

DEMINAZIONE DEL PROGETTO:

Piano Esecutivo Convenzionato "SMA via Galimberti" per
insediamento commerciale via Galimberti - via Monteverde

OGGETTO:

Relazione geologica

COMMITTENTE

Ditta SMA di Bulla & Gatti Srl
Via Monteverde n° 1/7
Alessandria (AL)

S.M.A.

di BULLA & GATTI S.R.L.

C.F. n. 00190370064

ALLEGATO

7

COMUNE DI:

Alessandria (AL)

LOCALITA'

Via Galimberti

PROGETTISTA:

Arch. Oscar RAVAZZI

Arch. Federica RAVAZZI

AGGIORNAMENTI:

SCALA

DATA

18/05/2021

STUDIO GEOLOGIA GEOFISICA E GEOTECNICA

Dott. Geologo 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
VIA GALIMBERTI**

**PROGETTO DI REALIZZAZIONE FABBRICATO A
DESTINAZIONE COMMERCIALE**

RELAZIONE GEOLOGICA TECNICA

Premessa

Ad integrazione degli atti di progetto inerenti le opere la realizzazione di un fabbricato a destinazione commerciale in Via Galimberti nel Comune di Alessandria, è stata richiesta allo scrivente un'indagine geologica al fine di caratterizzare le peculiarità litologiche del sottosuolo in ossequio dal D.M. 14 gennaio 2008 N.T.C. (Norme Tecniche delle Costruzioni).

Il progetto prevede la costruzione di un edificio commerciale fuori terra, da realizzarsi previa demolizione fabbricati esistenti come indicato nelle tavole di progetto.

L'indagine si è espletata mediante l'esecuzione del rilievo geologico dell'area oggetto d'indagine e di un intorno significativo al fine di acquisire le principali peculiarità geomorfologiche della zona ed è proseguita mediante l'esecuzione di n.4 prove penetrometriche e di una prospezione sismica MASW le quali hanno permesso di caratterizzare le peculiarità stratigrafiche, geotecniche e sismiche del sottosuolo.



Inquadramento geomorfologico, geologico e sismico

L'area interessa un lotto di terreno in fregio a Via Pisacane nel concentrico di Alessandria, essa presenta una morfologia pianeggiante, mentre il suolo agrario sottostante alla coltre di alterazione ed al riporto, deriva dalla formazione geologica 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).

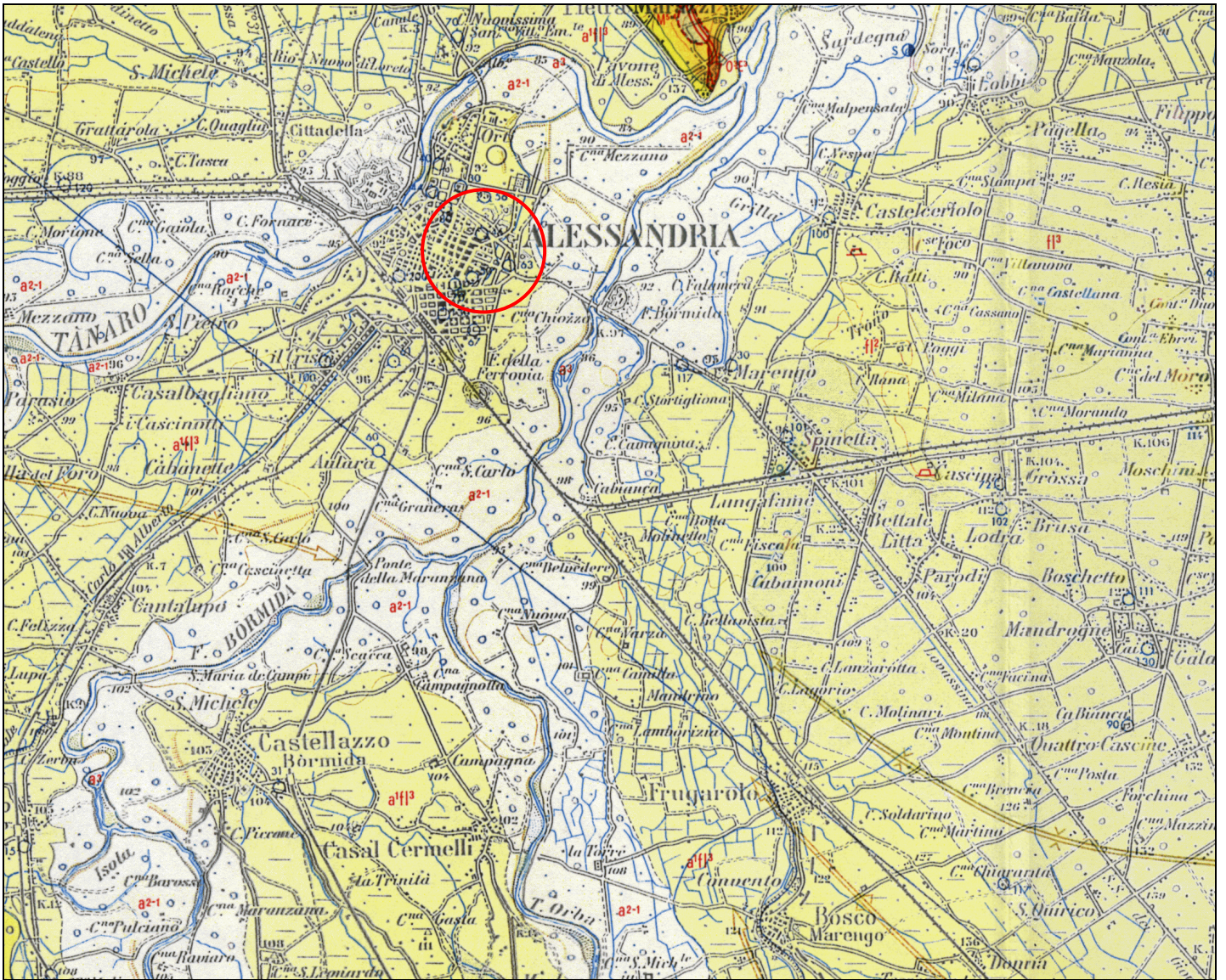
Trattasi di depositi lasciati durante l'Olocene inferiore (nelle fasi interglaciali) dai corsi d'acqua che scendevano con direzione Nord verso il centro della pianura alessandrina, formando estese conoidi di sedimenti prevalentemente fini su depositi più antichi anch'essi di origine fluviale ed aventi uno spessore di circa 20 m, successivamente erosi dagli attuali corsi d'acqua (fiume Bormida e fiume Tanaro), i quali a loro volta hanno depositato altri sedimenti più recenti.

Fino ad una profondità media di 15 metri circa dal piano campagna la successione stratigrafica locale è costituita da sedimenti limosi argillosi e sabbie ghiaiose a granulometria fine caratterizzanti la parte sommitale della formazione geologica affiorante, mentre 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.

In tale contesto geologico la falda freatica è alimentata in parte dalle acque d'infiltrazione di superficie ed in parte dalle acque di sub-alveo del fiume Tanaro in sponda orografica destra ed essa è contenuta nelle sabbie e ghiaie sottostanti alle argille limose superficiali, mentre la superficie libera della falda si pone ad una quota variabile da -8,00 a -10,00 m dal piano campagna. Alla data del mese di aprile 2011 nei fori penetrometrici essa è stata riscontrata alla quota di -9,00 m dal p.c.

Dal punto di vista geotecnico il sottosuolo è prevalentemente incoerente, con la presenza di argille limose poco compatte e compressibili caratterizzate da scadenti parametri geomeccanici con valori di coesione non drenata (C_u) variabili da 0,20 a 0,30 Kg/cm² fino a ad una profondità variabile da 7,00 a 9,00 metri dal piano campagna, a cui seguono terreni sabbiosi e ghiaiosi con intercalazioni di limi ed argille caratterizzati da valori di angolo di attrito interno (φ) variabili da 30° a 32° e valori di densità relativa (D_r) variabili dal 30% a 34%, come riscontrato attraverso le prove penetrometriche effettuate nell'area oggetto d'intervento spinte alla massima profondità di investigazione di 17,10 m dal piano campagna, nonché in aree limitrofe.

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 del 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), l'area oggetto d'indagine è classificato in *ZONA SISMICA 3*.



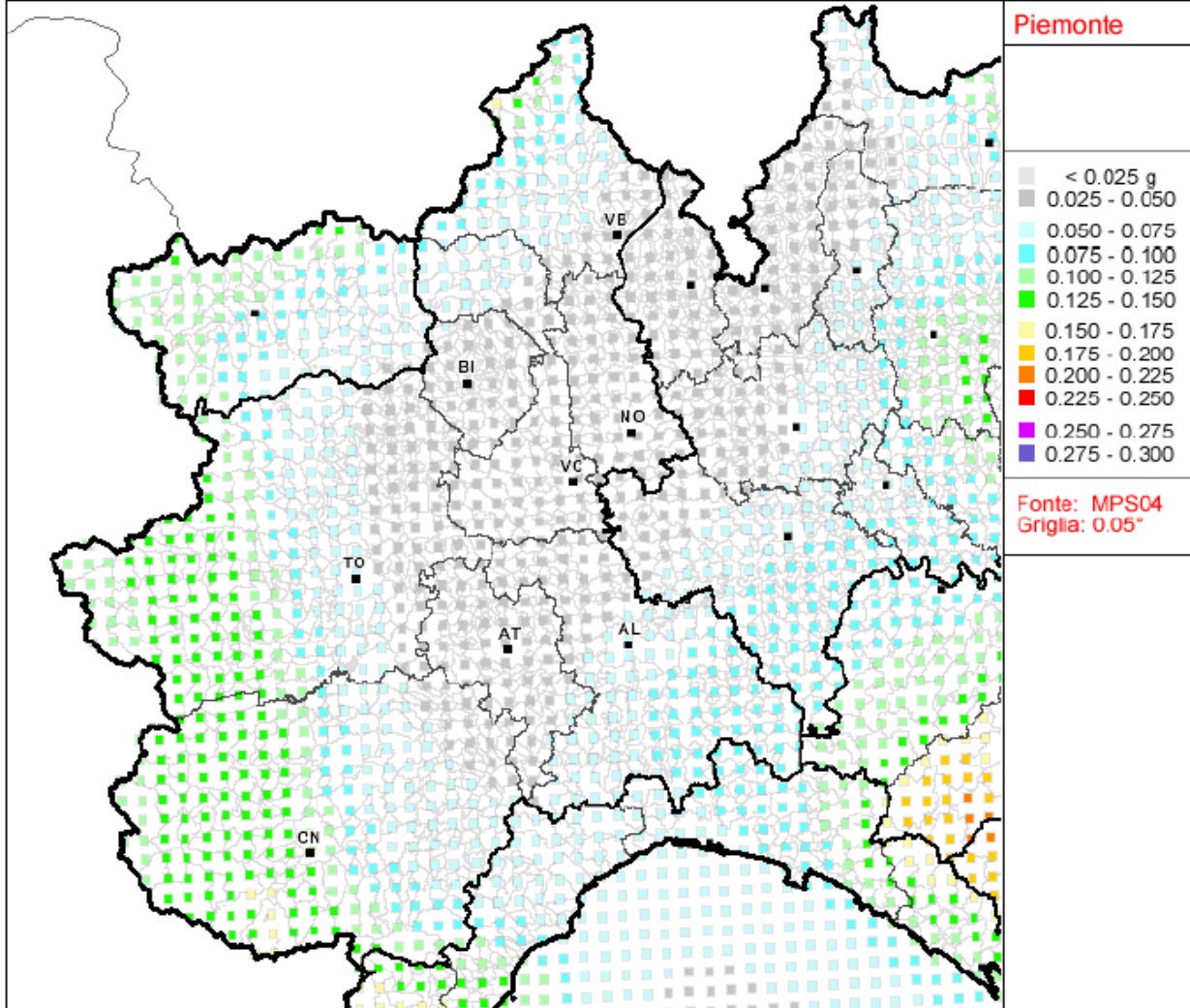
Stralcio Carta geologica d'Italia Foglio N.70 Alessandria

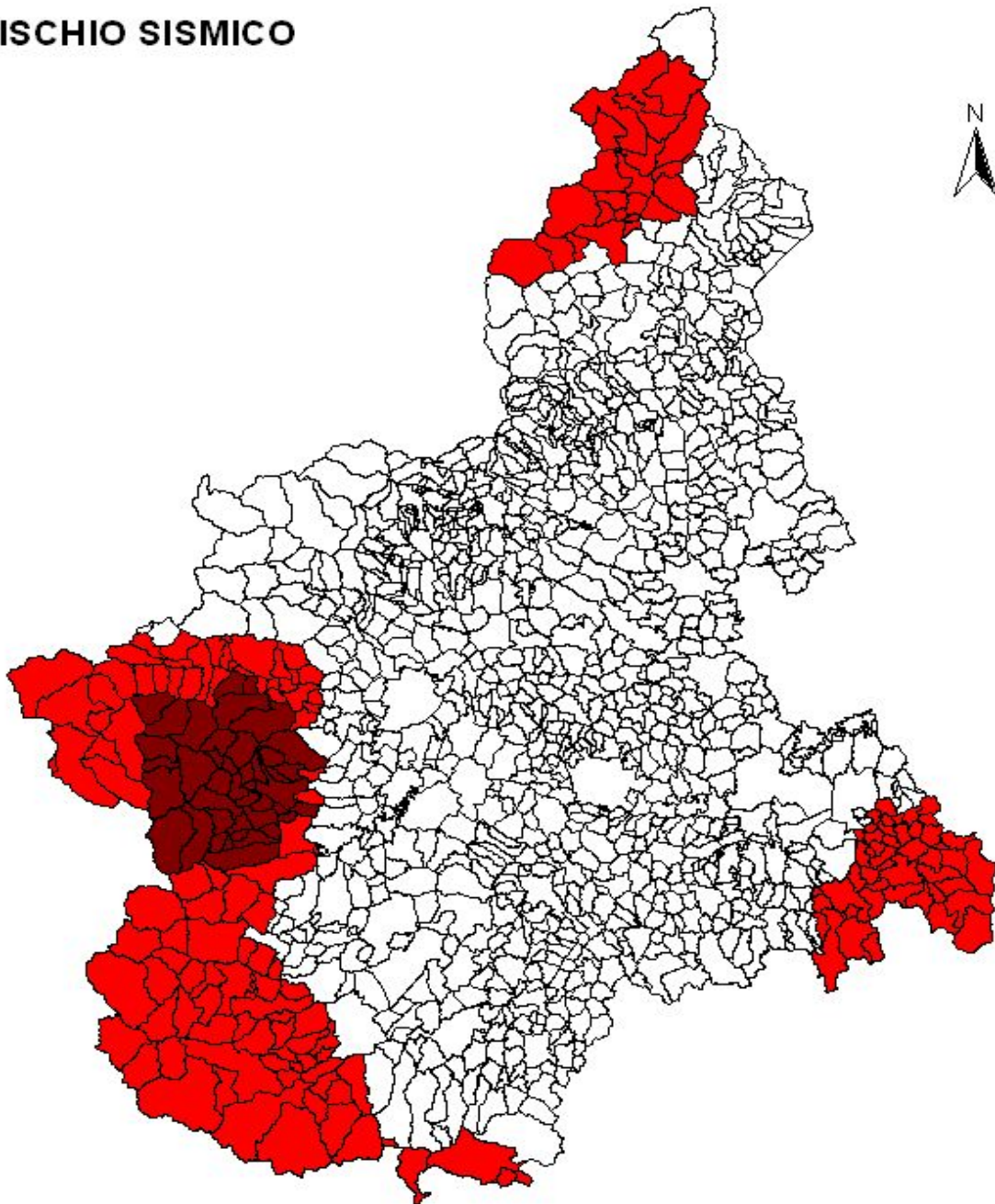


ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Valori di pericolosità sismica del territorio nazionale

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



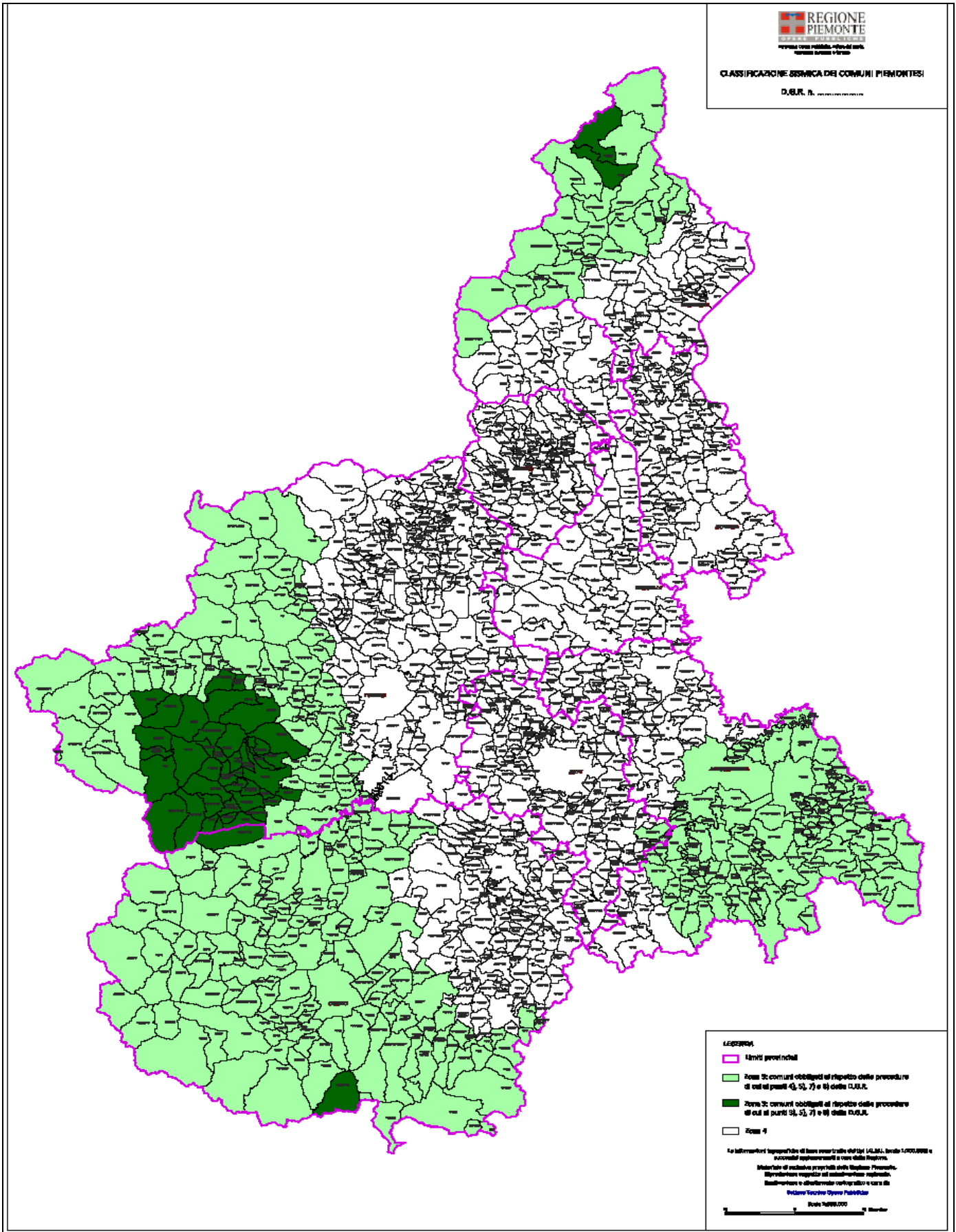
RISCHIO SISMICO

Nuova classificazione sismica del territorio nazionale ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 n.ro 3274

