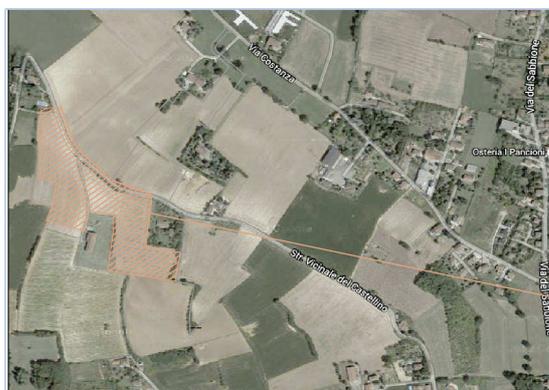


# COMUNE DI ALESSANDRIA

PROVINCIA DI ALESSANDRIA



Area in oggetto

IL PROGETTISTA:

PROPONENTI:

**Dott. Arch. Sergio CAMILLI**

Iscritto all'Albo ARCHITETTI P.P.C. n.485  
Via Modena n.70  
15121 - ALESSANDRIA

**Cooperativa Edilizia L'Oasi**

Via Montebellina, 28  
12051 - ALBA (CN)

**Dott. Geol. Andrea CAVALLI**

A.P. SEZ. A  
N. 511

**Società Immobiliare Futuro  
di Martini Chiaffredo e C. s.a.s.**

Via Montebellina, 28  
12051 - ALBA (CN)

TITOLO DELL'OPERA:

## PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

A - via del Castellino - località Valmadonna  
Area Ex Piano Integrato T3 del P.R.G.C.

OGGETTO DELLA TAVOLA:

### RELAZIONE GEOLOGICA

TAVOLA N.

05

SCALA

DATA

10/07/2015

aggiornamento 29/04/2016

## 1.0 Premessa e metodologia d'indagine

Ad integrazione degli atti di progetto inerenti la realizzazione di nuovi insediamenti residenziali di cui al programma integrato Comparto 3 (P:I:3) presso Visa Castellino nella frazione di Valmadonna nel Comune di Alessandria, comprendente un volume complessivo di CIRCA 61.000 mc circa su numerosi appezzamenti di terreno aventi complessivamente una superficie territoriale di oltre 108.000 mq circa, in cui verranno realizzati edifici di civile abitazione ad uno due e tre piani fuori terra, è stata richiesta allo scrivente di redigere una relazione geologica di fattibilità in ossequio dal D.M. 14 gennaio 2008 N.T.C. (Norme Tecniche delle Costruzioni) ed alle nuove disposizioni delle Norme Tecniche del P.R.G.C. di Alessandria in ambito di nuova “carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzo urbanistico dell'area collinare”.

La presente relazione relativamente all'area oggetto d'indagine si è basata sulle considerazioni di cui alla relazione geologica redatta dal Dott. Geologo Luigi Cavalli di Valenza alla data del mese di luglio 2007 avente come oggetto *relazione geologico-technica riguardante lo studio delle aree interessate da nuovi insediamenti residenziali e produttivi di cui al programma integrato per abitazioni a favore delle forze dell'ordine LEGGE 203/1991 per la quale si individua che la pericolosità geomorfologica in tali zone di collina è in ogni caso modesta e con opportuni accertamenti in fase di progetto esecutivo la realizzazione dei nuovi edifici è facilmente attuabile* ed inoltre in ambito di progetto esecutivo per le opere edificatorie vengono definite le seguenti prescrizioni di carattere geologico-technico *le prospezioni dirette da effettuarsi nell'impronta di ogni singolo edificio in progetto, le verifiche di stabilità dei versanti nelle loro configurazioni finali, ovvero considerando gli sbancamenti ed i riporti necessari, dovranno costituire parte integrante dei progetti esecutivi così come prescritto d'altra parte anche dalle recenti Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/08/2005*.

Sulla base di tali prescrizioni il presente lavoro si è sviluppato nell'acquisizione delle principali peculiarità litologiche del sottosuolo mediante l'esecuzione di prospezioni penetrometriche e sismiche effettuate nei punti ritenuti più significativi dal punto di vista geomorfologico, mentre ogni futuro singolo progetto edificatorio dovrà essere supportato da ulteriori ed adeguate indagini geognostiche a corredo della relazione geologica e geotecnica come previsto dal D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche delle Costruzioni).

Il lavoro si è articolato nelle seguenti fasi:

- a) esecuzione di un rilievo geologico speditivo dell'area oggetto d'indagine al fine di acquisire le peculiarità geomorfologiche della zona;
- b) esecuzione di n.6 prove penetrometriche per la caratterizzazione dei principali parametri litotecnici e geotecnici del sottosuolo;
- c) esecuzione di n. 3 prove sismiche MASW (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* come richiesto dal D.M. 14/01/2008.

## 2.0 Inquadramento geologico

Le formazioni geologiche presenti in questa parte dei rilievi collinari a Nord di Alessandria sono conosciute con il nome delle “Argille di Lugagnano” e “Conglomerati di Cassano Spinola” (Carta Geologica d’Italia Foglio N.70 Alessandria e stralcio rilievo geologico in scala 1:10000 di seguito allegati) ed esse sono costituite da successioni argillose e marnose con intercalazioni di bancate arenacee e sabbie argillose lenticolari, moderatamente alterate, con strati aventi un’immersione verso Sud Sud-Ovest ed inclinazioni variabili da 15° a 25°.

Tale giacitura degli strati è determinata dalla presenza di una piega tettonica di tipo anticlinalico il cui asse direzionale è orientato in direzione Nord Sud ed è posto ad una distanza di circa 4-5 Km in direzione Ovest rispetto l’area d’indagine, conferendo ai versanti orientati in direzione Nord Est (zona 1) una configurazione geomorfologica a reggipoggio ed ai versanti orientati verso Sud Sud-Ovest una configurazione a franapoggio.

### **Formazioni geologiche affioranti:**

#### **(f12) alluvioni prevalentemente sabbioso-siltose argillose, con prodotti di alterazione colore giallastro FLUVIALE MEDIO**

Esse affiorano elusivamente nei terreni limitrofi a Via Costanza, in corrispondenza dell’area di fondovalle. Presentano uno spessore variabile da 3,00 a 5,00 metri circa ed esse sono costituite da terreni argillosi e sabbiosi-limosi di natura eluvio-colluviale poco compatti a cui seguono in discordanza stratigrafica terreni argillosi e marnosi appartenenti alla formazione geologica dei CONGLOMERATI DI CASSANO SPINOLA affioranti nei rilievi collinari limitrofi.

#### **(P) Marne sabbiose, argille marno-sabbiose grigio azzurre con intercalazioni verso l’alto di banchi di sabbie analoghe alle Sabbie d Asti**

##### **ARGILLE DI LUGAGNANO**

Affiorano in ampia parte dell’area oggetto d’intervento nei versanti orientati verso Sud rispetto Via Castellino. Come peraltro riscontrato dalle prove penetrometriche (P1-P2-P3) tali terreni evidenziano per i primi 5-6 metri della colonna stratigrafica significative eterogeneità litologiche per la presenza di livelli argilloso-sabbiosi poco compatti e caratterizzati da scadenti parametri geotecnici con valori di coesione non drenata (Cu) variabili da 0,50 a 0,70 Kg/cmq. Gli strati di tale formazione assumono, una configurazione a franapoggio, da cui ne deriva un medio-basso grado di stabilità intrinseca del versante.

#### **(P1M5) Conglomerati ed arenarie in grosse ancate intercalati a marne sabbiose**

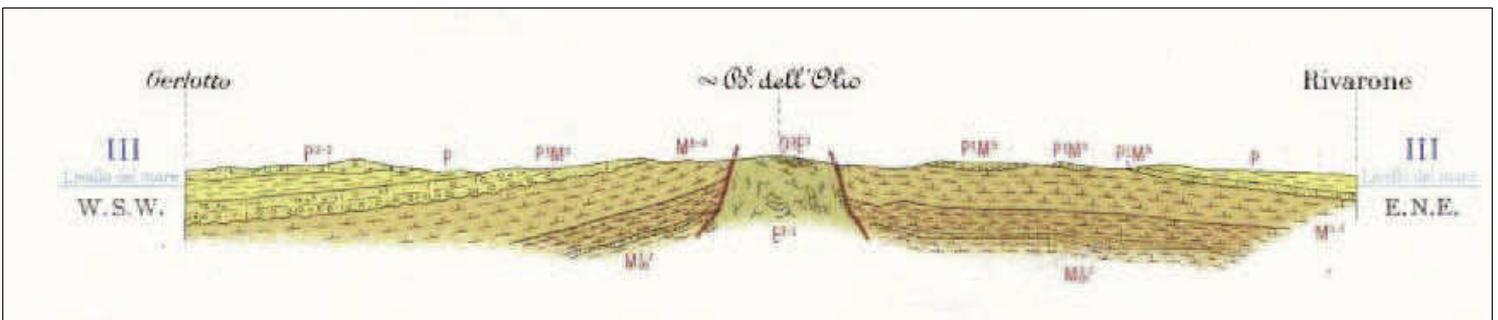
##### **CONGLOMERATI DI CASSANO SPINOLA**

Nell’area oggetto d’indagine affiorano nel versante orientato verso Nord Est sottostante a Via Castellino. Presentano una conformazione geolitologica eterogenea, per la presenza nei primi 4-5 metri della colonna stratigrafica di argille poco compatte alterate dalle acque di percolazione di superficie. Gli strati assumono una configurazione a reggipoggio.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici i terreni affioranti sono caratterizzati da bassi valori di permeabilità per la presenza di litologie argillose e marnose prevalenti, per cui la circolazione idrica del sottosuolo è costituita dall’assenza di una vera falda freatica, ma dalla presenza di una falda idrica localmente in pressione alimentata dalle acque di percolazione di superficie infiltratesi nel sottosuolo e trattenute dai livelli a maggiore composizione sabbiosa più permeabili della colonna stratigrafica. La superficie piezometrica si pone a quote variabili da -8,00 a -12,00 m dal p.c., mentre nei fori penetrometrici effettuati alla data del mese di maggio 2012 essa è stata rilevata acqua d’infiltrazione a quote variabili da ---7.00 a -9,00 m dal p.c.



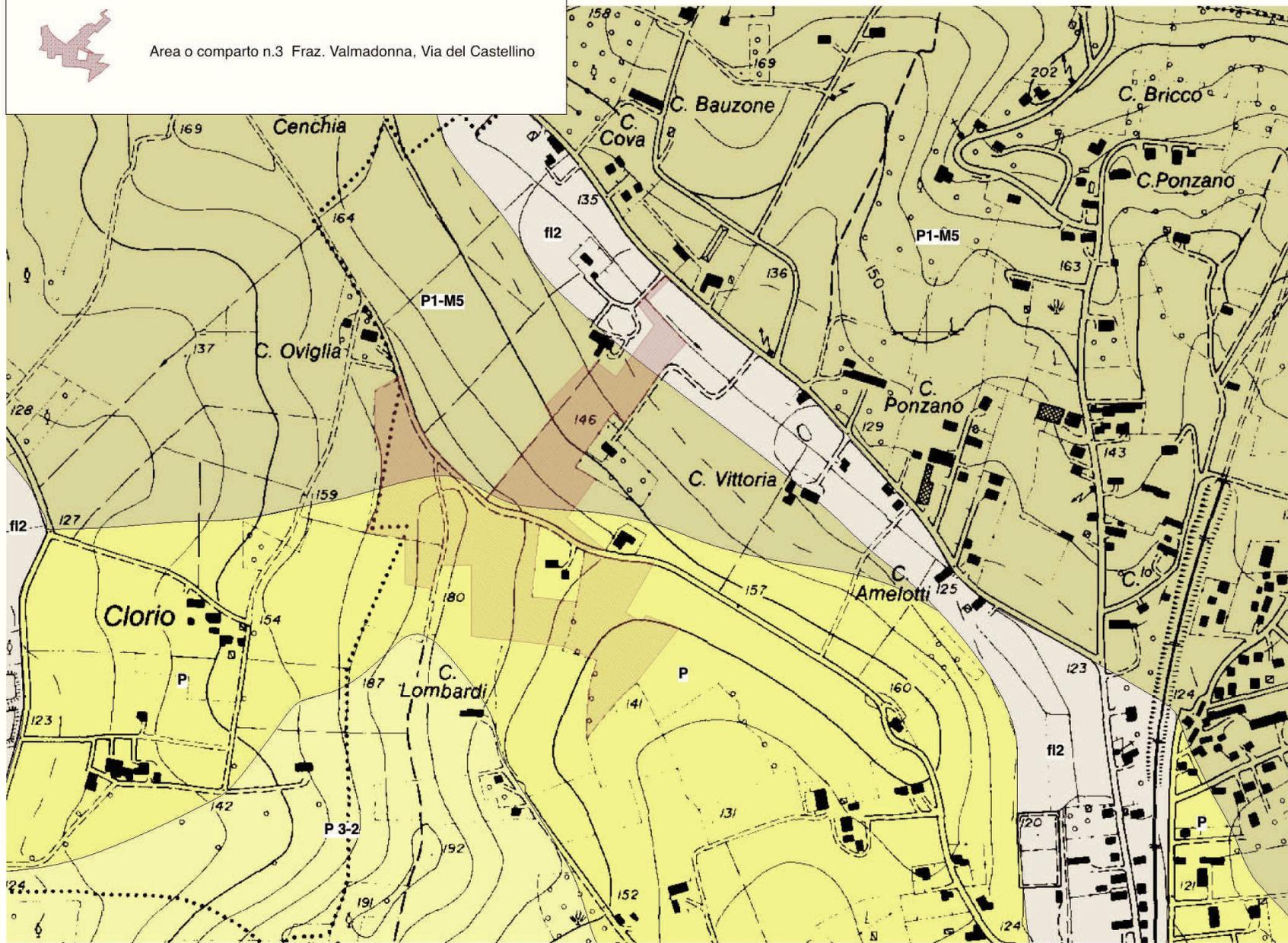
Stralcio Carta Geologica d'Italia in scala 1.100000 Foglio N.70 Alessandria



Sezione Carta Geologica d'Italia Foglio N.70 Alessandria



Area o comparto n.3 Fraz. Valmadonna, Via del Castellino



### 3.0 Lineamenti geomorfologici

Il Comparto 3 oggetto d'indagine è ubicato a Nord Ovest del concentrico di Valmadonna ed interessa una vasta area collinare posta ad Ovest ed Est di Via Castellino, ad una quota compresa tra 180 e 125 m.s.l.m.

E esso può essere suddiviso in n.3 zone morfologiche:



**ZONA 1** Settore di versante sottostante a Via Castellino degradante verso Cascina Ovigli fino a raggiungere i terreni di fondovalle presso Via Costanza tra la quota di circa 170 e 130 m.s.l.m., orientato in direzione Nord Nord-Est con pendenze variabili da 25° a 30°. Criticità geomorfologica individuata: generalizzati fenomeni di soliflusso/creeping della coltre superficiale su tutto il versante.

**ZONA 2** Versante posto a Sud di Cascina Vittoria, tra la quota di circa 163 e 140 m m.s.l.m. Tale area riguarda un porzione di versante avente una larghezza variabile da 200 a 80 metri circa, rispettivamente nella parte sommitale e basale del versante, il quale è orientato in direzione Sud Sud-Est con una pendenza variabile da 20° a 25°. Criticità geomorfologica individuata: localizzati fenomeni di soliflusso/creeping della coltre superficiale ed in parte del substrato.

**ZONA 3** Settore di versante più rialzato topograficamente posto ad Ovest e Nord Ovest di Via Castellino al confine con il territorio comunale di Castelletto Monferrato. Assenza di significative criticità geomorfologiche..



ZONA 1 versante orientato verso Nord Est, sottostante via Castellino, fenomeni di creeping colture superficiale



ZONA 2 parte base del versante orientato verso Sud Sud-Est



ZONA 3 versante orientato verso Sud

La “carta di sintesi della pericolosità geomorfologica dell’idoneità all’utilizzo urbanistico dell’area collinare” Norme di Attuazione: allegato 2 (P.R.G.C 1990 III Variante Strutturale 2007 (SRT. 2 L.:R: 1/2007) inserisce ampia parte l’area oggetto di intervento nella **classe IIa** definita come *settori di versante o di raccordo tra il fondovalle e il versante, ad acclività medio/moderata* con settori caratterizzati da una moderata pericolosità geologica a cui corrispondono settori con moderate limitazioni urbanistiche per cui *ogni nuovo intervento deve essere preceduto da uno studio geologico di dettaglio che illustri le caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche, geotecniche e le condizioni di stabilità dell’area e individui ove necessario le soluzioni di mitigazione a livello di progetto esecutivo* .

In tale classe rientra la quasi totalità areale del P.I.3 di cui all’oggetto. Le criticità geomorfologiche rilevate in relazione alle prove penetrometriche sono rappresentate da generalizzati fenomeni d’instabilità diffusa delle coltri superficiali ed in parte anche del substrato in corrispondenza dei settori di versante dove le pendenze risultano più elevate (ZONA 1) e dove le caratteristiche geotecniche dei terreni risultano mediocri (ZONA 2). E’ importante segnalare (in base ad informazioni avute dalla popolazione locale) di un fenomeno di frana avvenuto nell’anno 2011 nel versante sottostante alla strada Castellino sovrastante al punto dove è stata effettuata la prova penetrometrica P5 come indicato nella planimetria sotto riportata: esso si colloca proprio in una porzione di versante ove sono previsti nuovi insediamenti edificatori.

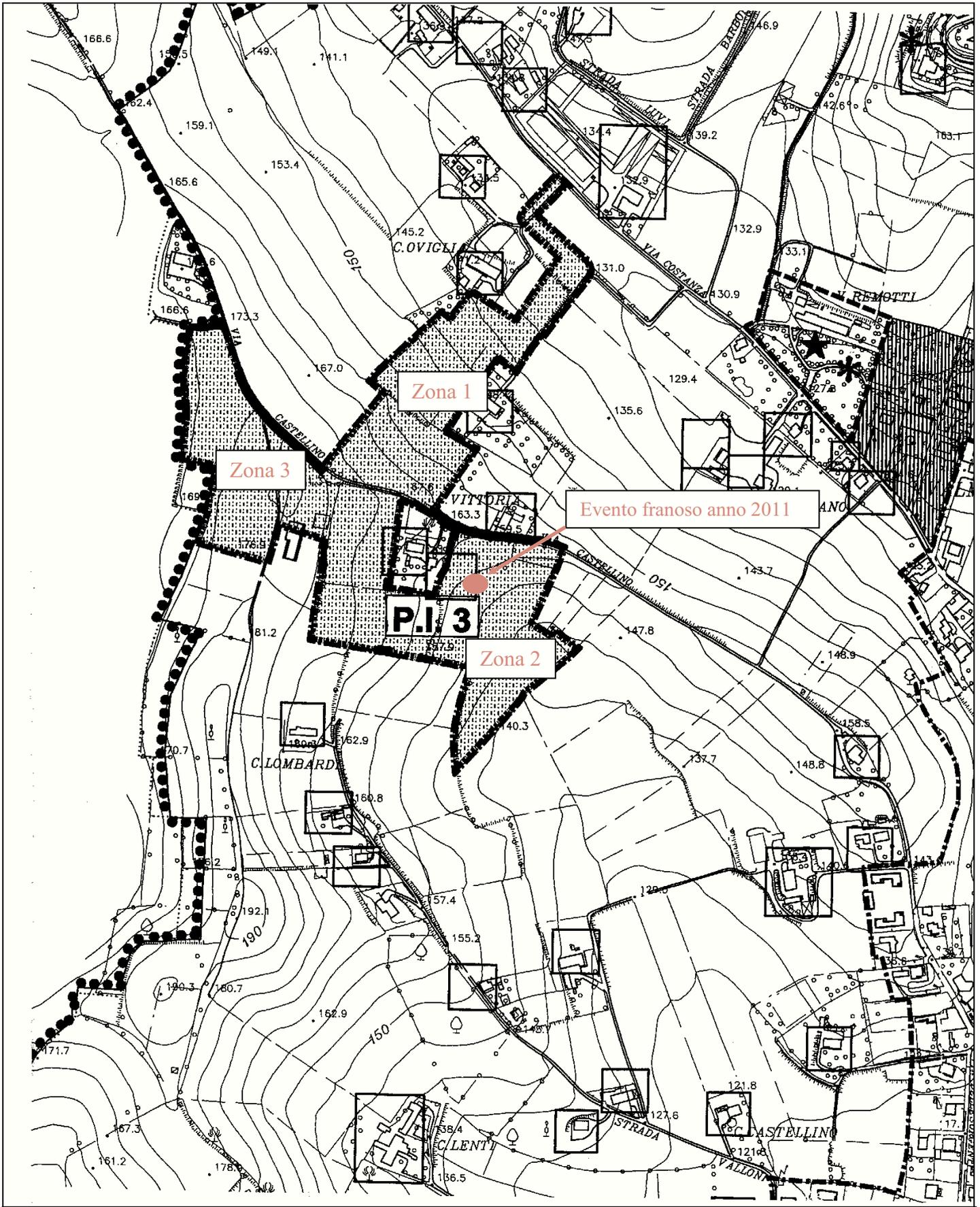
Il comparto P.I. 3 ed in particolare un settore di versante ad Ovest di Via Castellino al confine con il Comune di Castelletto Monferrato., rientra nella **classe IIb** della carta di sintesi del P.R.G.C. definita come *settori di versante ad acclività medio/moderata localizzati al margine di settori acclivi e/o potenzialmente instabili* con settori caratterizzati da una moderata pericolosità geologica a cui corrispondono settori con moderate limitazioni urbanistiche per cui *oltre alle prescrizioni generali relative alla classe IIa ogni nuovo intervento deve essere subordinato alla realizzazione di un’adeguata campagna d’indagine geognostica e a specifiche verifiche di stabilità del versante* .

Sulla base di tali situazioni geomorfologiche le soluzioni idonee alla stabilità dei versanti in relazione alla realizzazione di futuri interventi edificatori, potranno definirsi in prima analisi attraverso una corretta regimazione delle acque di superficie mediante la realizzazione di drenaggi per la raccolta delle acque di percolazione e d’infiltrazione di superficie, mentre i piani di posa delle fondazioni degli edifici dovranno superare il suolo agrario e la coltre di alterazione dotata di scadenti parametri geotecnici come riscontrato attraverso le prove penetrometriche ed esse dovranno essere ancorate al substrato compatto.

Tali considerazioni valgono come carattere generale nel contesto della presente relazione di fattibilità geologica, mentre relativamente ad ogni edificio in progetto si dovranno effettuare indagini geognostiche del sottosuolo con relazioni geologiche e geotecniche come previsto dal D.M. 14/0172008 (NTC).

Un ulteriore porzione areale marginale del Comparto P.I.3 rientra nella **classe IIIa3** della carta di sintesi del P.R.G.C. ed essa è definita come *settore di versanti ad acclività elevata e/o potenzialmente instabili* caratterizzata da settori in cui sussistono condizioni di pericolosità geologica a cui corrispondono settori con limitazioni urbanistiche, trattasi di *porzioni inedificate. Tali settori non sono idonei a ospitare nuovi insediamenti. Per gli edifici isolati eventualmente presenti si potranno prevedere interventi specificati nelle Norme di Attuazione del Piano. Gli interventi nelle aree comprese entro perimetri di dissesti sono comunque regolati dalle Norme di Attuazione del PAI* .

