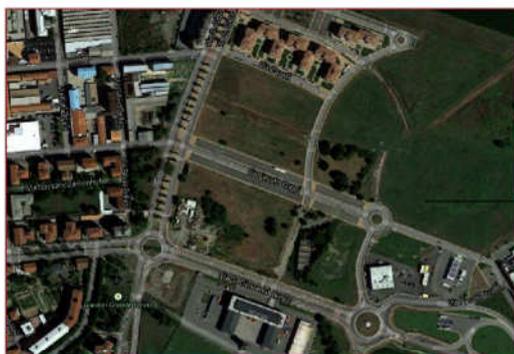


COMUNE DI ALESSANDRIA

PROVINCIA DI ALESSANDRIA



area a PEC

IL PROGETTISTA:

PROPONENTE:

Dott. Geol. Andrea CAVALLI

ALESSANDRIA 2000 S.r.l.

Via Immacolata n. 14
27030 - MEZZANA BIGLI (PV)



TITOLO DELL'OPERA:

MODIFICA PEC CHIOZZO EUROPA 1 - PARTE MERIDIONALE

OGGETTO DELLA TAVOLA:

RELAZIONE GEOLOGICA

TAVOLA N.

SCALA

DATA

20/10/2015

STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Cavalli Andrea

Via Raffaello 9 cap 15048 Valenza (AL)

c.f.: CVLNDR67D04A1820 - P.IVA: 02258680061

Tel/fax: 0131/952227 – cell:339/7226825

@-mail: a.cavalli@geo-investweb.it - cavalliandreaenrico@libero.it

**REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI ALESSANDRIA
COMUNE DI ALESSANDRIA**

OGGETTO

**PROGETTO DI REALIZZAZIONE
INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA DON
GIOVANNI BOSCO
PROPRIETA' SOC. ONE ITALY SRL**

**STUDIO DEL TERRENO DI FONDAZIONE
MEDIANTE ESECUZIONE DI N. 3 PROVE
PENETROMETRICHE E DI UNA PROVA
SISMICA MASW**

RELAZIONE GEOLOGICA

1.0 Premessa ed inquadramento geologico

Ad integrazione degli atti di progetto relativi alla realizzazione di un fabbricato commerciali avente una superficie coperta pari a 2140,48 mq, di Proprietà della PROPRIETA' SOC. ONE ITALY SRL (Bergamo), presso un lotto di terreno ubicato in fregio alla rotatoria di Via Don Giovanni Bosco nel Comune di Alessandria ad una quota media ribassata di circa -0,80 metri dalla strada, è stata richiesta allo scrivente la redazione della geologica in ossequio dal D.M. 14 gennaio 2008 N.T.C. (Norme Tecniche delle Costruzioni).

L'indagine si è caratterizzata mediante l'esecuzione di n.3 prove penetrometriche posizionate in fregio all'area oggetto di edificazione, le quale hanno permesso di caratterizzare le peculiarità litologiche e geotecniche del sottosuolo, mentre per quanto concerne gli aspetti sismici nella stessa area d'indagine è stata effettuata una prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la misura delle Vs30.

L'area è ubicata del centro abitato di Est Sud Est di Alessandria, presenta una morfologia pianeggiante, mentre sottostante al riporto e coltre di alterazione superficiale avente uno spessore di variabile da 0,40/1,00 metri, è presente il substrato della formazione geologica conosciuta locale conosciuta con il nome di *"Alluvioni prevalentemente argillose della superficie principale a Sud del Po, attribuibili in parte alle Alluvioni postglaciali ed in parte al Fluviale Recente"* (Foglio n.70 Alessandria della Carta Geologica d'Italia).

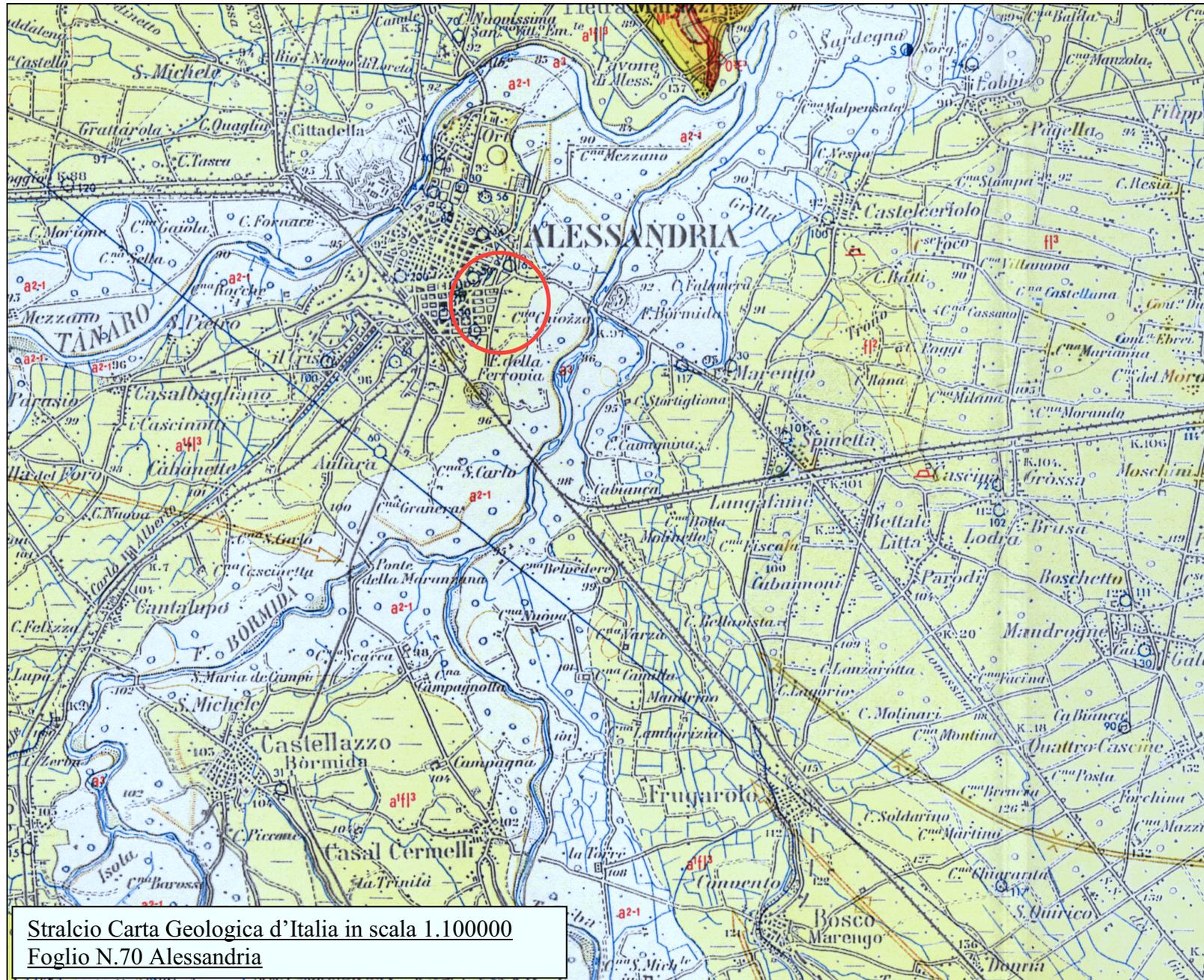
Trattasi di depositi lasciati durante l'Olocene inferiore (nelle fasi interglaciali) dai corsi d'acqua che scendevano con direzione Nord verso il centro della pianura Alessandrina, formando estese conoidi di sedimenti prevalentemente fini su depositi più antichi anch'essi di origine fluviale ed aventi uno spessore di circa 10/15 m, successivamente erosi dagli attuali corsi d'acqua (fiume Bormida e fiume Tanaro), i quali a loro volta hanno depositato altri sedimenti più recenti, a cui seguono fino ad una profondità di oltre 20,00 sabbie ghiaiose e ghiaie caratterizzanti la parte sommitale della formazione geologica affiorante.

Più in profondità seguono successioni di ghiaie e sabbie a granulometria più grossolana con intercalazioni lentiformi di limi argillosi ed argille, tipiche di sequenze alluvionali pleistoceniche.

Per quanto riguarda gli aspetti litotecnici, sono presenti fino ad una quota variabile da 4,00 a 4,50 m dal p.c. terreni argillosi e limosi a caratterizzati da mediocri parametri di resistenza al taglio con valori di "coesione non drenata" (Cu) variabili da 0,20 a 0,30 Kg/cmq, a cui seguono sabbie e limi sabbiosi con valori di angolo di attrito interno (ϕ) variabile da 26° a 27°.

I terreni sono caratterizzati da medio-alti valori di permeabilità ($K > 0,05$ cm/sec), per cui l'assetto idrogeologico del sottosuolo è rappresentato da una falda freatica alimentata dalle acque d'infiltrazione di superficie ed in parte dalle acque di sub-alveo del fiume Bormida in sponda orografica sinistra ed essa è contenuta nelle sabbie sottostanti alle argille limose superficiali. La superficie libera della falda freatica, soggetta a forti escursioni stagionali, si pone ad una quota variabile da -6,00 a -8,00 metri dal piano campagna. E' da segnalare tuttavia che la superficie libera della falda freatica può rialzarsi, in seguito a forti e continue precipitazioni meteoriche, anche quote di -2,00/-3,00 metri dal piano campagna, come rilevato dallo scrivente recentemente in molte zone del concentrico di Alessandria. Alla data del 24 aprile 2015 nei fori penetrometrici nell'area oggetto di edificazione la falda idrica è stata riscontrata alla quota di -5,00 m dal piano campagna.





2.0 Pericolosità sismica del sito e parametri sismici

Ottemperando alle disposizioni normative in ambito sismico di cui all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" nonché alle prescrizioni di D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche delle Costruzioni e dalla Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010 n. 11-13058 "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006), nonché alla **DGR n.11 -13058 del 19 gennaio 2010, DGR n.4 -3084 del 12-12-2011 e DGR n.64-7417 del 07/04/2014 e DGR n.065-7656 del 21 maggio 2014**, l'area oggetto d'indagine è classificata in **ZONA SISMICA 3** a cui corrisponde un MEDIO BASSO grado di pericolosità sismica (accelerazione massima al suolo A_g compresa tra 0.05 e 0,075 g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi $V_s < 800$ m/sec).

Il pregevole lavoro inerente la *ZONAZIONE SISMOGENETICA Z69 – APP.2 AL RAPPORTO CONCLUSIVO (Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica – ORDINANZA PCM 20.03.03 N.3274 – ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (a cura di C. Meletti e G. Valensise, marzo 2004)*, non individua l'area d'indagine come ampia parte del Piemonte centro meridionale, all'interno di un'area/zona sismo genetica attiva e significativa.

La magnitudo (M) dell'area d'indagine, ottenuta con il processo di disaggregazione desunto dal sito internet dell'INGV (Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia) relativa agli eventi sismici attesi per il Comune di Alessandria con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, è risultata pari a 5.

In base ai di numerose prove MASW effettuate in fregio all'area oggetto d'intervento il suolo di fondazione appartiene alla *categoria B* ovvero "**Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)**".

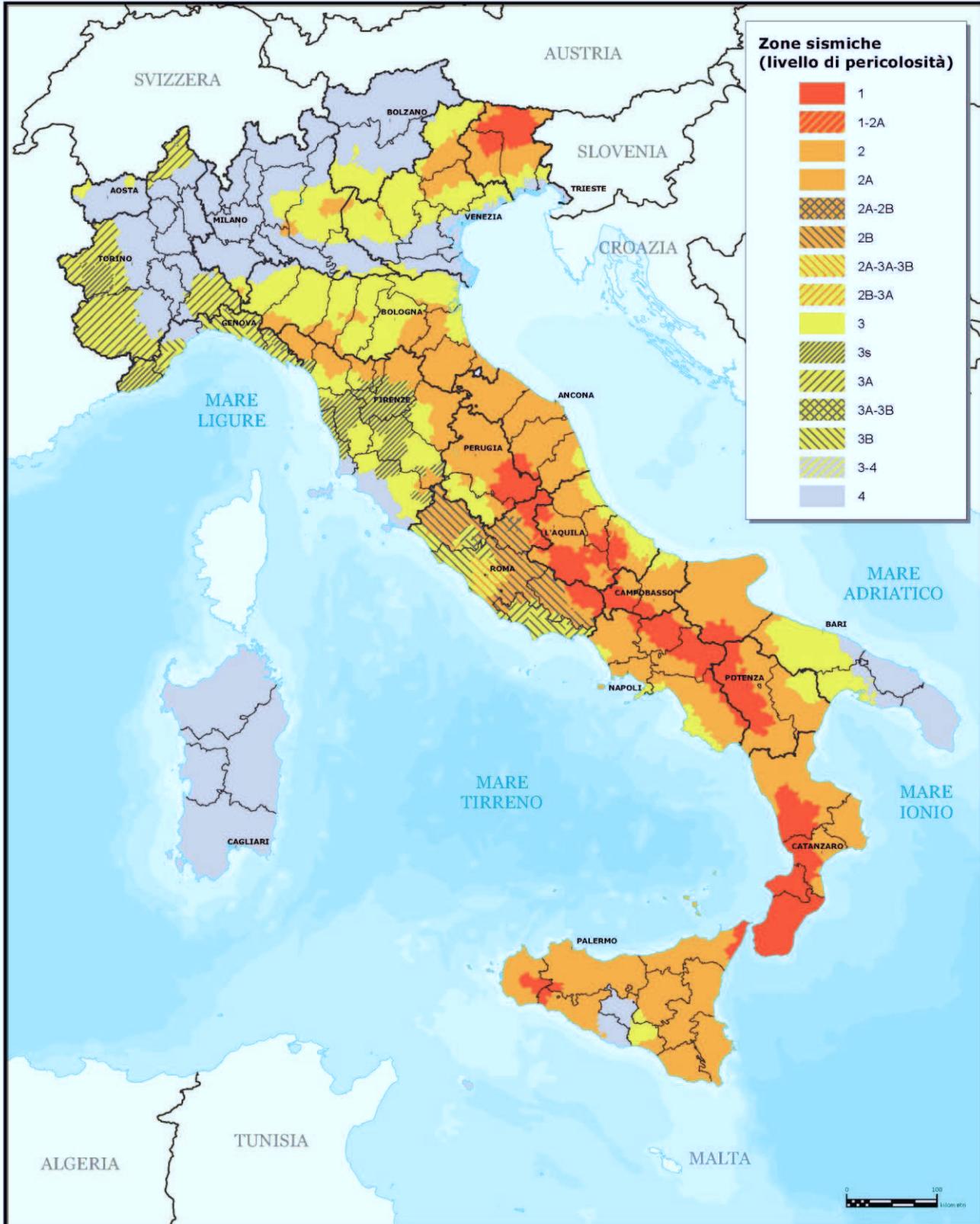


Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della protezione civile
 Ufficio prevenzione, valutazione e mitigazione del rischio sismico

Classificazione sismica al 2010

Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.