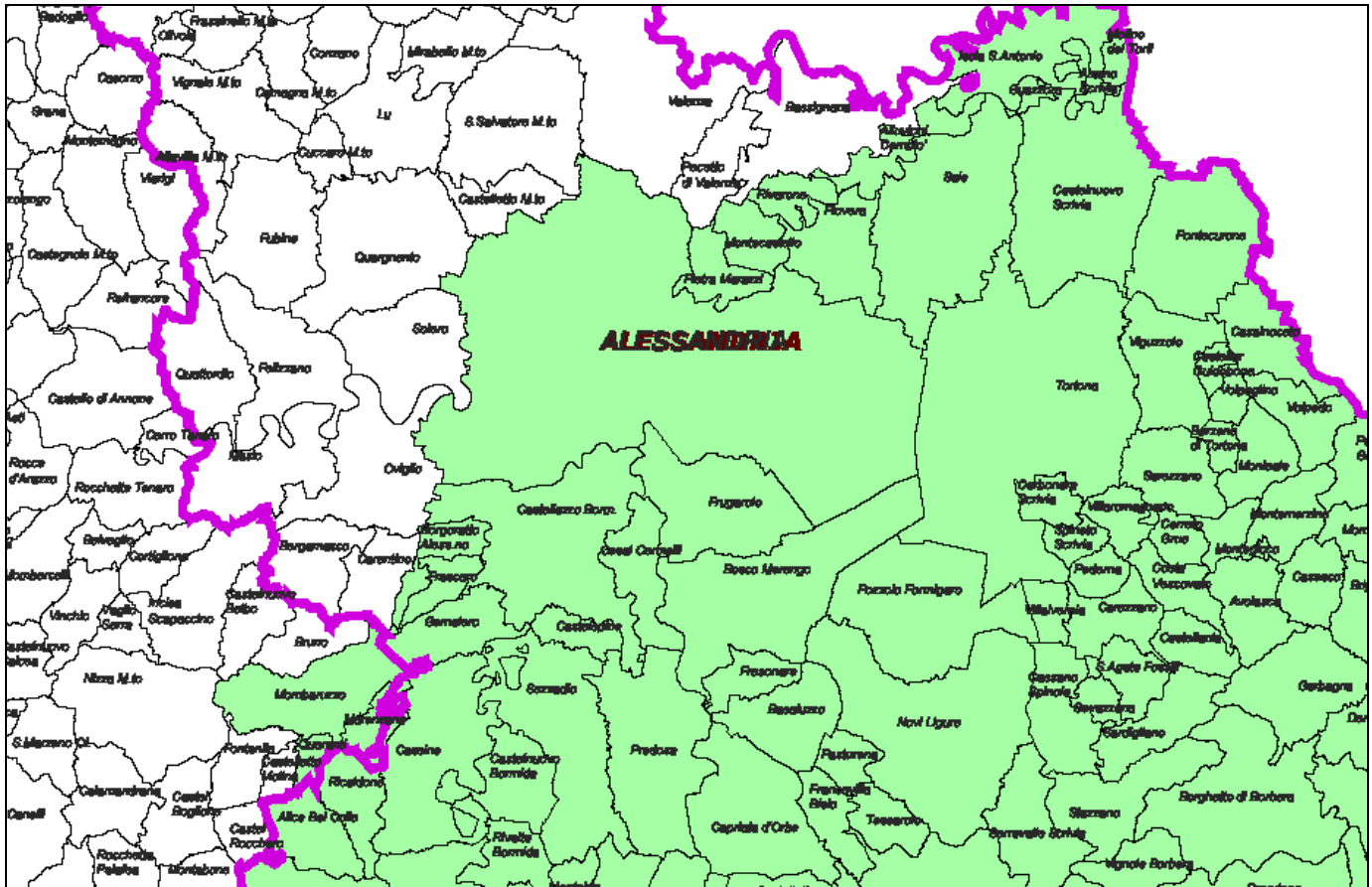
-  Comuni classificati in zona 2
-  Comuni classificati in zona 3
-  Comuni classificati in zona 4

0  80 chilometri

vecchia classificazione sismica



nuova classificazione sismica (19 gennaio 2010)



nuova classificazione sismica (19 gennaio 2010)

Prospezione sismica MASW e metodologia d'indagine

Alla data del 11 aprile 2010 lo scrivente ha effettuato in corrispondenza degli edifici in progetto, una prospezione sismica o 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.12 geofoni a 4,5 Hz infissi nel terreno, con distanza intergeofonica di 4,00 m per una lunghezza totale di 48,00 metri, mentre come energizzazione è stata utilizzata una mazza battente di 8 Kg, gli impatti sono stati effettuati ad una distanza 2-4 e 10 m e 4-6 e 12 m dal primo geofono.



Stendimento sismico MASW (geofoni infissi nel terreno)



Stendimento sismico MASW (mazza battente)



Stendimento sismico MASW (SIMOGRAFO PASI)



Stendimento sismico MASW

ANALISI MULTICANALE DELLE ONDE SUPERFICIALI

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici

L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Per ottenere un profilo V_s bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale V_s dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

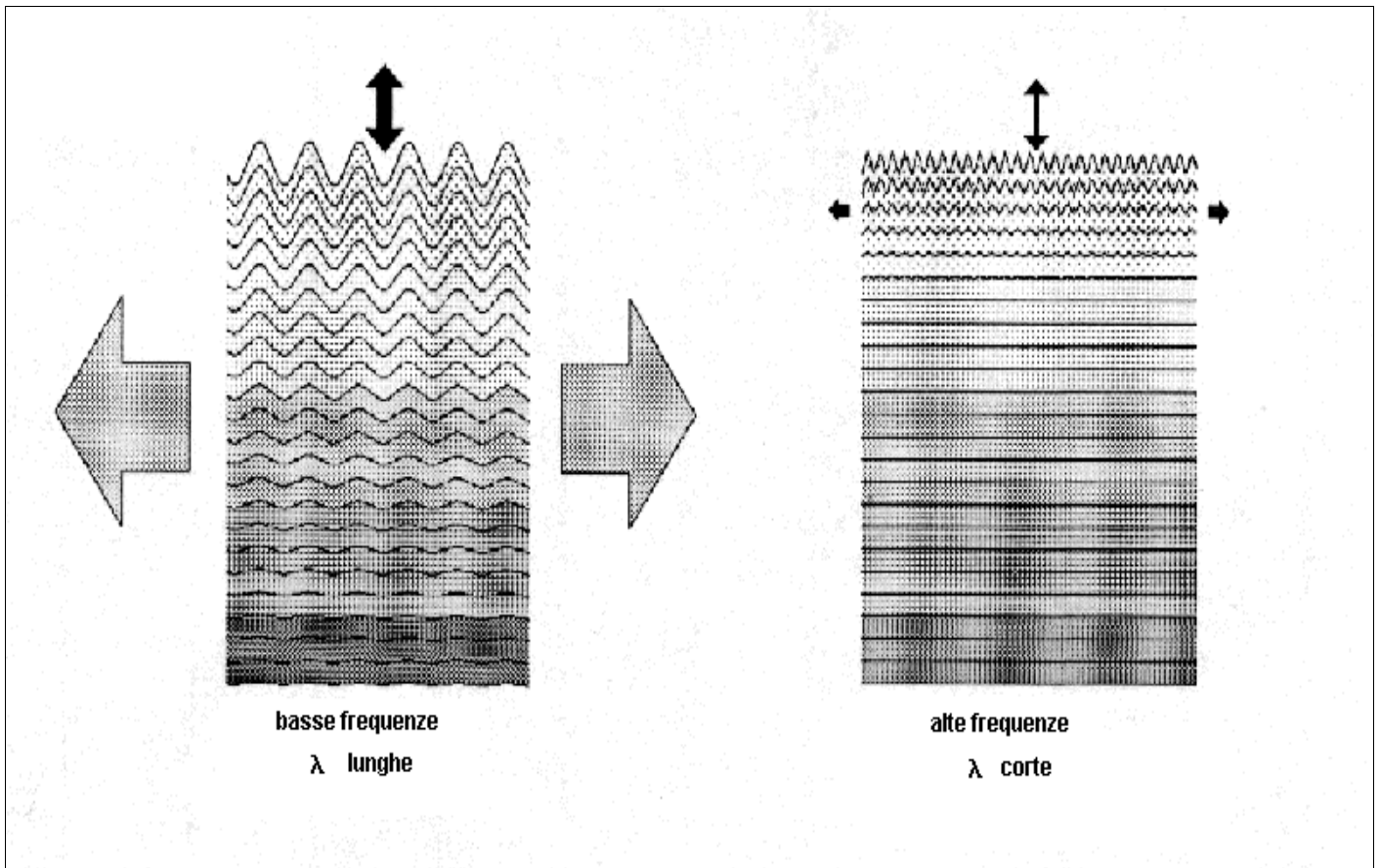
Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione. MASW può essere efficace con anche solo dodici canali di registrazione collegati a geofoni singoli a bassa frequenza (<10Hz).

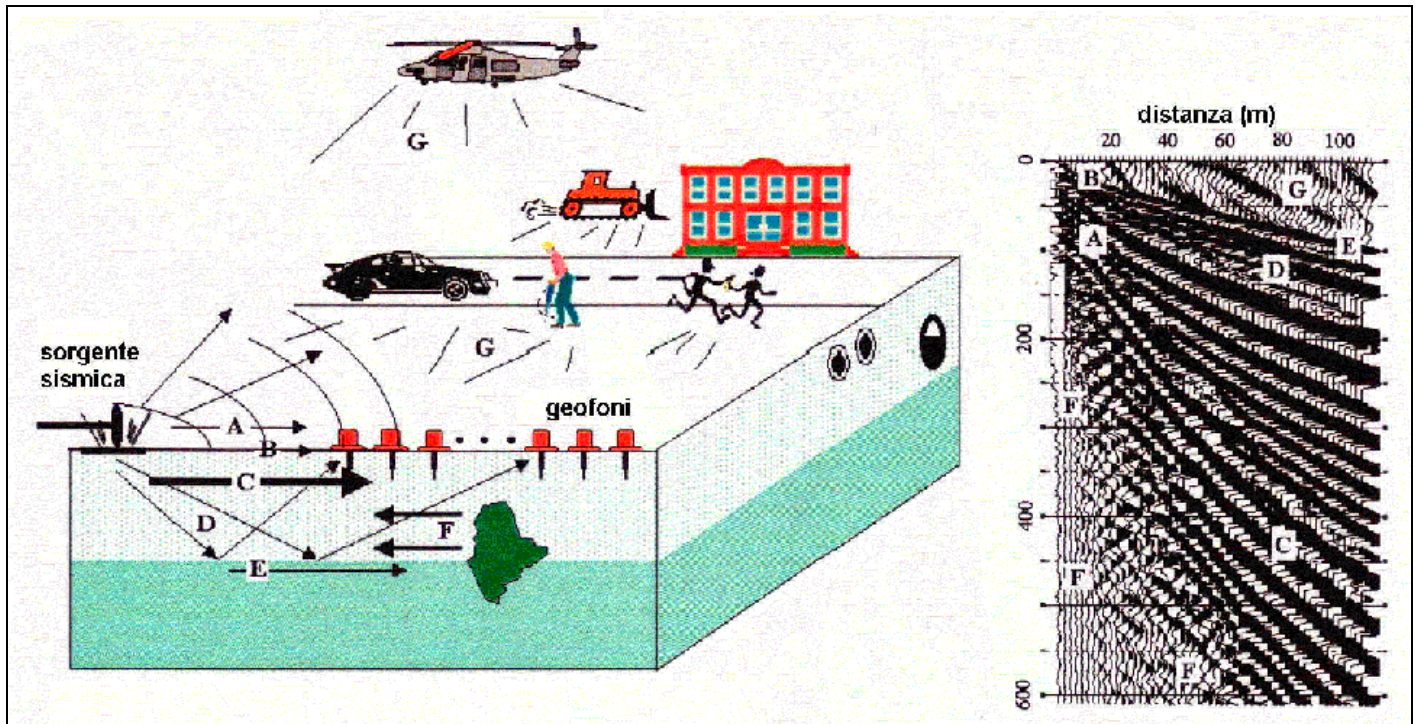


L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione 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 (V_s) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE

Acquisizione multicanale

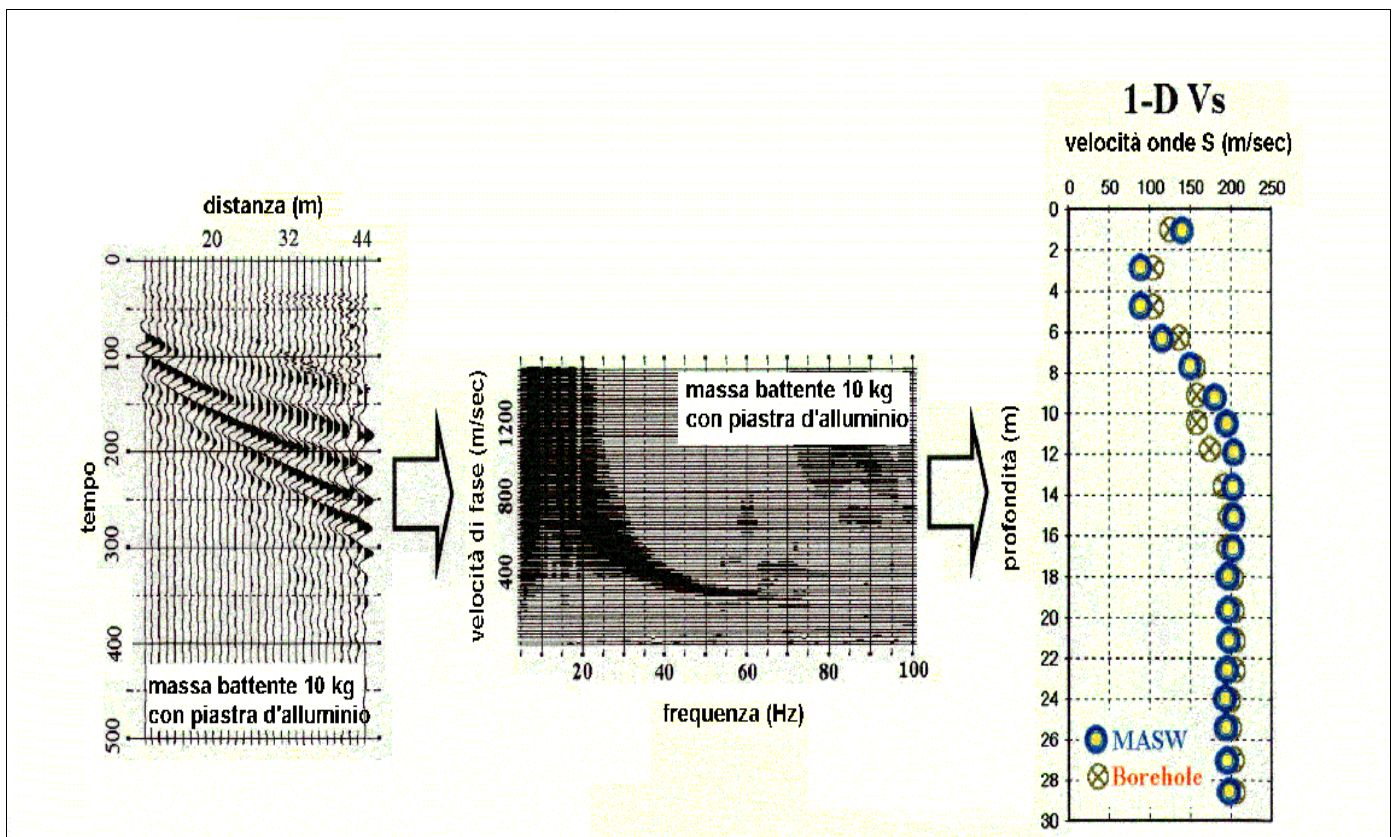
Sismogramma multicanale



| | |
|-----------------------|----------------------|
| A: onde in aria | E: onde rifratte |
| B: onde dirette | F: onde riverberate |
| C: onde di superficie | G: rumore ambientale |
| D: onde riflesse | |

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW



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

Dati di campagna prova MASW

Di seguito sono riportati i risultati delle prove MASW.

Nel riquadro in alto a sinistra è riportata l'immagine di dispersione dell'energia sismica. Al di sotto è riportata l'estrazione della curva di dispersione eseguita sull'immagine precedente.

Ancora sotto sono riportati i grafici relativi al modello del terreno, sia sotto forma di stratificazione V_s (spezzata di colore blu) che di Modulo di Taglio (spezzata verde). 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

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

è facile ricalcolare il modulo G esatto quando si disponesse di valori più precisi di densità.

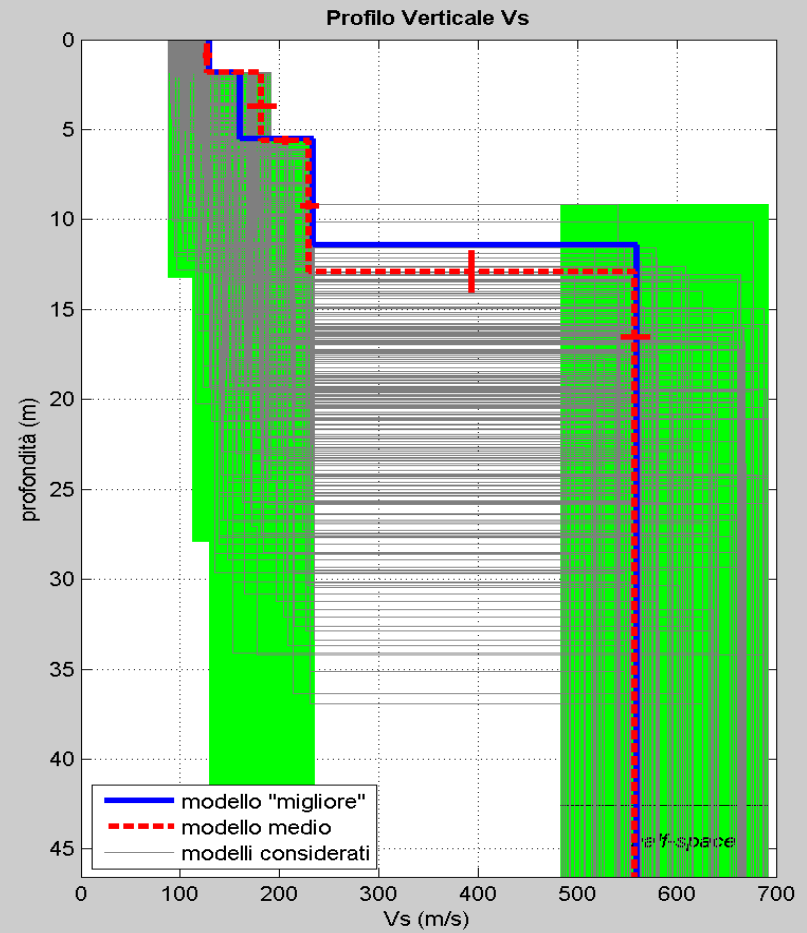
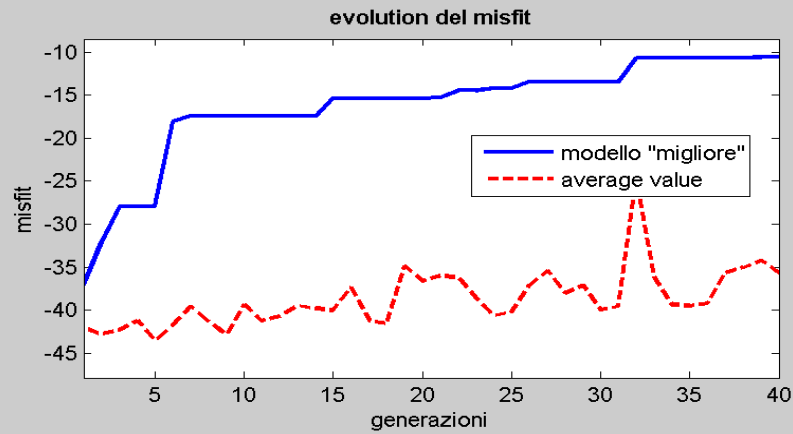
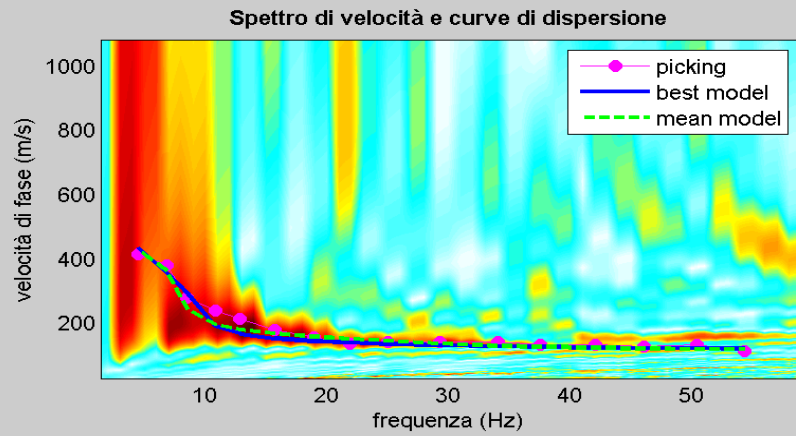
Con una curva di colore rosso è stato tracciato il valore di V_s progressiva.

Dalla curva si può quindi ricavare il valore di V_{s10} , V_{s20} e così via, e quindi anche il valore di V_{s30} , quest'ultimo ovviamente alla profondità 30.

A destra è visibile il sismogramma mentre in basso è riportato il valore del parametro V_{s30} calcolato utilizzando la stratigrafia V_s e la formula

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

dove h_i e V_i 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.



dataset: MANFR4001.DAT
 curve di dispersione: MANFRIN4.cdp
 VS30 (modello "migliore"): 314 m/s
 VS30 (modello medio): 308 m/s

La prospezione sismica MASW ha individuato il seguente modello sismografico del sottosuolo:

- Da 0,00 a 1,80 m dal p.c. Vs pari a 127 m/sec; densità pari a 1,80 gr/cmc.

