

**MICHELE CECCHI GEOLOGO**

VIA LA QUERCE, 58/A

50067 RIGNANO SULL'ARNO (FI)

P.IVA 06003030480 - TEL 3293388892 - FAX 0558349364

MICHELECECCHI@DILUVIO.IT

**COMUNE DI SCANDICCI**

Provincia di Firenze

**VARIANTE PEEP  
BADIA A SETTIMO E SAN COLOMBANO  
AREA DI TRASFORMAZIONE TR08A\*  
LOTTO 14**

**Loc. Badia a Settimo**

**INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE**

ai sensi

della Legge Regionale 3 gennaio 2005 n. 1 e del Decreto  
del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007 n. 26/R



aprile 2010

INDICE

Premessa .....	3
Indagini geologico-tecniche.....	6
Indagini geognostiche ed Elaborati prodotti.....	7
Geologia .....	9
Depositi alluvionali .....	9
Depositi alluvionali recenti e attuali .....	9
Morfologia e Stabilità dell'area .....	11
Idrogeologia.....	12
Litotecnica .....	14
Rischio Idraulico .....	16
Insufficienza della rete fognaria.....	17
Sismicità e Valutazione degli effetti locali e di sito .....	19
Pericolosità .....	21
Aree a pericolosità geomorfologica .....	21
Aree a Pericolosità Idraulica .....	21
Aree a Pericolosità Sismica Locale.....	22
Fattibilità.....	26
Fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici .....	26
Fattibilità in relazione agli aspetti idraulici.....	26
Fattibilità in relazione agli aspetti sismici.....	28

## PREMESSA

Le presenti indagini geologico-tecniche, redatte ai sensi della Legge Regionale 3 gennaio 2005 n. 1 *Norme per il governo del territorio* e del Decreto del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007 n. 26/R *Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche*, sono di supporto alla Variante al PEEP del Comune di Scandicci – comparto edificatorio Badia a Settimo/San Colombano, Area di trasformazione TR08a\*.

La variante interessa tre lotti all'interno dell'area di trasformazione TR08a\*, situati uno in adiacenza al nucleo edificato di Badia a Settimo (lotto 14) e gli altri due a quello di San Colombano (lotto 15 e lotto 16).

La presente relazione prende in esame il lotto 14 situato a Badia a Settimo.

In particolare la variante consiste in un ridimensionamento delle volumetrie precedentemente assegnate ed un trasferimento delle stesse nel lotto 16, nella parziale modifica delle relative aree a standard e nella ridefinizione in sublotto dello stesso lotto 14.

Per indicazioni più specifiche relativamente alla variante al PEEP e per quanto necessario e non presente nella relazione si rimanda agli elaborati progettuali, alla Relazione Tecnica e alle Norme Tecniche di Attuazione.

Nelle indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale vigente, l'area indagata ricade in pericolosità idraulica medio alta – classe 3bi ed in pericolosità geologica bassa – classe 2 (allegato 1).

Nella Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica del Piano di Bacino del fiume Arno, Stralcio "Assetto Idrogeologico" (PAI) adottato dal Comitato Istituzionale con delibera n. 185 dell'11 novembre 2004 (allegato 2), l'area ricade in pericolosità idraulica media (P.I.2.).

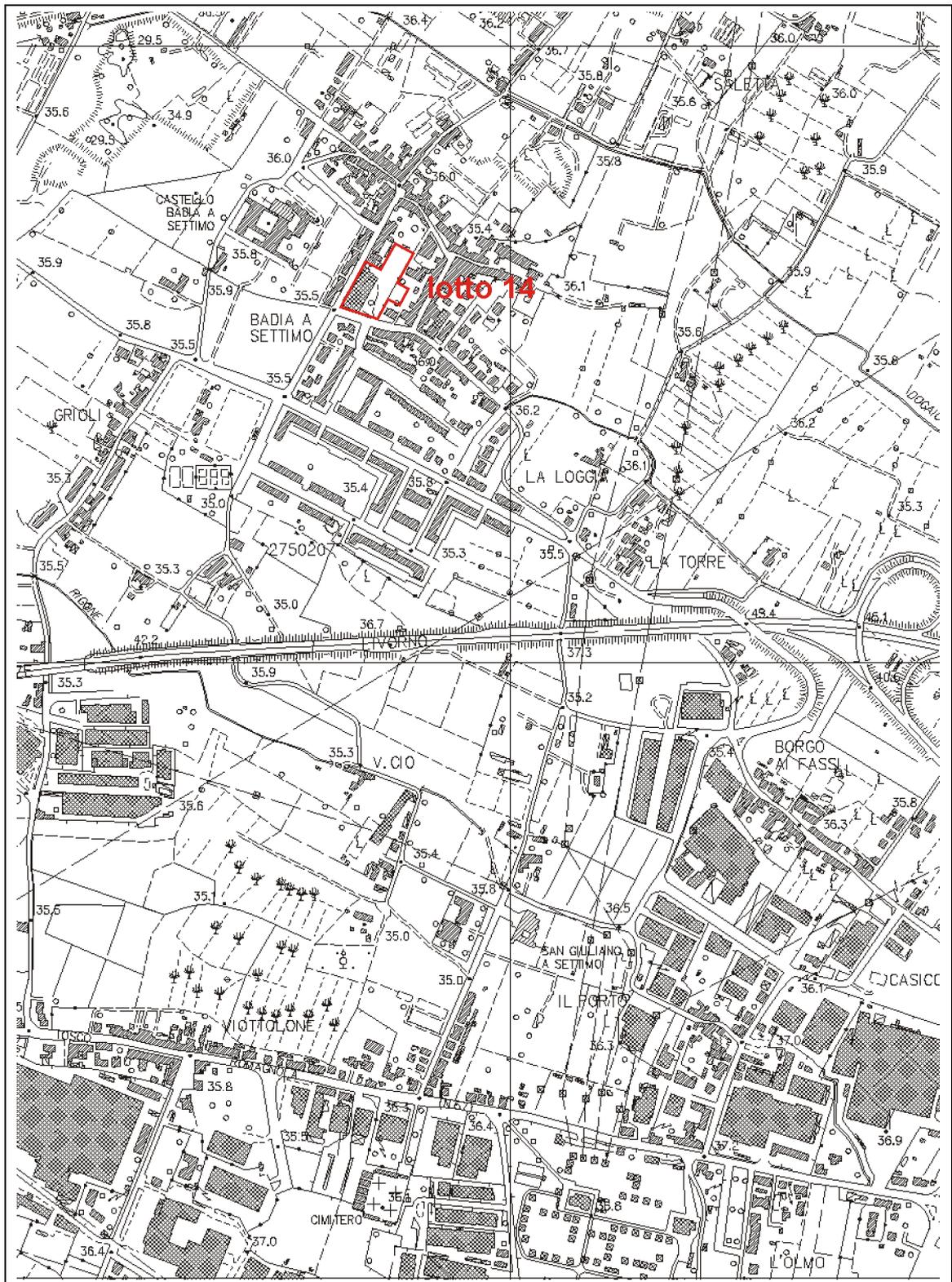


Figura 1 – Individuazione del lotto interessato dalla variante al PEEP su estratto della sezione n. 275020, in scala 1:10.000, della Carta Tecnica Regionale.