Atti di recepimento al 31 marzo 2010. Abruzzo: DGR 29/3/03, n. 438. Basilicata: DCR 19/11/03, n. 731. Calabria: DGR 10/2/04, n. 47. Campania: DGR 7/11/02, n. 5447. Emilia Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435. Friuli Venezia Giulia: DGR 1/8/03, n. 2325. Lazio: DGR 22/5/09, n. 387. Liguria: DGR 24/10/08, n. 1308. Lombardia: DGR 7/11/03, n. 14964. Marche: DGR 29/7/03, n. 1046. Molise: LR 20/5/04, n. 13. Piemonte: DGR 19/01/10, n. 13058-790. Puglia: DGR 2/3/04, n. 153. Sardegna: DGR 30/3/04, n. 15/31. Sicilia: DGR 19/12/03, n. 408. Toscana: DGR 16/6/03, n. 604. Trentino Alto Adige: Bolzano, DGP 6/11/06, n. 4047; Trento, DGP 23/10/03, n. 2813. Umbria: DGR 18/6/03, n. 852. Veneto: DCR 3/12/03, n. 67. Valle d'Aosta: DGR 30/12/03, n. 5130.





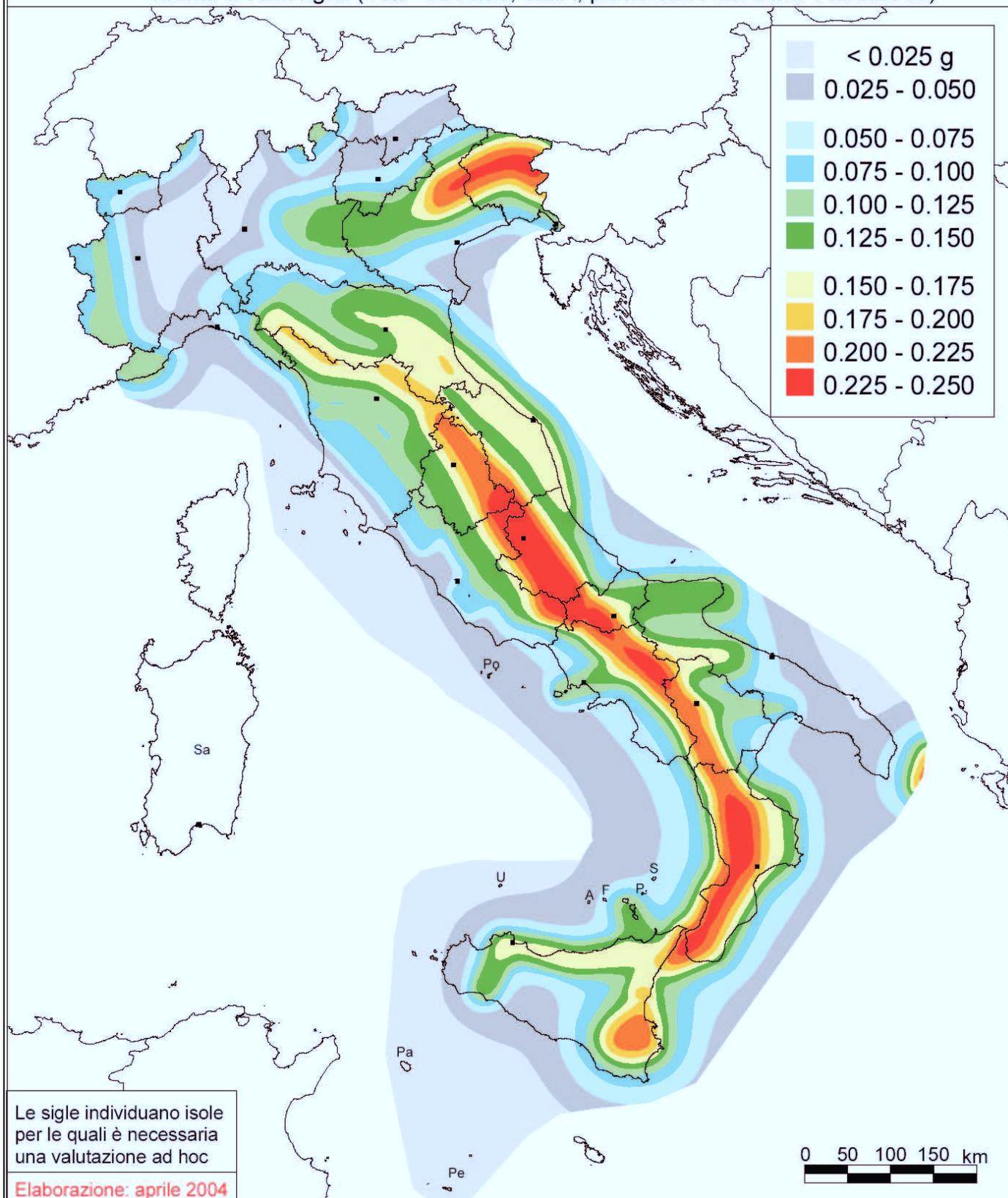
ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

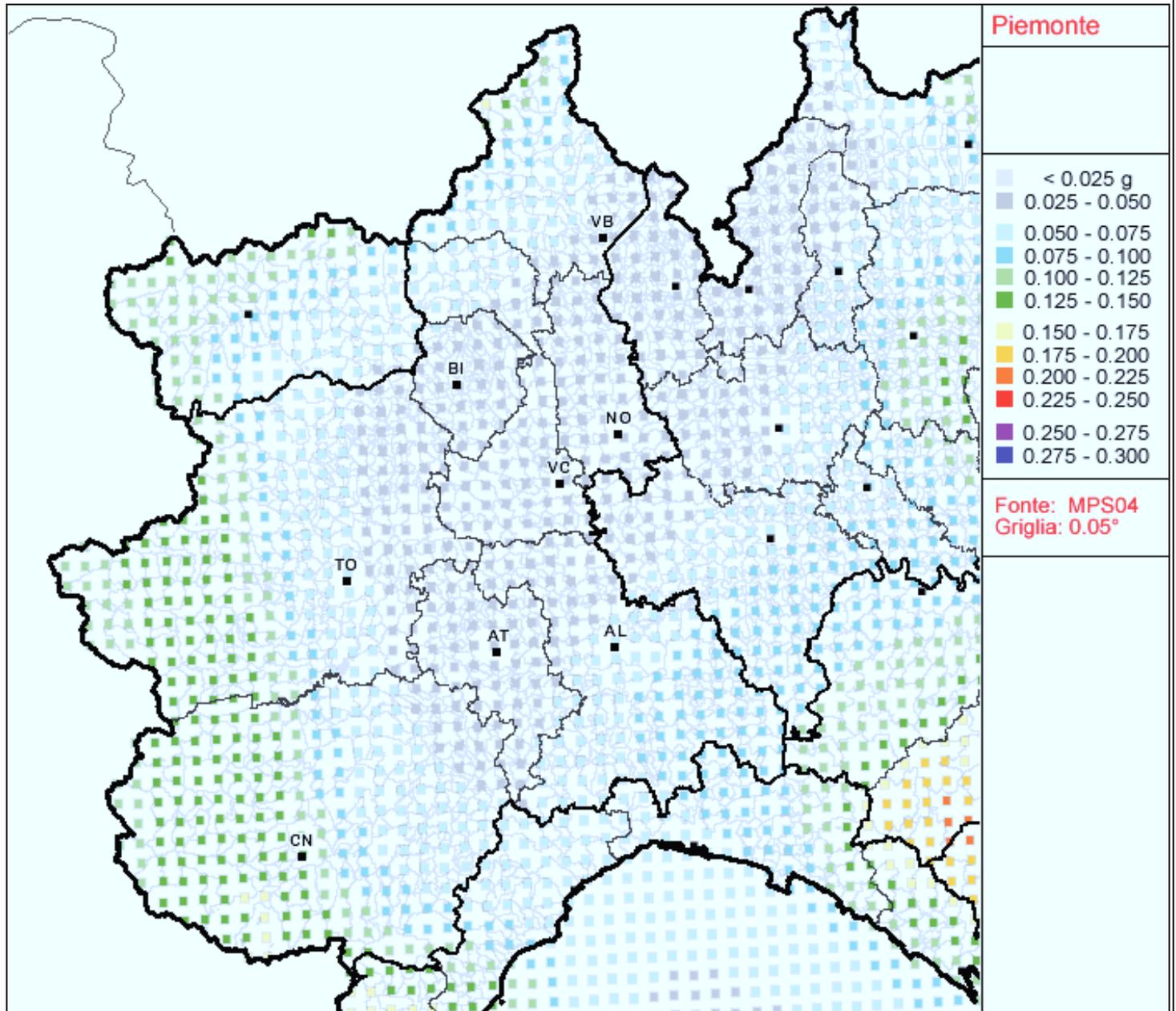
Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale - 16^{mo} percentile

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo
con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

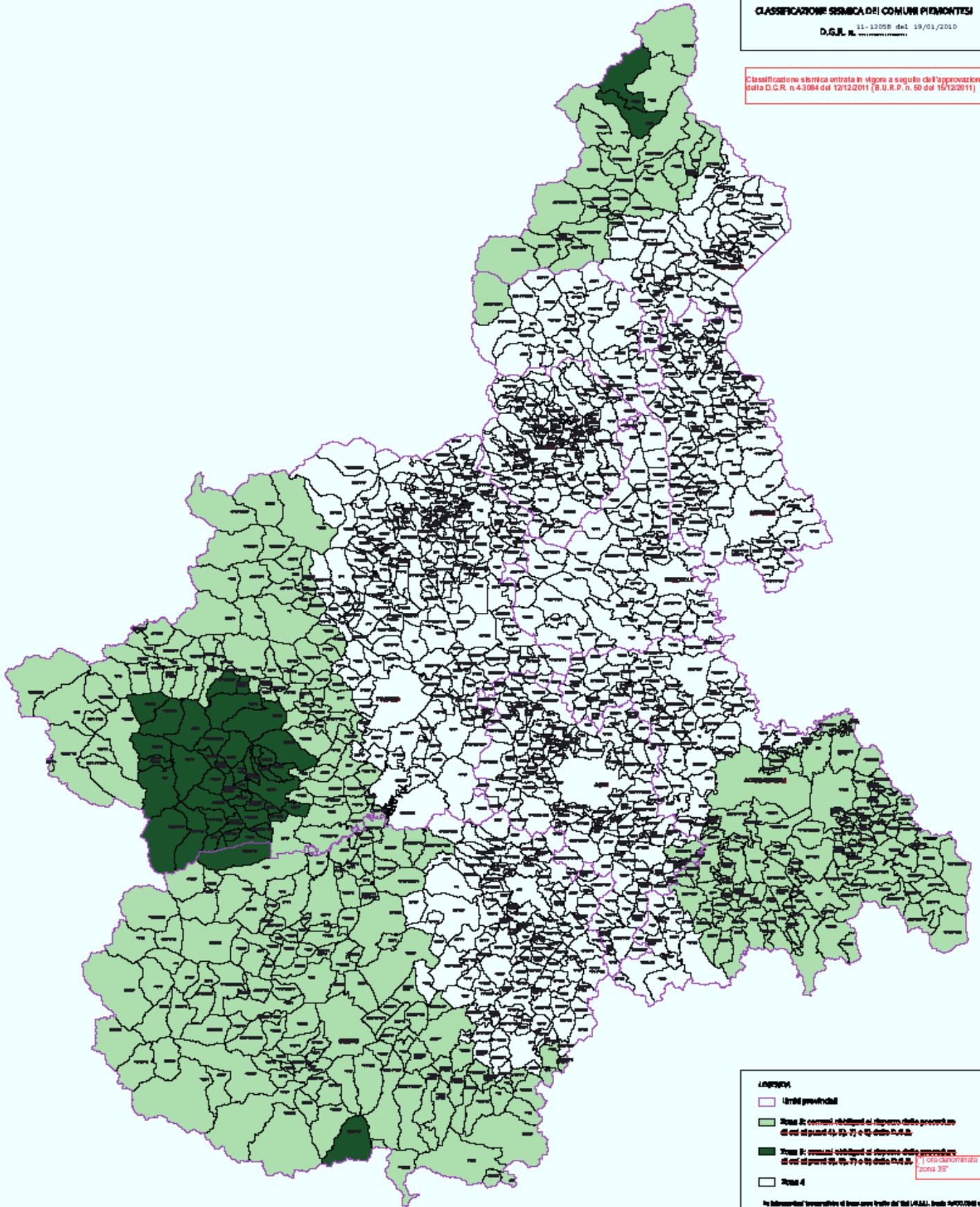






REGIONE PIEMONTE
CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI PIEMONTESI
D.G.R. n. 11-12008 del 19/01/2010

Classificazione sismica entrata in vigore a seguito de l'approvazione della D.C.R. n.43084 del 12/12/2011 (G.U.R.P. n. 50 del 15/12/2011)



- Legenda**
- Limiti provinciali
 - Zona II: comuni ricadenti al di fuori delle procedure di cui al par. 4), 5), 7) e 8) della D.G.R.
 - Zona III: comuni ricadenti al di fuori delle procedure di cui al par. 4), 5), 7) e 8) della D.G.R. (fora circoscrizione zona 35)
 - Zona I

In collaborazione con i servizi di base dei SAI (SAI), della DGR 14/01/2010 e secondo i provvedimenti in data 19/01/2010.
Membro di sezione provinciale della Regione Piemonte.
Rappresentante provinciale di riferimento nazionale.
Pubblicazione a cura dell'Ufficio Regionale e v. n. 10
Pubblicazione Ufficio Regionale
Scale 1:500.000

LEGENDA

 Limiti provinciali

 Zona 3: ~~comuni obbligati al rispetto delle procedure di cui ai punti 4), 5), 7) e 8) della D.G.R.~~

 Zona 3: ~~comuni obbligati al rispetto delle procedure di cui ai punti 3), 5), 7) e 8) della D.G.R.~~

(*) ora denominata
"zona 3S"

 Zona 4

Le informazioni topografiche di base sono tratte dai tiri I.G.M.I. (scala 1:100.000) e successivi aggiornamenti a cura della Regione.