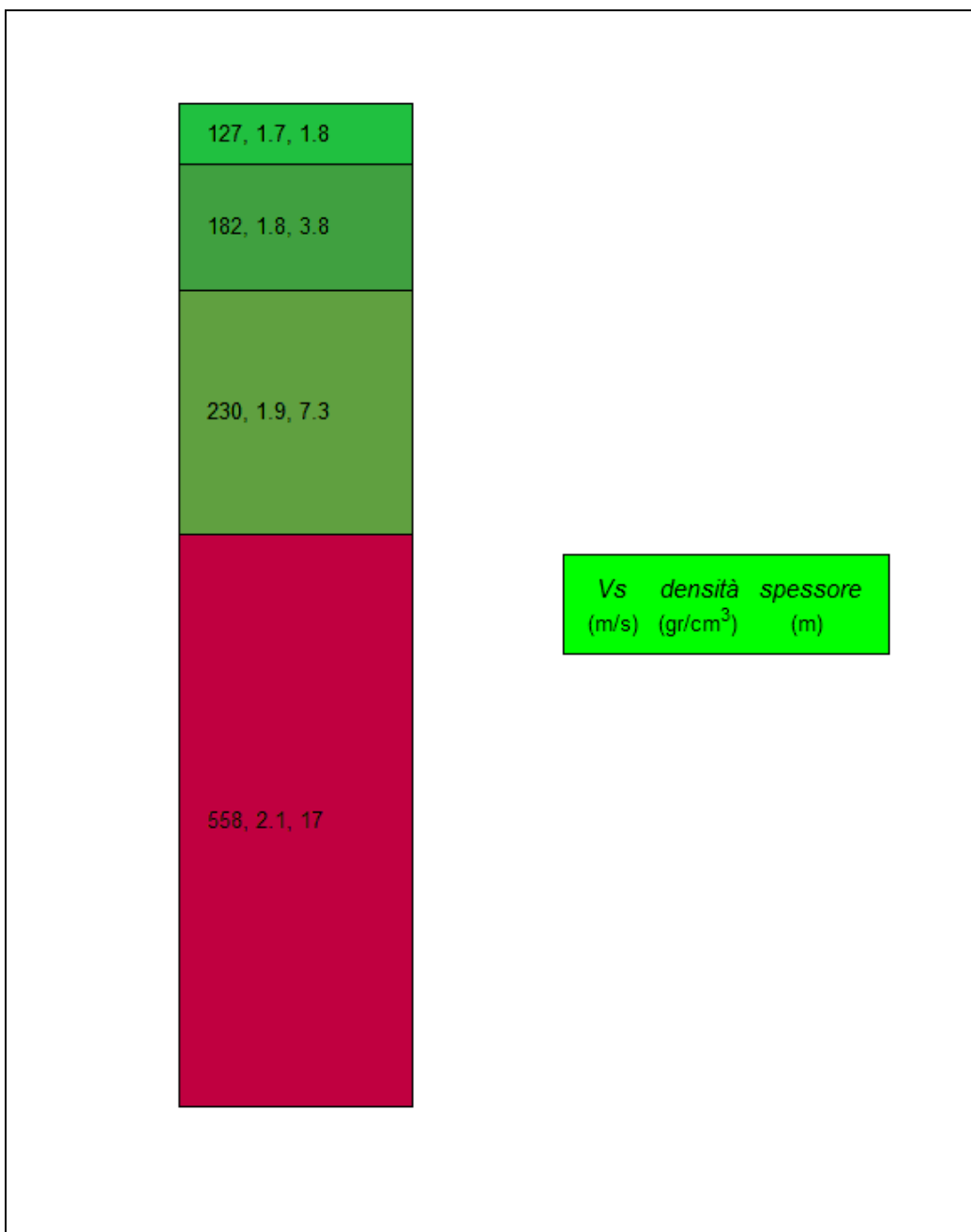
Da 1,80 a 5,60 m dal p.c. Vs pari a 182 m/sec; densità pari a 2,00 gr/cmc.


Da 5,60 a 12,90m dal p.c. Vs pari a 230 m/sec; densità pari a 2,10 gr/cmc.

Da 12,90 a 30,00 m dal p.c. Vs pari a 558 m/sec; densità pari a 2,40 gr/cmc.

Vs30 pari a 308 m/sec

Categoria di sottosuolo: C



| <u>Classe</u> | <u>Litologia</u> | <u>V_{s,30}</u> <u>(m/s)</u> | <u>N_{SPT,30}</u> | <u>c_{u,30}</u> <u>(kPa)</u> |
|--|--|---|---------------------------|---|
| <u>A</u> | <i><u>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</u></i> <i>(con eventuale coltre di alterazione < 3m)</i> | <u>> 800</u> | = | = |
| <u>B</u> | <i><u>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati</u></i> <i>o terreni a grana fina molto consistenti (con spessori > 30 m e miglioramento graduale di proprietà meccaniche con la profondità)</i> | <u>360-800</u> | <u>> 50</u> | <u>> 250</u> |
| <u>C</u>  | <i><u>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati</u></i> <i>o terreni a grana fina mediamente consistenti (con spessori > 30 m e miglioramento graduale di proprietà meccaniche con la profondità)</i> | <u>180-360</u> | <u>15-50</u> | <u>70-250</u> |
| <u>D</u> | <i><u>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati</u></i> <i>o di terreni a grana fina scarsamente consistenti (con spessori > 30 m e miglioramento graduale di proprietà meccaniche con la profondità)</i> | <u>< 180</u> | <u>< 15</u> | <u>< 70</u> |
| <u>E</u> | <i><u>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</u></i> <i>(su substrato con V_s > 800 m/s)</i> | <u>< 360</u> | <u>< 50</u> | <u>< 250</u> |
| <u>S1</u> | <i><u>Depositi con uno strato > 8 m di terreni fini poco consistenti o > 3 m di torba o argille organiche</u></i> | <u>< 100</u> | = | <u>10-20</u> |
| <u>S2</u> | <i><u>Terreni liquefacibili, argille sensitive</u></i> <i>o altri terreni non classificabili nelle categorie precedenti</i> | | | |

Analisi di pericolosità sismica di base del sito (spettri di risposta elastica di normativa)

Di seguito sono riportati i calcoli relativi alle analisi di pericolosità sismica di base del sito area d'indagine con i relativi parametri di spettri di risposta elastica di normativa (accelerazioni orizzontali e verticali) dell'area oggetto d'indagine, ottenuti mediante il programma di calcolo "Spettri NTC vers. 1.03" prendendo in considerazione i seguenti dati in riferimento all'opera in progetto ed alle condizioni geologiche e topografiche del sito.

DATO 1) zona sismica 3 (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);

DATO 2) suolo tipo C (D.M. 14/01/08);

DATO 3) costruzione tipo 2 (opere ordinarie) a cui corrisponde una vita nominale $V_n \Rightarrow 50$ anni (D.M. 14/01/08);

DATO 4) classe d'uso della struttura: II (costruzione con normali affollamenti) in presenza di azioni sismiche con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o del collasso, a cui corrisponde un coefficiente d'uso C_u pari a 1.0 (D.M. 14/01/08);

DATO 5) stati limite di calcolo: stato limite salvaguardia della vita SLV;

L'analisi sismica degli spettri elastici si è caratterizzata in n.3 fasi di calcolo ed analisi, i cui risultati e parametri sismici sono riportati nei diagrammi di seguito elencati (fig.1...fig.12).

Fase 1 (fig.1-4)

Oggetto - INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO (fig1)

Calcolo SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICA DI NORMATIVA riferiti in tempi di ritorno T_r (fig.2) per la Città di Alessandria.

PARAMETRI SPETTRALI (fig.3)

- ag accelerazione orizzontale massima al sito:
- F_0 fattore di amplificazione dello spettro (orizzont.);
- T^*c periodo di inizio del tratto a velocità costante

Fase 2 (fig5-8)

Oggetto SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE (fig5)

- Calcolo * Vita nominale opera in progetto ($V_n \geq 50$)
 * Coefficiente d'uso costruzione $C_u = 1,00$
 * periodo di riferimento per la costruzione $T_r = 100$

PERIODI DI RITORNO PER LA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO (fig.6) riferiti agli:

STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

- STATO LIMITE DI OPERATIVITA' (SLO)
- STATO LIMITE DI DANNO (SLD)

STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

- STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV)
- STATO LIMITE DI COLLASSO (SLC)

da cui sono stati calcolati:

PARAMETRI SPETTRALI DI PROGETTO (a_g , F_0 , T^*c) IN FUNZIONE DEI PERIODI DI RITORNO T_r (fig.6)

e successivamente:

SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICA PER I DIVERSI STATI LIMITE (fig.7)

SLO
 SLD
 SLV
 SLC

ed inoltre:

VALORI DEI PARAMETRI (a_g , F_0 , T^*c) PER I PERIODI DI RITORNO T_r ASSOCIATI A CIASCUNO DEGLI STATI LIMITE (fig.8)

Fase 3 (fig9-12)

Oggetto DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO (fig.9)

- Calcolo * Stato limite considerato (SLV)
 * Categoria di sottosuolo C
 * Condizione topografica T1 (pianeggiante)

SPETTRI DI RISPOSTA (COMPONENTI ORIZZ. E VERTICALI) PER LO STATO LIMITE SLV (fig.10)

PARAMETRI E PUNTI DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ORIZZONTALE PER LO STATO LIMITE SLV (fig.11)

PARAMETRI E PUNTI DELLO SPETTRO DI RISPOSTA VERTICALE PER LO STATO LIMITE SLV (fig.12)

INTRO

D.M. 14 gennaio 2008 - Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

Spettri di risposta ver. 1.0.3

Il documento Excel **SPETTRI-NTC** fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale. La definizione degli spettri di risposta relativi ad uno Stato Limite è articolata in 3 fasi, ciascuna delle quali prevede la scelta dei valori di alcuni parametri da parte dell'utente:

FASE 1. Individuazione della pericolosità del sito (sulla base dei risultati del progetto S1 - INGV);

FASE 2. Scelta della strategia di progettazione;

FASE 3. Determinazione dell'azione di progetto.

La schermata relativa a ciascuna fase è suddivisa in sotto-schermate: l'utente può intervenire nelle sotto-schermate con sfondo grigio scuro mentre quelle con sfondo grigio chiaro consentono un immediato controllo grafico delle scelte effettuate. In ogni singola fase l'utente può visualizzare e stampare i risultati delle elaborazioni -in forma sia grafica che numerica- nonché i relativi riferimenti alle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 pubblicate nella G.U. n.29 del 04.02.2008 Suppl. Ord. n.30 e scaricabile dal sito www.cslp.it

Programma ottimizzato per una visualizzazione schermo 1024 x 768

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
8,62

LATITUDINE
44,9134

Ricerca per comune

REGIONE
Piemonte ▼

PROVINCIA
Alessandria ▼

COMUNE
Alessandria ▼

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

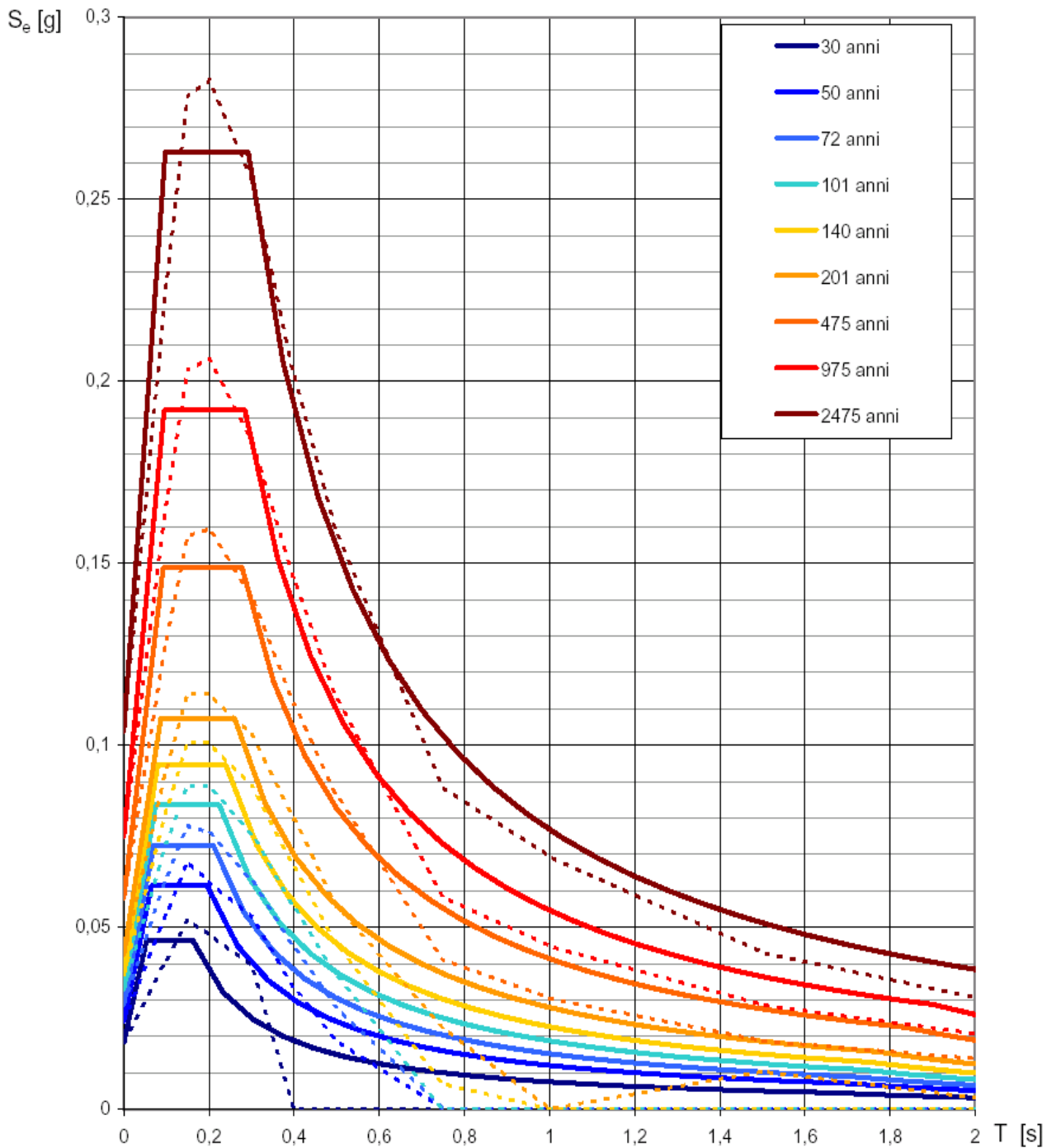
superficie rigata ▼

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

fig.1

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

fig.2

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* : variabilità col periodo di ritorno T_R

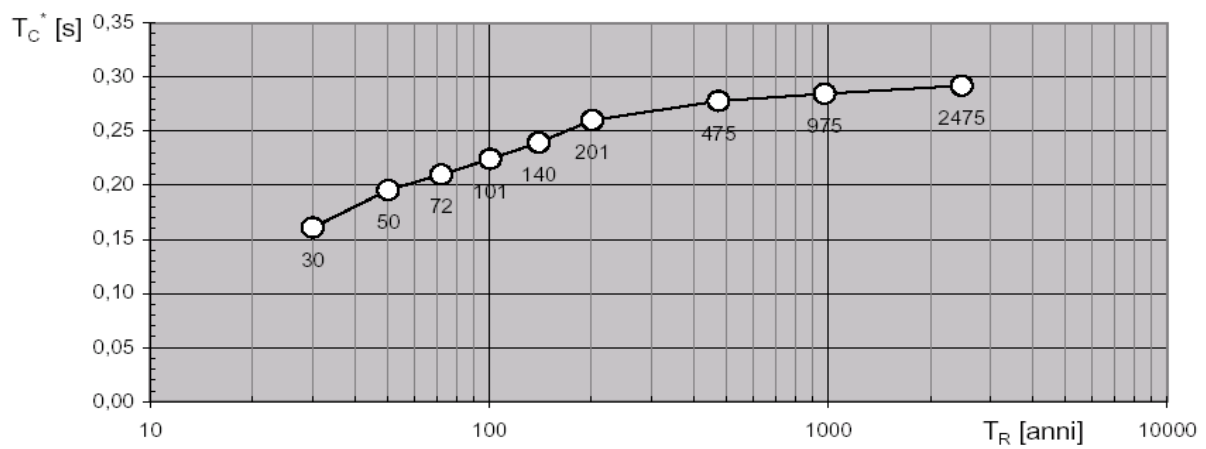
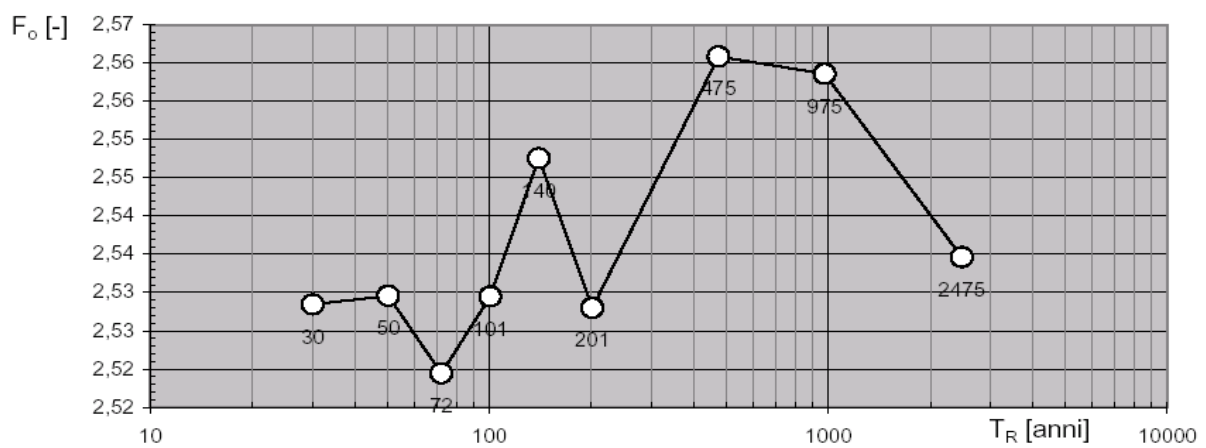
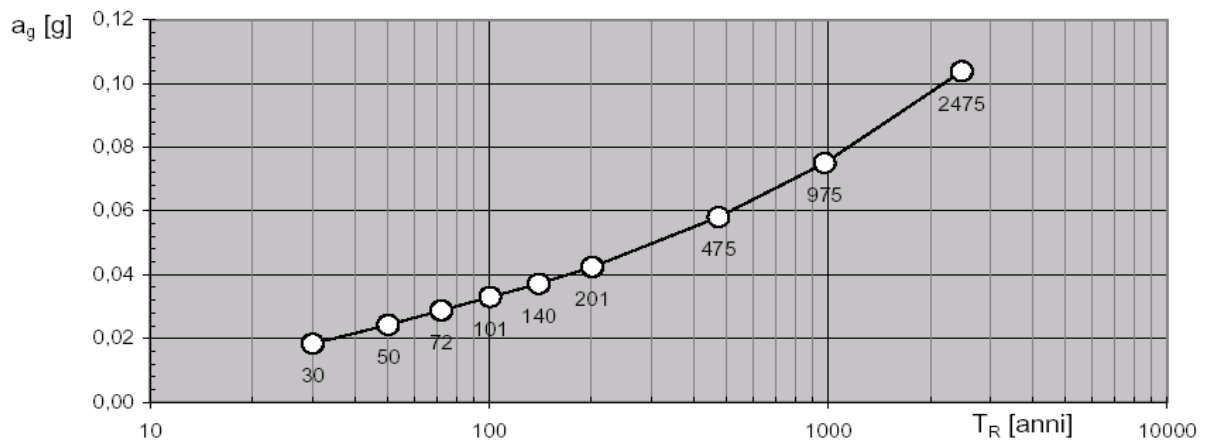


fig.3

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

| T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| 30 | 0,018 | 2,528 | 0,161 |
| 50 | 0,024 | 2,530 | 0,195 |
| 72 | 0,029 | 2,519 | 0,210 |
| 101 | 0,033 | 2,529 | 0,224 |
| 140 | 0,037 | 2,548 | 0,239 |
| 201 | 0,042 | 2,528 | 0,260 |
| 475 | 0,058 | 2,561 | 0,278 |
| 975 | 0,075 | 2,559 | 0,284 |
| 2475 | 0,104 | 2,535 | 0,292 |

fig.4

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

| | | | |
|---------------------------------|---|-----------------------|--|
| Stati limite di esercizio - SLE | { | SLO - $P_{VR} = 81\%$ | <input style="width: 50px;" type="text" value="60"/> |
| | | SLD - $P_{VR} = 63\%$ | <input style="width: 50px;" type="text" value="101"/> |
| Stati limite ultimi - SLU | { | SLV - $P_{VR} = 10\%$ | <input style="width: 50px;" type="text" value="949"/> |
| | | SLC - $P_{VR} = 5\%$ | <input style="width: 50px;" type="text" value="1950"/> |

