

studio tecnico

progettista:

Arch. Agostino Gestri

59014 PRATO - Via di Trebbi, 109  
Tel. 0574-41706/31058 Fax 0574-31058  
P.IVA 01860350972 - e-mail: agostinogestri@gmail.com - pec: agostino.gestri@archiworldpec.it

## COMUNE DI PRATO

### TITOLO DEL PIANO ATTUATIVO

**RICHIESTA DI APPROVAZIONE DI PIANO ATTUATIVO  
AI SENSI DEL CAPO II TITOLO V DELLA L.R. 65/2014  
PER LA CESSIONE GRATUITA DI UN COMPLESSO EDILIZIO INDUSTRIALE  
UBICATO IN VIA PISTOIESE E VIA FABIO FILZI  
E LA PEREQUAZIONE URBANISTICA IN UN'AREA POSTA IN VIA PARONESE  
PER LA REALIZZAZIONE DI UN MAGAZZINO PER LA LOGISTICA**

### LOCALITA'

**Località area di decollo: via Pistoiese 158 - via Fabio Filzi 41  
Località area di atterraggio: via Paronese**

### PROMOTORI

**Albini & Pitigliani Spa  
  
Anselmo Sas di Pieri Nicola & C  
  
Pieri Paola**

### PROGETTISTA

**Arch. Agostino Gestri**

### OGGETTO DELLA TAVOLA

**Indagine di fattibilità geologica, idraulica e sismica**

**Scala:**

-

**Data:** giugno 2016

**Risposta alla Vs. Prot. 071289 del 02/05/16**

# Elab. RZ 05

**BEGGIATO GIANCARLO**

**GEOLOGO**  
**"GEOLOGIA TECNICA"**  
Indagini e relazioni  
**"IDROGEOLOGIA"**

Tel. (0574) 462613

Via A. Negri, 9  
59100 PRATO

**RELAZIONE GEOLOGICA CON CARATTERIZZAZIONE  
GEOTECNICA E SISMICA DEI TERRENI DI FONDA-  
ZIONE PER LA REALIZZAZIONE DI UN MAGAZZINO  
PER LA LOGISTICA**

**"PIANO ATTUATIVO"**

*Cessione gratuita e perequazione urbanistica*

**Luglio 2016**

**Comune: PRATO - Località: Macrolotto 1**  
**Via Paronese**

**Promotori : Albini & Pitigliani S.p.a. – Anselmo S.a.s. – Pieri P.**



## INDICE

Premesse	Foglio n.	1
1. Geomorfologia e geologia	Foglio n.	2
2. Indagine geognostico-geofisica	Foglio n.	4
2.1 - Prove penetrometriche - Sondaggio - Litologia	Foglio n.	4
2.2 – Sismica D.H.	Foglio n.	5
3. Idrogeologia	Foglio n.	5
4. Stratigrafia e parametri geotecnici	Foglio n.	6
5. Azione sismica	Foglio n.	8
5.1 – Vita nominale – Classe d'uso e coefficiente d'uso – Periodo di riferimento	Foglio n.	8
5.2 – Categoria di sottosuolo e condizione topografica	Foglio n.	8
5.3 – Azione sismica di base e locale	Foglio n.	9
6. Rischio in caso di sisma e pericolosità	Foglio n.	10
7. Pericolosità e fattibilità	Foglio n.	12
7.1 – Analisi e approfondimenti	Foglio n.	13
7.2 – Valutazione di pericolosità	Foglio n.	14
7.3 – Condizioni di fattibilità	Foglio n.	14
8. Considerazioni conclusive – Condizioni - Indicazioni	Foglio n.	16

## Allegati

- **Indagine geognostico-geofisica in area adiacente**
  - Ubicazione area nuova costruzione e area di indagine
  - Stratigrafia sondaggio
  - Diagrammi prove penetrometriche dinamiche DPSH
  - Sismica Down Hole (diagrammi e relazione)

- Azione sismica
  - Determinazione dei parametri sismici
- Planimetria generale
- Carta Geologica Regionale
- Cartografia geologico-tecnica di supporto al P.S.
  - Carta idrogeologica
  - Carta della subsidenza
  - Carta della pericolosità geomorfologica
  - Carta della pericolosità sismica locale
  - Carta della pericolosità idraulica
  - Carta delle problematiche idrogeologiche
- Carta del P.G.R.A. dell'A. di B. del F. Arno
  - Carta della Pericolosità Idraulica
  - Carta del Rischio Idraulico
- Stralci da tavole di progetto

BEGGIATO GIANCARLO  
GEOLOGO  
"GEOLOGIA TECNICA"  
per l'INGEGNERIA CIVILE

## PREMESSE

L'area oggetto della presente relazione è posta nel Comune di Prato, in località Macrolotto 1, in Via Paronese.

Detta area è interessata da un progetto, redatto dall'Arch. A. Gestri, per la realizzazione di un fabbricato per la logistica .

Il progetto prevede la realizzazione di un grande fabbricato di forma rettangolare di 60 x 96 m ed altezza 10 m. Si tratta di un Piano Attuativo per la cessione gratuita di un complesso edilizio industriale ubicato tra Via Pistoiese e Via F. Filzi e la perequazione urbanistica di un'area posta in Via Paronese per la realizzazione di un magazzino per la logistica. Proponenti sono è Albini & Pitigliani S.p.a., Anselmo S.a.s. di Pieri Nicola & C. e Pieri Paola.

Scopi della presente relazione sono:

- A) Studio preliminare geologico, geomorfologico, idrogeologico, geotecnico e sismico dell'area
- B) Verificare in prima analisi i gradi di fattibilità dell'intervento in progetto
- C) Determinare preliminarmente i parametri geotecnici dei terreni dell'area di intervento per la loro caratterizzazione
- D) Verificare l'azione sismica di base e locale del sito e determinare preliminarmente la categoria di sottosuolo
- E) Dare indicazioni per le probabili strutture fondali che saranno adottate, anche in relazione alla quota di imposta
- F) Dare suggerimenti per le opere di scavo delle terre e drenaggio delle acque.

A tali scopi sono eseguiti:

- 1) Ricognizione preliminare di tutta l'area
- 2) Sopralluogo e rilievo di dettaglio del lotto in oggetto e di quelli adiacenti
- 3) Consultazione della Carta Geologica Regionale
- 4) Consultazione degli studi geologico-tecnici di supporto al P.S.

- 5) Riferimenti ad indagine geognostica, con N. 1 sondaggio di 30 m e con N. 3 penetrometrie dinamiche DPSH, già svolta in corrispondenza del magazzino "A" dell'adiacente struttura logistica Albini e Pitigliani per un previsto lavoro di ampliamento.
- 6) Sismica a rifrazione in tipologia D.H. (Down Hole) nel foro del sondaggio S<sub>1</sub> di 30 m adeguatamente attrezzato.

Il volume del fabbricato è > 6000 mc; l'intervento ricade pertanto nella classe N.4 come da art. 7 del DPGR 36R. In questa fase preliminare si fa riferimento ad indagini svolte che ottemperano a quanto richiesto da tale classe, ma che comunque dovranno essere svolte "in situ"

## I. GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA

Nella recente "Carta Geologica" del Servizio Geologico della Regione l'area si trova nei depositi alluvionali recenti ed attuali, in particolare all'interno di una struttura di origine fluviale del tipo "conoide".

Trattasi della parte centrale e marginale del sistema di "conoide" del F. Bisenzio, nella quale, come accade per l'area in oggetto, si alternano livelli di materiali grossolani e di sedimenti fini, limi sabbiosi questi ultimi.

L'area è posta nella parte centrale del bacino sedimentario di Firenze-Prato-Pistoia (Valdarno Medio), bacino di natura lacustre di età villafranchiana; il lago venne infatti ad occupare la depressione tettonica formatasi nel tardo Pliocene, circa 2 milioni di anni fa, come risultato dei movimenti tettonico-distensivi che interessarono la Toscana a partire dall'area tirrenica.

Il progressivo abbassamento del fondo del bacino veniva compensato dal notevole trasporto solido dei corsi d'acqua, fra i quali uno dei principali immissari era il F. Bisenzio che aveva un ruolo preminente, perché proveniente da un'area appenninica in forte sollevamento e quindi in accentuata erosione.

In tempi relativamente recenti il bacino fluvio-lacustre fu svuotato per l'incisione della soglia della Gonfolina (ubicazione dell'emissario del lago) da parte dell'Arno e

per l'accumulo dei sedimenti che prevalse sulla subsidenza.

Il limitato dislivello ( $\cong$  50 metri) fra le quote di affioramento dei depositi lacustri lungo i margini Nord e Sud del bacino testimonia il basculamento del bacino stesso verso Nord-Est per l'azione di un sistema di faglie appenniniche.

Questo fenomeno avrebbe caratterizzato l'attuale tracciato del F. Bisenzio, determinato dal netto cambiamento di direzione verso Sud, in adiacenza del margine meridionale dei M.ti della Calvana.

I depositi che caratterizzano l'area pratese del bacino possono essere suddivisi in tre unità, che corrispondono ad altrettante facies di sedimentazione:

- depositi lacustri;
- depositi di delta-conoide;
- depositi recenti d'esonazione.

I depositi lacustri sono costituiti in maggioranza da argille limose, talvolta leggermente sabbiose, con livelli di lignite e torba; strati di ghiaie, in genere a matrice limosa, si intercalano alle argille. La frequenza e lo spessore delle ghiaie diminuisce comunque procedendo dai margini verso il centro della pianura.

L'evoluzione sedimentaria del bacino è andata verso un aumento dell'apporto macroclastico; nell'area di Prato le ghiaie sono divenute prevalenti e la conoide è avanzata nella pianura, fin quasi al margine opposto. Questa fase è terminata probabilmente con l'ultima fase glaciale, con il risultato della diminuzione di apporto di materiale clastico grossolano ed incisione del Bisenzio della sua conoide.

La successione sedimentaria dell'area pratese termina con un piccolo spessore continuo (da 1 a 5 metri massimo di spessore) di limo argilloso, più o meno sabbioso, che corrisponde alla deposizione fluviale al di fuori dell'alveo in occasione delle alluvioni.

## 2. INDAGINE GEOGNOSTICO-GEOFISICA

*(risultanze da assumere preliminarmente)*

### 2.1 – Prove penetrometriche – Sondaggio – Litologia

In punti non interessati dal frequente passaggio di mezzi autotrasportatori sono state eseguite, nella vicina area, due delle 3 prove penetrometriche dinamiche DPSH, disposte comunque nell'intorno dell'area in ampliamento per il magazzino "A". La terza prova è stata invece eseguita all'interno della stessa area di ampliamento. Il sondaggio è stato eseguito anch'esso all'interno, se pure al limite, dell'area in ampliamento dello stesso magazzino "A" e pertanto sempre molto vicino all'area in oggetto.

Gli allegati **Diagrammi di Resistenza** delle penetrometrie, quasi perfettamente correlabili, mostrano, dopo 1,00 m ca. di riporto e/o terreno vegetale, la presenza di un orizzonte ad elevata resistenza,  $Rpd \cong 30 \div 70 \text{ Kg/cmq}$ , fino a -4 m ca.; come ha indicato il sondaggio, si tratta di limi con argilla, argillosi, sabbiosi e debolmente sabbiosi consistenti, sovraconsolidati per cicli stagionali di saturazione ed essiccamento. Oltre i -4 m e fino a -5,50 m ca. è presente un livello di argilla con limo, debolmente sabbiosa e debolmente consistente [ $Rpd \cong 15 \div 10 \text{ Kg/cmq}$  e S.P.T. 3/6-7 (a -2,80 m)].

Intorno a -6 m infine compare un orizzonte grossolano, inizialmente costituito da ghiaie in matrice limo-sabbiosa, anche prevalente, mediamente addensate (S.P.T. 6/7-8 a -6 m); il livello successivo è risultato poi costituito da ghiaie e ciottoli in scarsa matrice limo-sabbiosa, con un grado di addensamento molto elevato ( $Rpd \geq 80 \text{ Kg/cmq}$  e S.P.T. 15/15-9 a -9,40 m).

Oltre i -8÷-11 m i profili penetrometrici si "sfrangiano", per la presenza, come ha indicato il sondaggio, di ghiaie eterometriche, in una matrice limo-sabbiosa abbondante, talora prevalente (S.P.T. 3/4-6 a 12,4 m).

Questa alternanza di ghiaie perciò meno grossolane, con più o meno matrice, è presente fino a fondo foro (-15 m).

Dall'esame dei materiali di risulta del sondaggio a distruzione di nucleo da -15 a -30 m, è stata rilevata la presenza di un ampio strato di limo argilloso sabbioso, consistente, fino a -20 m, seguito poi, fino a -31,50 m, da un nuovo spesso strato di ghiaie eterometriche in matrice limo-sabbiosa.

## 2.2 – Sismica D.H.

Nel foro di sondaggio, adeguatamente attrezzato, è stata eseguita una prospezione sismica a rifrazione in elaborazione Down Hole al fine di determinare la categoria di sottosuolo tramite il calcolo della  $V_S$  media nei primi 30 m.

Il diagramma della  $V_S$ , da una velocità S iniziale (ca. 340 m/s), mostra una prima "inversione" tra -1 e -2 m, dove si rileva la velocità min di ca. 130 m/s. Qui riprende ad aumentare fino a 500 m/s a -6 m; oltre questa profondità si rileva una lunga "inversione", con un min di 240 m/s a -24 m, dove passa bruscamente a ca. 600 m/s e su tale valore si mantiene fino a -30 m.

L'elaborazione, eseguita a profondità di -1 e -2 m da attuale p.c., ha fornito velocità medie  $V_S$  nei primi 30 m rispettivamente di 337 e 359 m/s. Questo consente di definire la categoria "C" per il sottosuolo dell'area indagata.

Non è stato rilevato il substrato sismico (800 m/s) entro la profondità raggiunta.

## 3. IDROGEOLOGIA

*(valutazioni e risultanze da considerare in via preliminare)*

Al momento dell'indagine nei fori penetrometrici e nel sondaggio, è stata rinvenuta acqua, rispettivamente intorno ai -4 m ed ai -6 m.

La recente **Carta idrogeologica di P.S.** pone la falda principale ad una quota assoluta (Marzo 2011) di ca. 35,5 m, mentre nell'area in oggetto il p.c. è ad una quota assoluta di 43 m; i livelli rilevati non sono pertanto perfettamente in linea con le indicazioni della Carta. Questi livelli, anche quelli indicati nella Carta, sono molto più prossimi al p.c. rispetto a quelli che si rilevavano negli anni '80 e '90 e conseguenti al forte e generale innalzamento del livello di falda nell'intera piana in virtù della drastica riduzione dei prelievi industriali, della presenza di un nuovo acquedotto industriale ed infine di un regime di precipitazioni più intenso.

In relazione al livello attuale, anche se la Carta della subsidenza indica il primo strato di ghiaie acquifere tra -31 e -32 m, si ritiene che sia tra i -4 ed i -6 m, conseguen-

te ad una falda presente nello strato granulare grossolano rilevato intorno a -5,50 m.

Nella **Carta idrogeologica di P.S.** viene indicata per parte dei terreni dell'area una **permeabilità primaria (per porosità) medio-bassa** per la presenza fino a -5 m di una serie di terre in parte coesive, rappresentate in prevalenza da limi con argilla.

Conseguentemente nella **Carta delle problematiche idrogeologiche di P.S.** si rileva, per la stessa parte, una **vulnerabilità medio-bassa** per il vicino acquifero.

Nella "**Carta della P.I. del P.A.I. dell'Autorità di Bacino del F. Arno**" l'area risulta inserita nelle zone a Pericolosità Idraulica Media P.I. 2.

#### **4. STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI**

*(valori medi preliminari per l'area in oggetto)*

0,00 – 1,00 m	Terreno e materiali di riporto		
1,00 – 3,50 m	Limo con argilla, debolmente sabbioso, a tratti ghiaioso fine; mediamente consistente		
	$\gamma \cong 1,95 \text{ t/mc}$	$\gamma_{\text{sat}} \cong 2,05 \text{ t/mc}$	(peso di volume)
	$c_u \cong 0,3 \text{ Kg/cmq}$		(coesione non drenata)
	$c' = 0,2 \text{ Kg/cmq}$		(coesione efficace)
	$\varphi' \cong 29^\circ$		(angolo efficace di attrito interno)
	$E_{\text{ed}} \cong 120 \text{ Kg/cmq}$		(modulo edometrico)
	$E_u \cong 150 \text{ Kg/cmq}$		(modulo di Young non drenato)
3,50 – 5,50 m	Argilla con limo, debolmente sabbiosa; da moderatamente a debolmente consistente		
	$\gamma \cong 1,90$	$\gamma_{\text{sat}} \cong 1,95$	
	$c_u \cong 0,2$	$c' = 0,1$	
	$\varphi' \cong 24^\circ$		
	$E_{\text{ed}} \cong 60$	$E_u \cong 85$	

5,50 – 7,00 m	Ghiaia eterometrica ed eterogenea, in abbondante, talora prevalente, matrice limo-sabbiosa; moderatamente addensata
	$\gamma \cong 1,85$ <span style="margin-left: 150px;"><math>\gamma_{sat} \cong 1,90</math></span>
	$c_u \cong 0,04$ <span style="margin-left: 150px;"><math>c' = 0,00</math></span>
	$\varphi' \cong 33^\circ$
	$E_{ed} \cong 200$
	$E' \cong 160$ <span style="float: right;">(modulo di Young drenato)</span>
7,00 – 8,00 m	Ghiaia con ciottoli, in scarsa matrice limo-sabbiosa; molto addensata
	$\gamma \cong 1,80$ <span style="margin-left: 150px;"><math>\gamma_{sat} \cong 1,85</math></span>
	$c_u = 0,00$ <span style="margin-left: 150px;"><math>c' = 0,00</math></span>
	$\varphi' \cong 39^\circ$
	$E_{ed} \cong 350$ <span style="margin-left: 100px;"><math>E' \cong 310</math></span>
8,00 – 10,00 m	Ghiaia eterometrica, in matrice limo-sabbiosa a tratti abbondante; da addensata a mediamente addensata
	$\gamma \cong 1,85$ <span style="margin-left: 150px;"><math>\gamma_{sat} \cong 1,90</math></span>
	$c_u \cong 0,02$ <span style="margin-left: 150px;"><math>c' = 0,00</math></span>
	$\varphi' \cong 35^\circ$
	$E_{ed} \cong 250$ <span style="margin-left: 100px;"><math>E' \cong 210</math></span>
10,00 – 11,00 m	Ghiaia eterometrica in scarsa matrice limo-sabbiosa; molto addensata
	$\gamma \cong 1,80$ <span style="margin-left: 150px;"><math>\gamma_{sat} \cong 1,85</math></span>
	$c_u = 0,00$ <span style="margin-left: 150px;"><math>c' = 0,00</math></span>
	$\varphi' \cong 39^\circ$
	$E_{ed} \cong 380$ <span style="margin-left: 100px;"><math>E' \cong 340</math></span>
11,00 – 15,00 m	Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, in matrice limo-sabbiosa frequentemente abbondante; mediamente addensata
	$\gamma \cong 1,85$ <span style="margin-left: 150px;"><math>\gamma_{sat} \cong 1,90</math></span>
	$c_u \cong 0,02$ <span style="margin-left: 150px;"><math>c' = 0,00</math></span>
	$\varphi' \cong 35^\circ$
	$E_{ed} \cong 200$ <span style="margin-left: 100px;"><math>E' \cong 150</math></span>

## 5. AZIONE SISMICA

In relazione alle N.T.C., di cui al D.M. 14.01.2008  
(*valutazioni e risultanze preliminari*)

### 5.1 – Vita nominale – Classe e coefficiente d'uso – Periodo di riferimento

- ✓ Vita nominale  $V_N \geq 50$  anni
- ✓ Classe d'uso II
- ✓ Coefficiente d'uso  $C_U = 1$
- ✓ Periodo di riferimento  $V_R = V_N \cdot C_U = 50 \times 1 \geq 50$  anni

### 5.2 – Categoria di sottosuolo e condizione topografica

#### ✓ Categoria di sottosuolo

Per la definizione dell'azione sismica di progetto è necessaria l'individuazione della Categoria di sottosuolo.