Materiale di esclusiva proprietà della Regione Piemonte.

Riproduzione soggetta ad autorizzazione regionale.

Realizzazione e allestimento cartografico a cura di:

Settore Tecnico Opere Pubbliche

Scala 1:350.000

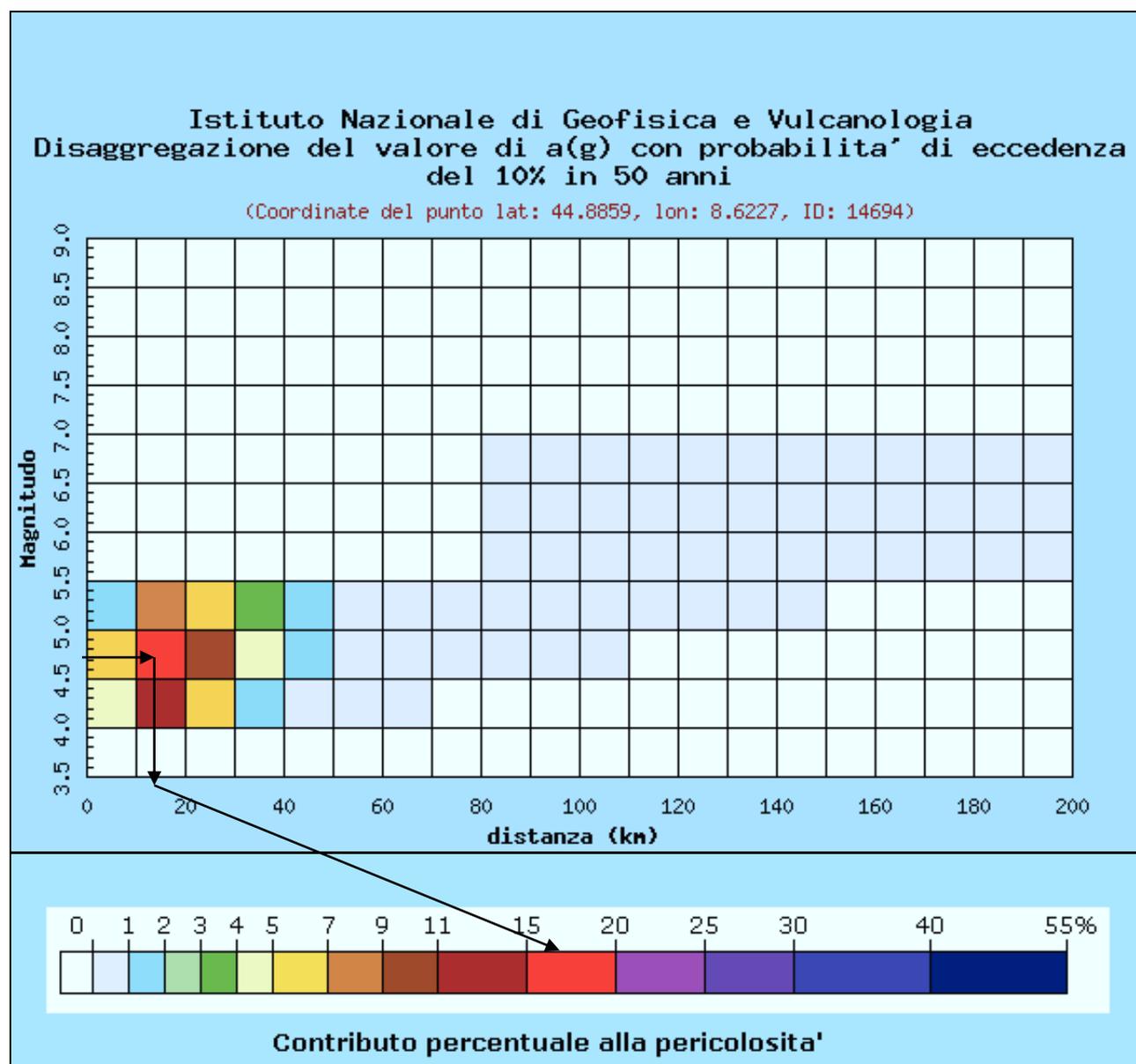
10 0 10 Kilometri



MAPPE INETRATTIVE DI PERICOLOSITA' SISMICA ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

La magnitudo (M) dell'area d'indagine è stata ottenuta con il processo di disaggregazione desunto dal sito internet dell'INGV (Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia) relativa agli eventi sismici attesi per il Comune di Alessandria con probabilità di eccedenza del 5% in 50 anni, trattandosi di un fabbricato in **Classe II** (D.M. 14/01/2008 punto 2.4.2-2.4.3) in cui il **tempo di ritorno T_r corrispondente allo Stato limite (SLV) risulta pari a 475 anni**

Il contributo percentuale maggiore alla pericolosità è dato dalla coppia M-R: M = 4.5-5.0 (19.7%) R = 10-20 Km. Quindi si assume M=5 limite superiore di Magnitudo alla coppia di valori di M-R che da il contributo maggiore alla pericolosità: in questo caso il valore medio di magnitudo pari a 4.82 risulta poco cautelativo, quindi si assume M = 5.



Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.820	21.300	1.110

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.8859, lon: 8.6227, ID: 14694)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	4.100	5.100	1.590	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	13.200	19.700	7.940	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	5.850	10.900	5.960	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	1.840	4.270	3.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.576	1.790	1.610	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.097	0.722	0.882	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.223	0.485	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.039	0.232	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.006	0.215	0.327	0.340	0.053	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.014	0.353	0.684	0.670	0.048	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.001	0.292	0.749	0.748	0.035	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.186	0.720	0.793	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.085	0.579	0.747	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.026	0.421	0.653	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.002	0.200	0.361	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	0.097	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024	0.068	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.050	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.036	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.025	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000

PROSPEZIONE SISMICA MASW

In data 24 APRILE 2015 presso l'area oggetto di edificazione nel Comune di Alessandria, Via Don Bosco è stata effettuata **una prova sismica MASW delle onde Rayleigh** (Multichannel Analysis of Surface Waves), per la determinazione nei primi 30 metri della colonna stratigrafica, della velocità delle onde sismiche di taglio Vs30 da cui ricavare la *categoria di suolo* in riferimento al D.M. 14-01-2008 (Norme Tecniche delle Costruzioni).

L'indagine MASW consiste nella registrazione delle onde superficiali di Rayleigh o delle onde superficiali di Love; l'analisi della dispersione di tali onde, e delle sue componenti, permette di ricostruire le Vr (velocità delle onde di Rayleigh) e gli spessori dei materiali presenti in profondità. La correlazione tra Vr e Vs è espressa secondo la formula: $V_s = V_r \cdot 1.1$. Il valore di Vs30 è il valore medio ponderato della Vs nei primi trenta metri di profondità.

Per lo stendimento sismico sono stati utilizzati n.12 geofoni verticali a 4,5 Hz infissi nel terreno, con distanza intergeofonica di 2,00 m per una lunghezza totale di 24,00 metri, mentre come energizzazione è stata utilizzata una mazza battente di 8 Kg, gli impatti sono stati effettuati ad una distanza di 4,00 - 6,00 metri dal primo geofono.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1- acquisizione dei dati di campo;
- 2- estrazione della curva di dispersione;
- 3- inversione della curva di dispersione o modellazione diretta per ottenere il profilo delle Vs.

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (Vs) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

Di seguito sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sotto forma di stratificazione Vs. Per il calcolo del modulo di taglio è stata usata una formula approssimata per la valutazione della densità, non nota. La formula utilizzata è la seguente:

$$\text{Densità} = 1,5 + V_s/1000$$

Poiché il valore del modulo di taglio G in Mega-Pascal si ottiene dalla formula

$$G = V_s \times V_s \times \text{Densità} / 10^3$$

Il parametro Vs30 è stato calcolato utilizzando la stratigrafia Vs e la formula

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

dove hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un totale di N strati presenti nei 30,00 m superiori

FREQUENZA DI AMPLIFICAZIONE E PROFILO HVSR (Horizontal to Vertical Spectra Ratio)

Attraverso le onde superficiali Rayleigh e Love è possibile calcolare e modellare il rapporto spettrale H/V (Lune dei e Albarello 2009) per determinare la “Frequenza di risonanza del sito” ed il “Periodo proprio di sito”; la frequenza di risonanza viene determinata dal picco della curva dello spettro mentre il periodo è dato dalla formula $T = 4H/V_s$ dove per V_s si intende la V_s media fino al bedrock e H è lo spessore dei sedimenti sovrastanti il bedrock.

ELABORAZIONE

I dati MASW sono stati elaborati con il software WinMasw 5.2 Professional utilizzando sia il metodo dell’”inversione” sia il metodo della “modellazione diretta” per poi utilizzare il modello matematico che rappresenta in modo più fedele le condizioni simo-stratigrafiche locali.

V_s (m/s): 164, 219, 250, 702

Deviazioni Standard (m/s): 8, 8, 11,13

Spessori (m): 2.9, 2.7, 3.5, 21.0

Deviazioni Standard (m): 0.4, 0.4, 0.6, 0.9

Tipo di analisi: onde di Rayleigh

Stima di V_p , densità e moduli elastici

Stima V_P (m/s): 402, 456, 520, 1461

Stima densità (gr/cm³): 1.83, 1.86, 1.90, 2.15

Stima modulo di Poisson: 0.40, 0.35, 0.35, 0.35

Stima modulo di Young (MPa): 138, 241, 321, 2861

Stima modulo di taglio (MPa): 49, 89, 119, 1060

Stima modulo di compressione (MPa): 230, 268, 355, 3177

Stima modulo di Lamé (MPa): 197, 208, 276, 2470

La prova MASW ha riscontrato, come evidenziato nel modello si seguito riportato:

Da 0.00 a 2.9 m dal p.c. $V_s = 164$ m/sec

Da 2.9 m 5.6 m dal p.c. $V_s = 219$ m/sec

Da 5.6 m 9.1 m dal p.c. $V_s = 250$ m/sec

Da 9.1 m a 30 m dal p.c. $V_s = 702$ m/sec

VS30 = 407 m/sec CLASSE SOTTOSUOLO: B

Stima dei valori di Frequenza di risonanza del sito e periodo di risonanza**Periodo di risonanza del sito: 0.30 sec****Frequenza di risonanza del sito: 3.38 Hz**

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

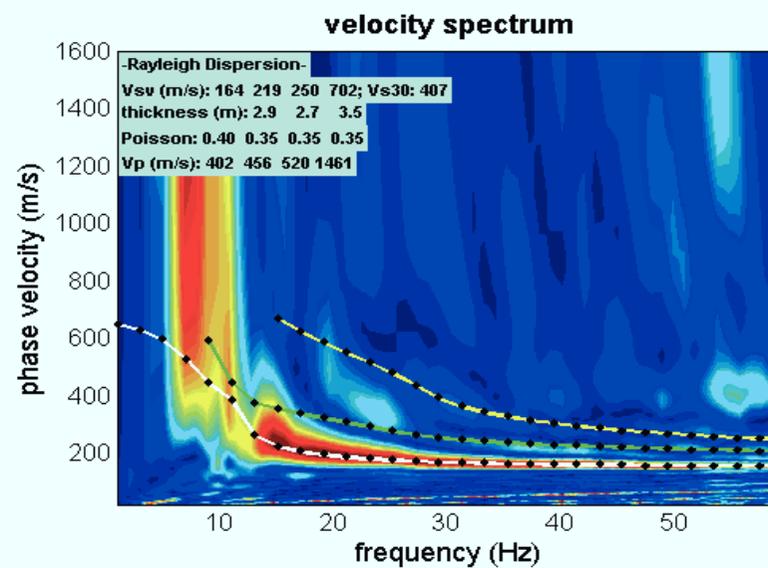
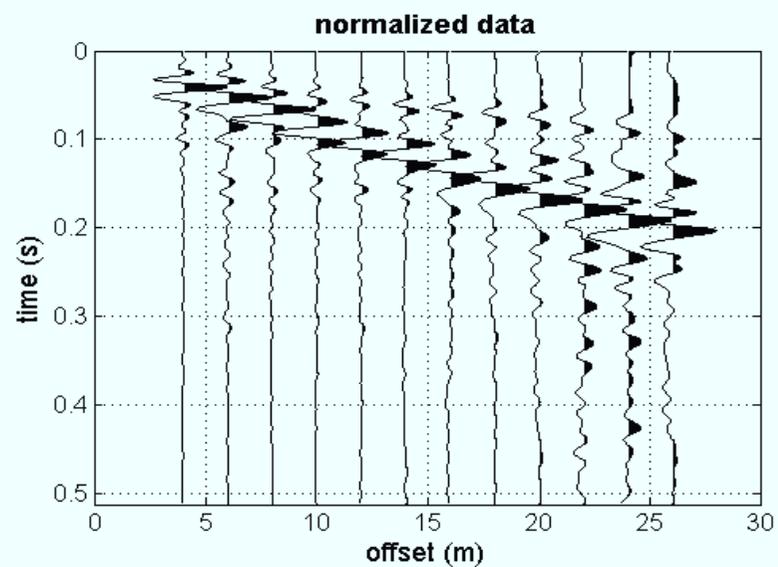
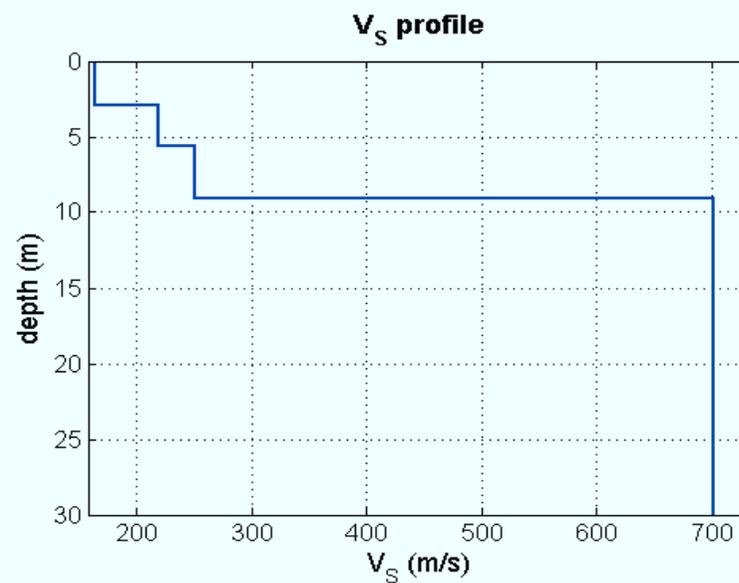
D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT30 < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $VS > 800$ m/s).