Elaborazioni

Grafici parametri azione |>

Grafici spettri di risposta |>

Tabella parametri azione |>

Strategia di progettazione

| Stato Limite | Strategia per costruzioni ordinarie (T_R [anni]) | Strategia scelta (T_R [anni]) |
|--------------|---|----------------------------------|
| SLO | 60 | 60 |
| SLD | 101 | 101 |
| SLV | ~100 | 949 |
| SLC | ~100 | 1950 |

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

fig5

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R

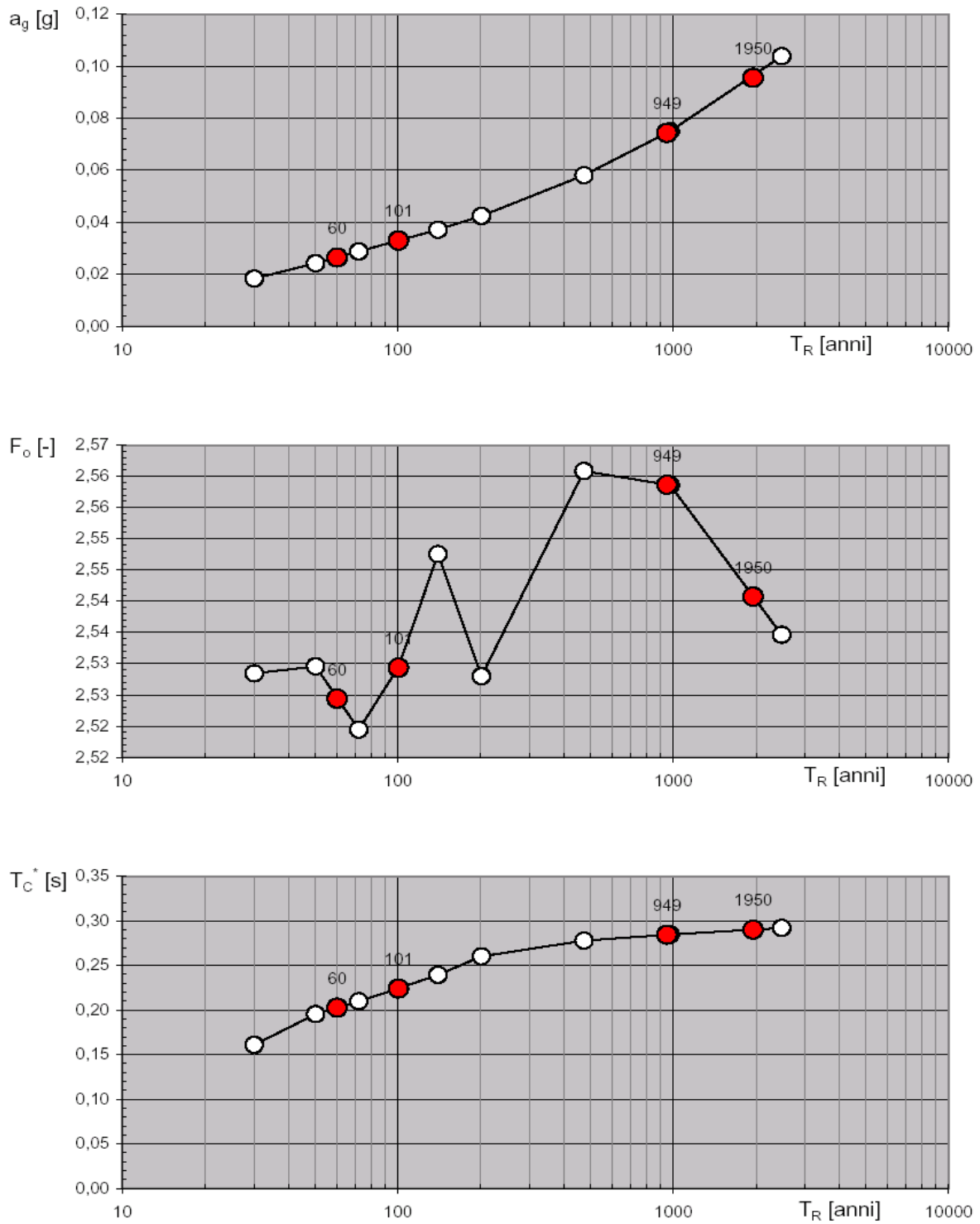


fig.6

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

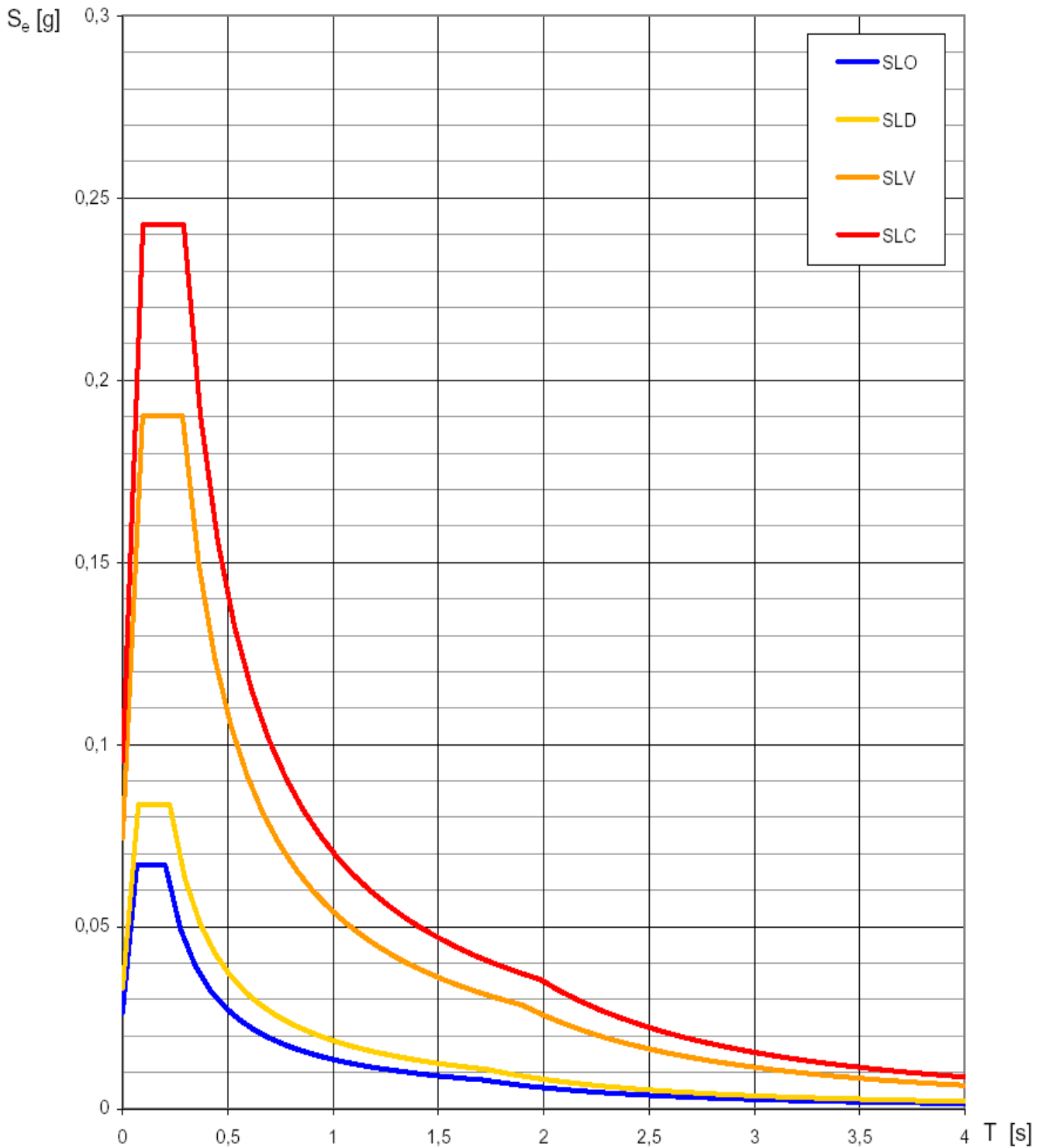


fig.7

Elaborazioni effettuate con "Spettri NTC ver.1.0.2"

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

| SLATO LIMITE | T_R [anni] | a_g [g] | F_o [-] | T_C^* [s] |
|-----------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO | 60 | 0,026 | 2,524 | 0,203 |
| SLD | 101 | 0,033 | 2,529 | 0,224 |
| SLV | 949 | 0,074 | 2,559 | 0,284 |
| SLC | 1950 | 0,096 | 2,541 | 0,290 |

fig.8

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** ▼ info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** ▼ info

$S_S =$

$C_C =$ info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$h/H =$

$S_T =$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_0

Regol. in altezza **no** ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q

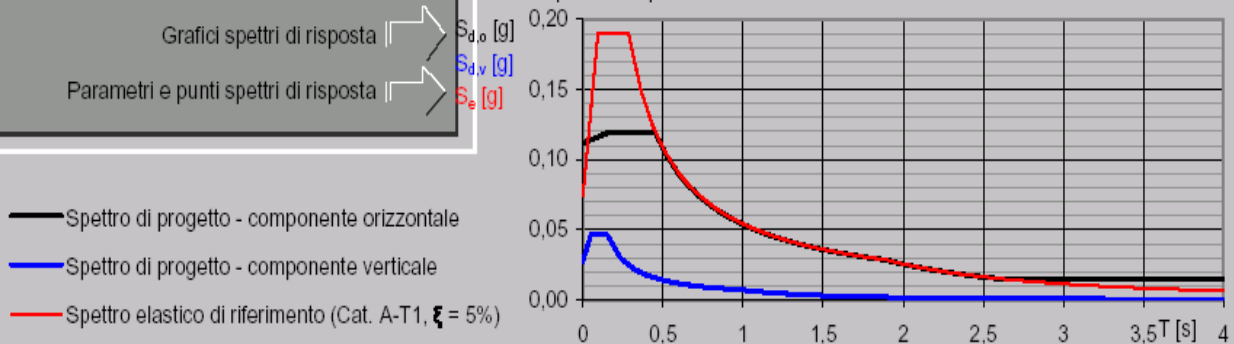
$\eta =$ info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

fig.9

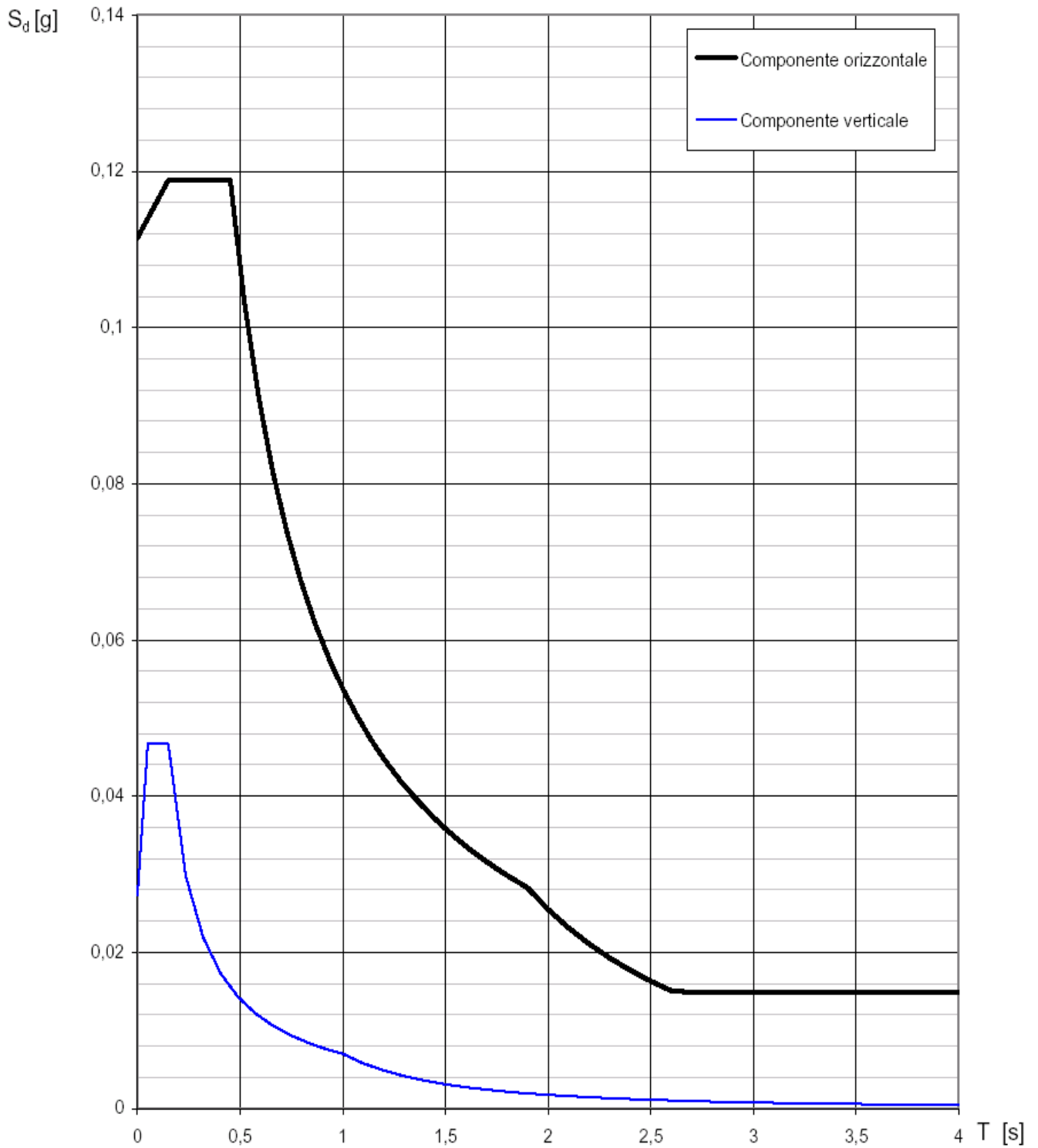
Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

fig.10

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0,074 g |
| F_o | 2,559 |
| T_C | 0,284 s |
| S_S | 1,500 |
| C_C | 1,590 |
| S_T | 1,000 |
| q | 2,400 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,500 |
| η | 0,417 |
| T_B | 0,151 s |
| T_C | 0,452 s |
| T_D | 1,897 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|---------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,112 |
| T_B ← | 0,151 | 0,119 |
| T_C ← | 0,452 | 0,119 |
| | 0,521 | 0,103 |
| | 0,590 | 0,091 |
| | 0,659 | 0,082 |
| | 0,727 | 0,074 |
| | 0,796 | 0,067 |
| | 0,865 | 0,062 |
| | 0,934 | 0,058 |
| | 1,003 | 0,054 |
| | 1,071 | 0,050 |
| | 1,140 | 0,047 |
| | 1,209 | 0,044 |
| | 1,278 | 0,042 |
| | 1,347 | 0,040 |
| | 1,416 | 0,038 |
| | 1,484 | 0,036 |
| | 1,553 | 0,035 |
| | 1,622 | 0,033 |
| | 1,691 | 0,032 |
| | 1,760 | 0,031 |
| | 1,829 | 0,029 |
| T_D ← | 1,897 | 0,028 |
| | 1,997 | 0,026 |
| | 2,098 | 0,023 |
| | 2,198 | 0,021 |
| | 2,298 | 0,019 |
| | 2,398 | 0,018 |
| | 2,498 | 0,016 |
| | 2,598 | 0,015 |
| | 2,698 | 0,015 |
| | 2,798 | 0,015 |
| | 2,899 | 0,015 |
| | 2,999 | 0,015 |
| | 3,099 | 0,015 |
| | 3,199 | 0,015 |
| | 3,299 | 0,015 |
| | 3,399 | 0,015 |
| | 3,499 | 0,015 |
| | 3,599 | 0,015 |
| | 3,700 | 0,015 |
| | 3,800 | 0,015 |
| | 3,900 | 0,015 |
| | 4,000 | 0,015 |

fig.11

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV**Parametri indipendenti**

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_{qv} | 0,027 g |
| S_S | 1,000 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,500 |
| T_B | 0,050 s |
| T_C | 0,150 s |
| T_D | 1,000 s |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|-------|
| F_v | 0,942 |
| S | 1,000 |
| η | 0,667 |

Punti dello spettro di risposta

| | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,027 |
| $T_B \leftarrow$ | 0,050 | 0,047 |
| $T_C \leftarrow$ | 0,150 | 0,047 |
| | 0,235 | 0,030 |
| | 0,320 | 0,022 |
| | 0,405 | 0,017 |
| | 0,490 | 0,014 |
| | 0,575 | 0,012 |
| | 0,660 | 0,011 |
| | 0,745 | 0,009 |
| | 0,830 | 0,008 |
| | 0,915 | 0,008 |
| $T_D \leftarrow$ | 1,000 | 0,007 |
| | 1,094 | 0,006 |
| | 1,188 | 0,005 |
| | 1,281 | 0,004 |
| | 1,375 | 0,004 |
| | 1,469 | 0,003 |
| | 1,563 | 0,003 |
| | 1,656 | 0,003 |
| | 1,750 | 0,002 |
| | 1,844 | 0,002 |
| | 1,938 | 0,002 |
| | 2,031 | 0,002 |
| | 2,125 | 0,002 |
| | 2,219 | 0,001 |
| | 2,313 | 0,001 |
| | 2,406 | 0,001 |
| | 2,500 | 0,001 |
| | 2,594 | 0,001 |
| | 2,688 | 0,001 |
| | 2,781 | 0,001 |
| | 2,875 | 0,001 |
| | 2,969 | 0,001 |
| | 3,063 | 0,001 |
| | 3,156 | 0,001 |
| | 3,250 | 0,001 |
| | 3,344 | 0,001 |
| | 3,438 | 0,001 |
| | 3,531 | 0,001 |
| | 3,625 | 0,001 |
| | 3,719 | 0,001 |
| | 3,813 | 0,000 |
| | 3,906 | 0,000 |
| | 4,000 | 0,000 |

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

fig12

Prospezioni penetrometriche, metodologia, dati di campagna e stratigrafie

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, sono state effettuate alla data del 8 e 11 aprile 2011 n.4 prospezioni penetrometriche dinamiche posizionate in corrispondenza degli edifici in progetto.

Metodologia d'indagine

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 $\alpha = 60^\circ$
- diametro di base $\delta = 50,50$ 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 di campagna

Per quanto concerne la prova dinamica l'interpretazione dei parametri è stata supportata mediante le seguenti correlazioni, riferite al numero di colpi N_{spt} (Standard Penetrometion Test in foro):

$$1) \quad N_{Spt} = 1,00 - 1,50 \times N_{30}$$

dove:

N₃₀ = numero di colpi misurato all'affondamento ogni 30,00 cm delle aste penetrometriche;

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

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;

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

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/atrito 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 (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.), la categoria di suolo (D.M. 14-01-2008) attraverso le più note correlazioni riportate dalla letteratura.

Sempre per quanto riguarda le prove dinamiche nelle stratigrafie e nei diagrammi penetrometrici è stato inserito, attraverso le formule sperimentali degli "Olandesi", il

valore della resistenza dinamica (Rd) del terreno all'avanzamento delle aste, mediante la seguente relazione:

$$Rd = \frac{(M^2 \times H)}{A \times h \times (M+m)} \times N30$$

dove:

M = peso della mazza battente (73,50 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 (30,00 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 (Rd) 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.