A tale scopo è stata eseguita una indagine geofisica con una prospezione sismica a rifrazione in metodologia D.H. nel foro di sondaggio S<sub>1</sub>.

Come descritto al punto 2.2., ne è derivata una  $V_{S30}$  media nei primi 30 m pari a 337 m/s per una elaborazione da -1 m e 359 m/s da -2 m; valori questi che consentono di definire una categoria C per il sottosuolo indagato.

#### ✓ Condizione topografica

Categoria T1 (superficie pianeggiante); Coefficiente di amplificazione topografica  $S_T = 1$ .

### 5.3 – Azione sismica di base e locale

#### ✓ *Pericolosità sismica di base*

Le azioni sismiche di progetto vengono calcolate a partire dalla “**pericolosità sismica di base**” definite, in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, in base ai seguenti tre parametri:

- $A_g$  → accelerazione orizzontale massima al sito
- $F_0$  → valore massimo dell’amplificazione spettrale in accelerazione orizzontale (valore minimo pari a 2,2)
- $T_c^*$  → periodo dello Spettro ad ampiezza costante in accelerazione orizzontale.

Parametri che sono tabulati per 9 diversi Periodi di Ritorno  $T_R$ , definiti su un Reticolo di Riferimento ogni 10 Km e determinati per il punto come media pesata dei valori nei vertici della maglia moltiplicati per le distanze dal punto stesso.

La griglia con i valori dei tre parametri sopraindicati, riferiti alla **pericolosità sismica di base**, viene riportata negli Allegati.

Maggiore è il periodo di Ritorno, più alta è la Pericolosità Sismica.

#### ✓ *Azione sismica locale*

##### Stati Limite e Probabilità di Superamento

In funzione del Grado di Protezione, lo Stato Limite determina una Probabilità di Superamento  $P_{VR}$  nella Vita di Riferimento  $V_R$ .

Nella griglia riportata negli allegati, si rileva che negli Stati Limite di Esercizio (SLE), allo Stato Limite Operatività per un Tempo di Ritorno  $T_R = 30$  anni, corrisponde una  $P_{VR} = 81\%$  ed allo Stato Limite Danno (SLD), per un  $T_R = 50$  anni, una  $P_{VR} = 63\%$ , mentre negli Stati Limite Ultimi, allo Stato Limite Vita (SLV) corrisponde, per un  $T_R = 475$  anni, una  $P_{VR} = 10\%$  ed allo Stato Limite Collasso una  $P_{VR} = 5\%$ , per un  $T_R = 975$  anni.

La conoscenza degli elementi di progetto [Classe e Coefficiente d’uso (II e I) – Vita di Riferimento  $V_R = 50$  anni – Categoria sottosuolo preliminare “C” – Condizione topografica T1] hanno consentito di ricavare i *valori interpolati* dei tre parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e

$T_c^*$  relativi alle Probabilità di Superamento  $P_{VR}$  corrispondenti ai due SLE (SLO e SLD) ed ai due SLU (SLV e SLC).

**N.B.:** La verifica del solo SLV soddisfa le verifiche dei vari SLU, mentre per i vari SLE è sufficiente verificare il solo SLD.

#### Coefficiente di amplificazione sismica

Per la risposta sismica locale tale coefficiente viene definito come  $S = S_s \cdot S_T$  dove  $S_s$  = Coefficiente di Amplificazione Stratigrafica che dipende dalla Categoria del Sottosuolo, mentre  $S_T$  = Coefficiente di Amplificazione Topografica che dipende dalla pendenza, qui pari a  $S_T = 1$ .

Avendo definito preliminarmente la Categoria di sottosuolo (C), è possibile calcolare per il sito in oggetto, il valore di Amplificazione Stratigrafica  $S_s$  ed il coefficiente  $C_c$ , da cui si può definire l'accelerazione massima ( $a_{max}$ ) attesa in superficie al sito mediante  $a_{max} = S \cdot a_g$ , dove  $a_g$  è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido orizzontale, mentre il Coefficiente di amplificazione sismica  $S = S_s \cdot S_T$ , ne deriva  $a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$ .

Negli allegati è possibile calcolare preliminarmente il valore di amplificazione sismica  $S$  per il sito in oggetto.

## 6. RISCHIO IN CASO DI SISMA E PERICOLOSITA'

*(considerazioni preliminari)*

I fenomeni di amplificazione degli eventi sismici sono riconducibili, in aree di pianura non caratterizzate dalla presenza di accumuli detritici, ma di depositi alluvionali, a tre principali configurazioni litostratigraficamente predisponenti al rischio sismico:

- *Softening (S)*                      dei sedimenti coesivi (con effetti di cedimenti diffusi)
- *Addensamento (A)*              di sedimenti granulari (per amplificazione stratigrafica)
- *Liquefazione (L)*                  di terreni sabbiosi in falda.

Si può ritenere che nessuno dei fenomeni elencati possa interessare l'area in oggetto; infatti dall'indagine geognostica svolta, una nel lotto adiacente con N. 1 sondag-

gio e N.3 dinamiche DPSH, non è emerso alcun livello particolarmente suscettibile di particolari fenomeni in caso di sisma.

Non sono infatti stati rinvenuti livelli puramente granulari sciolti, suscettibili di **Addensamento**; oltre i -5,50 m è presente un ampio orizzonte di ghiaie eterometriche, la cui composizione granulometrica vede peraltro la presenza di una matrice limo-sabbiosa più o meno abbondante: tale composizione e il grado di addensamento, definito da moderato a elevato, consentono di escludere tale fenomeno.

Si deve però rilevare la presenza di un relativamente ampio livello di sedimenti a fine granulometria (argilla con limo, debolmente sabbiosa), presenti tra -3,50 e -5,50 m ca., per i quali è stato definito un basso modulo edometrico (60 Kg/cmq), che fa temere cedimenti eccessivi per elevate tensioni trasmesse dalle strutture di fondazione.

Per l'assenza poi di orizzonti puramente coesivi e di limi e/o argille soffici si può definire l'impossibilità del fenomeno di "**Softening**".

Il fenomeno della **Liquefazione** può essere infine escluso per l'assenza di sabbie monogranulari sature entro i primi 15 m dal p.c. e comunque di terreni granulari fini poco addensati, con falda superficiale (ca. nei primi 5 m).

Si può infatti escludere la verifica alla liquefazione ai sensi della posizione 5 del punto 7.11.3.4.2 delle N.T.C., in quanto la presenza di una frazione ghiaiosa grossolana negli strati granulari presenti oltre i -5,50 m, pone tale composizione granulometrica esterna al "fuso", che rileva la possibile liquefazione.

In relazione alla pericolosità geologica l'area è posta nella **Carta della pericolosità geomorfologica di P.S. in grado G.3 (elevata)**, per il rischio di subsidenza conseguente ad eccessivo emungimento delle acque di falda. Si ritiene non più esistente tale rischio per le ragioni e valutazioni espresse al punto 3. (Idrogeologia).

Sempre in relazione alla subsidenza nella **Carta della subsidenza del P.S.** viene indicato per l'area l'abbassamento max. da 10 a 30 mm l'anno. Per quanto sopra esposto ed argomentato al punto 3 (Idrogeologia), si ritiene cessato tale fenomeno all'interno del Macrolotto 1, che qui aveva raggiunto la maggiore intensità negli anni trascorsi in cui l'attività tessile, in grande sviluppo, emungeva enormi quantità di acqua dai numerosi pozzi ad uso industriale sparsi per l'intero Macrolotto 1.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica nella **Carta della pericolosità sismica locale di P.S.** l'area è posta in S.3 (elevata) per presenza di «*conoide alluvionale*». Anche se l'indagine sismica ha verificato assenza di substrato sismico entro i 20 m dal p.c., si deve ritenere che possa essere comunque presente entro "alcune decine di metri" e che pertanto possa essere possibile il fenomeno di amplificazione del moto del suolo in caso di evento sismico per la presenza di terreni di "conoide"; tale amplificazione deve essere qui valutata in funzione «*dell'entità del contrasto di rigidità sismica tra i terreni alluvionali ed il bedrock sismico*».

Ogni progettazione strutturale dovrà comunque essere adeguata a tale grado di pericolosità.

In relazione infine alla **pericolosità idraulica** viene definita per l'area, sia nella **Carta del P.S.**, che nella **Carta della del P.G.R.A. dell'A. di B. del F. Arno**, una pericolosità **media** (rispettivamente I.2 e P 2), mentre nella **Carta del Rischio Idraulico** l'area risulta al limite tra un **rischio medio (R 2)** ed uno **elevato (R 3)**.

## 7. PERICOLOSITA' E FATTIBILITA'

Con il presente punto si vuole eseguire la «Verifica dell'adeguatezza delle indagini geologico-tecniche di riferimento in attuazione dell'art. 104 della L.R. 65/2014 e del D.P.G.R. 53/R/11».

Si fa riferimento in particolare anche alle seguenti carte del P.S.

- Carta idrogeologica
- Carta della susidenza
- Carta della pericolosità geomorfologica
- Carta della pericolosità sismica
- Carta della pericolosità idraulica
- Carta delle problematiche idrogeologiche

## 7.1 – Analisi e approfondimenti

Alla luce delle nuove direttive si esamina il quadro conoscitivo in riferimento all'assetto geomorfologico, idraulico, idrogeologico, litostratigrafico e sismico.

Si allegano a tal fine le prove di un'indagine geognostico-geofisica svolta in area adiacente (vedi *Ubicazione aree*).

Le risultanze delle indagini di cui sopra e l'esame della **Carta Geologica Regionale** consentono sia una buona **caratterizzazione geologica e litotecnica** dell'area di intervento, sia l'**assetto litostratigrafico**.

Le suddette risultanze hanno infatti consentito di verificare, per l'adiacente area di riferimento, la presenza di una stratigrafia con un livello superficiale di sedimenti fini, limo-argille, fino a ca. -5 m, seguito poi da un ampio orizzonte di materiali grossolani fino a -15 m .

Per gli **aspetti geomorfologici** non vi sono elementi di erosione e di accumulo fluviale, né antropici (opere di difesa idraulica) con interazione diretta con la dinamica d'alveo.

Per l'**assetto idraulico** l'area è posta al grado di **Pericolosità Idraulica I.2 (media)** nel P.S. ed ugualmente al grado **P2 di Pericolosità Idraulica (media)** nella **Carta del P.G.R.A.** dell'A. di B. del F. Arno, mentre risulta al limite di grado **medio R2** e grado **elevato R3** per il **Rischio Idraulico**

Per l'**assetto geologico-stratigrafico**, anche in relazione agli effetti di un sisma, si evidenzia la possibile esclusione del rischio "Softening" di sedimenti coesivi, di "Ad-densamento" di sedimenti granulari e di "Liquefazione" di terreni sabbiosi in falda.

In relazione infine al **Rischio Sismico**, al punto 5.3 (Azione sismica di base e locale) sono stati preliminarmente determinati i parametri sismici del sito; comunque tutti gli elementi di conoscenza del territorio, derivati dalla cartografia geologico-tecnica disponibile e dalle indagini a tal fine riportate, consentono di fornire indicazioni per una prudentiale indicazione di una «zona stabile suscettibile di amplificazione sismica» in quanto «il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche».

## 7.2 - Valutazione di pericolosità

**Pericolosità geomorfologica:** assente (area di pianura).

**Pericolosità geologica** (geomorfologica del P.S.). Per la totalità dell'area di intervento viene definita una **pericolosità geomorfologica (geologica) G.3 (elevata)**, in quanto «*area soggetta ad uso intensivo della falda tale da determinare fenomeni di subsidenza*». Si ritiene di poter valutare tale pericolosità al grado G.1 (bassa), in quanto il rischio di subsidenza non esiste più per il recente e notevole innalzamento della falda nell'intera area pratese (vedi punti 3 e 6).

**Pericolosità idraulica media P2 nel P.G.R.A. e I.2 (media) nella Carta della pericolosità idraulica di P.S.**

**Pericolosità sismica locale:** il quadro conoscitivo consente una valutazione del rischio sismico derivante dalla presenza di terreni di una conoide alluvionale. Si ritiene pertanto non possano essere preliminarmente esclusi possibili effetti di amplificazione stratigrafica (vedi Rischio sismico al punto 7.1). Questa presenza impone venga definita per l'area una "**Pericolosità sismica locale elevata**" (S.3), come definita nella **Carta della pericolosità sismica locale di P.S.**

## 7.3 – Condizioni di fattibilità

Lo studio geologico-tecnico di supporto al P.S. definisce per l'area una pericolosità geologica (geomorfologica) di grado G.3 (elevata) che si ritiene sia ridotta al grado G.1 (bassa) sulla base delle argomentazioni in precedenza riportate..

Si ritiene pertanto di poter definire una **fattibilità geologica di grado "1"** (senza particolari condizioni).

L'intervento di nuova edificazione è comunque condizionato dalle risultanze di studi geologici, idrogeologici e geotecnici "in situ" per la verifica delle condizioni di stabilità ed alla preliminare o contestuale realizzazione di opere per la messa in sicurezza; opere che possono essere la scelta della tipologia fondale e sua quota di imposta, il miglioramento o la bonifica dei terreni di fondazione.

Il P.G.R.A. pone l'area in pericolosità idraulica P2 (media) ed anche lo studio geologico-tecnico di supporto al P.S. definisce una pericolosità idraulica I.2 (media).

Ne deriva di poter assumere una **fattibilità idraulica di grado "2"** (con normali vincoli da precisare a livello di progetto).

Vengono inoltre qui riportate le condizioni di attuazione di fattibilità anche in relazione agli aspetti sismici, avendo individuato nell'aspetto sismico ulteriori condizioni di pericolosità; la pericolosità sismica locale è qui definita infatti di grado elevato S.3 (elevata), in quanto area di conoide alluvionale, all'interno della quale possono verificarsi cedimenti elevati per possibili effetti di amplificazione stratigrafica (vedi punto 6); deve essere pertanto prescritta *«una campagna di indagini geofisiche e geognostiche al fine di valutare l'entità del contrasto di rigidità sismica dei terreni tra alluvioni e bedrock sismico»*. Ne deriva una **fattibilità sismica di grado "3"** (condizionata).

In relazione alle indagini si prescrive pertanto una campagna geofisica e geognostica in entità e con metodologie adeguate. In particolare per la prima, anche al fine di determinare la categoria di sottosuolo, dovrà essere condotta una campagna di sismica a rifrazione con metodologie correnti [ $V_{sh}$ , down hole ], mentre per la seconda dovranno essere eseguiti almeno N. 2 sondaggi, con S.P.T. e prelevamento di campioni indisturbati da sottoporre ad analisi di laboratorio di meccanica delle terre; sondaggi che dovranno poi essere correlati da prove penetrometriche (dinamiche/statiche), che consentano la stesura di sezioni litostratigrafiche significative per l'area di intervento.

In particolare, nella certezza di una profondità media stagionale della falda entro i 15 m dal p.c., per una prudenziale verifica alla Liquefazione, dovranno essere condotte indagini con sondaggi, prove penetrometriche dinamiche e/o statiche per verifica di resistenze superiori ai limiti indicati dalle NTC al punto 7.11.3.4.2; in alternativa potranno essere eseguite, come indicate al medesimo punto, analisi che verifichino una distribuzione granulometrica esterna alle zone (*possibilità di liquefazione*) riportate in figura 7.11.1 (a) e 7.11.1 (b). Tali verifiche si rendono necessarie per aree con eventi sismici attesi di magnitudo  $M > 5$  ed accelerazioni max in condizioni di campo libero  $> 0,1$  g.

L'espletamento delle indagini geognostiche e l'esecuzione di quelle sismiche dovrà essere comunque in linea con quanto disciplinato dall'art. 7 del D.P.G.R. 36/R.

Ultima "condizione" è infine quella della realizzazione di opere per il contenimento dell'impermeabilizzazione e per l'accumulo delle acque di prima pioggia non contaminate.

Dovrà essere eseguito un puntuale calcolo delle superfici rese impermeabili e semipermeabili, se presenti, per le quali si rende necessaria la realizzazione di un impianto di accumulo delle acque meteoriche non contaminate (art. 68 del P.S.); il volume di quest'ultimo sarà calcolato in funzione di tali superfici per un'altezza cautelativa di H<sub>2</sub>O di 60 mm.

Le acque dovranno poi essere rilasciate nel reticolo superficiale e/o in linea fognaria con bocca tarata in quantità tale da non mettere in crisi il drenaggio superficiale e la stessa linea.

## **8. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE – CONDIZIONI - INDICAZIONI**

L'indagine geognostica svolta permette di definire preliminarmente idonea l'area all'intervento in progetto. E' stato rilevato un preliminare assetto "tipo" costituito da un primo strato fino a -3,50÷-4,00 m con sedimenti fini (limi argillosi/sabbiosi) consistenti e con buoni parametri geotecnici, seguito da -3,50 m a -5,50 m da un livello, sempre di sedimenti fini, ma da mediamente a poco consistenti e con alcuni parametri geotecnici non sempre su valori di sufficienti garanzie; poi oltre i -5,50 m è costantemente presente un ampio strato di materiali grossolani (ghiaie) di apprezzabile spessore e con ottimi parametri geotecnici.

Sarà necessario individuare la quota di imposta delle strutture di fondazione alla base di un eventuale "riporto". In particolare è opportuno che tale quota sia posta, compatibilmente con le esigenze progettuali, quanto più possibilmente prossima all'attuale p.c., al fine di fondare quanto più lontano dal secondo strato (sedimenti fini poco consistenti) e trasferire così a tale strato basse e uniformi tensioni.

E' quindi necessaria una progettazione strutturale adeguata a tale condizione, al fine di evitare cedimenti elevati e differenziali; questi ultimi in particolare in relazione al-

le probabili strutture di fondazione che sono generalmente, per i fabbricati quale quello in progetto, del tipo isolate, puntiformi.