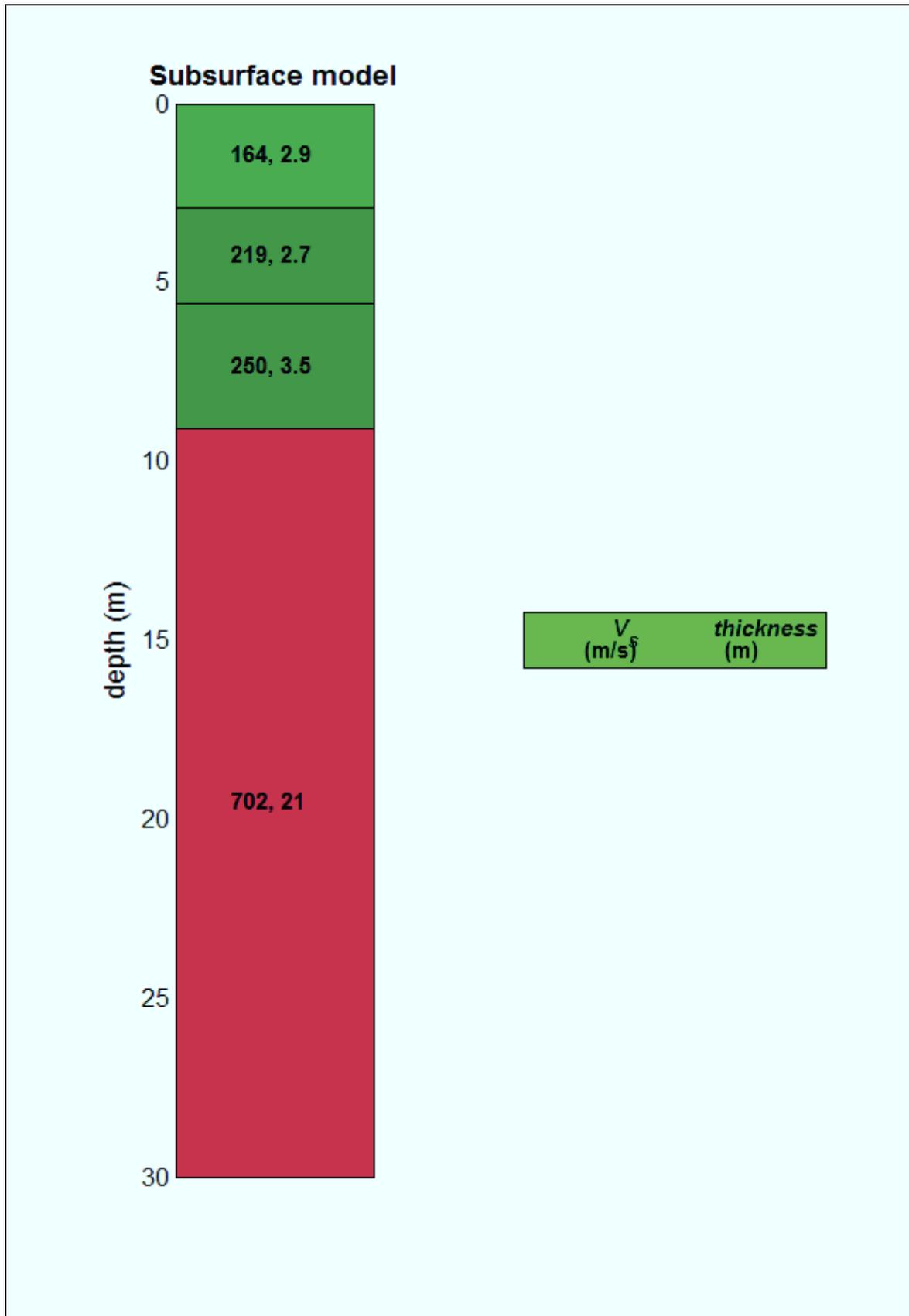
S1 - Depositati di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero $10 < cu_{S30} < 20$ kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

S2 - Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

www.winmasw.com



MODELLO SIMO STRATIGRAFICO MASW



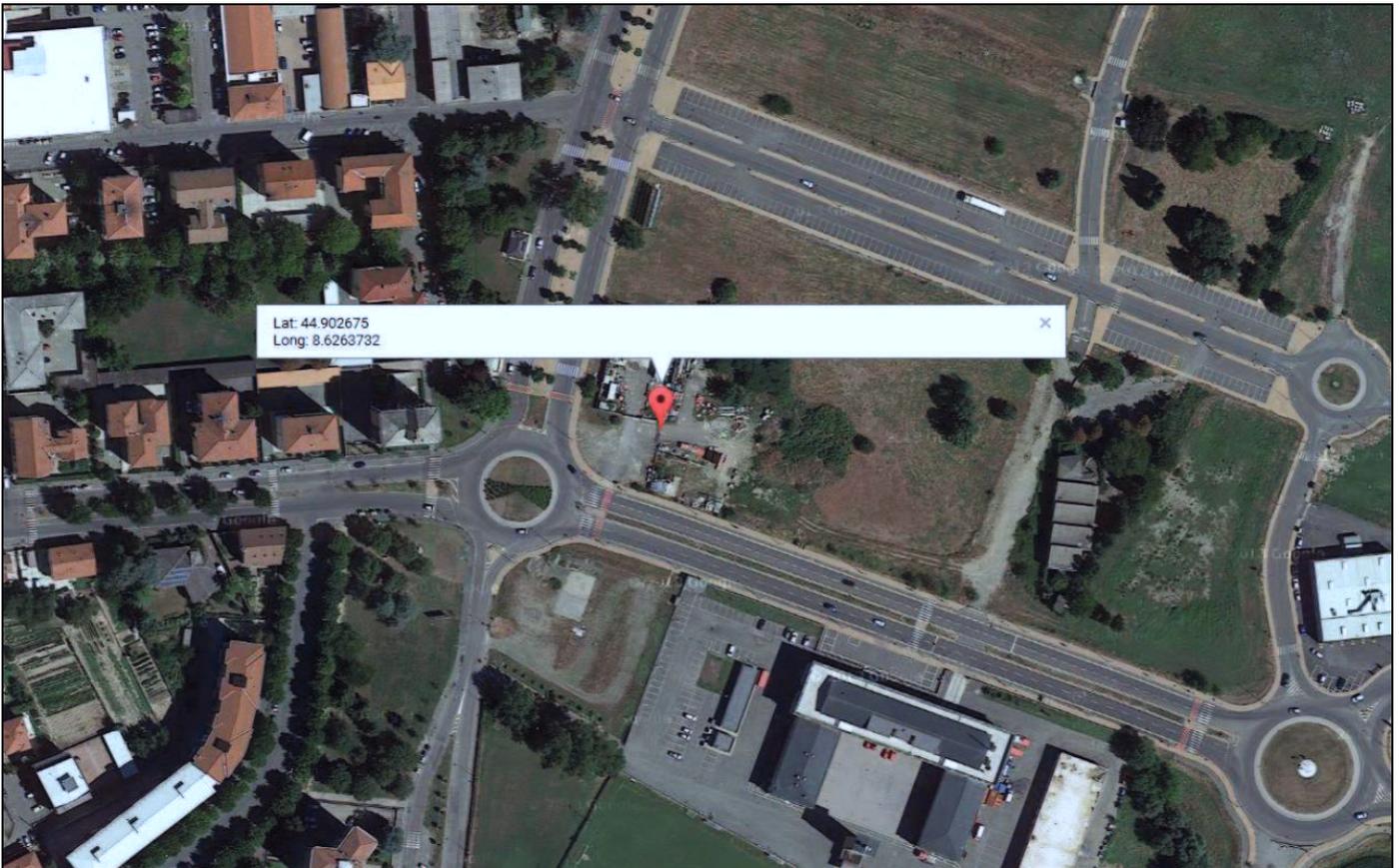


Stendimento sismico MASW (infiissione nel terreno geofoni per misura Vs) lotto area di indagine



Stendimento sismico MASW (infiissione nel terreno geofoni per misura Vs) lotto area di indagine

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE



Vita nominale (V_n): 50 [anni]
 Classe d'uso: II
 Coefficiente d'uso (C_u): 1
 Periodo di riferimento (V_r): 50 [anni]

Periodo di ritorno (T_r) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (T_r) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (T_r) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (T_r) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 44,9026800 [°]
 Longitudine (WGS84): 8,6263730 [°]
 Latitudine (ED50): 44,9036300 [°]
 Longitudine (ED50): 8,6274350 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]
1	14694	44,885900	8,622745
2	14695	44,888740	8,693209
3	14473	44,938660	8,689162
4	14472	44,935820	8,618711

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,019	2,531	0,161
SLD	50	0,025	2,532	0,196
SLV	475	0,061	2,554	0,277
SLC	975	0,080	2,546	0,281

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,020	2,529	0,161
SLD	50	0,026	2,513	0,200
SLV	475	0,068	2,498	0,276
SLC	975	0,090	2,486	0,279

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,019	2,524	0,161
SLD	50	0,025	2,528	0,198
SLV	475	0,061	2,556	0,277
SLC	975	0,079	2,553	0,281

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,018	2,527	0,161
SLD	50	0,024	2,528	0,195
SLV	475	0,056	2,566	0,278
SLC	975	0,071	2,568	0,287

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,019	2,529	0,161
SLD	50	0,025	2,529	0,196
SLV	475	0,060	2,555	0,278
SLC	975	0,078	2,550	0,283

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu_{30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

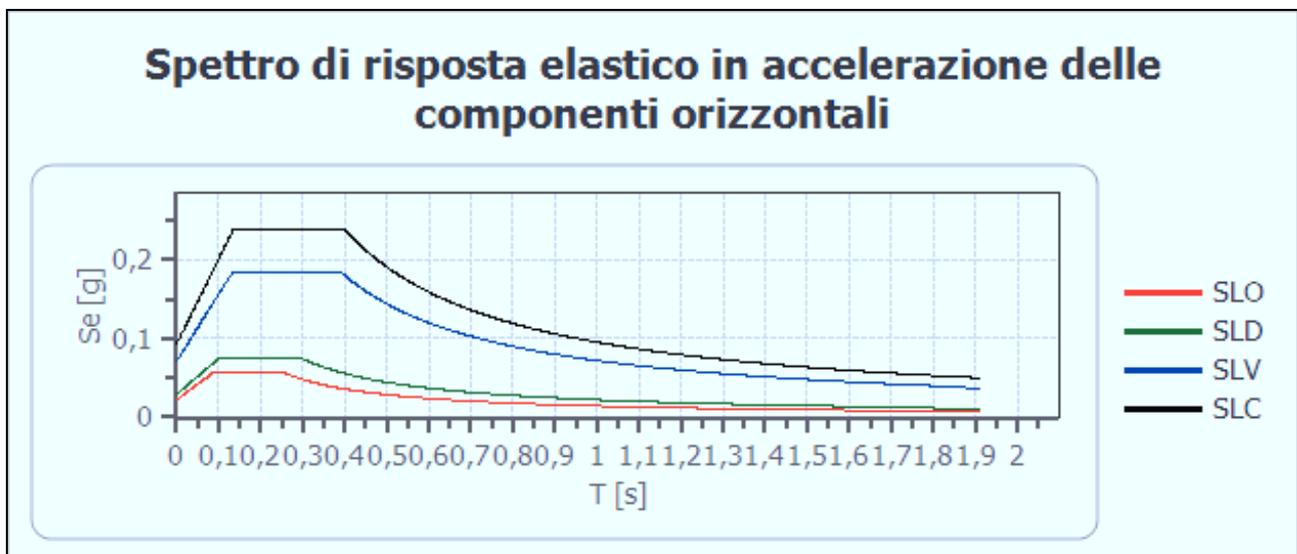
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,004	0,006	0,014	0,019
kv	0,002	0,003	0,007	0,009
amax [m/s ²]	0,218	0,289	0,701	0,913
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