PENETROMETRO PAGANI (prova 1)

| | | | |
|---|----------|---------------------------------------|---|
| Comune di Alessandria Via C. Pisacane | | | |
| PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N.1 | | | |
| penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI | | | |
| P = peso del maglio 73,5 Kg | | | |
| 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 N30 = $Q = (M \times H) / (A \times p) = 9,41 \text{ Kg/cmq}$ | | | |
| Coefficiente teorico di energia $t = Q / Q_{spt} = 0,83$ | | | |
| Data: 8 aprile 2011 | | Falda IDRICA: -9,00 m dal p.c. | |
| profondità dal p.c. | colpi | Rd | Piano di posa del penetrometro: piano cortile |
| (metri) | DPSH N30 | Kg/cmq | |

| profondità dal p.c. (metri) | colpi DPSH N30 | Rd Kg/cmq |
|--------------------------------|-------------------|--------------|
| 0,3 | 5 | 42,21 |
| 0,6 | 8 | 67,53 |
| 0,9 | 3 | 23,42 |
| 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 | 1 | 6,787 |
| 3,6 | 1 | 6,371 |
| 3,9 | 1 | 6,371 |
| 4,2 | 1 | 5,381 |
| 4,5 | 1 | 5,381 |
| 4,8 | 1 | 6,003 |
| 5,1 | 2 | 12,01 |
| 5,4 | 1 | 6,003 |
| 5,7 | 1 | 5,675 |
| 6 | 3 | 17,02 |
| 6,3 | 2 | 11,35 |
| 6,6 | 3 | 16,14 |
| 6,9 | 4 | 21,52 |
| 7,2 | 3 | 16,14 |
| 7,5 | 7 | 35,81 |
| 7,8 | 9 | 46,04 |
| 8,1 | 14 | 71,62 |
| 8,4 | 15 | 76,74 |
| 8,7 | 17 | 82,89 |
| 9 | 16 | 78,01 |
| 9,3 | 28 | 136,5 |
| 9,6 | 18 | 83,83 |
| 9,9 | 14 | 65,2 |
| 10,2 | 6 | 27,94 |
| 10,5 | 14 | 65,2 |
| 10,8 | 10 | 44,57 |
| 11,1 | 8 | 35,66 |
| 11,4 | 6 | 26,74 |
| 11,7 | 6 | 25,64 |
| 12 | 9 | 38,47 |
| 12,3 | 12 | 51,29 |
| 12,6 | 8 | 32,84 |
| 12,9 | 7 | 28,74 |
| 13,2 | 9 | 36,95 |
| 13,5 | 19 | 78 |
| 13,8 | 13 | 51,34 |
| 14,1 | 18 | 71,08 |
| 14,4 | 17 | 67,13 |
| 14,7 | 11 | 41,85 |
| 15 | 8 | 30,44 |
| 15,3 | 7 | 26,63 |
| 15,6 | 12 | 44,04 |
| 15,9 | 12 | 44,04 |
| 16,2 | 13 | 47,71 |
| 16,5 | 17 | 60,26 |
| 16,8 | 23 | 81,53 |
| 17,1 | 24 | 85,07 |

diagramma prova penetrometrica P1

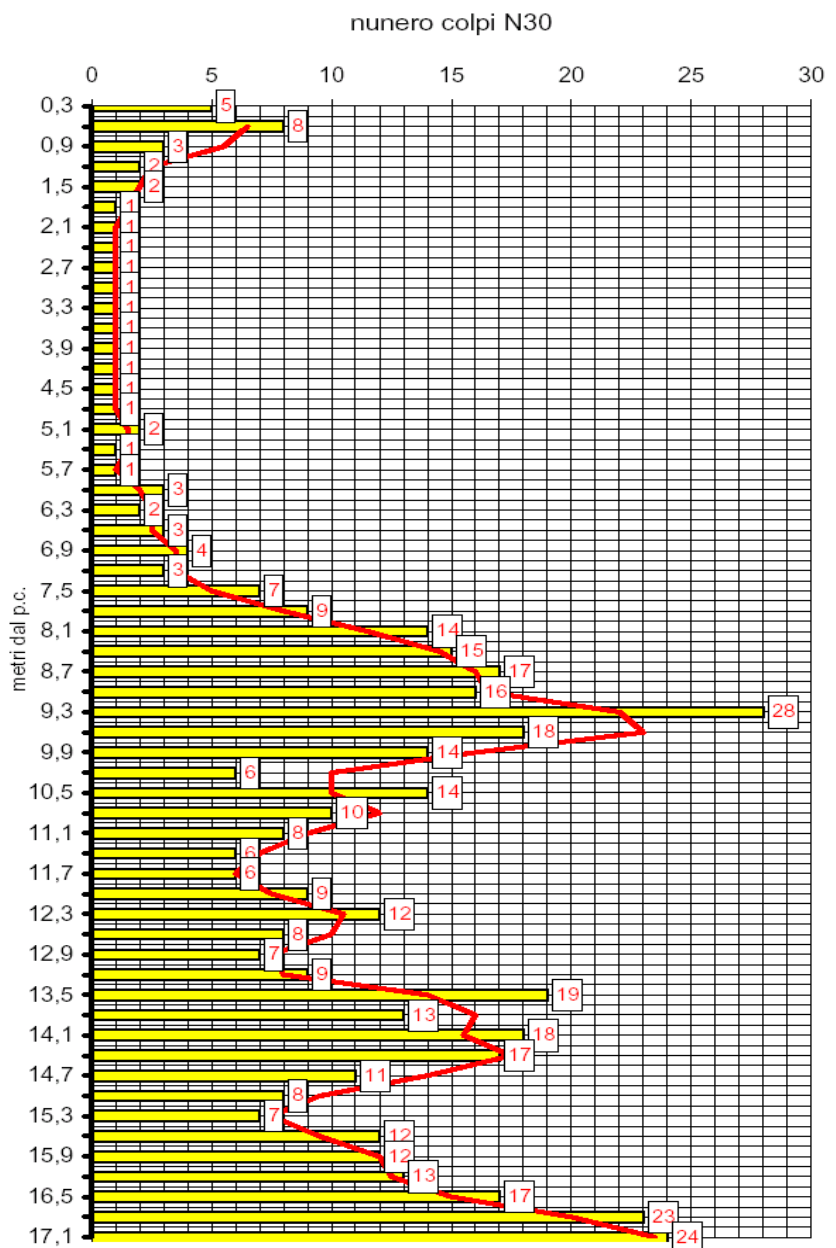
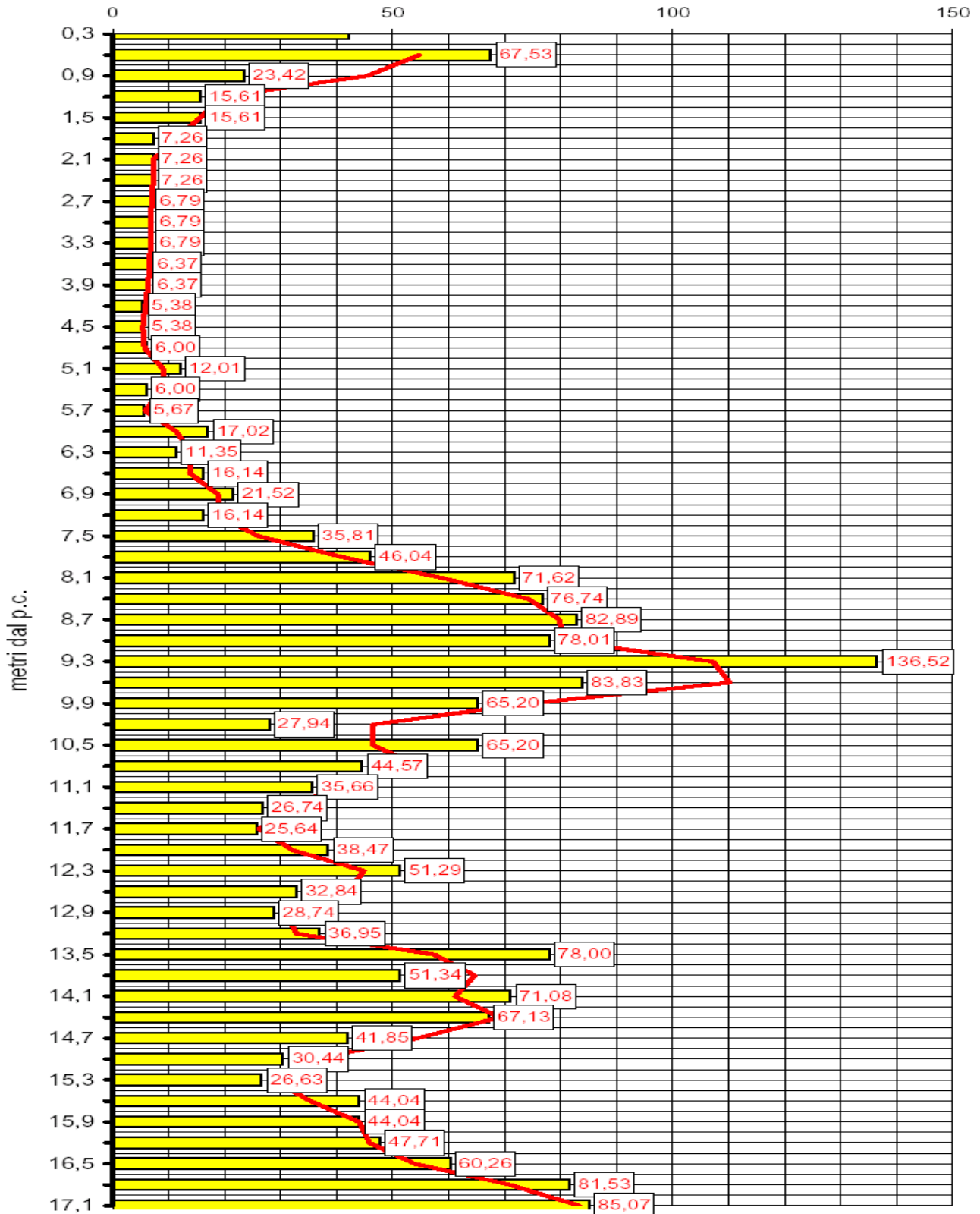


diagramma prova penetrometrica P1

resistenza dinamica Rd (Kg/cm²)



**COMUNE DI ALESSANDRIA VIA C. PISACANE
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA 1**

| prof | strati | tipologia | γ | γ' | Σ | Cu | Mv | φ | Dr | Perm | K orizz |
|--|--------|--|--|-----------|----------|--------|-----------------------------|-----------|----|----------|---------|
| m p c | | PIANO CORTILE | Kg/mc | Kg/mc | Kg/cmq | Kg/cmq | cmq/Kg | ° | % | cm/sec | Kg/cmc |
| 0,9 | | Riporto | | | | | | | | | |
| | | Limi argillosi e sabbiosi poco compatti | 1599 | 1599 | 0,922 | 0,178 | 0,032195 | | | 1,14E-02 | 0,3552 |
| 5,7 | | | | | | | | | | | |
| | | Limi argillosi più compatti | 1737 | 1737 | 1,192 | 0,45 | 0,016221 | | | 1,12E-02 | 0,6 |
| 7,2 | | | | | | | | | | | |
| livello falda freatica misurata alla data del 8 aprile 2011 (-9,00 m dal p.c.) | | | | | | | | | | | |
| | | Successioni di di sabbie e ghiaie a matrice limosa con intercalazioni di limi sabbiosi mediamente costipati ed addensati | 1800 | 800 | 1,984 | | 0,013002 | 30 | 31 | 5,51E-02 | 2,56 |
| 17,1 | | | | | | | | | | | |
| Rd = resistenzadinamica avanzamento delle aste | | | | | | | | | | | |
| D-C categoria di sottosuolo (D.M. 14-01-2008) | | | | | | | | | | | |
| γ = peso di volume | | | Cu = coesione non drenata | | | | Korizz = moulo reaz. orizz. | | | | |
| γ' = peso di volume | | | φ = angolo attrito interno | | | | Perm = permeabilità | | | | |
| Σ = pressione litostatica | | | Mv = coefficiente di compressibilità di volume | | | | | | | | |



PENETROMETRO PAGANI (prova 2)

| | | | |
|---|----------|---------------------------------------|---|
| Comune di Alessandria Via C. Pisacane | | | |
| PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N.2 | | | |
| penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI | | | |
| P = peso del maglio 73,5 Kg | | | |
| 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 $t = Q / Q_{spt} = 0,83$ | | | |
| Data: 8 aprile 2011 | | Falda IDRICA: -9,00 m dal p.c. | |
| profondità dal p.c. | colpi | Rd | Piano di posa del penetrometro: piano cortile |
| (metri) | DPSH N30 | Kg/cmq | |

| profondità dal p.c. (metri) | colpi DPSH N30 | Rd Kg/cmq |
|--------------------------------|-------------------|--------------|
| 0,3 | 3 | 25,32 |
| 0,6 | 7 | 59,09 |
| 0,9 | 4 | 31,23 |
| 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 | 1 | 6,787 |
| 3 | 1 | 6,787 |
| 3,3 | 1 | 6,787 |
| 3,6 | 1 | 6,371 |
| 3,9 | 1 | 6,371 |
| 4,2 | 2 | 10,76 |
| 4,5 | 3 | 16,14 |
| 4,8 | 4 | 24,01 |
| 5,1 | 5 | 30,01 |
| 5,4 | 3 | 18,01 |
| 5,7 | 2 | 11,35 |
| 6 | 3 | 17,02 |
| 6,3 | 2 | 11,35 |
| 6,6 | 2 | 10,76 |
| 6,9 | 2 | 10,76 |
| 7,2 | 3 | 16,14 |
| 7,5 | 4 | 20,46 |
| 7,8 | 4 | 20,46 |
| 8,1 | 3 | 15,35 |
| 8,4 | 3 | 15,35 |
| 8,7 | 5 | 24,38 |
| 9 | 5 | 24,38 |
| 9,3 | 6 | 29,25 |
| 9,6 | 6 | 27,94 |
| 9,9 | 7 | 32,6 |
| 10,2 | 13 | 60,54 |
| 10,5 | 19 | 88,49 |
| 10,8 | 13 | 57,94 |
| 11,1 | 15 | 66,86 |
| 11,4 | 15 | 66,86 |
| 11,7 | 11 | 47,01 |
| 12 | 6 | 25,64 |
| 12,3 | 15 | 64,11 |
| 12,6 | 14 | 57,47 |
| 12,9 | 12 | 49,26 |
| 13,2 | 11 | 45,16 |
| 13,5 | 11 | 45,16 |
| 13,8 | 8 | 31,59 |
| 14,1 | 34 | 134,3 |
| 14,4 | 25 | 98,73 |
| 14,7 | 23 | 87,5 |
| 15 | 27 | 102,7 |

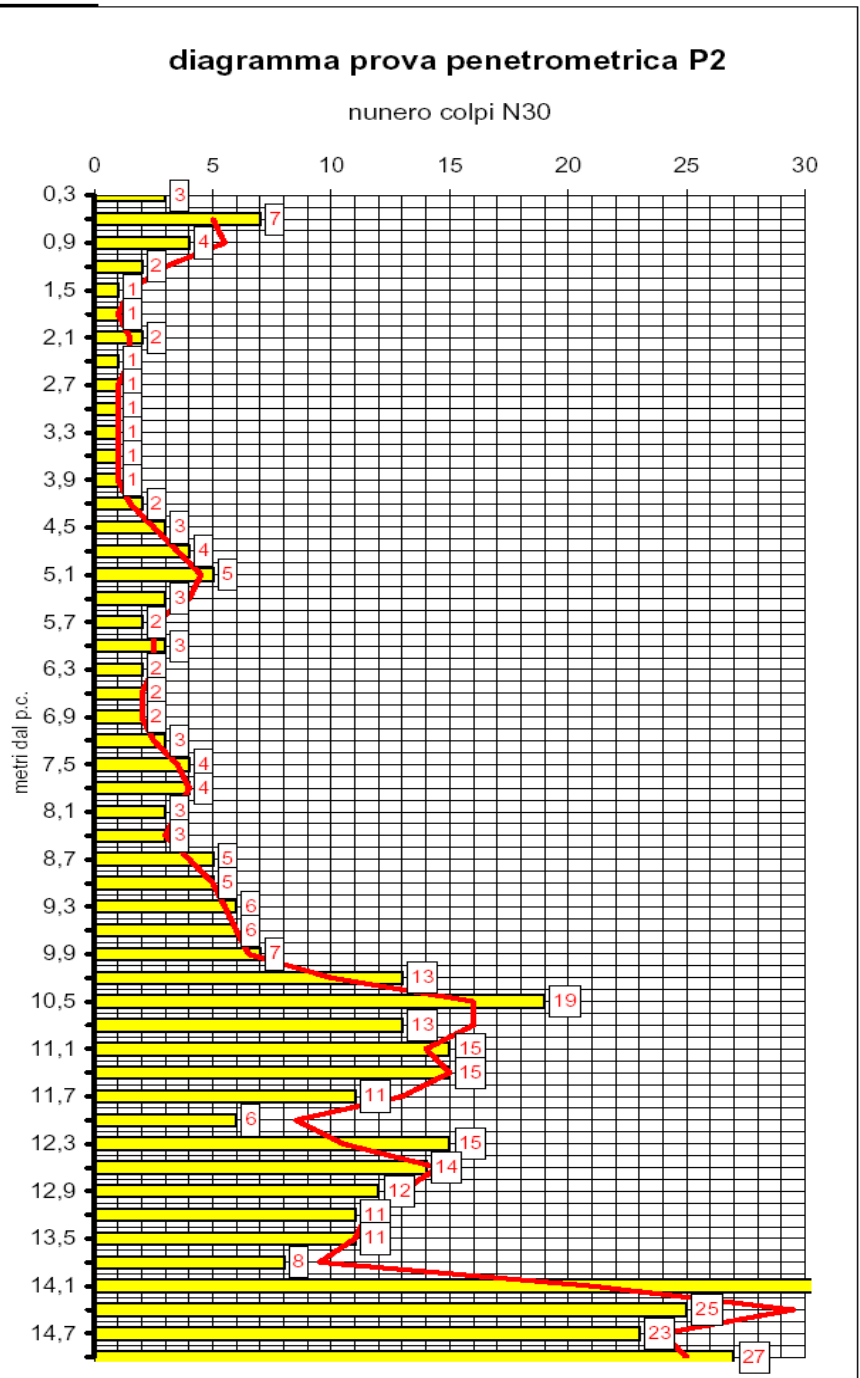
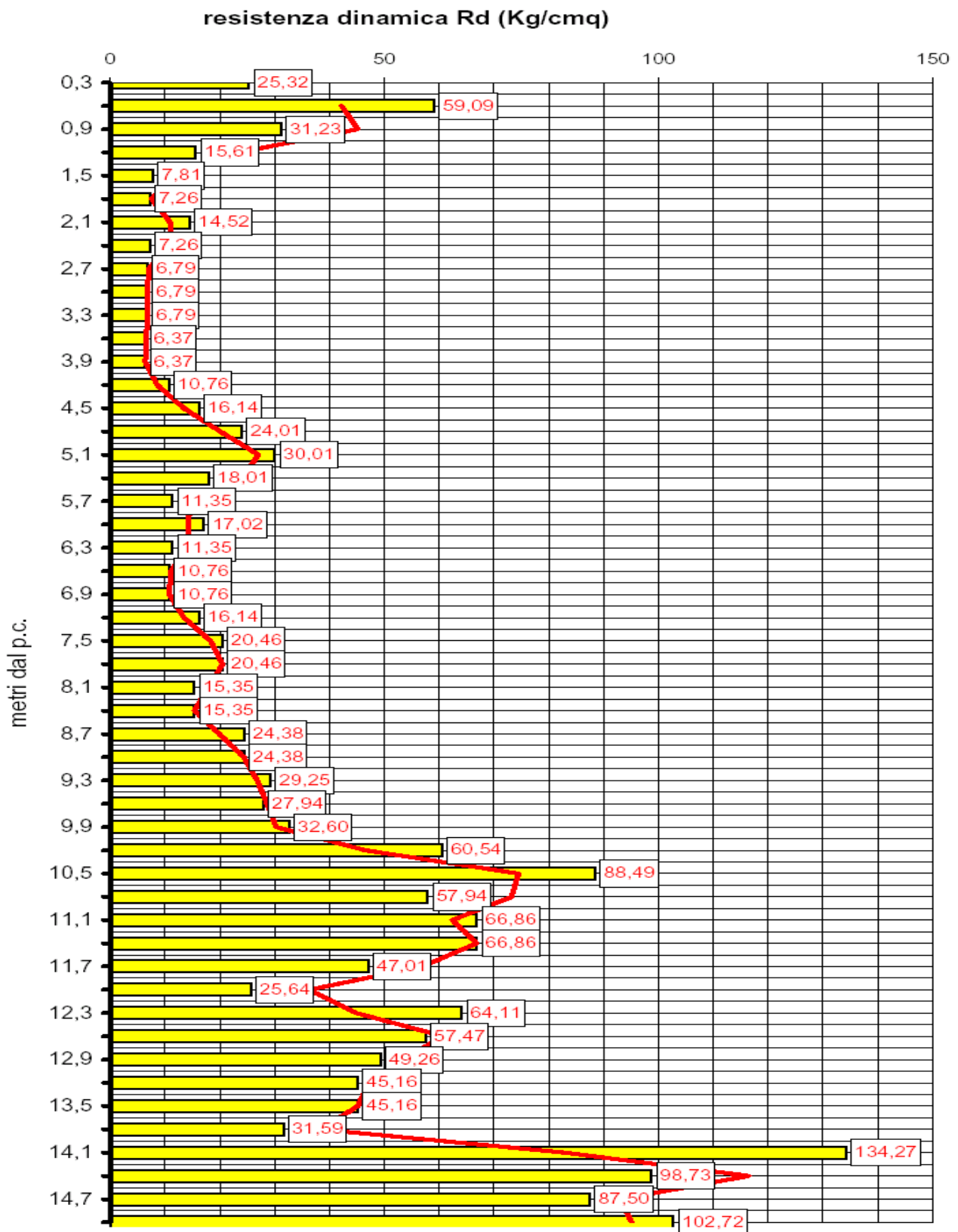





diagramma prova penetrometrica P2



COMUNE DI ALESSANDRIA VIA C. PISACANE
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA 2

| prof | strati | tipologia | γ | γ' | Σ | Cu | Mv | φ | Dr | Perm | K orizz |
|--|---|---|--|-----------|----------|--------|-----------------------------|-----------|----|----------|---------|
| m p c | | PIANO CORTILE | Kg/mc | Kg/mc | Kg/cmq | Kg/cmq | cmq/Kg | ° | % | cm/sec | Kg/cmc |
| 0,9 | | Riporto | | | | | | | | | |
| |  | Limi argillosi e sabbiosi poco compatti | 1609 | 1609 | 0,693 | 0,191 | 0,030486 | | | 1,14E-02 | 0,3818 |
| 4,2 | | | | | | | | | | | |
| |  | Limi argillosi più compatti | 1741 | 1741 | 1,425 | 0,461 | 0,016019 | | | 1,12E-02 | 0,6143 |
| 8,4 | | | | | | | | | | | |
| livello falda freatica misurata alla data del 8 aprile 2011 (-9,00 m dal p.c.) | | | | | | | | | | | |
| |  | Successioni di di sabbie e ghiaie con intercalazioni di limi sabbiosi di sabbie e ghiaie mediamente addensati e costipati | 1800 | 800 | 1,857 | | 0,016238 | 30 | 25 | 4,77E-02 | 2,0528 |
| 13,8 | | | | | | | | | | | |
| | | Ghiaie e sabbie più grossolane ed addensate | 1800 | 800 | 1958 | | 0,006116 | 34 | 58 | 5,71E-02 | 5,45 |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| Rd = resistenzadinamica avanzamento delle aste | | | | | | | | | | | |
| D-C categoria di sottosuolo (D.M. 14-01-2008) | | | | | | | | | | | |
| γ = peso di volume | | | Cu = coesione non drenata | | | | Korizz = moulo reaz. orizz. | | | | |
| γ' = peso di volume | | | φ = angolo attrito interno | | | | Perm = permeabilità | | | | |
| Σ = pressione litostatica | | | Mv = coefficiente di compressibilità di volume | | | | | | | | |