Si indica la necessità di una puntuale verifica dello stato dei terreni alla quota di imposta; se infatti su fondo scavi si rinvenissero terre e/o materiali di riporto, sedimenti fini poco consistenti e/o scarsamente addensati, sarà necessario un miglioramento con loro asportazione e sostituzione di inerti adeguatamente compattati e/o con "magrone", eventualmente armato con rete elettrosaldata per spessori  $\geq 1$  m.

"Condizioni" per l'edificazione sono riportate al punto 7.3, relative alle modalità ed alla estensione della campagna geognostica e geofisica, al fine di ricavare una puntuale caratterizzazione geotecnica, di definire la categoria di sottosuolo ed i parametri sismici del sito e di individuare eventuali configurazioni litostratigrafiche predisponenti ad amplificazione sismica con eventualmente conseguente fenomeno della liquefazione.

Ulteriori condizioni sono relative alla pericolosità sismica elevata S.3, che impone di definire per l'intervento una fattibilità condizionata "3".

Le condizioni sono quelle relative ad una progettazione strutturale che deve essere redatta in funzione di una pericolosità sismica elevata (S.3) e che trasmetta ai terreni di fondazione tensioni non elevate al fine di evitare cedimenti eccessivi; tensioni che comunque dovranno essere anche quanto più possibile uniformi al fine di evitare cedimenti differenziali.

Dovrà infine essere verificata la corretta regimazione delle acque superficiali al fine di evitare infiltrazioni e ristagni a livello fondazioni.

Prato, 8 Luglio 2016

Geol. BEGGIATO Giancarlo



**INDAGINE GEOGNOSTICO-GEOFISICA  
IN AREA ADIACENTE**

**Ubicazione area nuova costruzione e area di indagine**

**Stratigrafia sondaggio**

**Diagrammi  
prove penetrometriche dinamiche DPSH**

**Sismica DH  
(diagrammi e relazione)**



Conc. Min. Infr. e Trasp. con Decreto n°5950 del 15/06/2011 Settore C

Cantiere: Via Paronese - Macrolotto 1- Prato

Committente: Albini & Pitigliani s.p.a.

Data inizio perforazione: 25-11-2015

Data fine perforazione: 30-11-2015

Sondaggio: S1

Richiedente: Geol. G. Beggiano

Lunghezza (m): 31.0 m

Scala grafica: 1:150

Inclinazione (°):

Profondità (m)	Quota (m.s.l.m)	Litologia	Descrizione litologica	Campioni	S.P.T.	Pocket Penetrometer (KPa)				Pocket Vane Test (KPa)			Piezometro Livello/i piez.
						100	200	300	400	50	100	150	
1,2			<b>Calcestruzzo</b> Elementi litoidi, frammenti di laterizio e di cld eterometrici in abbond. matrice sabbioso-limosa marrone ( <b>Terreno di riporto</b> ).					350			104		
			Limo con argilla debolm. sabbioso, verdastro con rari resti vegetali.	C.I.				170			76		
3,6			Limo con argilla ed argilloso, debolm. sabbioso e sabbioso, a tratti debolm. ghiaioso fine, marrone.	SPT	2,8 m 3-6-7			110			48		
4,4			Limo sabbioso e con sabbia argilloso marrone					90			36		
5,5			Argilla con limo debolm. sabbiosa e sabbiosa, grigia, grigio scura organica nella parte alta, passante marrone	SPT	6,0 m 6-7-8			140			52		
6,8			Ghiaia eterometrica con clasti eterogenei, Dmax 5 cm, Dmed 2 cm, alterati, in matrice limo-sabbiosa, marrone ocra, abbondante, a tratti prevalente (clasti 40-70%).										
			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, con clasti eterogenei, arrotondati, Dmax > 10 cm, Dmed 3-5 cm, in matrice limoso-sabbiosa e sabbiosa, marrone ed avana (clasti 70-90%). Passaggi centim. di limo argilloso nella parte bassa.	SPT	9,4 m 15-15-9								
11,3			Ghiaia eterometrica con rari ciottoli, clasti arrotondati, Dmax > 10 cm, Dmed 3 cm, talvolta alterati e molto alterati, in matrice sabbioso-limosa marrone-ocra e marrone, a tratti abbondante (clasti 60-80%)	SPT	12,4 m 3-4-6								
31,0			Tratto eseguito "a distruzione di nucleo"										

Diametro perforazione (mm): 101

Diametro rivestimenti (mm): 127

Macchina perforatrice: Comacchio MC450

Metodo di perforazione: aste e carotiere

Responsabile di sito: Geol. D. Senesi

Note: al termine della perforazione il foro è stato attrezzato per l'esecuzione di prove sismiche tipo down-hole

Direttore laboratorio: Ing. M. Goretti

n° pagine certificato: 2

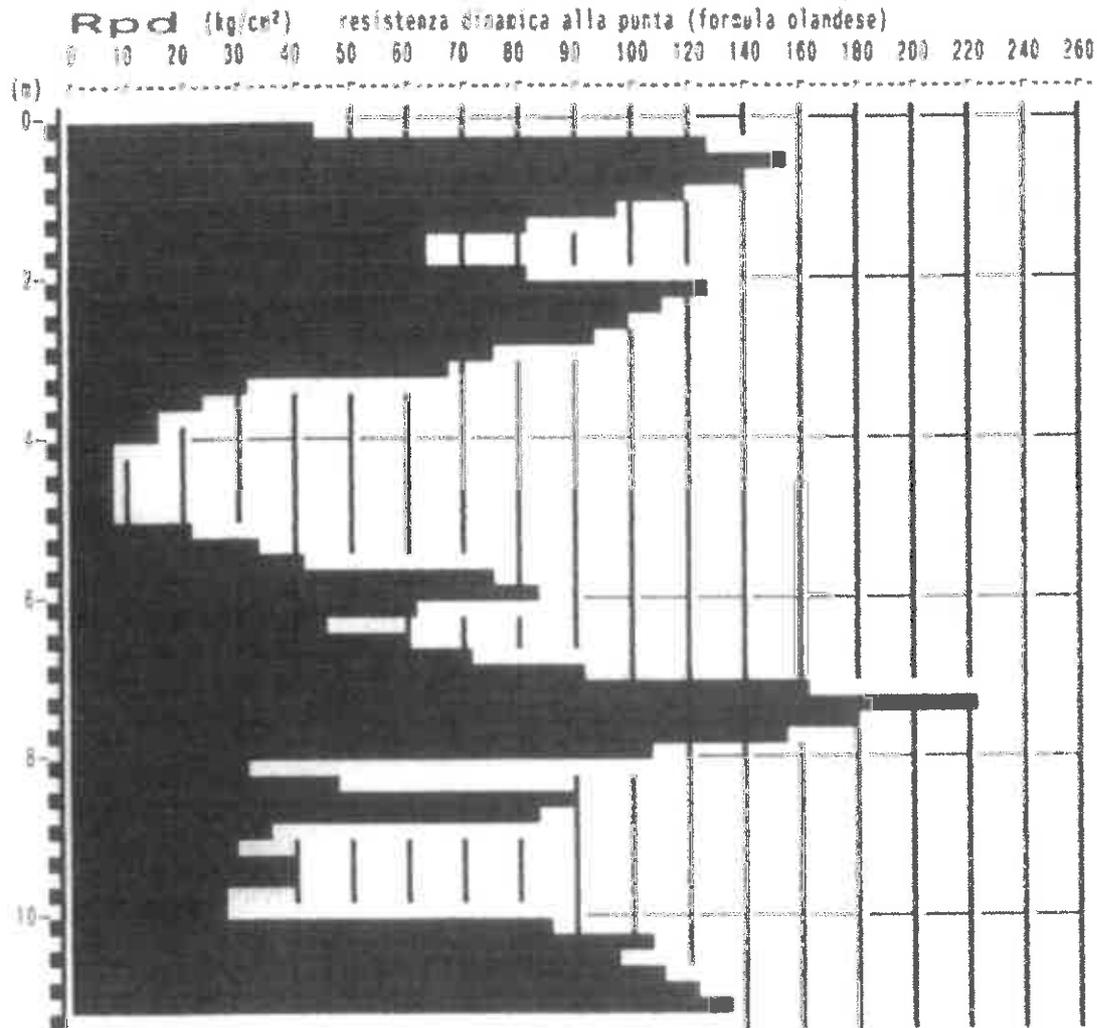
Pagina 1

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA  
DIAGRAMMA RESIST. DINAMICA**

n. 1  
GPC-7-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■  
M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm<sup>2</sup> - D = 50.5 mm  
Cantiere : Albini e Pitigliani - Palazzina uffici  
Località : Via Paronese - Macrolotto 1 Prato  
note : su giardino fronte attuale edificio

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO  
N = N(20) 'δ = 20 cm<sup>2</sup>  
quota inizio : p.c.attuale  
prof. falda = 4.00 m da quota inizio  
data : 26 / 11 / 2015



**PROVA PENETROMETR. DINAMICA  
DIAGRAMMA RESIST. DINAMICA**

**n. 2**  
GPD-7-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■

M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm<sup>2</sup> - Ø = 50.5 mm

Cantieri : Albini e Pitigliani - Palazzina uffici

Località : Via Paronese - Macrolotto 1 Prato

note : in linea ed in prossimità del sondaggio

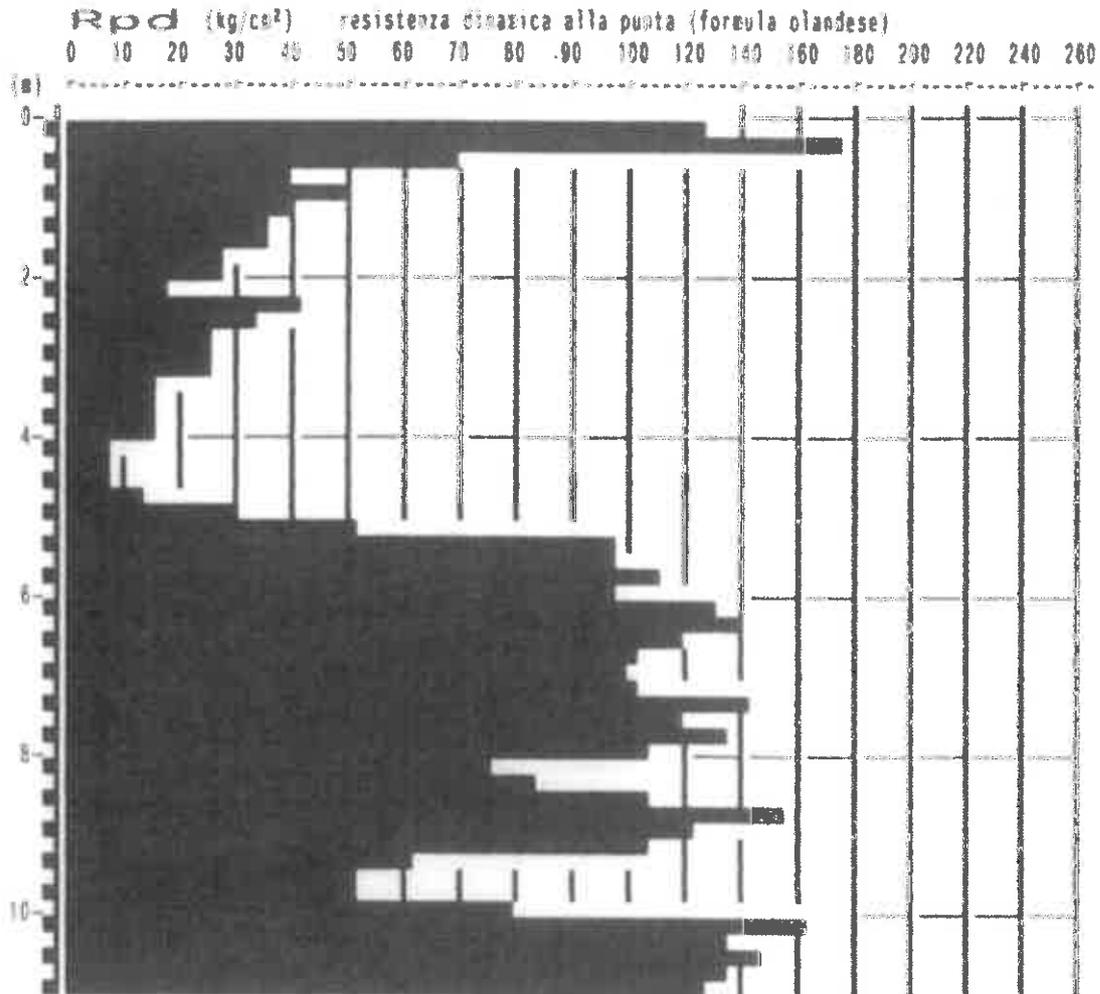
uso rivestimento/fanghi iniezione : NO

M = M(20) 'δ = 20 cmé

quota inizio : p.c. attuale

prof. falda = 4.00 m da quota inizio

data : 26 / 11 / 2015

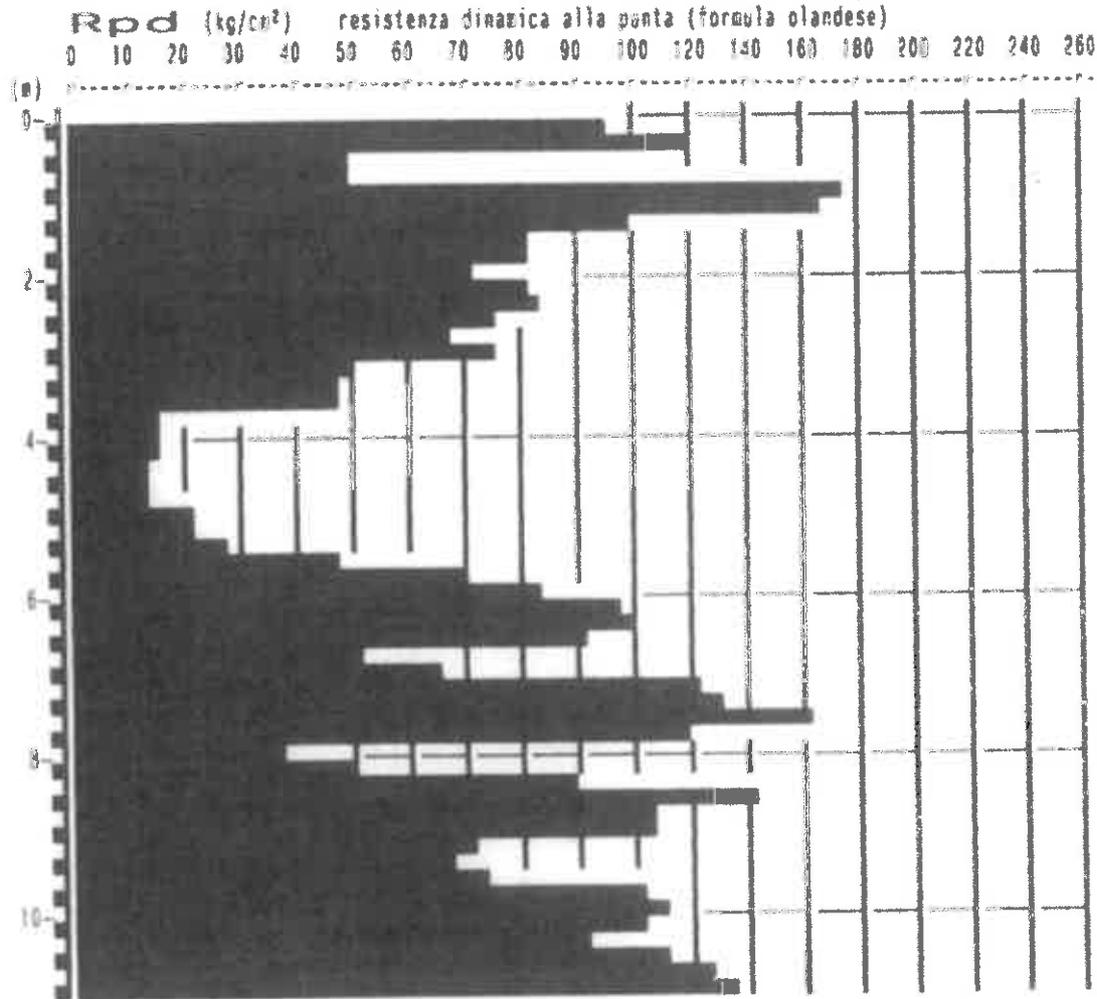


**PROVA PENETROMETR. DINAMICA  
DIAGRAMMA RESIST. DINAMICA**

**n. 3**  
GPO-7-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) Ⓢ  
M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm<sup>2</sup> - D = 50.5 mm  
Cantiere : Albini e Pitigliani - Palazzina uffici  
Località : Via Paronese - Macrolotto 1 Prato  
note : su giardino a S!