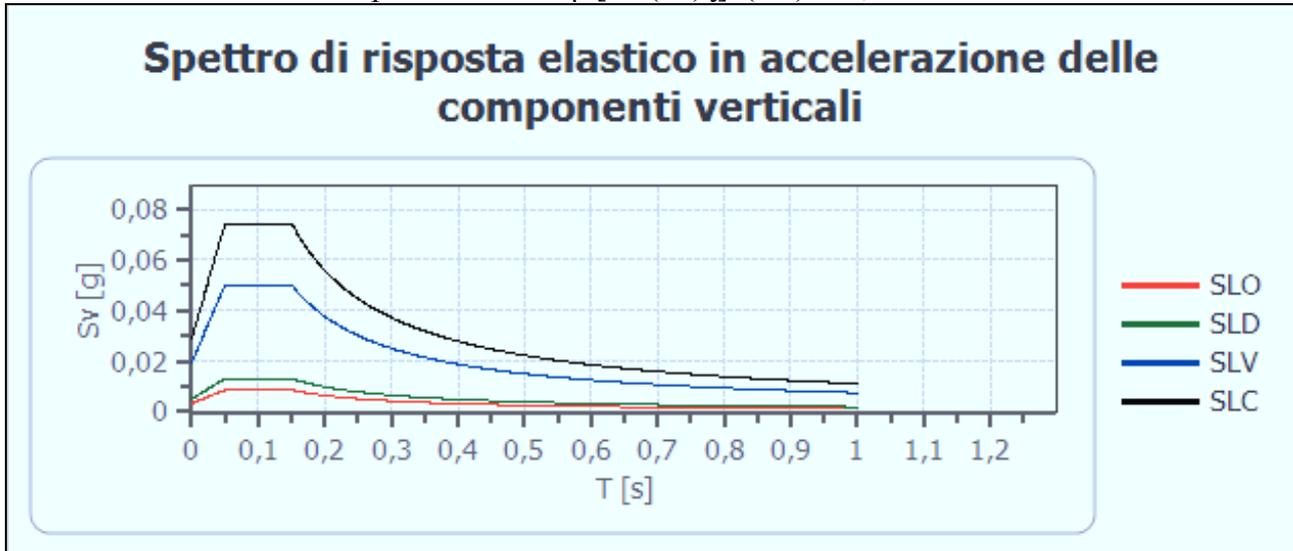


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,019	2,529	0,161	1,200	1,590	1,000	1,200	1,000	0,085	0,256	1,674	0,022	0,056
SLD	1,0	0,025	2,529	0,196	1,200	1,520	1,000	1,200	1,000	0,099	0,298	1,698	0,030	0,075
SLV	1,0	0,060	2,555	0,278	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,131	0,394	1,838	0,072	0,183
SLC	1,0	0,078	2,550	0,283	1,200	1,420	1,000	1,200	1,000	0,134	0,402	1,910	0,093	0,237

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,019	2,529	0,161	1	1,590	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,003	0,009
SLD	1,0	0,025	2,529	0,196	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,005	0,013
SLV	1,0	0,060	2,555	0,278	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,020	0,050
SLC	1,0	0,078	2,550	0,283	1	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,029	0,074

VERIFICA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI AD AZIONE SISMICA

La normativa prevede le seguenti condizioni geologiche che consentano l'esclusione da verifica a liquefazione come da paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC.

7.11.3.4.2 Esclusione della verifica a liquefazione

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0.1g$;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

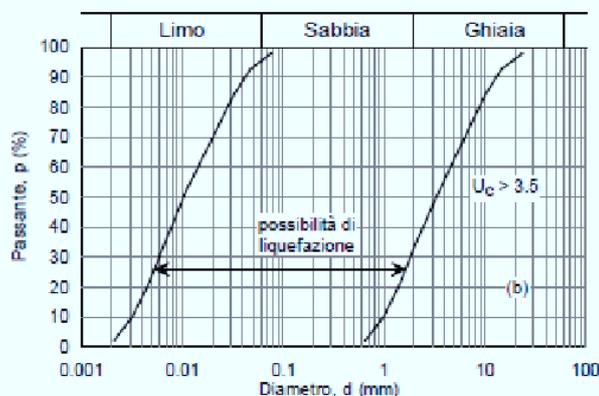
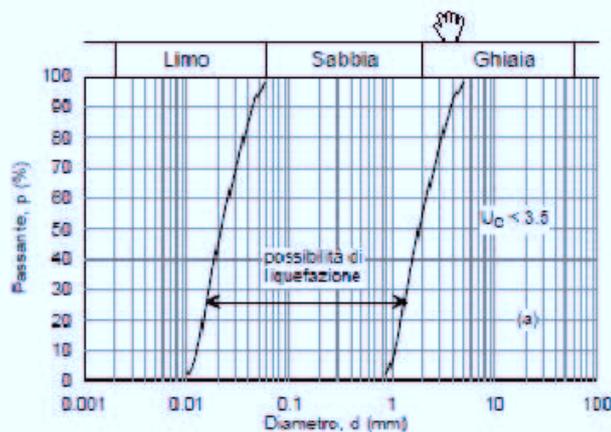


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Quando le condizioni 1 e 2 non risultino soddisfatte, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3, 4 e 5.

Per quanto riguarda gli aspetti sismici **la condizione di cui la punto (1) non risulta soddisfatta**, in quanto la magnitudo (M), ottenuta con il processo di disaggregazione desunto dal sito internet dell'INGV (Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia) relativa agli eventi sismici attesi per il Comune di Alessandria con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, è risultata pari a 5.

Per quanto riguarda gli aspetti sismici **la condizione di cui la punto (2) risulta soddisfatta**, in quanto le accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) risultano inferiori a 0.1 g.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici **la condizione di cui la punto (3) non risulta soddisfatta**, in quanto la soggiacenza media della falda freatica è superiore a 15 metri.

Le verifiche geotecniche alla liquefazione condotte sia utilizzando i dati sismici rilevati, non hanno riscontrato terreni suscettibili a liquefazione ad azione sismica, come indicato nei diagrammi e tabelle di calcolo di seguito riportati.

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

DATI INSERITI

$H_{falda} = 5$

$a_{max/g} = 0,072$

$R = 8,5$

$M_w = 5$



STRATIGRAFIA TERRENO

$S_{TOT.} = N.C.$

PRIMO STRATO		$H_1 = 2,9$
Parametri da inserire		Parametri calcolati
$H_1 = 2,9$		$\gamma_{s20} = 1,00$
$\gamma = 1,83$		$\sigma_{vo} = 0,53$
$V_S = 164$		$\sigma_{vo'} = 0,53$
$V_{S1C} = 215$		$P_{neutra} = 0,00$
$S_1 = 2,9$		$r_d = 0,98$
$FC = 2$		$K_c = 0,80$
$V_{S1} = 192,15$		

SECONDO STRATO		$H_2 = 5,6$
Parametri da inserire		Parametri calcolati
$H_2 = 5,6$		$\gamma_{s20} = 1,00$
$\gamma = 1,86$		$\sigma_{vo} = 1,04$
$V_S = 219$		$\sigma_{vo'} = 0,98$
$V_{S1C} = 215,0$		$P_{neutra} = 0,06$
$S_2 = 2,7$		$r_d = 0,96$
$FC = 2$		$K_c = 0,80$
$V_{S1} = 220,02$		

TERZO STRATO		$H_3 = 9,1$
Parametri da inserire		Parametri calcolati
$H_3 = 9,1$		$\gamma_{s20} = 1,00$
$\gamma = 1,9$		$\sigma_{vo} = 1,73$
$V_S = 250$		$\sigma_{vo'} = 1,32$
$V_{S1C} = 215$		$P_{neutra} = 0,41$
$S_3 = 3,5$		$r_d = 0,93$
$FC = 2$		$K_c = 0,80$
$V_{S1} = 233,28$		

QUARTO STRATO		$H_4 = 30$
Parametri da inserire		Parametri calcolati
$H_4 = 30$		$\gamma_{s20} = 1,00$
$\gamma = 2,15$		$\sigma_{vo} = 6,45$
$V_S = 702$		$\sigma_{vo'} = 3,95$
$V_{S1C} = 215$		$P_{neutra} = 2,50$
$S_4 = 21$		$r_d = 0,38$
$FC = 2$		$K_c = 0,80$
$V_{S1} = 497,95$		

TEORIE DI CALCOLO

ANDRUS E STOKOE (2000)

Committente: ONE ITALY SRL

Riferimento: VIA DON BOSCO

Località: ALESSANDRIA Prov.: AL

Oggetto: STUDIO GEOLOGICO

MENU PRINCIPALE

ANALISI
METODO

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(DA PROVE SISMICHE)



METODO DI ANDRUS E STOKOE (2000)

RISULTATI:

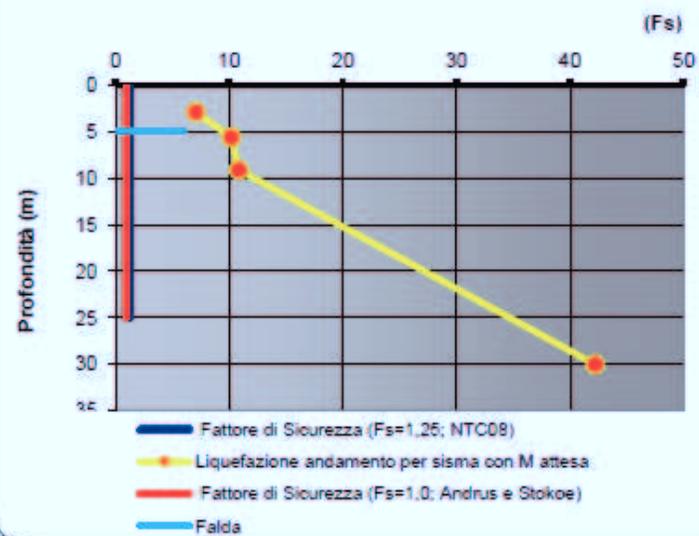
FORMULE:

				1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	4° STRATO		
$V_{s1} = V_s \left(\frac{1}{\sigma'_{v0}} \right)^{0,25}$				Spessore	2,9	2,7	3,5	21	
				V_{s1}	192,146	220,019	233,281	497,952	
$CRR = 0,022 \cdot \left(\frac{K_c \cdot V_{s1}}{100} \right)^2 + \frac{2,8}{(V_{s1C} - K_c \cdot V_{s1})} - \frac{2,8}{V_{s1C}}$				CRR	0,085	0,127	0,162	0,321	
$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{v0}} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$				Mw = 5	CSR	0,012	0,012	0,015	0,008
r_d					0,98	0,96	0,93	0,38	
1	< $F_s = CRR/CSR$	Mw = 5	F_s	7,051 Verificato	10,180 Verificato	10,837 Verificato	42,221 Verificato		
1,25	< $F_s = CRR/CSR$	Mw = 5	$F_s (NCT08)$	7,051 Verificato	10,180 Verificato	10,837 Verificato	42,221 Verificato		
RISCHIO di Liquefazione (Iwasaki et al., 1978)				Molto Basso					
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001) [P_L (%)]				0,00	0,00	0,00	0,00		
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et al., 2001)				Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta		

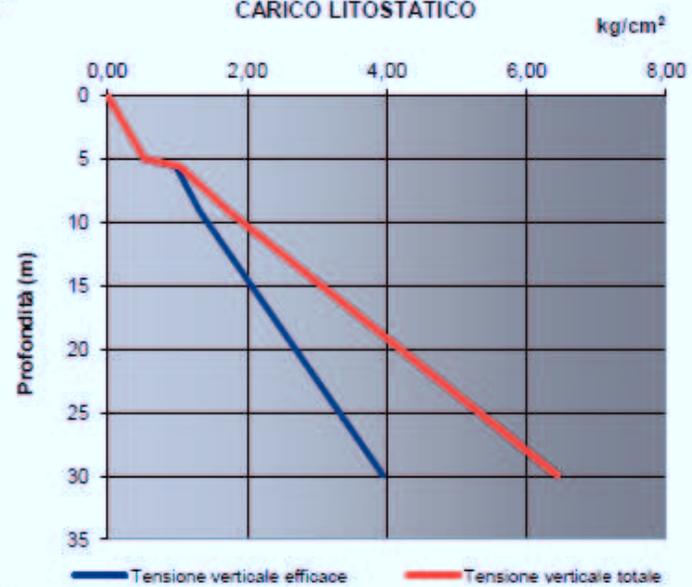
Committente: ONE ITALY SRL
 Riferimento: VIA DON BOSCO
 Località: ALESSANDRIA Prov.: AL
 Oggetto: STUDIO GEOLOGICO

STRATIGRAFIA 4

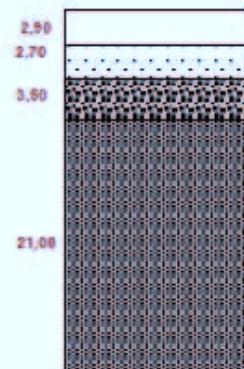
TEORIA DI ANDRUS E STOKOE (2000)



CARICO LITOSTATICO



COLONNA STRATIGRAFICA



- I° STRATO
- II° STRATO
- III° STRATO
- IV° STRATO

Committente: **ONE ITALY SRL**
 Riferimento: **VIA DON BOSCO**
 Località: **ALESSANDRIA**
 Oggetto: **STUDIO GEOLOGICO**

Prov.: **AL**



ANALISI

Metodi che utilizzano	Fattore di sicurezza		Magnitudo di riferimento (Mw)	Indice del Potenziale di Liquefazione (PL)	Rischio liquefazione Iwasaki et al. (1978)
	Fs (Autore)	NTC08			
Prove Sismiche (Vs)					
Andrus e Stokoe (2000)	> 1,0	>1,25	0	0,000	Molto Basso

STRATIGRAFIA 4

3.0 Prove penetrometriche dinamiche

Utilizzando un penetrometro super-pesante dinamico-statico PAGANI TG 63 da 100 KN tipo "EMILIA" conforme alle norme di misurazione AGI (Associazione Geotecnica Italiana - 1977), con il quale si determinano i principali parametri geotecnici del terreno suddividendolo in strati omogenei ad ugual capacità di carico, alla data 24 aprile 2015 nell'area oggetto d'indagine dove verrà realizzato il fabbricato progetto, sono state effettuate n.3 prove penetrometriche, come indicato nella planimetria allegata.

Prova dinamica (metodologia ed attrezzatura)

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infissione di una punta conica montata su una batteria di aste per tratti consecutivi di 20 cm, misurando il numero di colpi N30 necessari all'avanzamento delle aste.

