

## VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE EDIFICI A-E PARCO COMMERCIALE "LE PIRAMIDI"

D.Lgs. 3 Aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii.  
Legge Regionale del Veneto 18 Febbraio 2016 n. 4



**Allegato 4**

OGGETTO :

Indagine idrogeologica lotto E

TAV. N.

SCALA

DATA

Luglio 2017

FILE

21868.prj-pb171

PROPONENTE:

Iniziative Industriali S.p.A.

Via dell'Economia, n. 84  
36100 Vicenza (VI)  
Tel: 0444 267116

PROGETTISTI:

Arch. Gaetano Ingui  
Arch. Davide Tombolan  
Tombolan & Associati

REDATTORE V.I.A.:

**elena barbato**  
ingegnere ambientale



+39 349 6781707

elena.barbato@gmail.com

elena.barbato2@ingpec.eu

via xx settembre, 84 - 35016  
piazzola sul brenta-padova

REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

COMUNE DI TORRI DI QUARTESOLO

COMMITTENTE: **INIZIATIVE INDUSTRIALI S.p.A.**

\*\*\*\*\*

**Parco Commerciale Le Piramidi  
“Lotto E”**

**INDAGINE IDROGEOLOGICA:**

- A. Risultati del monitoraggio degli andamenti di falda entro l'area nel periodo Agosto 2009 – Dicembre 2009 e Agosto 2011 – Dicembre 2016**
- B. Stabilità nei confronti della liquefazione**
- C. Conclusioni**

Ing. Roberto Albertini  
Ordine degli Ingg. di Padova n. 1534

Giugno 2017

## INDICE

<b>A. Risultati del monitoraggio degli andamenti di falda entro l'area</b>	
A.1   PREMESSA	pag. 3
A.2   ATTREZZATURE E MONITORAGGIO	pag. 4
A.3   RISULTATI	pag. 6
<b>B. Stabilità nei confronti della liquefazione</b>	pag. 8
<b>C. Conclusioni</b>	pag. 9

## ALLEGATI

1. FRONTESPIZIO CARTA DELLE FRAGILITA'
2. LEGENDA CARTA DELLE FRAGILITA'
3. STRALCIO CARTA DELLE FRAGILITA' (con individuazione piezometri)
4. UBICAZIONE PIEZOMETRI
5. SCHEMI DEI PIEZOMETRI
6. CPT 1 (Prova penetrometrica statica)
7. GRAFICO DELLA QUOTA DI FALDA RILEVATA AI PIEZOMETRI  
POSIZIONATI ENTRO L'AREA "C.C. LE PIRAMIDI"  
PERIODO 28/08/2009-04/11/2009
8. GRAFICO DEI VALORI MEDI GIORNALIERI AL PZ 2 (L'AFFARE)  
PERIODO 28/08/2009-30/12/2009
9. GRAFICO DEI VALORI MEDI GIORNALIERI AL PZ 3 (WARNER)  
PERIODO 28/08/2009-30/12/2009
10. GRAFICO DEI VALORI MENSILI DA AGOSTO 2011 AL DICEMBRE 2016 RILEVATI  
DA POZZO FISSO PIEZOMETRICO PZ 5

## **A. Risultati del monitoraggio degli andamenti di falda entro l'area**

### **A.1 PREMESSA**

**A.1.1** Su incarico della Committente "Iniziative Industriali S.p.A." si è eseguita una indagine geologica e idrogeologica per il monitoraggio degli andamenti di falda entro l'area "C.C. Le Piramidi" a Torri di Quartesolo (VI) in prossimità del Lotto E. Per il posizionamento dei punti di monitoraggio vedasi gli Allegati 3 e 4.

**A.1.2** Al fine di monitorare l'andamento della falda nel tempo in data 25/08/2009 sono stati messi in opera quattro piezometri (vedi schemi allegato 5):

- n. 2 piezometri del tipo "tubo aperto" micro fessurati, spinti fino alla profondità massima di 3.00 m dal livello campagna denominati **PZ3 – Warner** (nel punto oggi definito come "**LOTTO E**" **angolo cinema multisala**) e **PZ4 – Tangenziale** (nel punto oggi definito come "**LOTTO E**" **fronte svincolo A31**) .
- n. 2 piezometri con cella porosa tipo "Casagrande" spinti fino alla profondità massima di 6.00 m dal livello campagna denominati **PZ1 – Zenith** e **PZ2 – L'Affare** (nel punto oggi definito come "**LOTTO G**" **in prossimità rampa discesa interrato Leroy Merlin**).

**A.1.3** Entro i piezometri è stato eseguito un monitoraggio dell'andamento della falda freatica per un periodo di circa 4 mesi (dal 28/08/2009 al 30/12/2009).

Entro i piezometri tipo "Casagrande" è stato aggiunto un monitoraggio mediante trasduttore di pressione collegato ad un data logger con una acquisizione ogni ora, al fine di poter apprezzare anche l'entità delle variazioni giornaliere della falda freatica.

Entro i piezometri tipo "tubo aperto" sono state eseguite n. 5 campagne di misura.

**A.1.4** Successivamente a partire dal 26/08/2011 è stato posizionato un ulteriore pozzo fisso piezometrico **PZ5** in prossimità del precedente piezometro PZ1.

Le letture sono state effettuate con cadenza mensile a partire dal 26/08/2011.

## A.2 ATTREZZATURE E MONITORAGGIO

### A.2.1 PIEZOMETRI posizionati dal 28/08/2009 al 30/12/2009

#### TUBO APERTO

I piezometri a tubo aperto sono stati infissi a 3.00 m dal livello campagna, filtrati completamente con ghiaino.

Trattasi di tubo micro fessurato in pvc di diametro 2.5".

A difesa dei terminali sono stati posati dei pozzettoni in cemento, lo schema si riporta nelle figure seguenti.

La stratigrafia dei terreni riscontrata durante la messa in opera del piezometro risulta:

#### **PZ3 – WARNER (nel punto oggi definito come “LOTTO E” fronte cinema multisala)**

- *sabbia fine nocciola* da p.c. a -0.30
- *sabbia limosa nocciola grigia con livello di limo sabbioso* da -0.30 m a -2.30 m
- *sabbia fine grigia* da -2.30 m a -3.00 m

#### **PZ4-TANGENZIALE (nel punto oggi definito come “LOTTO E” fronte svincolo A31)**

- *ghiaia in matrice sabbiosa* da p.c. a -0.40
- *limo sabbioso nocciola* da -0.40 m a -1.40 m
- *sabbia fine nocciola* da -1.40 m a -2.00 m
- *argilla plastica nocciola chiaro* da -2.00 m a -2.20 m
- *sabbia fine da nocciola a grigia* da -2.20 m a -3.00 m

#### **CASAGRANDE**

I piezometri tipo Casagrande (denominati **PZ1 - Zenith** e **PZ2 - L'Affare**) sono costituiti da una cella porosa della lunghezza di 0.30 m posta alla profondità di 6.00 m dal livello campagna, collegata alla superficie da piccoli tubi che vengono utilizzati per la misura del livello dinamico di falda.

I piezometri Casagrande sono stati messi in opera mediante sondaggio a distruzione di nucleo, pertanto non vi sono informazioni puntuali riguardo la stratigrafia dei terreni.

Si allega, in ogni caso, un diagramma CPT1 (Allegato 6) eseguito per la Ditta Simon's sas molto prossimo a PZ 1, al fine di fornire alcune informazioni, anche se indirette, circa la stratigrafia dei terreni.

Il monitoraggio si è protratto per circa 4 mesi, da settembre a dicembre 2009.

Sono state svolte n. 5 campagne di misura nell'intervallo indicato, con rilievo del livello dinamico di falda a mezzo freatometro.

Due dei quattro piezometri sono stati strumentati ed è stato avviato un monitoraggio in continuo, con una misura ogni ora, che nell'ultimo periodo è stata ridotta ad una ogni 4 ore.