La parte terminale del versante sottostante Via Castellino in corrispondenza dei terreni di fondovalle limitrofi a Via Costanza, è infine inserita nella carta di sintesi del P.R.G.C nella *classe IId* definita come *settori di fondovalle potenzialmente condizionabili da fenomeni di allagamento a bassa energia e tiranti modesti e/o da bassi valori di soggiacenza della falda freatica* per cui *oltre alle prescrizioni generali relative alla classe IIa, ogni nuovo intervento edilizio deve essere supportato da uno studio geologico e idraulico che ne giustifichi la fattibilità e individui ove necessario le soluzioni di mitigazione e livello di progetto esecutivo. In tale classe non è consentita la realizzazione di piani seminterrati. La realizzazione di piani seminterrati, per i quali vengono esclusi usi abitativi, non dovrà interferire con il regime della falda idrica e sarà pertanto subordinata ai risultati di preventive indagini svolte alla verifica della soggiacenza della falda e della relativa escursione massima annuale e storica dalla quale dovrà essere garantito un franco di lamento 50 cm .*

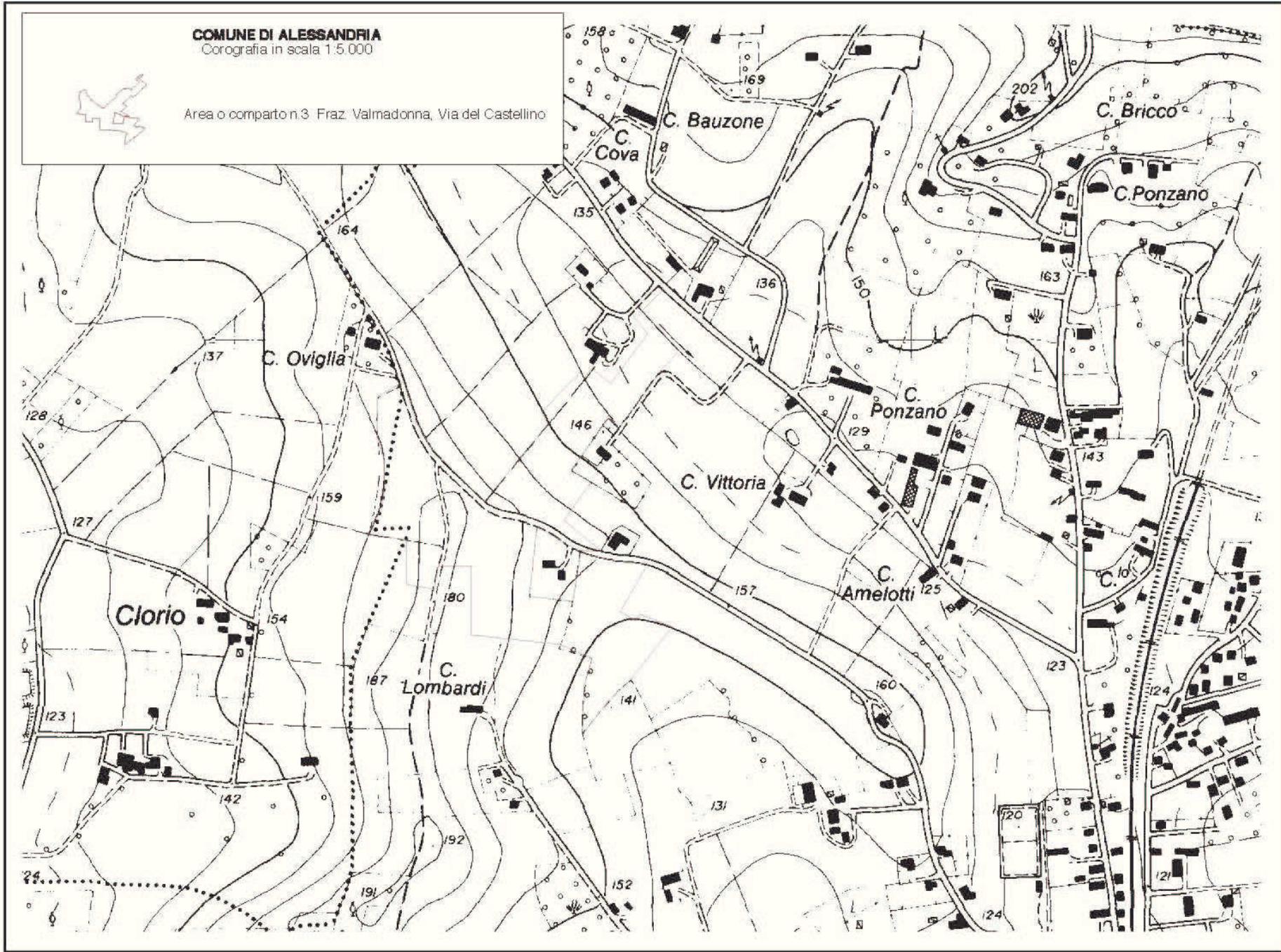


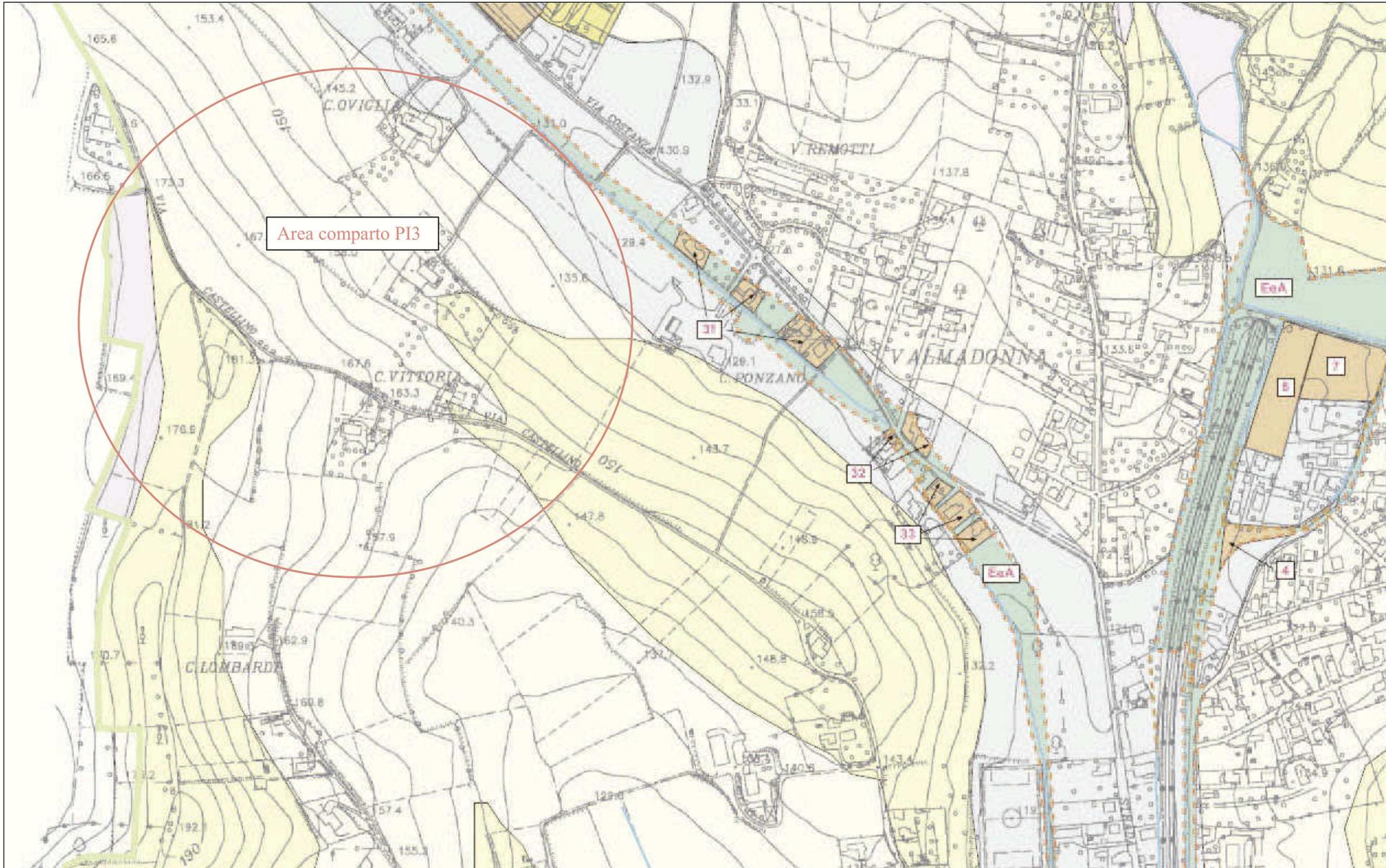
Planimetria P.R.G.C. comparto P.I.3

**COMUNE DI ALESSANDRIA**  
Corografia in scala 1:5.000



Area o comparto n.3 Fraz. Valmadonna, Via del Castellino





Stralcio Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'ideoneità all'utilizzo urbanistico dell'area collinare"  
 Norme di Attuazione: allegato 2 (P.R.G.C 1990 III Variante Strutturale 2007 (SRT. 2 l.r: 1/2007)

#### 4.0 Pericolosità sismica del sito

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 gennaio 2010** 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, come indicato nelle tavole sotto riportate.

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 5.1.

In base ai dati della prova MASW il suolo di fondazione appartiene alla **categoria C** ovvero come "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti (con spessori > 30 m e miglioramento graduale di proprietà meccaniche con la profondità) con valori del VS30 compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero NSPT30 compresi tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa e  $C_u$  variabile da 70 a 250 kPa nei terreni a grana fina).".

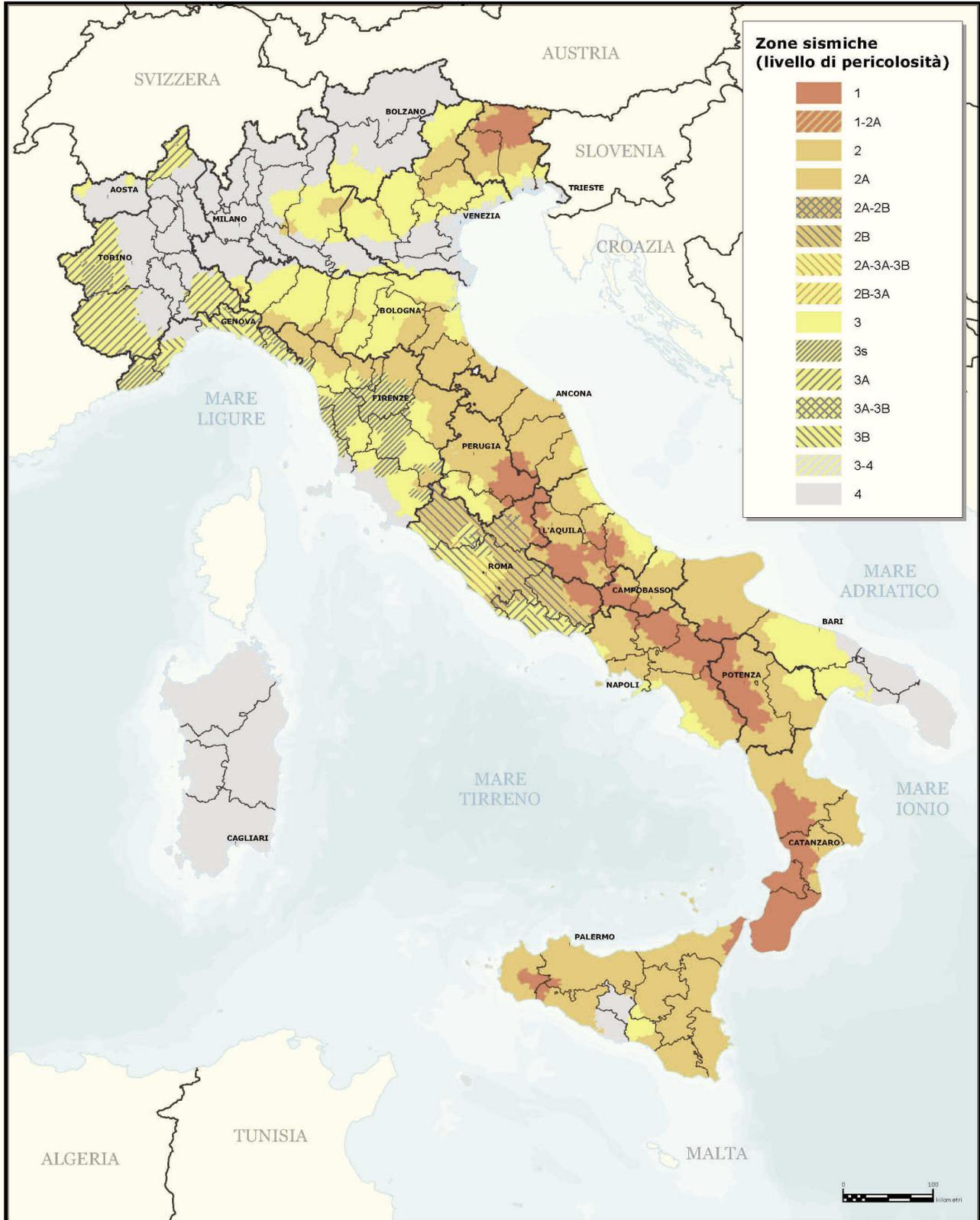


Presidenza del Consiglio dei Ministri  
**Dipartimento della protezione civile**  
 Ufficio prevenzione, valutazione e mitigazione del rischio sismico

## 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.





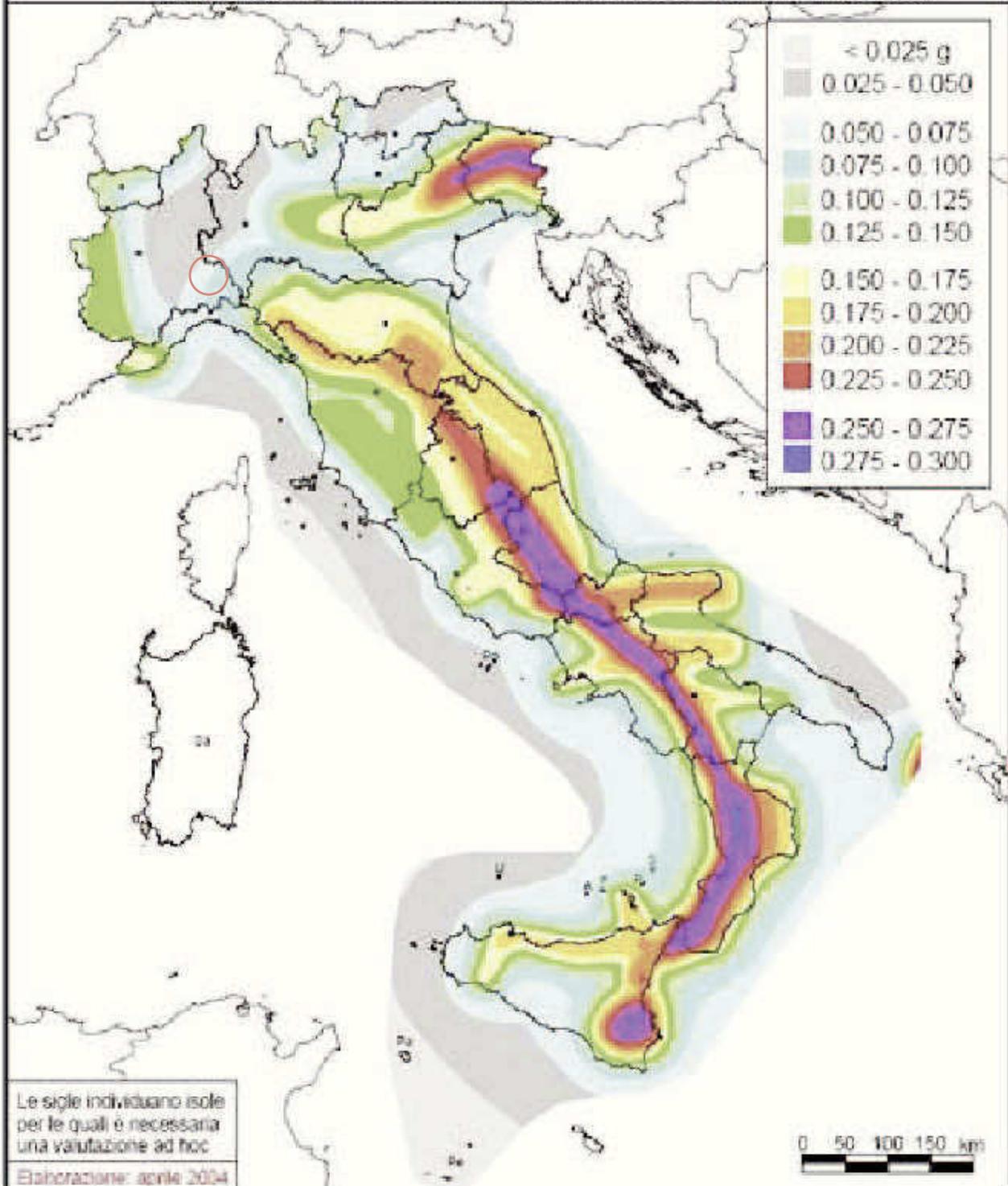
**ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA**

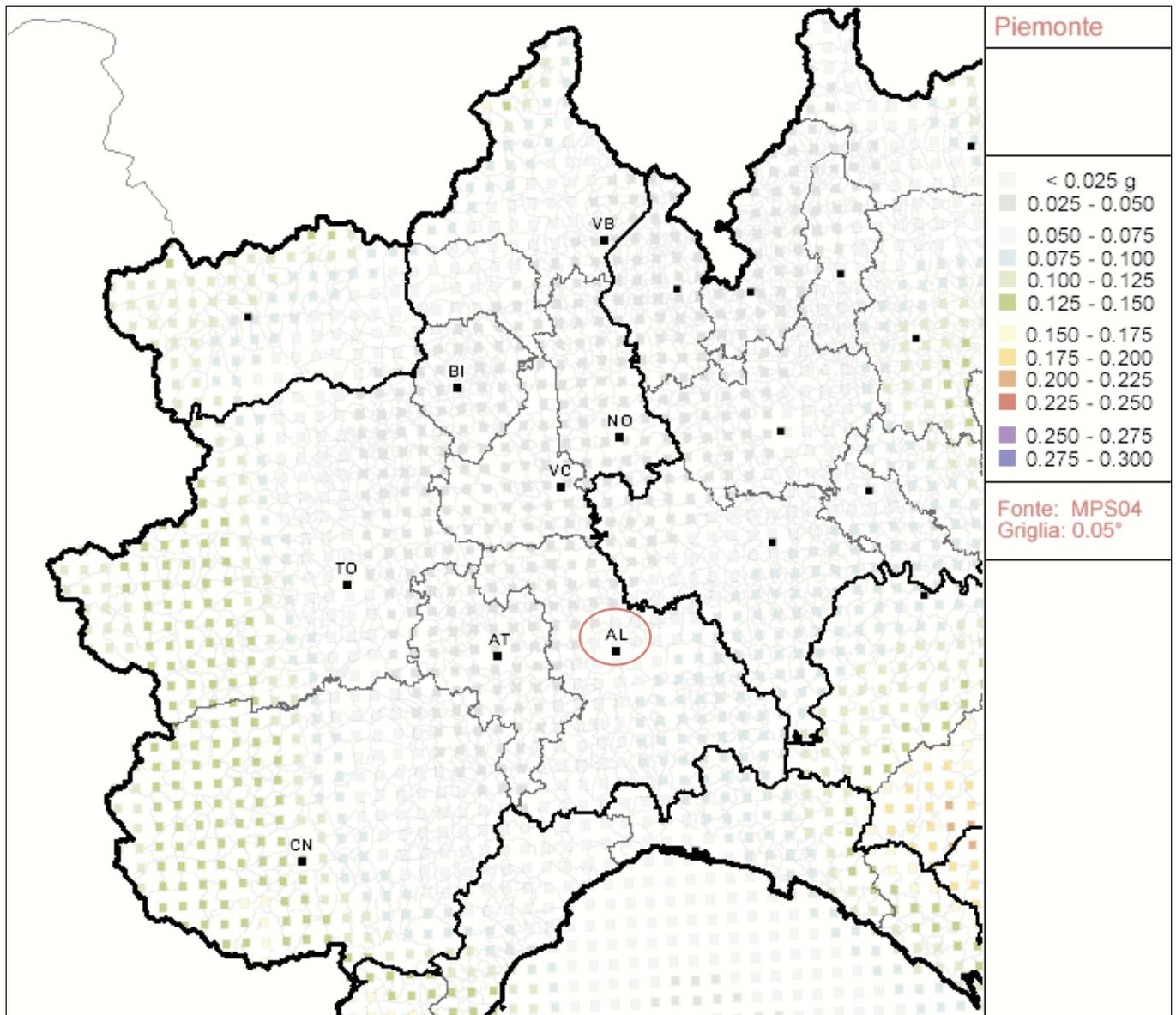
## Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

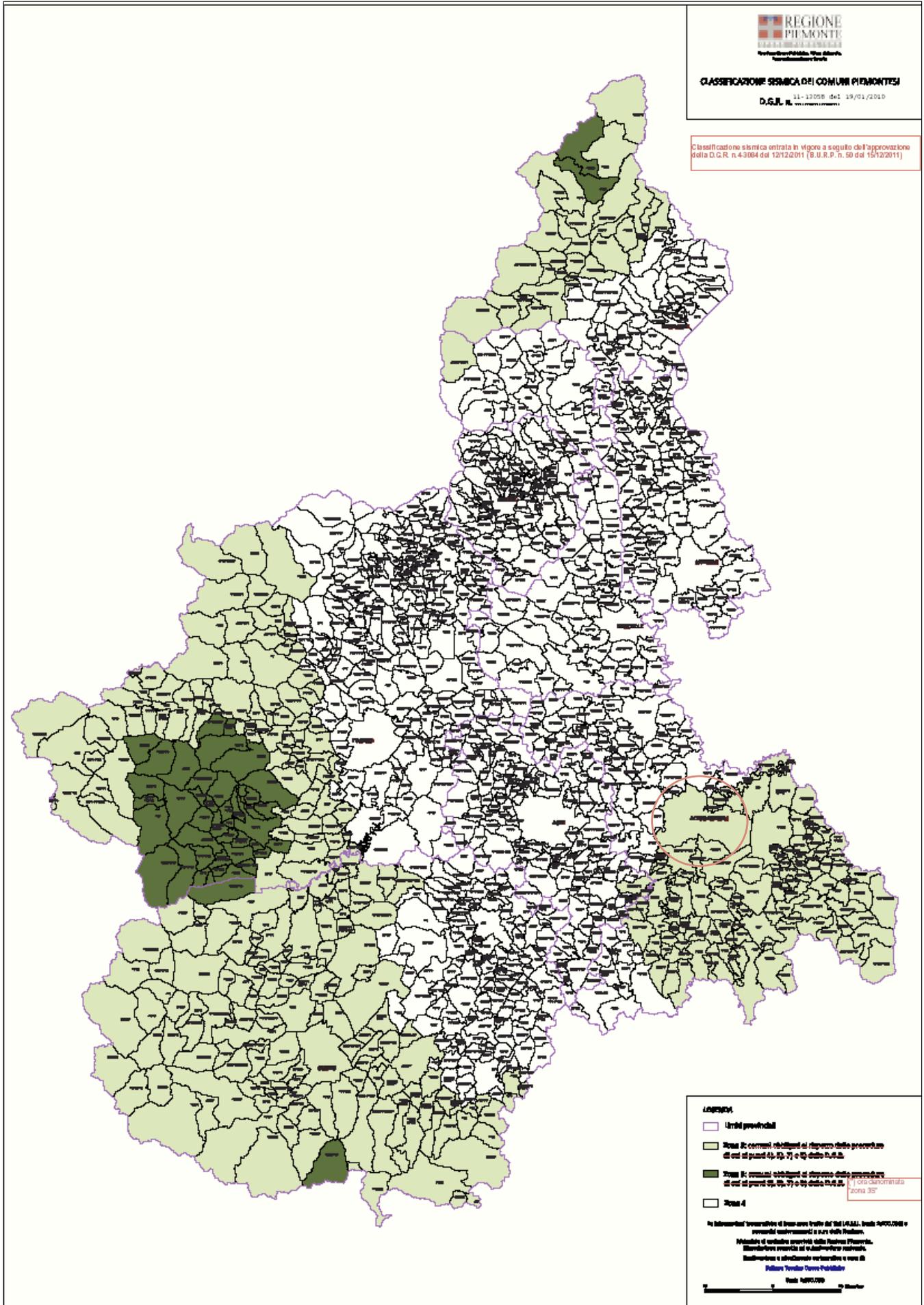
(informato: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

