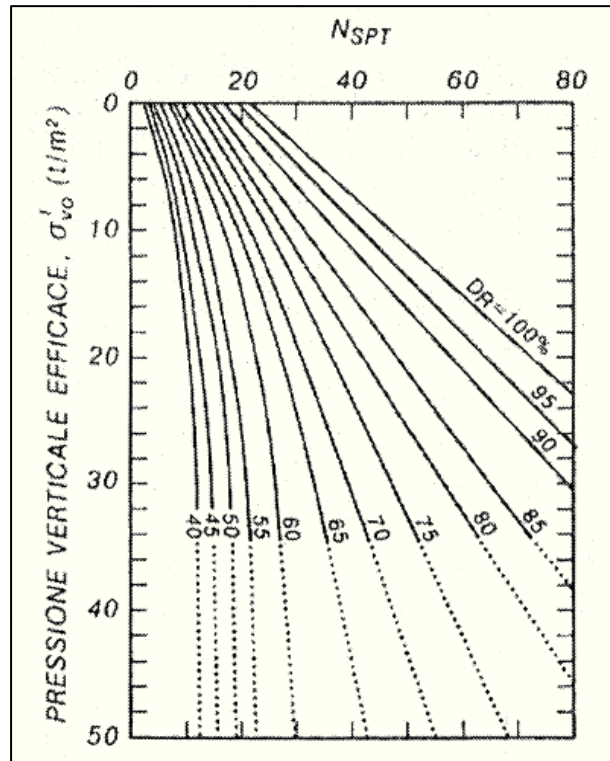
- relazione di Meyerhof (1957); relazione di Gibbs e Holtz (1957)

$$D_R (\%) = 21 \sqrt{N/(0,7 + \sigma'_v/98)} \quad [\mathbf{D_{R2}}]$$

σ'_v = tensione litostatica efficace a metà strato (kPa)

$N = N_{SPT}$ = numero di colpi medio misurato nello strato

Generalmente si hanno valori in eccesso rispetto agli altri metodi nei primi metri di approfondimento della prova.



Relazione tra N_{SPT} e densità relativa (D_R) delle sabbie (Gibbs e Holtz, 1957)

La relazione sopra riportata è valida per sabbie pulite da fini a grossolane, quarzose normalmente consolidate, non cementate, moderatamente compressibili, per qualunque valore di pressione efficace. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore D_R (%) viene sovrastimato, nel caso di depositi limosi viene sottostimato.

- relazione di Schultze e Menzenbach (1961)

$$\ln D_R (\%) = 0,478 \ln (N_{60}) - 0,262 \ln (\sigma'_v) + 2,84 \quad [\mathbf{D_{R3}}]$$

$$D_R (\%) = e^{0,478 \ln(N_{60}) - 0,262 \ln(\sigma'_v) + 2,84}$$

σ'_v = tensione litostatica efficace a metà strato (kg/cm²)

N_{60} = numero di colpi medio N_{SPT} misurato nello strato corretto per l'energia di battuta standardizzata del 60%

La relazione sopra riportata è valida per le sabbie da fini a ghiaiose, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore D_R (%) viene sovrastimato, nel caso di depositi limosi viene sottostimato.

- relazione di Bazaraa e Peck (1967)

$$D_R (\%) = \sqrt{N_{60}/20} (1 + 0,04 \sigma'_v) \text{ per } \sigma'_v \leq 75 \text{ kPa} \quad [\mathbf{D_{R4}}]$$

$$D_R (\%) = \sqrt{N_{60}/20} (3,24 + 0,01 \sigma'_v) \text{ per } \sigma'_v > 75 \text{ kPa} \quad [\mathbf{D_{R4}}]$$

σ'_v = tensione litostatica efficace a metà strato (kPa)

N_{60} = numero di colpi medio N_{SPT} misurato nello strato corretto per l'energia di battuta standardizzata del 60%

La relazione sopra riportata è valida per le sabbie a prevalenza di silicati. Il loro utilizzo in sabbie più frantumabili e comprimibili come le sabbie calcaree o persino sabbie silicee contenenti una quantità non trascurabile di materiali fini, può portare ad una sottostima del valore D_R (%).

ANGOLO DI ATTRITO

- relazione di Schmertmann (1975)

$$\phi' = \tan^{-1} [N_{60}/(12,2 + 20,3 \sigma'_v/98,1)]^{0,34} \quad [\phi'_1]$$

σ'_v = tensione litostatica efficace a metà strato (kPa)

- relazione di Hatanaka e Uchida (1996)

$$\phi' = 20 + \sqrt{(15,4 \times N_{1(60)})} \quad [\phi'_2]$$

- relazione di Wolff (1989)

$$\phi' = 27,1 + (0,3 \times N_{1(60)}) - [0,00054 \times (N_{1(60)})^2] \quad [\phi'_3]$$

- relazione del "Road Bridge Specification"

$$\phi' = \sqrt{(15 \times N_{SPT}) + 15} \quad [\phi'_4]$$

N_{SPT} = numero di colpi medio misurato nello strato

Il metodo è valido per sabbie fini o limose e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova superiori a 8-10 m, per terreni sopra falda e superiori a 15 m per terreni in falda.

- relazione del "Japanese National Railway"

$$\phi' = (0,3 \times N_{SPT}) + 27 \quad [\phi'_5]$$

N_{SPT} = numero di colpi medio misurato nello strato

Il metodo è valido per sabbie medie-grosse fino a sabbie ghiaiose e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità superiori a 8-10 m nel caso di terreni sopra falda e di 15 m per terreni immersi in falda.

- relazione di Owasaki & Iwasaki (1982)

$$\phi' = \sqrt{(20 \times N_{SPT}) + 15} \quad [\phi'_6]$$

N_{SPT} = numero di colpi medio misurato nello strato

Il metodo è valido per sabbie da medie a grossolane fino a debolmente ghiaiose e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova superiori a 8-10 m per terreni sopra falda e superiori a 15 m per terreni in falda.

- relazione di Peck-Hanson e Thornburn

$$\phi' = 27,2 + 0,28 \times N_{SPT} \quad [\phi'_7]$$

N_{SPT} = numero di colpi medio misurato nello strato

Il metodo è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a 5 m per terreni sopra falda e inferiori a circa 8 m per terreni in falda.

RESISTENZA AL TAGLIO NON DRENATA

I parametri che si ricavano per i terreni coesivi dalle prove penetrometriche dinamiche devono essere trattati con grande cautela e le relative correlazioni devono essere considerate solo INDICATIVE. Ci si può orientare nella scelta dei valori di c_u ($= S_u$) proposti di seguito considerando che:

- nessuna correlazione tiene conto delle pressioni efficaci e del grado di sovraconsolidazione ($OCR = \sigma'_p / \sigma'_v = i$ depositi che durante la loro storia sono stati assoggettati a tensioni σ'_p superiori alla tensione attuale σ'_v , sono definiti sovraconsolidati);
- i metodi si applicano ad argille non sensitive ($S_t = c_u/c_{ur} < 2$, rapporto tra coesione non drenata campione indisturbato ed il corrispondente valore che si ottiene dopo il rimaneggiamento, a parità di contenuto d'acqua) e portano ad una sotto stima di c_u , nel caso di materiali con elevato indice di sensibilità (S_t);
- vista la non trascurabile dispersione dei dati, i metodi vanno applicati con prudenza e solo per stime di primo riferimento.
- relazione di Terzaghi e Peck (1948)

$$c_u = 0,067 \times N_{SPT} \text{ [kg/cmq]} \quad [\mathbf{c_u 1}]$$

N_{SPT} = numero di colpi medio misurato nello strato

Il metodo è valido per argille di media plasticità (I_p = indice di plasticità = $w_L - w_p$ = indica il campo di contenuto d'acqua nel quale il terreno è allo stato plastico).

Oppure:

$$c_u = 6,4 \times N_{60} \text{ [kPa]} \quad [\mathbf{c_u 1}]$$

N_{60} = numero di colpi medio N_{SPT} misurato nello strato corretto per l'energia di battuta standardizzata del 60%

- relazione di Stroud e Butler (1975)

$$c_u = 4 \times N_{SPT} \div 6 \times N_{SPT} \text{ [kPa]} \quad \text{per } N_{SPT} > 5 \quad [\mathbf{c_u 2}]$$

$$c_u = 5 + (7,5 \times N_{SPT}) \text{ [kPa]} \quad \text{per } N_{SPT} < 5 \quad [\mathbf{c_u 2}]$$

N_{SPT} = numero di colpi medio misurato nello strato

Il metodo è valido per argille di media plasticità (I_p = indice di plasticità = $w_L - w_p$ = indica il campo di contenuto d'acqua nel quale il terreno è allo stato plastico).

- relazione di Sowers (1968)

$$c_u = 7,26 \times N_{60} \text{ [kPa]} \quad [\mathbf{c_u 3}]$$

N_{60} = numero di colpi medio N_{SPT} misurato nello strato corretto per l'energia di battuta standardizzata del 60%

- relazione di Hara et al. (1974)

$$c_u = 28,4 \times (N_{60}^{0,72}) \text{ [kPa]} \quad [\mathbf{c_u 4}]$$

N_{60} = numero di colpi medio N_{SPT} misurato nello strato corretto per l'energia di battuta standardizzata del 60%

- relazione di Bruschi (2004)

$$c_u = 6,5 \times N_{60} \text{ [kPa]} \quad [\mathbf{c_u 5}]$$

N_{60} = numero di colpi medio N_{SPT} misurato nello strato corretto per l'energia di battuta standardizzata del 60%

APPENDICE E – Sondaggi con escavatore

SCAVO 1 (eseguito in data 25.02.2014)



ESECUZIONE TRINCEA



TRINCEA

CUMULO



STRATIGRAFIA DEL TERRENO

PROFONDITA' DAL P.C. (m)	DESCRIZIONE
0,00 – 1,30	materiale limo-argilloso e di riporto eterogeneo
1,30 – 2,00	ghiaie sabbiose limo-argillose

NOTE: PIANO CAMPAGNA ATTUALE (quota +0,34 m)

FALDA NON RISCONTRATA

VERTICALITA' SCAVO MANTENUTA A BREVE TERMINE

SCAVO 2 (eseguito in data 25.02.2014)



ESECUZIONE TRINCEA



TRINCEA



CUMULO

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

PROFONDITA' DAL P.C. (m)	DESCRIZIONE
0,00 – 1,20	Terreno di copertura limo-argilloso
1,20 – 2,30	ghiaie sabbiose limo-argillose

NOTE: PIANO CAMPAGNA ATTUALE (quota +0,05 m)

FALDA NON RISCONTRATA

VERTICALITA' SCAVO MANTENUTA A BREVE TERMINE

SCAVO 3 (eseguito in data 25.02.2014)



ESECUZIONE TRINCEA

CUMULO



TRINCEA

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

PROFONDITA' DAL P.C. (m)	DESCRIZIONE
0,00 – 0,50	Terreno di copertura limo-argilloso
0,50 – 1,60	ghiaie sabbiose limo-argillose

NOTE: PIANO CAMPAGNA ATTUALE (quota -0,64 m)

FALDA NON RISCONTRATA

VERTICALITA' SCAVO MANTENUTA A BREVE TERMINE

APPENDICE F – Indagini geofisiche

Il giorno 25 febbraio 2014 è stata condotta la presente campagna d'indagine geofisica nella zona di realizzazione del progetto in esame per la caratterizzazione sismica dei terreni sede dell'intervento di progetto.

Al fine di caratterizzare, dal punto di vista sismico, il sottosuolo dell'area in esame sono stati utilizzati i metodi di prospezione sismica **Re.Mi. (Refraction Microtremor)** e **H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)**, due metodologie che consentono di ottenere un modello verticale delle Vs, a partire dalle modalità di propagazione delle onde di superficie, in particolare le onde di Rayleigh, e non attraverso quelle di volume come invece accade per i metodi propri della sismica più tradizionale. Inoltre, la tecnica di Nakamura (HVSr) permette di stimare le frequenze fondamentali di risonanza del terreno, indispensabili per una corretta progettazione antisismica. In particolare, sono state effettuate:

- **n°1 prospezione sismica con tecnica passiva Re.Mi. (Refraction Microtremor)** sviluppata in un *array* lineare con n°16 geofoni a 4.5 Hz ad asse verticale per la ricostruzione sismo - stratigrafica del sottosuolo e per l'assegnazione della categoria del sottosuolo di fondazione ($V_s,30$) come espressamente richiesto dalla normativa vigente (*Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2008*);
- **n°1 registrazione di rumore sismico ambientale a stazione singola con elaborazione H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)** per individuare le frequenze di risonanza del terreno al fine di eseguire una corretta progettazione sismica delle strutture.

L'ubicazione esatta delle prospezioni sismiche effettuate *in situ* è riportata nelle figure esposte nelle pagine seguenti (*Fig. A – Ubicazione prove in situ*).

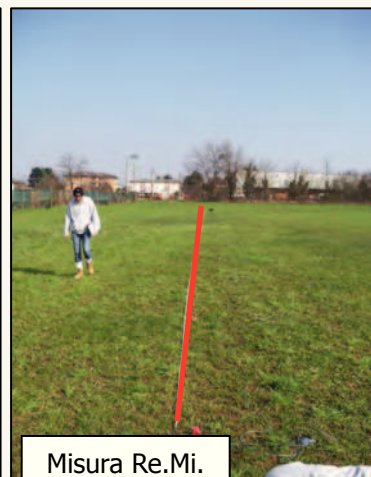
Indagine sismica di tipo passivo in *array* (Re.Mi.)