E' stato strumentato un piezometro di tipo Casagrande, il **PZ 2 ("LOTTO G" in prossimità rampa discesa interrato Leroy Merlin)** ed uno a tubo aperto **PZ 3 ("LOTTO E" fronte cinema multisala)**.

La strumentazione è costituita da un trasduttore di pressione che viene immerso entro il piezometro collegato poi ad un data logger che misura ad intervalli definiti dall'utente la colonna d'acqua che sovrasta il trasduttore di pressione.

Mediante delle semplici operazioni si trasforma la colonna d'acqua in profondità d'acqua da piano campagna, e, conoscendo anche la quota del piano campagna, si trasforma facilmente in quota di falda.

#### **A.2.2 POZZO FISSO PIEZOMETRICO PZ 5**

Nell'agosto 2011 è stato posizionato un pozzo fisso piezometrico (denominato **PZ 5**) in prossimità del precedente PZ1. Questo pozzo della profondità di circa 3 m è stato realizzato mediante la posa in verticale di tubazioni in calcestruzzo  $\varnothing$  cm 100 forate sulla superficie cilindrica e contornate esternamente da una corona in materiale inerte permeabile.

Il monitoraggio considera le letture dal 26/08/2011 al 15/12/2016.

### A.3 RISULTATI

#### Periodo dal 28/08/2009 al 30/12/2009

I livelli freatici relativi ai piezometri PZ 1, PZ 2, PZ 3, PZ 4 rilevati durante le campagne di misura sono riportati di seguito in forma tabellare, in cui si possono leggere sia in termini di profondità da bocca piezometro che in termini di quota dallo 0.00 m di riferimento di progetto.

Lo 0.00 m di riferimento è il centro strada di Via Brescia

PZ	Quota b.p. (m)	28/08/09 misura da b.p. (-m)	02/09/09 misura da b.p. (-m)	11/09/09 misura da b.p. (-m)	21/10/09 misura da b.p. (-m)	04/11/09 misura da b.p. (-m)
1	+0.16	2.11	2.13	2.16	2.24	1.64
2	+1.12	2.58	2.52	2.77	2.89	2.12
3	-0.13	2.10	2.15	2.23	2.18	1.47
4	+1.07	2.82	2.79	2.95	2.81	2.00

Tab 1. Misura di campagna

PZ	Quota b.p. (m)	28/08/09 quota (-m)	02/09/09 quota (-m)	11/09/09 quota (-m)	21/10/09 quota (-m)	04/11/09 quota (-m)
1	+0.16	1.95	1.97	2.00	2.08	1.48
2	+1.12	1.46	1.40	1.65	1.77	1.00
3	-0.13	2.23	2.28	2.36	2.31	1.60
4	+1.07	1.75	1.72	1.88	1.74	0.93

Tab 2. Quote della falda

Nel grafico Allegato 7 si può vedere l'andamento della quota di falda rilevato, e si può notare come l'andamento dei valori sia molto simile per i PZ 2-4 posizionati lungo lo svincolo autostradale A4-A31, e come la falda in quest'area raggiunga valori molto prossimi alla -1.00 m.

Per i piezometri in cui il monitoraggio è stato eseguito con data-logger, abbiamo molte più informazioni.

Negli Allegati 8 e 9 si riportano i grafici dei valori medi giornalieri ai piezometri, protratti nel periodo 28/08/2009-30/12/2009.

Da questi dati si possono trarre delle valutazioni più precise riguardo l'oscillazione del livello di falda occorsa nel periodo di monitoraggio.

In particolare, al PZ 2 nel periodo di riferimento è stata registrata una variazione del valore medio giornaliero di:  $(2.05 - 0.41) = 1.64$  m, con un valore massimo toccato il 08/12/2009 in cui è arrivato a -0.41 m rispetto allo 0.00 di riferimento.

In corrispondenza del PZ 3 è stata registrata una variazione del valore medio giornaliero di:  $(2.44 - 1.00) = 1.44$  m, con un valore massimo toccato il 05/12/2009 in cui è arrivato a -1.00 m rispetto allo 0.00 m di riferimento.

L'osservazione dei due grafici non permette di cogliere un parallelismo fra gli andamenti del livello di falda ai due piezometri.

C'è da ricordare però che i due piezometri sono ad osservazione di falde poste a quota diversa (-3.00 m da p.c. per il tubo aperto e -6.00 m da p.c. per il Casagrande) e che probabilmente risentono nel loro andamento giornaliero anche di emungimenti presenti in zona.

Un'unica osservazione però li accomuna, ed è il periodo in cui si sono raggiunti i valori più prossimi allo 0.00 m di riferimento.

Questo a significare che fino ai sei metri la falda viene comunque influenzata dalle precipitazioni meteoriche, quando sono di forte intensità.

#### **Periodo dal 26/08/2011 al 15/12/2016**

I livelli freatici relativi al pozzo fisso piezometrico PZ 5 rilevati durante le campagne di misura dal 26/08/2011 al 15/12/2016 sono riportati nel grafico Allegato 10.

Si riportano di seguito in forma tabellare i livelli minimi e massimi registrati annualmente dal 2012 al 2016.

Lo 0.00 m di riferimento è il centro strada di Via Brescia.

	2012 quota (m)	2013 quota (m)	2014 quota (m)	2015 quota (m)	2016 quota (m)
Min	-2.12	-1.81	-2.02	-1.87	-1.98
Max	-1.55	-1.17	-1.15	-1.20	-1.22
Oscillazione	0.57	0.64	0.87	0.67	0.76

## **B. Stabilità nei confronti della liquefazione**

**B.1.** Il fenomeno della liquefazione interessa quei depositi sabbiosi saturi che, nel corso di un terremoto o più genericamente durante e immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico, subiscono una drastica riduzione della resistenza al taglio.

La causa principale della liquefazione dei terreni non coesivi saturi, che si verifica nel corso dei terremoti, è il sorgere dell'eccesso delle pressioni interstiziali indotte dalle sollecitazioni di taglio cicliche che sono attribuite alla propagazione nel terreno delle onde di taglio.

La verifica viene effettuata alla procedura proposta da Robertson & Wride (1997).

Il fattore di sicurezza FSL risulta:

**LIVELLO D1      FSL = 1.80**

## **C. Conclusioni**

**C.1** Dall'analisi comparata dei risultati penetrometrici e delle verifiche effettuate si possono trarre le seguenti considerazioni conclusive:

### **a) Stratigrafia**

Da p.c. fino alla quota di circa -3.00 m si sono rinvenuti terreni di riporto, dal di sotto di tale quota, fino alla massima profondità indagata, alternanze di livelli coesivi e granulari.

### **b) Categoria suolo di fondazione**

Il sito appartiene alla categoria di suolo di fondazione tipo D e categoria topografica T1

### **c) Verifica e liquefazione**

Dalle verifiche è emerso un fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione pari a  $FSL = 1.80$ .

### **d) Falda**

Dall'analisi dei risultati relativi alle campagne di misura prima sui piezometri PZ 1, PZ 2, PZ 3, PZ 4 e poi sul pozzo fisso piezometrico PZ 5 si assume di utilizzare nelle verifiche una falda di progetto a  $q = -1.50$  m

Per le verifiche strutturali, geotecniche e per eventuali impermeabilizzazioni si dovrà considerare che, in condizioni eccezionali, la falda possa pervenire a  $q = 1.00$  m.

## **C.2. CONSIDERAZIONI FINALI**

Le considerazioni e verifiche riportate in relazione vanno intese come un primo supporto alla valutazione dell'interazione struttura-terreno su cui il Sig. Progettista potrà eseguire le proprie verifiche e scelte progettuali, anche alla luce dei dati emersi dall'indagine.

### ***PRESCRIZIONI TECNICHE***

Tutte le verifiche agli SLE e agli SLU prescritte dalle NTC 2008 dovranno essere effettuate dal Sig. calcolatore e riportate in una specifica relazione geotecnica sulle fondazioni utilizzando le azioni che derivano dall'analisi strutturale.