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

riferta a suoli rigidi ( $V_{s,0} > 800$  m/s, cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14/09/2005)







nuova classificazione sismica (19 gennaio 2010)



**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 tipi 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



Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274)  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

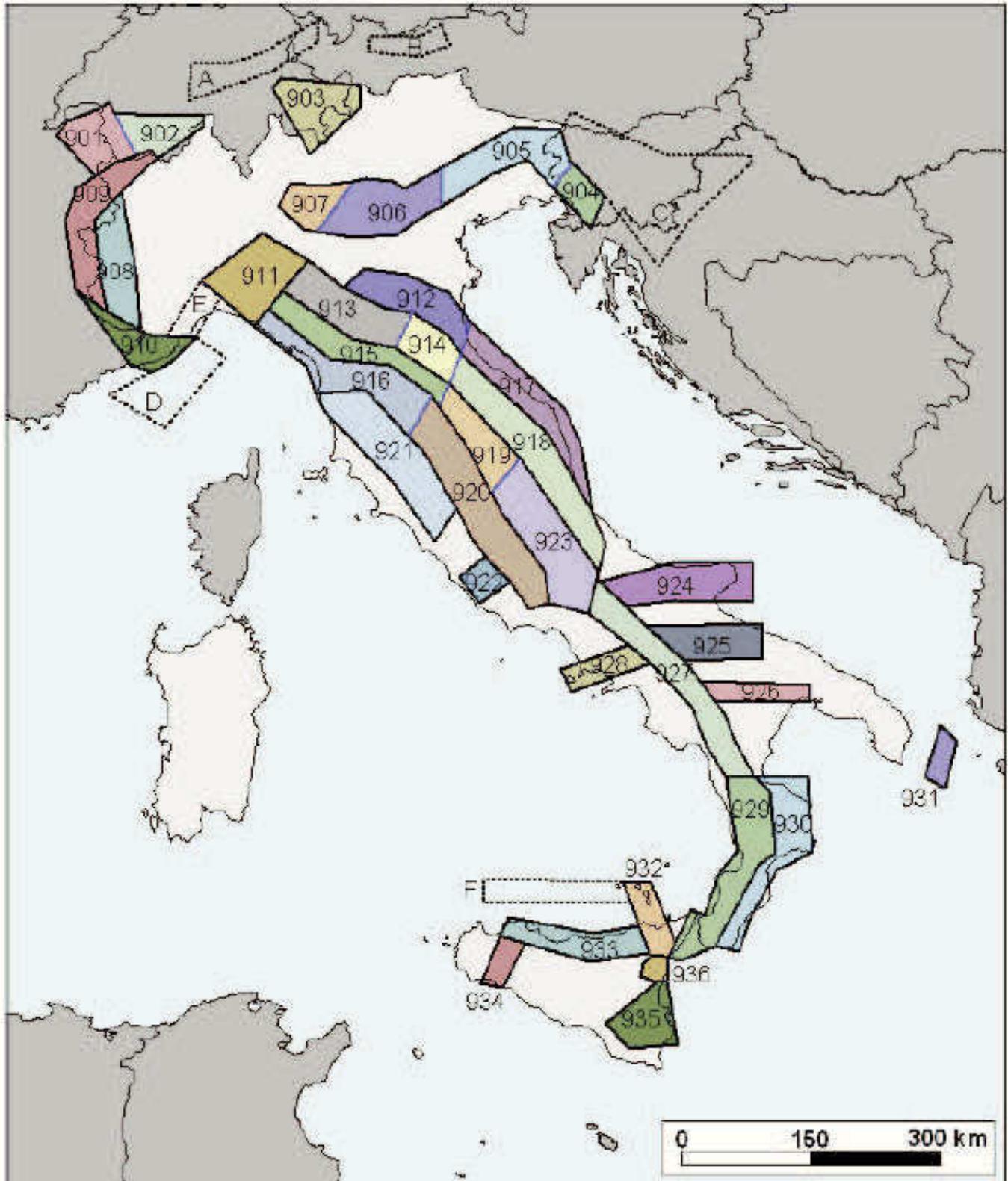


Figura 2 - Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il significato del colore (blu o nero) dei bordi delle zone è spiegato nel testo. Il colore delle zone non è invece significativo.

Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274)  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

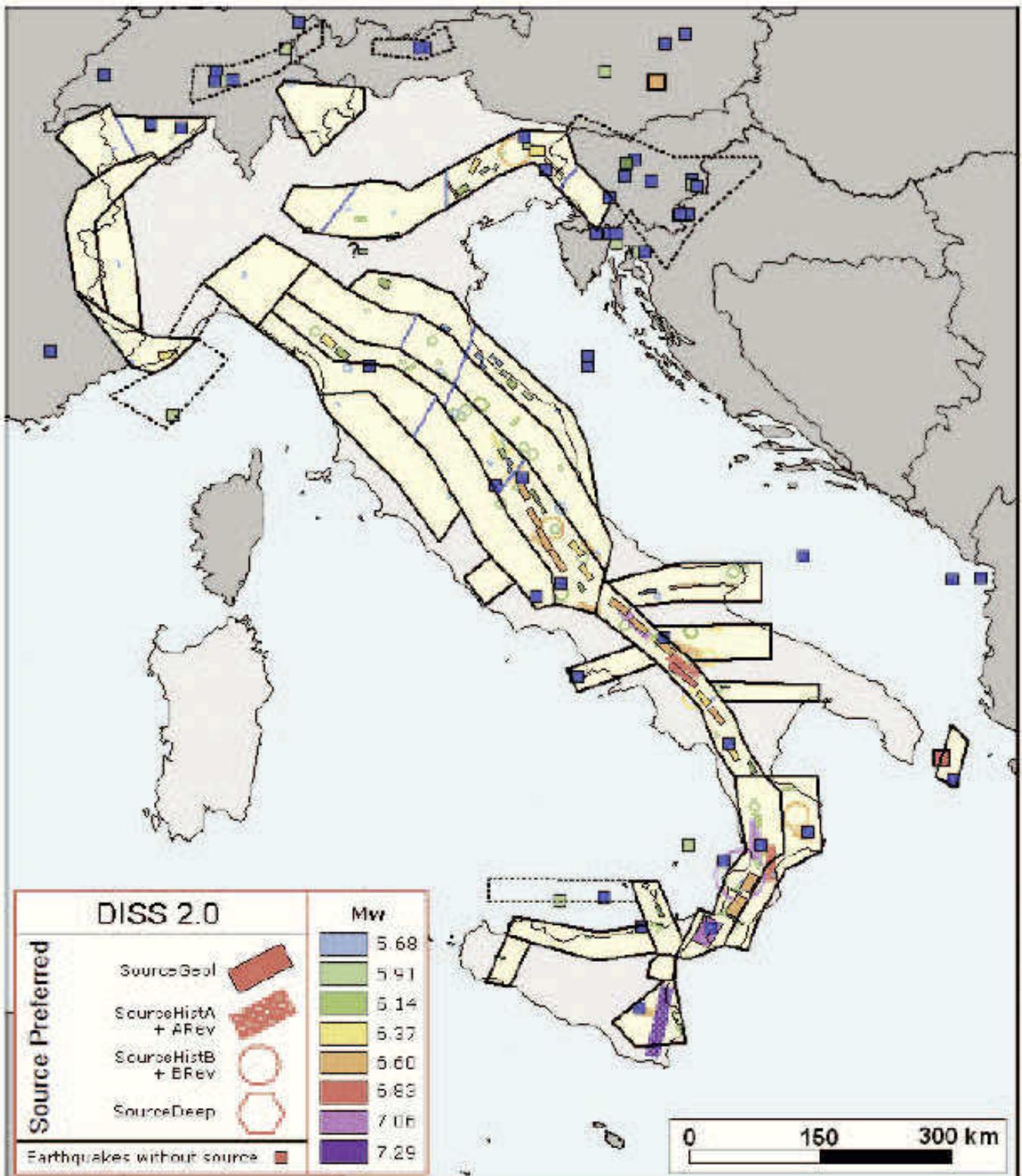


Figura 3 - Zonazione sismogenetica ZS9 a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel *database* DISS 2.0. Ogni sorgente è rappresentata utilizzando una scala cromatica che esprime la magnitudo  $M_w$  del terremoto atteso per la sorgente stessa. I simboli quadrati indicano terremoti presenti nel catalogo di riferimento (CPTI2) ma non associati ad una specifica sorgente di DISS 2.0. La loro magnitudo viene

### Descrizione delle zone-sorgente di ZS9

Le 42 zone-sorgente di ZS9 sono state identificate con un numero (da **901** a **936**) o con una lettera (da **A** a **F**). Nel seguito le zone verranno descritte secondo un criterio geografico, partendo dall'arco alpino per arrivare alla Sicilia.

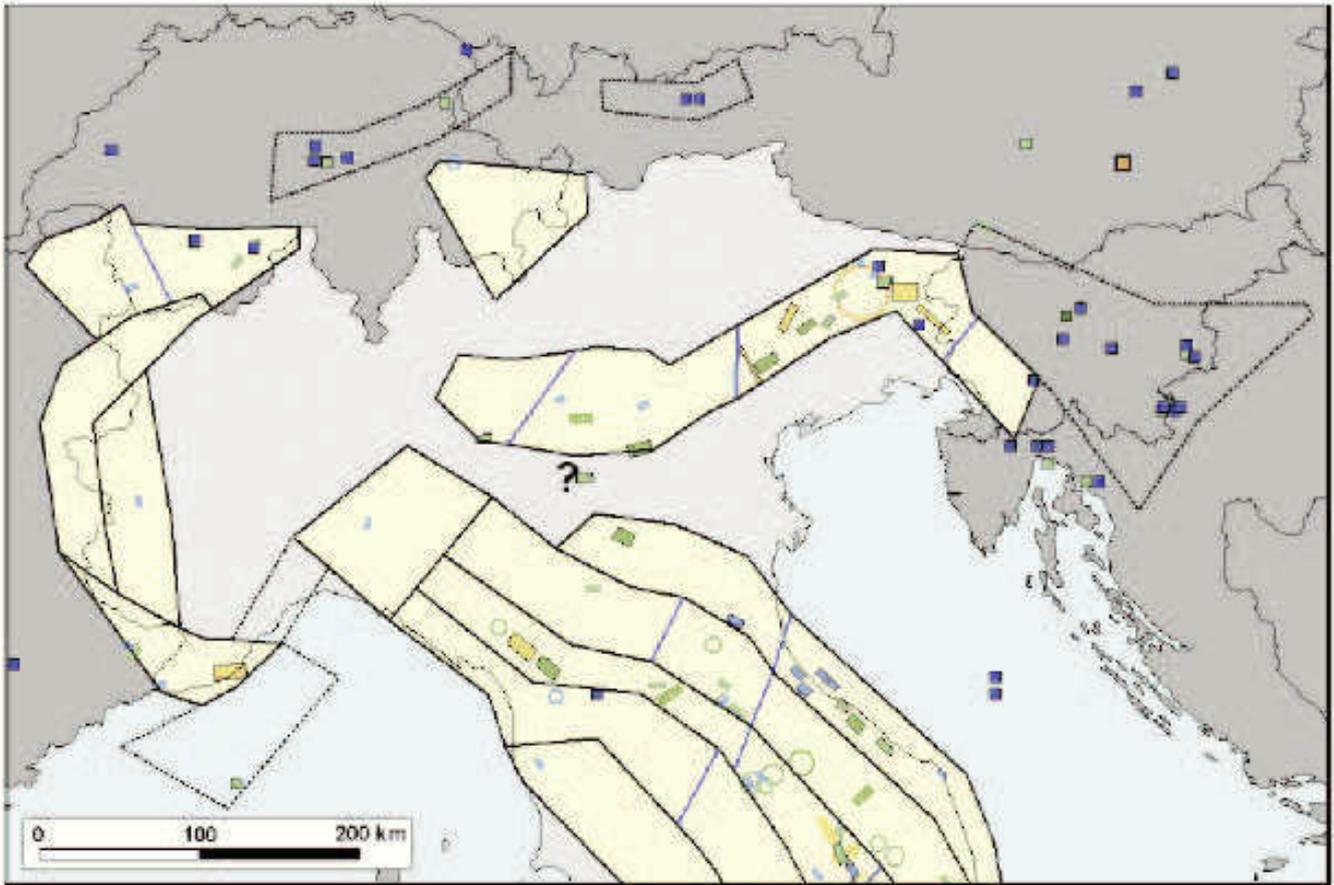


Figura 6 - Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia (bordi in nero) a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel *database* DISS 2.0. Il punto interrogativo è posto vicino alla sorgente "Mantova" sulla cui esistenza si discute nel testo. Per il significato dei simboli e della scala cromatica si veda la figura 3.

Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274)  
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

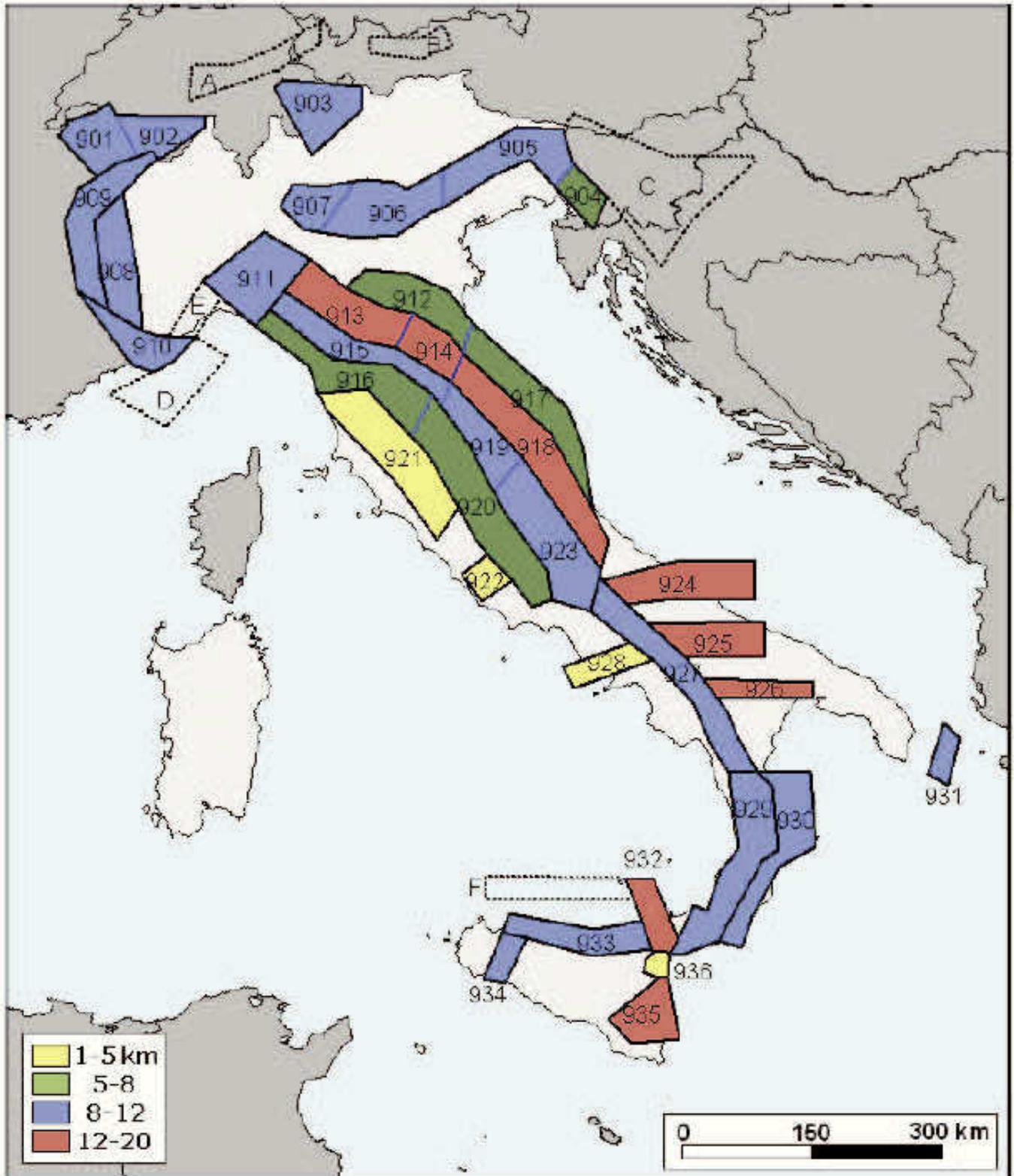


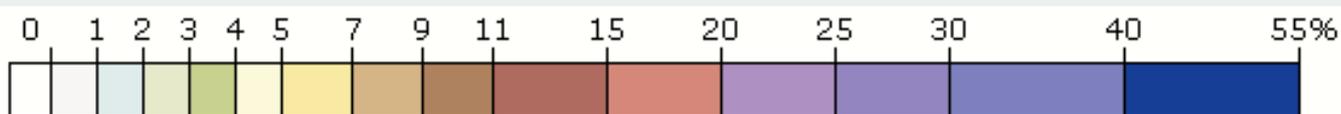
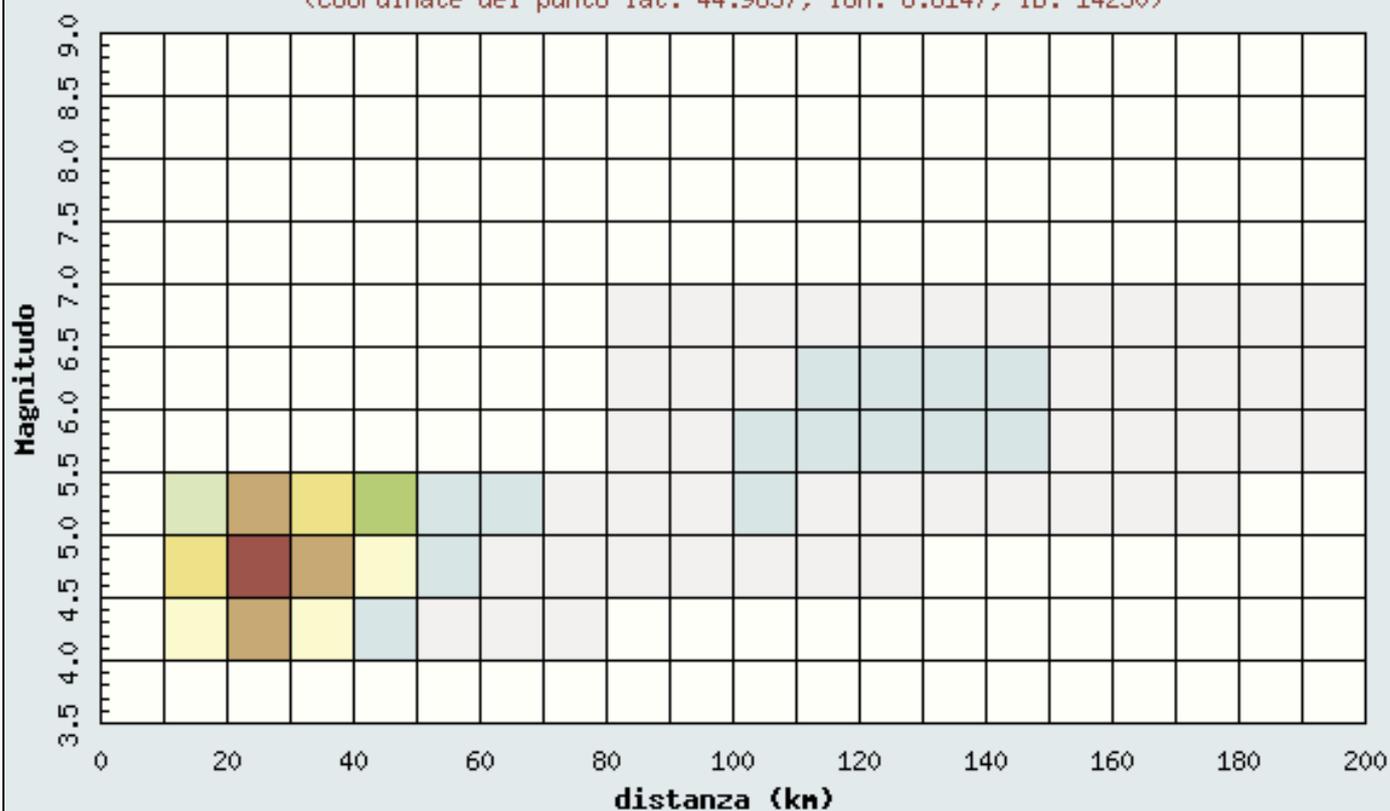
Figura 16 - Classi di profondità efficace assegnate alle diverse zone sismogenetiche di ZS9 sulla base del valore della moda (vedi figura precedente) e della forma della distribuzione di frequenza degli eventi in funzione della profondità (in km).

Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
901	18	15	2	4.0	8-12	8
902	34	25	2	3.8	8-12	10
903	23	19	2	4.5	8-12	9
904	13	9	1	3.4	5-8	7 *
905	181	110	32	4.8	5-8	8 *
906	41	34	13	4.7	5-8	8 *
907	33	19	7	4.2	5-8	8 *
908	495	128	25	3.7	8-12	10
909	263	94	9	4.1	8-12	10
910	80	24	2	3.4	8-12	10
911	126	91	18	4.1	8-12	8
912	180	141	54	4.6	5-8	7
913	767	362	100	4.8	12-20	13
914	878	542	131	4.5	12-20	13
915	614	346	65	4.2	8-12	8
916	140	83	16	4.6	5-8	6 *
917	103	71	22	4.9	5-8	7
918	455	179	26	4.2	12-20	13
919	3001	1545	421	5.0	8-12	8
920	296	201	39	4.6	5-8	6 *
921	97	63	9	4.0	1-5	4 #
922	355	146	29	3.9	1-5	4 #
923	1195	663	139	5.4	8-12	9
924	442	308	65	4.4	12-20	13
925	41	24	5	3.9	12-20	13
926	85	55	15	5.0	12-20	13
927	1507	654	139	5.0	8-12	10
928	15	9	1	3.9	1-5	3 #
929	522	294	73	3.9	8-12	10
930	193	128	41	4.3	8-12	10
931	2	2	2	3.7	8-12	10 *
932	277	194	55	4.3	12-20	13
933	413	162	44	4.4	8-12	10
934	8	6	3	3.7	8-12	10
935	45	34	6	3.7	12-20	13
936	374	283	67	4.3	1-5	3 #

Tabella 1. Simboli: #: Valore fissato (zona di vulcanismo recente). \*: "Giudizio Esperto"

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
 Disaggregazione del valore di  $a(g)$  con probabilita' di eccedenza  
 del 10% in 50 anni

(Coordinate del punto lat: 44.9857, lon: 8.6147, ID: 14250)



Contributo percentuale alla pericolosita'

Valori medi

Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.010	50.800	1.430

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.9857, lon: 8.6147, ID: 14250)										
	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	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	4.290	6.450	2.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	8.490	14.800	7.320	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	4.270	8.850	5.490	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	1.640	4.110	3.130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.592	1.980	1.860	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.116	0.888	1.080	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.001	0.299	0.580	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.075	0.378	0.142	0.138	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.084	0.790	0.730	0.540	0.088	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.118	1.080	1.300	0.940	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.039	0.840	1.380	1.130	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.002	0.578	1.380	1.350	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.333	1.310	1.390	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.163	1.140	1.300	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.032	0.483	0.527	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.004	0.194	0.205	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.107	0.157	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.058	0.121	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.087	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000

#### 4.1 Prove sismiche MASW

Nell'area oggetto d'intervento alla data del mese di maggio 2012 sono state effettuate **n.3 prove sismiche MASW** (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).