È noto che la propagazione delle onde, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più un'unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda. Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Questo comportamento viene definito **dispersione in frequenza** ed è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie. Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario, le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie. I metodi di prospezione sismica che utilizzano le onde di superficie si basano su modelli fisico – matematici nei quali il sottosuolo viene schematizzato come una serie di strati con caratteristiche elastiche lineari. La procedura Re.Mi. è un metodo di prospezione sismica sviluppato presso l'Università di Reno in Nevada (Louie, 2001) e viene classificato come metodo passivo in quanto utilizza il rumore ambientale.

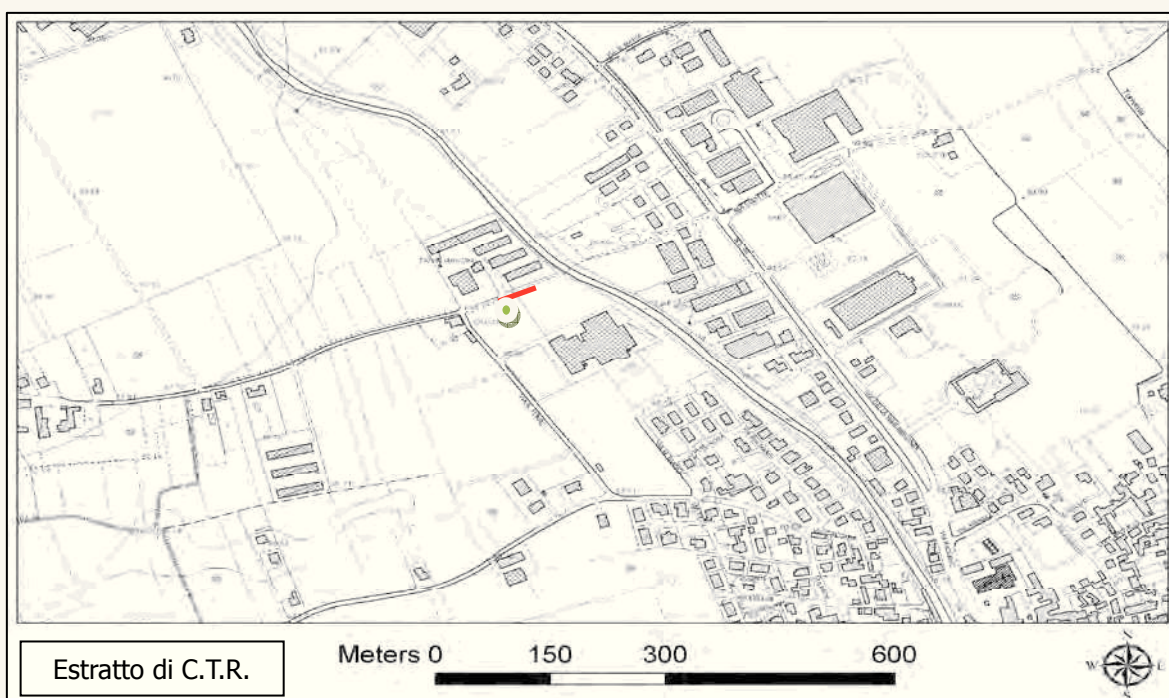
I vantaggi promossi da questo metodo sono molteplici: è molto veloce e semplice da usare in fase di acquisizione, raggiunge una buona profondità e risoluzione d'indagine ma soprattutto permette di ottenere migliori risultati in ambienti particolarmente urbanizzati.



Estratto di ortofoto



Misura Re.Mi.



Estratto di C.T.R.



Misura H.V.S.R.

Legenda:

-  Indagine sismica passiva in array (Re.Mi.)
-  Indagine sismica passiva a stazione singola (H.V.S.R.)

Fig. A – Ubicazione prove in situ

La fase di acquisizione deve essere effettuata con una serie di accorgimenti e precauzioni da prendere in sito e nella pianificazione della registrazione. Tutto è finalizzato alla registrazione di dati contenenti la miglior informazione possibile riguardo alla propagazione delle onde di Rayleigh con buon rapporto segnale - rumore.

Il rumore incoerente, cioè di tipo casuale, nel caso Re.Mi. rappresenta la fonte del segnale utile che si vuole registrare. I microtremori generati dall'ambiente si propagano nel suolo e di questi si cerca di distinguere il modo fondamentale di vibrazione dell'onda di Rayleigh da quelli superiori e dall'aliasing spaziale. C'è, in questo caso, la necessità di soddisfare la condizione di "omnidirezionalità" delle sorgenti, cioè si suppone che il rumore ambientale provenga sostanzialmente da tutte le direzioni.

I tempi di registrazione dei microtremori sono decisamente più elevati rispetto alle indagini di tipo attivo. La registrazione sarà analizzata in finestre temporali che variano dai 10 ai 30 secondi. Sono da considerare la lunghezza dello stendimento L e la distanza intergeofonica Δx . Quest'ultima agisce sul segnale come una specie di filtro in frequenza. Supponendo, infatti, che il segnale arrivi da tutte le direzioni, maggiore è la spaziatura, minore sarà la frequenza del segnale utile campionabile e viceversa. Se la frequenza è più bassa aumenta la profondità d'indagine. La fase più delicata è quella del *data processing*, che consiste nel trattamento dei dati acquisiti con l'obiettivo di stimare la velocità di fase delle onde di Rayleigh (V_r) che sono correlabili con le velocità V_s di propagazione delle onde S ($V_s \approx 1,1 V_r$).

Le varie tecniche di processing trasformano l'informazione registrata nel dominio $x - t$ (spazio tempo), in un dominio dove l'energia associata all'evento è funzione della frequenza e di altre variabili. Tutto questo allo scopo, attraverso lo spettro, di localizzare la densità di energia maggiore, alla quale sono di solito associate le onde di Rayleigh. Con procedura manuale vengono selezionati dei punti sullo spettro, che andranno a formare la curva di dispersione sperimentale. La scelta di questi valori, denominata *picking*, è condizionata da alcune indicazioni ma è imprescindibile dall'abilità e dall'esperienza dell'interprete anche in base ad altre conoscenze in merito al sito in esame.

Il sampling rate utilizzato è stato di 512 Hz in modo da ottenere un elevato dettaglio del segnale. La durata (lunghezza temporale) del segnale registrato è stato di circa 6 minuti. Il software utilizzato per l'analisi spettrale è [Grilla v.6.4 beta release 2014](#).

Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze (tipicamente anche al di sotto dei 10 Hz), sono stati utilizzati n°16 geofoni verticali a 4.5 Hz uniti in un *array* lineare totalmente digitale (*SoilSpy Rosina*). Ogni geofono è munito di un digitalizzatore che converte il segnale e lo trasmette al



sismografo tramite un'interfaccia USB. Tale sistema permette di avere elevati rapporti di rumore, un perfetto sincronismo e una estrema leggerezza. La spaziatura utilizzata tra i geofoni è stata di 2 m quindi la lunghezza complessiva del profilo è risultata essere di 30 m. Non sono presenti sostanziali variazioni di quota e quindi il sito può essere considerato orizzontale.

Per una corretta ricostruzione sismica del sottosuolo e una buona stima delle onde V_s è necessario adottare una modellizzazione numerica che può essere rappresentata dalla seguente equazione:

$$\hat{v}_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}} \quad [F.1]$$

dove:

V_s = valore di velocità delle onde di taglio [m/s];
 H = profondità alla quale si desidera stimare V_s [m] (30 m in caso di V_{s30});
 h_i = spessore dello strato i – esimo [m];
 v_i = velocità delle onde V_s all'interno dello strato i – esimo [m/s].

In via puramente indicativa, al fine di correlare le velocità delle onde di taglio ad un tipo di suolo, si riportano i valori tabulati da Borchardt (1992; 1994) assieme a quelli ottenuti sperimentalmente in diversi ambienti sedimentari da altri autori (Budny, 1984; Ibs von Seht e Wohlenberg, 1999; Delgado et al., 2000 a, b; Parolai et al., 2002; Scherbaum et al., 2003; D'Amico et al., 2004, 2006; Hinzen et al., 2004).

TIPO DI SUOLO	V_s min [m/s]	V_s media [m/s]	V_s max [m/s]
ROCCE MOLTO DURE (es. rocce metamorfiche molto - poco fratturate)	1400	1620	-
ROCCE DURE (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti, da mediamente a poco fratturate).	700	1050	1400
SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE (es. rocce sedimentarie ignee tenere, arenarie, argilliti, ghiaie e suoli con > 20% di ghiaia).	375	540	700
ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI - GHIAIOSI (es. ghiaie e suoli con < 20% di ghiaia, sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte e argille limose).	200	290	375
TERRENI TENERI (es. terreni di riempimento sotto falda, argille da tenere a molto tenere).	100	150	200

Indagine sismica di tipo passivo a stazione singola (H.V.S.R.)

La tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali o H.V.S.R., Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non richiede nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazione esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque. I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale. Si dovranno adottare adeguate precauzioni nel costruire edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di "doppia risonanza" estremamente pericolosi per la stabilità degli stessi;
- la frequenza fondamentale di risonanza di un edificio, qualora la misura venga effettuata all'interno dello stesso. In seguito sarà possibile confrontarla con quella caratteristica del sito (*free field*) e capire se in caso di sisma la struttura potrà essere o meno a rischio;
- la velocità media delle onde di taglio V_s calcolata tramite un apposito codice di calcolo. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V. Sarà quindi possibile calcolare la V_{s30} e la relativa categoria di sottosuolo come esplicitamente richiesto dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008*.

- la stratigrafia del sottosuolo con un *range* di indagine compreso tra 0,5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri. Il principio su cui si basa la presente tecnica, in termini di stratigrafia del sottosuolo, è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto d'impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

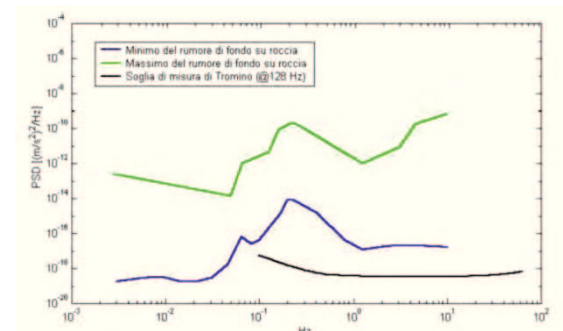
Le basi teoriche della tecnica HVSr si rifanno in parte alla sismica tradizionale (riflessione, rifrazione, diffrazione) e in parte alla teoria dei microtremori. La forma di un'onda registrata in un sito x da uno strumento dipende:

1. dalla forma dell'onda prodotta dalla sorgente s ;
2. dal percorso dell'onda dalla sorgente s al sito x (attenuazioni, riflessioni, rifrazioni, incanalamenti per guide d'onda);
3. dalla risposta dello strumento.

Possiamo scrivere questo come:

*segnale registrazione al sito x = sorgente * effetti di percorso * funzione trasferimento strumento*

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche *microtremore* poiché riguarda oscillazioni molto piccole, molto più piccole di quelle indotte dai terremoti. I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato *ad hoc*, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nel tragitto dalla sorgente s al sito x le onde elastiche (sia di terremoto che microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che se da un lato l'informazione riguardante la sorgente è persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica, è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni concernenti il percorso del segnale e, in particolare, relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazioni. Questa informazione è però "sepolta" all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste tecniche è la teoria dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSr che è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali del sottosuolo; informazione di notevole importanza nell'ingegneria sismica. Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale della ditta Micromed S.r.l. modello "Tromino - engy" che rappresenta la nuova generazione di strumenti ultra - leggeri e ultra - compatti in alta risoluzione adatti a tali misurazioni. Lo strumento racchiude al suo interno tre terne velocimetriche con i sensori ortogonali tra loro e con intervallo di frequenza compreso tra 0.1 e 256 Hz. Nella figura a fianco si riporta la curva di rumore di "Tromino" a confronto con i modelli standard di rumore sismico massimo (in verde - sopra) e minimo (in blu - in mezzo) per la Terra. Gli spettri di potenza sono espressi in termini di accelerazione e sono relativi alla componente verticale del moto.



EVOLUZIONE NORMATIVA E CENNI DI INGEGNERIA SISMICA

La storia della classificazione sismica Italiana comincia dopo il terribile terremoto di Reggio Calabria e Messina del 1908 (XI grado MCS) che provocò la morte di circa 80.000 persone. In seguito a questo evento ci fu un deciso impegno dello Stato a tradurre in legge le conoscenze scientifiche e tecniche sulle costruzioni sino ad allora maturate. Fu così emanato il Regio decreto n°193 [1909] nel quale è contenuta la prima classificazione sismica del territorio Italiano. Negli anni a seguire si continuò ad aggiornare la normativa tecnica ampliando la classificazione in base alle zone colpite da eventi sismici. Nel 1962 fu pubblicata la Legge n°1684, in seguito ai terremoti di Carnia (1956), Valle del Velino (1961) e Irpinia (1962) dove, per la prima volta, si prescrisse l'applicazione delle norme sismiche ai comuni "*soggetti a intensi movimenti sismici*" e non solo a quelli colpiti dal terremoto. In seguito ai terremoti dei Monti Nebroli (1967), della Valle del Belice (1968) e di Toscana (1971), fu emanata la Legge n°64 [1974], che costituisce una pietra miliare nel panorama della normativa sismica poiché stabilì che la classificazione sismica dovesse procedere sulla base di comprovate motivazioni tecniche scientifiche.