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO  
N = N(20) \* b = 20 cm<sup>2</sup>  
quota inizio : p.c.attuale  
prof. falda : 4.00 m da quota inizio  
data : 26 / 11 / 2015



**PROVA PENETROMETR. DINAMICA**  
**TABELLE VALORI RESISTENZA**

 n. 1  
 6PD-2-92

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■

M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm<sup>2</sup> - Ø = 50.5 mm

Cantiera : Albini e Pitigliani - Palazzina uffici

Località : Via Paronese - Macrolotto 1 Prato

note : su giardino fronte attuale edificio

uso rivestimento/fanghi iniezione : NO

k = N(20) \* δ = 20 cm<sup>3</sup>

quota inizio : p.c. attuale

prof. falda : 4.00 m da quota inizio

data : 26 / 11 / 2015

prof. (m)	N (colpi)	Qpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	prof. (m)	N (colpi)	Qpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0.00- 0.20	4.0	43.0	1	5.60- 5.80	11.0	76.9	7
0.20- 0.40	13.0	128.3	2	5.80- 6.00	12.0	83.9	7
0.40- 0.60	16.0	157.9	2	6.00- 6.20	9.0	62.9	7
0.60- 0.80	14.0	138.2	2	6.20- 6.40	7.0	46.3	8
0.80- 1.00	12.0	118.4	2	6.40- 6.60	9.0	59.5	8
1.00- 1.20	10.0	98.7	2	6.60- 6.80	11.0	72.7	8
1.20- 1.40	9.0	82.1	3	6.80- 7.00	14.0	92.5	8
1.40- 1.60	7.0	63.8	3	7.00- 7.20	25.0	165.2	8
1.60- 1.80	7.0	63.8	3	7.20- 7.40	36.0	225.5	9
1.80- 2.00	9.0	82.1	3	7.40- 7.60	29.0	181.7	9
2.00- 2.20	14.0	127.7	3	7.60- 7.80	25.0	156.8	9
2.20- 2.40	13.0	110.2	4	7.80- 8.00	17.0	106.5	9
2.40- 2.60	12.0	101.7	4	8.00- 8.20	5.0	31.3	9
2.60- 2.80	11.0	93.2	4	8.20- 8.40	8.0	47.6	10
2.80- 3.00	9.0	76.3	4	8.40- 8.60	15.0	89.3	10
3.00- 3.20	8.0	67.8	4	8.60- 8.80	14.0	83.3	10
3.20- 3.40	4.0	31.7	5	8.80- 9.00	6.0	35.7	10
3.40- 3.60	3.0	23.6	5	9.00- 9.20	5.0	29.8	10
3.60- 3.80	2.0	15.8	5	9.20- 9.40	7.0	39.7	11
3.80- 4.00	2.0	15.8	5	9.40- 9.60	7.0	38.7	11
4.00- 4.20	1.0	7.8	5	9.60- 9.80	5.0	28.4	11
4.20- 4.40	1.0	7.4	6	9.80-10.00	5.0	28.4	11
4.40- 4.60	1.0	7.4	6	10.00-10.20	15.0	85.1	11
4.60- 4.80	1.0	7.4	6	10.20-10.40	20.0	108.3	12
4.80- 5.00	1.0	7.4	6	10.40-10.60	18.0	97.5	12
5.00- 5.20	3.5	22.3	6	10.60-10.80	21.0	113.7	12
5.20- 5.40	5.0	35.0	7	10.80-11.00	23.0	124.8	12
5.40- 5.60	6.0	42.0	7	11.00-11.20	25.0	135.4	12

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA**  
**TABELLE VALORI RESISTENZA**
**n. 2**  
**GPD-7-92**

PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) ■

M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm<sup>2</sup> - D = 50.5 mm

Cantiere : Albini e Pitigliani - Palazzina uffici

Località : Via Paronese - Macrolotto 1 Prato

note : su linea ed in prossimità del sondaggio

uso rivestimento/fanghi iniezione : NG

N = N(20) \*δ = 20 cm<sup>2</sup>

quota inizio : p.c.attuale

prof. falda = 4.00 m da quota inizio

data : 26 / 11 / 2015

prof. (m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	prof. (m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0.00-0.20	12.0	129.3	1	5.60-5.80	15.0	111.9	7
0.20-0.40	18.0	177.7	2	5.80-6.00	14.0	97.9	7
0.40-0.60	7.0	69.1	2	6.00-6.20	19.0	132.0	7
0.60-0.80	4.0	39.5	2	6.20-6.40	21.0	136.6	8
0.80-1.00	5.0	49.4	2	6.40-6.60	18.0	119.0	8
1.00-1.20	4.0	39.5	2	6.60-6.80	16.0	105.7	8
1.20-1.40	4.0	36.5	3	6.80-7.00	15.0	99.1	8
1.40-1.60	4.0	36.5	3	7.00-7.20	16.0	105.7	8
1.60-1.80	3.0	27.4	3	7.20-7.40	23.0	144.1	8
1.80-2.00	3.0	27.4	3	7.40-7.60	19.0	119.0	9
2.00-2.20	2.0	18.2	3	7.60-7.80	22.0	137.8	9
2.20-2.40	5.0	42.4	4	7.80-8.00	17.0	106.3	9
2.40-2.60	4.0	33.9	4	8.00-8.20	12.0	75.2	9
2.60-2.80	3.0	25.4	4	8.20-8.40	14.0	83.3	10
2.80-3.00	3.0	25.4	4	8.40-8.60	18.0	107.2	10
3.00-3.20	3.0	25.4	4	8.60-8.80	26.0	154.6	10
3.20-3.40	2.0	15.8	5	8.80-9.00	21.0	125.0	10
3.40-3.60	2.0	15.8	5	9.00-9.20	18.0	107.2	10
3.60-3.80	2.0	15.8	5	9.20-9.40	11.0	62.4	11
3.80-4.00	2.0	15.8	5	9.40-9.60	9.0	51.0	11
4.00-4.20	1.0	7.9	5	9.60-9.80	9.0	51.0	11
4.20-4.40	1.0	7.9	6	9.80-10.00	14.0	79.4	11
4.40-4.60	1.0	7.9	6	10.00-10.20	29.0	164.5	11
4.60-4.80	2.0	14.9	6	10.20-10.40	25.0	135.4	12
4.80-5.00	4.0	29.7	6	10.40-10.60	27.0	146.2	12
5.00-5.20	7.0	52.0	6	10.60-10.80	25.0	135.4	12
5.20-5.40	14.0	97.9	7	10.80-11.00	24.0	130.0	12
5.40-5.60	14.0	97.9	7				

**PROVA PENETROMETR. DINAMICA  
TABELLE VALORI RESISTENZA**
**n. 3  
GPD-2-92**
**PENETROMETRO DINAMICO tipo SUPERPESANTE - (DPSH) \***
**M = 63.5 kg - H = 0.75 m - A = 20.00 cm<sup>2</sup> - D = 50.5 mm**
**Cantiere : Albini e Pitigliani - Palazzina uffici**
**Località : Via Paronese - Macrolotto 1 Prato**
**note : su giardino a SE**
**uso rivestimento/fanghi iniezione : NO**
**N = N(20) \* b = 20 cm<sup>2</sup>**
**quota inizio : p.c.attuale**
**prof. falda = 4.00 m da quota inizio**
**data : 26 / 11 / 2015**

prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	prof.(m)	N (colpi)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0.00- 0.20	0.0	96.8	1	5.60- 5.80	10.0	89.9	7
0.20- 0.40	12.0	118.4	2	5.80- 6.00	12.0	83.9	7
0.40- 0.60	5.0	49.4	2	6.00- 6.20	14.0	97.9	7
0.60- 0.80	5.0	49.4	2	6.20- 6.40	15.0	99.1	8
0.80- 1.00	18.0	177.7	2	6.40- 6.60	14.0	92.5	8
1.00- 1.20	17.0	167.8	2	6.60- 6.80	8.0	52.9	8
1.20- 1.40	11.0	100.3	3	6.80- 7.00	10.0	66.1	8
1.40- 1.60	9.0	82.1	3	7.00- 7.20	19.0	125.6	8
1.60- 1.80	9.0	82.1	3	7.20- 7.40	21.0	131.5	9
1.80- 2.00	8.0	73.0	3	7.40- 7.60	26.0	162.9	9
2.00- 2.20	9.0	82.1	3	7.60- 7.80	19.0	119.0	9
2.20- 2.40	10.0	84.8	4	7.80- 8.00	6.0	37.6	9
2.40- 2.60	9.0	76.3	4	8.00- 8.20	9.0	50.1	9
2.60- 2.80	3.0	67.6	4	8.20- 8.40	15.0	89.3	10
2.80- 3.00	9.0	76.3	4	8.40- 8.60	24.0	142.9	10
3.00- 3.20	6.0	50.9	4	8.60- 8.80	18.0	107.2	10
3.20- 3.40	5.0	47.5	5	8.80- 9.00	16.0	107.2	10
3.40- 3.60	6.0	47.5	5	9.00- 9.20	12.0	71.4	10
3.60- 3.80	2.0	15.8	5	9.20- 9.40	12.0	68.1	11
3.80- 4.00	2.0	15.8	5	9.40- 9.60	13.0	73.7	11
4.00- 4.20	2.0	15.8	5	9.60- 9.80	18.0	102.1	11
4.20- 4.40	2.0	14.9	6	9.80-10.00	20.0	113.4	11
4.40- 4.60	2.0	14.9	6	10.00-10.20	18.0	102.1	11
4.60- 4.80	2.0	14.9	6	10.20-10.40	17.0	92.1	12
4.80- 5.00	3.0	22.3	6	10.40-10.60	21.0	113.7	12
5.00- 5.20	3.0	22.3	6	10.60-10.80	24.0	130.0	12
5.20- 5.40	4.0	28.0	7	10.80-11.00	25.0	135.4	12
5.40- 5.60	1.0	49.0	7				

**Lpgeognostica di Lando Pacini**

via Garibaldi 34

51011 - Buggiano (PT)

**Sondaggio Sismico Down-Hole**

Date: 19/12/15

Down-Hole: DH1

Profondità: (m) 32

Sondaggio : S1

Distanza foro sorgente (onde P): 3.13

Quota :

Distanza foro sorgente (onde S): 3.13

COMMITTENTE: ALBINI &amp; PITIGLIANI

RIFERIMENTO: DOTT. GEOL. BEGGIATO GIANCARLO

Vs30 1 = m/s

337

LOCALITÀ: VIA PARONESE - PRATO

Vs30 2 = m/s

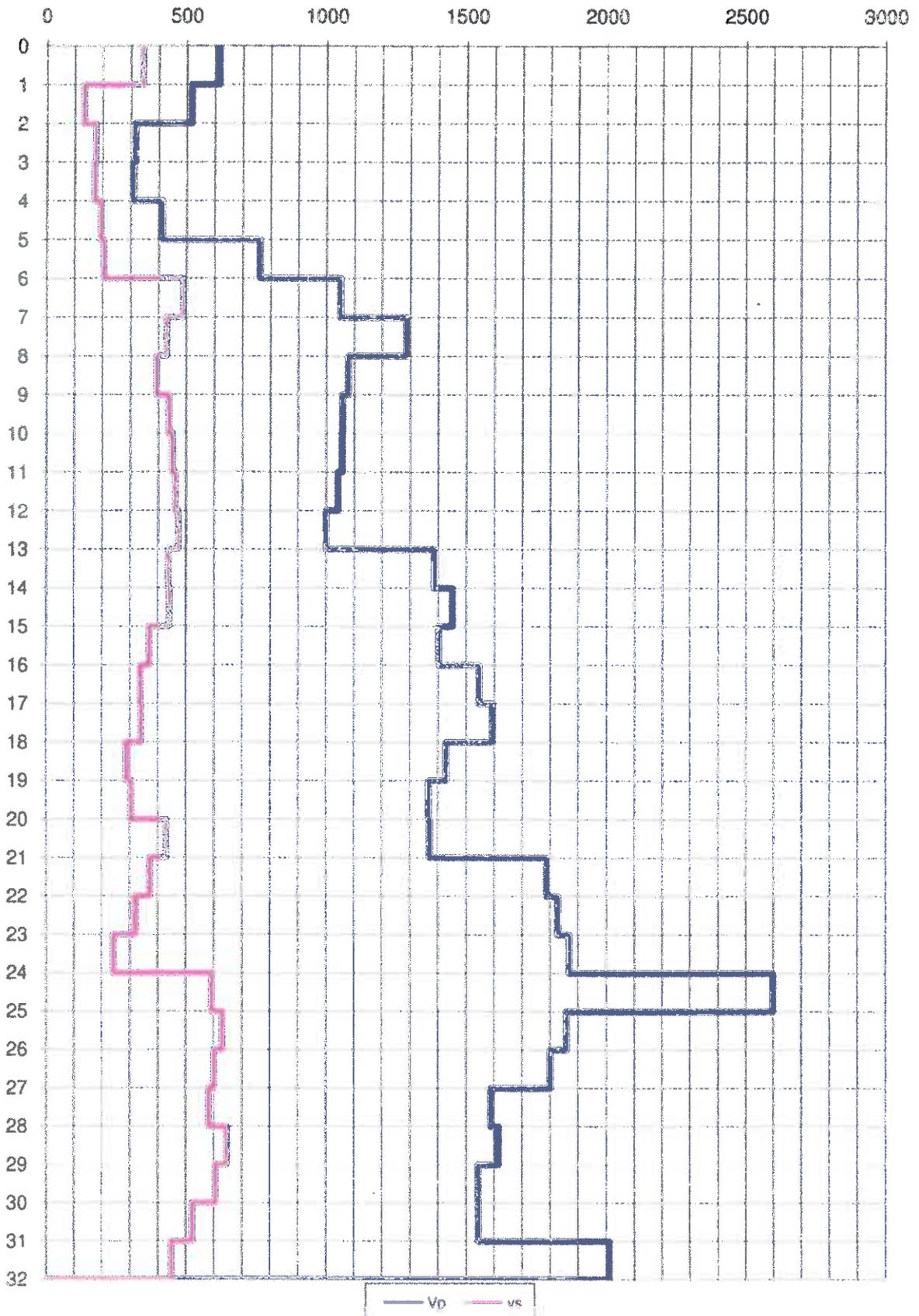
359

Profondità	Tempi misurati onde P	Tempi misurati onde S	Tempi corretti onde P	Tempi corretti onde S	Velocità intervallo onde P	Velocità intervallo onde S	Coeff. Poisson
m	ms	ms	ms	ms	m/s	m/s	
1.0	5.32	9.52	1.62	2.90	618	345	0.27
2.0	6.59	19.26	3.55	10.37	518	134	0.46
3.0	9.66	23.17	6.68	16.03	319	177	0.28
4.0	12.56	27.77	9.90	21.87	311	171	0.28
5.0	14.52	31.86	12.31	27.01	415	195	0.36
6.0	15.36	35.96	13.62	31.88	763	205	0.46
7.0	15.96	37.17	14.57	33.93	1051	488	0.36
8.0	16.48	38.94	15.35	36.26	1286	429	0.44
9.0	17.23	41.09	16.27	38.81	1079	393	0.42
10.0	18.04	43.06	17.22	41.10	1059	437	0.40
11.0	18.88	45.04	18.16	43.32	1057	450	0.39
12.0	19.76	47.01	19.12	45.49	1043	480	0.38
13.0	20.70	48.97	20.12	47.61	1000	472	0.36
14.0	21.36	51.14	20.85	49.91	1385	435	0.45
15.0	22.00	53.31	21.54	52.18	1450	439	0.45
16.0	22.67	55.95	22.25	54.91	1402	367	0.46
17.0	23.28	58.84	22.90	57.87	1546	337	0.48
18.0	23.88	61.73	23.52	60.87	1593	340	0.48
19.0	24.55	65.19	24.22	64.32	1428	285	0.48
20.0	25.26	68.44	24.96	67.62	1365	303	0.47
21.0	25.97	70.72	25.69	69.95	1370	429	0.45
22.0	26.51	73.38	26.25	72.65	1787	371	0.46
23.0	27.04	76.47	26.79	75.77	1827	336	0.48
24.0	27.56	80.58	27.33	79.91	1867	242	0.49
25.0	27.93	82.23	27.71	81.60	2597	592	0.47
26.0	28.46	83.79	28.25	83.19	1857	629	0.44
27.0	29.00	85.42	28.81	84.85	1802	600	0.44
28.0	29.62	87.11	29.44	86.57	1588	581	0.42
29.0	30.23	88.63	30.06	88.12	1616	647	0.40
30.0	30.87	90.25	30.70	89.77	1543	606	0.41
31.0	31.51	92.15	31.35	91.68	1545	522	0.44
32.0	32.00	94.36	31.85	93.91	2010	446	0.47

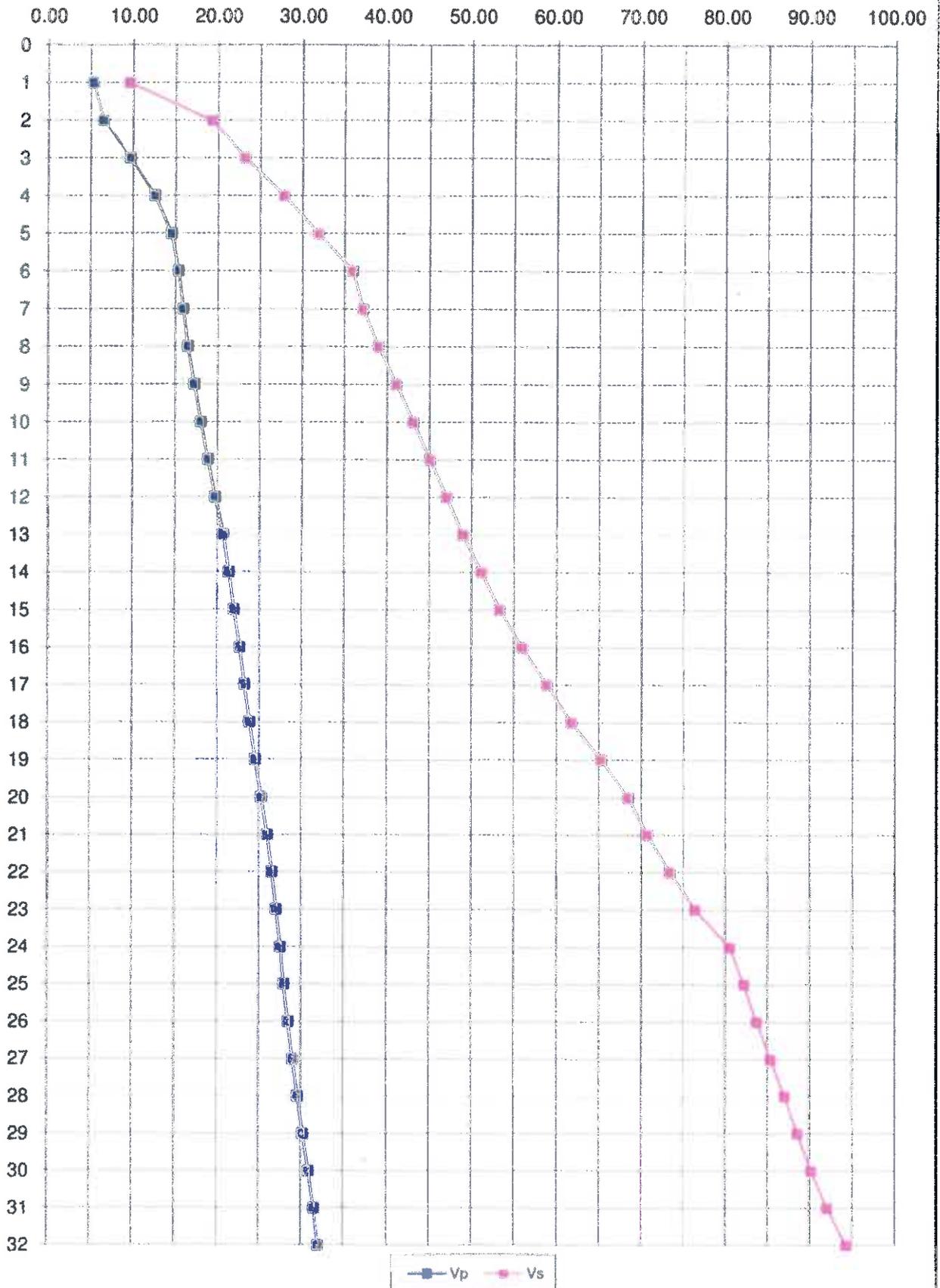
Vs30 1 = fondazione posta a - 1.0 m da p.c.

Vs30 2 = fondazione posta a - 2.0 m da p.c.