PENETROMETRO PAGANI (prova 3)

| | | | |
|---|----------|---------------------------------------|---|
| Comune di Alessandria Via C. Pisacane | | | |
| PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N.3 | | | |
| penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI | | | |
| P = peso del maglio 73,5 Kg | | | |
| 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 $t = Q / Q_{spt} = 0,83$ | | | |
| Data: 11 aprile 2011 | | Falda IDRICA: -9,00 m dal p.c. | |
| profondità dal p.c. | colpi | Rd | Piano di posa del penetrometro: piano cortile |
| (metri) | DPSH N30 | Kg/cmq | |

| profondità dal p.c. (metri) | colpi DPSH N30 | Rd Kg/cmq |
|--------------------------------|-------------------|--------------|
| 0,3 | 5 | 42,21 |
| 0,6 | 10 | 84,41 |
| 0,9 | 4 | 31,23 |
| 1,2 | 3 | 23,42 |
| 1,5 | 2 | 15,61 |
| 1,8 | 1 | 7,261 |
| 2,1 | 1 | 7,261 |
| 2,4 | 1 | 7,261 |
| 2,7 | 2 | 13,57 |
| 3 | 1 | 6,787 |
| 3,3 | 1 | 6,787 |
| 3,6 | 1 | 6,371 |
| 3,9 | 2 | 12,74 |
| 4,2 | 1 | 5,381 |
| 4,5 | 2 | 10,76 |
| 4,8 | 2 | 12,01 |
| 5,1 | 1 | 6,003 |
| 5,4 | 1 | 6,003 |
| 5,7 | 1 | 5,675 |
| 6 | 2 | 11,35 |
| 6,3 | 2 | 11,35 |
| 6,6 | 2 | 10,76 |
| 6,9 | 2 | 10,76 |
| 7,2 | 2 | 10,76 |
| 7,5 | 2 | 10,23 |
| 7,8 | 1 | 5,116 |
| 8,1 | 2 | 10,23 |
| 8,4 | 2 | 10,23 |
| 8,7 | 3 | 14,63 |
| 9 | 3 | 14,63 |
| 9,3 | 9 | 43,88 |
| 9,6 | 17 | 79,17 |
| 9,9 | 13 | 60,54 |
| 10,2 | 11 | 51,23 |
| 10,5 | 15 | 69,86 |
| 10,8 | 18 | 80,23 |
| 11,1 | 11 | 49,03 |
| 11,4 | 10 | 44,57 |
| 11,7 | 9 | 38,47 |
| 12 | 9 | 38,47 |
| 12,3 | 6 | 25,64 |
| 12,6 | 6 | 24,63 |
| 12,9 | 5 | 20,53 |
| 13,2 | 7 | 28,74 |
| 13,5 | 20 | 82,1 |
| 13,8 | 31 | 122,4 |
| 14,1 | 21 | 82,93 |
| 14,4 | 19 | 75,03 |
| 14,7 | 14 | 53,26 |
| 15 | 13 | 49,46 |
| 15,3 | 12 | 45,65 |
| 15,6 | 18 | 66,06 |
| 15,9 | 12 | 44,04 |
| 16,2 | 18 | 66,06 |
| 16,5 | 22 | 77,99 |
| 16,8 | 28 | 99,25 |
| 17,1 | 20 | 70,9 |

diagramma prova penetrometrica P3

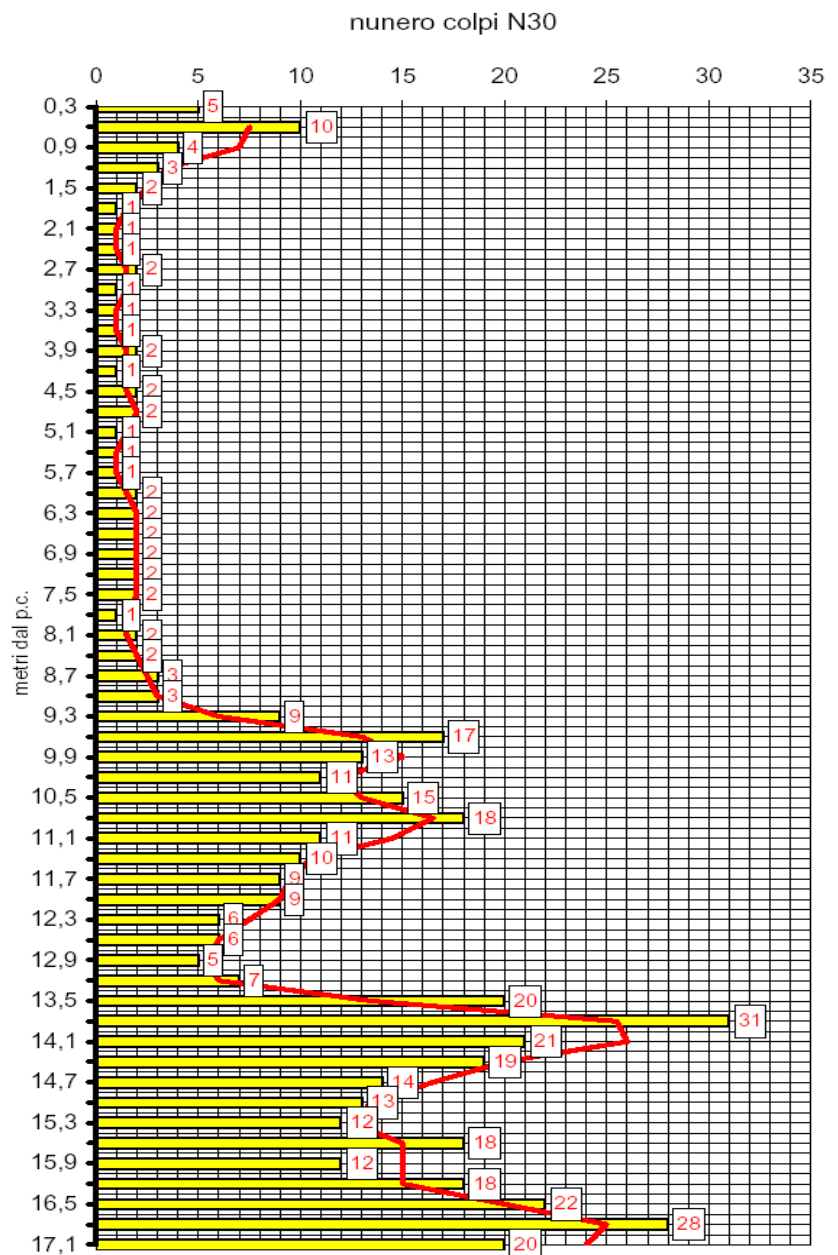
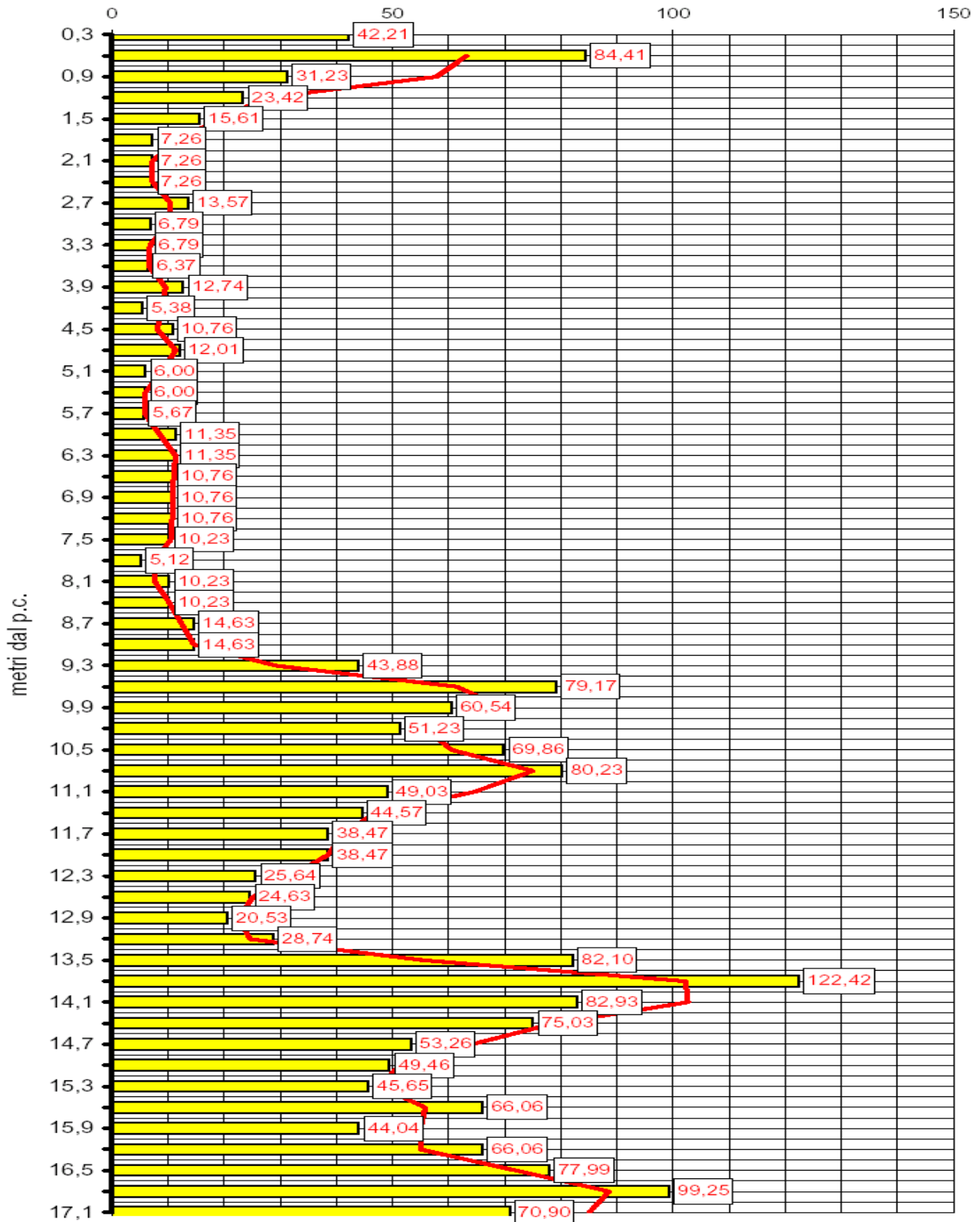


diagramma prova penetrometrica P3

resistenza dinamica R_d (Kg/cm 2)



COMUNE DI ALESSANDRIA VIA C. PISACANE
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA 3

| prof | strati | tipologia | γ | γ' | Σ | Cu | Mv | φ | Dr | Perm | K orizz |
|--|--------|---|--|-----------|--------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|----|----------|---------|
| m p c | | PIANO CORTILE | Kg/mc | Kg/mc | Kg/cm ^q | Kg/cm ^q | cm ^q /Kg | ° | % | cm/sec | Kg/cmc |
| 0,9 | | Riporto | | | | | | | | | |
| | | Limi argillosi e sabbiosi poco compatti | 1653 | 1653 | 1,505 | 0,256 | 0,024628 | | | 1,13E-02 | 0,5111 |
| 9 | | livello falda freatica misurata alla data del 11 aprile 2011 (-9,00 m dal p.c.) | | | | | | | | | |
| | | Successioni di di sabbie e ghiaie con intercalazioni di limi sabbiosi di sabbie e ghiaie mediamente addensati e costipati | 1800 | 800 | 2,153 | | 0,011429 | 30 | 34 | 5,60E-02 | 2,9167 |
| 17,1 | | | | | | | | | | | |
| Rd = resistenzadinamica avanzamento delle aste | | | | | | | | | | | |
| D-C categoria di sottosuolo (D.M. 14-01-2008) | | | | | | | | | | | |
| γ = peso di volume | | | Cu = coesione non drenata | | | | Korizz = moulo reaz. orizz. | | | | |
| γ' = peso di volume | | | φ = angolo attrito interno | | | | Perm = permeabilità | | | | |
| Σ = pressione litostatica | | | Mv = coefficiente di compressibilità di volume | | | | | | | | |



PENETROMETRO PAGANI (prova 4)

| | | | | | |
|---|----------|--------|---|--|--|
| Comune di Alessandria Via C. Pisacane | | | | | |
| PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N.4 | | | | | |
| penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI | | | | | |
| P = peso del maglio 73,5 Kg | | | | | |
| 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 $t = Q / Q_{spt} = 0,83$ | | | | | |
| Data: 11 aprile 2011 | | | Falda IDRICA: -9,00 m dal p.c. | | |
| profondità dal p.c. | colpi | Rd | Piano di posa del penetrometro: piano cortile | | |
| (metri) | DPSH N30 | Kg/cmq | | | |

| profondità dal p.c. (metri) | DPSH N30 | Kg/cmq |
|--------------------------------|----------|--------|
| 0,3 | 5 | 42,21 |
| 0,6 | 11 | 92,85 |
| 0,9 | 8 | 62,45 |
| 1,2 | 3 | 23,42 |
| 1,5 | 2 | 15,61 |
| 1,8 | 1 | 7,261 |
| 2,1 | 1 | 7,261 |
| 2,4 | 2 | 14,52 |
| 2,7 | 1 | 6,787 |
| 3 | 1 | 6,787 |
| 3,3 | 2 | 13,57 |
| 3,6 | 1 | 6,371 |
| 3,9 | 2 | 12,74 |
| 4,2 | 2 | 10,76 |
| 4,5 | 2 | 10,76 |
| 4,8 | 2 | 12,01 |
| 5,1 | 2 | 12,01 |
| 5,4 | 2 | 12,01 |
| 5,7 | 2 | 11,35 |
| 6 | 2 | 11,35 |
| 6,3 | 1 | 5,675 |
| 6,6 | 2 | 10,76 |
| 6,9 | 1 | 5,381 |
| 7,2 | 2 | 10,76 |
| 7,5 | 3 | 15,35 |
| 7,8 | 2 | 10,23 |
| 8,1 | 10 | 51,16 |
| 8,4 | 14 | 71,62 |
| 8,7 | 11 | 53,63 |
| 9 | 16 | 78,01 |
| 9,3 | 14 | 68,26 |
| 9,6 | 14 | 65,2 |
| 9,9 | 15 | 69,86 |
| 10,2 | 10 | 46,57 |
| 10,5 | 9 | 41,91 |
| 10,8 | 14 | 62,4 |
| 11,1 | 15 | 66,86 |
| 11,4 | 12 | 53,49 |
| 11,7 | 2 | 8,548 |
| 12 | 5 | 21,37 |
| 12,3 | 3 | 12,82 |
| 12,6 | 9 | 36,95 |
| 12,9 | 7 | 28,74 |
| 13,2 | 8 | 32,84 |
| 13,5 | 10 | 41,05 |
| 13,8 | 30 | 118,5 |
| 14,1 | 41 | 161,9 |