La promulgazione dell'Ordinanza P.C.M. n°3274 del 20/3/2003 e successive modifiche ed integrazioni ha determinato sul panorama nazionale un grande rinnovamento sul fronte della normativa tecnica in zona sismica, rappresentata fino ad allora dai contenuti del D.M. 16 gennaio 1996. La principale novità introdotta dall'O.P.C.M. n°3274 è l'abbandono del carattere puramente prescrittivo e convenzionale che caratterizzava le norme tecniche di vecchia concezione, come il D.M. 16/01/1996, per abbracciare un'impostazione puramente prestazionale, in cui gli obiettivi della progettazione e quindi il livello di sicurezza sono esplicitamente dichiarati, a seconda della risposta sismica attesa per la struttura e il sito di costruzione, per un prefissato livello di severità dell'azione sismica.

Le attuali norme tecniche per le costruzioni (N.T.C. D.M. - 14 gennaio 2008) ereditano gran parte dei contenuti dell'O.P.C.M. n°3274 in merito alla progettazione in zone sismiche; tuttavia rispetto a quest'ultimo documento sono anche stati apportati importanti cambiamenti, di cui forse il più rilevante riguarda la definizione dell'**azione sismica**.

Per comprendere pienamente il significato della nuova normativa è necessario rifarsi al concetto di **risposta sismica locale**. Dal punto di vista strettamente fisico, per effetto di sito (risposta sismica locale) s'intende l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base (R), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (S). Nel presente lavoro si sfrutterà la teoria di Nakamura che relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale $H / V = 1$) con quello effettivamente misurato in superficie.

Il moto sismico è amplificato in corrispondenza di determinate frequenze che corrispondono alle frequenze naturali f_n di vibrazione del deposito:

$$f_n = 1 / T_n = (V_s * (2n - 1)) / (4 * H) \quad \text{con } n = 1, 2, \dots, \quad [F.2]$$

mentre risulta ridotto di amplificazione alle frequenze elevate a causa dello smorzamento del terreno. Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito, denominata frequenza fondamentale di risonanza:

$$f_1 = 1 / T_1 = V_s / 4H \quad [F.3]$$

E' quindi necessario porre estrema attenzione a fenomeni di "doppia risonanza", cioè la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle dei manufatti ivi edificati in quanto le azioni sismiche su di essi sarebbero, a dir poco, gravose.

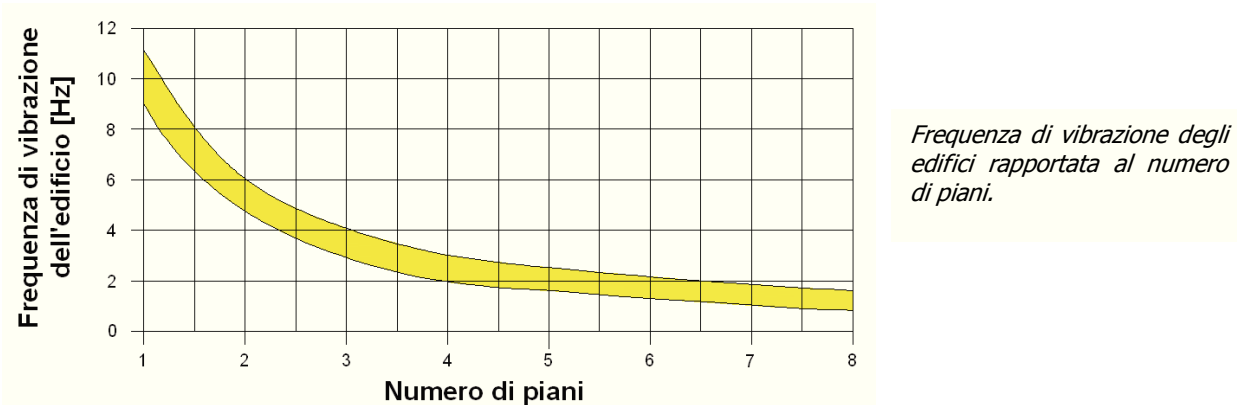
Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula (cfr. es. Pratt):

$$\text{freq. naturale edificio} \approx 10 \text{ Hz} / \text{numero piani.} \quad [\text{F.4}]$$

E' la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura:

$$\text{freq. naturale edificio} \approx \text{freq. fondamentale di risonanza del sito} \quad [\text{F.5}]$$

ad essere particolarmente pericolosa, poiché da luogo alla massima amplificazione e deve quindi essere oggetto di studi approfonditi.



ANALISI SISMICA DI SITO E DEFINIZIONE CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Risultati ottenuti dalle indagini sismiche effettuate

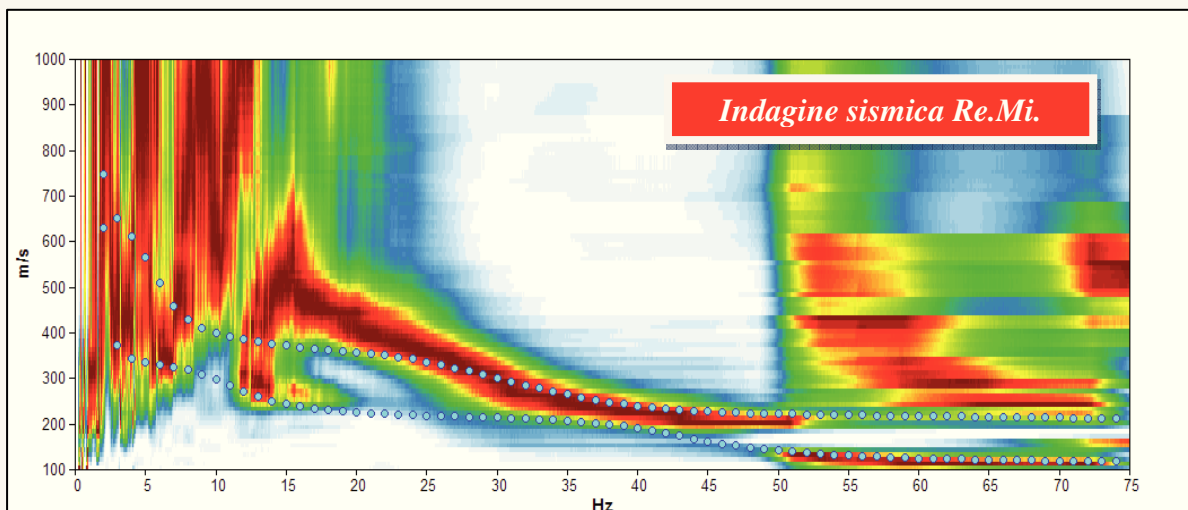
L'utilizzo incrociato delle due tecniche sismiche ha permesso di ottenere un modello sismo - stratigrafico del sottosuolo robusto e affidabile in corrispondenza della zona d'interesse. L'indagine Re.Mi. ha individuato le discontinuità sismiche superficiali e stimato le velocità di propagazione delle onde S mentre la prospezione passiva a stazione singola (H.V.S.R.), tramite inversione congiunta, ha stimato il grado di rigidità della copertura profonda e del *bedrock geofisico*. Inoltre, la misura H.V.S.R. ha determinato le frequenze di risonanza di sito cioè i valori di frequenza attesi in superficie in occasione di evento sismico.

L'attendibilità del modello sismo-stratigrafico desunto è da considerarsi elevata poiché la coerenza del segnale è buona e lo spettro di velocità è ben definito nel modo fondamentale in tutti i valori di frequenza campionati. Il programma di elaborazione utilizzato permette di considerare non solo il modo fondamentale ma, una volta individuati, anche i modi superiori di vibrazione per vincolare con maggior attendibilità la ricostruzione sismo - stratigrafica del sottosuolo.

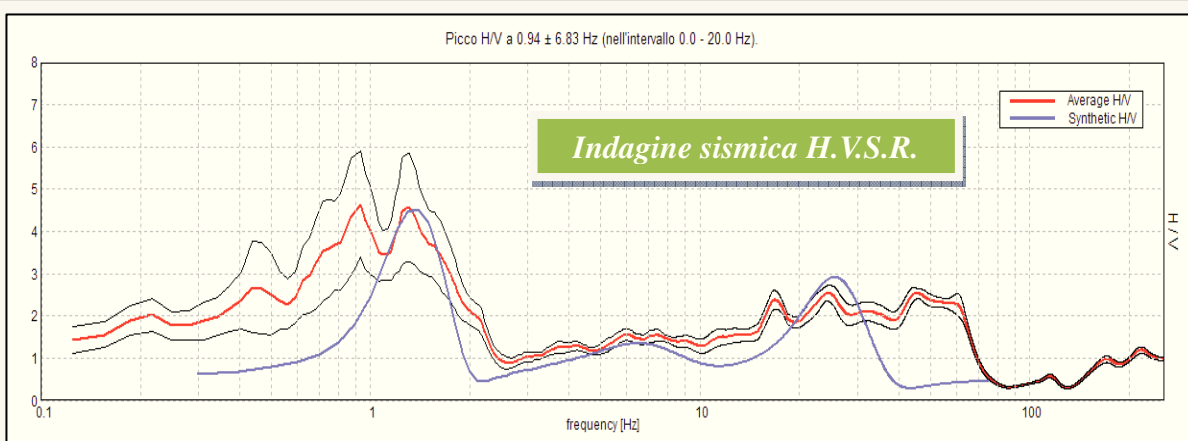
La ricostruzione sismo - stratigrafica di sito ha evidenziato la presenza di una copertura poco addensata fino a circa 1,2 m dal p.c. locale caratterizzata da una V_s di circa 120 m/s mentre per valori di profondità maggiori il grado di rigidità diventa più elevato ($V_s \approx 250$ m/s; vedi *modello sismo - stratigrafico interpretativo* riportato a seguire).

Si segnala un aumento della velocità di propagazione delle onde di taglio ($V_s \approx 380$ m/s) a circa 9 m dal p.c. locale; il *bedrock geofisico* ($V_s \approx 900$ m/s), inteso come quel materiale che presenta una $V_s \geq 800$ m/s, è posizionato a circa 74 m dal p.c. locale.

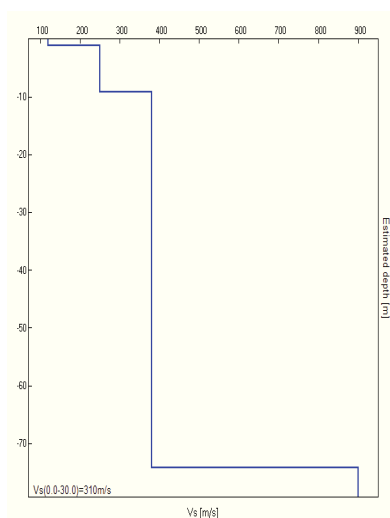
Indagine sismica passiva in *array* (Re.Mi.) con inversione congiunta all'H.V.S.R.



Spettro di velocità: il modo fondamentale è presente in tutti i valori di frequenza campionati. Compiono i modi superiori alle basse frequenze. Il segnale si presenta con una buona coerenza. In blu (pallini) le curve sintetiche create da una modellizzazione diretta delle onde S.



La curva spettrale rossa (in mezzo) rappresenta l'andamento sismico registrato in campagna mentre quella blu (lineare) è la curva sintetica generata dal codice di calcolo.



Il rilievo nello specifico ha fornito i seguenti dati sismici (*modello sismo - stratigrafico interpretativo*):

Indagine sismica Re.Mi. congiunta all'H.V.S.R.	Velocità onde di taglio [m/s]	Spessori [m]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	120	1,2	0,0 – 1,2
II SISMOSTRATO	250	8	1,2 – $\approx$ 9
III SISMOSTRATO	380	65	$\approx$ 9 – $\approx$ 74
IV SISMOSTRATO	900	Semisp.	$\approx$ 74 – Semisp.

Indagine sismica passiva a stazione singola (H.V.S.R.)

Nel caso specifico del sito in esame si è cercato di correlare i valori di picco, dello spettro di risposta HVSR, con le frequenze fondamentali di risonanza di sito.

Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si sono potute ricavare le frequenze relative ad ogni discontinuità sismica.

La frequenza caratteristica di risonanza di sito, generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale, è di circa 0,9 Hz.

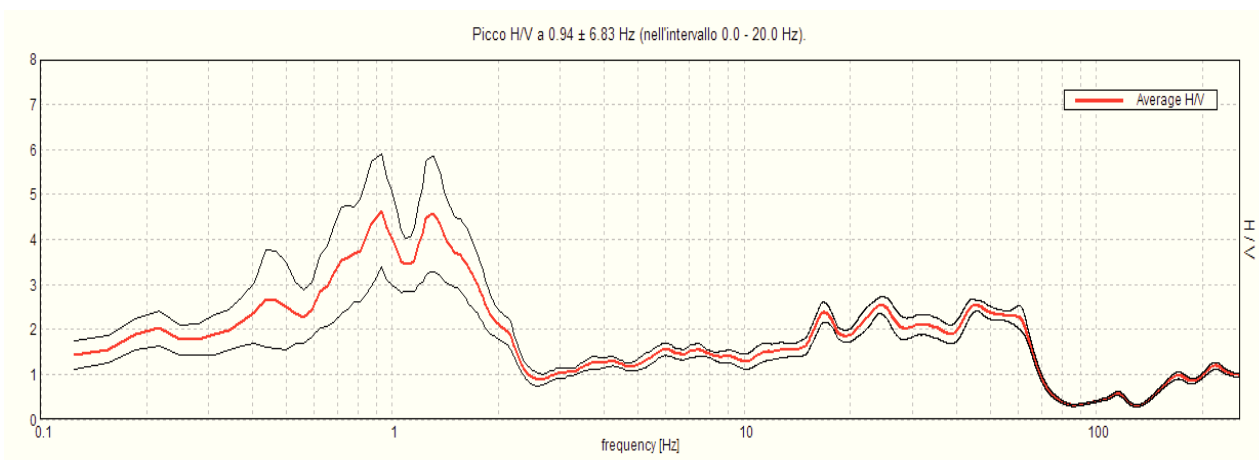
Frequenza fondamentale di risonanza

$0,94 \pm 6,83$ Hz

Si ritiene importante, vista l'ampiezza dei picchi spettrali registrati, considerare l'intervallo frequenziale di circa 0,5 – 2,0 Hz come *range* di possibili valori di vibrazione del terreno in caso di evento sismico di magnitudo rilevante poiché d'interesse ingegneristico – strutturale.