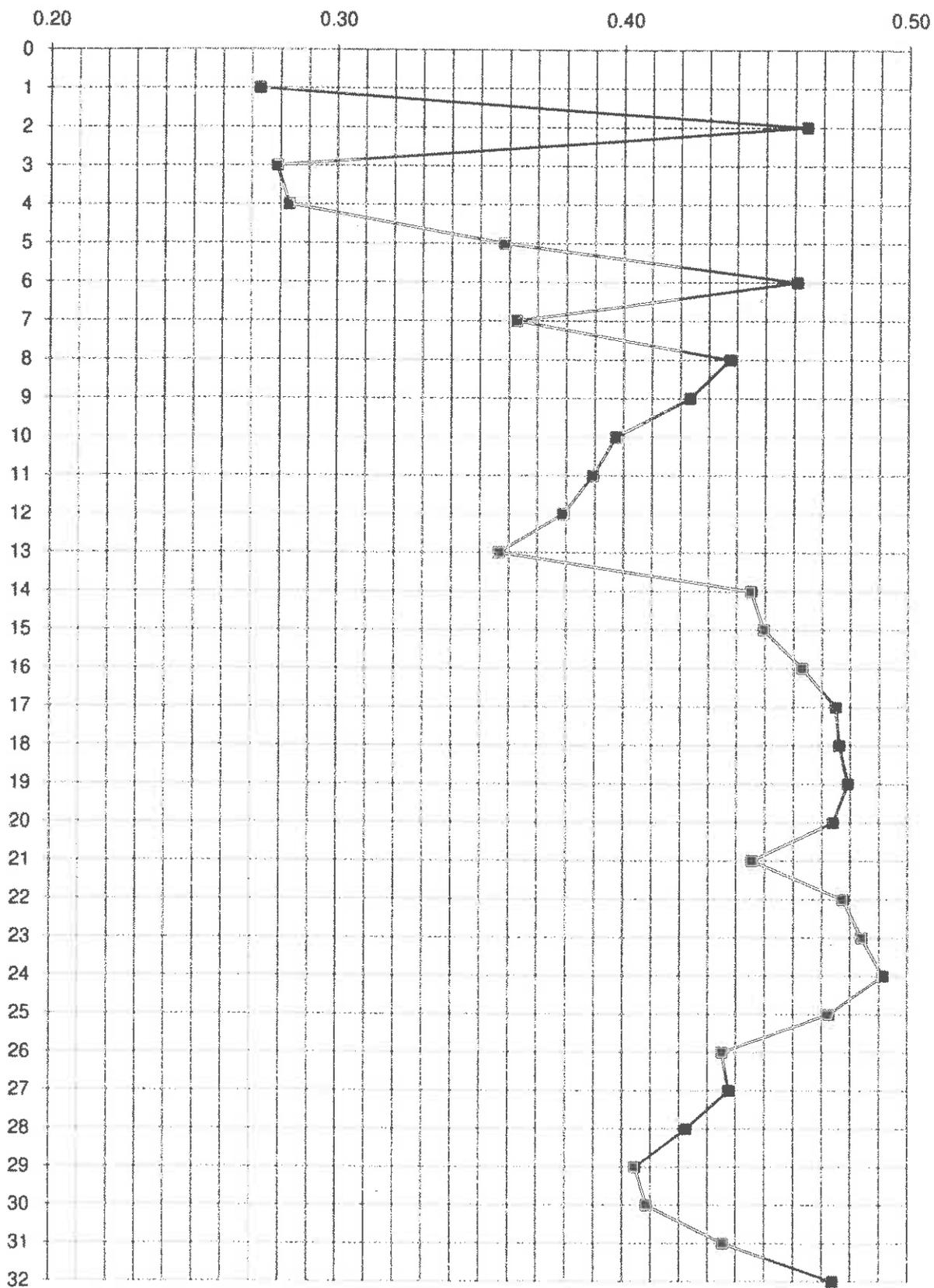
### Grafico Vp-Vs / profondità



### Grafico Tempi / profondità



# Poisson - v



Cantiere VIA PARONESE - PRATO (PO) data: 19.12.2015

Committente ALBINI & PITIGLIANI dir. Tecnica Dott. Geol. BEGGIATO G.

Tra le prospezioni geofisiche le misure sismiche in foro risultano avere specifica efficacia in quanto capaci di dettagliare al meglio le stratigrafie complesse.

L'uso di un perforo di sondaggio, debitamente attrezzato, permette anche la caratterizzazione degli spessori non interessati da SPT o prelievo di campioni indisturbati, ampliando la capacità di investigazione dei terreni interessati in primis mediante la visione diretta.

### PROSPEZIONI SISMICHE IN FORO

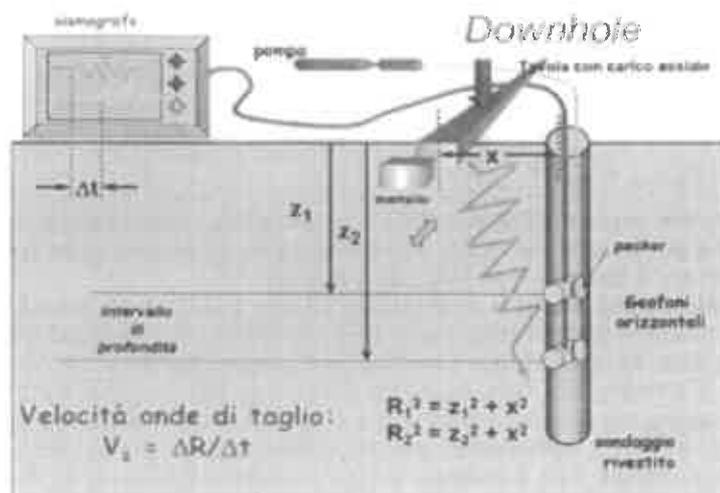
Lo scopo di tali prove consiste nel determinare direttamente la velocità di propagazione all'interno del litotipo in esame, mediante produzione di onde di compressione (onde P), di taglio (onde S) ed indirettamente, utilizzando i valori delle velocità derivati (VP, VS), alcune proprietà meccaniche delle litologie investigate.

Le indagini sismiche che utilizzano i sondaggi sono utili per avere una sismostratigrafia dettagliata del sottosuolo. Si applicano vari metodi di indagine in foro:

- 1) Up hole
- 2) Down hole
- 3) Cross hole

Il metodo down hole, il più utilizzato, prevede la sistemazione della sorgente in superficie e la misura del tempo di percorso delle onde d'arrivo in foro sia delle onde P che delle S.

Per misurare le onde P ed S si provvede all'inserimento di una o più terne geofoniche, ciascunaterna composta da un geofono P, disposto in senso longitudinale all'asse del foro di sondaggio, e due geofoni orizzontali S, posizionati perpendicolarmente tra loro e con piano di scuotimento perpendicolare all'asse del foro, ovvero orizzontale, tale terna viene resa solidale al tubo di rivestimento mediante sistemi pneumatici o elettrici.



Il tubo di rivestimento può essere costituito da tubazione in PVC o da un tubo inclinometrico.

La buona cementazione del tubo di rivestimento al foro di sondaggio, garantisce la buona riuscita delle registrazioni. In alternativa, per particolari condizioni stratigrafiche, è ammissibile realizzare la misura in tubazione resa continua con le pareti del foro a mezzo di riempimento con acqua o boiaccia di bentonite. Al fine di impedire il sollevamento del tubo di rivestimento, in questi ultimi due casi si deve provvedere al contrappeso in testa. In alcune situazioni di particolare interesse e stratigrafie capaci di buona "tenuta" del foro di sondaggio, si può

operare senza tubazione di rivestimento. Ognuno dei metodi sopra esposti pone problemi nell'ottenere segnali completi e facilmente leggibili, propri del tipo e della qualità d'accoppiamento terra/terreno.

L'acquisizione dei dati si articola in due fasi: generazione ed acquisizione delle onde di compressione P e delle onde SH. Le onde P trovano produzione mediante massa battente in direzione verticale su piattello solidale al terreno; le onde SH sono prodotte dall'impatto di massa battente su traverso sovraccaricato al fine di renderlo solidale col terreno. La sorgente sismica è costituita, per sondaggi spinti a non oltre 50 m, da una massa battente (mazza dal peso variabile da 1 a 10kg). Laddove necessario si potrà considerare l'utilizzo di masse maggiori con necessità di sollevamento mediante sistemi a carrucola che devono, comunque, garantire una silenziosità e controllo di caduta in fase di rilascio.

Per terreni con difficoltosa definizione del primo arrivo delle onde S, oltre alla sommatoria di n battute, si può attuare la sovrapposizione dei segnali generati mediante impatto con direzione inversa sul traverso. Tale tecnica produce l'inversione di fase dell'onda e la sovrapposizione tra due acquisizioni alla medesima profondità permette la migliore definizione del primo arrivo onde S.

L'analisi dei dati sismici provenienti da una prova Down Hole, consiste nel diagrammare i tempi di tragitto, misurati lungo il percorso sorgente-ricevitore, in funzione della profondità, determinando la velocità verticale dei terreni incontrati nella perforazione ed i loro moduli di Poisson.

Il metodo più semplice per calcolare la velocità media negli intervalli tra due posizioni geofoniche contigue è quello di presupporre che le onde viaggino quasi verticalmente e che quindi la loro velocità apparente sia  $dz/dt$  dove  $dz$  è l'incremento infinitesimo di profondità e  $dt$  il corrispondente incremento dei tempi di arrivo.

Infatti il fronte d'onda ed il relativo raggio sismico non subiranno variazioni in presenza di eventuali discontinuità solo nel caso di incidenza normale, cioè quando la sorgente è molto prossima al pozzo, ed inoltre le superfici di discontinuità sono perpendicolari all'asse della perforazione stessa.

#### CORREZIONE

Mediante una applicazione su foglio elettronico (vedi tabulati allegati), i tempi letti sono corretti in funzione dello scarto di trigger (in più o in meno rispetto al tempo di trigger massimo) ed infine corretti in funzione della geometria del sistema (posizione della sorgente rispetto al foro ed alla profondità di acquisizione) attraverso la formula

$$t^* = \frac{z}{d} \cdot t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \cdot t$$

dove  $z$  è la profondità del ricevitore,  $d$  è la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore,  $R$  la distanza superficiale tra sorgente e dentro del foro,  $t$  il tempo determinato dalle tracce di registrazione e  $t^*$  il tempo corretto.

In genere però la condizione di grande prossimità tra sorgente e bocca-pozzo non è mai verificata, non solo per motivi logistici ma anche per evitare che l'onda elastica si trasmetta lungo il materiale di condizionamento del pozzo provocando fenomeni di disturbo ai segnali (onde di tubo).

Quindi la sorgente si colloca sempre ad una certa distanza  $d$  (non trascurabile), per cui è necessario correggere i tempi di arrivo in modo tale da ottenere i valori che si riscontrerebbero se il percorso dei raggi fosse verticale.

La misura dei tempi dei primi arrivi delle onde sismiche deve essere realizzata con precisione e con un dettaglio non inferiore al decimo di millisecondo. Ogni ritardo fra il momento dell'energizzazione fornita al terreno e l'inizio della registrazione sul sismografo si traduce in un errore significativo nei valori di velocità misurati.

Per annullare ogni effetto di ritardo, viene posizionato un geofono esterno, detto geofono spia, a distanza costante lungo l'intero step di acquisizione; non è necessario che il geofono spia sia collocato in prossimità del foro di sondaggio, anzi, al fine di ovviare l'intralcio alle operazioni di corda, se ne ritiene opportuna una distanza di almeno 3 m dal foro e altrettanto dalla zona di energizzazione.

La forma d'onda restituita da questo geofono viene acquisita su un canale del sismografo e viene analizzata separatamente rispetto a quello che avanza in profondità, in modo da poter valutare ogni possibile anticipo o ritardo del treno d'onda causato da errata partenza dello starter del T0.

Il valore del tempo del primo fronte di arrivo a questo geofono è e deve essere sempre lo stesso per tutte le battute. Laddove sia presente un discostamento dei valori di start deve essere provveduto ad un nassetto dei ritardi sui

canali delle terre geofoniche.

L'analisi dei dati prevede che le battute eseguite in diversi momenti, avanzando in profondità, vengano raccolte a ricostruire un unico sismogramma, identico a quello che sarebbe stato ricevuto da una catena di tanti geofoni quante sono le posizioni di misura nel foro. In particolare vengono raggruppate in un sismogramma le forme d'onda relative al geofono verticale P (asse z) e in un altro sismogramma le forme d'onda relative ai geofoni orizzontali S (assi x e y).

Il passo tra una lettura e l'altra è generalmente fissata in funzione della stratigrafia, preferendo comunque la permanenza del passo costante lungo l'intero foro di sondaggio. A meno di specifiche necessità geotecniche (ricerca del passaggio litologico di estremo dettaglio) il passo consigliato è definito in 1 m.

Il metodo geofisico down-hole consente la caratterizzazione meccanica dei terreni investigati mediante stima diretta della velocità di propagazione delle onde elastiche di compressione VP e di taglio VS, inoltre, qualora si conosca anche la densità  $\gamma$ , le caratteristiche meccaniche dei terreni investigati:

$\nu = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2(V_p/V_s)^2 - 1}$	rapporto di Poisson
$G = \rho \cdot V_s^2$	modulo di taglio
$E = 2 \cdot G \cdot (1 + \nu)$	modulo di Young
$M = \frac{(\gamma \cdot V_p^2)}{E}$	modulo di compressibilità

Anche per quanto riguarda i profili sismici verticali, occorre precisare che non sempre gli spessori coincidono con quelli dei litotipi, poiché possono esserci strati contigui litologicamente diversi caratterizzati da valori simili delle velocità delle onde elastiche e così pure strati litologicamente omogenei in cui la velocità varia per una variazione di uno dei parametri fisici come ad esempio la porosità o il contenuto d'acqua che lo caratterizzano.

### 2.1.1 Onde S

Dopo la lettura dei tempi di arrivo del segnale sismico relativi ai percorsi scoppio-geofono ed una elaborazione preliminare del segnale (filtraggi, aggiustamenti in ampiezza, ecc.) si procede al calcolo della velocità. I tempi di primo arrivo letti dai sismogrammi sono posti in funzione della profondità della sorgente su un diagramma spazio-tempo eseguendo così la dromocrona e calcolando le velocità in funzione delle pendenze ottenute tramite le rette di regressione interpolanti. Al fine di rendere indipendente la velocità calcolata dai suoli attraversati, sono successivamente calcolate le velocità intervallari con intervalli di un metro, utilizzando la seguente formula

$$v_{int} = \frac{z_{i+1} - z_i}{t_{i+1} \cos \theta_{i+1} - t_i \cos \theta_i}$$

Ove con  $z_i$  sono indicate le profondità del geofono alla generica profondità  $z$ , con  $t_i$  i rispettivi tempi di primo arrivo e con  $\cos \theta_i$  l'angolo che il raggio sismico forma con la normale alla superficie a quella profondità.

### 2.1.2 Onde P

Analogamente a quanto sopra, si procede al calcolo della velocità delle onde compressionali P.

Anche in questo caso i tempi di primo arrivo letti dai sismogrammi sono posti in funzione della profondità della sorgente su un diagramma spazio-tempo eseguendo così la dromocrona e calcolando le velocità in funzione delle pendenze ottenute tramite le rette di regressione interpolanti.

Anche per le onde P sono calcolate le velocità intervallari, ma si ritengono poco significative in quanto, a causa del basso valore dei tempi registrati, dovuti alle relative elevate velocità delle onde stesse, l'andamento risulta fortemente variabile anche con piccole variazioni nelle letture dei tempi nella seconda e terza cifra decimale.

Generalmente le acquisizioni in onde P risultano essere di peggior qualità rispetto alle acquisizioni in S. Tale condizione deriva da alcuni fattori:

- minimo ritardo tra i vari geofoni con conseguente difficoltà di lettura (problema generalmente risolvibile con l'incremento della frequenza di campionamento, che nell'occasione poniamo non inferiore a 10kHz)
- possibile canalizzazione delle onde compressionali lungo la cementazione e la tubazione di rivestimento
- possibile disturbo derivante da microfratturazione e/o disturbo nel terreno fianco foro
- minor energia trasmessa nelle onde P rispetto alle onde S
- presenza di falda che limita la trasmissione delle onde compressionali

In caso di presenza di terreni compressibili in superficie, si può considerare, in accordo con il progettista, se la produzione di onde P sia strettamente necessaria. Infatti l'impatto può infiggere il piattello di battuta e generare disomogeneità del ritardo derivante dalla differente profondità contatto con il terreno.

## Considerazioni sul cantiere svolto

Per l'esecuzione del cantiere d'interesse, ci siamo avvalsi di una strumentazione di acquisizione DoReMi - SARA.electronic instruments.pg, 24bit con frequenza di campionamento 10kHz per ognuno dei 4 canali registrati (una terra + geofono spia).

Il geofono da foro utilizzato è stato prodotto da SARA.electronic instruments.pg ed è costituito da una quaterna geofonica di geofoni 4.5Hz orizzontali e singolo canale con geofono verticale 4.5Hz. Tutti i geofoni sono SARA.electronic instruments.pg.

Per la produzione di onde P ci siamo avvalsi di piattello in duraluminio ø25 cm e mazza battente 10 kg.

Per la generazione di onde SH è stato utilizzato un traverso in legno con sovraccarico mediante automezzo.

Anche per questo sistema ci siamo avvalsi di massa battente con direzione d'impatto parallela al terreno.

La distanza tra il foro di sondaggio e la zona di battuta è stata misurata in m 3.13.

Discreta la cementazione in foro risultata in fase di acquisizione.

Ai fini dell'interpretazione stratigrafica si evidenziano tre specifiche distinzioni:

da p.c a circa -2.0 m con terreno di riporto e massicciata stradale

da -2.0 a circa -6.0 m materiale di deposito alluvionale recente poco consolidato

oltre -6.0 m banchi di ghiaie più o meno addensate e con matrice sabbiosa più o meno copiosa.

Non è individuato substrato sismico Vs 800 m/s.

La velocità delle onde di taglio equivalente sui 30 m dal piano di posa, indicato sia a -1.00 m che a -2.00 da p.c, risulta essere compreso nell'intervallo  $180 < V_s < 360$  e quindi è possibile riferire la sismostratigrafia ad una categoria di sottosuolo con spettrogramma semplificato afferente al tipo C.