Giugno 2017

*Ing. Roberto Albertini*  
*Ordine Ingg. PD n. 1534*



**COMUNE DI TORRI DI QUARTESOLO**  
Provincia di Vicenza

**P.A.T.**

Elaborato

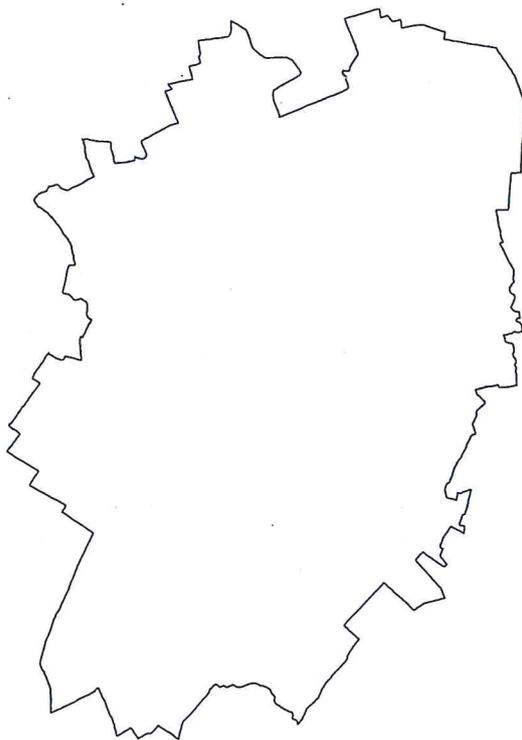
**3**

Scala

**1:10.000**

## Carta delle Fragilità

*Adeguata ai pareri pervenuti e alle osservazioni accolte*



REGIONE VENETO  
Direzione Urbanistica

PROVINCIA DI VICENZA  
Settore Urbanistica

COMUNE DI TORRI DI QUARTESOLO  
Il Sindaco  
Diego Marchioro  
Assessore all'Urbanistica  
Gianluca Ghirigatto

UFFICIO DI PIANO  
Rosanna Ambrosini  
Giovanni Bertocin  
Simonetta Fiscato  
Davide Pandolfo  
Moreno Pertegato  
Emanuela Urban

PROGETTISTI  
Roberto Grisolia  
Comune di Torri di Quartesolo  
Marisa Fantin  
Archistudio

INDAGINI SPECIALISTICHE  
Indagine geologica e Compatibilità Idraulica  
dott.geol. Filippo Baratto  
Indagini agronomiche  
dott. for. Elisabetta Tescari

V.A.S.  
dott. for. Roberta Meneghini

elaborato  
**3**  
scala  
**1:10.000**

**Carta delle Fragilità**

**LEGENDA** **NTA**



Confine comunale



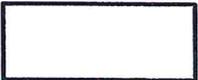
Viabilità

**Compatibilità geologica**



area idonea

art. 10



area idonea a condizione

art. 10

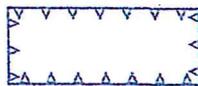
per dissesto idrogeologico:  
P1 del PAI  
P2 del PAI  
P3 del PAI  
ZA (zona di attenzione) del PAI  
per aree di riempimento di ex cave:  
CE



area non idonea

art. 10

**Aree soggette a dissesto idrogeologico**



area esondabile o a ristagno idrico

art. 11



scarpate di cava instabili

art. 11

**Zone tutelate**



corsi d'acqua e specchi lacustri

art. 34



fasce di profondità di 100 mt dai corsi d'acqua e laghi  
( art.41 L.R. 11/2004)

art. 34



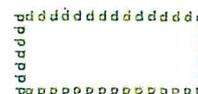
superficie boscata

art. 34



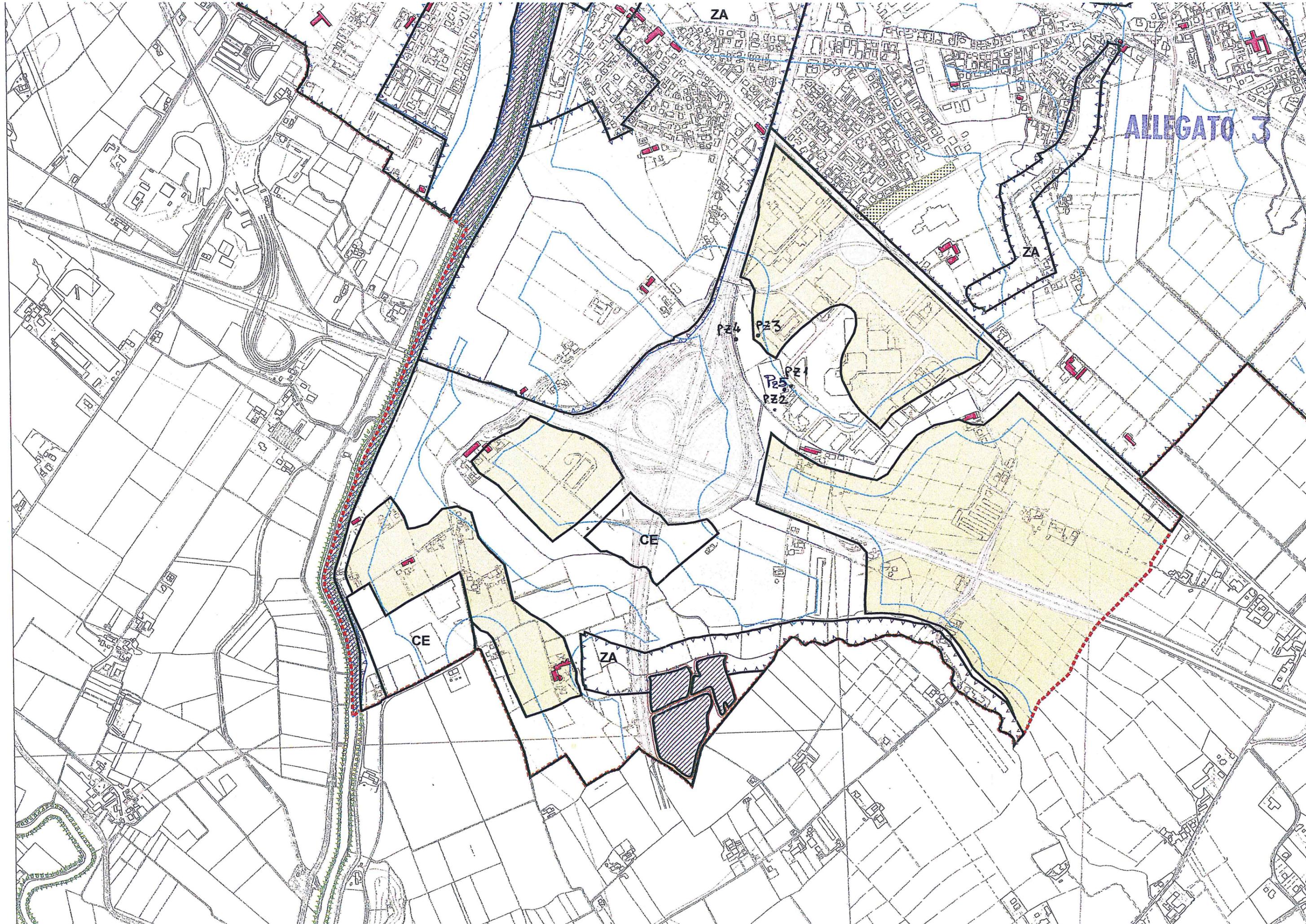
aree di interesse storico, ambientale e artistico

art.30-31-32



aree per il rispetto dell'ambiente naturale,  
della flora e della fauna (SIC)