E' ormai consolidata, sia a livello accademico sia professionale, l'ipotesi che le strutture subiscono le sollecitazioni sismiche maggiori quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica e quella naturale dell'edificio.

Si dovrà quindi porre estrema attenzione nell'edificare strutture aventi lo stesso periodo di vibrazione naturale del terreno poiché **il rapporto H/V calcolato è tale da ipotizzare un fattore di amplificazione del moto sismico in superficie.**



Rapporto spettrale H/V misurato. In rosso (in mezzo) è indicato l'HV medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%.

Nella tabella seguente, s'illustra la qualità del segnale acquisito in base al progetto [SESAME](#) (Linee guida 2005). Per l'affidabilità delle curve HVSR devono essere positivi i primi tre parametri mentre per avere un chiaro e pulito segnale del picco massimo devono essere soddisfatti almeno cinque dei sei criteri successivi. Si osserva quindi che il picco a 0,94 Hz soddisfa tutti i criteri e può pertanto essere assunto come frequenza fondamentale di risonanza del sito.

Picco H/V a 0.94 ± 6.83 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz)			
Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.94 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	468.8 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 46 times	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.563 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.938 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.64 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0434 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	6.82532 < 0.14063		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.254 < 2.0	OK	

Categoria di sottosuolo di fondazione secondo le Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14 gennaio 2008

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi o in rapporto ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di Categorie di Sottosuolo di riferimento. Per definire tali categorie, il D.M. 14/01/08 prevede, in questo caso, il calcolo del parametro $V_{s,30}$, ovvero della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio V_s entro 30 m di profondità dal piano di posa delle fondazioni.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grani fine molto consistenti</i> , 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 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti</i> , 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 $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Esistono poi due categorie speciali di sottosuolo, che sono quelle denominate dalle sigle S1 e S2, per le quali le NTC08 richiedono che l'azione sismica sia definita tramite il ricorso a studi speciali. Per queste categorie di sottosuolo non è quindi possibile utilizzare l'approccio semplificato basato sul coefficiente di amplificazione stratigrafica.

S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione , di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti .

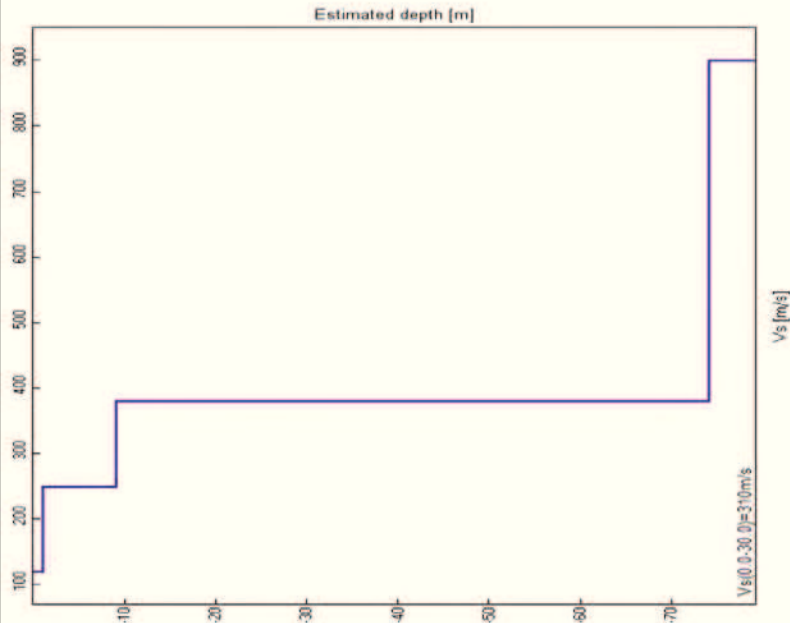
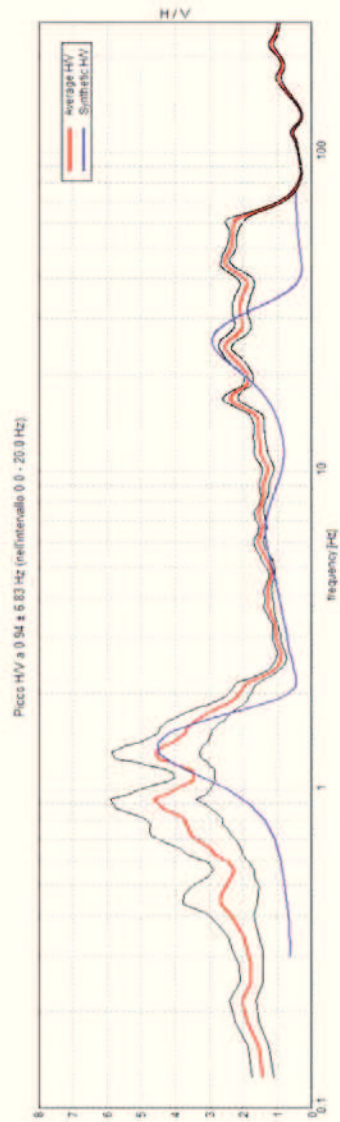
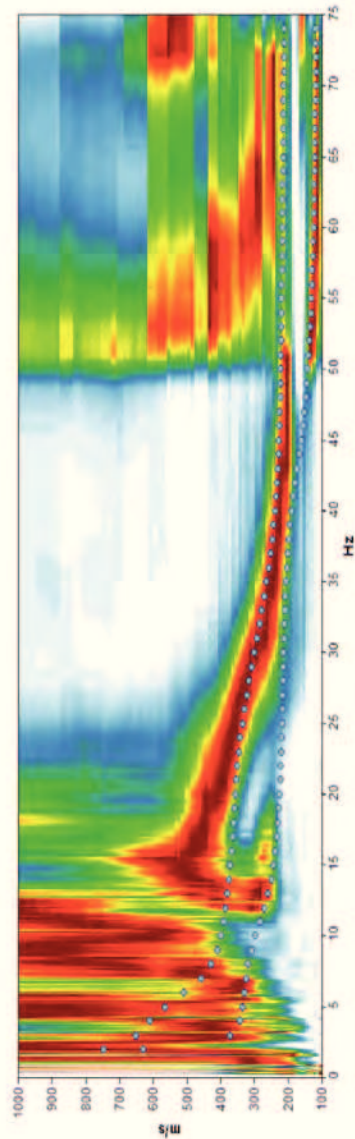
Dalle indagini sismiche effettuate è possibile calcolare la velocità media di propagazione delle onde di taglio fino a 30 m dal piano di posa delle fondazioni come espressamente richiesto dalla normativa vigente (*Norme Tecniche sulle Costruzioni – D.M. 14/01/2008*). A seguire si riportano i valori di $V_{s,30}$ ipotizzando varie profondità delle fondazioni:

Profondità piano di posa delle fondazioni	$V_{s,30}$
0 m dal p.c.	$V_s (0 - 30) \approx 310$ m/s
1 m dal p.c.	$V_s (1 - 31) \approx 330$ m/s
2 m dal p.c.	$V_s (2 - 32) \approx 338$ m/s
3 m dal p.c.	$V_s (3 - 33) \approx 343$ m/s

Dalla ricostruzione del quadro geofisico emerso dal presente studio e dalle indicazioni normative si prevede l'inserimento del sito d'indagine nella **Categoria di Sottosuolo denominata C**, così definita:

Categoria 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).

Si ricorda che qualunque tecnica di geofisica applicata ha un margine di errore intrinseco variabile in funzione del tipo di tecnica usata, di strumentazione utilizzata e di problematiche incontrate durante la fase di acquisizione. Infine, i profili di V_s ricavati con questa metodologia, come tutti i metodi indiretti, non presentano una soluzione univoca e quindi più modelli possono fornire curve sintetiche simili tra loro.



Profilo verticale onde S (Vs)

Spettro sismico a curva sintetica da misura a stazione singola (H.V.S.R.)

<i>Valori di Vs,30 calcolati</i>			
0 m p.c.	1 m p.c.	2 m p.c.	3 m p.c.
310 m/s	330 m/s	338 m/s	343 m/s

Categoria C di sottosuolo

**Prospezione sismica
Re.Mi. e H.V.S.R.**

Ubicazione: Via San Tomio
Comune di Isola Vicentina (VICENZA)

Committente
NATCOR s.r.l.

FEBBRAIO 2014



APPENDICE G – Parametri fisico-meccanici dei terreni disaggregati

PROVA PENETROMETRICA DPSH 1									RESISTENZA AL TAGLIO NON DRENATA					ANGOLO DI ATTRITO							STRATI
prof.tà	N ₃₀	N _{SPT}	C _R	N ₆₀	σ' _{v0}	C _N	C _{N(<1,5)}	N ₁₍₆₀₎	C _{u 1}	C _{u 2}	C _{u 3}	C _{u 4}	C _{u 5}	ø' ₁	ø' ₂	ø' ₃	ø' ₄	ø' ₅	ø' ₆	ø' ₇	
[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kPa]				[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]	[°]	[°]	[°]	[°]	[°]	
0,3	26	30	0,75	22	2,70	6,03	1	22													A
0,6	10	12	0,75	9	8,10	3,48	1	9													
0,9	2	2	0,75	2	13,50	2,70	1	2	11	12	13	42	11								
1,2	3	3	0,75	3	18,90	2,28	1	3	17	17	19	56	17								
1,5	8	9	0,75	7	24,30	2,01	1	7	44	74	50	114	45								
1,8	5	6	0,75	4	29,70	1,82	1	4	28	48	31	81	28								
2,1	4	5	0,75	3	35,10	1,67	1	3	22	40	25	69	22								
2,4	14	16	0,75	12	40,80	1,55	1	12						40	34	31	31	32	33	32	B
2,7	10	12	0,75	9	46,80	1,45	FALSO	12						36	34	31	28	30	30	30	
3	19	22	0,75	16	52,80	1,36	FALSO	22						42	39	34	33	34	36	33	
3,3	18	21	0,75	16	58,80	1,29	FALSO	20						41	38	33	33	33	35	33	
3,6	12	14	0,75	10	64,80	1,23	FALSO	13						36	34	31	29	31	32	31	
3,9	4	5	0,75	3	70,65	1,18	FALSO	4	22	23	25	69	22	26	28	28	23	28	25	28	C
4,2	2	2	0,85	2	76,35	1,13	FALSO	2	13	12	14	46	13	22	26	28	21	28	22	28	
4,5	2	2	0,85	2	82,05	1,09	FALSO	2	13	12	14	46	13	22	26	28	21	28	22	28	
4,8	3	3	0,85	3	87,75	1,06	FALSO	3	19	17	21	62	19	24	27	28	22	28	23	28	
5,1	5	6	0,85	5	93,45	1,02	FALSO	5	31	48	35	89	32	28	29	29	24	29	26	29	
5,4	8	9	0,85	8	99,30	0,99	FALSO	8						32	31	29	27	30	29	30	D
5,7	14	16	0,85	14	105,30	0,97	FALSO	13						36	34	31	31	32	33	32	
6	12	14	0,85	12	111,30	0,94	FALSO	11						35	33	30	29	31	32	31	
6,3	13	15	0,95	14	117,30	0,91	FALSO	13						36	34	31	30	31	32	31	
6,6	4	5	0,95	4	123,30	0,89	FALSO	4						26	28	28	23	28	25	28	
6,9	RIF.	#VALORE!	0,95	#VALORE!	129,30	0,87	FALSO	#VALORE!						#VALORE!	#####	#VALORE!	#####	#VALORE!	#####	#VALORE!	