Attrezzatura prova penetrometrica dinamica

Batteria di aste aventi \varnothing 32 x 1.000 mm con peso pari a 6,4 Kg;

Punta conica collegata alla base delle aste, con:

- angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$
-
- diametro di base $d = 50,50$ mm
-
- superficie punta conica da 20 cmq;

Dispositivo di infissione con sollevamento e sganciamento automatico con le seguenti caratteristiche:

- massa battente: 63,5 Kg (AGI);
- altezza di caduta: 750 mm;

Interpretazione dati penetrometrici parametri geotecnici dei terreni

L'interpretazione dei parametri è stata supportata mediante le seguenti correlazioni, riferite al numero di colpi N_{spt} (Standard Penetrometion Test in foro):

$$1) N_{Spt} = 1,00 \times N_{20}$$

dove:

N₃₀ = numero di colpi misurato all'affondamento ogni 20,00 cm delle aste penetrometriche;

$$2) R_p = A \times N_{spt} \text{ (Robertson 1982)}$$

Dove

A (coefficiente Robertson, 1982) risulta pari a:

- 2,00 per terreni coerenti, tipo argille e limi sabbiosi;

- 4,00 per terreni incoerenti tipo sabbie e ghiaie;

R_p = resistenza statica alla punta Begemann;

$$3) R_l = R_p / (C_1 \times K_2 + C_2)$$

dove:

K = coefficiente di Robertson;

$C_1 = 3,00$;

$C_2 = 10,00$;

R_l = resistenza statica laterale Begemann

I dati misurati in campagna sono stati elaborati mediante il programma di calcolo, il quale ha estrapolato i valori di resistenza del terreno riferito alla punta meccanica Begemann.

Attraverso tali valori ed in funzione al rapporto R_p/R_l (resistenza alla punta/attrito laterale punta Begemann), ad ogni strato è stata attribuita una definizione litologica secondo la classificazione standard BEGEMANN (da De Simone: FONDAZIONI – Liguori Editore Napoli 1981 -):

$R_p/R_l \leq 15$	Torbe ed argille organiche;
$15 < R_p/R_l \leq 30$	Limi ed argille;
$30 < R_p/R_l \leq 60$	Limi sabbiosi e sabbie limose;
$60 > R_p/R_l$	Sabbie e sabbie con ghiaie;

E' stato calcolato, attraverso le formule sperimentali degli "Olandesi", il valore della resistenza dinamica (R_d) del terreno all'avanzamento delle aste, mediante la seguente relazione:

$$R_d = \frac{(M^2 \times H)}{A \times h \times (M+m)} \times N_{20}$$

dove:

M = peso della mazza battente (63,50 Kg);

H = altezza di volata della mazza (75,00 cm);

A = superficie della punta penetrometrica (20,00 cm²);

h = affondamento costante delle aste di battuta (20,00 cm);

m = numero delle aste alle varie quote di misura + il peso unitario delle singole aste di lunghezza di 1,00 m corrispondente a 6,50 kg;

N = numero dei colpi registrati per ogni tratto costante di 30,00 cm.

I valori di (resistenza dinamica del terreno) ricavati alle varie quote della colonna stratigrafica rappresentano la media di successioni di terreni aventi le caratteristiche più omogenee possibili, mentre le quote dei vari strati sono riferite al piano campagna ove è stato posizionato il penetrometro.

Il programma di calcolo ha permesso inoltre di calcolare: il peso specifico del terreno (γ), il peso specifico del terreno sotto-falda (γ'), la pressione litostatica ($\Sigma'V$) e la resistenza al taglio in condizioni non drenate (C_u) delle argille sabbiose, l'angolo di attrito interno (ϕ), il coefficiente di compressibilità di volume (M_v), il modulo di reazione orizzontale (K_{orizz}), il coefficiente di permeabilità ($Perm$).

1) peso specifico naturale ed efficace (γ): il peso specifico indicativo per ogni strato è stato calcolato, partendo dal valore R_p medio di ogni strato ed applicando relazioni ottenute sperimentalmente sui litotipi della pianura veneta (valori statistici) pubblicati nel "Corso di perfezionamento in Geotecnica A. A. 82-83 Università di Padova.

Nota il peso specifico del terreno naturale (γ) per il terreno sotto falda (γ'), è stata applicata la seguente relazione: $\gamma' = (\gamma - 1)$

2) pressione litostatica efficace ($\Sigma'V$): il calcolo della pressione litostatica efficace ($\Sigma'V$) è stato ottenuto in modo automatico applicando la seguente relazione:

$$\Sigma'V = \sum \gamma'_{it} * h'_{i,m} + \sum \gamma_{it} * h_{i,m}$$

riferendosi alla pressione relativa al punto medio di ogni strato essendo $h_{i,m}$ le quote relative a tale punto;

3) coesione non drenata (C_u): per quanto riguarda i terreni coerenti, caratterizzati da un valore di resistenza al taglio espressi in termini di angolo di attrito interno (ϕ) pari a zero, è stata adottata la relazione di De Beer (da Castelli Guidi – geotecnica e tecnica delle fondazioni 1° Hoepli Milano 1987 – e Righi – di geotecnica "Istituto di Strade Università di Bologna" 1980):

Argille	$C_u = R_p/20$
Limi	$C_u = R_p/20;$

4)angolo di attrito interno (ϕ): la determinazione dell'angolo di attrito interno (ϕ) dei terreni incoerenti, aventi parametri di resistenza al taglio espressi per valori di coesione non drenata (C_u) pari a zero e costituiti quindi da specifici valori di ϕ , è stata impiegata una metodologia proposta da Durgunoglu e Mitchell (1975) rappresentata dal diagramma di "Gambini": manuale dei piloti – SCAC (Milano).

Da tale diagramma è stata ricavata un'equazione in funzione di R_p e ϕ

$$\Sigma'V: \phi = f(R_p; \Sigma'V)$$

5)coefficiente di compressibilità di volume (M_v): è stata impiegata la relazione derivata dalle correlazioni di Buisman e riprese da Sanglerat ed altri, che collega il parametro al valore R_p della resistenza alla punta: $M_v = 1/(\alpha * R_p)$. I valori di α che il programma di calcolo assegna in automatico derivano dalle seguenti pubblicazioni: Buisman – Grondmechanica – Bandoeng 1941 Sanglerat ed altri – Le pènetromètrè statique et la compressibilitè des sols – A.I.T.B.T.P. n°298 Paris –1972-

6)modulo di reazione orizzontale (K_{orizz}): necessario per il calcolo dei cedimenti:

$K_{orizz} = Ch \times R_p / Ck$ (da manuale Geo-Tec A 2.0, Interstudio s.r.l., 1992)

dove: R_p = valore di resistenza statica alla punta Begemann ricavata da N30;

$Ch = 0,2$; $Ck = 1$ per terreni argillosi; $Ck = 4$ per terreni sabbiosi e ghiaiosi;

PROVA PENETROMETRICA 1 – penetrometro PAGANI TG 63-100 KN
Lato Ovest lotto oggetto edificazione



COMUNE DI ALESSANDRIA PROGETTO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA DON GIOVANNI BOSCO

Prova penetrometrica dinamica P1

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI		
P = peso del maglio 63,5 Kg	piano campagna (posa penetrometro)	
H = altezza caduta maglio 75 cm		
d = diametro aste piene 32 mm		
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq		
p = penetrazione 20 cm (N20)		
Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste		
Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq		
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11,90 Kg/cmq		
Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52		
Data: 24 APRILE 2015		
profondità dal p.c.	colpi	Rd
(metri)	DPHS N20	Kg/cmq
Falda idrica: -5,00 metri dal p.c.		

0,2	7	75,6
0,4	6	64,8
0,6	14	151
0,8	20	198
1	17	168
1,2	3	29,6
1,4	1	9,88
1,6	1	9,11
1,8	1	9,11
2	1	9,11
2,2	1	9,11
2,4	1	8,45
2,6	1	8,45
2,8	1	8,45
3	1	8,45
3,2	8	63
3,4	11	86,6
3,6	12	94,5
3,8	10	78,8
4	8	59
4,2	7	51,6
4,4	8	59
4,6	10	73,8
4,8	11	76,3
5	19	132
5,2	14	97,1
5,4	10	69,4
5,6	27	177
5,8	25	164
6	26	170
6,2	23	151
6,4	26	161
6,6	30	186
6,8	22	136
7	15	93
7,2	12	70,6
7,4	4	23,5
7,6	11	64,7
7,8	9	53
8	12	70,6
8,2	8	44,8
8,4	5	28
8,6	5	28
8,8	16	85,5
9	27	144
9,2	37	198
9,4	42	224
9,6	50	255

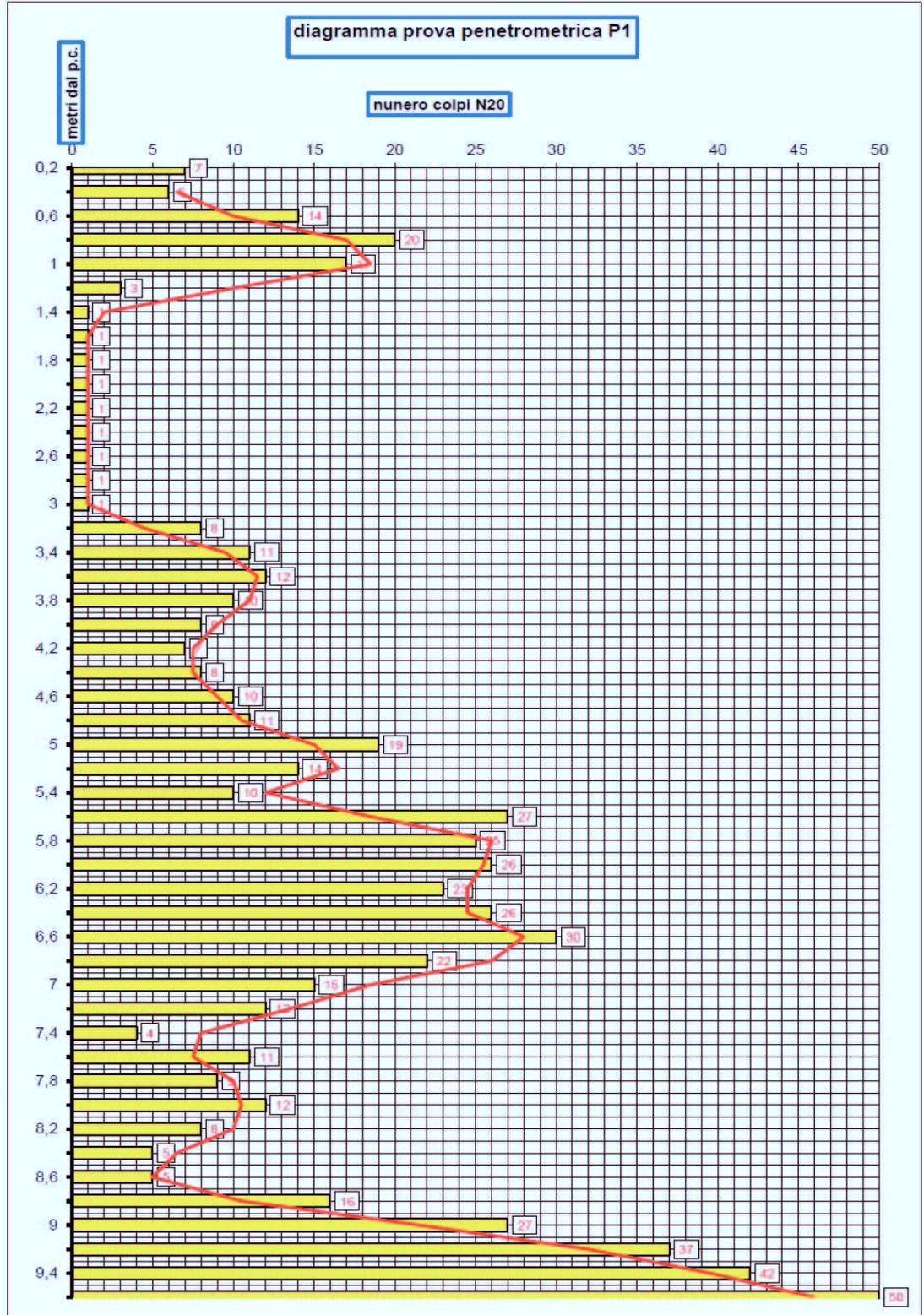
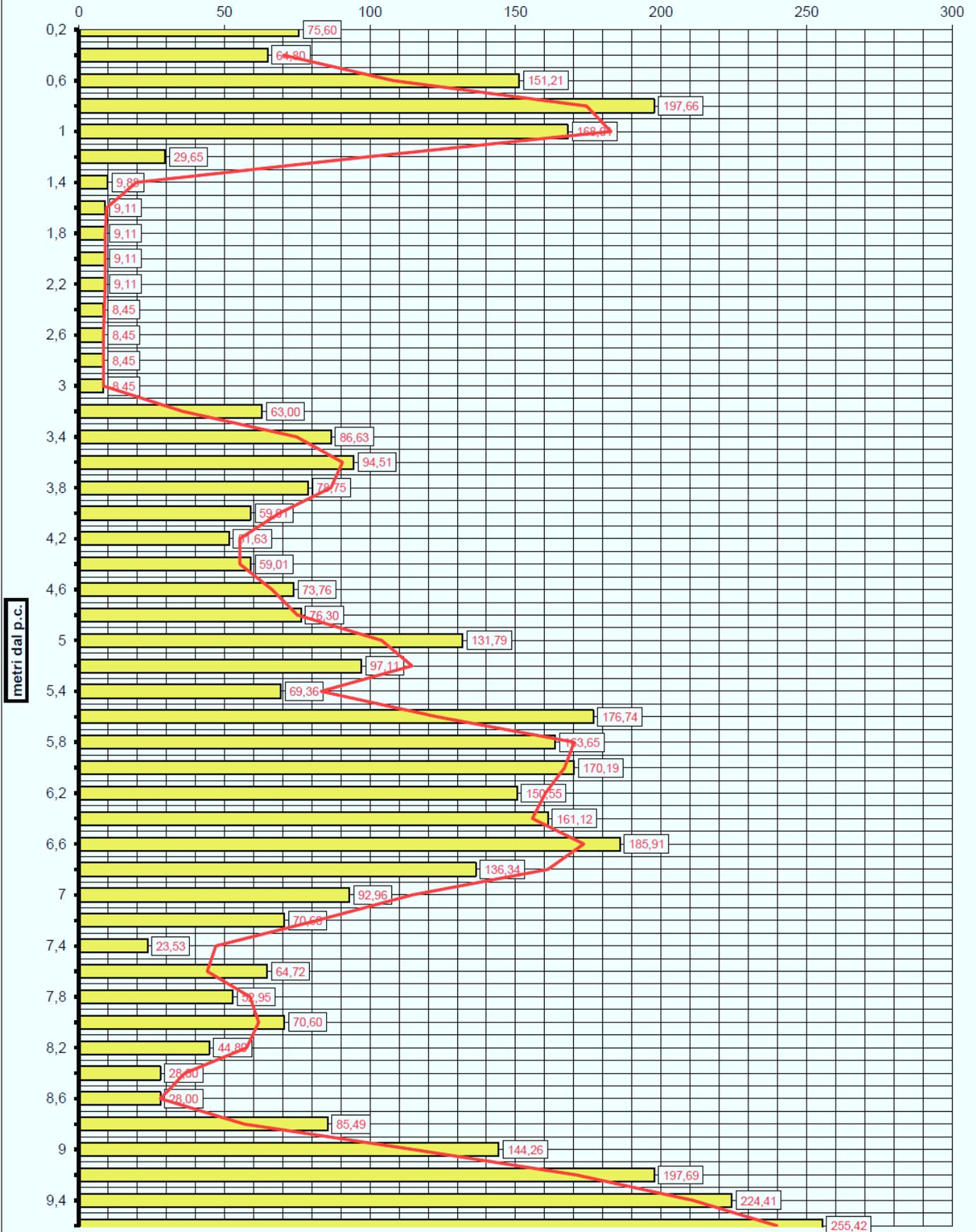


diagramma prova penetrometrica P1

resistenza dinamica del terreno avanzamento delle aste(Kg/cmq)