art. 36



ALLEGATO 3

ZA

ZA

PZ4

PZ3

PZ1

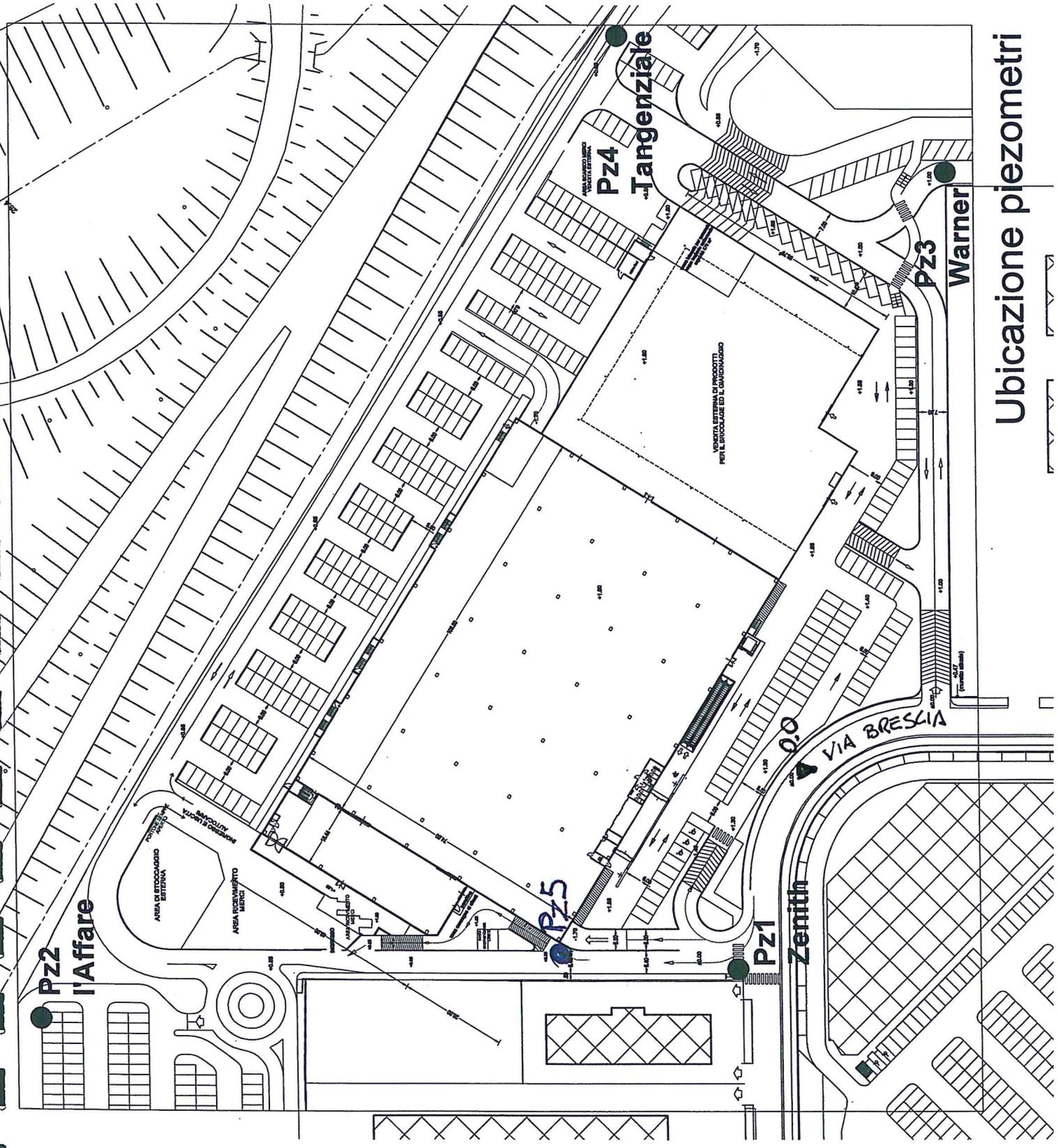
PZ5

PZ2

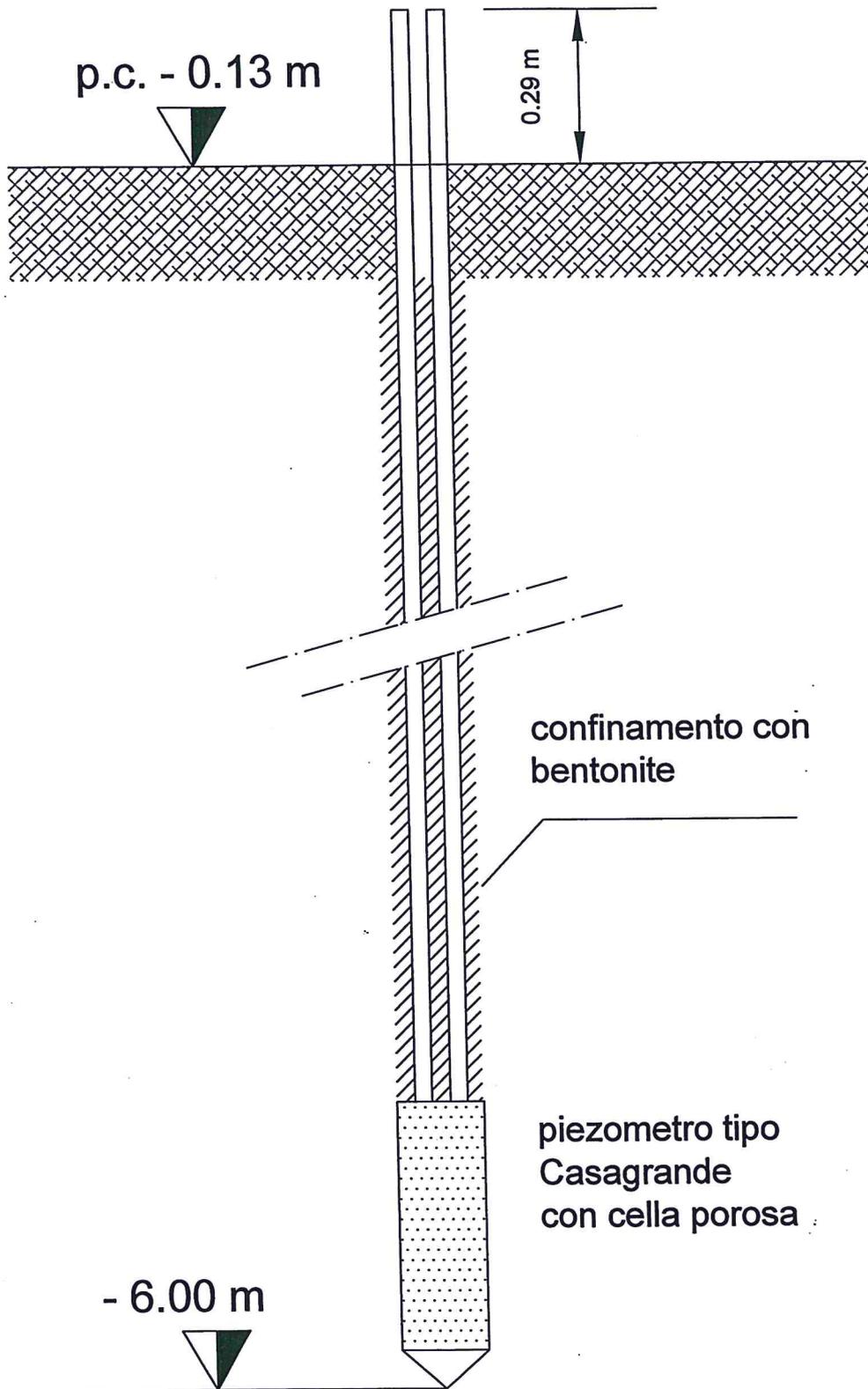
CE

CE

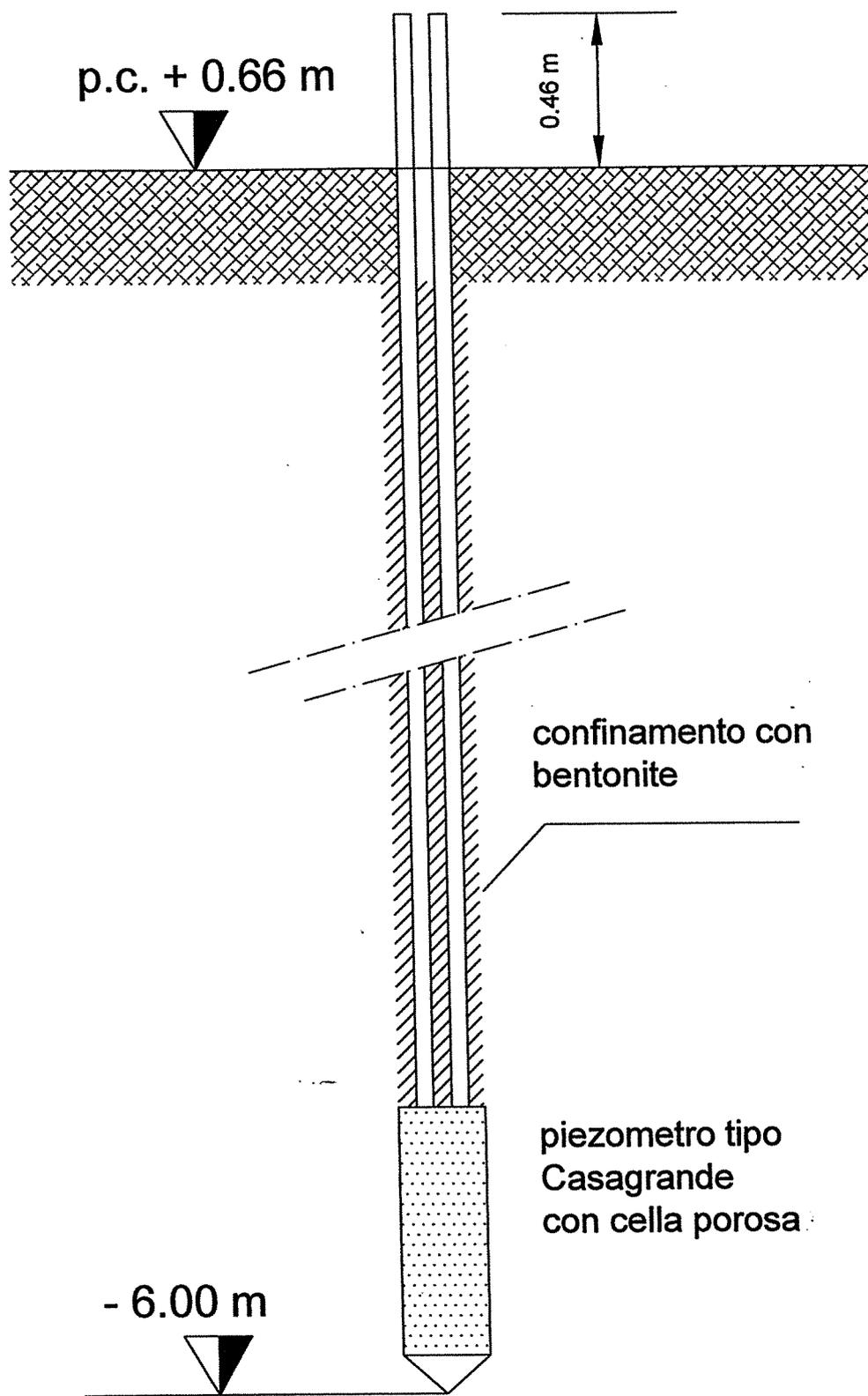