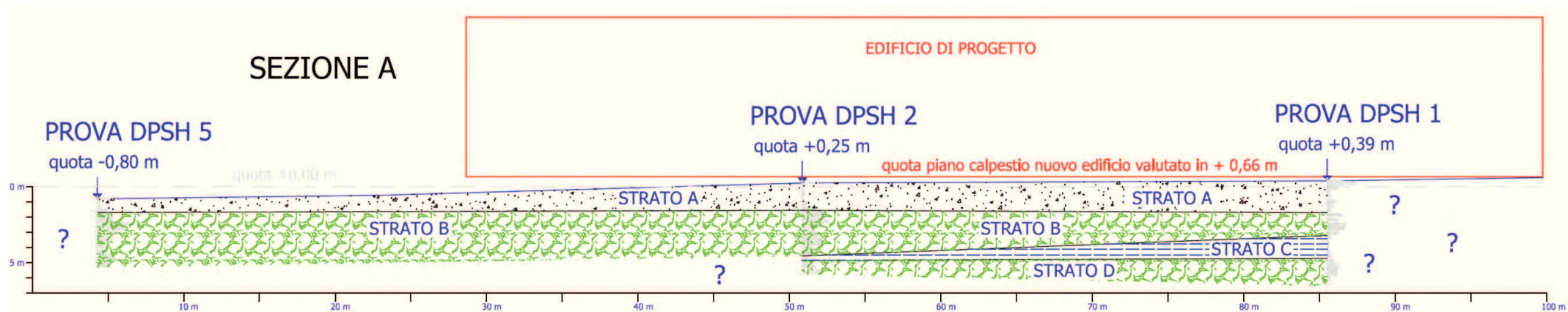
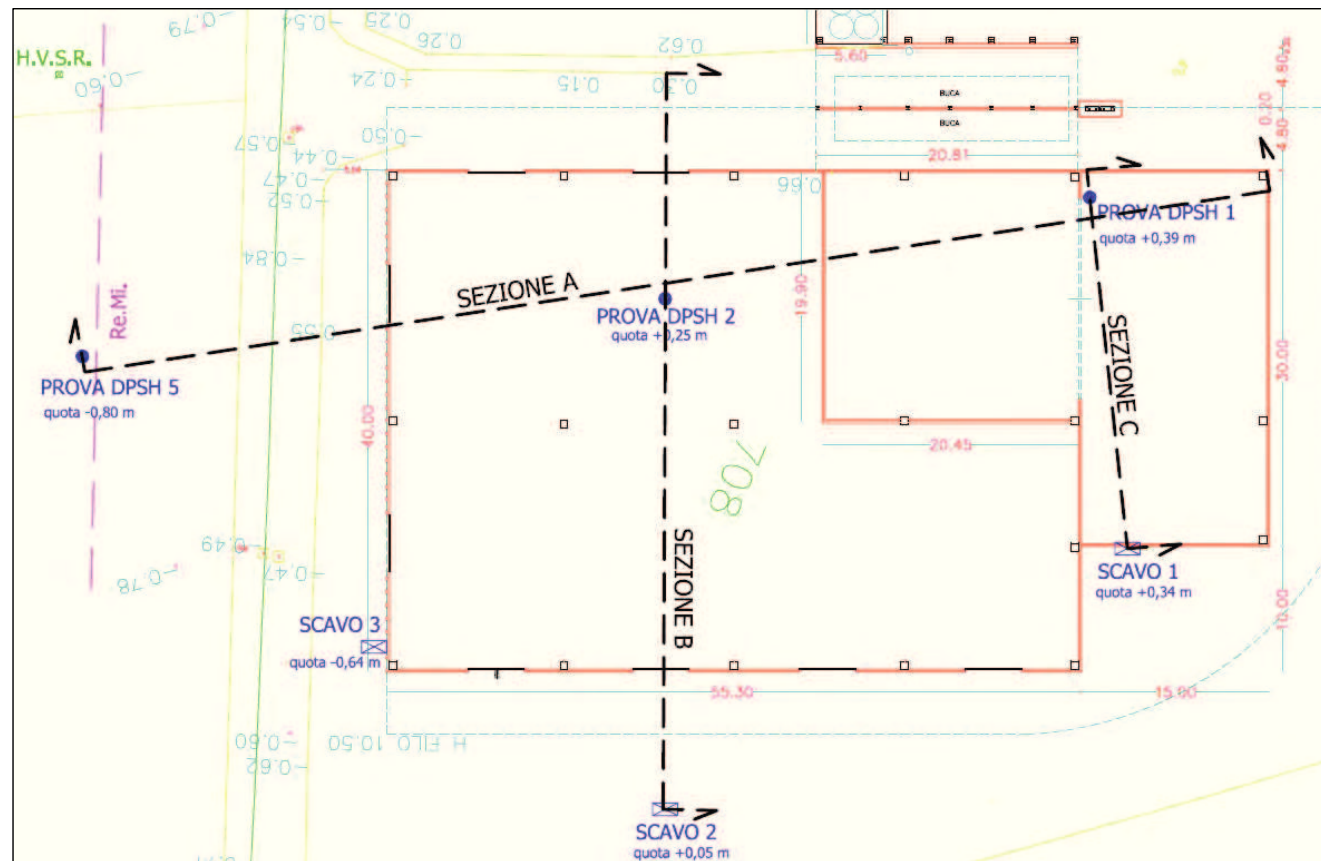
STRATI	STRATIGRAFIA da prova penetrometrica DPSH 1bis				FALDA	
	DA	A	LITOLOGIA	Y _{NAT}	PROFONDITA'	Y _w
	[m]		[-]	[kN/m³]	[m]	[kN/m³]
A	p.c.	2,1	copertura limo-argillosa e terreno di riporto eterogeneo	18	NON RISCONTRATA	9,807
B	2,1	3,6	ghiaie sabbiose con matrice limo-argillosa	20		
C	3,6	5,1	limi sabbiosi argillosi	19		
D	5,1	RIF.	ghiaie sabbiose con matrice limo-argillosa	20		

Dati utilizzati	Valore medio ø'		STRATI
	33		B
	29		C
	26		C
	Valore medio ø'		
	31		D

PROVA PENETROMETRICA DPSH 2									RESISTENZA AL TAGLIO NON DRENATA					ANGOLO DI ATTRITO							
prof.tà	N ₃₀	N _{SPT}	C _R	N ₆₀	σ'v0	C _N	C _{N(<1,5)}	N ₁₍₆₀₎	C _{u 1}	C _{u 2}	C _{u 3}	C _{u 4}	C _{u 5}	θ'1	θ'2	θ'3	θ'4	θ'5	θ'6	θ'7	
[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kPa]				[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]	[°]	[°]	[°]	[°]	[°]	STRATI
0,3	2	2	0,75	2	2,70	6,03	1	2													A
0,6	1	1	0,75	1	8,10	3,48	1	1													
0,9	1	1	0,75	1	13,50	2,70	1	1													
1,2	1	1	0,75	1	18,90	2,28	1	1													
1,5	4	5	0,75	3	24,30	2,01	1	3													
1,8	10	12	0,75	9	30,00	1,81	1	9						38	32	30	28	30	30	30	B
2,1	22	25	0,75	19	36,00	1,65	1	19						45	37	33	34	35	37	34	
2,4	21	24	0,75	18	42,00	1,53	1	18						44	37	32	34	34	37	34	
2,7	24	28	0,75	21	48,00	1,43	FALSO	30						44	41	36	35	35	38	35	
3	20	23	0,75	17	54,00	1,35	FALSO	23						42	39	34	34	34	36	34	
3,3	13	15	0,75	11	60,00	1,28	FALSO	14						37	35	31	30	31	32	31	
3,6	19	22	0,75	16	66,00	1,22	FALSO	20						41	38	33	33	34	36	33	
3,9	20	23	0,75	17	72,00	1,17	FALSO	20						41	38	33	34	34	36	34	
4,2	20	23	0,85	20	78,00	1,12	FALSO	22						41	38	33	34	34	36	34	
4,5	12	14	0,85	12	84,00	1,08	FALSO	13						36	34	31	29	31	32	31	
4,8	10	12	0,85	10	90,00	1,04	FALSO	10						34	33	30	28	30	30	30	C
5,1	6	7	0,85	6	95,85	1,01	FALSO	6	38	57	43	102	38	29	30	29	25	29	27	29	
5,4	12	14	0,85	12	101,70	0,98	FALSO	12						35	33	30	29	31	32	31	D
5,7	15	17	0,85	15	107,70	0,95	FALSO	14						37	35	31	31	32	34	32	
6	22	25	0,85	22	113,70	0,93	FALSO	20						40	38	33	34	35	37	34	
	STRATIGRAFIA da prova penetrometrica DPSH 2								FALDA												STRATI
	DA	A	LITOLOGIA				Y _{NAT}	PROFONDITA'				Y _w									
STRATI	[m]		[-]				[kN/m³]	[m]				[kN/m³]									
A	p.c.	1,5	copertura limo-argillosa e terreno di riporto eterogeneo				18	NON RISCONTRATA				9,807	Dati utilizzati	Valore medio ø'	35	B					
B	1,5	4,8	ghiaie sabbiose con matrice limo-argillosa				20							Valore medio C _u	55	C					
C	4,8	5,1	limi sabbiosi argillosi				19							Valore medio ø'	28	C					
D	5,1	6	ghiaie sabbiose con matrice limo-argillosa				20							Valore medio ø'	34	D					
PROVA PENETROMETRICA DPSH 5									RESISTENZA AL TAGLIO NON DRENATA					ANGOLO DI ATTRITO							
prof.tà	N ₃₀	N _{SPT}	C _R	N ₆₀	σ'v0	C _N	C _{N(<1,5)}	N ₁₍₆₀₎	C _{u 1}	C _{u 2}	C _{u 3}	C _{u 4}	C _{u 5}	θ'1	θ'2	θ'3	θ'4	θ'5	θ'6	θ'7	
[m]	[-]	[-]	[-]	[-]	[kPa]				[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[kPa]	[°]	[°]	[°]	[°]	[°]	[°]	[°]	STRATI
0,3	2	2	0,75	2	2,70	6,03	1	2													A
0,6	2	2	0,75	2	8,10	3,48	1	2													
0,9	8	9	0,75	7	13,50	2,70	1	7													
1,2	12	14	0,75	10	19,20	2,26	1	10						41	33	30	29	31	32	31	
1,5	14	16	0,75	12	25,20	1,97	1	12						41	34	31	31	32	33	32	B
1,8	28	32	0,75	24	31,20	1,77	1	24						48	39	34	37	37	40	36	
2,1	25	29	0,75	22	37,20	1,62	1	22						46	38	33	36	36	39	35	
2,4	18	21	0,75	16	43,20	1,51	1	16						42	35	32	33	33	35	33	
2,7	14	16	0,75	12	49,20	1,41	FALSO	17						39	36	32	31	32	33	32	
3	12	14	0,75	10	55,20	1,33	FALSO	14						37	35	31	29	31	32	31	
3,3	13	15	0,75	11	61,20	1,27	FALSO	14						37	35	31	30	31	32	31	
3,6	9	10	0,75	8	67,20	1,21	FALSO	9						34	32	30	27	30	29	30	
3,9	17	20	0,75	15	73,20	1,16	FALSO	17						39	36	32	32	33	35	33	
4,2	17	20	0,85	17	79,20	1,11	FALSO	18						40	37	32	32	33	35	33	
4,5	14	16	0,85	14	85,20	1,07	FALSO	15						37	35	31	31	32	33	32	C
	STRATIGRAFIA da prova penetrometrica DPSH 2								FALDA												STRATI
	DA	A	LITOLOGIA				Y _{NAT}	PROFONDITA'				Y _w									
STRATI	[m]		[-]				[kN/m³]	[m]				[kN/m³]									
A	p.c.	0,9	copertura limo-argillosa e terreno di riporto eterogeneo				18	NON RISCONTRATA				9,807	Dati utilizzati	Valore medio ø'	34	B					
B	0,9	4,5	ghiaie sabbiose con matrice limo-argillosa				20														

APPENDICE H – Ubicazione indagini e sezioni geologiche

Planimetria di progetto, fornita dal Progettista, con ubicazione delle indagini:
DPSH (prove penetrometriche superpesanti eseguite in data 06.03.2014),
scavi (eseguiti con mezzo meccanico in data 25.02.2014),
indagini geofisiche (H.V.S.R. e Re.Mi. eseguite in data 25.02.2014).



SEZIONE B



SEZIONE C



- STRATO A :** da p.c. a $-(0,9 \div 2,1)$ m
copertura limo-argillosa e terreno di riporto eterogeneo
- STRATO B :** da $-(0,9 \div 2,1)$ m a $-(3,6 \div 4,8)$ m
ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa
- STRATO C :** da $-(3,6 \div 4,8)$ m a $-5,1$ m
limi sabbiosi argillosi
- STRATO D :** da $-5,1$ m a -9 m circa (profondità non ben definita ricavata dall'indagine geofisica)
ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa

La quota del piano di calpestio del piano terra del nuovo ampliamento è stata ipotizzata. Il modello geologico locale si basa su indagini principalmente puntuali nell'area di intervento e quindi possono non essere state rilevate eventuali anomalie legate alla profondità di riscontro, rispetto al piano campagna attuale, e allo spessore dello **STRATO B** (ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa), su cui imbasare le strutture fondazionali, in funzione della presenza di *locali intercalazioni lentiformi sabbioso limose e/o limoso argillose* e/o a modificazioni antropiche (lavori di escavazione e/o di riporto) [vedi *paragrafo IX*, pagg.12-13]: è necessario che, alla conclusione degli scavi, sia verificato e convalidato dal sottoscritto geologo il modello geologico ipotizzato.



REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

COMUNI DI MALO e ISOLA VICENTINA

Ampliamento capannone in via Fondo Muri
a San Tomio di Malo - comune di Malo

Realizzazione nuovo capannone in via San Tomio
comune di Isola Vicentina

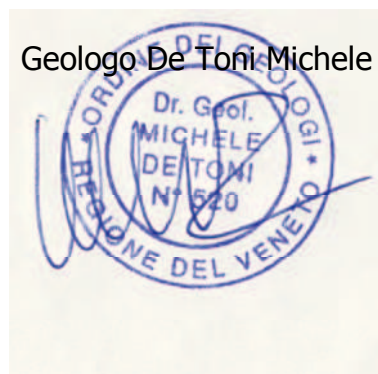
1

RELAZIONE TECNICO AMBIENTALE

committente: NATCOR s.r.l.

aprile 2014

Geologo De Toni Michele



I. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED URBANISTICO

L'area in esame è ubicata tra i comuni di Malo (via Fondo Muri) e di Isola Vicentina (via San Tomio). L'area nei rispettivi Piani di Intervento è classificata come:

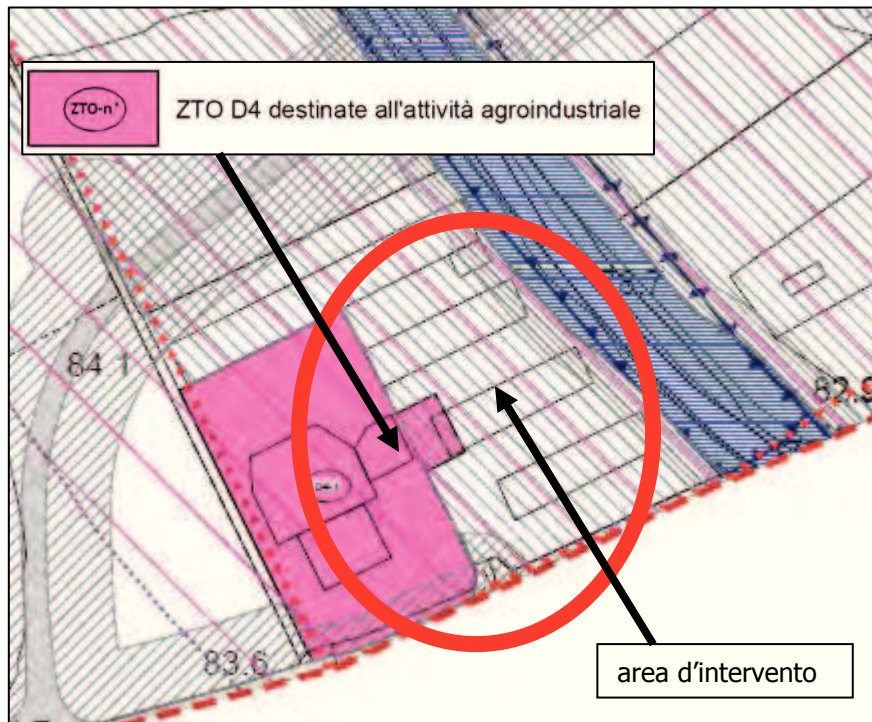


Fig.1 - Estratto P.I. comune di Malo – non in scala.