Per lo stendimento sismico sono stati utilizzati n.24 geofoni a 4,5 Hz infissi nel terreno, con distanza intergeofonica di 1,00 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 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 per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità

#### ELABORAZIONE

I dati MASW sono stati elaborati con il software WinMasw 4.3

Sulla destra il profilo verticale Vs identificato, in alto a sinistra lo spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. 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

**PROVA SISMICA MASW 1**



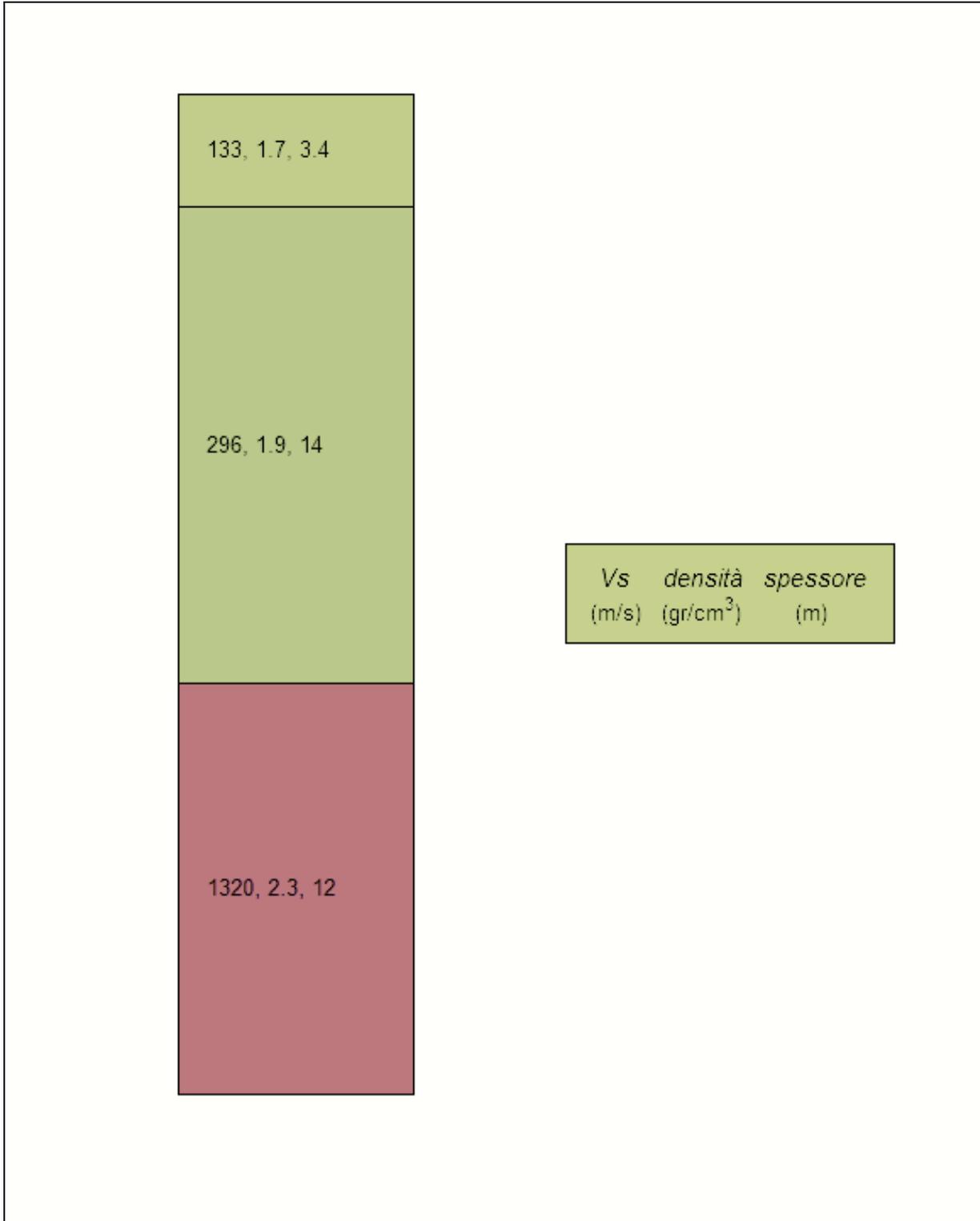
Stendimento sismico MASW 1



Stendimento sismico MASW 1

La prospezione sismica MASW 1 effettuata nell'area oggetto d'intervento ha individuato il seguente modello sismografico del sottosuolo:

- Da 0,00 a 3,40 m dal p.c. Vs pari a 133 m/sec; densità pari a 1,70 gr/cmc.
- Da 3,40 a 17,40 m dal p.c. Vs pari a 296 m/sec; densità pari a 1,90 gr/cmc.
- Da 17,40 a 30,00 m dal p.c. Vs pari a 1320 m/sec; densità pari a 2,30 gr/cmc.



**Modello medio MASW 1**

Vs (m/s): 133, 296, 1320

Deviazioni Standard (m/s): 5, 26, 210

Spessori (m): 3.4, 14.3

Deviazioni Standard (m): 0.3, 2.2

Tipo di analisi: onde di Rayleigh

**Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici**

Stima VP (m/s): 284, 629, 2958

Stima densità (gr/cm<sup>3</sup>): 1.75, 1.94, 2.32

Stima modulo di Poisson: 0.36, 0.36, 0.38

Stima modulo di taglio (MPa): 31, 170, 4039

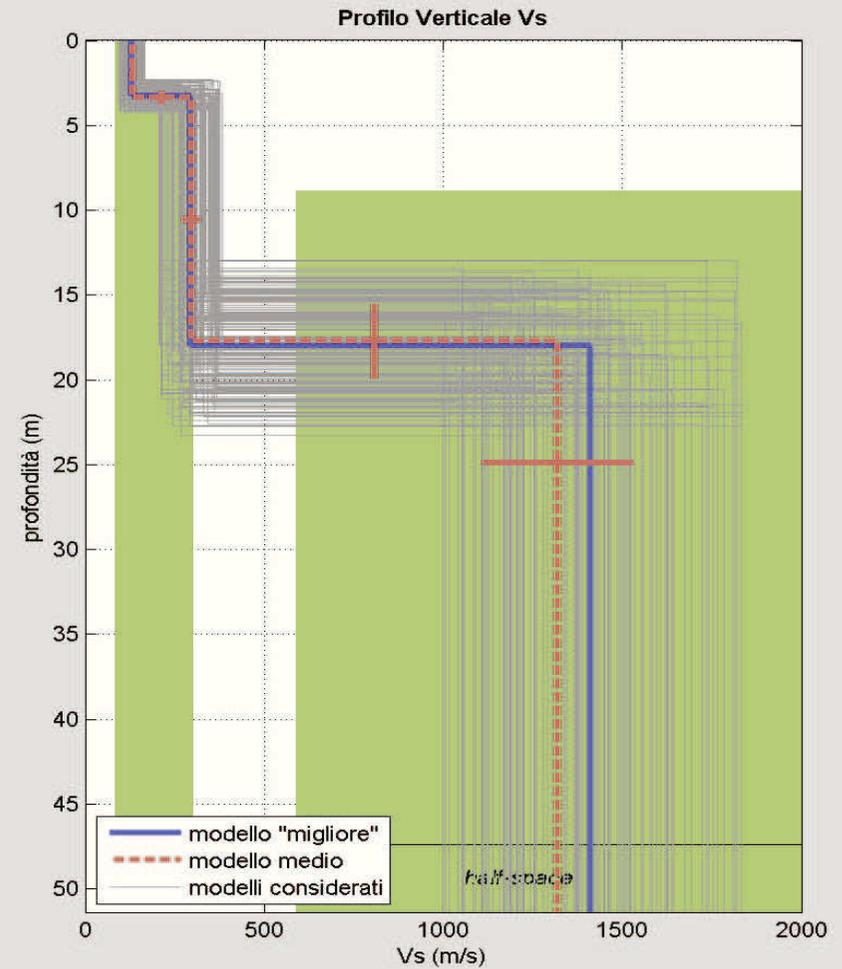
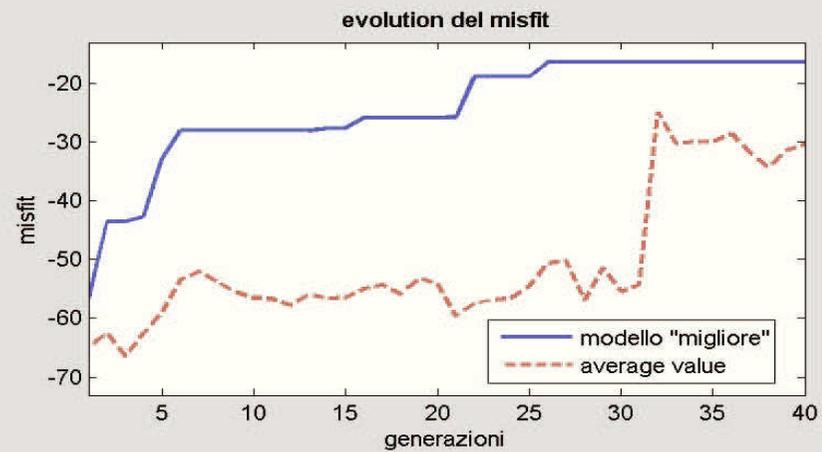
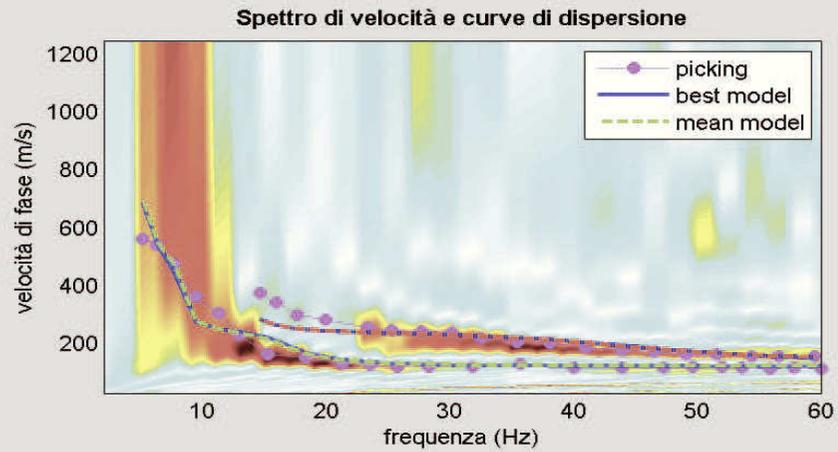
Stima modulo di compressione (MPa): 100, 541, 14897

Stima modulo di Young (MPa): 84, 462, 11113

Stima modulo di Lamé (MPa): 79, 428, 12204

**Vs30 (m/s): 361**

**CLASSE C**



dataset: VALMA3001.DAT

curve di dispersione: P1.cdp

VS30 (modello "migliore"): 358 m/s

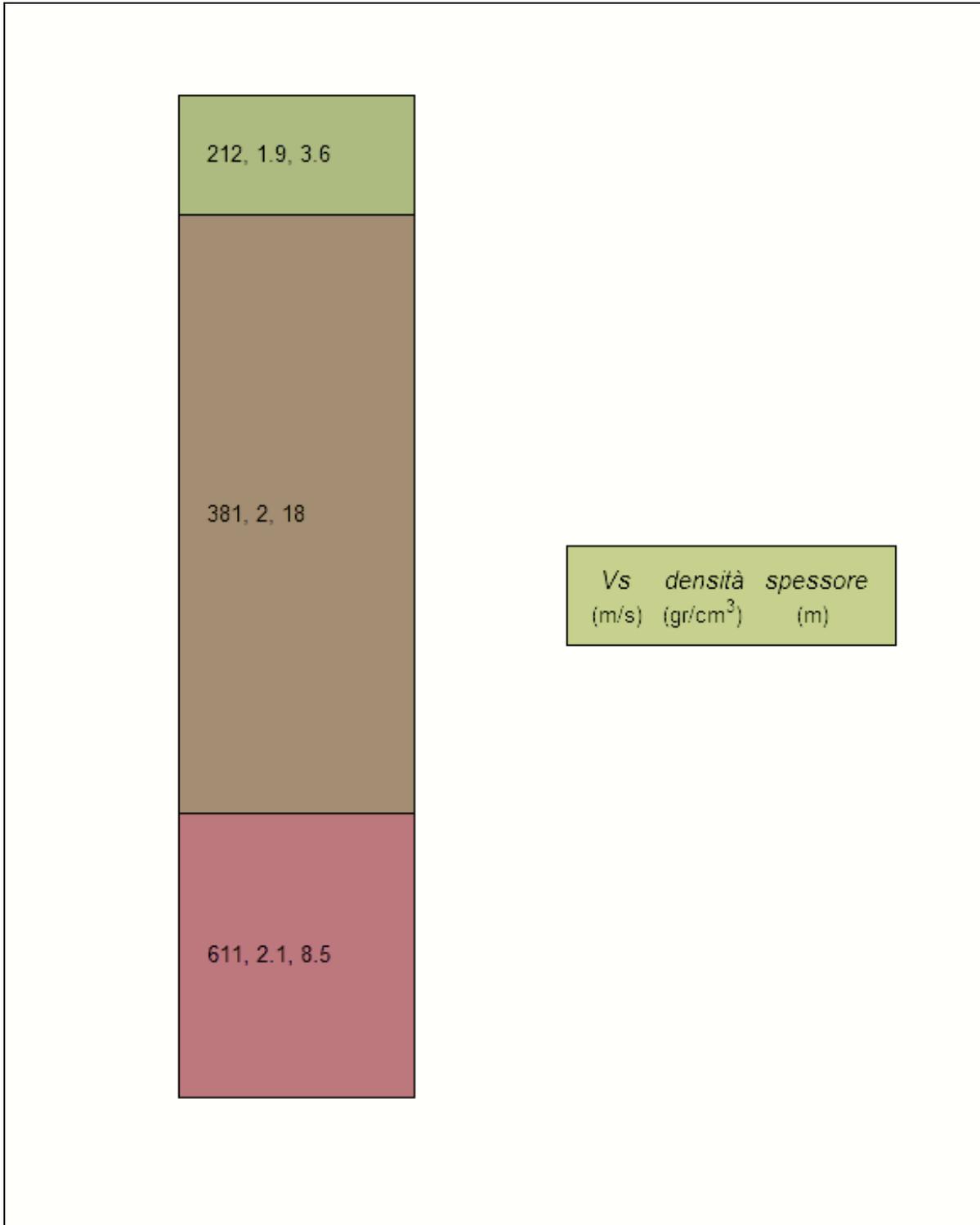
VS30 (modello medio): 361 m/s

**PROVA SISMICA MASW 2**

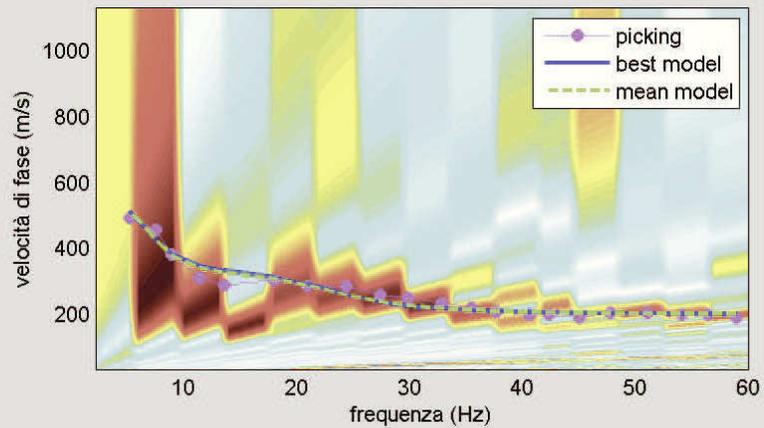
Stendimento sismico MASW 2

La prospezione sismica MASW 2 effettuata nell'area oggetto d'intervento ha individuato il seguente modello sismografico del sottosuolo:

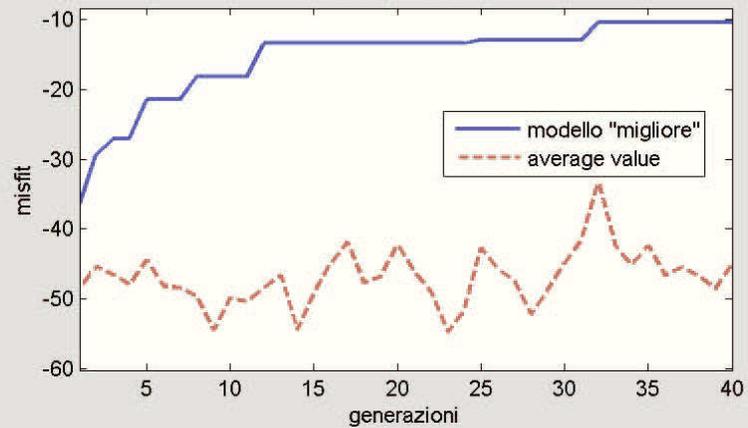
- Da 0,00 a 3,60 m dal p.c. Vs pari a 212 m/sec; densità pari a 1,70 gr/cmc.
- Da 3,60 a 21,6 m dal p.c. Vs pari a 381 m/sec; densità pari a 2,00 gr/cmc.
- Da 21,6 a 30,00 m dal p.c. Vs pari a 611 m/sec; densità pari a 2,10 gr/cmc.



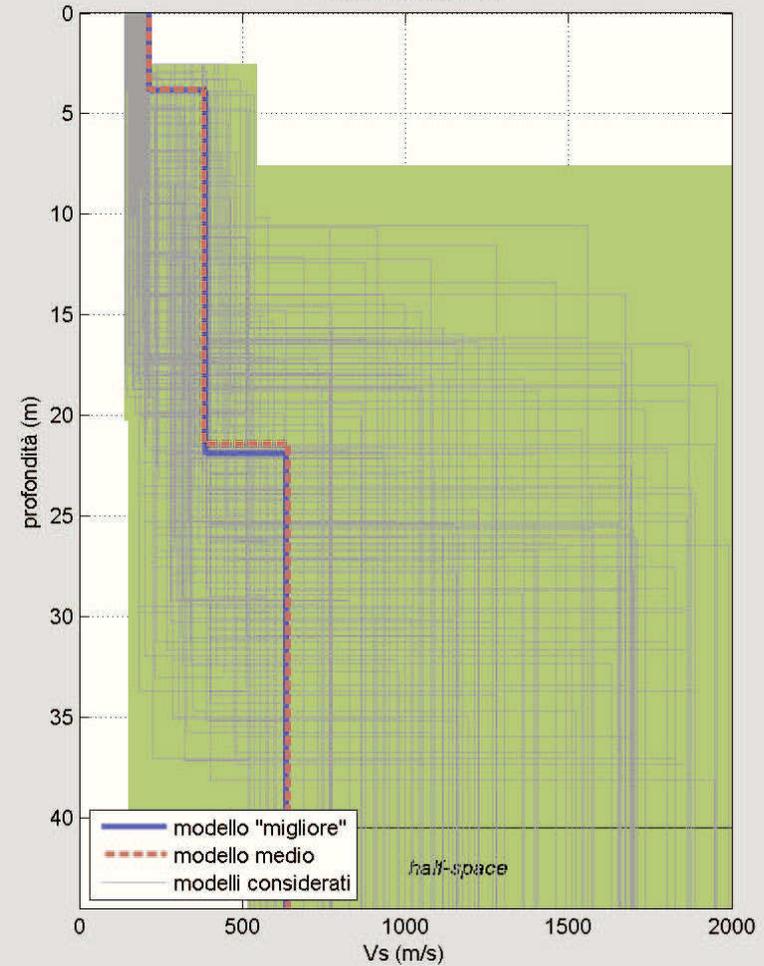
Spettro di velocità e curve di dispersione



evolution del misfit



Profilo Verticale Vs



dataset: VALMAD2001.DAT

curve di dispersione: MARTIN3.cdp

VS30 (modello "migliore"): 389 m/s

VS30 (modello medio): 389 m/s



**Modello medio MASW 2**

Vs (m/s): 215, 382, 641

Deviazioni Standard (m/s): 0, 0, 0

Spessori (m): 3.8, 17.6

Deviazioni Standard (m): 0.0, 0.0

Tipo di analisi: onde di Rayleigh

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici (VEDI MANUALE)