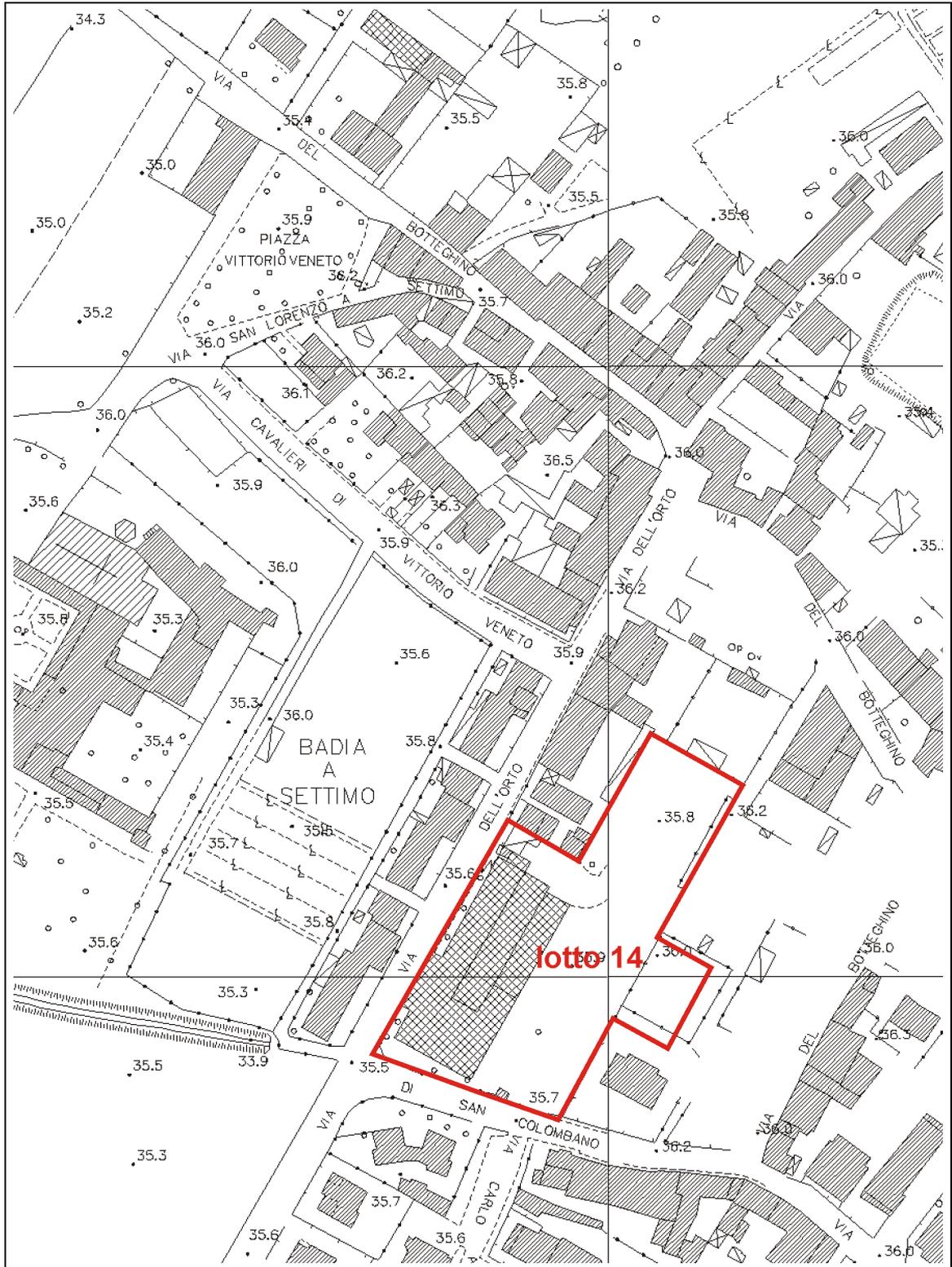


Figura 2 – Individuazione del lotto interessato dalla variante al PEEP, su estratto della Carta Tecnica Regionale in scala 1:2.000.

**INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE**

## INDAGINI GEOGNOSTICHE ED ELABORATI PRODOTTI

Il presente studio di supporto alla variante al PEEP, è basato sulle indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale redatte dai geologi Nicoletta Mirco e Pietro Accolti Gil (allegato 1), alle quali si rimanda per completezza, sulla cartografia di supporto al Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico e stralcio Rischio Idraulico (allegato 2).

In particolare sono stati utilizzati i dati geologico –tecnici relativi a pregresse campagne geognostiche, individuati nella Carta dei dati geologici di base e dei sondaggi (allegato 1) del Piano Strutturale (figura 4).

Sono stati inoltre tenuti in debito conto i numerosi dati geologici, geomorfologici, idrogeologici, idrologici, idraulici e geotecnici presenti in indagini professionali e nella letteratura geologica riguardanti un intorno significativo.

In particolare sono stati considerati i dati relativi alla campagna geognostica di supporto alle Indagini geologico – tecniche per la stessa Variante al PEEP riguardante il lotto 15 e il lotto 16 ubicati a San Colombano.

Considerata la situazione litostratigrafica dell'area interessata, i numerosi dati litostratigrafici disponibili e le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti in corrispondenza dell'area, non si sono ritenute necessarie, allo stato attuale della progettazione, ulteriori indagini geognostiche.

Sono stati realizzati i seguenti elaborati:

- figura 1 - Individuazione del lotto 14 interessato dalla variante al PEEP su Carta Tecnica Regionale (scala 1:10.000)
- figura 2 - Individuazione del lotto 14 interessato dalla variante al PEEP su Carta Tecnica Regionale (scala 1:2.000)
- figura 3 - Carta geologica (scala 1:10.000)
- figura 4 – Estratto della Carta dei Dati geologici di base e dei sondaggi del Piano Strutturale (scala 1:2.000)
- figura 5 – Carta delle Aree a pericolosità geomorfologica (scala 1:2.000)
- figura 6 - Carta delle Aree a pericolosità idraulica (scala 1:2.000)

- figura 7 - Carta delle zone a maggiore pericolosità sismica locale – ZMPLS (scala 1:2.000)
- figura 8 - Carta delle Aree a pericolosità sismica locale (scala 1:2.000)
- figura 9 - Carta della fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici (scala 1:2.000)
- figura 10 - Carta della fattibilità in relazione agli aspetti idraulici (scala 1:2.000)
- figura 11 - Carta della fattibilità in relazione agli aspetti sismici (scala 1:2.000)

Considerata la situazione litostratigrafica e morfologica dell'area in esame e viste le cartografie riportate nell'allegato 1 e nell'allegato 2 non sono state redatte le cartografie relative alla geomorfologia, alla litotecnica ed alle problematiche idrogeologiche ed idrauliche (Carta litologico-tecnica, Carta geomorfologica, Carta delle aree allagabili e Carta idrogeologica).

In allegato sono riportati alcuni estratti dal Piano Strutturale e dal Regolamento Urbanistico del Comune di Scandicci (allegato 1):

- Tavola n. Fi 5 – Carta idrogeologica (scala 1:10.000)
- Tavola n. Fi 8 – Carta degli ambiti e delle aree allagate (scala 1:10.000)
- Tavola n. Fi 9 - Carta della pericolosità geologica e idraulica (scala 1:10.000)
- Studio idraulico per l'individuazione dei possibili fenomeni alluvionali della piana urbanizzata di Scandicci Tavola 5.1 - Allagamenti dovuti al sistema fognario. Calcolo dei volumi esondati. Scenario 1
- Studio idraulico per l'individuazione dei possibili fenomeni alluvionali della piana urbanizzata di Scandicci Tavola 5.2 - Allagamenti dovuti al sistema fognario. Calcolo dei volumi esondati. Scenario 2

Sono inoltre riportati alcuni estratti del Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico e stralcio Rischio Idraulico (allegato 2):

- Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica, livello di dettaglio (scala 1:10.000)
- Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999)

In allegato 3 sono stati riportati i risultati della campagna geognostica effettuata.

## GEOLOGIA

L'area interessata dalla variante al PEEP si trova all'interno del centro abitato di Badia a Settimo (figure 1 e 2).

La zona è geologicamente caratterizzata dalla presenza dei depositi alluvionali attuali e recenti (figura 3).

### DEPOSITI ALLUVIONALI

L'ampio fondovalle è ricoperto da una fascia di depositi alluvionali recenti e attuali, originati dall'Arno e dai suoi affluenti.

Questi depositi sono costituiti dai sedimenti alluvionali recenti ed attuali (figura 3).

### DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI E ATTUALI

Depositati alluvionali recenti ed attuali originati dall'Arno e dai suoi affluenti. Questi sedimenti interessano l'ampio fondovalle e sono stati originati non prima dell'ultimo periodo glaciale.

Questi sedimenti sono solitamente costituiti da due livelli principali.

Il livello superiore è costituito in prevalenza da limi, limi sabbiosi e sabbie in letti e lenti e con rare lenti a composizione ghiaioso-sabbiosa. Questi sedimenti, che rappresentano i depositi di piana alluvionale inondabile, hanno spessore variabile nell'ordine di alcuni metri.

Il livello inferiore è invece formato prevalentemente da sabbie e ghiaie con rare lenti a composizione limoso argillosa e rappresenta i depositi di barra e di canale dell'alveo dell'Arno.

Questa suddivisione stratigrafica può risultare alquanto variabile a causa delle modalità di sedimentazione dei depositi fluviali.