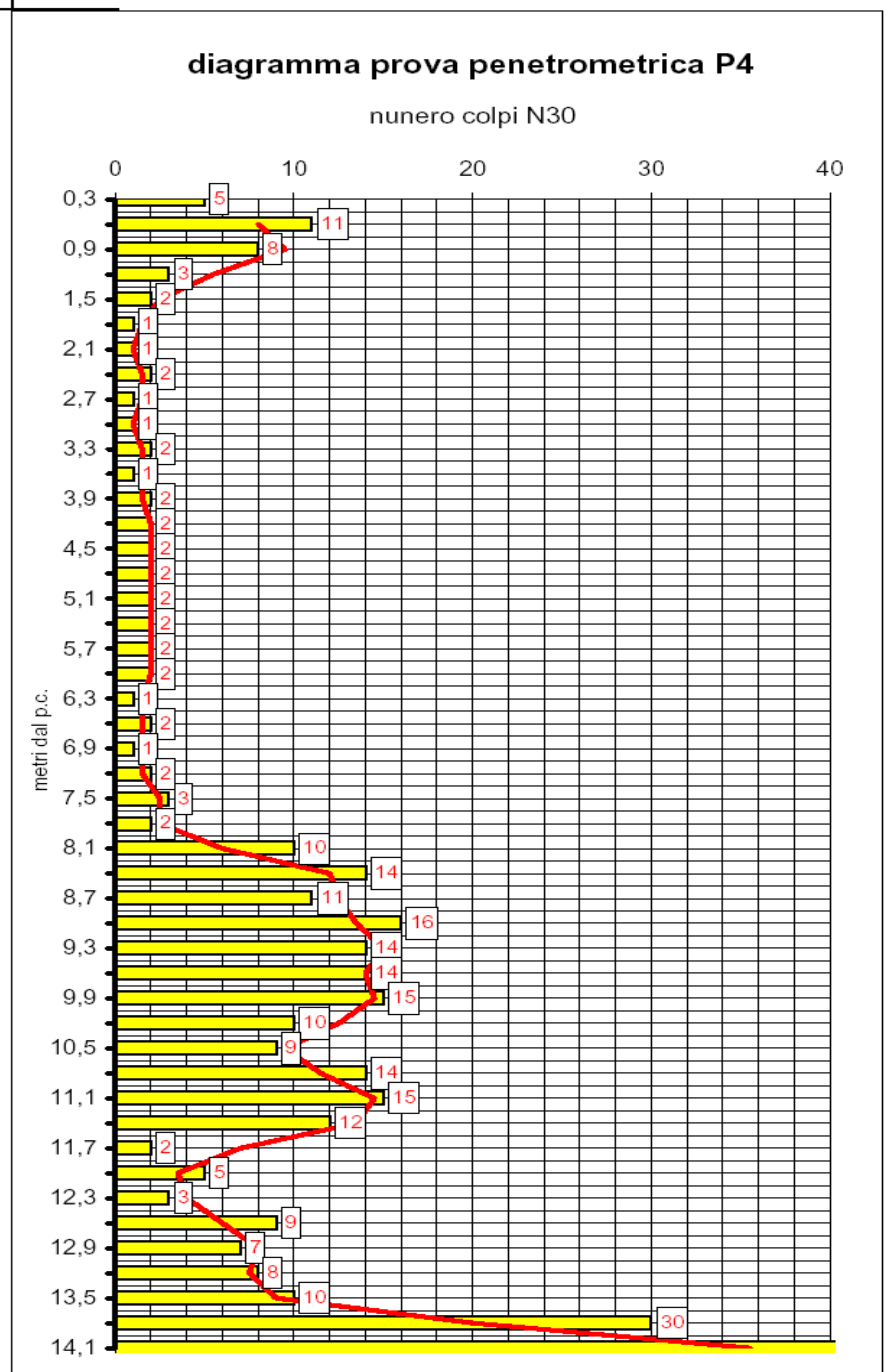
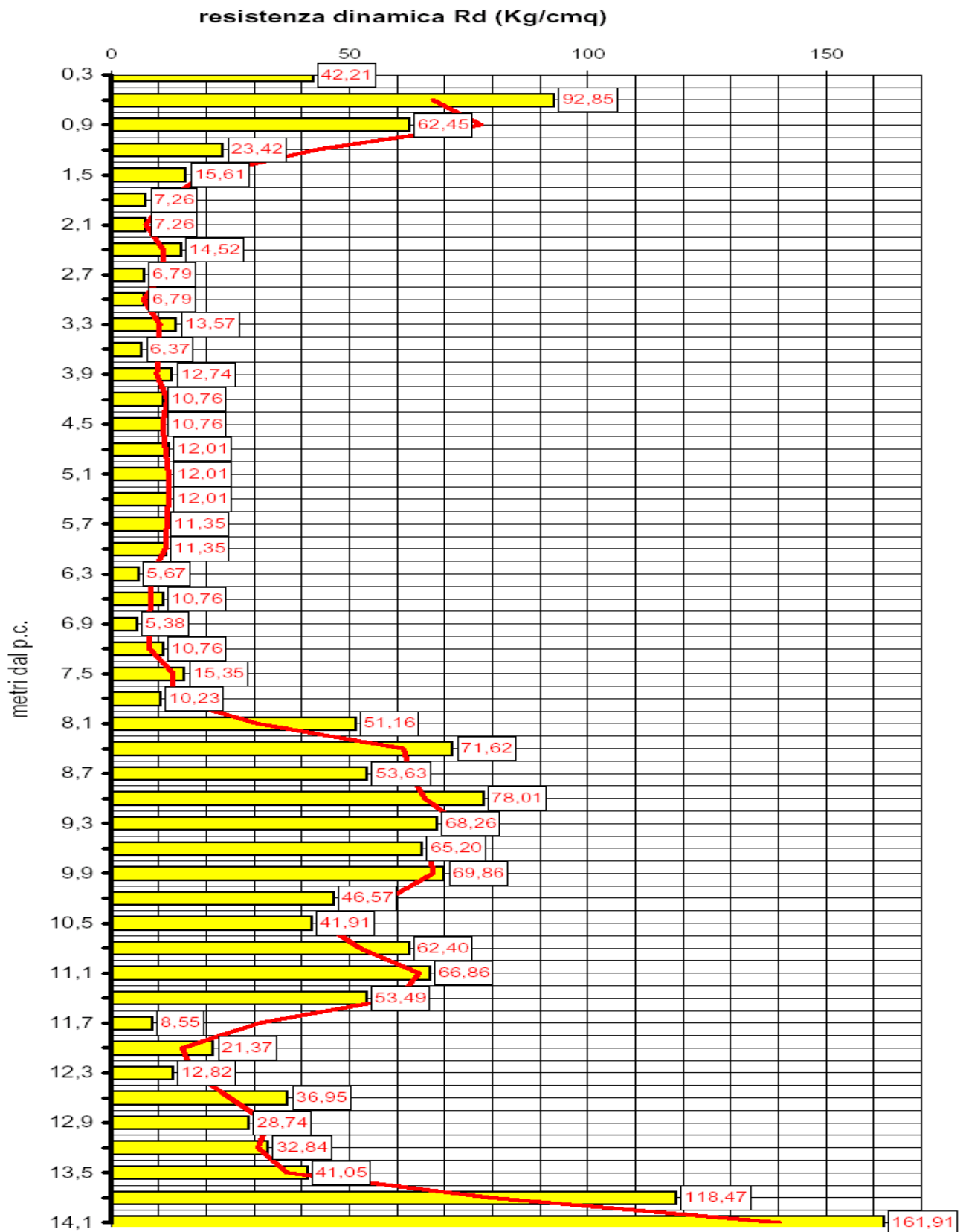


diagramma prova penetrometrica P4



COMUNE DI ALESSANDRIA VIA C. PISACANE
STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA 4

| prof | strati | tipologia | γ | γ' | Σ | Cu | Mv | φ | Dr | Perm | K orizz |
|---|--------|---|----------|-----------|----------|--|----------|-----------|-----------------------------|----------|---------|
| m p c | | PIANO CORTILE | Kg/mc | Kg/mc | Kg/cmq | Kg/cmq | cmq/Kg | ° | % | cm/sec | Kg/cm |
| 0,9 | | Riporto | | | | | | | | | |
| | | Limi argillosi e sabbiosi poco compatti | 1660 | 1660 | 1,314 | 0,267 | 0,023893 | | | 1,13E-02 | 0,5348 |
| 7,8 | | | | | | | | | | | |
| livello falda freatica misurata alla data del 11 aprile 2011 (-9,00 m dal p.c.) | | | | | | | | | | | |
| | | Successioni di di sabbie e ghiaie con intercalazioni di limi sabbiosi di sabbie e ghiaie mediamente addensati e costipati | 1800 | 800 | 1,818 | | 0,013233 | 31 | 32 | 5,51E-02 | 2,519 |
| 14,1 | | | | | | | | | | | |
| Rd = resistenzadinamica avanzamento delle aste | | | | | | | | | | | |
| D-C categoria di sottosuolo (D.M. 14-01-2008) | | | | | | | | | | | |
| γ = peso di volume | | | | | | Cu = coesione non drenata | | | Korizz = moulo reaz. orizz. | | |
| γ = peso di volume | | | | | | φ = angolo attrito interno | | | Perm = permeabilità | | |
| Σ = pressione litostatica | | | | | | Mv = coefficiente di compressibilità di volume | | | | | |

Interpretazione dati penetrometrici, parametri geotecnici caratteristici e di calcolo e conclusioni finali

Le prospezioni penetrometriche hanno evidenziato una conformazione geologica del sottosuolo omogenea caratterizzata dalla presenza, sottostante a riporto del piazzale avente uno spessore medio di 0,90 metri, di terreni coerenti a componente argillosa e limosa-sabbiosa poco compatti fino ad una profondità variabile da 7,20 a 9,00 m dal p.c., a cui seguono fino alla massima profondità di investigazione di 17,10 m dal p.c. successioni di sabbie e ghiaie addensate e costipate appartenenti alla parte sommitale della formazione geologica delle “Alluvioni postglaciali ed in parte al Fluviale Recente” affioranti in questo settore del centro abitato di Alessandria. La superficie libera della falda freatica è stata intercettata nei fori penetrometrici ad una quota di -9,00 m dal p.c. alla data dell’8 e 11 aprile 2011.

UNITA’ LITOTECNICA 1

Profondità

Da 0,90 a 7,20/9,00 m dal p.c.

Litologia

LIMI ARGILLOSI POCO COMPATTI

Parametri geotecnici

- Peso di volume (γ): valore medio 1664,83 Kg/mc;
- Peso di volume (γ'): valore medio 664,83 Kg/mc;
- Coesione non drenata (CU): valore medio 0,300 Kg/cm²;
- Coefficiente di compressibilità di volume (Mv): valore medio 0,023907 cm²/Kg;
- Modulo reazione orizzontale (k orizz): valore medio 0,4462 Kg/cm²;

UNITA’ LITOTECNICA 2

Profondità

Da 7,20/9,00 a 17,10 a m dal p.c.

Litologia

SUCCESSIONI DI SABBIE GHIAIOSE E GHIAIE CON INTERCALAZIONI DI LIMI SABBIOSI

Parametri geotecnici

- Peso di volume (γ): valore medio 1800 Kg/mc;
- Peso di volume (γ'): valore medio 800 Kg/mc;
- Angolo di attrito interno (φ): valore medio 31°;
- Densità relativa (Dr): valore medio 36%;
- Coefficiente di compressibilità di volume (Mv): valore medio 0,0120036 cm²/Kg;
- Modulo reazione orizzontale (k orizz): valore medio 3,61 Kg/cm²;

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

I **valori caratteristici** di c' e φ' sono determinabili con le seguenti relazioni:

$$(1) \quad \varphi'k = \varphi'm (1+X.V\varphi)$$

$$(2) \quad c'k = c'm (1+X.Vc)$$

dove:

$\varphi'k$ = valore caratteristico dell'angolo di attrito interno;

$c'k$ = valore caratteristico della coesione;

$\varphi'm$ = valore medio dell'angolo di attrito;

$c'm$ = valore medio della coesione;

$V\varphi$ = coefficiente di variazione (COV) di φ' , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di φ' ;

Vc = coefficiente di variazione (COV) di c' , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di c' ;

X = parametro dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottata.

L'**Eurocodice 7** fissa, per i parametri della resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di X uguale a **-1,645**.

| FRATTILE % | 50 | 25 | 10 | 5 |
|---------------|----------|--------------|--------------|--------------|
| X | 0 | 0,674 | 1,282 | 1,645 |

Di conseguenza i valori caratteristici determinabili con le relazioni:

$$(1) \quad \varphi'k = \varphi'm (1+X.V\varphi)$$

$$(2) \quad c'k = c'm (1+X.Vc)$$

diventano:

$$(3) \quad \varphi'k = \varphi'm (1- 1,645 V\varphi \text{ }^\circ)$$

$$(4) \quad c'k = c'm (1- 1,645 Vc \text{ }^\circ)$$

dove

$^\circ V\varphi, Vc = \text{COV}$ - coefficiente di variazione = rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori.

Coefficienti di variazione delle principali grandezze geotecniche COV

| Grandezza Geotecnica | | Range | Valore consigliato | |
|------------------------|---------|-------------|--------------------|------------------------|
| | | | (Harr 1987) | Cherubini & Orr (1999) |
| Peso di volume | | | 0,03 | |
| Coesione | | | 0,4 | |
| Resistenza non drenata | | 0,1 – 0,9 | | 0,55 |
| Coesione efficace | | 0,1 – 0,7 | | 0,45 |
| Angolo di attrito | Argilla | 0,1 – 0,5 | | 0,30 |
| | Limo | 0,05 – 0,25 | 0,12 | 0,15 |
| | Sabbia | 0,05 – 0,15 | 0,07 | 0,10 |

Ripreso e modificato da V. Simeone (2008)

Valore caratteristico – NTC

“Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sulle NTC”:

A) Valori caratteristici circa uguali ai valori medi $V_k \sim V_m$

Secondo il CSLP, il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno (in *fondazioni superficiali* o in una *frana* il volume interessato dalla superficie di rottura è grande), con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Prossimi ai valori medi :

- terreno di sedime di fondazioni superficiali;
- pali per la portata laterale;
- pendii(coltre di frana) e fronti di scavo;
- opere di contenimento di notevole altezza;
- struttura rigida;

In virtù di tali considerazioni, nella presente relazione tecnica sono stati considerati come PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI i valori medi calcolati dalle prove penetrometriche. Di seguito si riportano i coefficienti parziali di sicurezza relativamente ai parametri geotecnici caratteristici del terreno per le verifiche agli stati limite ultimi S.L.U. in riferimento al D.M. 14-01-2008 Norme Tecniche delle Costruzioni NTC.

L'area ricade:

- **Classe sismica 3**
- **Categoria di sottosuolo (da sismica MASW) C**
- **Costruzione tipo 2 OPERE ORDINARIE** caratterizzate da una vita nominale $V_n \Rightarrow 50$ anni (D.M. 14/01/08 punto 2.4.1.)

Classe d'uso II delle strutture in presenza di azioni sismiche (D.M. 14/01/08 punto 2.4.2-2.4.3.);

parametri geotecnici e coefficienti parziali

| parametro | descrizione | simbolo | coefficiente parziale γ_m | |
|---|-------------|------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | | | M1 | M2 |
| tangente angolo di resistenza al taglio | | $\tan \varphi'k$ | $\gamma_{\varphi'} = 1,00$ | $\gamma_{\varphi'} = 1,25$ |
| resistenza non drenata | | c_{uk} | $\gamma_{cu} = 1,00$ | $\gamma_{cu} = 1,4$ |
| peso unità di volume | | γ | $\gamma_g = 1,0$ | $\gamma_g = 1,00$ |

Considerando la situazione più sfavorevole a livello di coefficienti parziali (M2) di seguito si riportano i valori dei **PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO** necessari alle verifiche degli stati limite ultimi (SLU) e di esercizio (SLE) in relazione alle azioni di progetto Ed.

UNITA' LITOTECNICA 1

$$c_u \text{ (coesione non drenata)} = 0,300/1,40 = 0,214 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\gamma \text{ (peso di volume)} = 1664,83/1,00 = 1664,83 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma^? \text{ (peso di volume SOTTOFALDA)} = 664,83/1,00 = 664,83 \text{ kg/m}^3$$

UNITA' LITOTECNICA 2

$$\gamma \text{ (peso di volume)} = 1800/1,00 = 1800 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma^? \text{ (peso di volume SOTTOFALDA)} = 800/1,00 = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$\tan \varphi'k = \tan 31^\circ/1,25 = 25,67^\circ$$

Ai fini delle verifiche agli stati limite ultimi SLU il valore di resistenza del terreno dovrà essere verificato con i valori delle AZIONI di progetto (Ed), dovendo essere soddisfatta la relazione:

$$Ed < Rd \text{ (N.T.C. D.M. 14-01-2008)}$$

Approccio 1

(DA1.1)

Combinazione 1: (A1+M1+R1) (dimensionamento strutturale -STRU)

(DA1.2)

Combinazione 2: (A2+M2+R2) (dimensionamento geotecnico -GEO)

Se si sceglie l'approccio 1 sono da considerare entrambe le Combinazioni riferite rispettivamente alle verifiche strutturali (STR) e geotecniche (GEO).

Approccio 2

(DA2-1)

-Combinazione 1 : (A1+M1+R3).

Conclusioni

L'indagine geologica condotta mediante l'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche ed una prova sismica MASW, a corredo degli atti di progetto per la costruzione n.2 di edifici residenziali ad un piano interrato e n.7 piani fuori da realizzarsi in fregio ai fabbricati esistenti adibiti a deposito ed officine meccaniche di prossima demolizione in Via Pisacane nel Comune di Alessandria nei terreni di Proprietà della *Soc. Casa Bella* s.r.l., ha riscontrato terreni limoso-argillosi poco compatti caratterizzati da scadenti parametri geotecnici fino ad una profondità variabile da 7,20 a 9,00 m dal p.c., a cui seguono fino alla massima profondità d'investigazione pari a 17,10 m dal p.c. sabbie e ghiaie addensate e costipate alimentanti la falda freatica la cui superficie libera è stata riscontrata alla quota di -9,00 m dal piano campagna alla data del mese di aprile 2011.

Tale quota rappresenta il valore medio di soggiacenza della falda freatica presente in questa parte del centro abitato di Alessandria, tuttavia, in periodi di eccezionali precipitazioni piovose come durante l'alluvione del mese di novembre 1994, essa può porsi a quote sensibilmente più alte, variabili da -5,00 a -4,00 m dal p.c., per cui per il piano interrato degli edifici in progetto saranno da prevedersi opere d'impermeabilizzazione dell'acqua di falda.

In tale contesto geologico del sottosuolo, per gli edifici in progetto sono da prevedersi strutture fondazionali profonde indirette in c.a. tipo pali di medio/grande diametro (Φ 600/900 mm) trivellati e gettati in opera, ancorati alle ghiaie e sabbie addensate e costipate sottostanti ai limi argillosi poco compatti.