ZA



Ubicazione piezometri



schema pz1  
Zenith



confinamento con bentonite

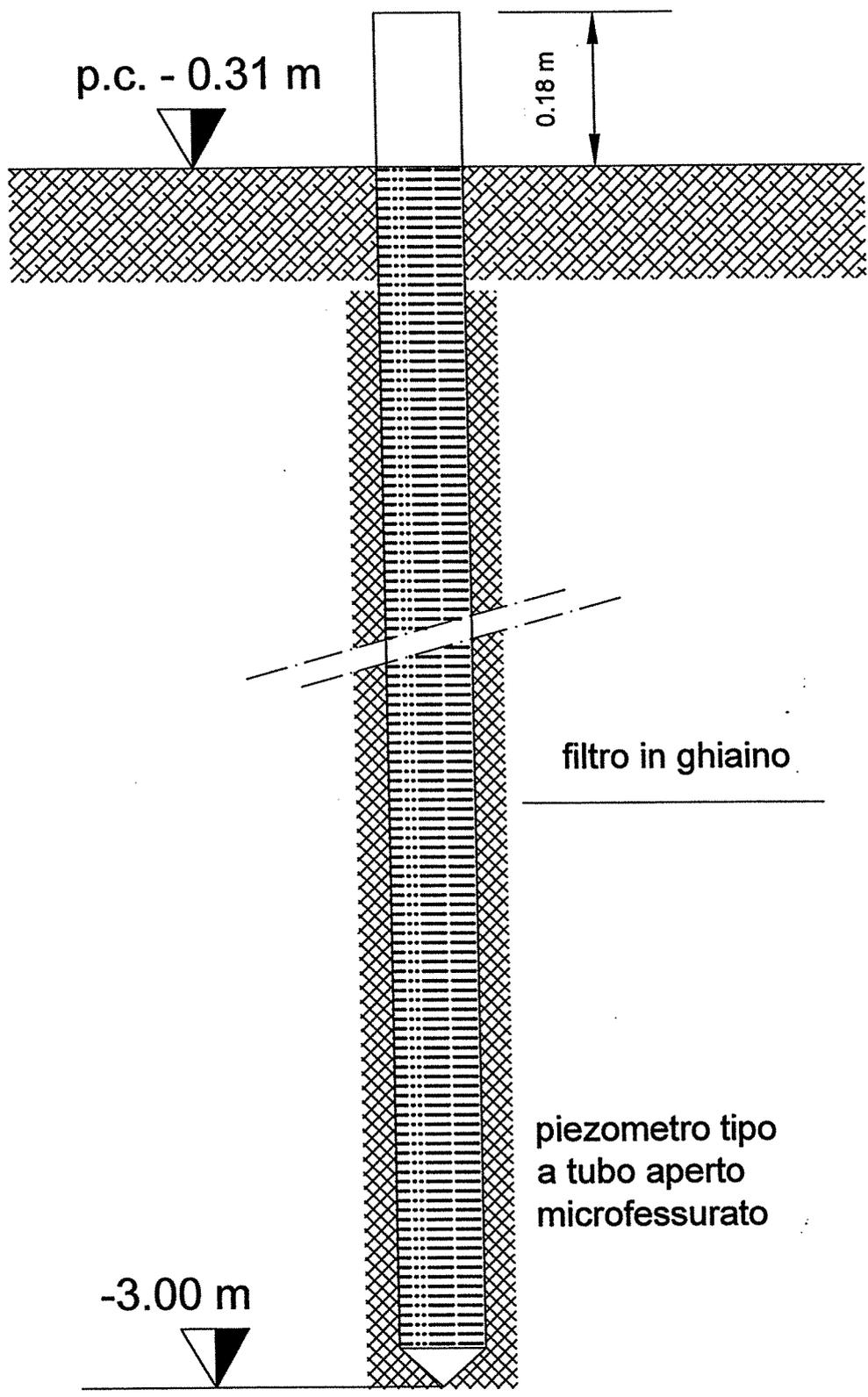
piezometro tipo Casagrande con cella porosa