Localmente, dalle indagini utilizzate, si rileva la presenza del livello superiore fino a profondità variabili tra i 4.0 e i 4.6 m dal piano di campagna. Il livello inferiore si trova da questa profondità fino a profondità di almeno 15 metri dal piano di campagna. La base del livello inferiore non è individuabile (allegato 3).

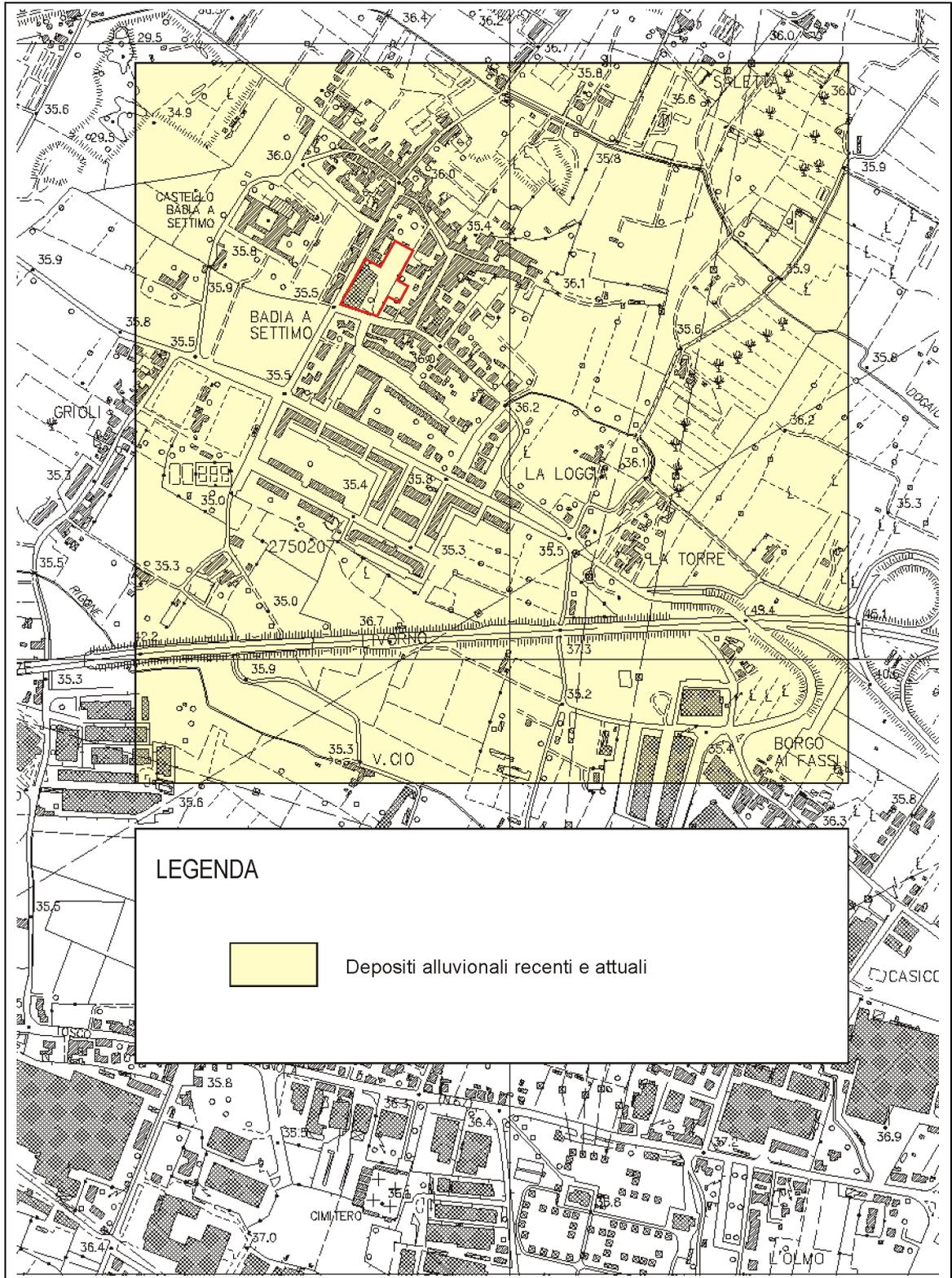


Figura 3 - Carta geologica su estratto della Sezione 275020, in scala 1:10.000, della Carta Tecnica Regionale.

## MORFOLOGIA E STABILITÀ DELL'AREA

L'area interessata dalla variante al PEEP si trova all'interno del centro abitato di Badia a Settimo (figure 1 e 2).

L'area in esame è ubicata all'interno della pianura alluvionale originata dall'Arno e dai suoi affluenti ed è caratterizzata dalla presenza dei depositi alluvionali attuali e recenti (figura 3).

La morfologia dell'area è quella tipicamente pianeggiante, derivante dall'evoluzione della pianura alluvionale, (figure 1 e 2).

Non si rilevano particolari forme del territorio se non quelle legate all'attività antropica.

La zona, caratterizzata dai sedimenti alluvionali attuali e recenti risulta stabile.

## IDROGEOLOGIA

L'area interessata dalla variante al PEEP è posta all'interno di un'area intensamente urbanizzata, pertanto le acque di precipitazione meteorica verranno smaltite dalla rete fognaria.

I terreni alluvionali sono caratterizzati da una permeabilità primaria estremamente variabile sia in senso verticale che orizzontale. Il livello superiore è costituito da sedimenti medio fini scarsamente permeabili (limi e limi sabbiosi e sabbie limose), comportando una limitata infiltrazione delle acque meteoriche, mentre quello inferiore, caratterizzato da una granulometria medio grossolana, costituita da ghiaie e sabbie, è contraddistinto da una permeabilità buona.

La base della falda freatica è rappresentata dal substrato impermeabile dei depositi palustro-lacustri plio-pleistocenici.

Il livello inferiore dei depositi alluvionali costituisce un acquifero importante sede di una falda libera, priva di un'adeguata protezione superficiale.

I materiali medio fini presenti superficialmente, sia per il loro esiguo spessore che per la presenza al loro interno di livelli granulometricamente grossolani, rappresentano una difesa esigua relativamente all'inquinamento superficiale. Inoltre la presenza di numerosi pozzi per approvvigionamento idrico rende estremamente vulnerabile la falda freatica sottostante.

Dalla Carta Idrogeologica di supporto al Piano Strutturale (Allegato 1), in corrispondenza del lotto 14 si rileva una quota del livello piezometrico di poco inferiore ai 31 m s.l.m., corrispondenti a circa 4.5 metri dal piano di campagna.

Dal punto di vista idrogeologico, considerando che la variante al PEEP prevede parcheggi interrati, si dovrà tener conto della presenza della falda e delle sue oscillazioni stagionali che sono generalmente nell'ordine di 1- 2 m. In ogni caso prima della progettazione esecutiva dovrà essere eseguita un'adeguata campagna geognostica finalizzata anche ad un più preciso e puntuale rilievo del livello piezometrico e delle sue oscillazioni stagionali.