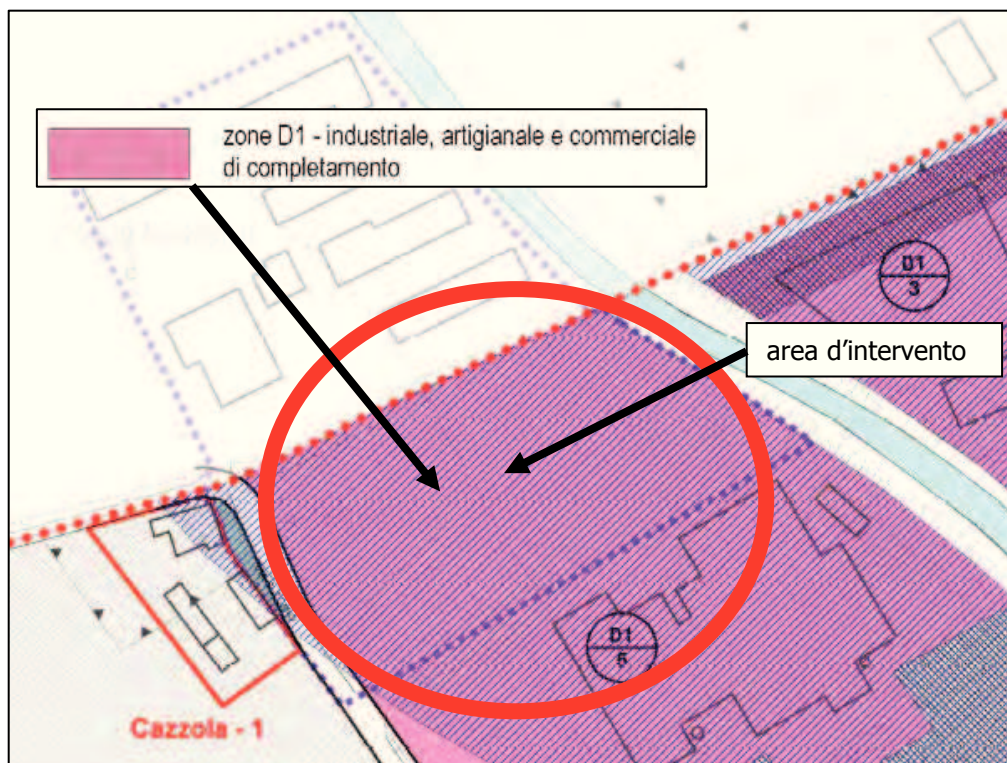


Fig.2 - Estratto P.I. comune di Isola Vicentina – non in scala.

II. DESCRIZIONE INTERVENTO

Il progetto consisterà nell'ampliamento del capannone esistente in comune di Malo e nella realizzazione di un nuovo capannone in comune di Isola Vicentina.

III. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO GENERALE

La zona in esame è localizzata su una piana alluvionale, ad una quota media di circa 80 m s.l.m..

In base alle indagini svolte dal sottoscritto e allegate al progetto per l'ampliamento del capannone esistente in comune di Malo, si può fornire il seguente modello geologico per il sottosuolo del sito:

copertura argilloso-limosa al di sopra dei depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi con matrice limo-argillosa più o meno abbondante.

IV. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA LOCALE

La situazione litologica e stratigrafica del sottosuolo in esame, ricavata dalla relazione geologica precedentemente citata, è caratterizzata da:

STRATO A : da p.c. a $-(0,9 \div 2,1)$ m

copertura limo-argillosa e terreno di riporto eterogeneo

STRATO B : da $-(0,9 \div 2,1)$ m a $-(3,6 \div 4,8)$

ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa

STRATO C : da $-(3,6 \div 4,8)$ m a $-5,1$ m

limi sabbiosi argillosi

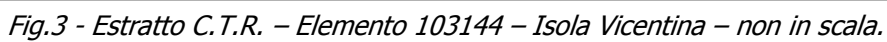
STRATO D : da $-5,1$ m a -9 m circa (prof.tà non ben definita ricavata dall'indagine geofisica)

ghiaie sabbiose con matrice limo argillosa

V. INDAGINE AMBIENTALE

In relazione agli **"Indirizzi operativi per l'accertamento del superamento dei valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV del D. Lgs. 152/2006, con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica L. 98/2013, art. 41bis, comma 1 lett. b)"**, è stata eseguita una indagine seguendo il comma 1) degli indirizzi sopracitati.

L'inquadramento dell'area di intervento è ben esplicitato nell'estratto della Carta Tecnica Regionale [Fig.3 - Estratto C.T.R. – Elemento 103144 – Isola Vicentina – non in scala].

4

I campioni sono stati ottenuti attraverso il prelievo di più incrementi selettivi casuali presi dai bordi degli ammassi cumuliformi nel corso della fase di scavo delle trincee eseguite mediante escavatore [vedi **Appendice A**].

Il materiale utilizzato nella formazione dei campioni è stato omogeneizzato su un telo plastificato, previo allontanamento sul campo della frazione maggiore di 2 cm. I prelievi finali sono stati quindi eseguiti sulla base della tecnica di quartatura per ricavare dei campioni rappresentativi degli interi strati prelevati.

Le analisi sui campioni prelevati sono state svolte dal laboratorio ECAMRICERT – viale del Lavoro n.6 – 36030 Monte di Malo (VI): i relativi certificati sono riportati in **Appendice B**.

Tutti i parametri determinati rientrano nei limiti fissati dalla tabella 1, colonna A, dell'allegato 5 alla parte IV - Titolo V del d.lgs. n.152/2006.

In riferimento ai limiti di concentrazione degli inquinanti, le terre e rocce da scavo provenienti dall'area interessata dal progetto in fase studio, sono utilizzabili:

- per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;
- in qualsiasi processo industriale, in sostituzione dei materiali di cava, a prescindere dalla loro tipologia.

APPENDICE A: foto prelievo campioni

CAMPIONE 1 – RAPPORTO DI PROVA n.14-1123-001



Esecuzione trincea mediante escavatore



Trincea



Ammasso cumuliforme da cui si è prelevato il campione

CAMPIONE 4 – RAPPORTO DI PROVA n.14-1124-001



Esecuzione trincea mediante escavatore



Trincea

10



Ammasso cumuliforme da cui si è prelevato il campione

CAMPIONE 5 – RAPPORTO DI PROVA n.14-1124-002



*Esecuzione
trincea
mediante
escavatore*

Trincea



Ammasso cumuliforme da cui si è prelevato il campione

LAB. N° 0699

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF & ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Data di emissione, 11/03/2014

RAPPORTO DI PROVA N° 14-1123-001

3/3

Parametri	Codice Campione	UM	Risultati ϕ	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna A	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna B	Metodiche Analitiche
*35 Dibenz(a,h)antracene	14-1123-001	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*36 Indenopirene	14-1123-001	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*37 Pirene	14-1123-001	mg/kg s.s.	<0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*Somma policiclici aromatici (da 25 a 34)	14-1123-001	mg/kg s.s.	<0,10	10	100	n.a
*PCB	14-1123-001	mg/kg s.s.	<0,02	0,06	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Scheletro	14-1123-001	g/Kg	499	n.a	n.a	DM 1309/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Scheletro	14-1123-001	%	49,9	n.a	n.a	DM 1309/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002

*estrazione: sonicazione.

Clean up (florisil)

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA': Tutti i parametri determinati rientrano nei limiti fissati dalla tab. 1 colonna A All. 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs 152/06.

Direttore Settore Chimica Dott. Lunardon Cristian Chimico Ordine dei chimici-Provincia di Padova Iscrizione n° 943 sez. A

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

* prova non accreditata da ACCREDIA
Le informazioni contenute in questo documento sono riservate ai soli destinatari ed non possono essere divulgate a terzi senza permesso scritto dalla ECAM RICERT S.R.L.
N.A. non applicabile

* prova eseguita presso il laboratorio esterno qualificato secondo ISO 9001

Il presente RAPPORTO DI PROVA è riferito esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Tempo di conservazione dei campioni: i campioni sono conservati presso il laboratorio 30 giorni dopo l'emissione del rapporto di prova (ad eccezione dei prodotti deperibili che sono affidati al termine dell'analisi o a scadenza).

Per i prodotti soggetti al presente Rapporto di Prova, la validità delle analisi è riferita al momento della consegna dei campioni al laboratorio. I dati riportati nel presente Rapporto di Prova sono considerati validi per un periodo di 4 anni e coprono le analisi relative alle analisi per 4 anni, salvo richiesta particolare dei clienti. Tutti i documenti relativi alle prove per omologazione dei prodotti sono conservati per 10 anni.

ECAMRICERT S.R.L.

Viale del Lavoro, 6 - 36030 MONTE DI MALO (VI) - Tel. 0445 605888 - Fax 0445 604430 - e-mail: info@ecamcert.com

Codice Fiscale e partita IVA 016581036245 - Iscritta alla C.C.I.A.A. di Vicenza al n. 1754600 R.E.A. - Capitale sociale € 75.000.000 i.v.

Laboratorio iscritto al Registro Regionale dei Laboratori al fine dell'autocertificazione D.G.R. V. n° 3844/2004

Laboratorio di ricerca altamente qualificato nel 14 DM 5932/000-G U n° 2920/03

Organizzazione con Sistema di Gestione Certificato secondo UNI-CEI EN ISO/IEC 17025:2005

LAB 1101693

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento

EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Data di emissione, 11/03/2014

RAPPORTO DI PROVA N°		14-1123-002	1/3	
Descrizione campione	TERRNO LIMO ARGILLOSO 2 #			
Cliente	NATCOR SNC VIA FONDO MURI 43 36034 - S.TOMIO DI MALO, VI	Luogo di campionamento	VIA FONDO MURI 36034 - S.TOMIO DI MALO, VI	
Campionato da	Incaricato dal Lab. (*secondo PTec006 Rev. n°1)	Data di campionamento	25/02/2014	
Prelevato da	Incaricato dal laboratorio	Data di prelievo	26/02/2014	
Numero accettazione	14-1123	Data di accettazione	27/02/2014	
Data inizio analisi	27/02/2014	Data fine analisi	07/03/2014	
Note campione	N.A.			

Parametri	Codice Campione	UM	Risultati ϕ	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna A	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna B	Metodiche Analitiche
Residuo secco 105°C	14-1123-002	%	82,2	n.a	n.a	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
*Arsenico	14-1123-002	mg/kg s.s.	2,1	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2007
Cadmio	14-1123-002	mg/kg s.s.	<1,0	2	15	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Cromo totale	14-1123-002	mg/kg s.s.	85,0	150	800	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Cromo VI	14-1123-002	mg/kg s.s.	<1,0	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992
Nichel	14-1123-002	mg/kg s.s.	86,4	120	500	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

* prova non accreditata da ACCREDIA

** prova accreditata da ACCREDIA

Il presente rapporto di prova è redatto a richiesta esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio.

Tempo di consegna dei campioni: i campioni sono consegnati presso il laboratorio 30 giorni dopo l'emissione del rapporto di prova (all'esclusione dei prosciugamenti). Che sono emessi al termine dell'analisi o a richiesta.

Per i soci degli accordi di mutuo riconoscimento, il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Tutti i documenti relativi alle prove per omologazione dei prodotti sono conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

Il presente rapporto di prova è valido per un periodo di 4 anni e copre tutte le analisi relative alle prove per omologazione dei prodotti conservati per 10 anni.