4.0 Interpretazione dati prove penetrometriche e conclusioni

PROVA PENETROMETRICA 2 – penetrometro PAGANI TG 63-100 KN
Centro lotto oggetto edificazione



COMUNE DI ALESSANDRIA PROGETTO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA DON GIOVANNI BOSCO

Prova penetrometrica dinamica P2

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI	
P = peso del maglio 63,5 Kg	piano campagna (posa penetrometro)
H = altezza caduta maglio 75 cm	
d = diametro aste piene 32 mm	
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq	
p = penetrazione 20 cm (N20)	
Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste	
Energia specifica colpo penetrometro SPT = $Q = 7,83 \text{ Kg/cmq}$	
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = $Q = (M \times H) / (A \times p) = 11,90 \text{ Kg/cmq}$	
Coefficiente teorico di energia $t = Q / Q_{spt} = 1,52$	

Data: 24 APRILE 2015

profondità dal p.c.	colpi	Rd	Falda idrica: -5,00 metri dal p.c.
(metri)	DPHS N20	Kg/cmq	

0,2	11	119
0,4	7	75,6
0,6	2	21,6
0,8	2	19,8
1	1	9,88
1,2	1	9,88
1,4	1	9,88
1,6	1	9,11
1,8	2	18,2
2	1	9,11
2,2	2	18,2
2,4	2	16,9
2,6	2	16,9
2,8	3	25,3
3	8	67,6
3,2	11	86,6
3,4	7	55,1
3,6	6	47,3
3,8	7	55,1
4	7	51,6
4,2	14	103
4,4	9	66,4
4,6	6	44,3
4,8	4	27,7
5	5	34,7
5,2	8	55,5
5,4	8	55,5
5,6	8	52,4
5,8	6	39,3
6	22	144
6,2	28	183
6,4	13	80,6
6,6	11	68,2
6,8	13	80,6
7	15	93
7,2	19	112
7,4	10	58,8
7,6	4	23,5
7,8	6	35,3
8	5	29,4
8,2	12	67,2
8,4	16	89,6
8,6	13	72,8
8,8	30	160
9	40	214

diagramma prova penetrometrica P2

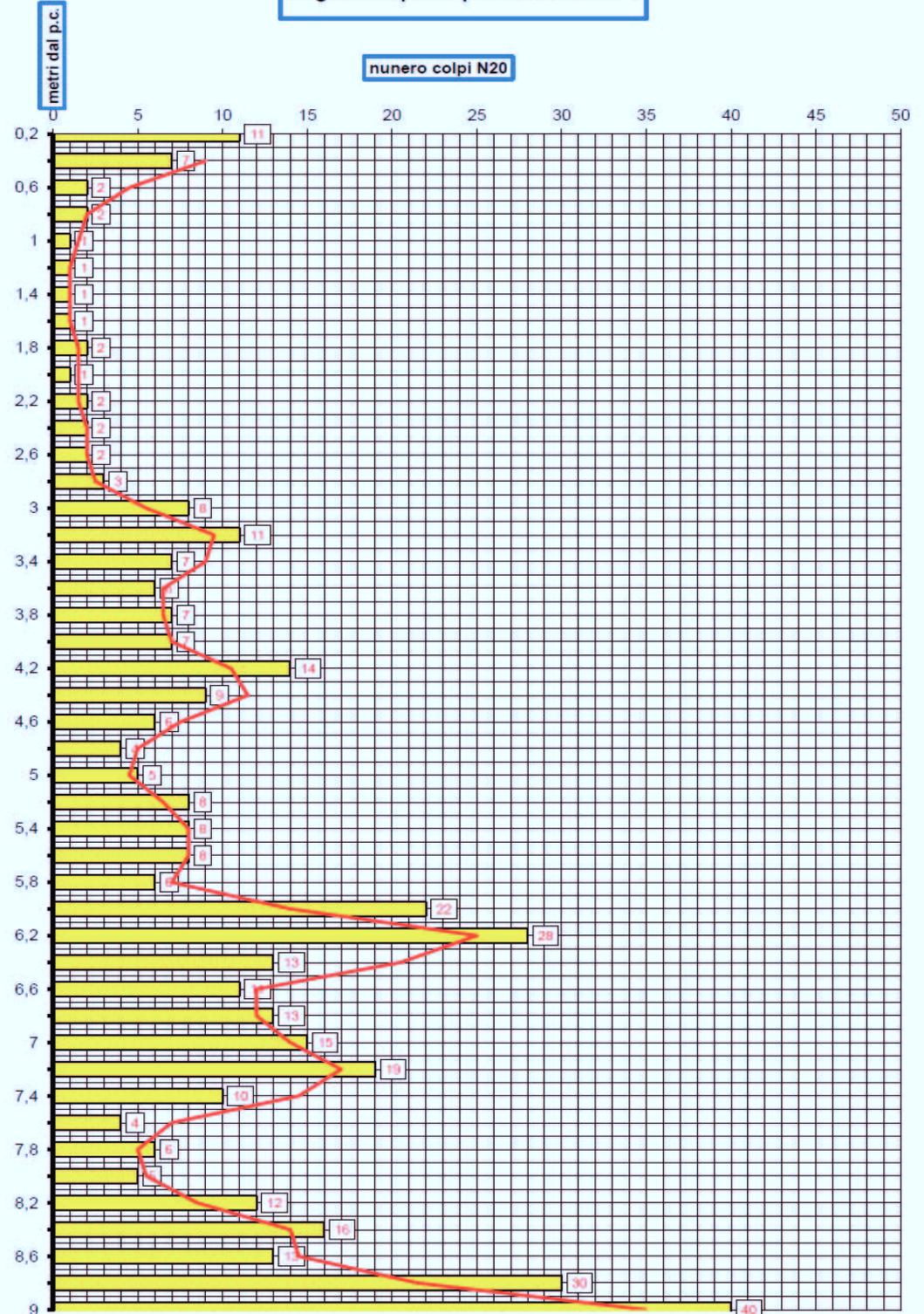
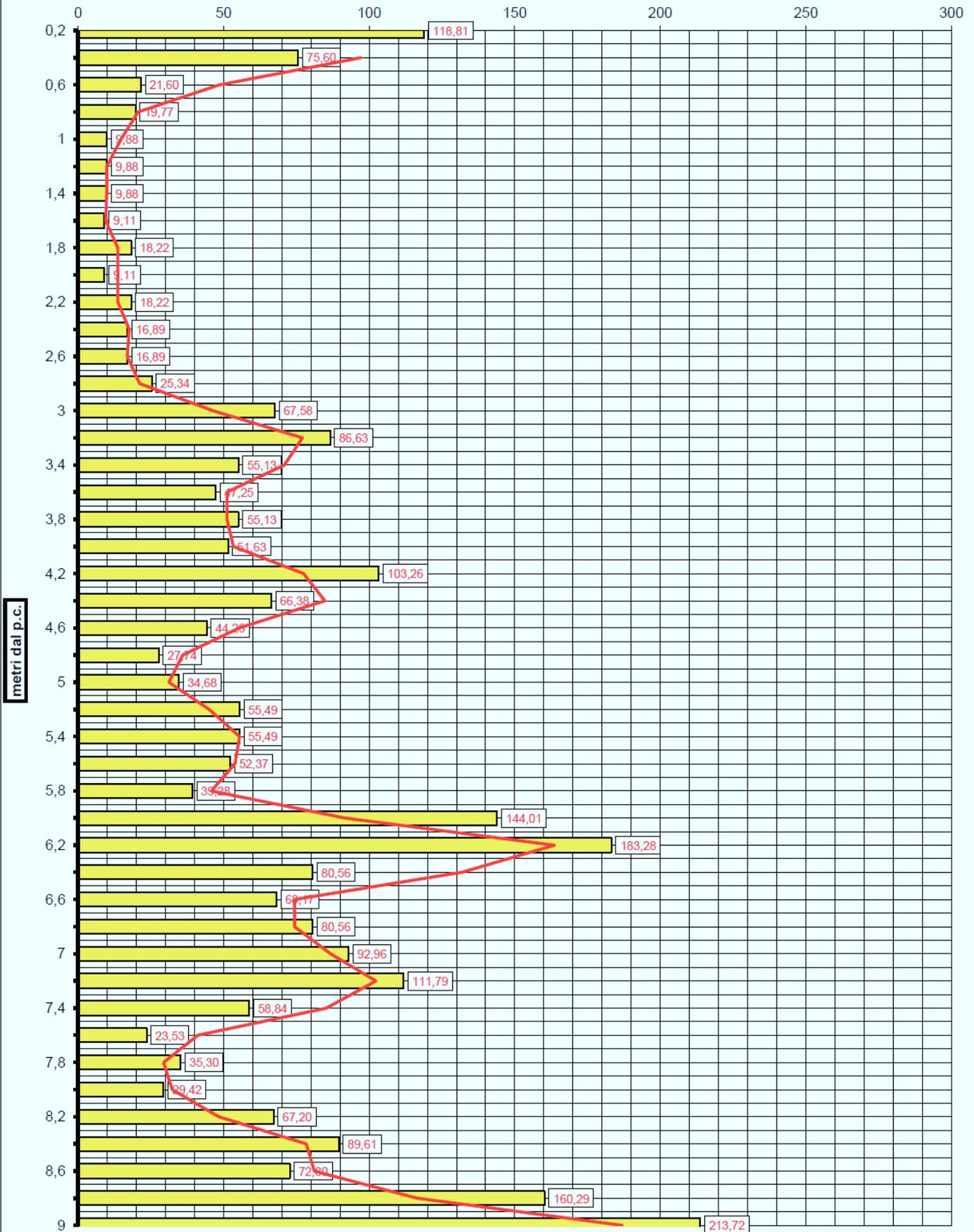


diagramma prova penetrometrica P2

resistenza dinamica del terreno avanzamento delle aste(Kg/cmq)



COMUNE DI ALESSANDRIA VIA DON GIOVANNI BOSCO
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2 - Data 24 APRILE 2015

prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	Dr	ϕ	K orizz	K perm	K Winkler	
METRI	0,00	piano campagna	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cm ^q	Kg/cm ^q	cm ^q /Kg	%	°	Kg/cm ^q	cm/sec	Kg/cm ^c	
0,40		Coltre di alterazione e riporto											
2,80		Limi sabbiosi ed argillosi poco compatti	1650	1650	0,46	0,38	0,025		26	0,5	1,13E-02	0,70	
5,80		Sabbie limose mediamente compatte	1887	887	0,72	1,19	0,013624		28	1,631	1,75E-02	2,40	
falda idrica misurata nel foro penetrometrico alla quota di -5,00 m dal p.c. alla data del 24 aprile 2015													
7,40		Ghiaie sabbiose addensate e resistenti	1800	800	0,85		0,010178		56	35	3,275	5,75E-02	1,60
9,00		Sabbie ghiaiose con limi intercalati	1800	800	0,98		0,010907		51	34	3,056	4,95E-02	1,30

legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prova penetrometrica

γ = peso di volume	Korizz = moulo reaz. orizz.
γ' = peso di volume	Φ = angolo attrito
Σ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume
Cu = coesione non drenata	K Winkler (formula di Bowles capacità portante)

PROVA PENETROMETRICA 3 – penetrometro PAGANI TG 63-100 KN
Lato Est lotto oggetto edificazione



COMUNE DI ALESSANDRIA PROGETTO INSEDIAMENTO COMMERCIALE VIA DON GIOVANNI BOSCO

Prova penetrometrica dinamica P3

penetrometro TG 63,5 - 100 - KN dinamico super-pesante PAGANI	
P = peso del maglio 63,5 Kg	piano campagna (posa penetrometro)
H = altezza caduta maglio 75 cm	
d = diametro aste piene 32 mm	
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq	
p = penetrazione 20 cm (N20)	
Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste	
Energia specifica colpo penetrometro SPT = $Q = 7,83 \text{ Kg/cm}^2$	
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = $Q = (M \times H) / (A \times p) = 11,90 \text{ Kg/cm}^2$	
Coefficiente teorico di energia $t = Q / Q_{spt} = 1,52$	

Data: 24 APRILE 2015

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N20	Rd Kg/cmq	Falda idrica: -5,00 metri dal p.c.
-----------------------------	----------------	-----------	------------------------------------