Stima VP (m/s): 448, 795, 1334

Stima densità (gr/cm<sup>3</sup>): 1.86, 2.00, 2.12

Stima modulo di Poisson: 0.35, 0.35, 0.35

Stima modulo di taglio (MPa): 86, 292, 873

Stima modulo di compressione (MPa): 259, 874, 2616

Stima modulo di Young (MPa): 232, 787, 2356

Stima modulo di Lamé (MPa): 201, 680, 2034

Vs30 (m/s): 389

**CLASSE C**

**PROVA SISMICA MASW 3**

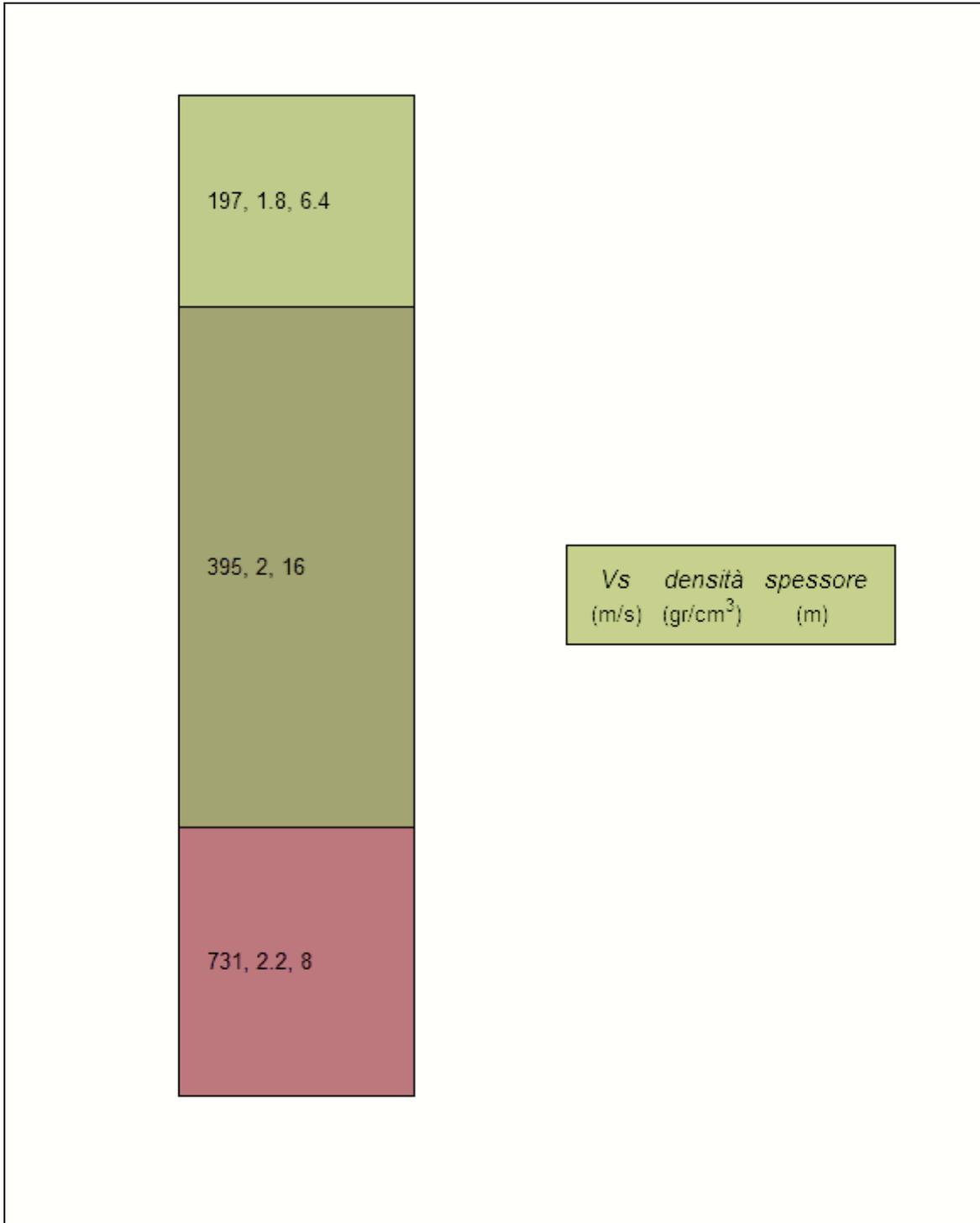
Stendimento sismico MASW 3

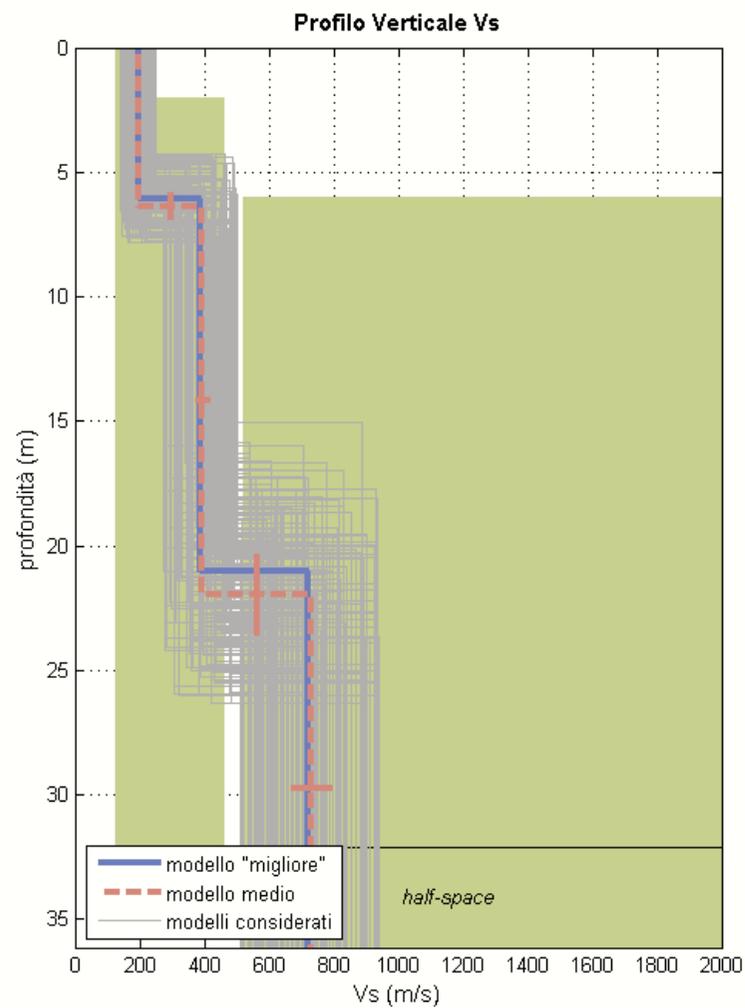
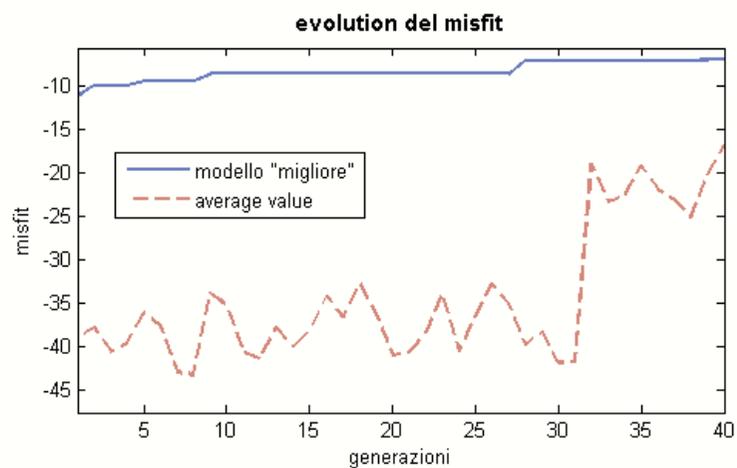
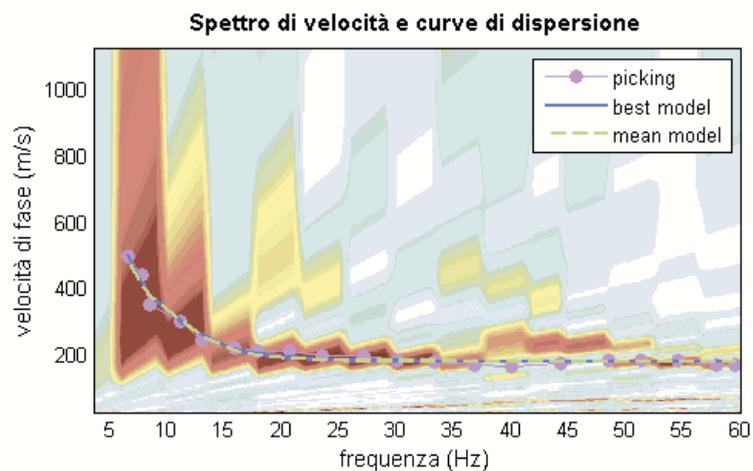


Stendimento sismico MASW 3

La prospezione sismica MASW 3 effettuata nell'area oggetto d'intervento ha individuato il seguente modello sismografico del sottosuolo:

- Da 0,00 a 6,40 m dal p.c. Vs pari a 197 m/sec; densità pari a 1,80 gr/cmc.
- Da 6,40 a 22,40 m dal p.c. Vs pari a 395 m/sec; densità pari a 2,00 gr/cmc.
- Da 22,40 a 30,00 m dal p.c. Vs pari a 731 m/sec; densità pari a 2,20 gr/cmc.





dataset: VALMADO3001.DAT

curve di dispersione: m8.cdp

VS30 (modello "migliore"): 366 m/s

VS30 (modello medio): 362 m/s

**Modello medio MASW 3**

Vs (m/s): 197, 395, 731

Deviazioni Standard (m/s): 3, 24, 64

Spessori (m): 6.4, 15.6

Deviazioni Standard (m): 0.5, 1.6

Tipo di analisi: onde di Rayleigh

Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima VP (m/s): 416, 797, 1536

Stima densità (gr/cm<sup>3</sup>): 1.84, 2.00, 2.16

Stima modulo di Poisson: 0.36, 0.34, 0.35

Stima modulo di taglio (MPa): 71, 312, 1153

Stima modulo di compressione (MPa): 223, 854, 3554

Stima modulo di Young (MPa): 194, 834, 3122

Stima modulo di Lamé (MPa): 176, 646, 2785

Vs30 (m/s): 362

**CLASSE C**

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 - Depositi 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).**

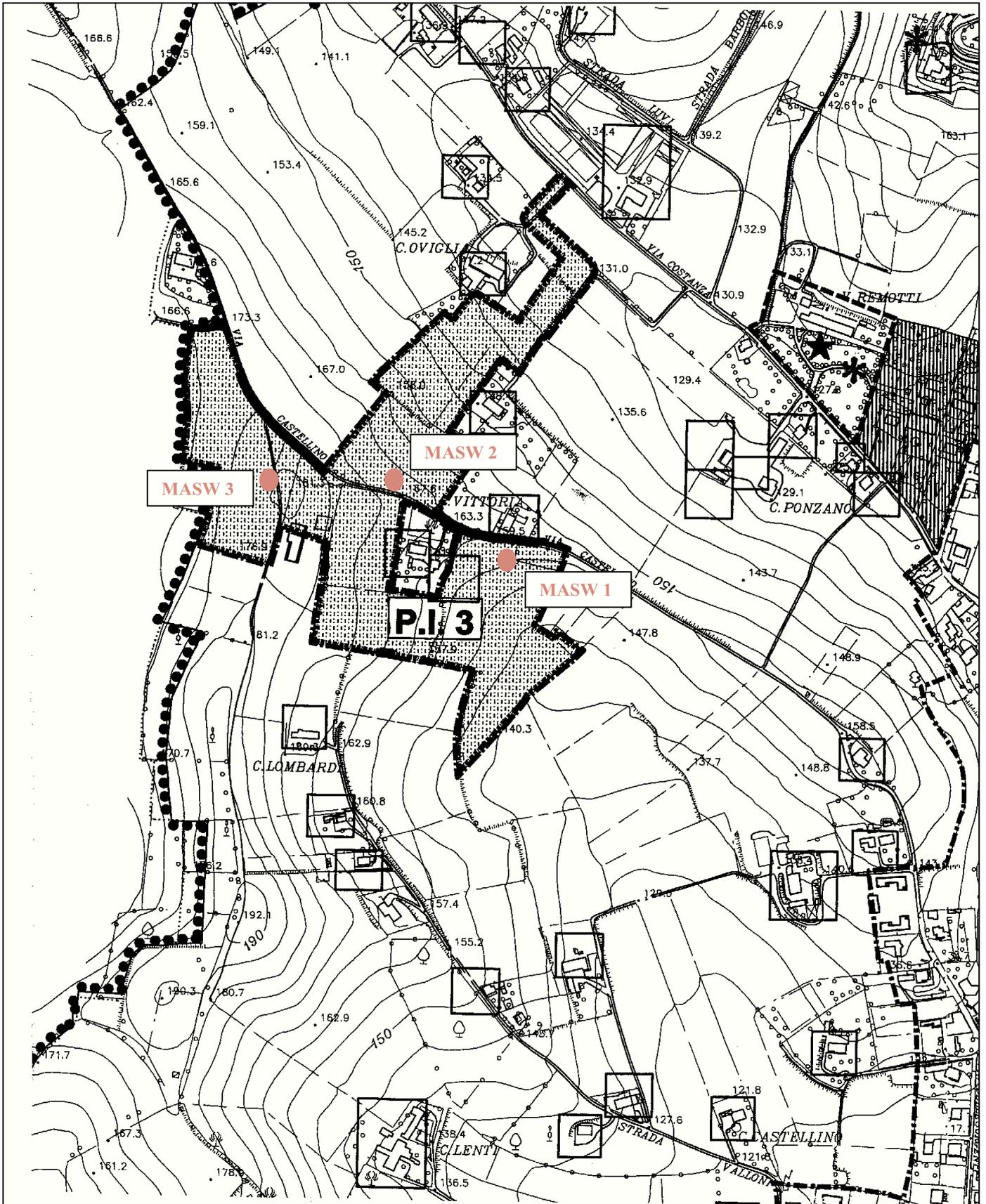
D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana 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 - Depositi 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 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.



**Planimetria P.R.G.C. comparto P.I.3**  
**MASW 1-3 Prove sismiche**

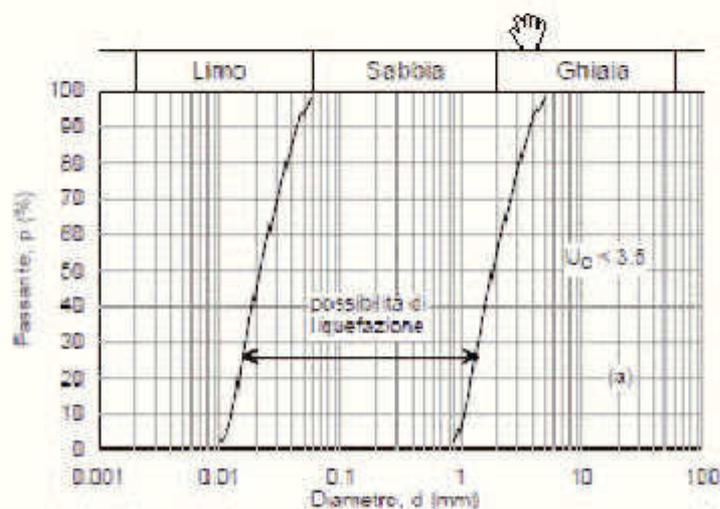
#### 4.2 Verifica a liquefazione terremi del sito

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  $U_c > 3.5$ .



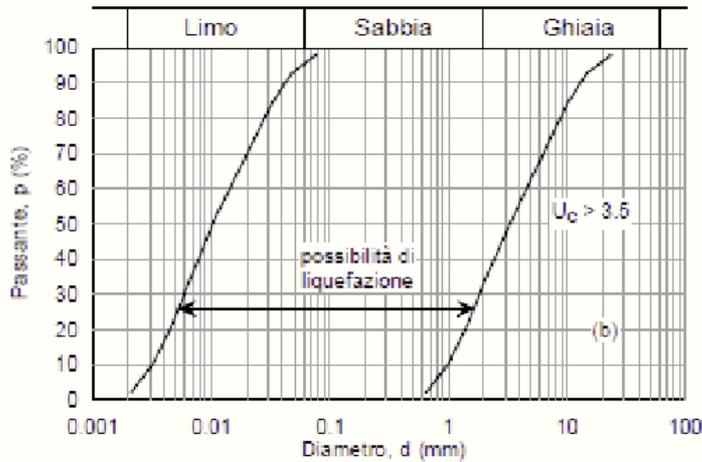


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

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)** essa **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 5.10, quindi superiore a 5.

Per quanto riguarda gli aspetti sismici **la condizione di cui la punto (2)** essa **risulta soddisfatta**, in quanto il valore di  $A_g$  è inferiore a 0.1 g.

Per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici **la condizione di cui la punto (3)** **non risulta soddisfatta**, in quanto la falda si pone a quote più alte rispetto la quota di riferimento pari a 15 metri.

Per quanto riguarda gli aspetti granulometrici e sedimentologici, **la condizione di cui la punto (4)** **risulta soddisfatta in quanto** trattasi di terreni limoso argillosi e marnosi prevalentemente coesivi CON ASSENZA DI LIVELLI SIGNIFICATIVI DI SABBIE OMOGENNE SATURE.

## **I TERRENI NON RISULTANO LIQUEFACIBILI AD AZIONE SISMICA**

### 4.3 Parametri Spettri Sismici

Di seguito sono riportati i parametri sismici del sito come richiesti dal D.M. 14/01/2008. E' stato utilizzato il programma di calcolo Geo Stru. (Per quanto riguarda invece i parametri sismici di progetto essi dovranno essere calcolati in fase di progetto esecutivo relativamente ad ogni edificio previsto nell'ambito delle verifiche geotecniche come prescritto dal D.M. 14/01/2008).

#### PARAMETRI SISMICI

- 1) KHK coefficiente di inerzia del suolo;
- 2) KHI .coefficiente di inerzia orizzontale e verticale e KV della struttura (dipende dalle caratteristiche strutturali dell'opera);

#### DATI DI CALCOLO ED ASSUNZIONI DI BASE:

- a) coordinate geografiche WGS 84 sessagesimale, convertite successivamente in EDN50 (European Datum 50)- LATITUDINE E LONGITUDINE;
- a) TIPO DI COSTRUZIONE: 2 (D.M. 14/01/08, PUNTO 2.4.1)
- b) ANNI DI RIFERIMENTO:  $\geq 50$
- c) CLASSE D'USO STRUTTURA prevista, presunta: II – (D.M. 14/01/08, PUNTO 2.4.2 -2.4.3)
- d) COEFFICIENTE D'USO  $C_u$ : 1.0 (D.M. 14/01/08, PUNTO 2.4.2 -2.4.3)
- e) PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA:  $V_r = 50$  anni
- f) stato limite ultimo: SLV (STATO SALVAGUARDIA DELLA VITA);
- g) PROBABILITA' DI SUPERAMENTO NEL PERIODO  $V_r$ : 10%
- h) PERIODO DI RITORNO PER LA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA (anni): 475
- i) categoria sottosuolo: C (dato più cautelativo da prospezioni sismiche MASW);
- l) categoria topografica : T2 (pendio)
- m) altezza struttura/muro. Da definire dal Progettista
- n) fattore di struttura  $q$  da definire dal Progettista

**Parametri sismici del sito**

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,979412

longitudine: 8,601502

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 14249 Lat: 44,9829 Lon: 8,5442 Distanza: 4521,958

Sito 2 ID: 14250 Lat: 44,9857 Lon: 8,6147 Distanza: 1250,488

Sito 3 ID: 14472 Lat: 44,9358 Lon: 8,6187 Distanza: 5032,791

Sito 4 ID: 14471 Lat: 44,9329 Lon: 8,5482 Distanza: 6655,510

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,018 g

Fo: 2,525

Tc\*: 0,161 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,023 g

Fo: 2,502

Tc\*: 0,190 [s]

**Salvaguardia della vita (SLV):**

**Probabilità di superamento: 10 %**

**Tr: 475 [anni]**

**ag: 0,052 g**

**Fo: 2,582**

**Tc\*: 0,278 [s]**

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,064 g

Fo: 2,608  
Tc\*: 0,293 [s]

## Coefficients Sismici

## SLO:

Ss: 1,500  
Cc: 1,920  
St: 1,200  
Kh: 0,006  
Kv: 0,003  
Amax: 0,311  
Beta: 0,200

## SLD:

Ss: 1,500  
Cc: 1,820  
St: 1,200  
Kh: 0,008  
Kv: 0,004  
Amax: 0,403  
Beta: 0,200

## SLV:

**Ss: 1,500**  
**Cc: 1,600**  
**St: 1,200**  
**Kh: 0,019**  
**Kv: 0,009**  
**Amax: 0,914**  
**Beta: 0,200**

## SLC:

Ss: 1,500  
Cc: 1,570  
St: 1,200  
Kh: 0,023  
Kv: 0,012  
Amax: 1,131  
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)

CALOCOLO PARAMETRI SISMICI COEFFICIENTE KHK Autore: McCoy									
				T	Periodo fondamentale approssimato della struttura Da definire in fase progettuale per ogni singolo intervento edificatorio previsto				
Struttura (c, a, m)		Dato di progetto							
Altezza alla gronda, m		Dato di progetto							
ag T=0	<b>0,052</b>		<b>Khk</b>	<b>Inerzia del suolo</b>					
Ss	<b>1,5</b>		<b>0,01875</b>						
St	<b>1.2</b>								
Categoria sottosuolo	<b>C</b>								
beta s	0,2								
		NTC08 7.3.3.2							
		<b>Khk = bs*ag*Ss*St</b>							

Tabella 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0.30	0.28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0,1$	0.20	0.20

$$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$$

## 5.0 Prove penetrometriche

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 del mese di maggio 2012 nell'ambito del Comparto P.I. 3 oggetto d'indagine sono state effettuate n.6 prove penetrometriche nei punti ritenuti più idonei ad acquisire i principali parametri geotecnici del sottosuolo (si ribadisce il fatto che tali indagini andranno implementate nella fase di progetto esecutivo degli edifici).

### 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 30 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  $a = 60^\circ$
- 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: 73,5 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<sub>spt</sub> (Standard Penetrometion Test in foro):

$$1) \quad N_{Spt} = 1,00 \times N_{30}$$

dove:

N<sub>30</sub> = numero di colpi misurato all'affondamento ogni 30,00 cm delle aste penetrometriche;

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

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;

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

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;

Il programma di calcolo ha permesso inoltre di calcolare: il peso specifico del terreno ( $g$ ), il peso specifico del terreno sotto-falda ( $g'$ ), la pressione litostatica ( $S'V$ ) e la resistenza al taglio in condizioni non drenate ( $C_u$ ) delle argille sabbiose, l'angolo di attrito interno ( $f$ ), 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 ( $g$ ):** 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.

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

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

$$\Sigma \sigma'_{V} = \Sigma g'_{i,m} \cdot h'_{i,m} + \Sigma g_{i,m} \cdot h_{i,m}$$

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 ( $\phi$ ) 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  $C_u = R_p/20;$

**3) angolo di attrito interno ( $\phi$ ):** la determinazione dell'angolo di attrito interno ( $\phi$ ) 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  $\phi$ , 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  $\phi$

$$\Sigma \sigma'_{V}: \phi = f(R_p; (\Sigma \sigma'_{V}))$$

**4) 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:  $M_v = 1 / (\alpha \cdot R_p)$ .

I valori di  $\alpha$  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-

**5) modulo di reazione orizzontale ( $K_{orizz.}$ )** necessario per il calcolo dei cedimenti:

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

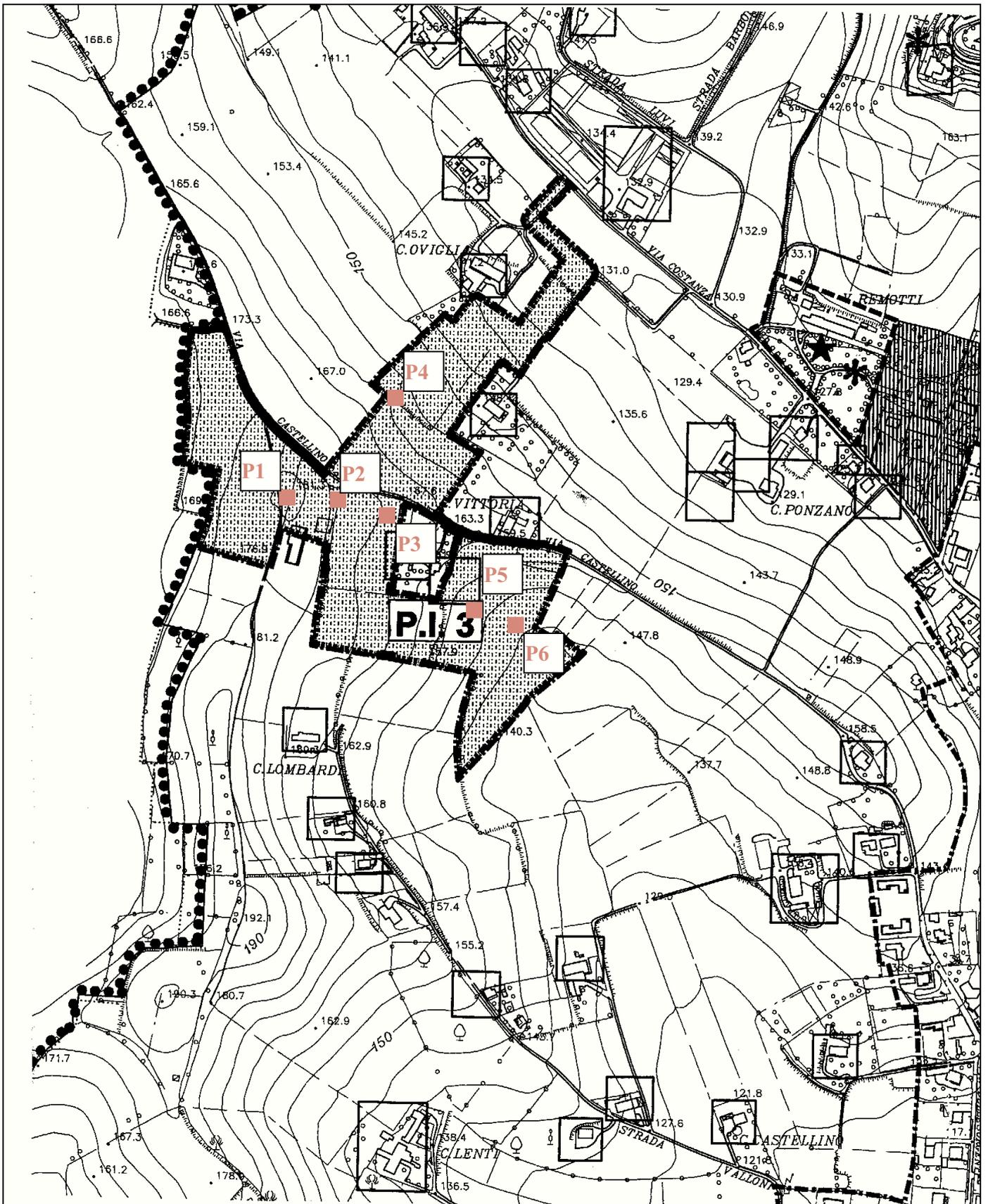
dove:

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

$$Ch = 0,2$$

$C_k = 1$  per terreni argillosi;

$C_k = 4$  per terreni sabbiosi e ghiaiosi;



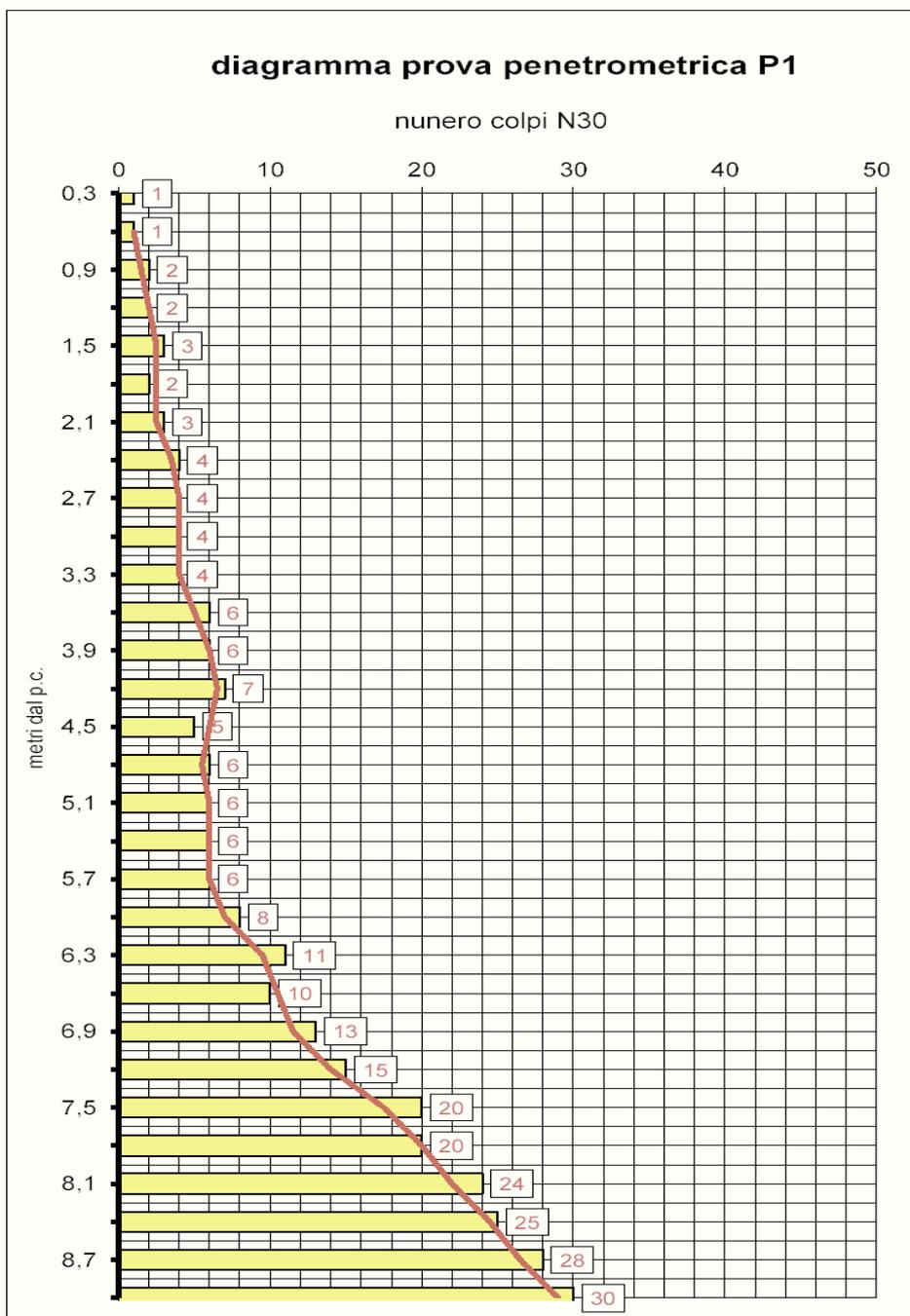
**Planimetria P.R.G.C. comparto P.I.3**  
**P1-P6 prove penetrometriche**

**Prova penetrometrica 1 posizionata in fregio alla stradina di accesso alla villa lungo la strada castellino, alla sommità del versante**

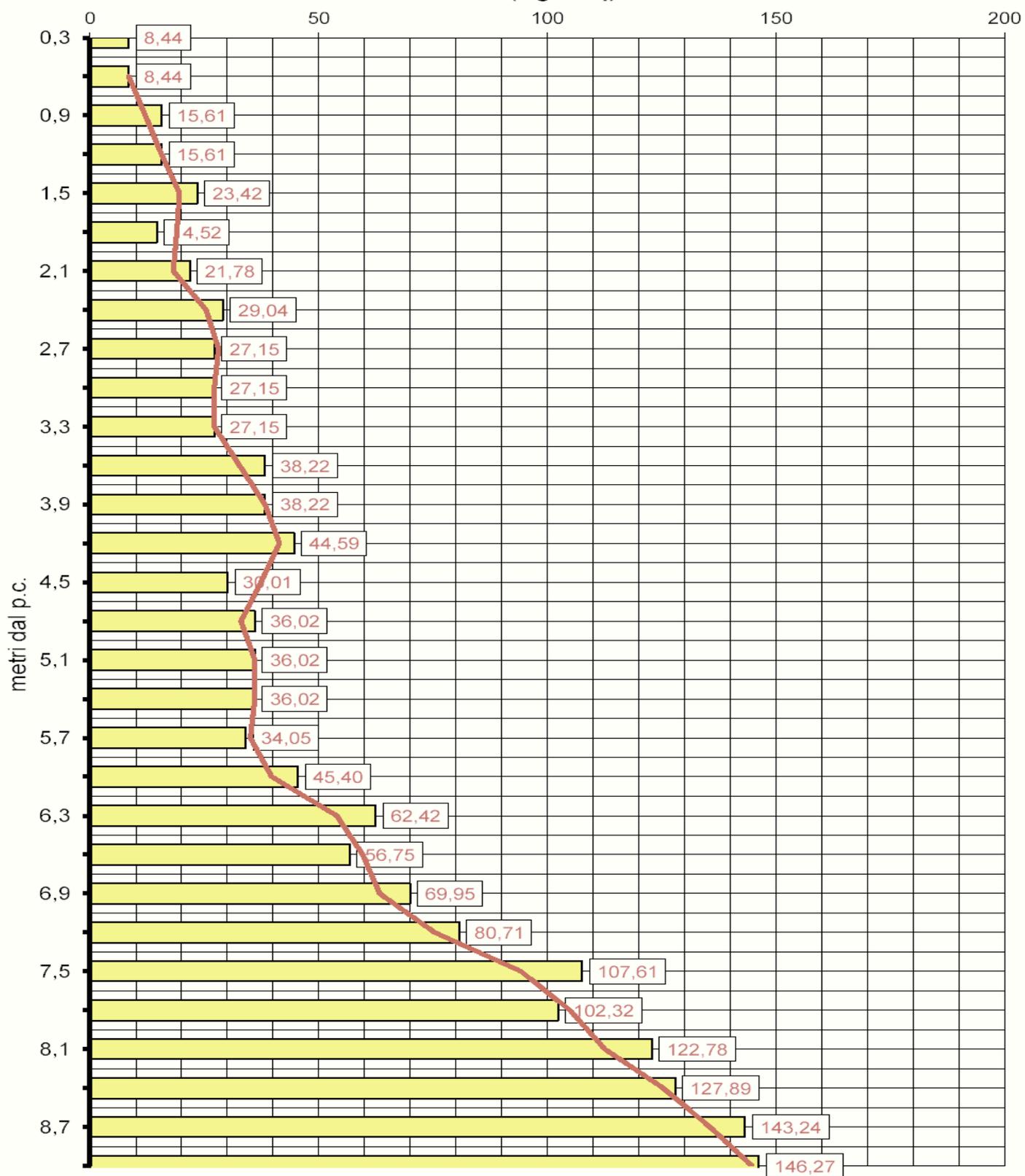


<b>Comune di Alessandria Frazione di Valmadonna Via Castellino</b>				
<b>Prova penetrometrica dinamica 1</b>			<b>Programma Integrato 3</b>	
penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI				
P = peso del maglio 73.5 Kg			piano campagna (posa penetrometro)	
H = altezza caduta maglio 75 cm				
d = diametro aste piene 32 mm				
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq				
p = penetrazione 30 cm (N30)				
fattore di correlazione N <sub>spt</sub> = 1,20 N30 DPHS MEARDI				
Rd = ((P x P x H) / A x p x (M+m)) x N30 ; dove m = numero aste in avanzamento				
Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq				
Energia specifica colpo penetrometro DPHS N30 = Q = (M x H) / (A x p) = 9,41 Kg/cmq				
Coefficiente teorico di energia t = Q / Q <sub>spt</sub> = 0,83				
<b>Data: 25 maggio 2012</b>			<b>Falda idrica: non riscontrata</b>	
profondità dal p.c.	colpi	Rd		
(metri)	DPHS N30	Kg/cmq		

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N30	Rd Kg/cmq
0,3	1	8,441
0,6	1	8,441
0,9	2	15,61
1,2	2	15,61
1,5	3	23,42
1,8	2	14,52
2,1	3	21,78
2,4	4	29,04
2,7	4	27,15
3	4	27,15
3,3	4	27,15
3,6	6	38,22
3,9	6	38,22
4,2	7	44,59
4,5	5	30,01
4,8	6	36,02
5,1	6	36,02
5,4	6	36,02
5,7	6	34,05
6	8	45,4
6,3	11	62,42
6,6	10	56,75
6,9	13	69,95
7,2	15	80,71
7,5	20	107,6
7,8	20	102,3
8,1	24	122,8
8,4	25	127,9
8,7	28	143,2
9	30	146,3



## diagramma prova penetrometrica P1

resistenza dinamica Rd (Kg/cm<sup>2</sup>)

COMUNE DI ALESSANDRIA FRAZIONE VALMADONNA LOCALITA' CASTELLINO P.I.3

Data 25 MAGGIO 2012

STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA 1

prof	strati	tipologia	$\gamma$	$\gamma'$	$\Sigma$	Cu	Mv	$\varphi$		Perm	K orizz	
m p c	0,00	PIANO CAMPAGNA	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cmq	Kg/cmq	cmq/Kg	°		cm/sec	Kg/cmc	
0,6		suolo agrario argilloso										
2,1		Substrato del suolo agrario e coltre argillosa poco compatta	1644	1644	0,337	0,24	0,02572	21		4,88E-04	0,96	
5,7		Argille mediamente compatte	1763	1763	0,972	0,533	0,018145	24		4,64E-04	1,0667	
7,5		Argille compatte	1876	1876	2,253	1,14	0,01232	28		4,26E-04	2,28	
9		Substrato marnoso ed argilloso compatto e resistente	1990	1990	1612	2,45	0,004082	34		2,52E-04	3,2667	

**legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche**

$\gamma$ = peso di volume	Cu = coesione non drenata	Korizz = moulo reaz. orizz.	
$\gamma'$ = peso di volume	$\varphi$ = angolo attrito interno	Perm = permeabilità	
$\Sigma$ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume		

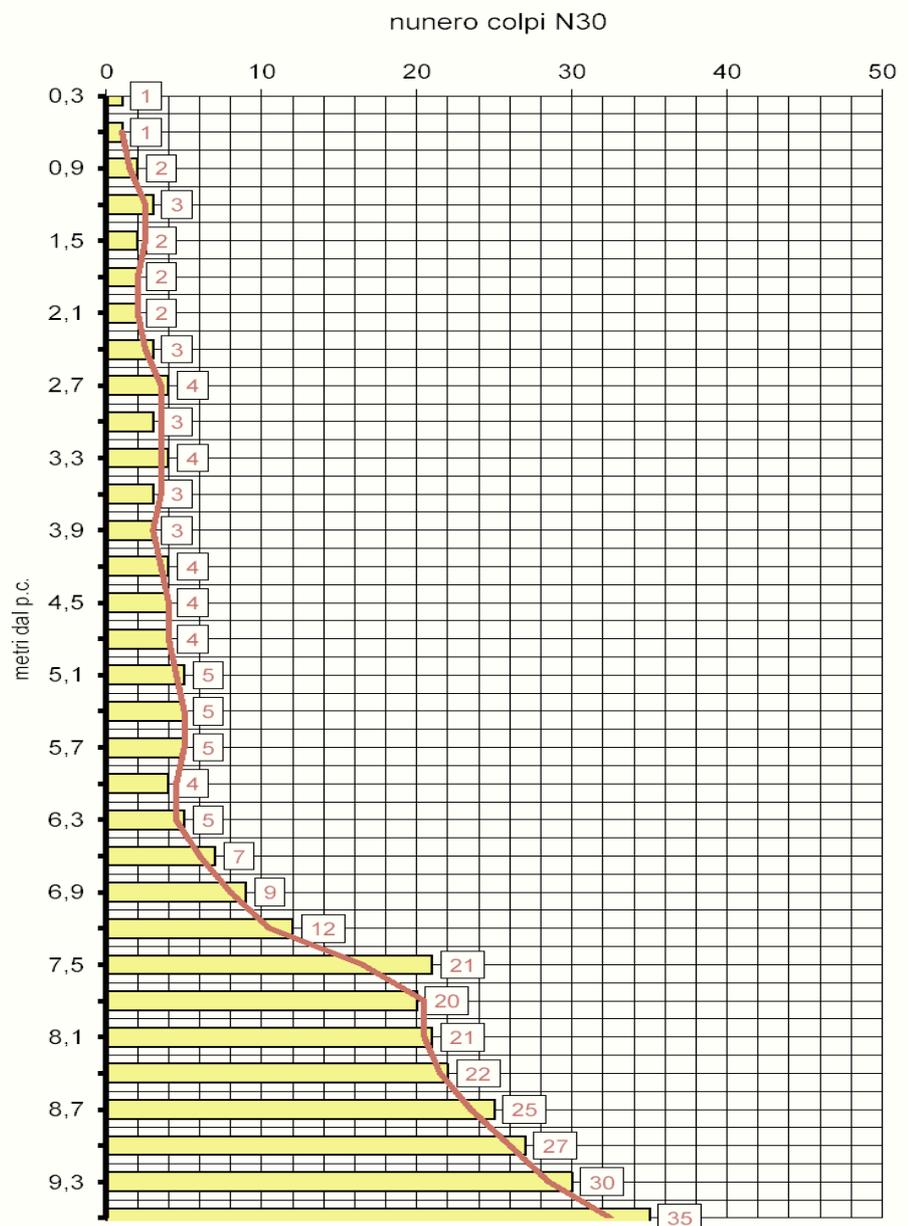
**Prova penetrometrica 2** posizionata nel versante sottostante la Prova P1 in fregio la strada castellino



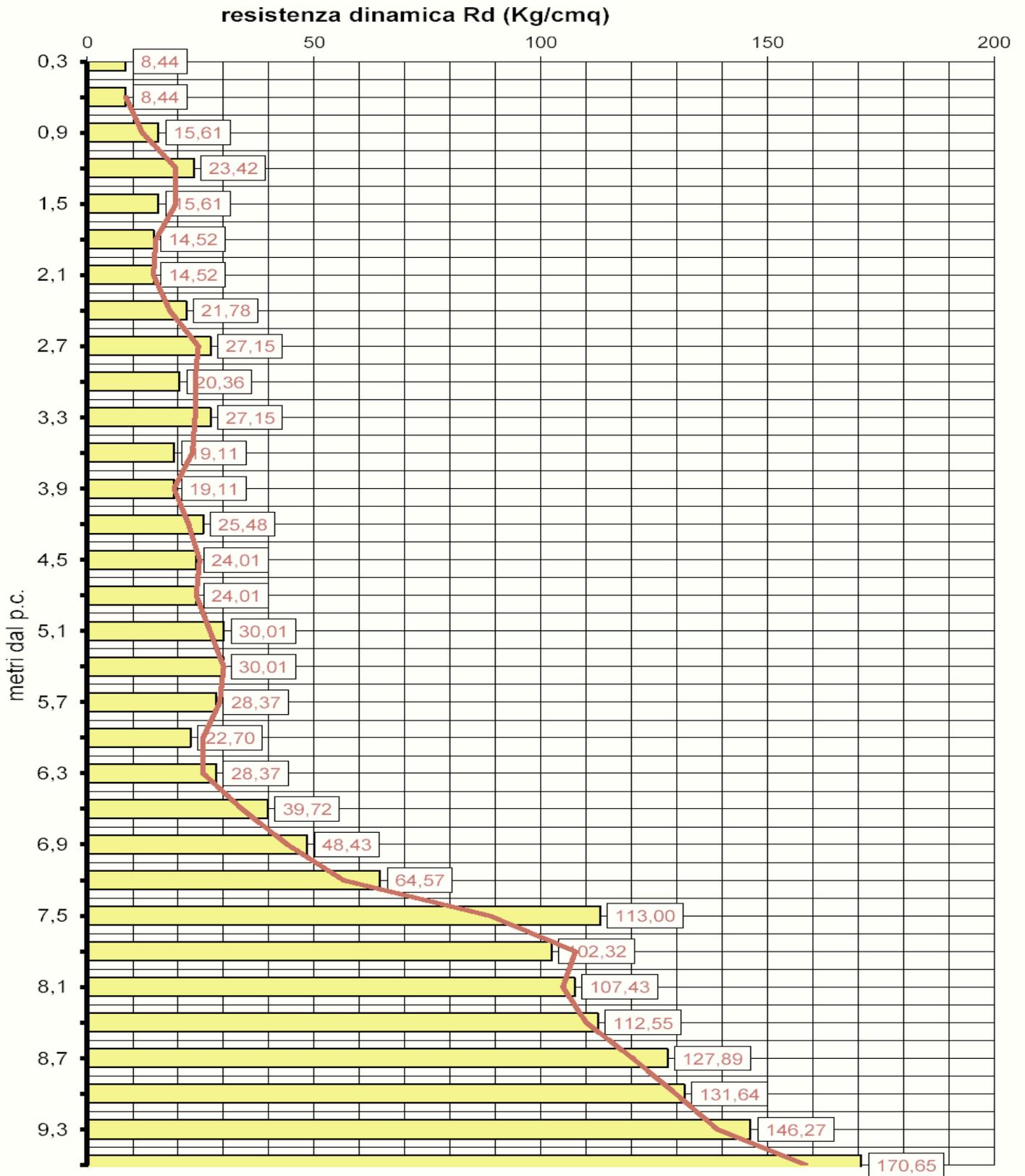
<b>Comune di Alessandria Frazione di Valmadonna Via Castellino</b>				
<b>Prova penetrometrica dinamica 2</b>			<b>Programma Integrato 3</b>	
penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI				
P = peso del maglio 73,5 Kg   piano campagna (posa penetrometro)				
H = altezza caduta maglio 75 cm				
d = diametro aste piene 32 mm				
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq				
p = penetrazione 30 cm (N30)				
fattore di correlazione $N_{spt} = 1,20 N30$ DPSH MEARDI				
$R_d = ((P \times P \times H) / A \times p \times (M+m)) \times N30$ ; dove m = numero aste in avanzamento				
Energia specifica colpo penetrometro SPT = $Q = 7,83$ Kg/cmq				
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N30 = $Q = (M \times H) / (A \times p) = 9,41$ Kg/cmq				
Coefficiente teorico di energia $t = Q / Q_{spt} = 0,83$				
<b>Data: 25 maggio 2012</b>			<b>Falda idrica: -9,00 m dal p.c.</b>	
profondità dal p.c.	colpi	Rd		
(metri)	DPSH N30	Kg/cmq		

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPSH N30	Rd Kg/cmq
0,3	1	8,441
0,6	1	8,441
0,9	2	15,61
1,2	3	23,42
1,5	2	15,61
1,8	2	14,52
2,1	2	14,52
2,4	3	21,78
2,7	4	27,15
3	3	20,36
3,3	4	27,15
3,6	3	19,11
3,9	3	19,11
4,2	4	25,48
4,5	4	24,01
4,8	4	24,01
5,1	5	30,01
5,4	5	30,01
5,7	5	28,37
6	4	22,7
6,3	5	28,37
6,6	7	39,72
6,9	9	48,43
7,2	12	64,57
7,5	21	113
7,8	20	102,3
8,1	21	107,4
8,4	22	112,5
8,7	25	127,9
9	27	131,6
9,3	30	146,3
9,6	35	170,6

diagramma prova penetrometrica P2



## diagramma prova penetrometrica P2



COMUNE DI ALESSANDRIA FRAZIONE VALMADONNA LOCALITA' CASTELLINO P.I.3

Data 25 MAGGIO 2012

STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA 2

prof	strati	tipologia	$\gamma$	$\gamma'$	$\Sigma$	Cu	Mv	$\varphi$		Perm	K orizz	
m p c	0,00	PIANO CAMPAGNA	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cm <sup>q</sup>	Kg/cm <sup>q</sup>	cm <sup>q</sup> /Kg	°		cm/sec	Kg/cm <sup>c</sup>	
		suolo agrario argilloso										
0,6		Substrato del suolo agrario e coltre argillosa poco compatta	1668	1668	0,641	0,282	0,023096	21		4,81E-04	1,1273	
3,9		Argille sabbiose poco compatte	1746	1746	1,113	0,478	0,018289	23		4,64E-04	0,9556	
6,6												
		acqua di infiltrazione misurata nel foro penetrometrico alla data del 25 maggio 2012										
		Substrato marnoso ed argilloso compatto e resistente	1970	970	1,405	2,22	0,004585	33		2,72E-04	2,9	
9,6												

## legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche

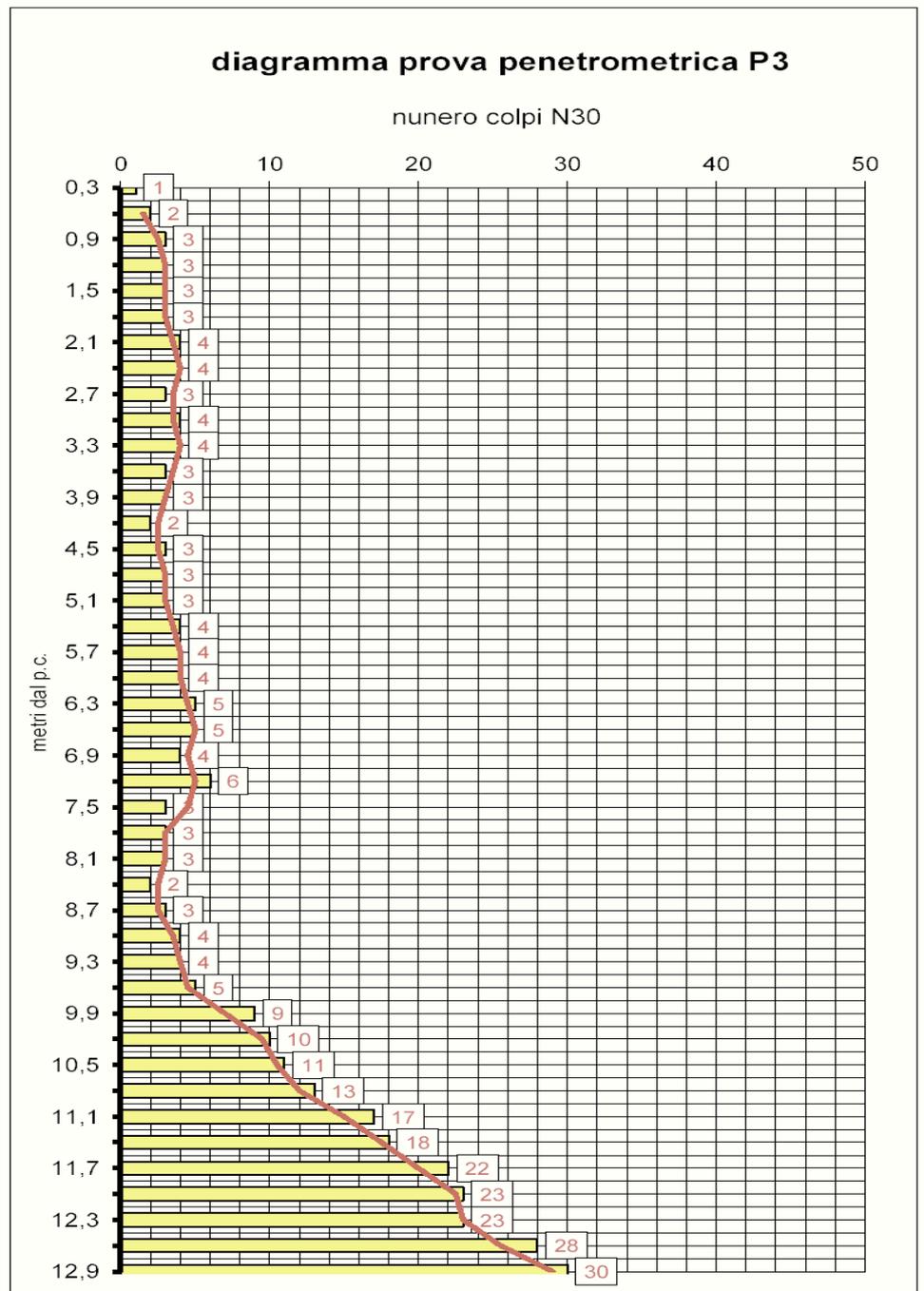
$\gamma$ = peso di volume	Cu = coesione non drenata	Korizz = moulo reaz. orizz.	
$\gamma'$ = peso di volume	$\varphi$ = angolo attrito interno	Perm = permeabilità	
$\Sigma$ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume		