p.c. + 0.66 m

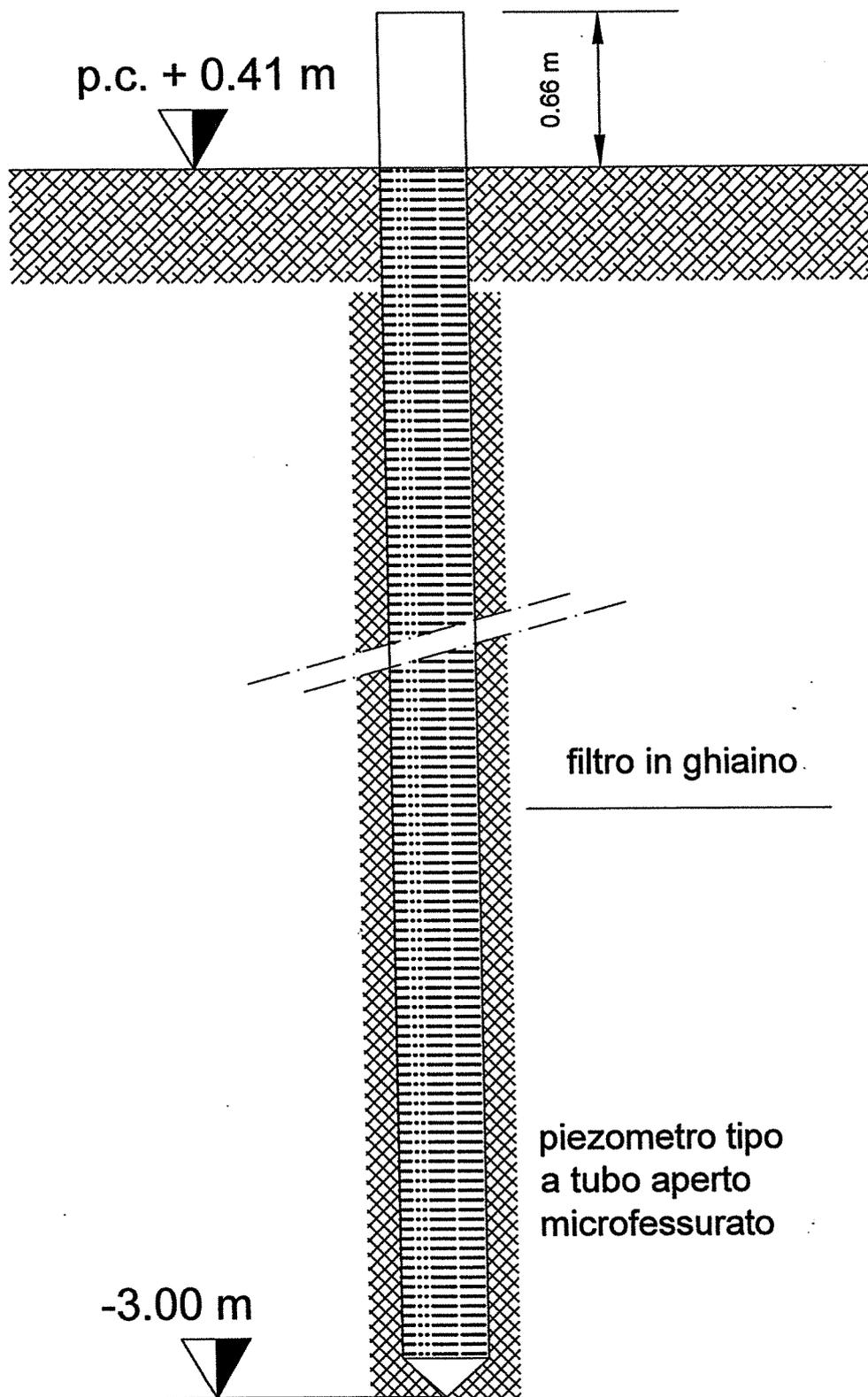
0.46 m

- 6.00 m

schema pz2  
l'Affare



schema pz3  
Warner



schema pz4  
tangenziale

# INGEHO

INDAGINI GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

36040 TORRI DI QUARTESOLO (VD) VIA DEI LANCIERI 2 TEL. 0444/581561

COMMITTENTE: SCANFERLA MIRCO  
CANTIERE: TORRI DI QUARTESOLO

DATA: 15.03.95

P.P.S.n.