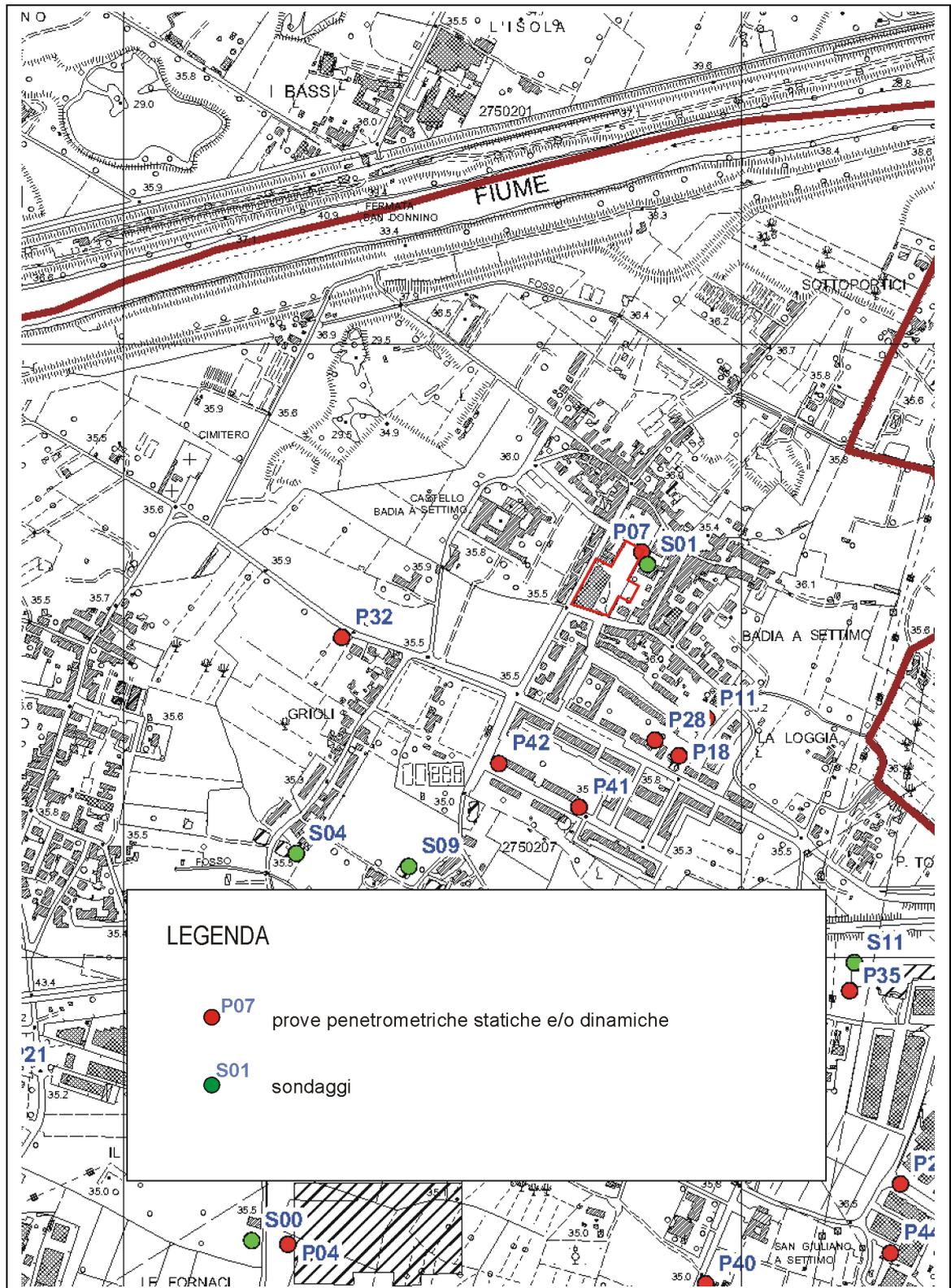


Figura 4 – Ubicazione delle indagini utilizzate su estratto dalla Carta dei dati geologici di base e dei sondaggi del Piano Strutturale, in scala 1:10.000.

## LITOTECNICA

I risultati di una campagna geognostica realizzata sotto la direzione del geologo Nicoletta Mirco nel 1998 nelle vicinanze dell'area in esame (figura 4 e allegato 3) e costituiti da n. 2 sondaggi a carotaggio continuo della profondità rispettivamente di 15.0 e 7.0 metri dal p.c., e da n. 3 prove penetrometriche statiche della profondità rispettivamente di 7.4, 9.6 e 6.6 m dal p.c., le correlazioni effettuate con altri dati, con particolare riferimento alla campagna geognostica realizzata per i lotti 15 e 16 della stessa variante al PEEP in oggetto, hanno permesso di caratterizzare in maniera esauriente ai fini del presente lavoro la litostratigrafia dei terreni presenti, con preliminari indicazioni relativamente ai parametri geotecnici per la definizione dei quali si rimanda comunque alle successive fasi progettuali esecutive.

In corrispondenza del lotto 14 è possibile individuare la presenza di tre orizzonti ben distinti dei quali si riportano le principali caratteristiche litostratigrafiche.

### Orizzonte 1 – suolo e/o riporto

L'area è caratterizzata da spessori di terreni di riporto e/ suolo con spessori medi nell'ordine di 0.5 – 1.0 m.

Si tratta di materiali eterogenei, sia dal punto di vista granulometrico che compositivo, e presentano caratteristiche geotecniche scadenti.

### Orizzonte 2 – Depositi alluvionali recenti – livello superiore

Superficialmente, al di sotto del riporto, sono presenti depositi alluvionali recenti a granulometria medio fine, costituiti da alternanze irregolari di limi argillosi, limi sabbiosi, sabbie limose e sabbie.

Lo spessore è nell'ordine dei 3-4 m, raggiungendo profondità di 4.0 – 4.6 m dal piano di campagna.

Dal punto di vista geotecnico si tratta di terreni a comportamento prevalentemente granulare, scarsamente addensati, suscettibili di densificazione.

Orizzonte 3 – Depositi alluvionali recenti – livello inferiore

Al di sotto dei sedimenti alluvionali medio fini sono presenti depositi alluvionali medio grossolani, fino a profondità di almeno 15.0 m dal p.c..

Questo orizzonte è costituito prevalentemente da ghiaie sabbiose.

In corrispondenza di tale orizzonte nelle prove statiche si ha un brusco aumento dei valori di  $R_p$  che raggiungono sempre il rifiuto strumentale. In quelle dinamiche si ha parallelamente un brusco aumento del numero di colpi N.

Nel complesso si tratta di terreni a comportamento spiccatamente granulare, mediamente addensati.

## RISCHIO IDRAULICO

L'area oggetto della variante al PEEP Badia a Settimo e San Colombano Lotto 14 è posta all'interno della pianura alluvionale dell'Arno in sinistra idraulica del fiume stesso ed in destra idraulica del Fosso Stagno, che in corrispondenza dell'intervento in oggetto risulta tombato.

La **Carta della pericolosità geologica e idraulica** delle indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale (allegato 1) include questa zona in **pericolosità medio alta - classe 3bi**, corrispondente ad *“aree in situazione morfologica sfavorevole che si trovano a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 metri sopra il piede esterno dell'argine o al ciglio di sponda, per le quali si hanno notizie storiche di episodi di esondazione o sommersione in occasione di eventi eccezionali e condizioni di ristagno prolungate”*, secondo quanto previsto dalla normativa pre-vigente rispetto al D.P.G.R. 27 aprile 2007, n. 26/R (D.C.R.T. 94/85, D.C.R.T. 12/2000 ex D.C.R.T. 230/94).

Nella **Carta degli ambiti e delle aree allagate** delle indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale (allegato 1) la zona risulta perimetrata come **area allagata**, ma non come **area soggetta a ristagno**. Dalla stessa cartografia non si rileva localmente il battente durante l'evento alluvionale eccezionale del novembre 1966. Nello studio idrologico – idraulico per il superamento del rischio idraulico nell'area PEEP di Badia Settimo (Geotecnico, 1996) si rileva nella limitrofa via del Botteghino un battente per l'evento del 1966 pari a 1.57 m dal p.c.

Nella **Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica del Piano di Bacino del fiume Arno**, Stralcio "Assetto Idrogeologico" (allegato 2), l'area ricade esclusivamente in **pericolosità idraulica media (P.I.2)**.

Nella **Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999)**, redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno (allegato 2), l'area non risulta perimetrata.

Per la valutazione del rischio idraulico è stata utilizzata la modellizzazione idraulica sul Fiume Arno prodotta dall'Autorità di Bacino dell'Arno. Di seguito si riportano i battenti idraulici forniti dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno per l'area in esame (Tabella 1).

Tempo di ritorno	Battente idraulico
30 anni	-
100 anni	35.73 m s.l.m
200 anni	37.57 m s.l.m
500 anni	40.20 m s.l.m

Tabella 1 - Battenti idraulici

Pertanto per la variante al PEEP, lotto 14, si ha un battente con tempo di ritorno duecentennale pari a **37.57** metri sul livello del mare.

#### INSUFFICIENZA DELLA RETE FOGNARIA

Per quanto riguarda l'insufficienza della rete fognaria si fa riferimento allo **Studio idraulico per l'individuazione dei possibili fenomeni alluvionali della piana urbanizzata di Scandicci** redatto dal Consorzio di Bonifica delle Colline del Chianti nel 2006 (Allegato 1). Tale studio prende in esame il territorio suddividendolo in sottoaree (allegato 1). Il lotto 14 ricade nella sottoarea denominata "Dogaia – Badia a Settimo I" e marginalmente in quella denominata "Dogaia – Badia a Settimo H".