**Prova penetrometrica 3 posizionata alla base del versante sottostante la Prova P2 a lato strada castellino**

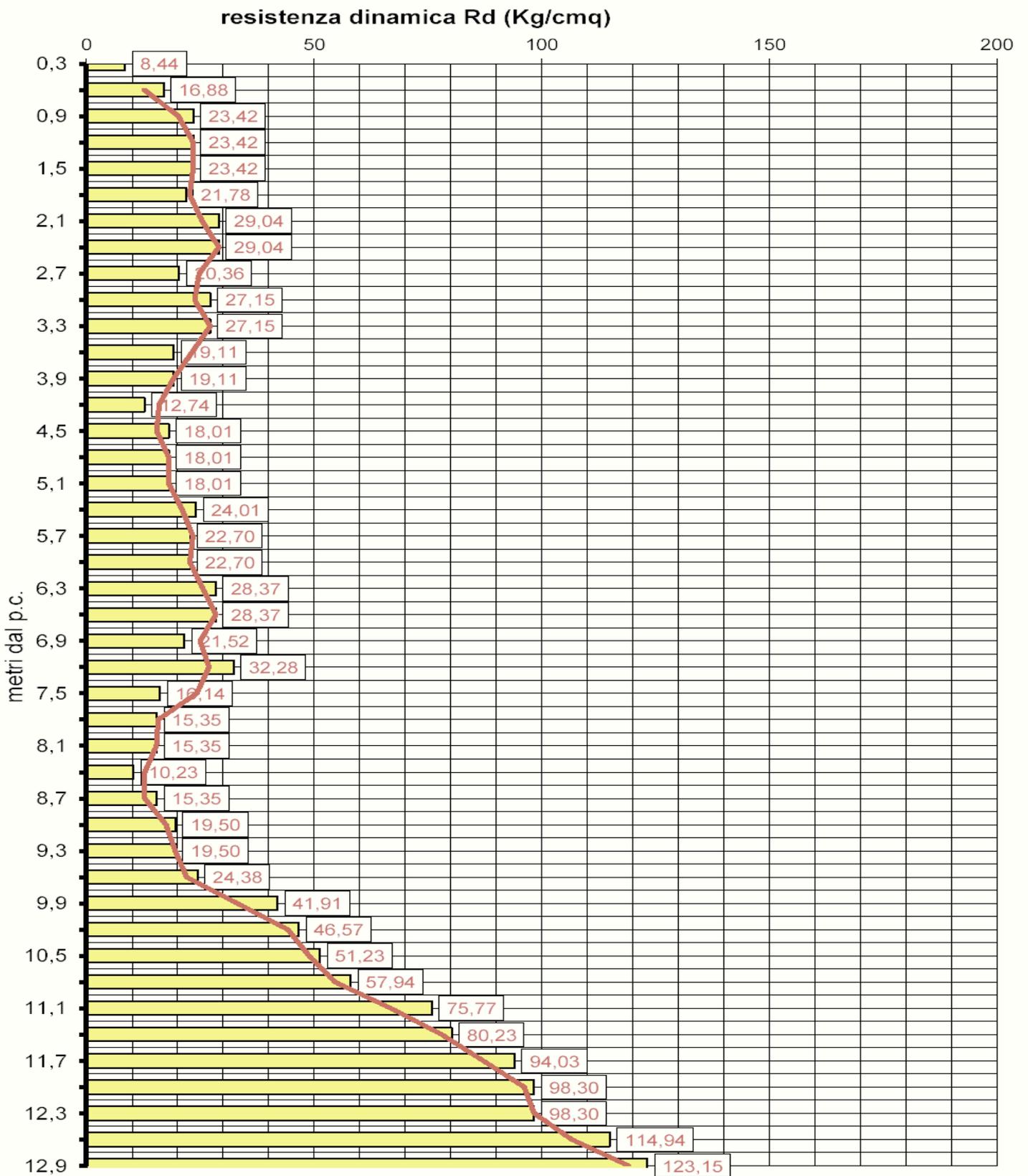


<b>Comune di Alessandria Frazione di Valmadonna Via Castellino</b>				
<b>Prova penetrometrica dinamica 3</b>			<b>Programma Integrato 3</b>	
penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI				
P = peso del maglio 73,5 Kg			piano campagna (posa penetrometro)	
H = altezza caduta maglio 75 cm				
d = diametro aste piene 32 mm				
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq				
p = penetrazione 30 cm (N30)				
fattore di correlazione $N_{spt} = 1.20 N_{30}$ DPSH MEARDI				
$R_d = ((P \times P \times H) / A \times p \times (M+m)) \times N_{30}$ ; dove m = numero aste in avanzamento				
Energia specifica colpo penetrometro $SPT = Q = 7,83 \text{ Kg/cmq}$				
Energia specifica colpo penetrometro $DPSH N_{30} = Q = (M \times H) / (A \times p) = 9,41 \text{ Kg/cmq}$				
Coefficiente teorico di energia $t = Q / Q_{spt} = 0,83$				
<b>Data: 25 maggio 2012</b>			<b>Falda idrica: -7,00 m dal p.c.</b>	
profondità dal p.c.	colpi	Rd		
(metri)	DPSH N30	Kg/cmq		

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPSH N30	Rd Kg/cmq
0,3	1	8,441
0,6	2	16,88
0,9	3	23,42
1,2	3	23,42
1,5	3	23,42
1,8	3	21,78
2,1	4	29,04
2,4	4	29,04
2,7	3	20,36
3	4	27,15
3,3	4	27,15
3,6	3	19,11
3,9	3	19,11
4,2	2	12,74
4,5	3	18,01
4,8	3	18,01
5,1	3	18,01
5,4	4	24,01
5,7	4	22,7
6	4	22,7
6,3	5	28,37
6,6	5	28,37
6,9	4	21,52
7,2	6	32,28
7,5	3	16,14
7,8	3	15,35
8,1	3	15,35
8,4	2	10,23
8,7	3	15,35
9	4	19,5
9,3	4	19,5
9,6	5	24,38
9,9	9	41,91
10,2	10	46,57
10,5	11	51,23
10,8	13	57,94
11,1	17	75,77
11,4	18	80,23
11,7	22	94,03
12	23	98,3
12,3	23	98,3
12,6	28	114,9
12,9	30	123,2



### diagramma prova penetrometrica P3



COMUNE DI ALESSANDRIA FRAZIONE VALMADONNA LOCALITA' CASTELLINO P.I.3

Data 25 MAGGIO 2012

STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA 3

prof	strati	tipologia	$\gamma$	$\gamma'$	$\Sigma$	Cu	Mv	$\varphi$		Perm	K orizz
m p c	0,00	PIANO CAMPAGNA	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cmq	Kg/cmq	cmq/Kg	°		cm/sec	Kg/cmc
0,6		suolo agrario argilloso									
		Argille sabbiose poco compatte ed eterogenee	1703	703	0,727	0,357	0,020219	22		4,72E-04	0,7133
		acqua di falda misurata nel foro penetrometrico alla data del 25 maggio 2012 alla quota di -7,00 m dal p.c.									
9,6		Argille marnose più compatte	1867	867	0,831	1,075	0,014094	27		4,41E-04	2,15
10,8		Substrato marnoso ed argilloso compatto e resistente	1982	892	1,037	2,314	0,004321	33		2,64E-04	3,0857
12,9											

**legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche**

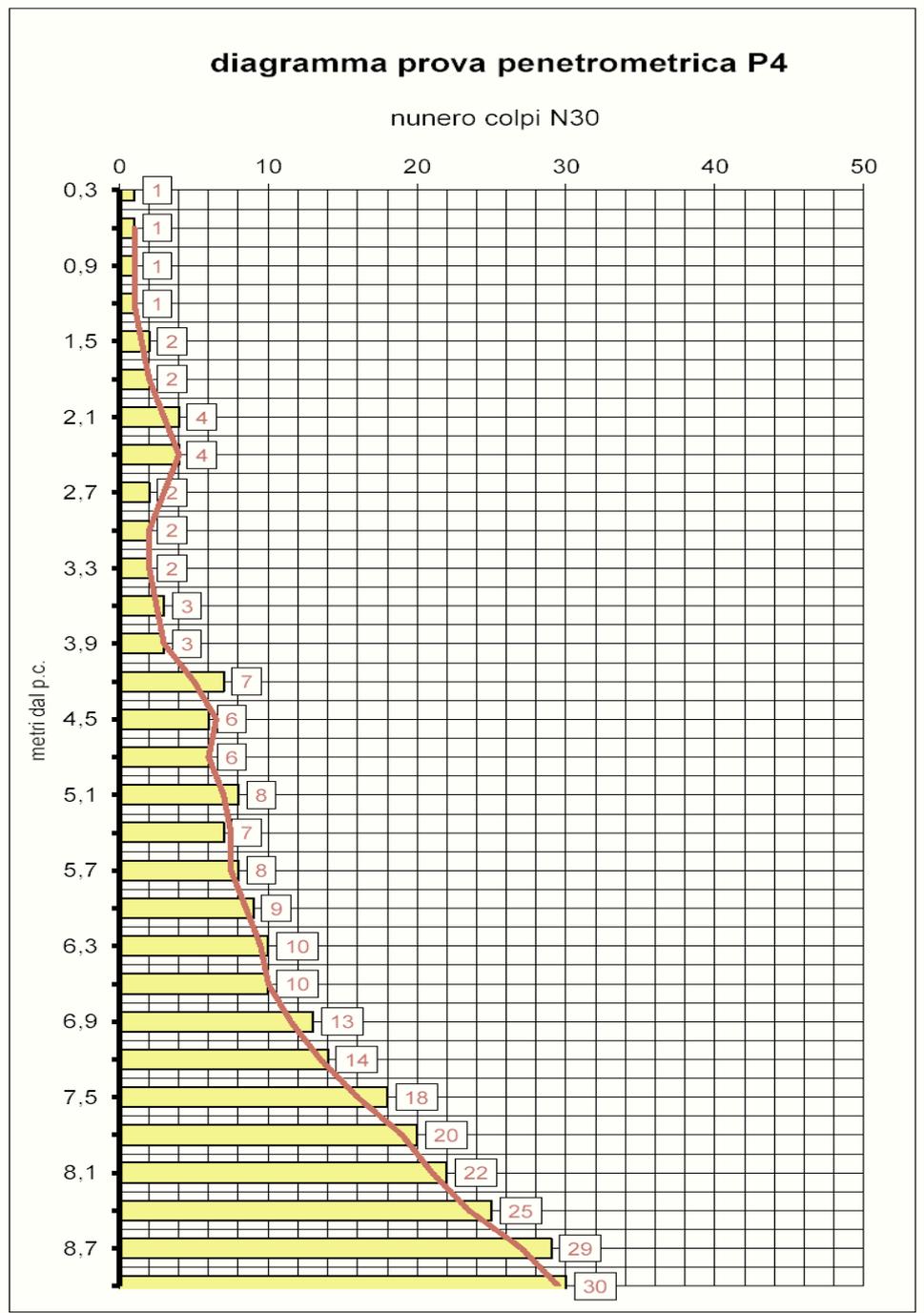
$\gamma$ = peso di volume	Cu = coesione non drenata	Korizz = moulo reaz. orizz.
$\gamma'$ = peso di volume	$\varphi$ = angolo attrito interno	Perm = permeabilità
$\Sigma$ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume	

**Prova penetrometrica 4 posizionata a mezza costa del versante orientato verso Nord Est sottostante strada castellino**

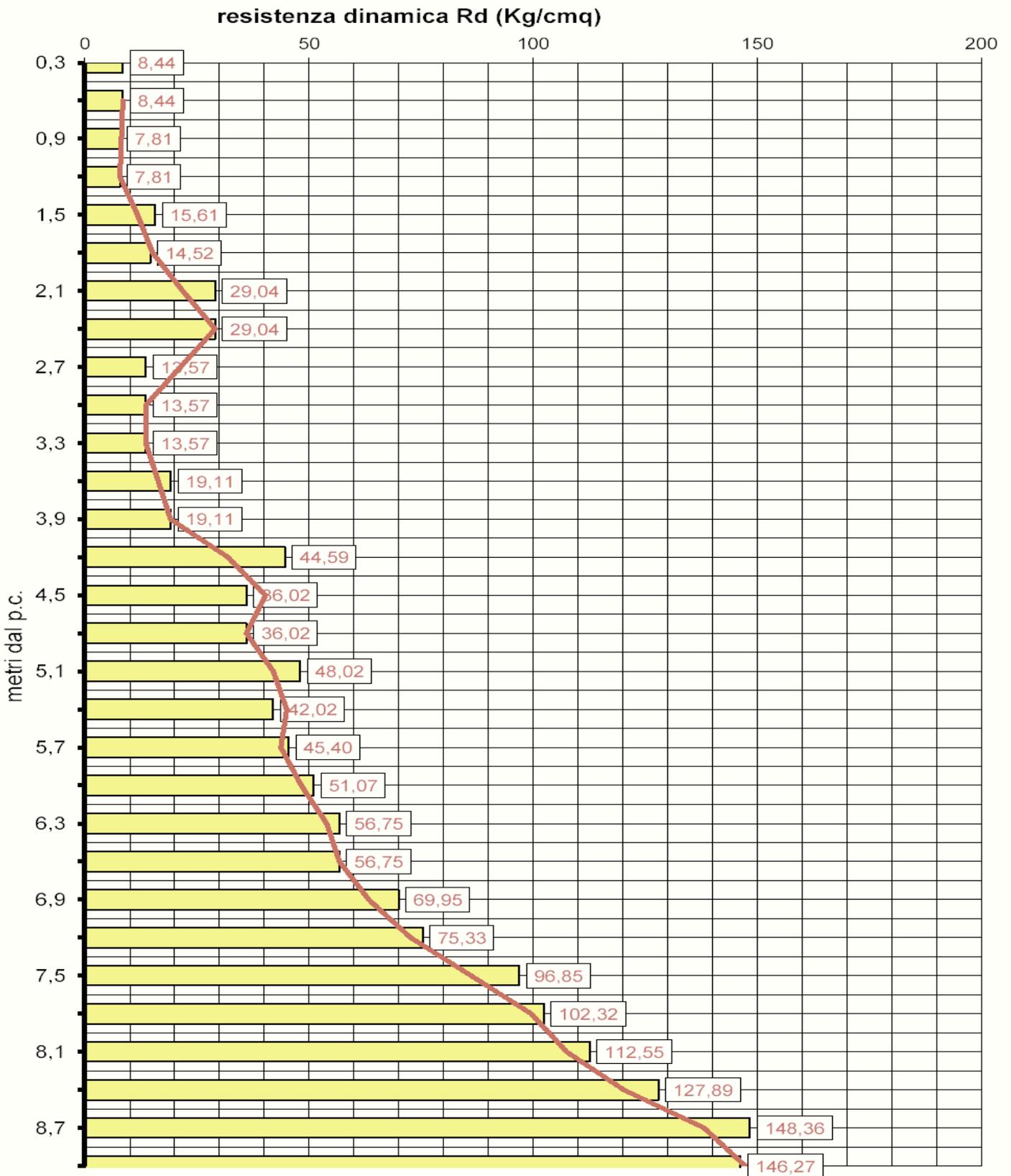


<b>Comune di Alessandria Frazione di Valmadonna Via Castellino</b>				
<b>Prova penetrometrica dinamica 4 Programma Integrato 3</b>				
penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI				
P = peso del maglio 73,5 Kg   piano campagna (posa penetrometro)				
H = altezza caduta maglio 75 cm				
d = diametro aste piene 32 mm				
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq				
p = penetrazione 30 cm (N30)				
fattore di correlazione N <sub>spt</sub> = 1,20 N30 DPHS MEARDI				
R <sub>d</sub> = ((P x P x H) / A x p x (M+m)) x N30 ; dove m = numero aste in avanzamento				
Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq				
Energia specifica colpo penetrometro DPHS N30 = Q = (M x H) / (A x p) = 9,41 Kg/cmq				
Coefficiente teorico di energia t = Q / Q <sub>spt</sub> = 0,83				
<b>Data: 25 maggio 2012</b>			<b>Falda idrica: non riscontrata</b>	
profondità dal p.c.	colpi	R <sub>d</sub>		
(metri)	DPHS N30	Kg/cmq		

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N30	R <sub>d</sub> Kg/cmq
0,3	1	8,441
0,6	1	8,441
0,9	1	7,807
1,2	1	7,807
1,5	2	15,61
1,8	2	14,52
2,1	4	29,04
2,4	4	29,04
2,7	2	13,57
3	2	13,57
3,3	2	13,57
3,6	3	19,11
3,9	3	19,11
4,2	7	44,59
4,5	6	36,02
4,8	6	36,02
5,1	8	48,02
5,4	7	42,02
5,7	8	45,4
6	9	51,07
6,3	10	56,75
6,6	10	56,75
6,9	13	69,95
7,2	14	75,33
7,5	18	96,85
7,8	20	102,3
8,1	22	112,5
8,4	25	127,9
8,7	29	148,4
9	30	146,3



### diagramma prova penetrometrica P4



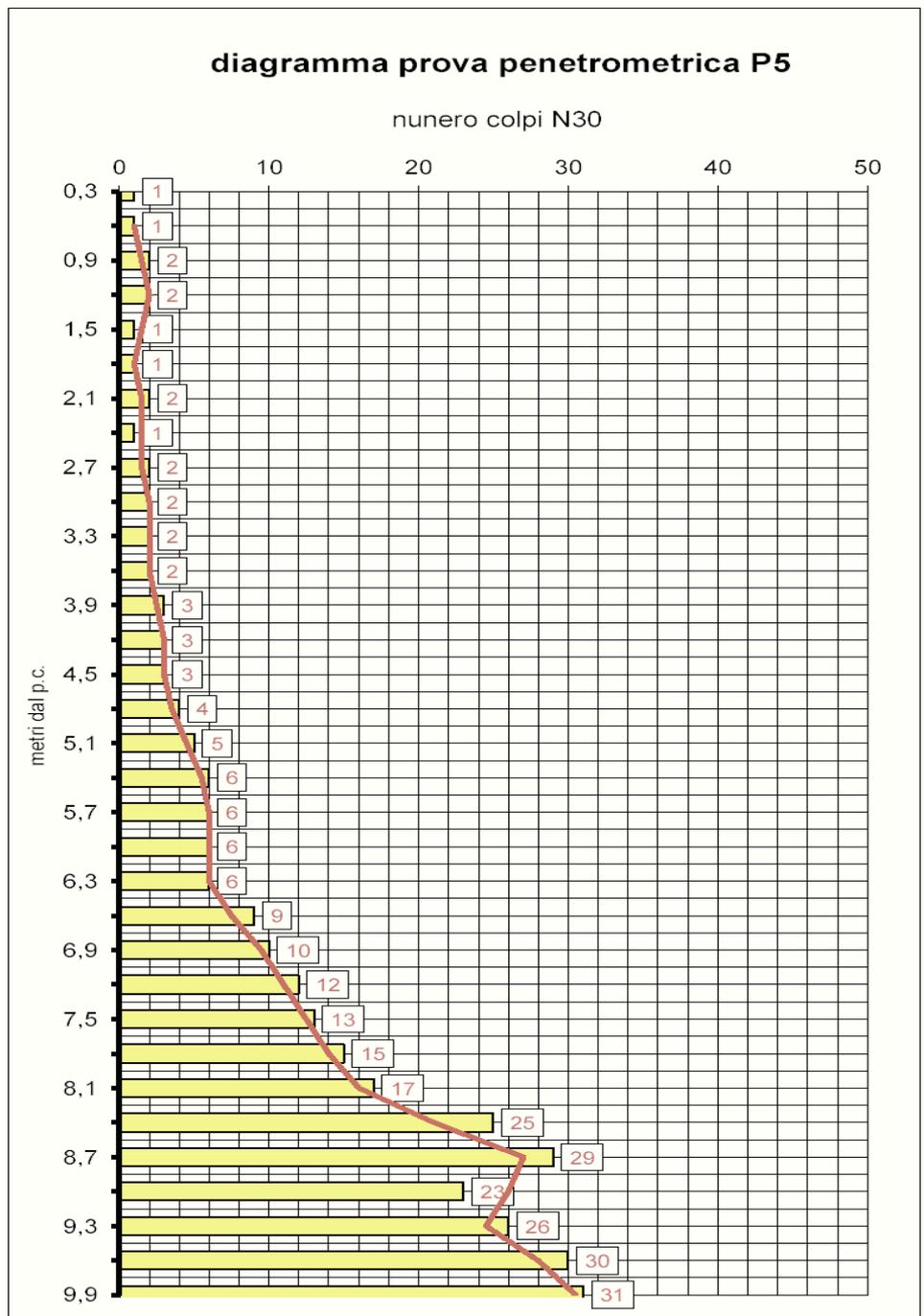


**Prova penetrometrica 5 posizionata a mezza costa del versante orientato verso Sud sottostante a strada castellino (sottostante al fossato interessato dalla frana nel 2011)**