1

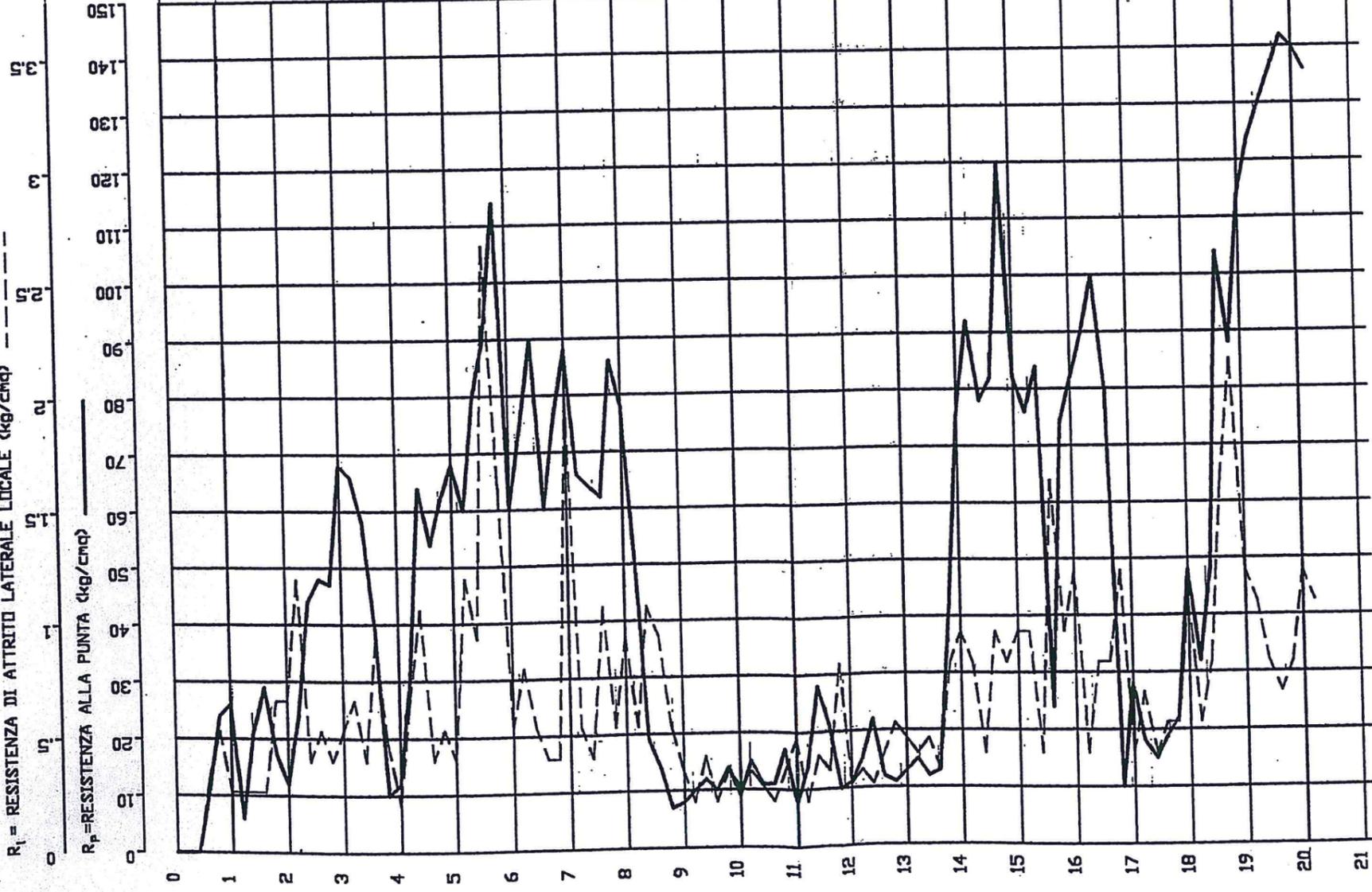
Quota

0

## PROVA PENETROMETRICA STATICA (P.P.S.)

$R_1$  = RESISTENZA DI ATRITO LATERALE LOCALE (kg/cmq) ---

$R_p$  = RESISTENZA ALLA PUNTA (kg/cmq) ———



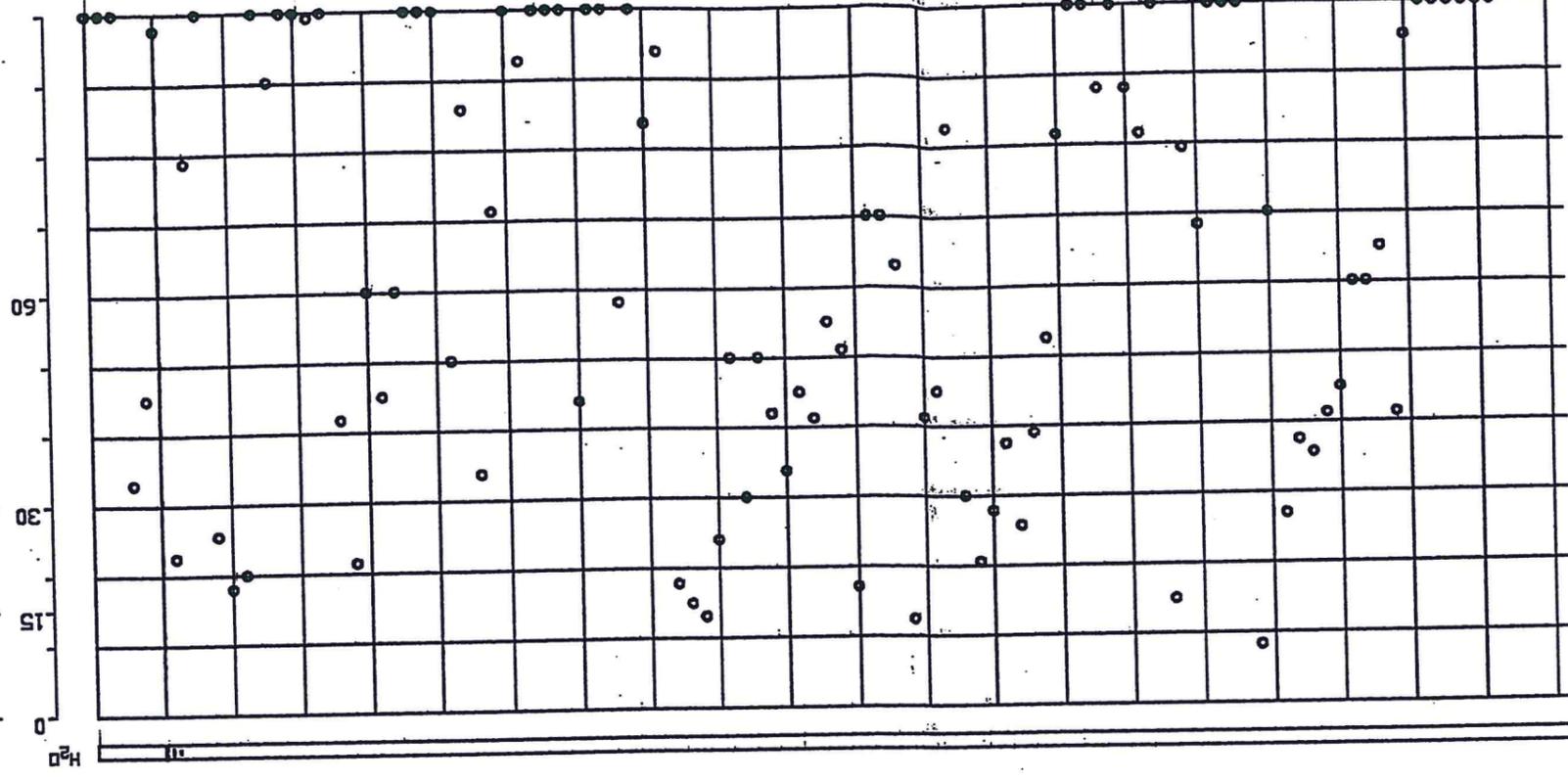
CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI MEDIANTE IL  
RAPPORTO  $R_p/R_1$  (C.G.I. 1977)