Nella **Tavola 5.1** (allegato 1) relativa agli **Allagamenti dovuti al sistema fognario. Calcolo dei volumi esondati. Scenario 1** ( Tr: 5 anni; durata pioggia 4 ore; Portelle in Arno chiuse) si rilevano valori di  $V/A < 25$  mm, e marginalmente valori  $2.5 < V/A < 10$  mm ( $V/A = \text{Volume/Area}$  corrisponde all'altezza d'acqua media nella sottoarea individuata in allegato).

Nella **Tavola 5.2** (allegato 1) relativa agli **Allagamenti dovuti al sistema fo-**

**gnario. Calcolo dei volumi esondati. Scenario 2** (Tr: 25 anni; durata pioggia 4 ore; Portelle in Arno chiuse) si rilevano valori di  $V/A < 25$  mm, e marginalmente valori  $2.5 < V/A < 10$  mm ( $V/A = \text{Volume/Area}$  corrisponde all'altezza d'acqua media nella sottoarea individuata in allegato).

Nella Relazione idrologico-idraulica dello stesso studio, vengono individuate per le sottoaree interessate il lotto 14 le seguenti quote di sicurezza in metri sul livello del mare comprensive di un franco di 30 cm:

sottoarea	Qs (m s.l.m.)
Dogaia – Badia a Settimo H	36.37
Dogaia – Badia a Settimo I	36.23

Tabella 2 – Quote di sicurezza

In ogni caso la quota di sicurezza dovrà essere maggiore di 25 cm rispetto alla quota locale del piano di campagna.

Tali quote fanno riferimento esclusivamente all'insufficienza della rete fognaria.

## SISMICITÀ E VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI E DI SITO

Il territorio comunale di Scandicci è stato dichiarato sismico con Decreto Ministeriale 19 marzo 1982 e classificato in seconda categoria.

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n. 3274 ha inserito il Comune di Scandicci in zona 2, caratterizzata da valori dell'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresi tra 0.15 e 0.25 g. Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006 n. 3519 e la Deliberazione della Giunta Regionale Toscana n. 431 del 19 giugno 2006 il Comune di Scandicci è stato inserito in zona 3s.

Sulla base del rilevamento geologico e geomorfologico effettuato sul terreno (figura 3) e dalle risultanze delle indagini geognostiche disponibili l'area in esame è perimetrabile come "**Zona 9**": **zona con presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti** (figura 7).

In tale zona si potrebbero manifestare effetti di amplificazione sismica locale, dovuti alle differenze di risposta sismica tra substrato e copertura, a causa di fenomeni di amplificazione stratigrafica.

Dall'indagine di sismica a rifrazione effettuata in corrispondenza del lotto 15, a San Colombano, in un contesto geologico molto simile, si evince che i valori di velocità delle onde di taglio mostrano un incremento costante con la profondità e non si riconoscono variazioni brusche negli stessi. Dalla stessa indagine la velocità media nei primi 30 m di profondità è risultata pari a  $V_{s30} = 430$  m/s.

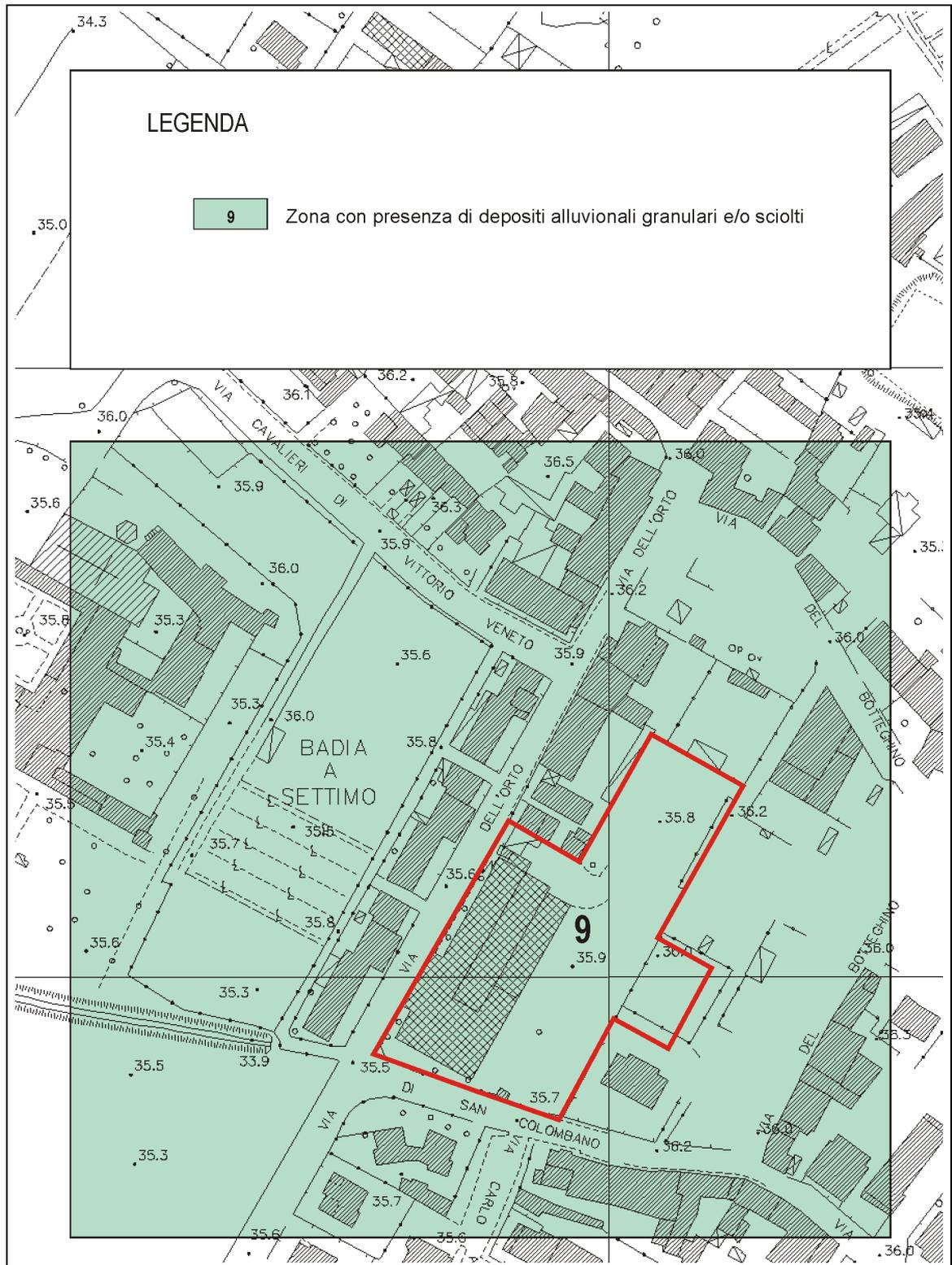


Figura 5 – Carta delle Zone a Maggior Pericolosità Sismica Locale, su estratto dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:2.000.

## PERICOLOSITÀ

Sulla base della cartografia delle indagini geologico-tecniche del Piano Strutturale, di quella prodotta nel presente lavoro, delle osservazioni effettuate durante i sopralluoghi, dai risultati delle indagini disponibili e di quanto considerato in precedenza, si possono attribuire all'area in esame le pericolosità di seguito riportate.

### AREE A PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

La morfologia dell'area è quella tipicamente pianeggiante, derivante dall'evoluzione della pianura alluvionale (figure 1 e 2).

All'area in esame si può attribuire la seguente classe di pericolosità geomorfologica (figura 5):

- Pericolosità geomorfologica bassa (G.2) : aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

### AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA

La Carta della pericolosità geologica e idraulica delle indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale (allegato 1) include questa zona in pericolosità medio alta - classe 3bi.

La stessa area risulta compresa nelle aree a pericolosità idraulica media (P.I.2) nella *Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica, livello di dettaglio* (scala 1:10.000) del Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio Assetto Idrogeologico (allegato 2).

Considerati i battenti idraulici forniti dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno (Tabella 1), all'area oggetto di variante al PEEP si può attribuire (figura 7) una pericolosità idraulica elevata (I.3):

- Pericolosità idraulica elevata (I.3): aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $30 < Tr \leq 200$  anni.