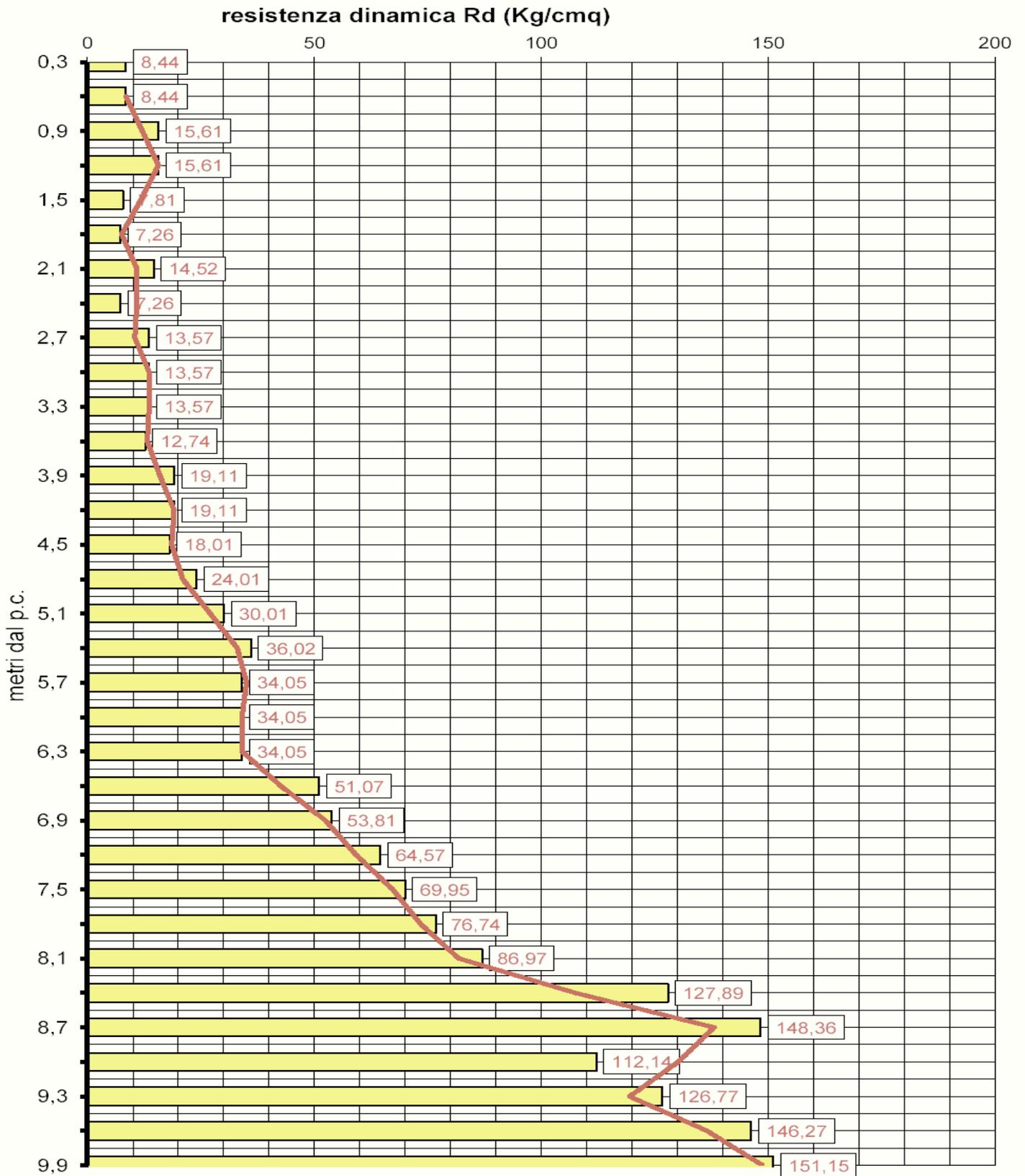


<b>Comune di Alessandria Frazione di Valmadonna Via Castellino</b>				
<b>Prova penetrometrica dinamica 5 Programma Integrato 3</b>				
penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI				
P = peso del maglio 73,5 Kg   piano campagna (posa penetrometro)				
H = altezza caduta maglio 75 cm				
d = diametro aste piene 32 mm				
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq				
p = penetrazione 30 cm (N30)				
fattore di correlazione $N_{spt} = 1,20 N30$ DPSH MEARDI				
$R_d = ((P \times P \times H) / A \times p \times (M+m)) \times N30$ ; dove m = numero aste in avanzamento				
Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq				
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N30 = Q = (M x H) / (A x p) = 9,41 Kg/cmq				
Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 0,83				
<b>Data: 25 maggio 2012</b>			<b>Falda idrica: non riscontrata</b>	
profondità dal p.c.	colpi	Rd		
(metri)	DPHS N30	Kg/cmq		

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N30	Rd Kg/cmq
0,3	1	8,441
0,6	1	8,441
0,9	2	15,61
1,2	2	15,61
1,5	1	7,807
1,8	1	7,261
2,1	2	14,52
2,4	1	7,261
2,7	2	13,57
3	2	13,57
3,3	2	13,57
3,6	2	12,74
3,9	3	19,11
4,2	3	19,11
4,5	3	18,01
4,8	4	24,01
5,1	5	30,01
5,4	6	36,02
5,7	6	34,05
6	6	34,05
6,3	6	34,05
6,6	9	51,07
6,9	10	53,81
7,2	12	64,57
7,5	13	69,95
7,8	15	76,74
8,1	17	86,97
8,4	25	127,9
8,7	29	148,4
9	23	112,1
9,3	26	126,8
9,6	30	146,3
9,9	31	151,1



### diagramma prova penetrometrica P5



COMUNE DI ALESSANDRIA FRAZIONE VALMADONNA LOCALITA' CASTELLINO P.I.3

Data 25 MAGGIO 2012

STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA 5

prof	Strati	tipologia	$\gamma$	$\gamma'$	$\Sigma$	Cu	Mv	$\varphi$		Perm	K orizz	
m p c	0,00	PIANO CAMPAGNA	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cm <sup>q</sup>	Kg/cm <sup>q</sup>	cm <sup>q</sup> /Kg	°		cm/sec	Kg/cm <sup>c</sup>	
0,6		Suolo argilloso										
		Argille limose poco compatte ed inconsistenti	1616	1616	0,721	0,2	0,029412	20		4,96E-04	0,8	
4,5		Argille mediamente compatte	1767	1767	1,039	0,55	0,018182	24		4,64E-04	1,1	
6,3		Argille marnose compatte	1892	1892	1,38	1,267	0,009707	28		3,98E-04	2,5333	
8,1		Substrato marnoso ed argilloso compatto e resistente	1995	1995	1,739	2,533	0,003947	34		2,46E-04	3,3778	
9,9												

**legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche**

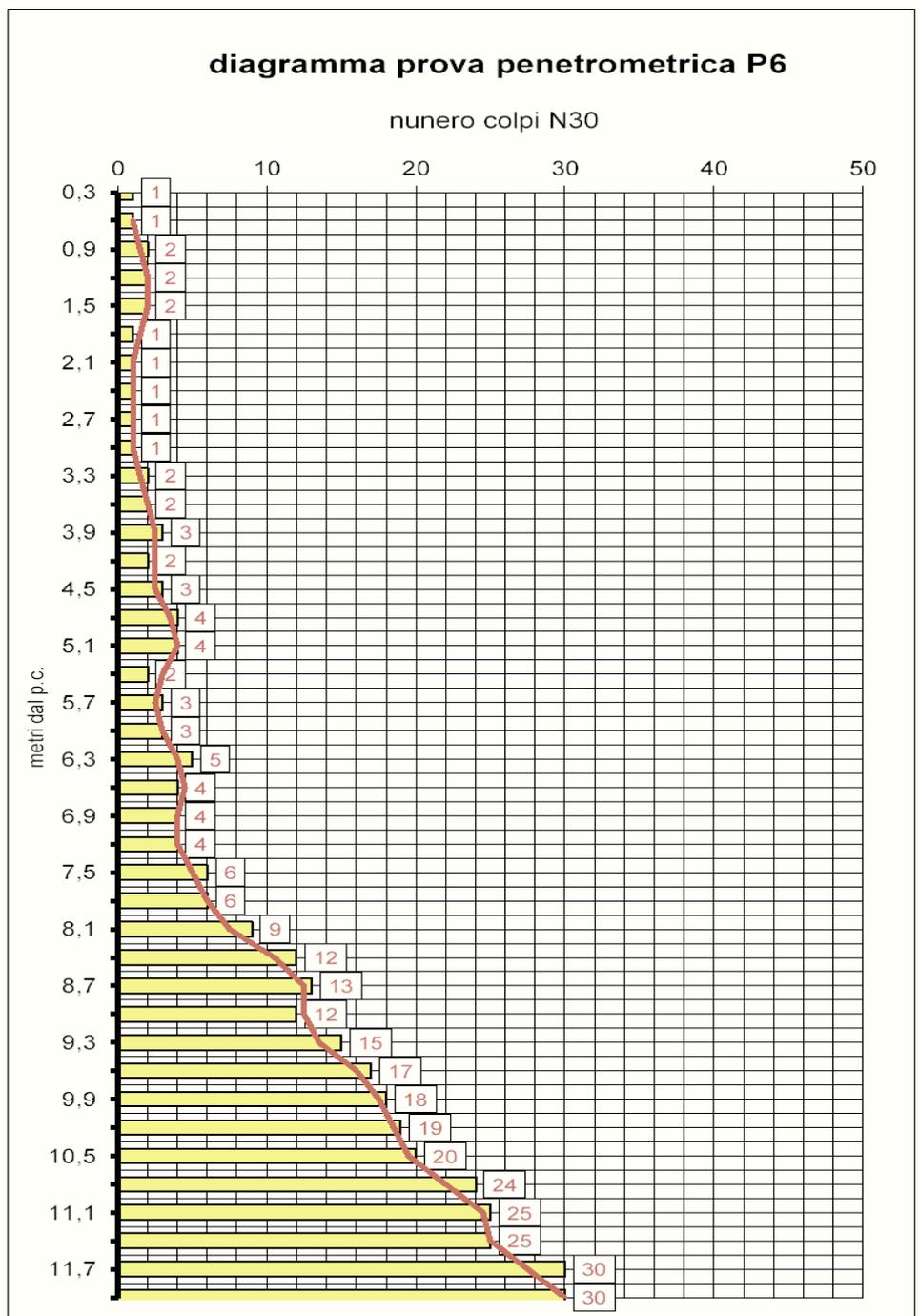
$\gamma$ = peso di volume	Cu = coesione non drenata	Korizz = moulo reaz. orizz.	
$\gamma'$ = peso di volume	$\varphi$ = angolo attrito interno	Perm = permeabilità	
$\Sigma$ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume		

**Prova penetrometrica 6 posizionata base del versante sottostante prova P5**

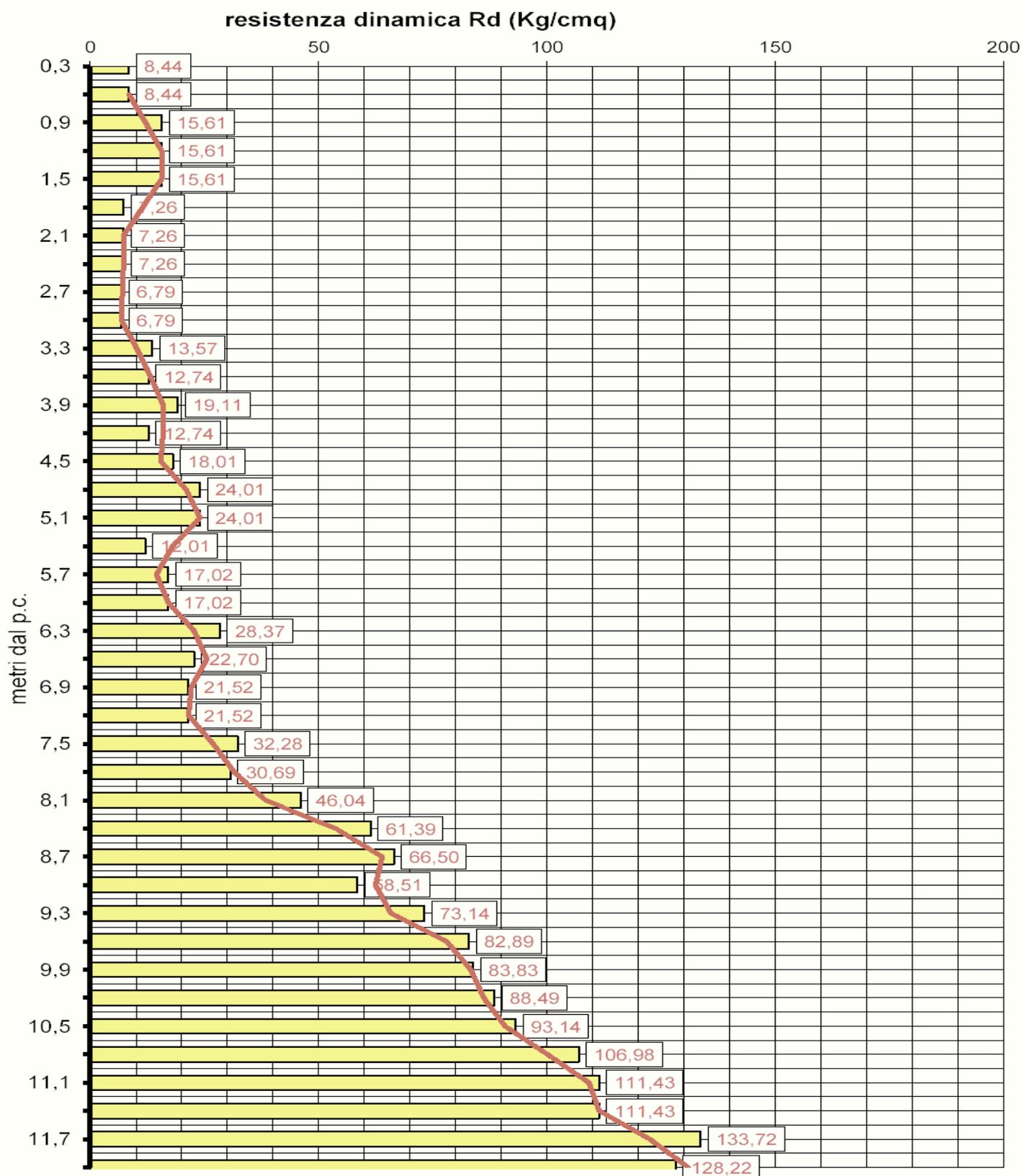


<b>Comune di Alessandria Frazione di Valmadonna Via Castellino</b>				
<b>Prova penetrometrica dinamica P6</b>			<b>Programma Integrato 3</b>	
penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI				
P = peso del maglio 73,5 Kg			piano campagna (posa penetrometro)	
H = altezza caduta maglio 75 cm				
d = diametro aste piene 32 mm				
A = sezione punta conica (60°) 20 cmq				
p = penetrazione 30 cm (N30)				
fattore di correlazione $N_{spt} = 1,20 N_{30}$ DPSH MEARDI				
$R_d = ((P \times P \times H) / A \times p \times (M+m)) \times N_{30}$ ; dove m = numero aste in avanzamento				
Energia specifica colpo penetrometro SPT = $Q = 7,83$ Kg/cmq				
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N30 = $Q = (M \times H) / (A \times p) = 9,41$ Kg/cmq				
Coefficiente teorico di energia $t = Q / Q_{spt} = 0,83$				
<b>Data: 25 maggio 2012</b>			<b>Falda idrica: non riscontrata</b>	
profondità dal p.c.	colpi	Rd		
(metri)	DPHS N30	Kg/cmq		

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N30	Rd Kg/cmq
0,3	1	8,441
0,6	1	8,441
0,9	2	15,61
1,2	2	15,61
1,5	2	15,61
1,8	1	7,261
2,1	1	7,261
2,4	1	7,261
2,7	1	6,787
3	1	6,787
3,3	2	13,57
3,6	2	12,74
3,9	3	19,11
4,2	2	12,74
4,5	3	18,01
4,8	4	24,01
5,1	4	24,01
5,4	2	12,01
5,7	3	17,02
6	3	17,02
6,3	5	28,37
6,6	4	22,7
6,9	4	21,52
7,2	4	21,52
7,5	6	32,28
7,8	6	30,69
8,1	9	46,04
8,4	12	61,39
8,7	13	66,5
9	12	58,51
9,3	15	73,14
9,6	17	82,89
9,9	18	83,83
10,2	19	88,49
10,5	20	93,14
10,8	24	107
11,1	25	111,4
11,4	25	111,4
11,7	30	133,7
12	30	128,2



## diagramma prova penetrometrica P6



COMUNE DI ALESSANDRIA FRAZIONE VALMADONNA LOCALITA' CASTELLINO P.I.3												
Data 25 MAGGIO 2012			STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA 6									
prof	strati	tipologia	$\gamma$	$\gamma'$	$\Sigma$	Cu	Mv	$\varphi$		Perm	K orizz	
m p c	0,00	PIANO CAMPAGNA	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cmq	Kg/cmq	cmq/Kg	°		cm/sec	Kg/cmcc	
0,6		Suolo argilloso										
		Argille limose poco compatte ed inconsistenti	1598	1598	0,714	0,177	0,032369	20		5,01E-04	0,3538	
4,5		Argille mediamente compatte	1716	1716	1,229	0,39	0,019425	22		4,69E-04	0,78	
7,5		Argille marnose compatte	1873	1873	1,566	1,117	0,012916	28		4,32E-04	2,2333	
9,3		Substrato marnoso ed argilloso compatto e resistente	1982	1982	2,101	2,311	0,004327	33		2,64E-04	3,0815	
12												

legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche			
$\gamma$ = peso di volume	Cu = coesione non drenata	Korizz = moulo reaz. orizz.	
$\gamma'$ = peso di volume	$\varphi$ = angolo attrito interno	Perm = permeabilità	
$\Sigma$ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume		

## 6.0 Analisi dati prove penetrometriche e conclusioni finali

**Le prove penetrometriche P1 e P2** effettuate in corrispondenza dei versanti topograficamente più elevati ed orientati in direzione Ovest rispetto a strada Castellino hanno individuato, sottostante a suolo agrario argilloso avente uno spessore di 0,60 metri, fino ad una profondità media di 6,00 m dal p.c. una successione di argille caratterizzate da mediocri parametri geotecnici con valori di coesione non drenata (Cu) variabili da 0,30 a 0,50 Kg/cm<sup>2</sup>, a cui seguono successioni di argille marnose e marne più compatte caratterizzanti il substrato della formazione delle affiorante.

La Carta di Sintesi del P.R.G.C. inserisce tali zone nella **classe IIa** caratterizzata da una bassa pericolosità geomorfologica, dove peraltro non sono state riscontrate significative criticità geomorfologiche e fenomeni d'instabilità di versante.

**Le prove penetrometriche P3-P5 e P6** effettuate nel versante a lato di strada Castellino che degrada in direzione Sud (dove è avvenuto il fenomeno franoso anno 2011) hanno infatti individuato una situazione geolitologica del sottosuolo caratterizzata scadenti parametri geomeccanici, con la presenza fino ad una profondità variabile da 9,60 a 7,50 m dal p.c. di argille poco compatte dotate di valori di coesione non drenata (Cu) variabili da 0,10 a 0,30 Kg/cm<sup>2</sup>, con la presenza di una falda idrica rilevata nei fori penetrometrici alla data del mese di maggio 2012 ad una profondità variabile da 7,00 a 9,00 m dal p.c.. Seguono terreni più compatti di transizione al substrato marnoso compatto il quale è stato individuato a partire da quote variabili da -9,60 a -8,10 m dal p.c.

Il versante in esame, pur rientrando nella **classe IIa** della Carta di Sintesi del P.R.G.C., evidenzia una situazione di criticità geomorfologica d'instabilità del versante per il quale in fase di progetto esecutivo di realizzazione di futuri edifici si dovranno effettuare indagini di approfondimento geologico, geomorfologico e geotecnico.

**La prova penetrometrica P4** effettuata a mezza costa del versante orientato in direzione Nord Est sottostante strada Castellino verso Via Costanza, ha individuato fino ad una profondità di circa 4,00 m dal p.c. argille limose e sabbiose poco compatte caratterizzate da scadenti parametri geotecnici con valori di coesione non drenata (Cu) variabili da 0,10 a 0,25 Kg/cm<sup>2</sup>. Seguono argille marne più compatte caratterizzanti il substrato.

La Carta di Sintesi del P.R.G.C. inserisce in versante in esame nella **classe IIa** (ad esclusione della parte finale del versante limitrofa a Via Costanza che rientra nella **classe IIb**). Si riscontra tuttavia una tendenziale criticità geomorfologica rappresentata da fenomeni di instabilità della coltre superficiale ed e del substrato, per cui si dovranno effettuare anche in questo caso indagini di approfondimento geologico, geomorfologico e geotecnico per edifici di futura realizzazione.

Le prospezioni sismiche MASW hanno individuato un valore di Vs30 variabile da 361 a 389 m/sec a cui corrisponde un suolo di CLASSE C.

Ai fini delle verifiche agli stati limite ultimi SLU, per ogni edificio in progetto di futura realizzazione si dovranno calcolare i valori di resistenza del terreno (Rd) i quali dovranno essere confrontati con i valori delle azioni di progetto (Ed), dovendo essere soddisfatta la relazione:  $Ed < R D$ , in conformità con il D.M. 14/01/2008.



**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: [andrea.cavalli@geologiacavalli.it](mailto:andrea.cavalli@geologiacavalli.it)*

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

**FRAZIONE VALMADONNA**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI  
NUOVI EDIFICI NEL PEC DI FRAZIONE  
VALMADONNA VIA DEL CASTELLINO E VIA  
COSTANZA**

**INTEGRAZIONI INERENTI L'INALTERABILITA' DEL  
COEFFICIENTE UDOMETRICO**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

Nell'anno 2012 lo scrivente aveva approntato la relazione geologica per il P:E:C: in oggetto, analizzando le condizioni di fattibilità dal punto di vista geologico ai sensi del D.M. 14/01/2008.

Con la presente relazione integrativa sono state analizzate le condizioni idrologiche dell'area in relazione alla Deliberazione di Consiglio Comunale di Alessandria adottata in data 12 settembre 2011 con la quale vengono richieste le modalità di smaltimento delle acque meteoriche conseguenti all'incremento delle superfici impermeabilizzate.

In modo particolare l'art.62 delle Norme di attuazione del P.R.G.C. modificato, prescrive di certificare l'inalterabilità del coefficiente udometrico prima e dopo ogni intervento.

Ora, nel caso specifico le superfici impermeabilizzate del P.E.C., comprendenti le coperture dei numerosi edifici in progetto nonché la nuova strada, come comunicato dal Progettista, Arch. Camilli, ammontano ad una superficie complessiva di 5.191,5 mq, dato necessario per il calcolo del maggior volume di acqua che può scorrere nei versanti sottostanti.

Per quanto riguarda le acque meteoriche ricadenti su tali superfici impermeabilizzate è possibile calcolarne il volume secondo la "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" (P.A.I.), con la posizione dell'area stessa nei confronti delle "Celle pluviometriche".

Nel caso in esame, ai sensi della Direttiva citata, è possibile desumere dall'Allegato n.3 "Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Celle del reticolo chilometrico di riferimento in scala 1/25000" i "parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica di 20,100,200 e 500 anni".

cella	COORD. EST UTM	COORD. NORD UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
CG110										
	469000	49811000	38,77	0,259	50,32	0,248	55,28	0,244	61,82	0,241

Inserendo tali coefficienti nel calcolo si ottiene, per questa zona della frazione di Valmadonna, ovvero nella cella sopra indicata CG110, un'altezza rispettivamente di:

durata precipitazione	Tr 20 Altezza pioggia (mm)	Tr 100 Altezza pioggia (mm)	Tr 200 Altezza pioggia (mm)	Tr 500 Altezza pioggia (mm)
ore				
0.25	27.07	35.68	39.42	44.26
0.5	32.40	42.37	46.68	52.31
1	38.77	50.32	55.28	61.82
3	51.53	66.08	72.27	80.56
6	61.66	78.47	85.59	95.21
12	79.73	93.19	101.37	112.52
24	88.30	110.67	120.04	132.97

Prendendo in esame una precipitazione intensa della durata di 0.50 ore e Tr 20 anni, dalle superfici impermeabilizzate in progetto aventi un'estensione di 5.191,00 mq circa, si allontanano 168 mc d'acqua ovvero 168.000 litri, i quali verranno totalmente raccolti e convogliati nel sistema di raccolta acqua in progetto nel P.E.C. senza quindi alterare il coefficiente idrometrico, assolvendo a quanto prescritto dall'art.62 delle Norme di attuazione del P.R.G.C. recentemente modificato sull'inalterabilità dello stesso coefficiente.

Valenza, 27 luglio 2015

In Fede  
Cavalli Andrea