TORBE  
ARGILLE  
ORGANICHE

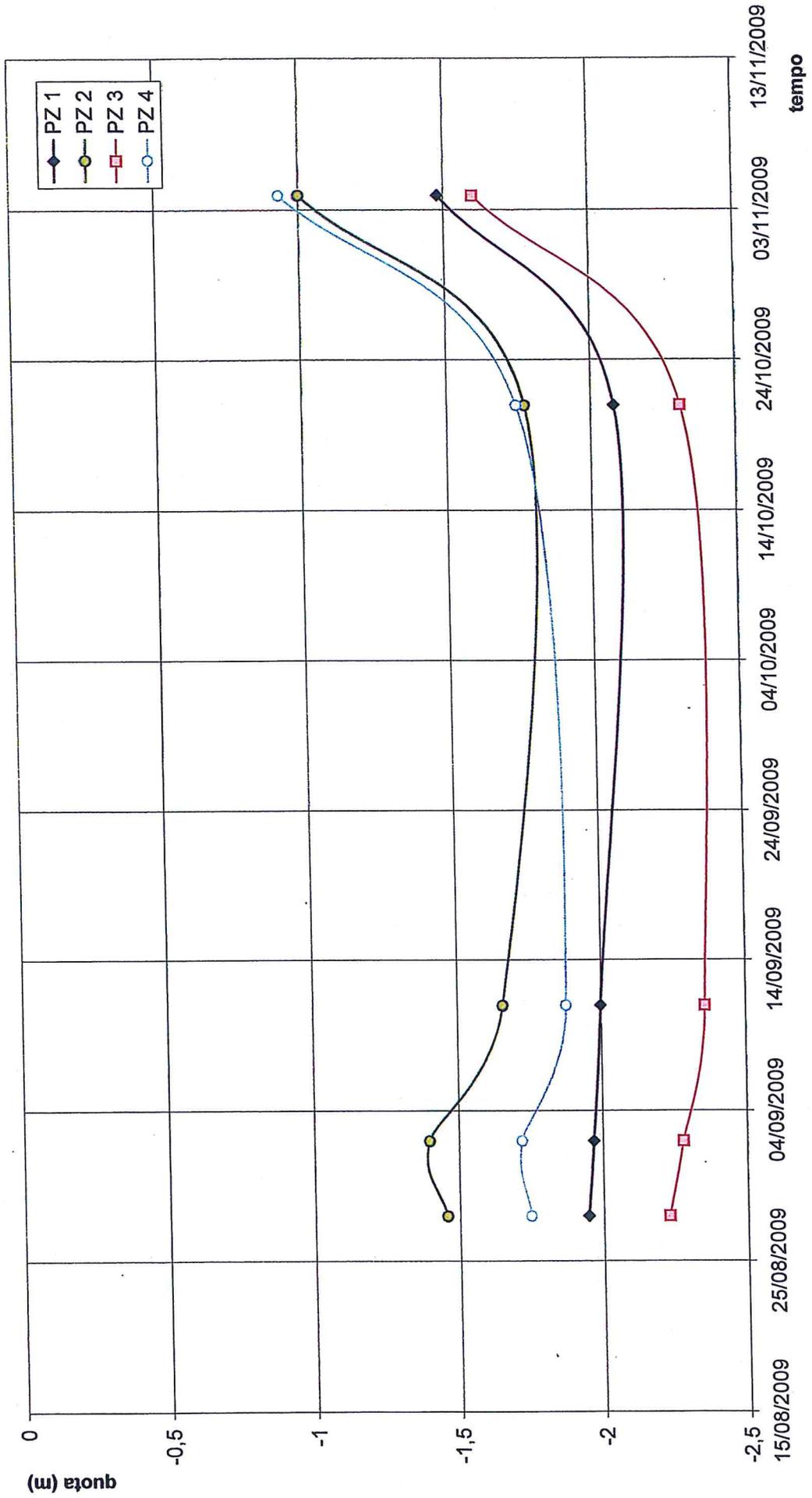
LIMI ED  
ARGILLE

LIMI SABBIOSI  
E SABBIE LIMOSE

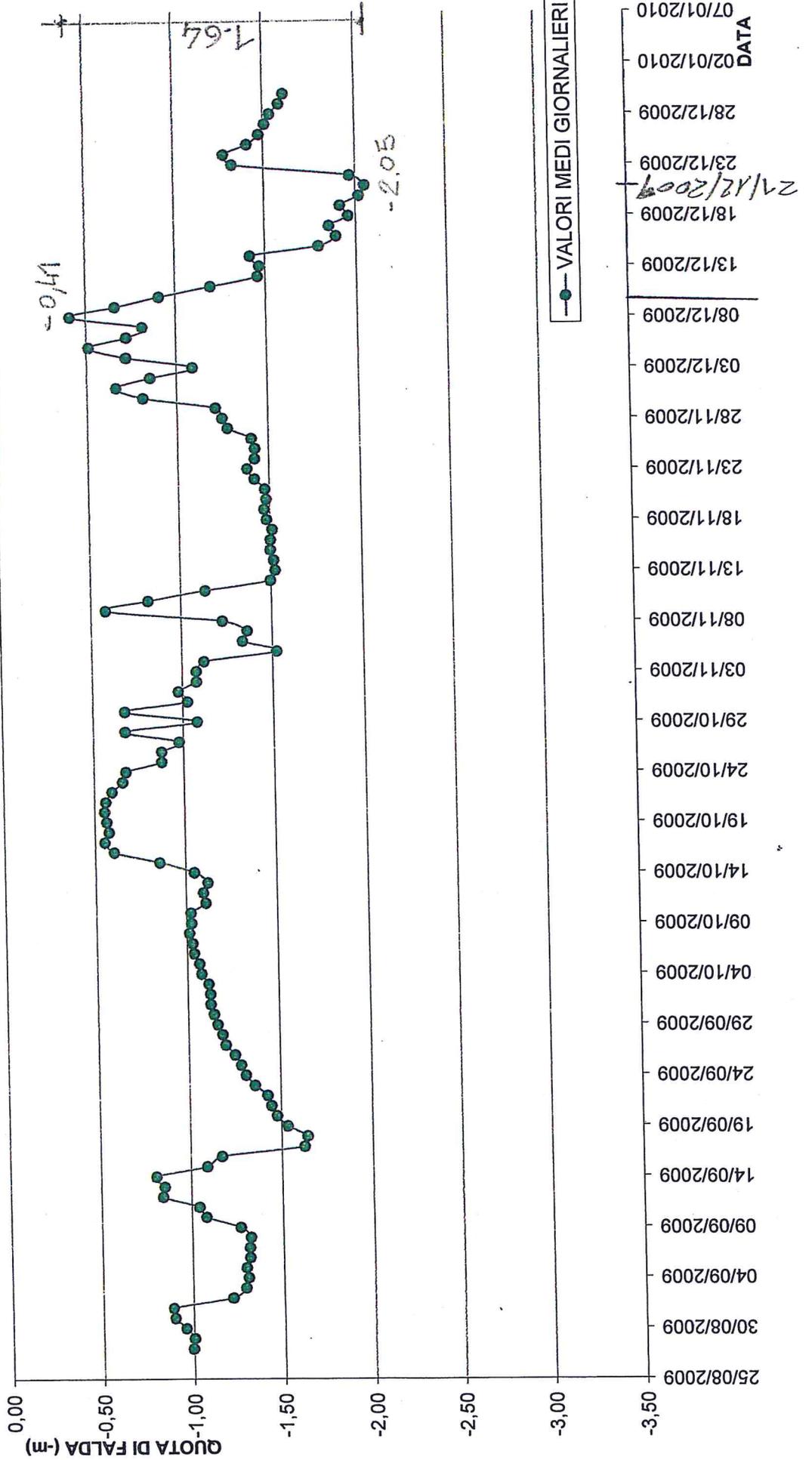
SABBIE E  
SABBIE CON GHIAIE



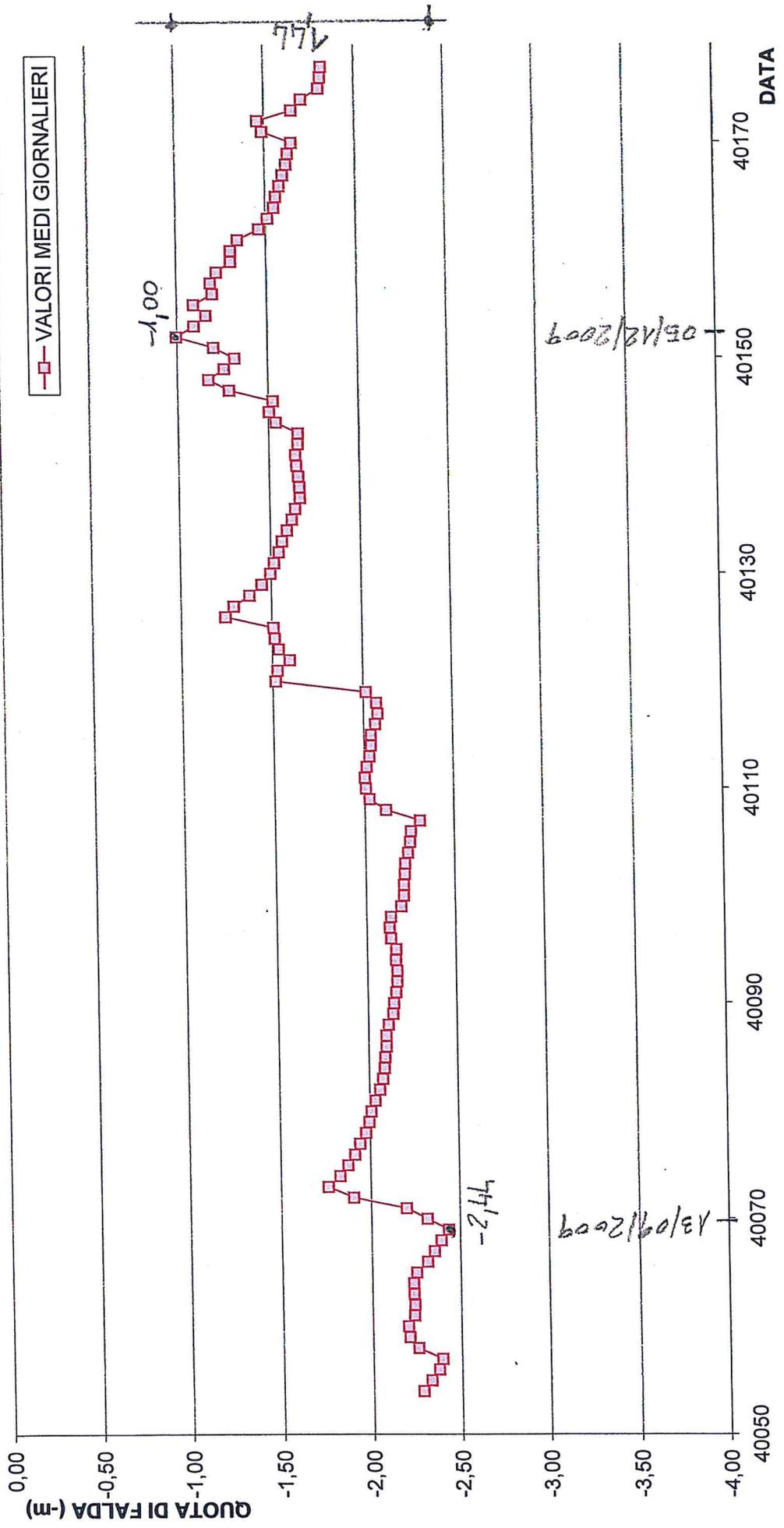
Quota di falda rilevata ai piezometri posizionati entro l'area "C.C Le Piramidi"  
 periodo 28/08/2009-04/11/2009



ESCURSIONE GIORNALIERA DEL LIVELLO FREATICO MISURATO MEDIO GIORNALIERO AL  
 PZ2 (L'AFFARE)  
 (periodo 28/08/2009-30/12/2009)



ESCURSIONE GIORNALIERA DEL LIVELLO FREATICO MEDIO GIORNALIERO MISURATO AL  
PZ3 (WARNER)  
(periodo 28/08/2009-30/12/2009)



Pozzo fisso piezometrico PZ 5 - Grafico dei valori mensili da Agosto 2011 al Dicembre 2016