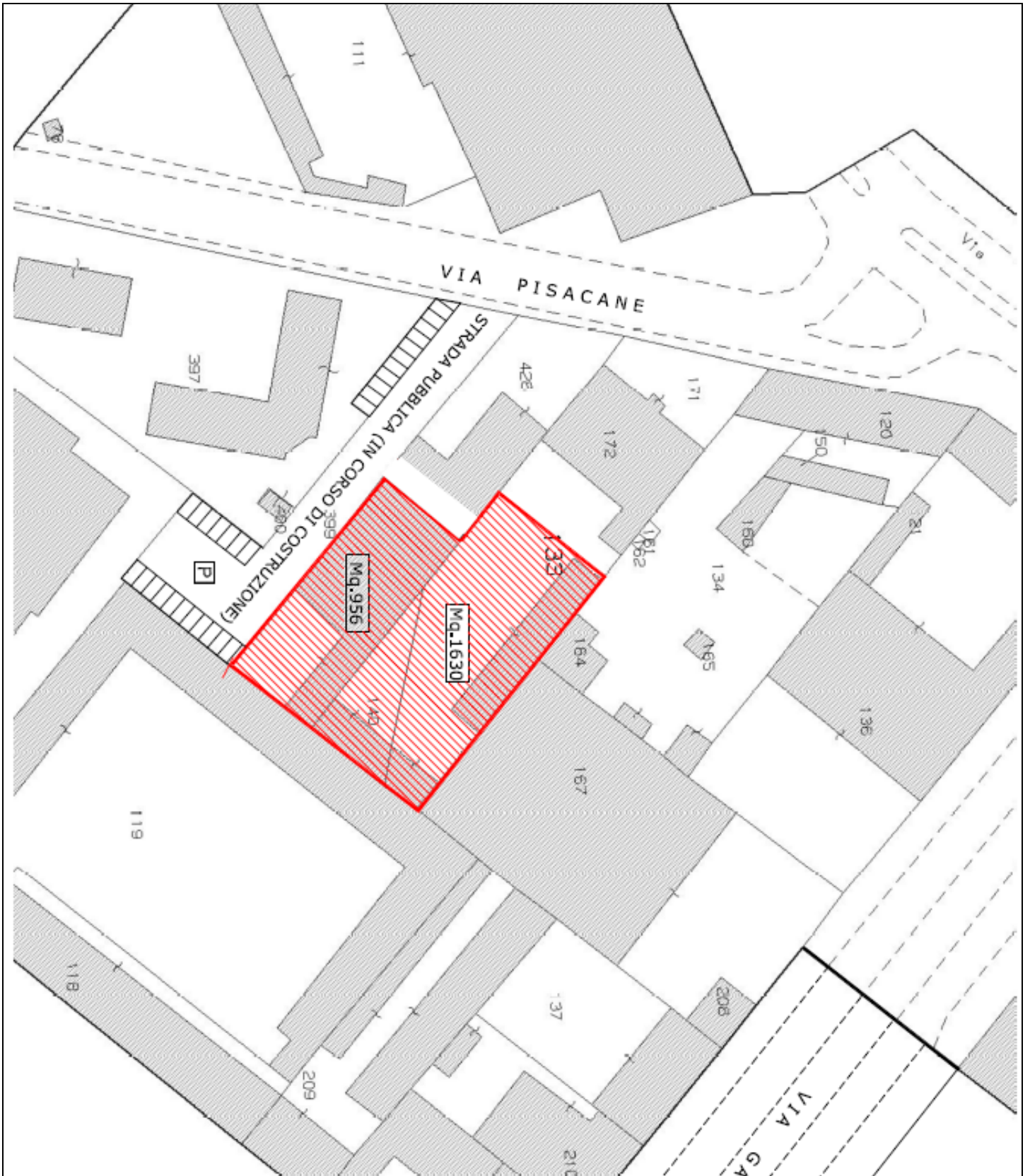
Valenza, 28 aprile 2011

In fede

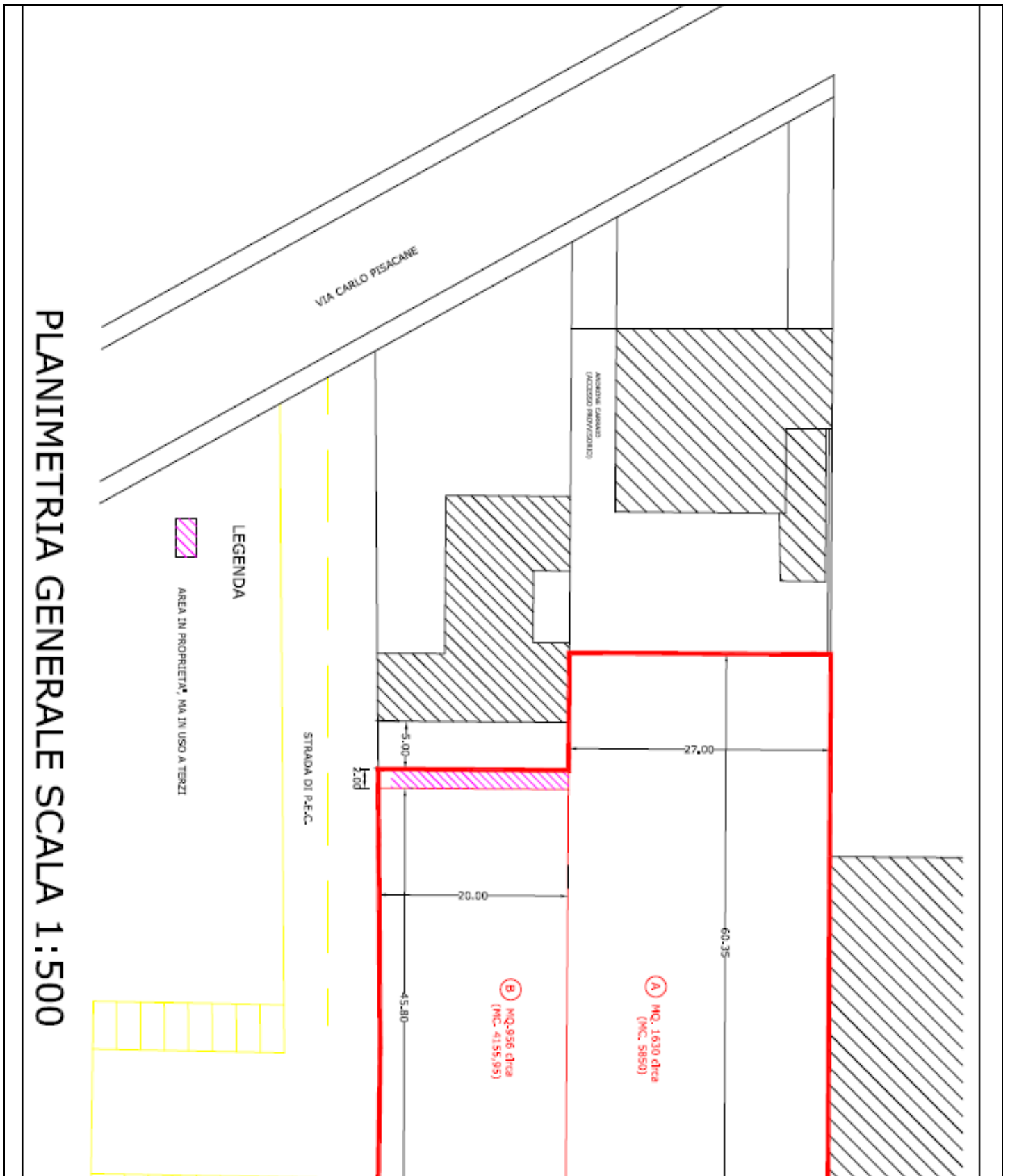
Geologo Andrea Cavalli



Area d'indagine e di nuova edificazione

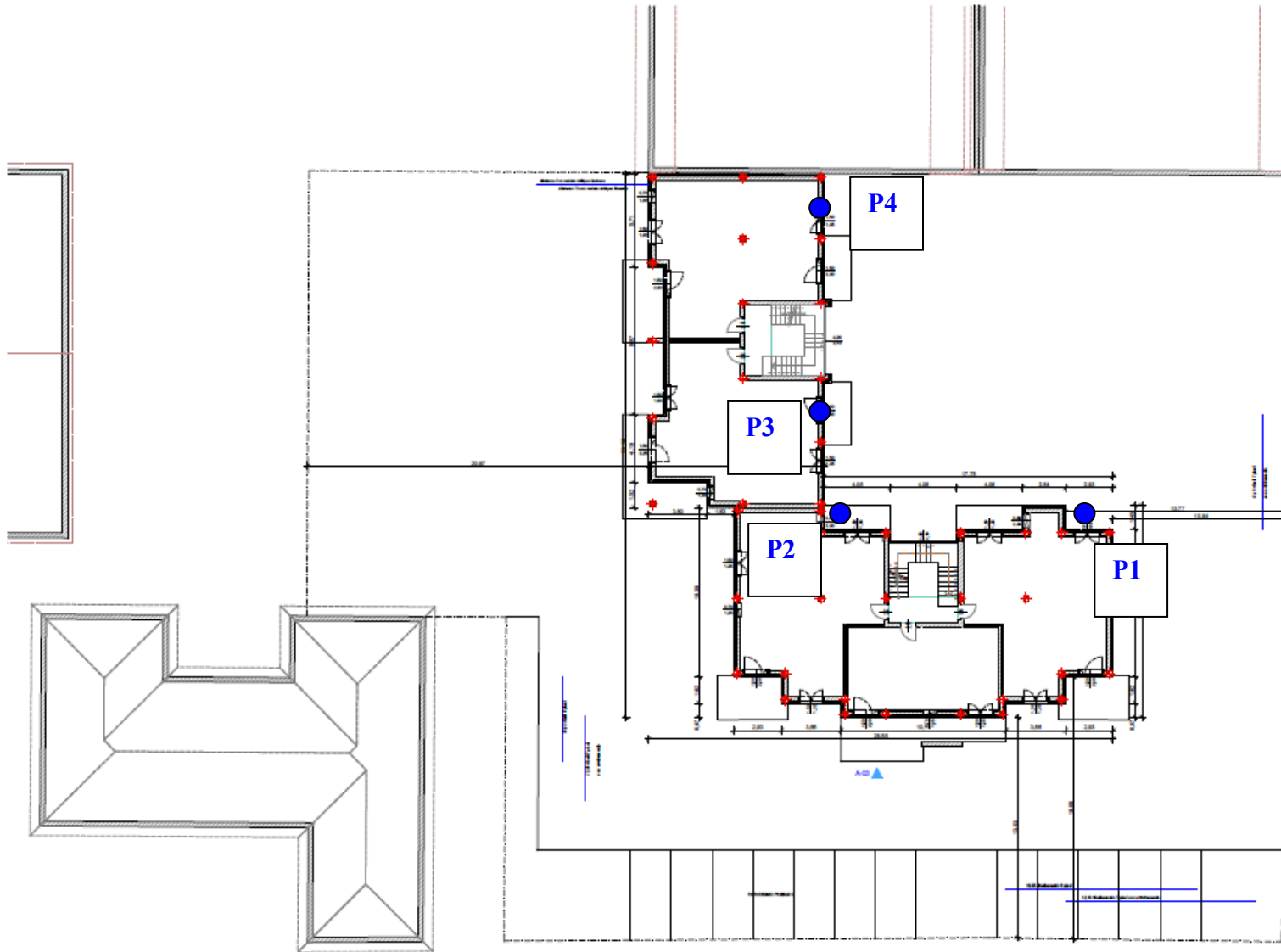


Planimetria area d'indagine e di nuova edificazione



Planimetria area d'indagine e di nuova edificazione

Planimetria area d'indagine
P1-P4 prove penetrometriche



STUDIO DI GEOLOGIA DOTT. CAVALLI ANDREA

Via Raffaello n.9 – 15048 Valenza (AL)

Mail: andrea.cavalli@geologiacavalli.it

Tel.0131950552 - Cell.3397226825 – 3474415525 FAX:0131952227

PIVA: 02258680061 CF: CVLNDR67D04A1820

www.geologiacavalli.it



REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI ALESSANDRIA
VIA GALIMBERTI

OGGETTO
PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN
FABBRICATO A DESTINAZIONE
COMMERCIALE

Valenza, 30 agosto 2021

In Fede

Dott. Cavalli Andrea



La presente nota integrativa adempie alle richieste pervenute da parte del Progettista in merito alla pericolosità geomorfologica dei luoghi relativamente alla redazione della relazione geologica di cui all'oggetto redatta dallo scrivente alla data del 28 aprile 2011.

La Carta relativa alla Pericolosità Geomorfologica del P.R.G.C. inserisce l'area oggetto d'indagine nella CLASSE I ovvero caratterizzata da una pericolosità geomorfologica bassa o nulla, così di seguito definita:

“Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limiti alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici, sia privati, sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M.L.P. 11/3/1988”.

L'analisi delle mappe relative alla **PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE - Aggiornamento 2020 alla Direttiva Alluvioni** – di cui allo stralcio allegato – redatte dalla Regione Piemonte, in riferimento alla Direttiva 2007/60 CE – D.Lgs 49/2010, **non individuano** nell'area oggetto d'indagine uno scenario di pericolosità geomorfologica interessato da alluvione.



Stralcio Carta Pericolosità Geomorfologica del P.R.G.C.

Regione Piemonte
Provincia di Alessandria

CITTA' DI ALESSANDRIA

PRGC 1990

Adeguamento e controdeduzioni alle osservazioni del Comitato Urbanistico Regionale -in conformita' ai disposti di cui al 15° comma dell'articolo 15 della Legge Regionale 5 dicembre 1977, n.56 e successive modifiche ed integrazioni-
Riformulazione resa necessaria a seguito dell'alluvione del novembre 1994
-deliberazione Giunta Regionale 18 marzo 1996, n.47/7002-

TAVOLA ADEGUATA.

alle modifiche apportate dall'Organo Regionale con
Deliberazione Giunta Regionale 7 febbraio 2000,
n.38/29308 pubblicata sul B.U.R. n.7 del 16 febbraio
2000 come rettificata con Deliberazione della Giunta
Regionale n.13/29915 del 13 aprile 2000 pubblicata sul
B.U.R. n.18 del 3 maggio 2000.

III VARIANTE STRUTTURALE AL PRGC

dicembre 2010

ai sensi del comma 4 - art. 17 e del titolo IV bis (come introdotto dalla L.R. 1/07)
della L.R. 56/77 e s.m.i.

Il Sindaco

Elaborato di piano

Norme di attuazione: allegato 2

Carta di sintesi delle classi di pericolosità geomorfologica

scala 1:10000

Il Segretario Generale

| | | |
|----------|----------|----------|
| 1 | 3 | 5 |
| 2 | 4 | 6 |

Il Responsabile del Servizio

LEGENDA

ZONIZZAZIONE IN CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

(circ. Presidente G.R. Piemonte 8.05.1996 n7/LAP)

SIMBOLOGIA

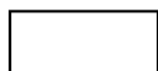
i limiti sono individuati dal limite esterno del segno grafico

DESCRIZIONE DELLE AREE E IDONEITA' ALLA UTILIZZAZIONE URBANISTICA

PIANURA

CLASSE I: PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA BASSA O NULLA

Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limiti alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici, sia privati, sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M.L.P. 11/3/1988.



I

Aree dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche.

CLASSE II: PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA MEDIA

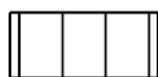
Aree nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 11 marzo 1988 e realizzati a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante.

(Aree edificabili previo accertamento geotecnico per la quota d'imposta delle fondazioni e/o valutazione della quota limite di abitabilità).



II

Aree interessate prevalentemente da problemi legati alla presenza della falda a debole profondità dal piano di campagna e dalla presenza del reticolo idrografico minore

II α

Aree interessate prevalentemente da problemi legati alla presenza della falda a debole profondità dal piano di campagna, dalla presenza del reticolo idrografico minore e da potenziale esondabilità, seppure con presenza d'acqua a bassa energia e con battente limitato o da fenomeni di erosione al piede dei principali terrazzi fluviali.

II β

Aree soggette ad esondazione per insufficienza del sistema di canalizzazione.

CLASSE III: PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA ALTA

Porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, derivanti questi ultimi dalla urbanizzazione dell'area, sono tali da impedirne l'utilizzo qualora inedificate, richiedono viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente.

(Aree inedificabili o con edificabilità vincolata).

a Aree inedificate



IIIa

Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inadatte a nuovi insediamenti. (Circ. 7/LAP).

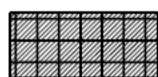
b Aree edificate

IIIb α

Aree ubicate all'interno della Fascia C e/o a retro della Fascia B di Progetto e nelle Frazioni di Spinetta Marengo e Litta (N.d.A. art. 51).

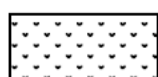
IIIb β

Aree a destinazione agricola ubicate all'interno della Fascia A e/o B del Piano Stralcio Fasce Fluviali (N.d.A. art. 51)

IIIb γ

Aree che hanno subito un peggioramento delle proprietà geotecniche dei terreni a seguito dell'evento alluvionale del novembre 1994 (N.d.A. art. 51).

c Aree edificate

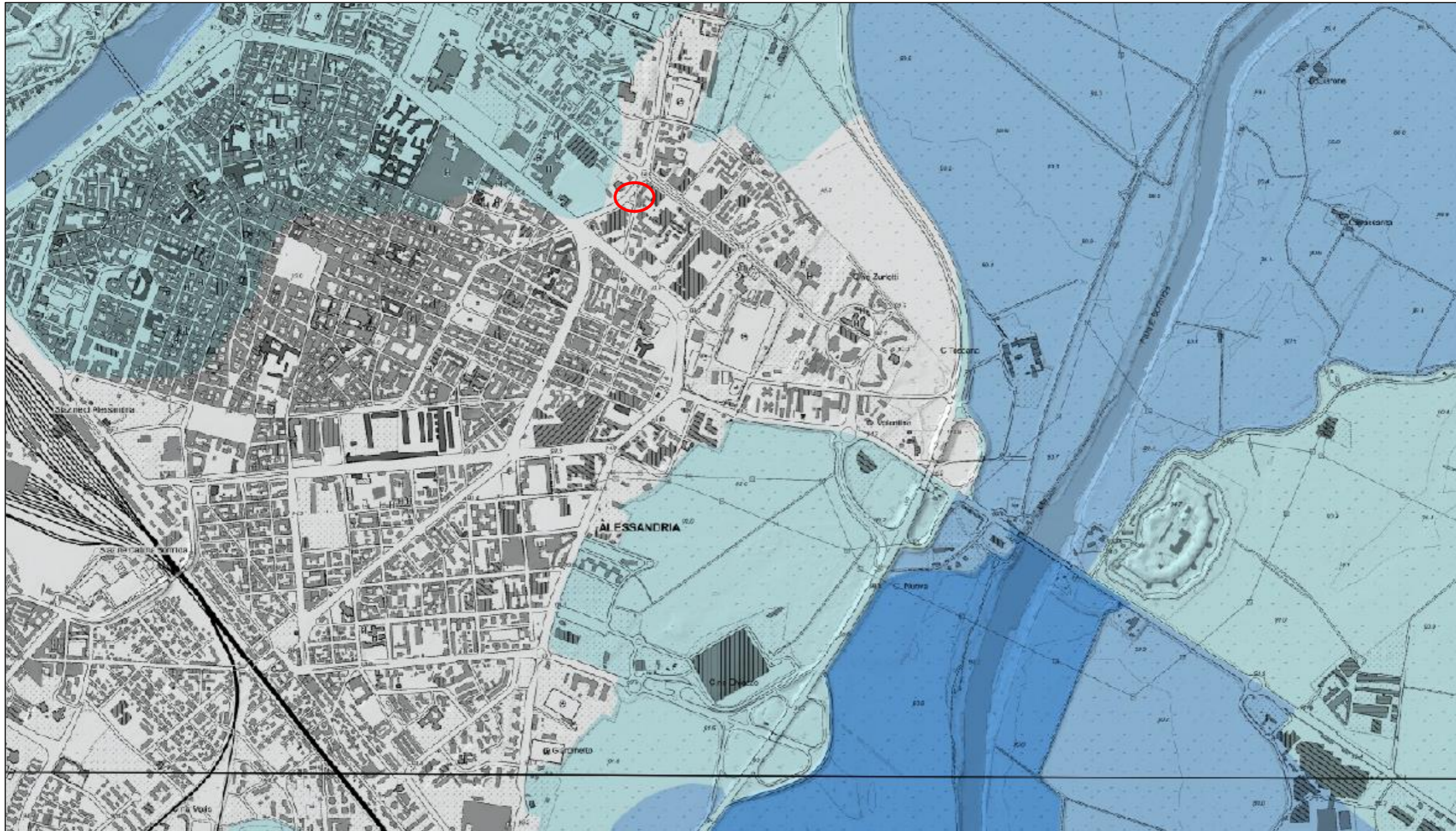


IIIc

Porzioni di territorio edificate ad alta pericolosità geomorfologica e ad alto rischio, per le quali non è proponibile una ulteriore utilizzazione urbanistica neppure per il patrimonio esistente (Circ. 7/LAP)



LIMITE AREA DI PIANURA / AREA DI COLLINA



Stralcio mappa pericolosità alluvione aggiornata al 2020 (Regione Piemonte)



Autorità di bacino del fiume Po
Bacino di rilievo nazionale



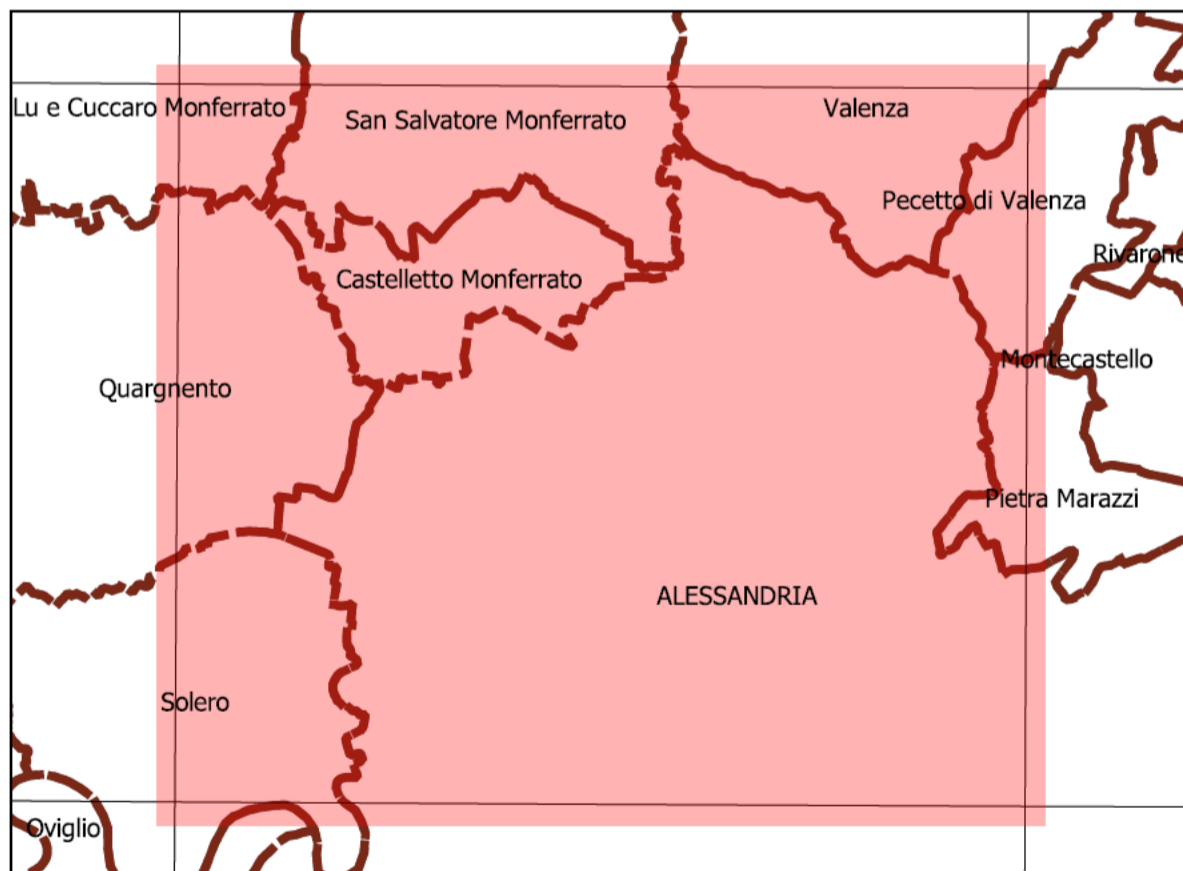
Direttiva 2007/60 CE – D.Lgs 49/2010
Informazione e consultazione al pubblico

**CARTA DELLA PERICOLOSITA'
DA ALLUVIONE**
Aggiornamento 2020

Scala 1:25.000






Localizzazione dell'area di studio nell'ambito regionale



Inquadramento secondo la Carta Tecnica Regionale: **Tavola 176 NE**

SCENARI DI ALLUVIONE

-  Probabilità di alluvioni elevata (tr. 10/20)
-  Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200)
-  Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500)

Note:

- Gli scenari di pericolosità derivano da modelli idraulici, fotointerpretazione delle caratteristiche geomorfologiche del territorio e vincoli definiti dai PRGC.
- BDTRE 2019 - Base cartografica di riferimento b/n - Geo-servizio WMS.
- OMBREGGIATURA - Arpa Piemonte - Geo-servizio WMS.