0,2	8	86,4
0,4	8	86,4
0,6	3	32,4
0,8	1	9,88
1	1	9,88
1,2	1	9,88
1,4	2	19,8
1,6	2	18,2
1,8	2	18,2
2	2	18,2
2,2	2	18,2
2,4	2	16,9
2,6	2	16,9
2,8	12	101
3	11	92,9
3,2	10	78,8
3,4	6	47,3
3,6	8	63
3,8	14	110
4	17	125
4,2	11	81,1
4,4	9	66,4
4,6	7	51,6
4,8	20	139
5	34	236
5,2	24	166
5,4	20	139
5,6	16	105
5,8	16	105
6	15	98,2
6,2	10	65,5
6,4	6	37,2
6,6	4	24,8
6,8	6	37,2
7	11	68,2
7,2	11	64,7
7,4	5	29,4
7,6	8	47,1
7,8	7	41,2
8	22	129
8,2	28	157
8,4	23	129
8,6	32	179
8,8	27	144
9	21	112
9,2	17	90,8
9,4	15	80,1

diagramma prova penetrometrica P3

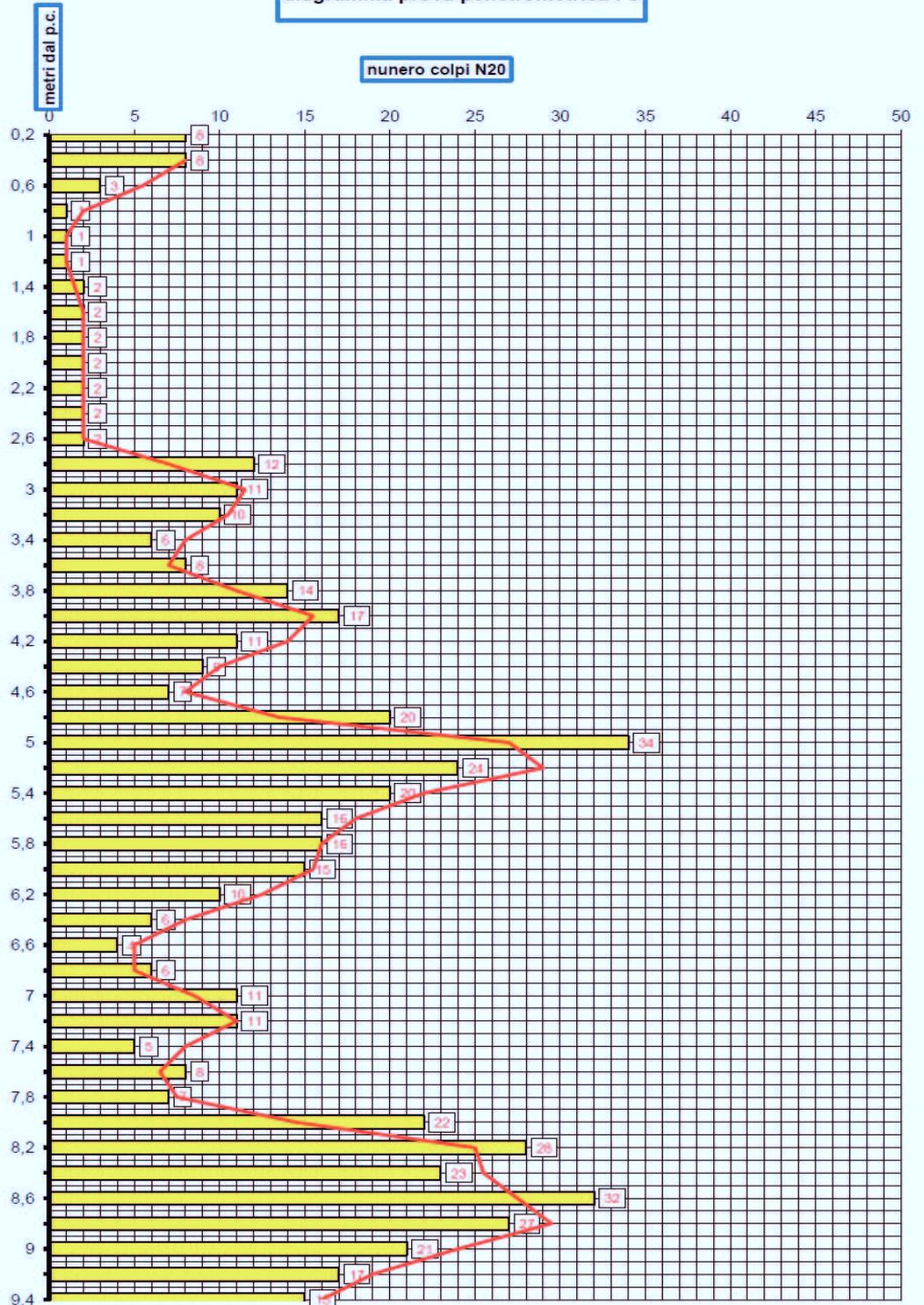
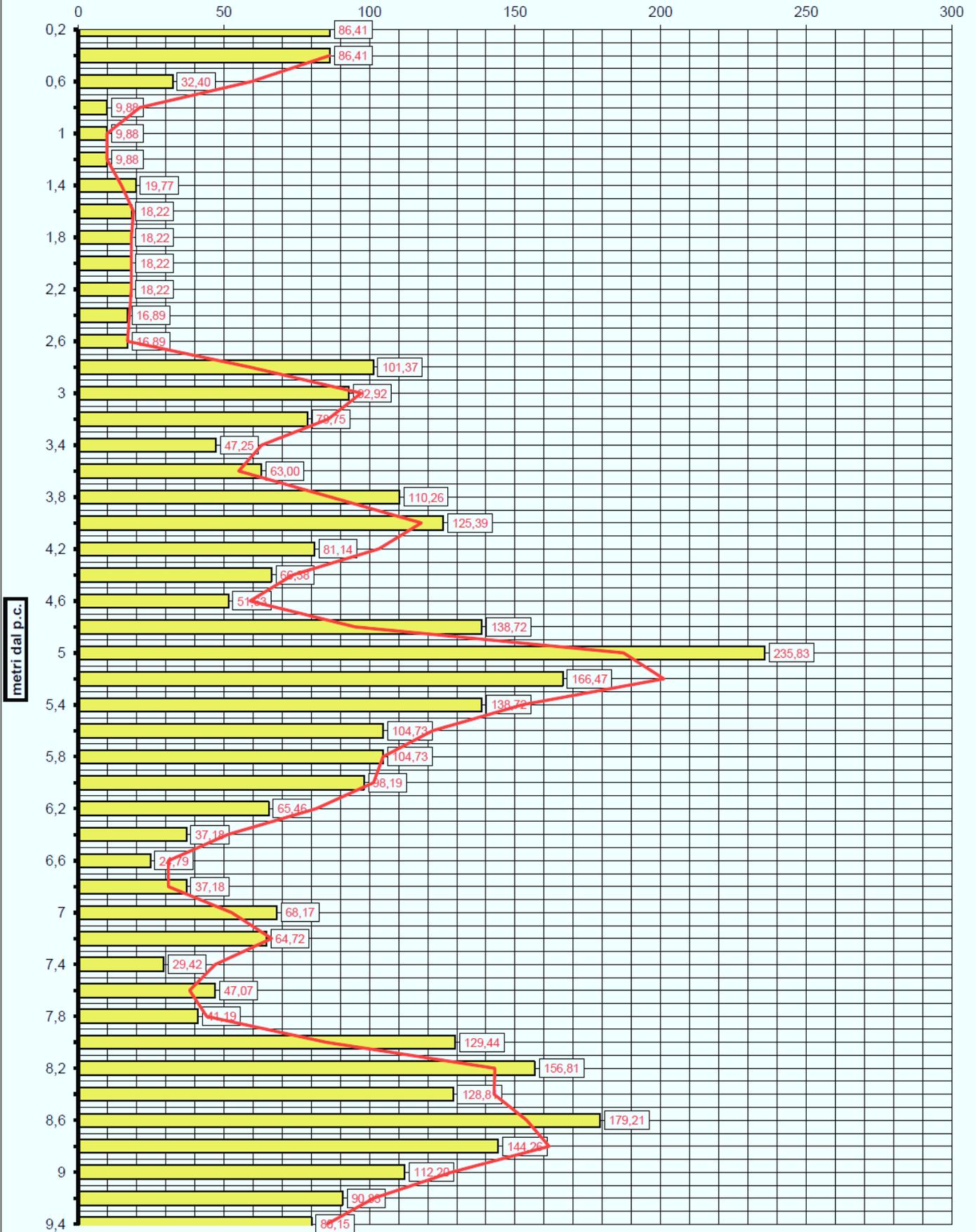


diagramma prova penetrometrica P3

resistenza dinamica del terreno avanzamento delle aste(Kg/cmq)



**COMUNE DI ALESSANDRIA VIA DON GIOVANNI BOSCO
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3- Data 24 APRILE 2015**

prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	Dr	ϕ	K orizz	K perm	K Winkler
METRI	0,00	piano campagna	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cm ^q	Kg/cm ^q	cm ^q /Kg	%	°	Kg/cm ^q	cm/sec	Kg/cm ^c
0,40		Coltre di alterazione e riporto										
2,60		Limi sabbiosi ed argillosi poco compatti	1663	1663	0,44	0,4	0,023587		26	0,546	1,13E-02	0,80
4,60		Sabbie limose mediamente addensate e costipate	1800	800	0,8		0,01638	40	33	2,035	4,94E-02	1,00
falda idrica misurata nel foro penetrometrico alla quota di -5,00 m dal p.c. alla data del 24 aprile 2015												
6,20		Ghiaie sabbiose addensate	1800	800	0,93		0,008602	60	35	3,875	5,74E-02	2,00
7,80		Intercalazioni di limi sabbiosi meno compatti	1893	893	1,07	1,22	0,013072		28	1,7	2,94E-02	2,50
9,40		Ghiaie e sabbie più grossolane addensate	1800	800	1,2		0,007207	61	35	4,625	5,73E-02	2,80

legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prova penetrometrica

γ = peso di volume	Korizz = moulo reaz. orizz.
γ' = peso di volume	Φ = angolo attrito
Σ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume
Cu = coesione non drenata	K Winkler (formula di Bowles capacità portante)

4.0 Interpretazione dati penetrometrici ed unità litotecniche del sottosuolo e conclusioni

L'elaborazione dei dati delle prove penetrometriche ha permesso di ottenere i parametri geotecnici relativamente ad ogni unità litotecnica attraverso un'operazione di discretizzazione dei singoli valori del numero di colpi ogni 20 cm di avanzamento delle aste del penetrometro.

I parametri geotecnici sono stati inoltre ricavati mediante un'analisi di correlazione con altri dati penetrometrici e stratigrafici in aree limitrofe a quella oggetto d'indagine (ovvero sulla base all'esperienza personale).

I valori dei **parametri geotecnici caratteristici** sono stati ottenuti attraverso elaborazioni statistiche con determinazione del 5 percentile della distribuzione normale (F con COV del 10%) e logonormale (E, con COV del 30%) della media in presenza di pochi dati e grandi volumi di rottura (da foglio di calcolo McCoy, aprile 2007): tale ultima assunzione di analisi di calcolo è compatibile alla tipologia di fondazioni che verranno eventualmente realizzate ovvero fondazioni dirette in c.a. ovvero plinti di fondazione raccordati con travi e cordoli in c.a.) coinvolgenti quindi grandi volumi di rottura di terreno con resistenze compensate.

Le prove hanno individuato le seguenti unità litotecniche del sottosuolo (il piano campagna è riferito al piano di posa dl penetrometro alla data del 24 aprile 2015 ed esso risulta ribassato di -0,80/-050 metri circa rispetto il piano strada di Via Don Bosco.

UNITA' LITOTECNICA 1

Fino ad una profondità variabile da 0,40 a 1,00 m dal p.c. **coltre di alterazione e riporto.**

UNITA' LITOTECNICA 2

Fino ad una profondità variabile da 2,60 a 3,00 m dal p.c. **limi sabbiosi ed argillosi poco compatti**, dotati di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 0,35 Kg/cmq, un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 26°, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1638 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0.0268383 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Coesione non drenata: $C_{uk} = 26.3$ (KPa)

Angolo di attrito: $\phi_k = 23.5^\circ$

UNITA' LITOTECNICA 3

Fino ad una profondità variabile da 4,60 a 5,80 m dal p.c. **argille limose e sabbiose mediamente addensate e compatte**, dotate di un valore medio di coesione non drenata (C_u) 1,190 pari a Kg/cmq, un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 31,66°, un valore di densità relativa (D_r) pari al 43%, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1829 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0152096 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Coesione non drenata: $C_{uk} = 70.3$ (KPa)

Angolo di attrito: $\phi_k = 28.7^\circ$

UNITA' LITOTECNICA 4

Fino alla massima profondità d'investigazione pari a 9,60 m dal p.c. **successioni di sabbie e ghiaie medio grossolane con intercalazioni di sabbie limose, addensate e costipate**, dotate di un valore medio di coesione non drenata (C_u) pari a 1,22 Kg/cmq, un valore di densità relativa (D_r) pari al 57,14%, un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 34,12°, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1786,62 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,01001675 cmq/Kg.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI DI PROGETTO

Coesione non drenata: $C_{uk} = 72.10$ (KPa)

Angolo di attrito: $\phi_k = 32.1^\circ$

Le prove hanno evidenziato terreni a granulometria fine dotati di scadenti parametri geotecnici e di resistenza fino ad una profondità media di 3,00 metri circa dal p.c. (piano posa del penetrometro), a cui seguono successioni di sabbie e ghiaie mediamente grossolane ed addensate, con intercalazioni di limi e sabbie più fini, tipici di sequenze alluvionali pleistoceniche depositate da F. Bormida in questa parte della città, in sponda orografica sinistra.

La superficie libera della falda freatica è stata riscontrata nei fori del penetrometro ad una quota media di -5,00 metri dal p.c. come già accennato esse risulta soggetta a forti escursioni stagionali in relazione alle precipitazioni atmosferiche locali.

La prova sismica MASW ha misurato in valore di V_{s30} del sottosuolo pari a 407 m/sec a cui corrisponde un terreno in classe B (NTC 2008).

Valenza, 30 aprile 2015

In Fede
Dott. Cavalli Andrea