E' fatto rimando alla direzione Tecnica la validazione del modello semplificato sopra definito.

x Lpgeognostica



Dott. Geol. Lando Umberto Pacini

## **AZIONE SISMICA**

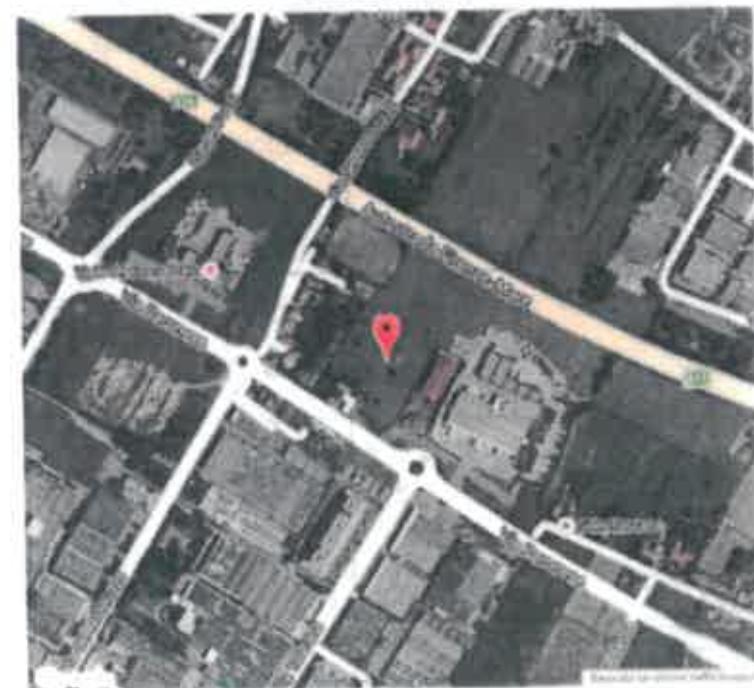
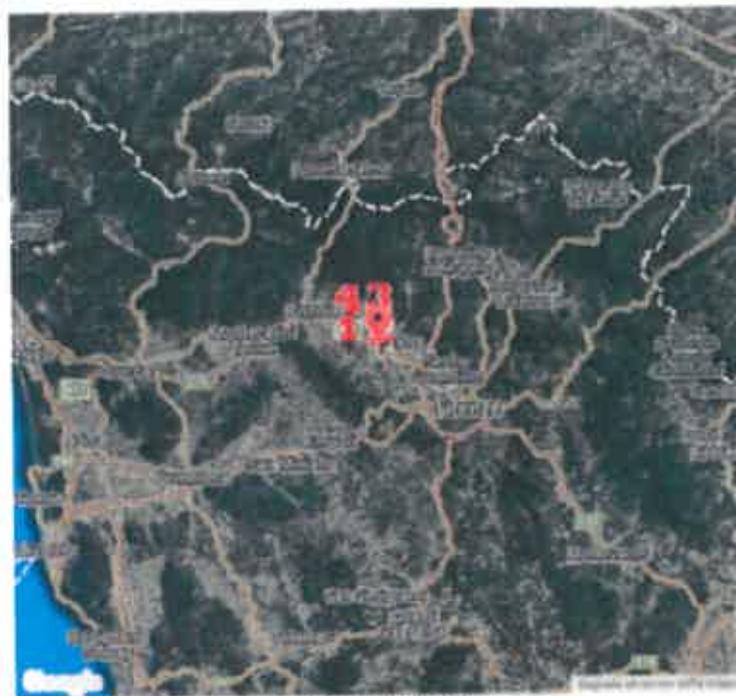
### **Determinazione dei parametri sismici**

Via: Via Patrese 67  
 Comune: Prato Cap: 50100  
 Provincia: PO

WGS84 (\*)

Latitudine:   
 Longitudine:

Item:



(U) Coordinate WGS84 (\*)  
 latitudine: 43.861251 longitudine: 11.067331

(G) Coordinate UTM (\*)  
 latitudine: 43.8622(8) longitudine: 11.068321

Clicca sull'edificio

Adattamento normale: Assenza di funz. pubbliche e scuole

Categoria:

Vita normale:  (Opere provvisorie < 10, Opere ordinarie >= 50)  
 Grandi opere: >= 100  
 Interpolazioni:

Stato Limite	T <sub>r</sub> (anni)	Q <sub>0</sub> (g)	F <sub>o</sub>	T <sub>c</sub> (s)
Operatività (SLO)	30	0.048	2.531	0.250
Danni (SLD)	50	0.056	2.584	0.256
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.136	2.440	0.296
Previsione collasso (SLC)	975	0.175	2.384	0.310
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50			

**CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI**

Muri di sostegno:  Equale

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno (in corrispondenza di gradi di libertà spostamenti):

H (m):   
 h<sub>0</sub> (m):

Categoria sismologica:    
 Categoria topografica:

	SL0	SLD	SLV	SLC
S <sub>0</sub> *	1.50	1.50	1.50	1.45
Amplificazione stratigrafica				
C <sub>0</sub> *	1.86	1.63	1.57	1.55
Coeff. funi categoria				
S <sub>1</sub> *	1.00	1.00	1.00	1.00
Amplificazione topografica				

Accelerazione massima attesa al sito (m/s<sup>2</sup>):

Coefficienti	SL0	SLD	SLV	SLC
k <sub>h</sub>	0.015	0.018	0.045	0.061
k <sub>v</sub>	0.001	0.009	0.024	0.031
Area <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	6.711	0.854	2.001	2.495
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

3 valori di S<sub>0</sub>, C<sub>0</sub> ed S<sub>1</sub> possono essere variati

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 43,8622080289518  
 longitudine: 11,05832082992  
 Classe: 2  
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 19611	Lat: 43,8584	Lon: 10,9941	Distanza:
5165,950			
Sito 2 ID: 19612	Lat: 43,8598	Lon: 11,0634	Distanza:
487,423			
Sito 3 ID: 19390	Lat: 43,9098	Lon: 11,0615	Distanza:
5295,779			
Sito 4 ID: 19389	Lat: 43,9083	Lon: 10,9921	Distanza:
7378,983			

Parametri sismici

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

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 30 [anni]  
 ag: 0,048 g  
 Fo: 2,531  
 Tc\*: 0,250 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 50 [anni]  
 ag: 0,058 g  
 Fo: 2,564  
 Tc\*: 0,266 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
 Tr: 475 [anni]  
 ag: 0,136 g  
 Fo: 2,440  
 Tc\*: 0,298 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
 Tr: 975 [anni]  
 ag: 0,175 g  
 Fo: 2,384  
 Tc\*: 0,310 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,660  
 St: 1,000  
 Kh: 0,015  
 Kv: 0,007  
 Amax: 0,711  
 Beta: 0,200

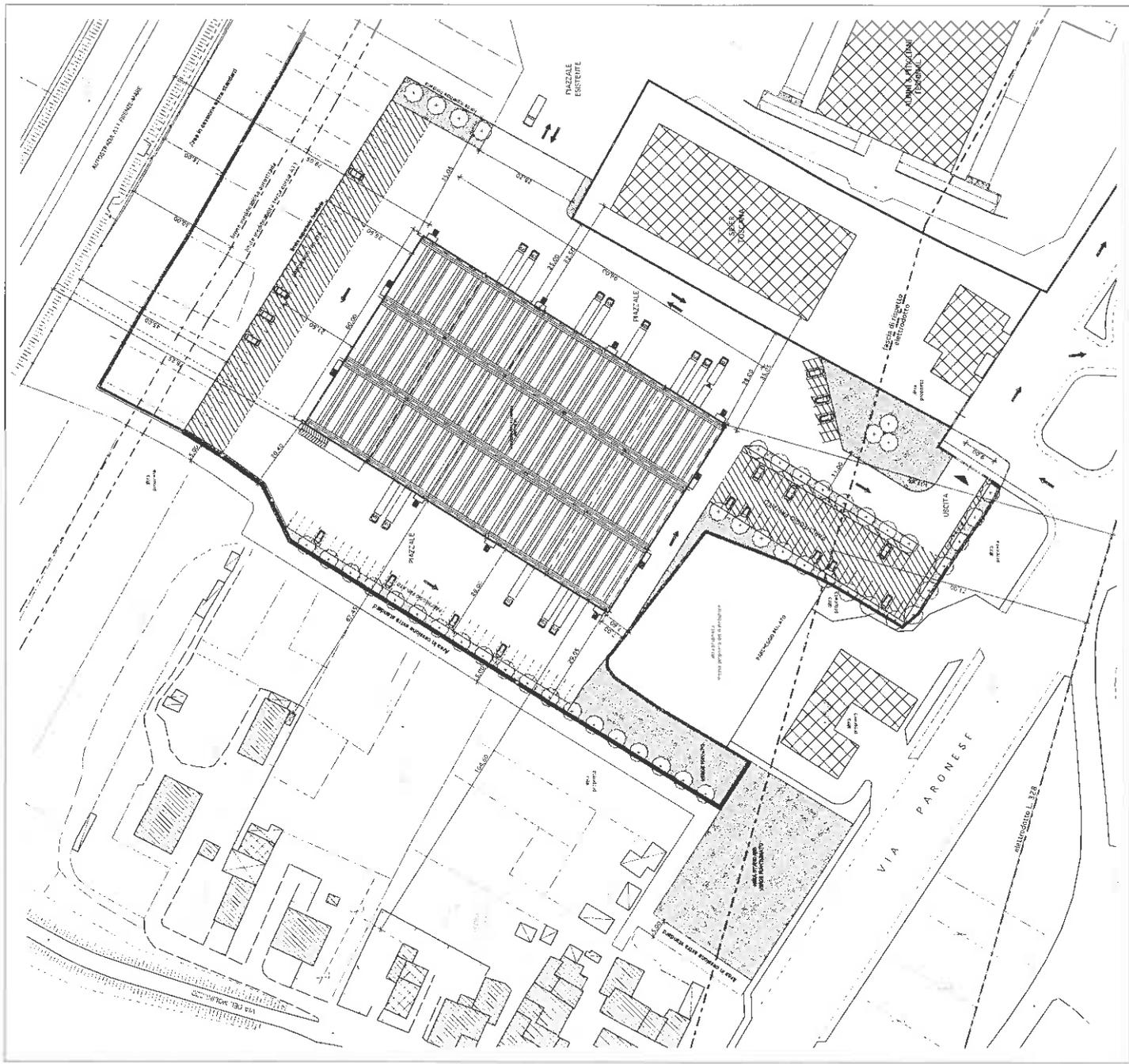
SLD:

Ss: 1,500  
 Cc: 1,630  
 St: 1,000

GeostruPS\_report\_8-7-2016\_2-20[1]

SLV: Kh: 0,018  
Kv: 0,009  
Amax: 0,859  
Beta: 0,200  
Ss: 1,500  
Cc: 1,570  
St: 1,000  
Kh: 0,049  
Kv: 0,024  
Amax: 2,001  
Beta: 0,240  
SLC: Ss: 1,450  
Cc: 1,550  
St: 1,000  
Kh: 0,061  
Kv: 0,031  
Amax: 2,495  
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)  
Coordinate WGS84  
latitudine: 43.861251  
longitudine: 11.057332





Regione Toscana



# CARTA GEOLOGICA DELLA TOSCANA

1 : 10 000

Sezione 263090 - GALCIANA

## Coordinamento scientifico

Prof. Gianfranco Princi <sup>1</sup>

## Direzione del Rilievamento

Prof. Massimo Celi <sup>1</sup> Prof. Enrico Passeri <sup>1</sup> Prof. Gianfranco Princi <sup>1</sup>

Edizione Aprile 2008

## Direzione dell'Informatizzazione

Prof. Sandro Morelli <sup>1</sup>

## Informatizzazione, Banca Dati e Affestimento Cartografico

Ing. Alessandro Battalini <sup>1</sup>

Doc. Giuseppe De Rosa <sup>1</sup>

Doc. Geol. Federica Ianni <sup>1</sup>

Doc. Geol. Gaetano Manzi <sup>1</sup>



<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Firenze

<sup>2</sup> Consulenti D.S.T.