LAB N°05893

Membro degli Accordi di Mutual Recognition
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Data di emissione, 11/03/2014

RAPPORTO DI PROVA N°		14-1123-002					2/3
Parametri	Codice Campione	UM	Risultati	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna A	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna B	Metodiche Analitiche	
Piombo	14-1123-002	mg/kg s.s.	7,0	100	1000	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002	
Rame	14-1123-002	mg/kg s.s.	27,5	120	600	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002	
Zinco	14-1123-002	mg/kg s.s.	89,7	150	1500	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002	
*Idrocarburi pesanti (>C12)	14-1123-002	mg/kg s.s.	<10	50	750	ISO 16703:2004	
Idrocarburi policiclici aromatici	14-1123-002						
*25 Benzo(a)antracene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
*26 Benzo(a)pirene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
*27 Benzo(b)fluorantene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
*28 Benz(k)fluorantene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
*29 Benzo(g,h,i)perilene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
*30 Crisene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
*31 Dibenzof(a,e)pirene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
*32 Dibenzof(a,i)pirene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
*33 Dibenzof(a,j)pirene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

* prova non accreditata da ACCREDIA
e due informazioni fornite da cliente
* prova accreditata da ACCREDIA (livello di confidenza al 95%), salvo dove diversamente indicato
* prova accreditata da ACCREDIA (livello di confidenza al 95%), salvo dove diversamente indicato
* prova accreditata da ACCREDIA (livello di confidenza al 95%), salvo dove diversamente indicato
Il presente RAPPORTO DI PROVA è riferito esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio.
Tutti i campioni di prova sono conservati presso il laboratorio 30 giorni dalla emissione del rapporto di prova (ad eccezione dei prodotti deperibili che sono eliminati al termine dell'analisi o a scadenza).
Per i campioni di prova che non sono conservati presso il laboratorio, il cliente è responsabile della loro conservazione e della loro integrità.
I tempi di consegna delle prove sono indicati nel presente rapporto di prova per un periodo di 4 anni e coprono solo le prove per omologazione dei prodotti sono conservati per 10 anni.

ECAMRICERT S.R.L.

Viale del Lavoro, 6 36030 MONTE DI MALO (VI) Tel. 0445 581430 Fax 0445 581430 e-mail: info@ecamricert.com
Codice Fiscale e partita IVA 01653760248 Iscritta alla C.C.I.A.A. di Vicenza al n. 1754019 R.E.A. Capitale sociale € 75.000,00 i r.
Laboratorio iscritto al Registro Regionale dei Laboratori al fine dell'autocontrollo (D.G.R. n. 3044/2004)
Laboratorio di ricerca altamente qualificato art. 14 DM 502/2000-G.U. n° 292/2003
Organizzazione con Sistema di Gestione Certificato secondo UNI-CEI EN ISO/IEC 17025:2005

LAB N°10599

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Data di emissione: 11/03/2014

RAPPORTO DI PROVA N°		14-1123-002					3/3
Parametri	Codice Campione	UM	Risultati ◇	Limite legge Tab1 – All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna A	Limite legge Tab1 – All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna B	Metodiche Analitiche	
*34 Dibenzo(a,h)pirene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
*35 Dibenzo(a,h)antracene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
*36 Indenopirene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
*37 Pirene	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
*Somma policiclici aromatici (da 25 a 34)	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,10	10	100	n.a	
*PCB	14-1123-002	mg/kg s.s.	<0,02	0,06	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007	
Scheletro	14-1123-002	g/Kg	236	n.a	n.a	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002	
Scheletro	14-1123-002	%	23,6	n.a	n.a	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002	

*estrazione: sonicazione.

Clean up (florisil)

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA': Tutti i parametri determinati rientrano nei limiti fissati dalla tab. 1 colonna A. All. 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs 152/06.

Direttore Settore Chimica Dott. Lunardon Cristian Chimico Ordine dei chimici-Provincia di Padova Iscrizione n° 943 sez. A

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

* prova non accreditata da ACCREDIA

Il dato è informazioni fornite dal cliente
Il risultato è la media di tre determinazioni
Il valore è la media di tre determinazioni

* prova eseguita presso laboratorio esterno qualificato secondo ISO 9001

Il presente RAPPORTO DI PROVA è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere fornito parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio
Tempo di conservazione dei campioni: i campioni sono conservati presso il laboratorio 30 giorni dopo l'emissione del rapporto di prova (ad eccezione dei prodotti deperibili che sono eliminati al termine dell'analisi o a scadenza).

Per i dettagli relativi alla prova, si prega di consultare il sito internet del laboratorio o il file dell'autocertificazione (G.R.V. n° 35442304)

Tempo di conservazione dei rapporti: i rapporti di prova per un periodo di 4 anni a copia della registrazione relativa alla analisi per 4 anni, salvo richiesta particolare del cliente; tutti i documenti relativi alla prova per omologazione dei prodotti sono conservati per 10 anni.

ECAMRICERT S.R.L.
Viale del Lavoro, 6 36038 MONTE DI MALO - VI Tel. 0445 608238 Fax. 0445 581430 e-mail: info@ecamricert.com
Codice Fiscale e partita IVA 01551050248 Iscritta alla C.C.I.A.A. di Vicenza al n. 475401 R.E.A. Capitale sociale € 75.000,00 i.v.
Laboratorio iscritto al Registro Regionale dei Laboratori al fine dell'autocertificazione (G.R.V. n° 35442304)

Laboratorio di ricerca altamente qualificato art. 14 DM 585/2006-G.U. n° 23920/03
Organizzazione con Sistema di Gestione Certificato secondo UNI/CEI EN ISO/IEC 17025:2005

LAB N°10599

Membro degli Accordi di Mutual Recognition

EA, JAF e ILAC

Signatory of EA, JAF and ILAC

Mutual Recognition Agreements

Data di emissione, 11/03/2014

RAPPORTO DI PROVA N° 14-1123-003

1/3

Descrizione campione	TERRENO LIMO ARGILLOSO 3 #		
Cliente	NATCOR SNC VIA FONDO MURI 43 36034 - S. TOMIO DI MALO, VI	Luogo di campionamento	VIA FONDO MURI 36034 - S. TOMIO DI MALO, VI
Campionato da	Incaricato dal Lab. (*secondo PTec006 Rev. n°1)	Data di campionamento	25/02/2014
Prelevato da	Incaricato dal laboratorio	Data di prelievo	26/02/2014
Numero accettazione	14-1123	Data di accettazione	27/02/2014
Data inizio analisi	27/02/2014	Data fine analisi	07/03/2014
Note campione	N.A.		

Parametri	Codice Campione	UM	Risultati ϕ	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna A	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna B	Metodiche Analitiche
Residuo secco 105°C	14-1123-003	%	85,0	n.a	n.a	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
*Arsenico	14-1123-003	mg/kg s.s.	<2,0	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2007
Cadmio	14-1123-003	mg/kg s.s.	<1,0	2	15	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Cromo totale	14-1123-003	mg/kg s.s.	69,2	150	800	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Cromo VI	14-1123-003	mg/kg s.s.	<1,0	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7198A 1992
Nichel	14-1123-003	mg/kg s.s.	70,3	120	500	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

* prova non accettata da ACCREDIA

** prova eseguita presso laboratorio esterno qualificato secondo P.G. 010

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

Il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente o integralmente senza permesso scritto dal laboratorio.

ECAMRICERT S.R.L.

Via del Lavoro, 6 - 36030 MONTE DI MALO (VI) Tel. 0445 605838 Fax 0445 561435 e-mail: info@ecamricert.com

Codice fiscale e partita IVA 01650160246 - Iscritta alla C.C.I.A.A. di Vicenza al nr. 175-409 R.E.A. Capitale sociale € 75.000,00 i.v.

Laboratorio iscritto al Registro Regionale dei Laboratori al fine dell'autocertificazione (D.G.R. n° 3544/2006)

Informazioni di ricerca attinenti al presente rapporto di prova sono disponibili presso il laboratorio di riferimento (D.G.R. n° 3544/2006)

Organizzazione per la Sicurezza di Gestione Certificata secondo UNI-CEI EN ISO/IEC 17025:2005

LAB N°05893

Member degli Accordi di Mutual Recognition:
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Data di emissione, 11/03/2014

RAPPORTO DI PROVA N°		14-1123-003		2/3		
Parametri	Codice Campione	UM	Risultati $\diamond$	Limite legge Tab1 – All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna A	Limite legge Tab1 – All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna B	Metodiche Analitiche
Piombo	14-1123-003	mg/kg s.s.	8,2	100	1000	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Rame	14-1123-003	mg/kg s.s.	28,9	120	600	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Zinco	14-1123-003	mg/kg s.s.	79,1	150	1500	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
*Idrocarburi pesanti (>C12)	14-1123-003	mg/kg s.s.	<10	50	750	ISO 16703:2004
Idrocarburi policiclici aromatici	14-1123-003					
*25 Benzo(a)antracene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	0.5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*26 Benzo(a)pirene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	0.1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*27 Benzo(b)fluorantene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	0.5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*28 Benzo(k)fluorantene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	0.5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*29 Benzo(g,h,i)perilene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	0.1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*30 Crisene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*31 Dibenzo(a,e)pirene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	0.1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*32 Dibenzo(a,h)pirene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	0.1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*33 Dibenzo(a,i)pirene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	0.1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

* prova non accreditata da ACCREDIA
il date e informazioni fornite dal cliente
il presente rapporto di prova è rilasciato esclusivamente ai soli clienti sottoposti a prova e non può essere fornito parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio.
Tutti i campioni sono conservati presso il laboratorio 30 giorni dopo l'emissione del rapporto di prova (ad eccezione dei prodotti deperibili che sono eliminati al termine dell'analisi o a scadenza).
I tempi di consegna sono indicati nei moduli di richiesta di prova.
I dati e i risultati sono disponibili solo per il cliente che ha richiesto la prova.
I documenti relativi alle prove per omologazione dei prodotti sono conservati per 10 anni.

ECAMRICERT S.R.L.
Viale del Lavoro, 6 - 36030 MONTE DI MALO (VI) - Tel. 0445.615835 - Fax 0445.581430 - e-mail: info@ecamricert.com
Codice Fiscale e partita IVA 01650500246 - Iscritta alla C.C.I.A.A. di Vicenza al n. 175-409 R.E.A. Capitale sociale € 75.000.000 i.v.
Laboratorio iscritto al Registro Regionale dei Laboratori ai fini dell'autocontrollo (D.G.R. n. 3044/2004)
Laboratorio di ricerca altamente qualificato art. 14 DM 582/2003-G.U. n° 292/03
Organizzazione con Sistema di Gestione Certificato secondo UNI-CEI EN ISO 9001:2008

LAB 100-6519

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e IAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Data di emissione: 11/03/2014

3/3

RAPPORTO DI PROVA N°	14-1123-003
----------------------	-------------

Parametri	Codice Campione	UM	Risultati $\diamond$	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna A	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna B	Metodiche Analitiche
*34 Dibenzo(a,h)pirene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*35 Dibenzo(a,h)jantracene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*36 Indenopirene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*37 Pirene	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*Somma policiclici aromatici (da 25 a 34)	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,10	10	100	n.a
*PCB	14-1123-003	mg/kg s.s.	<0,02	0,06	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Scheletro	14-1123-003	g/Kg	350	n.a	n.a	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Scheletro	14-1123-003	%	35,0	n.a	n.a	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002

estrazione: sonicazione.
Clean up (florisil)

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA': Tutti i parametri determinati rientrano nei limiti fissati dalla tab. 1 colonna A All. 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06.

Direttore Settore Chimica Dott. Lunardon Cristian Ordine dei chimici-Provincia di Padova Iscrizione n° 943 sez. A

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

prova non accreditata da ACCREDIA

prova non necessaria da AUC-RENA
e dai fornitori di dati
incertezza attesa 0, fattore di copertura K=2 (valore di confidenza al 95%), valore dove diversi punti indicano

Il A. non applicabile

bio-geo-chemical and physical processes in the atmosphere, and the impact of human activities on the environment.

LA PIÙ GRANDE AZIENDA ITALIANA DI RACCOMANDA

Tempo di conservazione dei campioni. I campioni sono conservati presso l'istituto di ricerca di base, fino a quando non vengono richiesti.

Dei sociologi, supposti a misce, dov'è essere sulla specificità richiesta.

tempo di conservazione delle registrazioni. Il laboratorio conserva copia di

STAMBERT & B.L.

ECAMMIGENT S.R.L.

Monte di Malo - VI Ta

Catalizzatore fornito al Registro Regionale dai Laboratori

Laboratorio di ricerca etnomusicologica, 14 [19]

Organizzazione con Sistema di Gestione Certificato

[illegible]

*Per i prodotti di conservazione superiore ai 10 anni, i documenti relativi alle prove per omologazione dei prodotti sono conservati per 10 anni.

ECAMERICITY S.R.L.
Via S. Maria Maddalena, 10 - 00187 Roma, Italia
Tel. 06/47800000 - Telex 320320 - Fax 06/47800000

LAB. N°0699

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Data di emissione, 07/03/2014

RAPPORTO DI PROVA N°		14-1124-001			1/3
Descrizione campione	TERRENO LIMO ARGILLOSO 4 #				
Cliente	NATCOR SNC VIA FONDO MURI 43 36034 - S. TOMIO DI MALO, VI		Luogo di campionamento	VIA SAN TOMIO - COMUNE DI ISOLA VICENTINA (VI)	
Campionato da	Incaricato dal Lab. (*secondo PTec006 Rev. n°1)		Data di campionamento	25/02/2014 #	
Prelevato da	Incaricato dal laboratorio		Data di prelievo	26/02/2014	
Numero accettazione	14-1124		Data di accettazione	27/02/2014	
Data inizio analisi	27/02/2014		Data fine analisi	07/03/2014	
Note campione	N.A.				