AREE A PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE

Per quanto riguarda la valutazione delle condizioni di pericolosità sismica locale, all'area in esame, caratterizzata dalla presenza di depositi alluvionali, corrispondenti alla simbologia "9" (figura 7) dell'Allegato 1 alle direttive della Deliberazione del Presidente della Giunta Regionale 27 aprile 2007 n. 26/R, si può attribuire (figura 8) una pericolosità sismica locale elevata (S.3): *"... zone con possibili amplificazioni per effetti stratigrafici (zone 9, 10, 11) in comuni a media-elevata sismicità (zone 2 e 3s) ..."*.

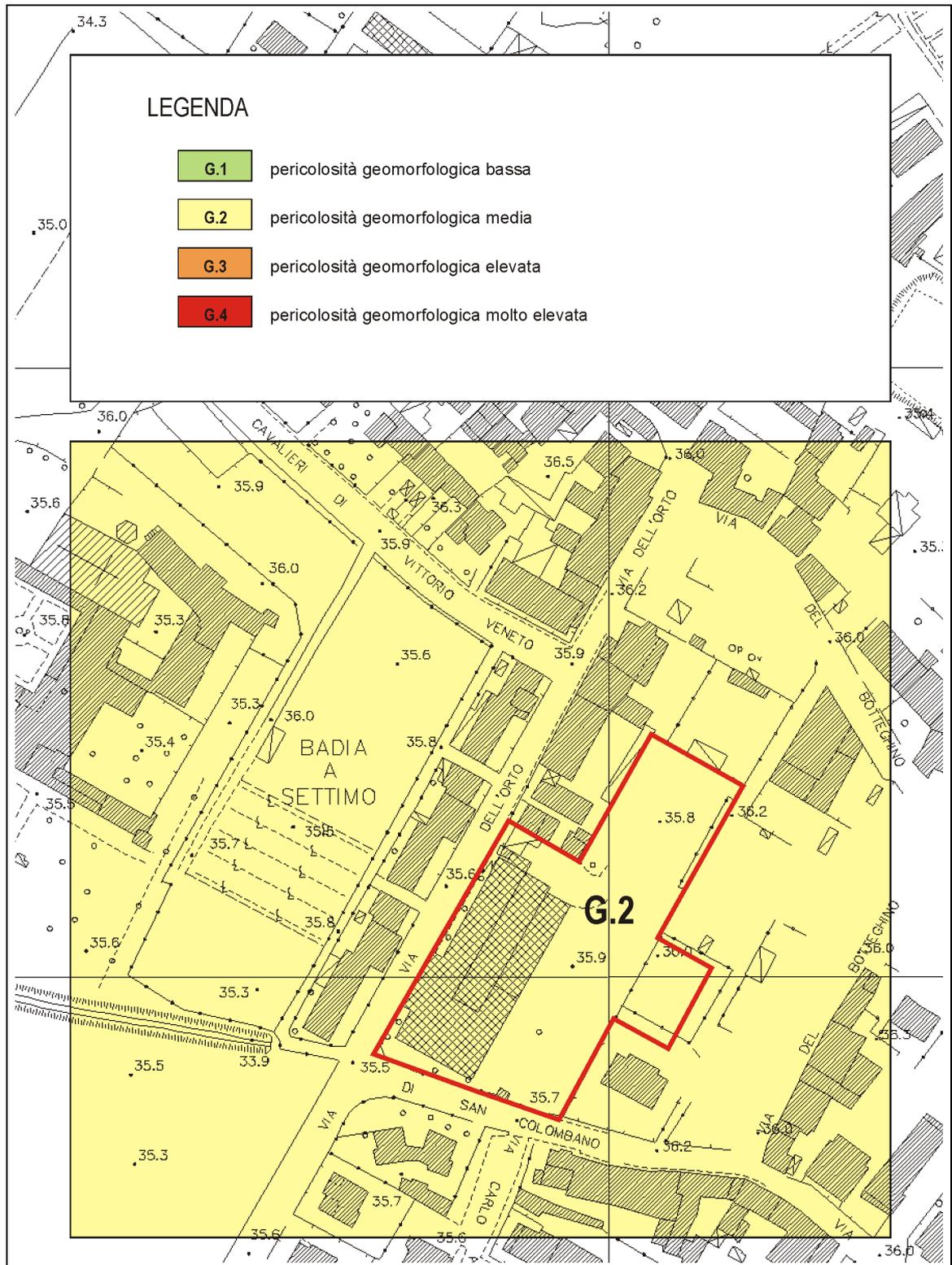


Figura 6 – Carta delle Aree a pericolosità geomorfologica, su estratto dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:2.000.

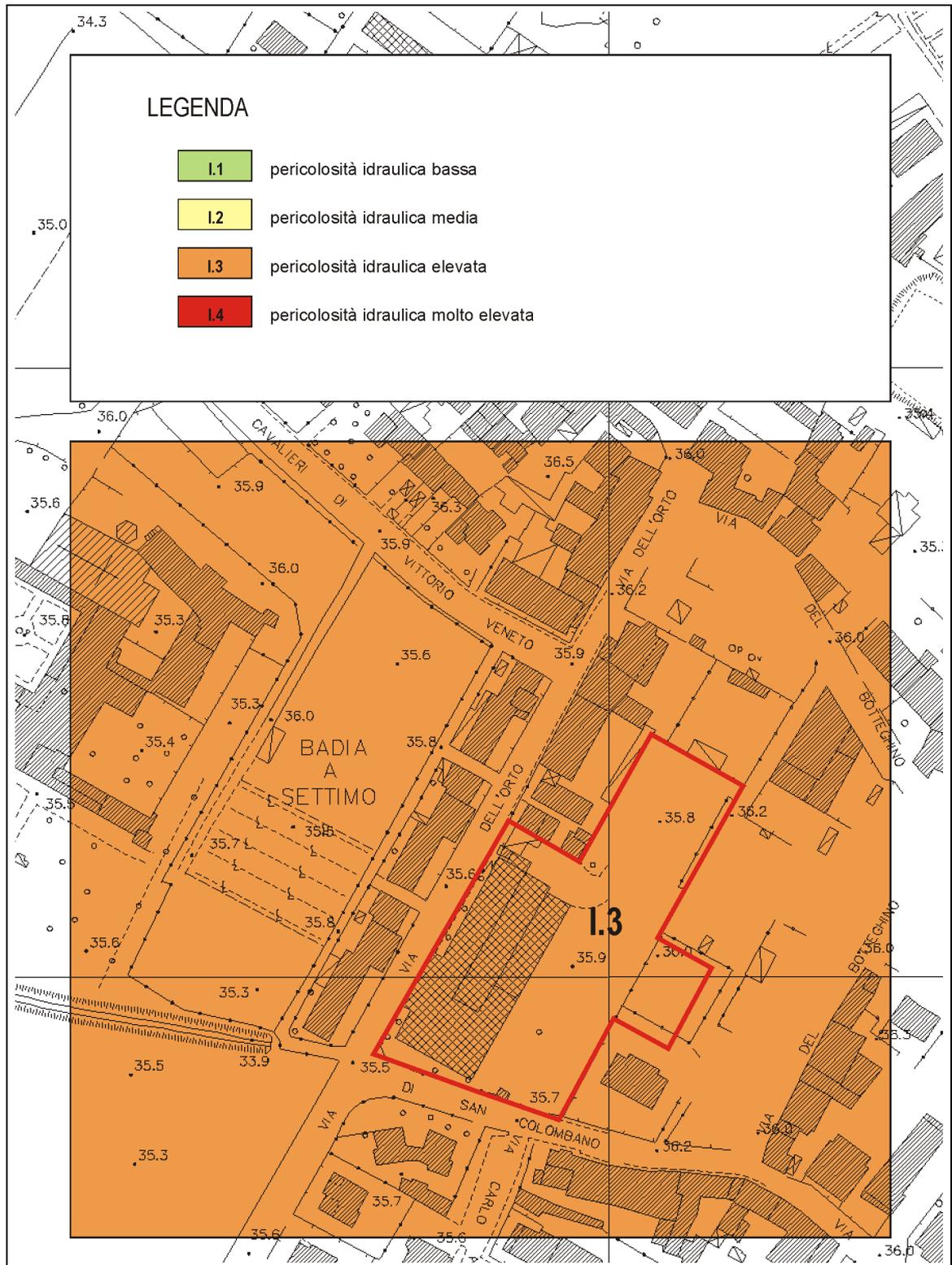


Figura 7 – Carta delle Aree a pericolosità idraulica, su estratto dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:2.000.