## Legenda

### Segni Convenzionali Lineari

Traccia di alveo fluviale abbandonato

Argine artificiale

Isobate unità sepolte

### Deposti quaternari continentali



Disaranche di cave e ravaneli - h3

Lago

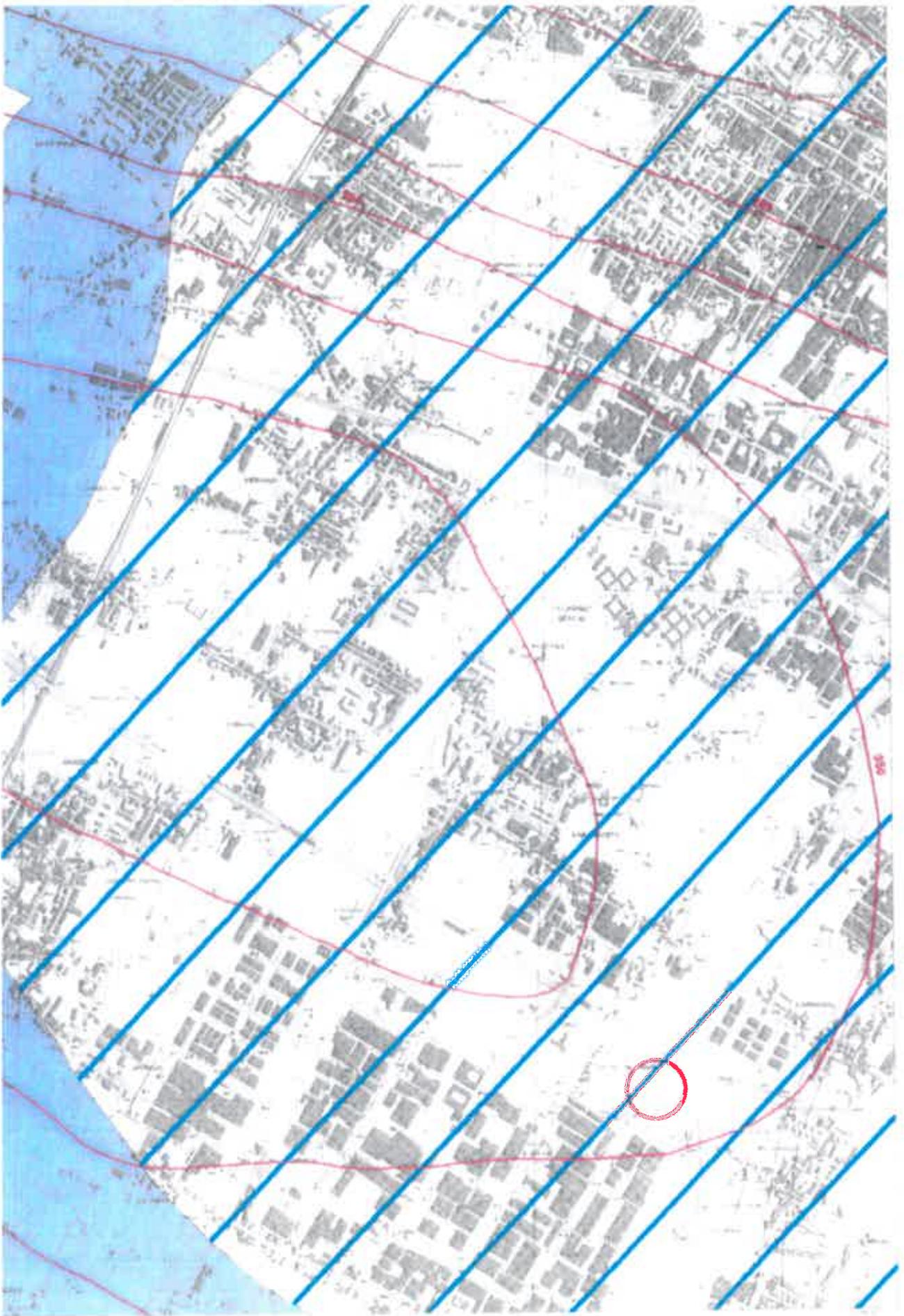


Concreta alluvionale

### Deposti olocenici e pleistocenici



Depositi alluvionali recenti



**CARTOGRAFIA GEOLOGICO-TECNICA**

**DI SUPPORTO AL P.S.**

***AREA IN STUDIO***



***AREA DI RIFERIMENTO***



PIANTA DIMENSIONALE

Formazione prima con servizio



Formazione seconda con servizio



Reti idriche

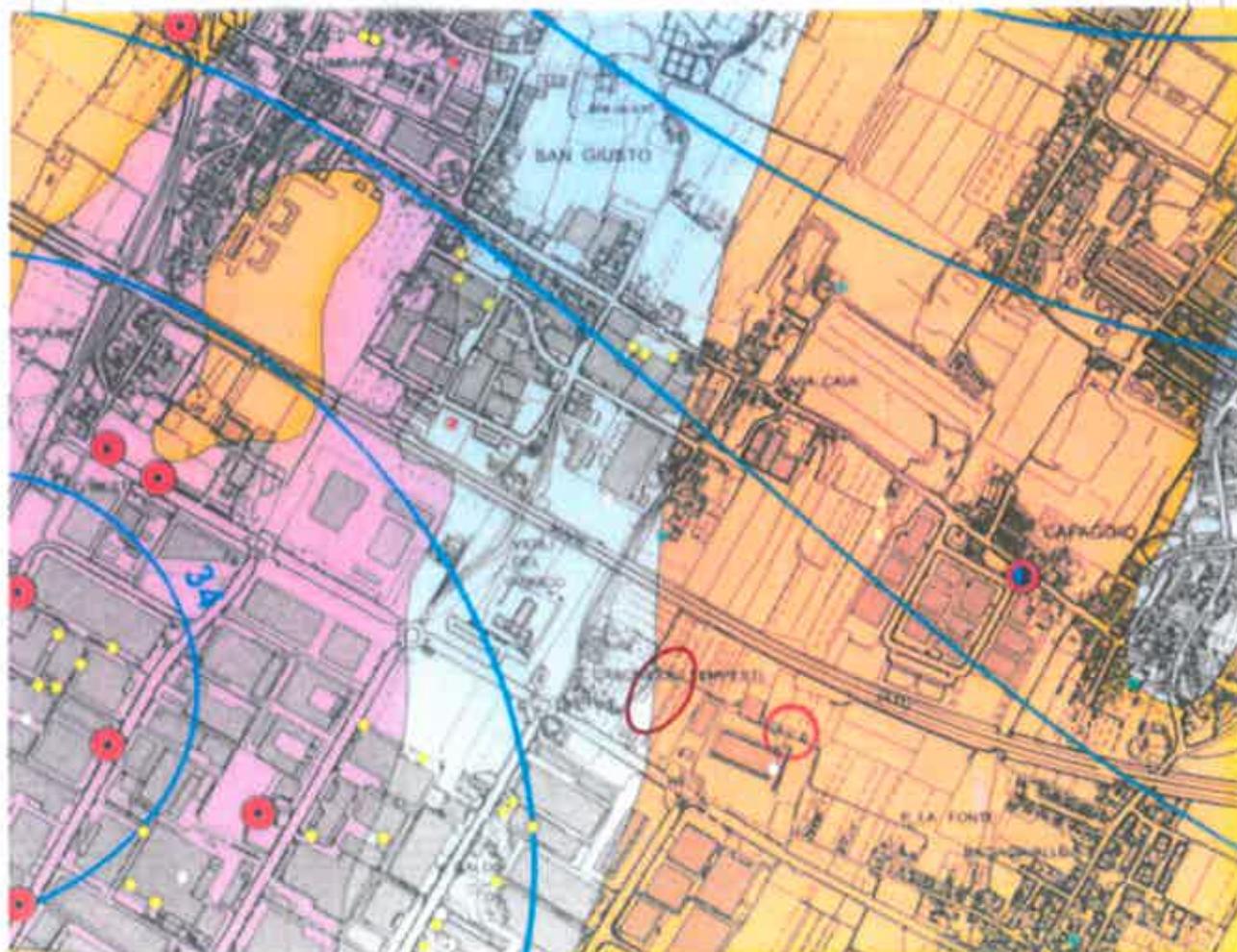
Spazio pubblico

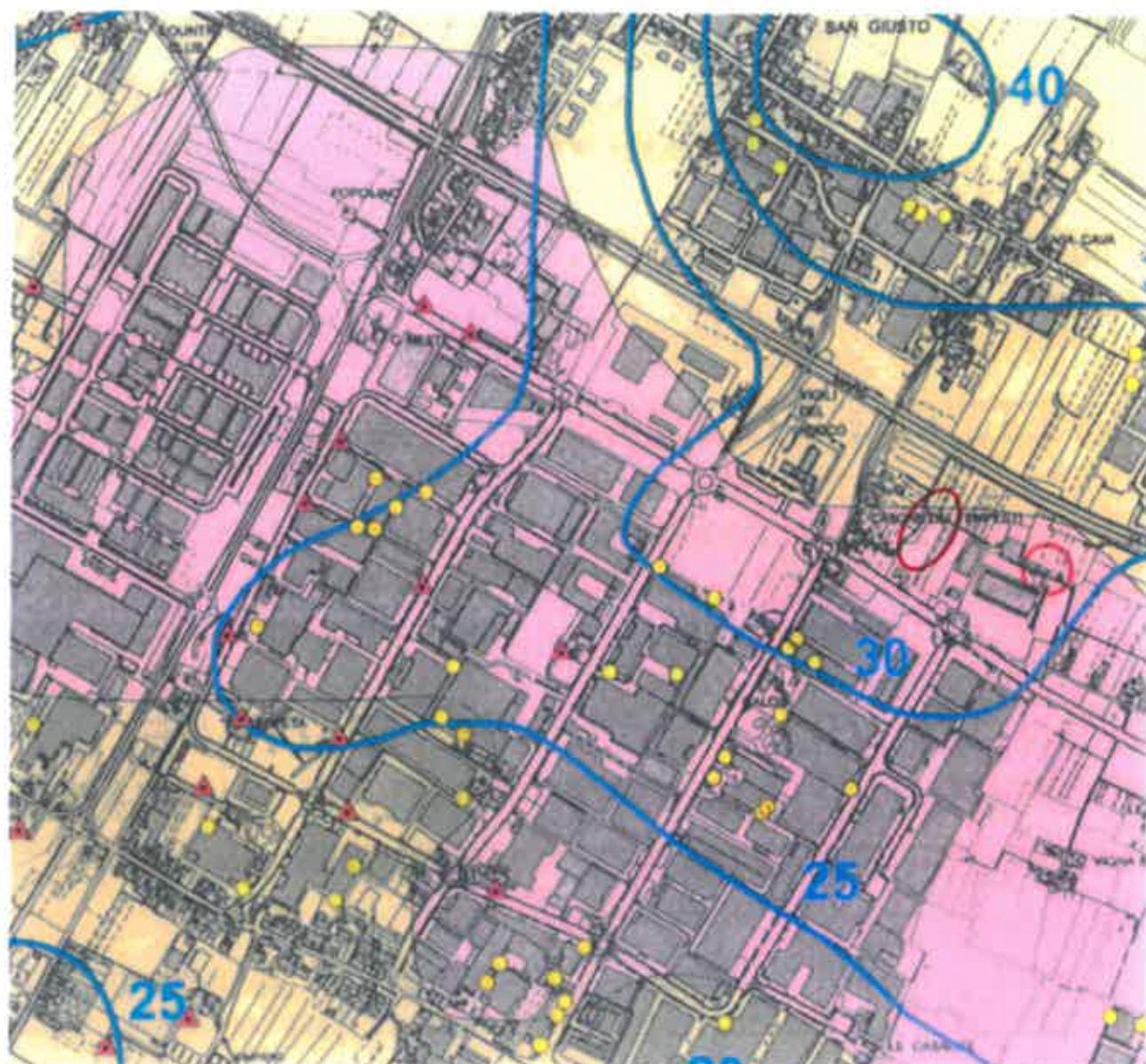
Curve isopneumatiche dell'equivalente pneumatico ottenuto sul fondo del mare (base relativa a Marzo 2011)

Formazione di vari usi



Intersezione ABIS del Acquatico





## SUBSIDENZA

Classificazione delle zone interessate dal fenomeno della subsidenza in funzione della velocità relativa media di accorciamento (1992, 2010)

- da 0 a 1,5 mm/anno
- da 1,5 a 3,0 mm/anno
- da 3,0 a 7,5 mm/anno
- da 7,5 a 15 mm/anno
- Area di lavoro della città
- Isola di lavoro della città
- Punti di misura della subsidenza
- Punti di misura della subsidenza

# PIANO DI ZONAZIONE TERRITORIALE

## Zone di pianificazione morfologica medio-alta (1, 2)

-  Zona alta
-  Area riservata per attività produttive
-  Scarpata alta
-  Area di approfondimento

## Zone di pianificazione morfologica medio-bassa (3, 4)

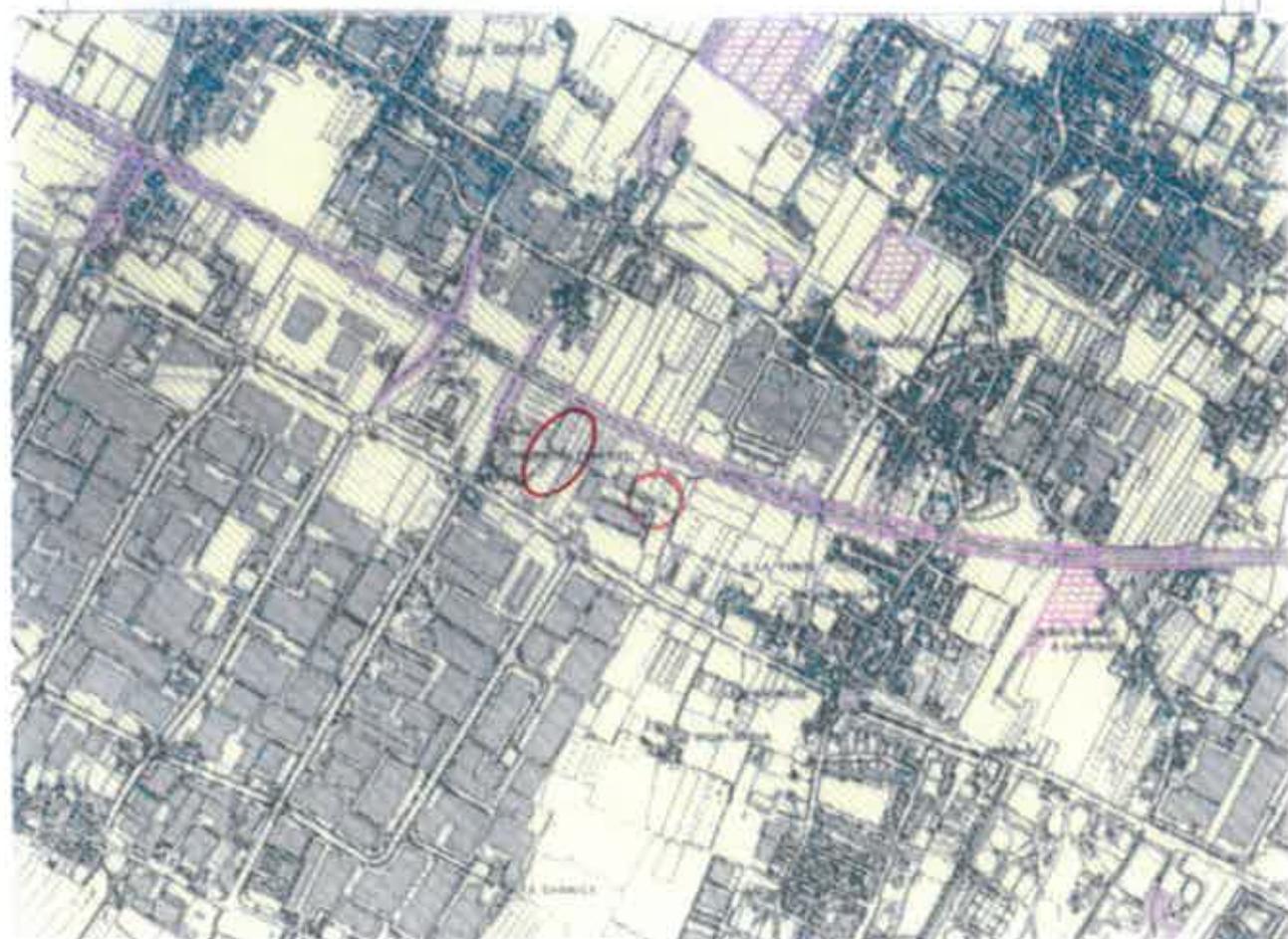
-  Area riservata da zona alta
-  Area di pianificazione morfologica riservata alla pianificazione del territorio
  - terreni agricoli con pendenza <math>\leq 10\%</math>
  - terreni edificati con pendenza <math>\leq 20\%</math>
  - terreni non edificati naturali con pendenza <math>\leq 25\%</math>
  - terreni non edificati naturali e di buona qualità con pendenza <math>\leq 30\%</math>

## Zone di pianificazione morfologica bassa (5, 6)

-  Zona pianeggiante
-  Area pianeggiante riservata a zone alta parzialmente delimitata dagli edifici
-  Area di pianificazione morfologica riservata alla pianificazione del territorio
  - terreni agricoli con pendenza <math>\leq 10\%</math>
  - terreni edificati con pendenza <math>\leq 20\%</math>
  - terreni non edificati naturali con pendenza <math>\leq 25\%</math>
  - terreni non edificati naturali e di buona qualità con pendenza <math>\leq 30\%</math>

-  Area in cui non sussistono fattori precludenti a sviluppo e movimento di massa
  - terreni agricoli con pendenza <math>\leq 10\%</math>
  - terreni edificati con pendenza <math>\leq 15\%</math>
  - terreni non edificati naturali con pendenza <math>\leq 20\%</math>
  - terreni non edificati naturali e di buona qualità con pendenza <math>\leq 25\%</math>

-  Area riservata da interventi di protezione profonda
-  Area riservata da interventi di protezione superficiale
-  Copia d'acqua e relativi percorsi
-  Scarpate di sistema nei piani e pianure
-  Area soggetta ad una elevazione della falda per la protezione dei sistemi di subsidenza



# CARTA DELLA PERICULOSITÀ SISMICA LOCALI (ZMPS)

## 3.1 Pericolosità sismica locale elevata

 Zona a pericolosità sismica locale elevata

## 3.2 Pericolosità sismica locale medio

 Zona a pericolosità sismica locale medio

 Zona di sisma con effetto di amplificazione locale

## 3.3 Pericolosità sismica locale medio-bassa

 Zona a pericolosità sismica locale medio-bassa

 Zona a pericolosità sismica locale medio-bassa

 Zona con effetto di amplificazione locale medio-bassa

 Zona di sisma con effetto di amplificazione locale medio-bassa

 Zona con presenza di depositi alluvionali granulari nei sismi

 Zona con presenza di depositi alluvionali nei sismi

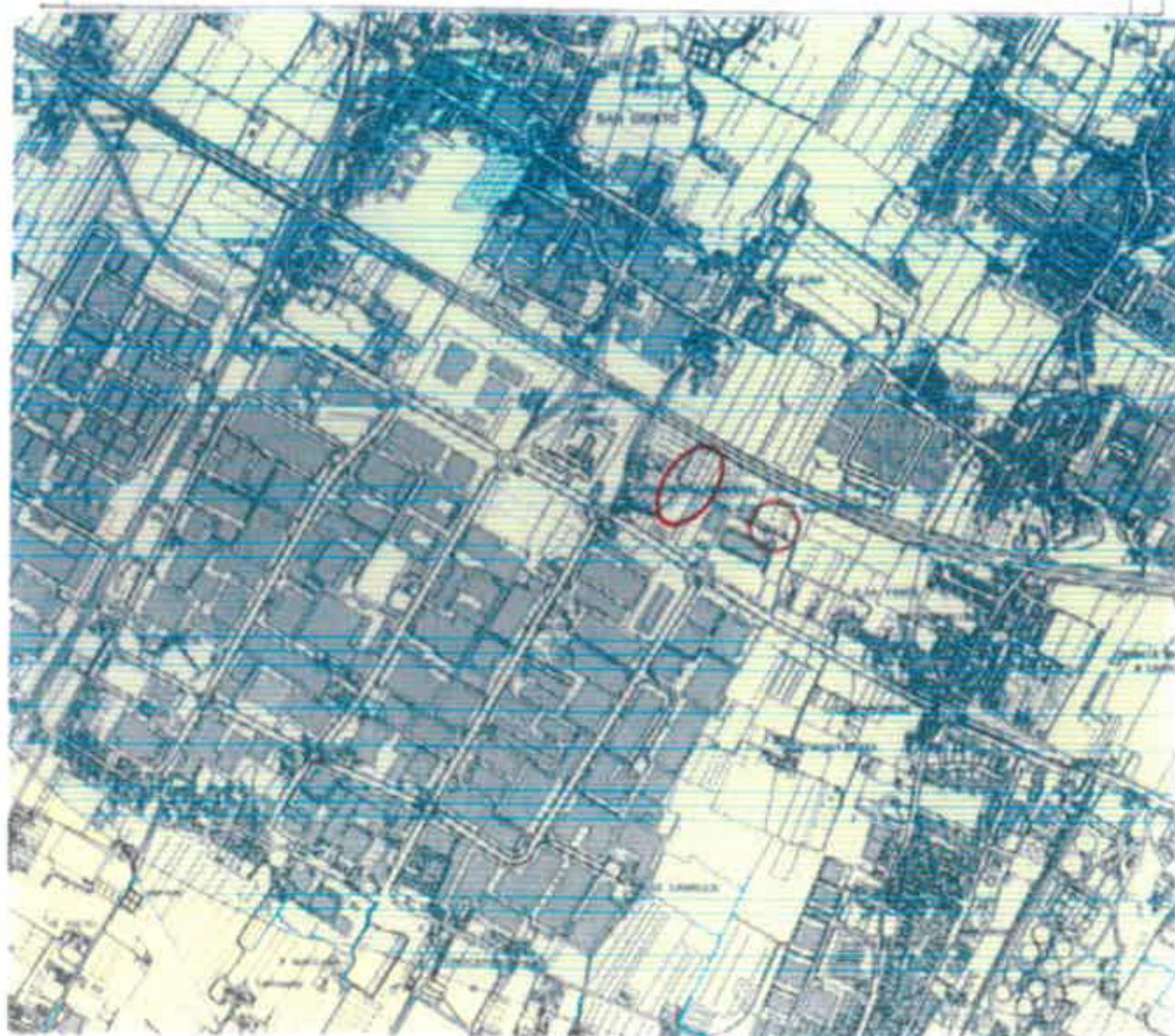
 Area costrette da vincoli alluvionali nei sismi

 Zona di controllo dei sismi con caratteristiche sismo-tettoniche significativamente diverse

 Contorni sismici: faglia, sismotettonica e sistema di fratturazione

## 3.4 Pericolosità sismica locale bassa

 Zona di sisma con effetto di amplificazione locale bassa



# CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Parametri adottati ottenuti con studio strategico idraulico di dettaglio su tutto il reticolo idraulico implementato con i dati dell'Autorità di Bacini del Fiume Ateso.

0.4) Pericolosità idraulica molto elevata (T+ tempo di ritorno)

 Area interessata da allagamenti per eventi con T+ da 50 a 100 anni.

0.3) Pericolosità idraulica elevata

 Area interessata da allagamenti per eventi con T+ compresi tra 30 e 100 anni.

0.2) Pericolosità idraulica media

 Area interessata da allagamenti per eventi con T+ compresi tra 200 e 500 anni.

0.1) Pericolosità idraulica bassa

 Area morfologicamente elevata

Interventi attuabili in base al Piano Strutturale Idraulico dell'Autorità di Bacini del Fiume Ateso

 Interventi di tipo "A" (norma 2 de DPCM 5/1/99)

 Interventi di tipo "B" (norma 2 de DPCM 5/1/99)

 Casse di espansione realizzate

 Casse di espansione in progetto

 reticolo idraulico

 canali isolati

 localizzazione dell'abitato del disastro

 corsi d'acqua principali ai fini del corretto accanto all'abitato (elenco PFI)

PC2054 BELLAVISTA

PC2205 VILLI

PC1171 BANCHELE

PC2479 BIANCHI

PC1188 MONTANARONA

PC2780 SACCALE

PC1211 S. TOMASO

PC2494 CALICE

PC1172 VILLANOVA

PC1190 F. MARCONI

PC1255 C. P. S. BENEDETTI

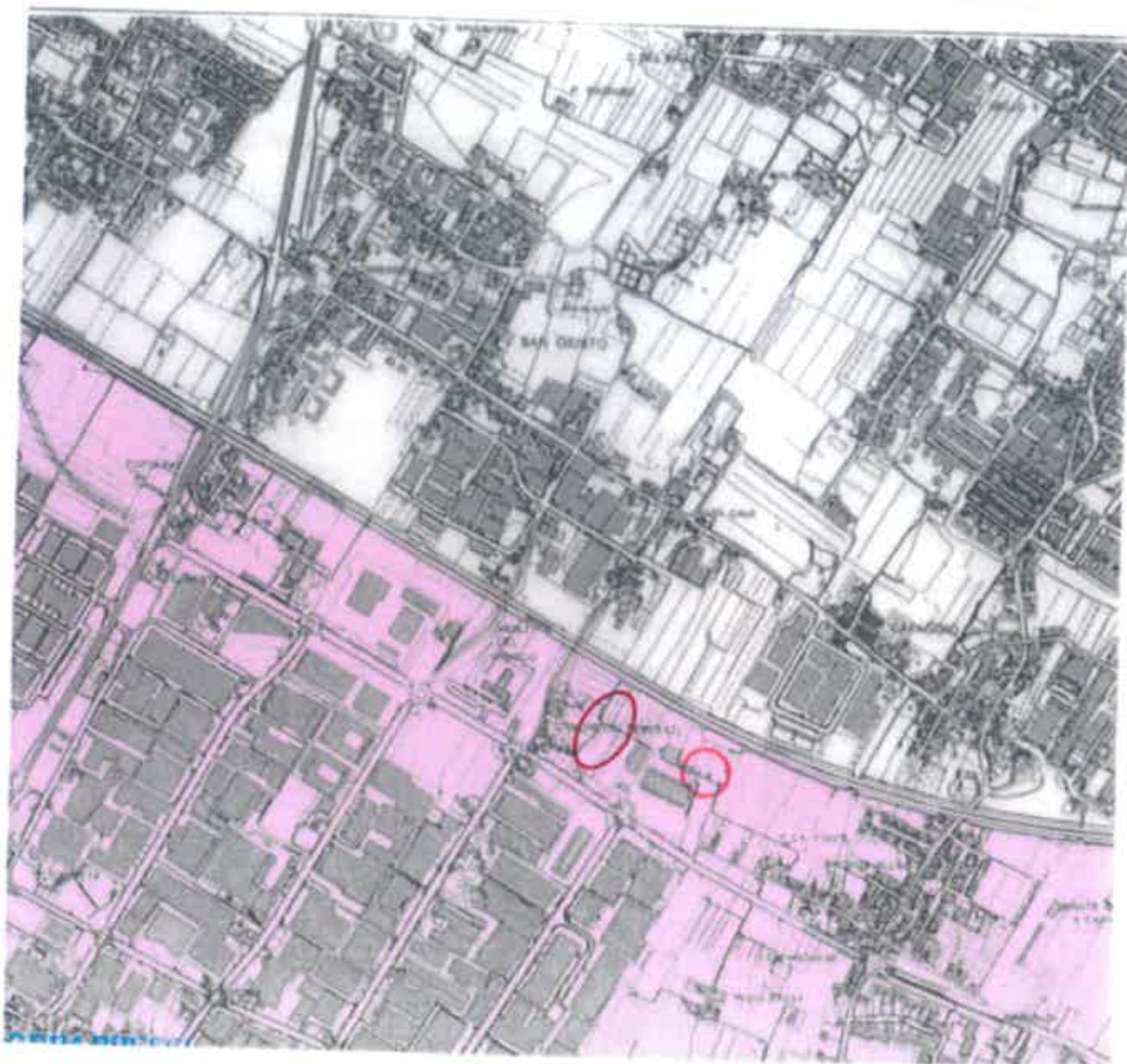
PC1276 C. P. S. MARZULLI

PC1294 C. P. S. S. P. S. S. S.