Parametri	Codice Campione	UM	Risultati ϕ	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna A	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna B	Metodiche Analitiche
Residuo secco 105°C	14-1124-001	%	42,7	n.a	n.a	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
*Arsenico	14-1124-001	mg/kg s.s.	2,5	20	50	EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2007
Cadmio	14-1124-001	mg/kg s.s.	<1,0	2	15	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Cromo totale	14-1124-001	mg/kg s.s.	107,2	150	800	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Cromo VI	14-1124-001	mg/kg s.s.	<1,0	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992
Nichel	14-1124-001	mg/kg s.s.	113,9	120	500	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

* prova non accreditata da ACCREDIA
Il due e informazioni fornite dal cliente
La procedura segue il processo di controllo di qualità (ISO 9001) e di certificazione (ISO 17025) del laboratorio
La prova segue la procedura di analisi secondo il metodo PTec006 Rev. n°1
Il presente RAPPORTO DI PROVA è rilasciato esclusivamente ai soli destinatari sottoposti alla prova e non può essere riprodotto o utilizzato per scopi diversi da quelli indicati
Tempo di consegna dei campioni: i campioni sono consegnati presso il laboratorio 30 giorni dopo la ricezione del rapporto di prova (ad eccezione dei probati disponibili che sono allineati al termine dell'analisi o a scadenza)
Per i soci e i clienti della ECAM RICERT, i rapporti sono consegnati presso il laboratorio 30 giorni dopo la ricezione del rapporto di prova (ad eccezione dei probati disponibili che sono allineati al termine dell'analisi o a scadenza)
Tempo di consegna dei rapporti: il rapporto contenente copia dei rapporti di prova per un periodo di 4 anni e copia delle registrazioni relative alla prova per 4 anni, salvo richiesta particolare del cliente tutti i documenti relativi alla prova per omologazione dei prodotti sono conservati per 10 anni.

ECAMRICERT S.R.L.
Via del Lavoro, 6 - 36050 MONTEBELLUNA (VI) - Tel. 0445 600939 - Fax 0445 601430 - e-mail: info@ecamricert.com
Codice Fiscale e partita IVA 01859250246 - Iscritta alla C.C.I.A.A. di Vicenza al n° 1754001 R.E.A. Capitale sociale € 75.000,00 i.v.
L'istituzione è iscritta al Registro Regionale dei Laboratori di Analisi Chimica e Fisica al n° 354402504
L'istituzione di ricerca attiene la qualifica al n° 14/MI 6952000-05 U n° 250203
Organizzata come con Sistema di Gestione Certificato secondo UNI-CEI EN ISO/IEC 17025:2005

www.ecamcert.com

LAB N°0699

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IMV e ILAC

Signatory of EA, IMV and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Data di emissione, 07/03/2014

RAPPORTO DI PROVA N°
14-1124-001

2/3

Parametri	Codice Campione	UM	Risultati	Limite legge Tab1 – All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna A	Limite legge Tab1 – All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna B	Metodiche Analitiche
Piombo	14-1124-001	mg/kg s.s.	10,3	100	1000	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Rame	14-1124-001	mg/kg s.s.	34,4	120	600	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Zinco	14-1124-001	mg/kg s.s.	109,6	150	1500	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
*Idrocarburi pesanti (>C12)	14-1124-001	mg/kg s.s.	11	50	750	ISO 15703:2004
Idrocarburi policiclici aromatici	14-1124-001					
*25 Benzo(a)antracene	14-1124-001	mg/kg s.s.	<0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*26 Benzo(a)pirene	14-1124-001	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*27 Benzo(b)fluorantene	14-1124-001	mg/kg s.s.	<0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*28 Benzo(k)fluorantene	14-1124-001	mg/kg s.s.	<0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*29 Benzo(g,h,i)perilene	14-1124-001	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*30 Crisene	14-1124-001	mg/kg s.s.	<0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*31 Dibenzof(a,e)pirene	14-1124-001	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*32 Dibenzof(a,h,i)pirene	14-1124-001	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

* prova non accreditata da ACCREDIA

** prova accreditata da ACCREDIA

Il presente RAPPORTO DI PROVA è riferito esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio.

Il tempo di conservazione dei campioni (campioni sono conservati presso il laboratorio 30 giorni dopo emissione del rapporto di prova) ed esclusione dei prodotti deperibili che sono eliminati al termine dell'analisi o a scadenza.

Il presente RAPPORTO DI PROVA è riferito esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio.

Tempo di archiviazione delle registrazioni: il laboratorio conserva copia dei rapporti di prova per un periodo di 4 anni e copia delle registrazioni relative alle analisi per 4 anni, salvo richiesta particolare dei clienti: tutti i documenti relativi alla prova per ammissione dei prodotti sono conservati per 10 anni.

ECAMRICERT S.R.L.

Via del Lavoro, 61 36030 MONTE DI MALO (VI) Tel. 0445 501430 Fax 0445 501430 e-mail: info@ecamcert.com

Codice Fiscale e partita IVA 01690050240 - Iscritta alla C.C.I.A.A. di Vicenza al n. 179400 R.E.A. - Capitale sociale € 75.000.000 i.v.

Laboratorio iscritto al Registro Regionale dei Laboratori ai fini dell'autocertificazione ID C.R.V. n. 304620061

Laboratorio di ricerca e analisi qualificato art. 14 DM 5832/2003-G.U. n. 292/2003

Organizzazione con Sistema di Gestione Certificato secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005

LAB N°10699

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Data di emissione, 07/03/2014

RAPPORTO DI PROVA N° 14-1124-002

1/3

Descrizione campione	TERRENO LIMO ARGILLOSO 5 #		
Cliente	NATCOR SNC VIA FONDO MURI 43 36034 - S.TOMIO DI MALO, VI		
Campionato da	Incaricato dal Lab. (*secondo PTec006 Rev. n°1)	Luogo di campionamento	VIA SAN TOMIO - COMUNE DI ISOLA VICENTINA (VI)
Prelevato da	Incaricato dal laboratorio	Data di campionamento	25/02/2014 #
Numero accettazione	14-1124	Data di prelievo	26/02/2014
Data inizio analisi	27/02/2014	Data di accettazione	27/02/2014
Note campione	N.A.	Data fine analisi	07/03/2014

Parametri	Codice Campione	UM	Risultati ϕ	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna A	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna B	Metodiche Analitiche
Residuo secco 105°C	14-1124-002	%	75,1	n.a	n.a	DM 1309/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.2 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
*Arsenico	14-1124-002	mg/kg s.s.	<2,0	20	50	EPA 3061A 2007 + EPA 8010C 2007
Cadmio	14-1124-002	mg/kg s.s.	<1,0	2	15	DM 1309/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Cromo totale	14-1124-002	mg/kg s.s.	100,0	150	800	DM 1309/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Cromo VI	14-1124-002	mg/kg s.s.	<1,0	2	15	EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992
Nichel	14-1124-002	mg/kg s.s.	100,7	120	500	DM 1309/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

* prova non accreditata da ACCREDIA
e dati e informazioni forniti da cliente
N.A. non applicabile
N.A. non applicabile

** prova eseguita presso laboratorio esterno qualificato secondo ISO 9001

Il presente RAPPORTO DI PROVA è riferito esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio.
Termine di conservazione dei campioni: i campioni sono conservati presso il laboratorio 30 giorni dopo l'emissione del rapporto di prova (ad eccezione dei prodotti deperibili che sono eliminati al termine dell'analisi o a scadenza).
Per ulteriori informazioni e note, rivolgersi alla sede della richiesta.

Tempi di consegna: i rapporti di prova per un periodo di 4 anni e oltre sono consegnati entro 48 ore dalla data di registrazione. I rapporti di prova per un periodo inferiore a 4 anni, salvo richiesta particolare del cliente, tutti i documenti relativi alla prova per emulgazione dei prodotti sono consegnati per 10 anni.

ECAMRICERT S.R.L.

Viale del Lavoro, 6 36030 MONTICHI DI MALO (VI) Tel. 0445 581430 Fax 0445 581430 e-mail: info@ecamricert.com
Codice Fiscale e partita IVA 01650520248 - Iscritta alla C.C.I.A.A. di Vicenza al nr. 175-401 R.E.A. Capitale sociale € 75.000,00 i.v.
Laboratorio iscritto al Registro Regionale dei Laboratori ai fini dell'autocertificazione (D.G.R. V. n° 3844/2008)

Laboratorio di ricerca e controllo qualità ed. 14 DM 5942/2002-G.U. n° 3423/03

Organizzazione con Sistema di Gestione Certificato secondo UNI/CEI EN ISO/IEC 17025:2005

LAB N°3693

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Data di emissione, 07/03/2014

RAPPORTO DI PROVA N° 14-1124-002

Parametri		Codice Campione	UM	Risultati ϕ	Limite legge Tab1 – All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna A	Limite legge Tab1 – All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna B	Metodiche Analitiche
Piombo		14-1124-002	mg/kg s.s.	13,6	100	1000	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Rame		14-1124-002	mg/kg s.s.	33,9	120	600	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Zinco		14-1124-002	mg/kg s.s.	112,7	150	1500	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
*Idrocarburi pesanti (>C12)		14-1124-002	mg/kg s.s.	26	50	750	ISO 16703:2004
Idrocarburi policiclici aromatici		14-1124-002					
*25 Benzo(a)antracene		14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*26 Benzo(a)pirene		14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*27 Benzo(b)fluorantene		14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*28 Benzo(k)fluorantene		14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,5	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*29 Benzo(g,h,i)perilene		14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*30 Crisene		14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*31 Dibenzo(a,e)pirene		14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*32 Dibenzo(a,i)pirene		14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*33 Dibenzo(a,j)pirene		14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*34 Dibenzo(a,h,i)pirene		14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

* prova non accreditata da ACCREDIA
* dati e informazioni forniti dal cliente
* responsabilità della prova è del cliente
* N.A. non applicabile
* prova eseguita presso laboratorio esterno qualificato secondo accordo PIG 010
Il presente RAPPORTO DI PROVA è rilasciato esclusivamente ai soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotto parzialmente senza autorizzazione scritta del laboratorio.
Tempo di conservazione dei campioni: i campioni sono conservati presso il laboratorio 30 giorni dopo l'emissione del rapporto di prova (all' scadenza dei prodotti deiezioni che sono eliminati al termine dell'analisi o a scadenza).
Per allegati superiori al n° 10, dovrà essere indicata la specifica normativa.
Tempo di conservazione delle registrazioni: il laboratorio conserva copia dei rapporti di prova per un periodo di 4 anni e copia delle registrazioni relative alle prove per 4 anni. I documenti relativi alle prove per omologazione dei prodotti sono conservati per 10 anni.

ECAMRICERT S.R.L.

Viale del Lavoro, 6 36050 MONTE DI MALGO – VI Tel. 0445 591400 Fax 0445 591400 e-mail: info@ecamricert.com
Codice Fiscale e partita IVA 0185090246 Iscritta alla C.C.I.A.A. di Vicenza al nr. 179-000 R.E.A. Capitale sociale € 76.000,00 i.v.
Laboratorio iscritto al Registro Regionale dei Laboratori ai fini dell'autocertificazione (D.G.R.V. n° 3544/2004)
Laboratorio di Riusa all'analisi qualificato art. 14 DM 553/2002-G.U. n° 252/03
Di garanzia con Sistema di Gestione Certificato secondo UNI-CEI EN ISO/IEC 17025:2005

LAB N°10999

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento
EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
Mutual Recognition Agreements

Data di emissione, 07/03/2014

RAPPORTO DI PROVA N° 14-1124-002

3/3

Parametri	Codice Campione	UM	Risultati ϕ	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna A	Limite legge Tab1 - All 5 Parte IV titolo V D.Lgs 152/06 Colonna B	Metodiche Analitiche
*35 Dibenzof(a,h)antracene	14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	10	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*36 Indenopirene	14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	0,1	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*37 Pirene	14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,01	5	50	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
*Somma policiclici aromatici (da 25 a 34)	14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,10	10	100	n.a
*PCB	14-1124-002	mg/kg s.s.	<0,02	0,06	5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270D 2007
Scheletro	14-1124-002	g/Kg	16	n.a	n.a	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002
Scheletro	14-1124-002	%	1,6	n.a	n.a	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1 DM 25/03/2002 GU n° 84 10/04/2002

*estrazione: sonicazione.
Clean up (florisil)

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA': Tutti i parametri determinati rientrano nei limiti fissati dalla tab. 1 colonna A All. 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs 152/06.

Direttore Settore Chimica Dott. Lunardon Cristian Chimico Ordine dei chimici-Provincia di Padova Iscrizione n° 943 sez. A

Documento con firma digitale avanzata ai sensi della normativa vigente

* prova non accreditata da ACCREDIA.
Le dati e informazioni forniti dal cliente
o provenienti stesso (o, fattore di copertura Acc) (numero di confidenza al 95%), salvo dove diversamente indicato
non costituiscono garanzia di veridicità.
La presente ISO-PCRTO DI PROVA è ritenuta esclusivamente a soli campioni sottoposti a prova e non può essere riprodotta o utilizzata salvo approvazione scritta del laboratorio.
Tempo di conservazione dei campioni: i campioni sono conservati presso il laboratorio 30 giorni dopo l'emissione del rapporto di prova (ad eccezione dei prodotti deperibili che sono eliminati al termine dell'analisi o a scadenza).
Per sociologi Apertori e nelle dovute essere fatta specifica richiesta.
Tempi di consegna delle registrazioni: il laboratorio conserva copia dei rapporti di prova per un periodo di 4 anni e copia delle registrazioni relative alle prove per 4 anni.
I documenti relativi alle prove per omologazione dei prodotti sono conservati per 10 anni.

ECAMRICERT S.R.L.
Viale del Lavoro, 6 36030 MONTE DI MALO (VI) Tel. 0445 806838 Fax 0445 806838 e-mail: info@ecamricert.com
Codice Fiscale e partita IVA 0185060249 - Iscritta alla C.C.I.A.A. di Vicenza al n° 175400 R.E.A. Capitale sociale € 75.000.00 i.v.
Laboratorio iscritto al Registro Regionale dei Laboratori ai fini dell'autocertificazione (D.G.R. n° 3644/2004)
Laboratorio di ricerca ambientale qualificato art. 14 DM 59/32000-G.U. n° 29/2005
Organizzazione con Sistema di Gestione secondo UNI-CEI EN ISO/IEC 17025:2005