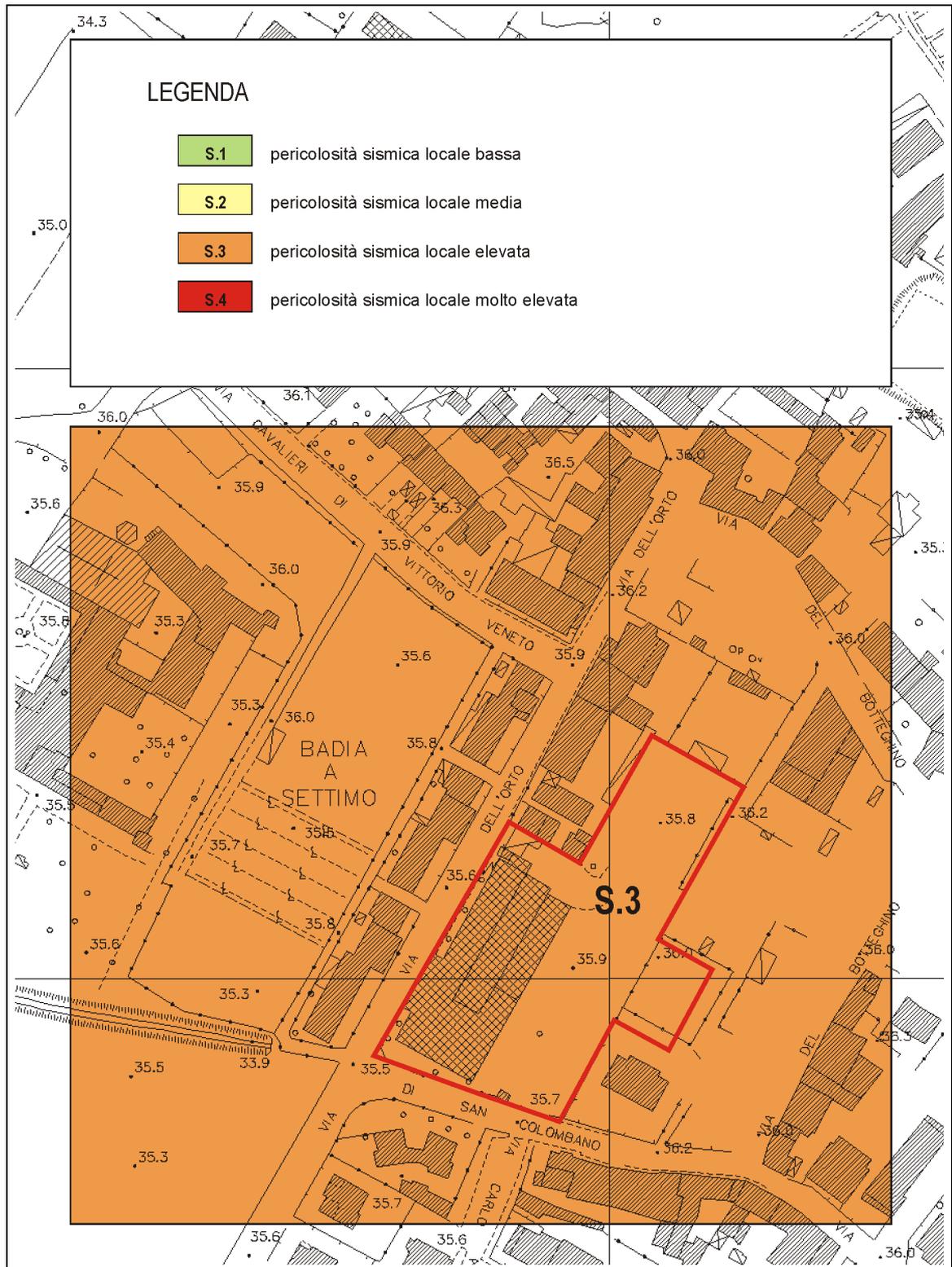


Figura 8 – Carta delle Aree a pericolosità sismica locale, su estratto dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:2.000.

## FATTIBILITÀ

Le presenti indagini geologico-tecniche sono di supporto alla Variante al PEEP del Comune di Scandicci – comparto edificatorio Badia a Settimo/San Colombano, Area di trasformazione TR08a\*.

La variante interessa tre lotti all'interno dell'area di trasformazie TR08a\*, situati uno in adiacenza al nucleo edificato di Badia a Settimo (lotto 14) e gli altri due a quello di San Colombano (lotto 15 e lotto 16).

La presente relazione prende in esame il lotto 14 situato a Badia a Settimo.

In particolare la variante consiste in un ridimensionamento delle volumetrie precedentemente assegnate ed un trasferimento delle stesse nel lotto 16, nella parziale modifica delle relative aree a standard e nella ridefinizione in sublotti dello stesso lotto 14.

Per indicazioni più specifiche relativamente alla variante al PEEP e per quanto necessario e non presente nella relazione si rimanda agli elaborati progettuali, alla Relazione Tecnica e alle Norme Tecniche di Attuazione.

Da quanto emerso nel presente studio, dall'analisi della cartografia prodotta e di quella di supporto al Piano Strutturale, e delle caratteristiche della variante al PEEP, si ritiene di attribuire all'intervento in esame le fattibilità di seguito riportate.

### FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOMORFOLOGICI

Considerate la pericolosità geomorfologica attribuita (figura 5) e la destinazione prevista, si può attribuire la seguente classe di fattibilità geomorfologica:

- fattibilità con normali vincoli - F2 (figura 9). *Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.*

### FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI IDRAULICI

All'area in esame, caratterizzata da una pericolosità idraulica elevata (I.3), si può attribuire una fattibilità limitata – F4 (figura 10). *Si riferisce alle previsioni urbanistiche*

*ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi base utili per la predisposizione della relativa progettazione.*

In particolare la messa in sicurezza è connessa al superamento delle condizioni di rischio idraulico riferibili al battente con tempo di ritorno duecentennale, pari a 37.57 metri sul livello del mare.

Trattandosi di interventi di nuova edificazione nel tessuto insediativo esistente, ai sensi dell'art 3.2.2 dell'Allegato A del D.P.G.R. 26/R-2007, *la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può essere conseguita anche tramite sistemi di autosicurezza, nel rispetto delle seguenti condizioni:*

- *dimostrazione dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone e i beni*
- *dimostrazione che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree.*

Il superamento delle condizioni di rischio idraulico sarà attuato mediante la realizzazione di interventi di autosicurezza. In particolare le quote dei piani di calpestio dei locali residenziali e commerciali saranno realizzate in sicurezza idraulica, quindi ad una quota superiore a 37.57 m s.l.m., mentre le aperture (porte di accesso, finestre, ...), compreso l'accesso ai parcheggi interrati, saranno dotate di porte stagne dotate di adeguata tenuta idraulica.

Per quanto riguarda il non aggravio delle condizioni di sicurezza per le aree circostanti, il progetto prevede una superficie lorda di nuova edificazione di circa 2.700 mq, mentre la superficie demolita preesistente è pari a 2093.78 mq; pertanto con l'intervento previsto dalla variante al PEEP si ha un incremento di superficie lorda pari a 606.22 mq. Considerato che localmente la quota del piano di campagna è compresa tra 35.5 e 35.8 m s.l.m., prendendo come riferimento la quota media del p.c. pari a 35.65 m s.l.m., e che quindi il battente medio con tempo di ritorno duecentennale sull'area del lotto 14 è pari a  $37.57 - 35.65 = 1.92$  m, è possibile valutare il volume sottratto all'esondazione in  $V = 606.22 \text{ mq} * 1.92 \text{ m} = 1.163.94 \text{ mc}$ .

I volumi sottratti all'esondazione determinati dall'intervento non compensati all'interno del lotto, potranno essere monetizzati quali contributo privato aggiuntivo al

dimensionamento delle casse di espansione già previste dal Piano di Bacino, Stralcio Rischio Idraulico dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno in località Badia a Settimo/San Colombano.

FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI SISMICI

Per quanto riguarda la valutazione delle condizioni di pericolosità sismica locale, l'area in esame rientra tra quelle in cui sono possibili amplificazioni dovute alla presenza di depositi alluvionali granulari e/o sciolti (figura 8).

L'area di intervento rientra dunque in classe di pericolosità sismica elevata S.3 (figura 8).