PC1258 C. P. S. S. S. S. S.

PC1280 BANCHELE

PC0882 MARCONI





MAPPA DELLE PRODUZIONI E DEI SERVIZI IN CARICO

APPRENDIMENTO E SERVIZI IN CARICO

- PUNTO
- TRIANGOLO
- AREA DI INTERESSE
- LINEE DI INTERESSE
- LINEA DI INTERESSE
- DIREZIONE DI INTERESSE
- AREA DI INTERESSE

USI E SERVIZI IN CARICO

- AREA
- AREA
- AREA
- AREA
- AREA

INFORMATICA E SERVIZI IN CARICO

Il presente documento è stato elaborato in collaborazione con il Comune di San Giusto e il Comune di San Giovanni Lupatoto. Il presente documento è stato elaborato in collaborazione con il Comune di San Giusto e il Comune di San Giovanni Lupatoto. Il presente documento è stato elaborato in collaborazione con il Comune di San Giusto e il Comune di San Giovanni Lupatoto.



*Autorità di Bacino  
del Fiume Arno*

**Piano di  
Gestione  
del  
Rischio  
Alluvioni  
(PGRA)**



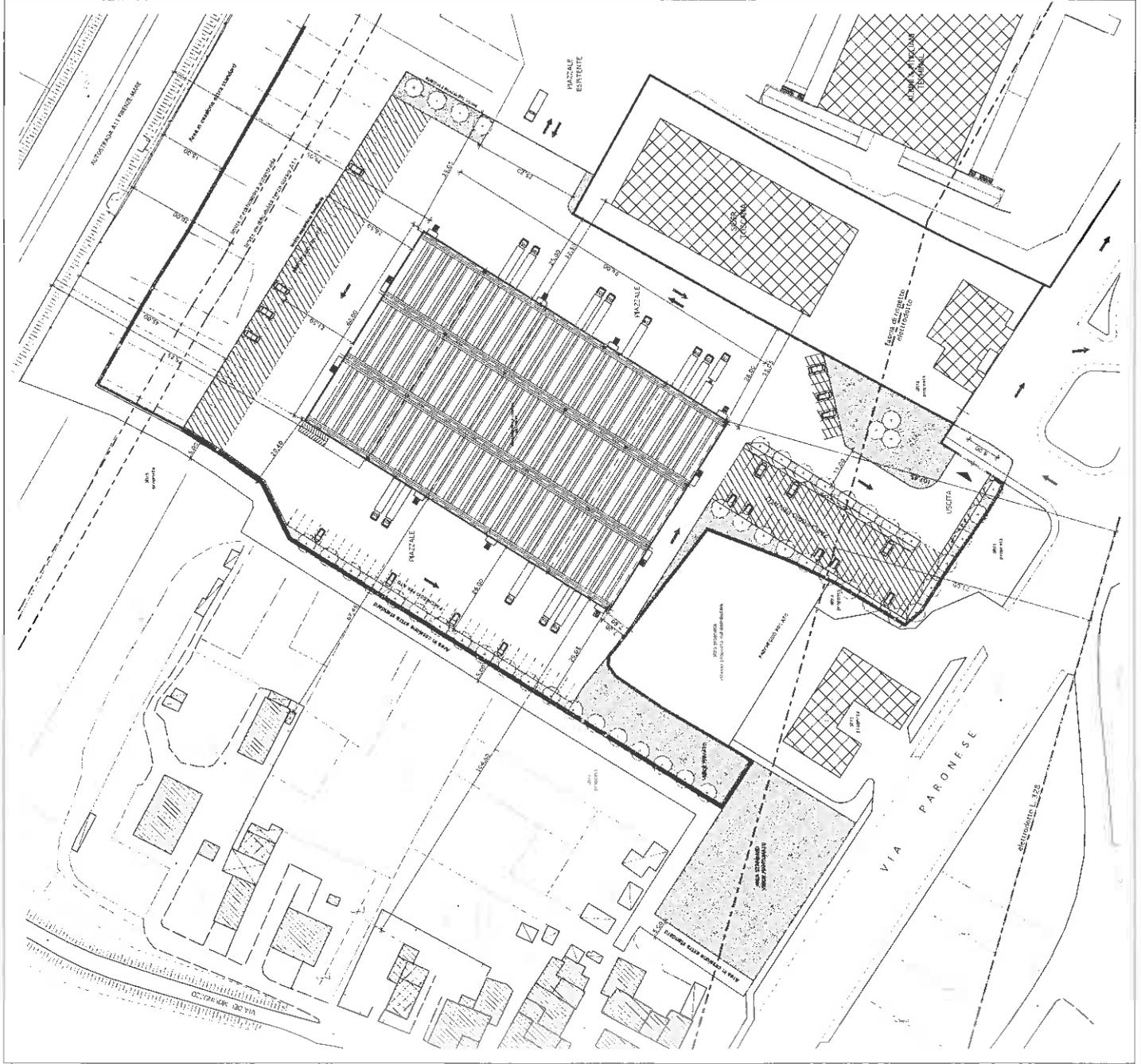
Cartografia in scala 1:10.000

 P1  P2  P3  Limite AdB



Cartografia in scala 1:10.000

R1 R2 R3 R4 R1 ~ R2 ~ R3 ~ R4 R1 · R2 · R3 · R4 Limite AdB



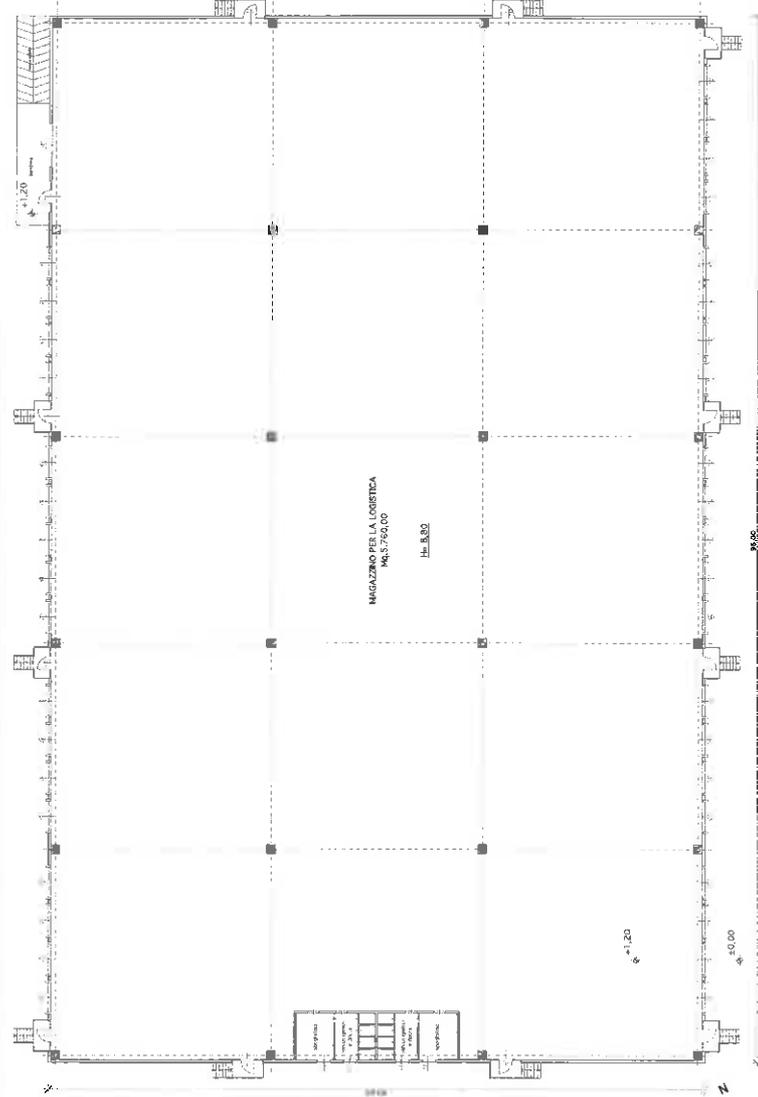
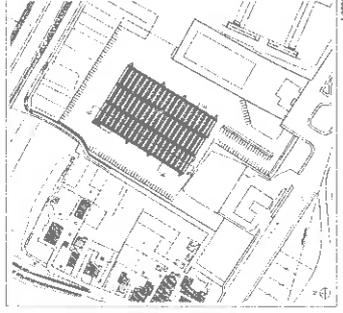
progetto: <b>Arch. Agostino Gestri</b> studio <b>franco</b>	
<b>COMUNE DI PRATO</b> RICHIESTA DI APPROVAZIONE DI PIANO ATTUATIVO AI SENSI DEL CAPO II ARTICOLO 5 DELLA L. N. 487/2014 PER LA CESSAZIONE GRATUITA DI UN COMPLESSO EDILIZIO INDUSTRIALE SITO IN VIA DEL LAVORO E VIA PARONENSE, PER LA REALIZZAZIONE E LA CESSAZIONE GRATUITA DI UN IMMOBILE PER LA LOGISTICA PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMMOBILE PER LA LOGISTICA	
TITOLO DEL PIANO ATTUATIVO	Località area di sviluppo: via Paronense 155 - via Fabio Filzi 41 Località area di sfollaggio: via Paronense
LOCALITÀ	Albini & Pignatelli Spa Anonimo Sas di Pirelli Nicola & C. Pirelli Pirelli
PROMOTORI	Arch. Agostino Gestri
PROGETTISTA	Studio di Progetto - Area di sfollaggio Planimetria generale di progetto
OGGETTO DELLA INVOLTA	15500 Data: giugno 2016   risposta alla P. Prot. 0713188 del 02/05/15
Scala:	<b>TAV. EP 01</b>

**LEGENDA:**

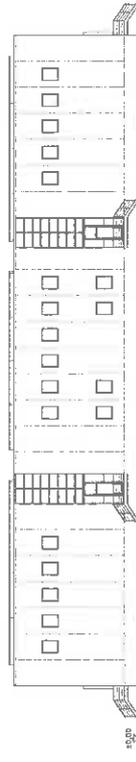
- Superficie esistente
- Area permeabile
- Permeabilità non permeabile
- Spazio di manovra dei veicoli

<p>progettato da</p> <p><b>studio</b></p> <p><b>Arch. Agostino Cesari</b></p>	
<p><b>COMUNE DI PRATO</b></p>	
<p><b>TITOLO</b></p> <p><b>DEL PIANO ATTUATIVO</b></p>	<p>RICHIESTA DI APPROVAZIONE DI PIANO ATTUATIVO          AI SENSI DEL CAPO II TITOLO V DELLA L. 487/2014          PER LA GESTIONE DEL TERRITORIO URBANISTICO          IN UN'AREA DI INTERESSO PUBBLICO          UNIFORME IN TUTTA LA SUA ESTENSIONE E          PER LA REALIZZAZIONE URBANISTICA IN UN'AREA POSTA IN TUTTA PARTE          PER LA REALIZZAZIONE DI UN MAGAZZINO PER LA LOGISTICA</p>
<p><b>LOCALITA'</b></p>	<p>Località area di interesse in Persepolis 155 - via della Valli 41          Località area di interesse in Persepolis</p>
<p><b>PROMOTORI</b></p>	<p>Abitini &amp; Figliolini SPA          Anasidero S.A.S. di Pieri Nicola &amp; C          Pietri Paolo</p>
<p><b>PROGETTISTA</b></p>	<p>Arch. Agostino Cesari</p>
<p><b>OGGETTO DELLA TORNATA</b></p>	<p>Sito di Prospetto          Piano Prospetti e Stazioni dell'edificio</p>
<p><b>Scale:</b></p>	<p>1:5000 Data: giugno 2016 Registrato all. Pr. 071289 del 02/09/16</p>

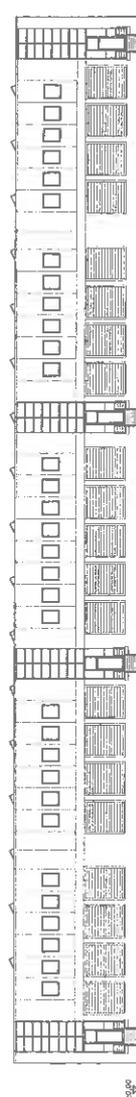
**TAV. EP 02a**



Prospetto Sud-Ovest



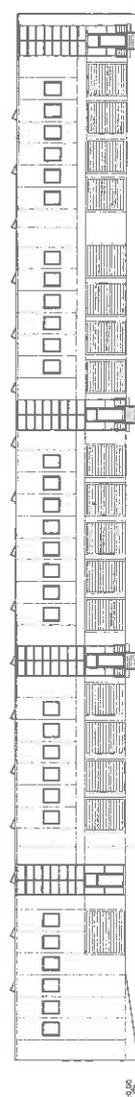
Prospetto Sud-Est



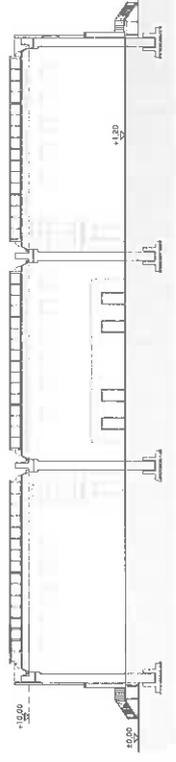
Prospetto Nord-Est



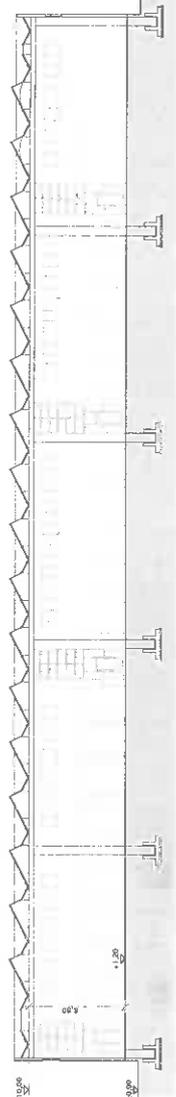
Prospetto Nord-Ovest



Sezione A-A



Sezione B-B





### 3) TIPOLOGIA DELLE INDAGINI GEOLOGICHE IN RELAZIONE AI CONTROLLI DA EFFETTUARE

**Punto 1 - Le indagini geologiche che vengono depositate sono soggette al controllo obbligatorio da parte della struttura regionale competente in quanto si riferiscono a uno o più dei seguenti tipi di atti che il comune intende adottare:**

**1A:** Piani strutturali o regolamenti urbanistici;

**1B:** Varianti ai piani strutturali, ai regolamenti urbanistici, ai piani regolatori generali vigenti, nonché piani complessi d'intervento e loro varianti, ove riguardanti aree classificate dal punto di vista sismico o dal punto di vista idraulico o geomorfologico in "pericolosità elevata" o "molto elevata", secondo le classificazioni di cui all'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011, qualora:

- 1) prevedano nuove infrastrutture a rete o puntuali, ad eccezione dei parcheggi a raso e dei tratti viari di collegamento tra viabilità esistenti non superiori a duecento metri lineari;
- 2) prevedano la realizzazione di nuovi edifici o l'ampliamento di edifici esistenti per superfici coperte complessive superiori a cinquanta metri quadrati;
- 3) prevedano il mutamento della destinazione d'uso a fini abitativi di edifici aventi diversa destinazione;
- 4) siano relative a previsioni alle quali, in attuazione di quanto previsto dalle direttive di cui all'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011, è attribuita "fattibilità limitata" dalle indagini geologiche allegata alla variante, ove previste, o dalle indagini geologiche già elaborate e depositate;

~~**1C:** Piani attuativi o loro varianti ove riguardanti aree classificate dal punto di vista sismico o dal punto di vista idraulico o geomorfologico in "pericolosità elevata" o "molto elevata", secondo la classificazione di cui all'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011;~~

**1D:** Varianti ai piani strutturali, ai regolamenti urbanistici, ai piani regolatori vigenti, piani complessi d'intervento o piani attuativi, che comportino una riduzione dalle classi di pericolosità elevata o molto elevata a classi inferiori rispetto a quelle attribuite negli strumenti urbanistici già approvati.

**Punto 2 - Le indagini geologiche che vengono depositate sono soggette a controllo a campione da parte della struttura regionale competente in quanto non rientrano in alcuno dei tipi di atti elencati al precedente punto 1.**

**Firma e timbro del responsabile del procedimento del comune**

**Firma e timbro del tecnico/i incaricato/i delle indagini geologiche<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Firma e timbro non necessari nel caso in cui sia depositato il modulo n. 4



**CERTIFICAZIONE DELL'ADEGUATEZZA**

Il/la sottoscritto BEGGIATO GIANCARLO iscritt.o. all'Ordine Professionale del GEOLOGI della TOSCANA (oppure non iscritt... all'Ordine Professionale in quanto esercita la propria attività professionale alle dipendenze di.....) avendo conseguito l'abilitazione professionale all'attività di GEOLOGO, avente il proprio studio o ufficio in Via/Piazza ADA NEGR, n. 9 del comune di PRATO Codice Fiscale n. BGGGCR39R28H501K in seguito a incarico ricevuto da TECNICO PROGETTISTA

ai sensi dell'articolo 62, comma 3, della legge regionale 1/2005 (Norme per il governo del territorio)

**CERTIFICA**

che le indagini geologiche previste dall'art. 62, commi 1 e 2, della l.r. 1/2005 effettuate e relative allo strumento della pianificazione territoriale o all'atto di governo del territorio del comune di PRATO

(Provincia di PO), denominato P.A. PER LA CESSIONE GRATUITA DI UN COMPLESSO EDILIZIO URBATO TRA VIA PISTOIESE E VIA F. FILZI E LA PEREQUAZIONE URBANISTICA DI UN'AREA POSTA IN VIA PARONESE PER LA REALIZZAZIONE DI UN MAGAZZINO PER LA LOGISTICA

**SONO ADEGUATE ALLE DIRETTIVE TECNICHE DI CUI ALL'ALLEGATO A AL REGOLAMENTO DI ATTUAZIONE DELL'ARTICOLO 62 DELLA L.R. 1/2005, APPROVATO CON D.P.G.R. 25-10-2011, n. 53/R.**

Tali indagini sono costituite dai seguenti elaborati:

- 1) RELAZIONE GEOLOGICA DI FATTIBILITA'
- 2) .....
- 3) .....
- 4) .....
- 5) .....
- 6) .....
- 7) .....
- 8) .....

**Firma e timbro del tecnico/i incaricato/i delle indagini geologiche, ognuno per le proprie competenze**

**Data**

8 Luglio 2016