Si può pertanto attribuire all'intervento una fattibilità condizionata – F3 (figura 11). *Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.*

Durante la redazione degli studi geologici e geotecnici di supporto alla progettazione esecutiva dovranno essere eseguite adeguate indagini geognostiche, finalizzate ad una più precisa e puntuale caratterizzazione litostratigrafia, sismica e geotecnica dei terreni di fondazione, ai sensi della normativa vigente.

Michele Cecchi

geologo



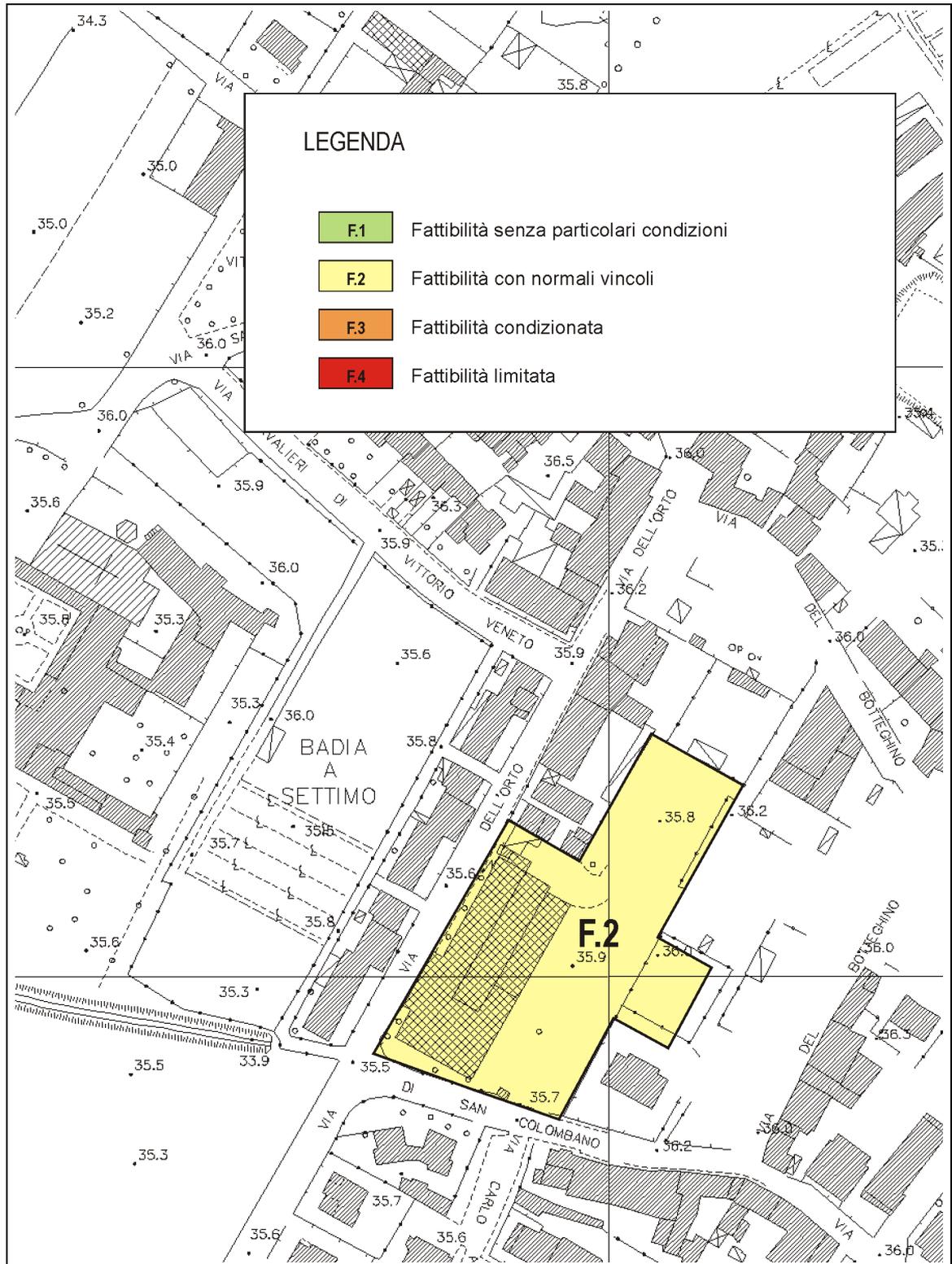


Figura 9 – Carta della fattibilità in relazione agli aspetti geomorfologici, su estratto dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:2.000.

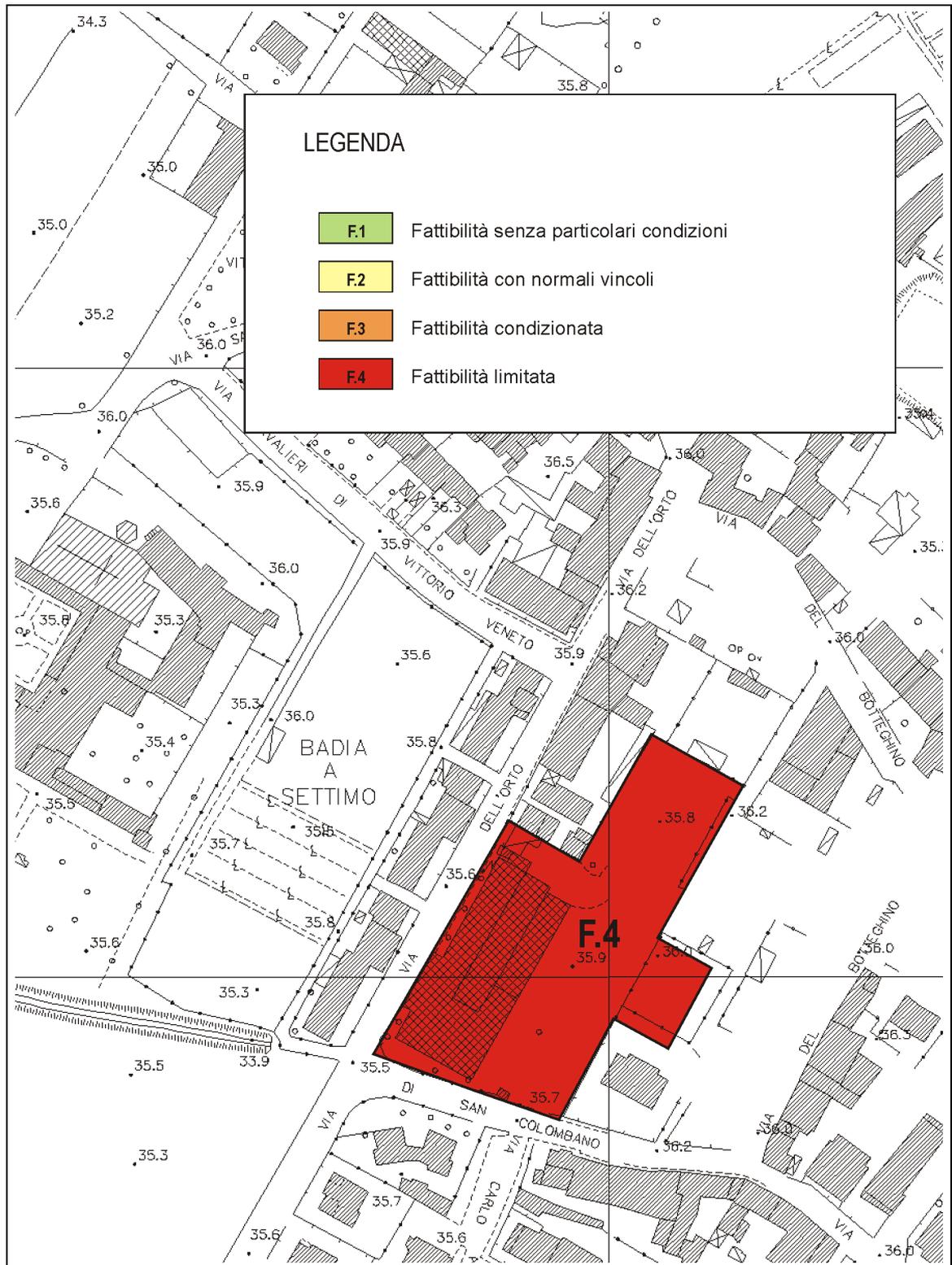


Figura 10 – Carta della fattibilità in relazione agli aspetti idraulici, su estratto dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:2.000.

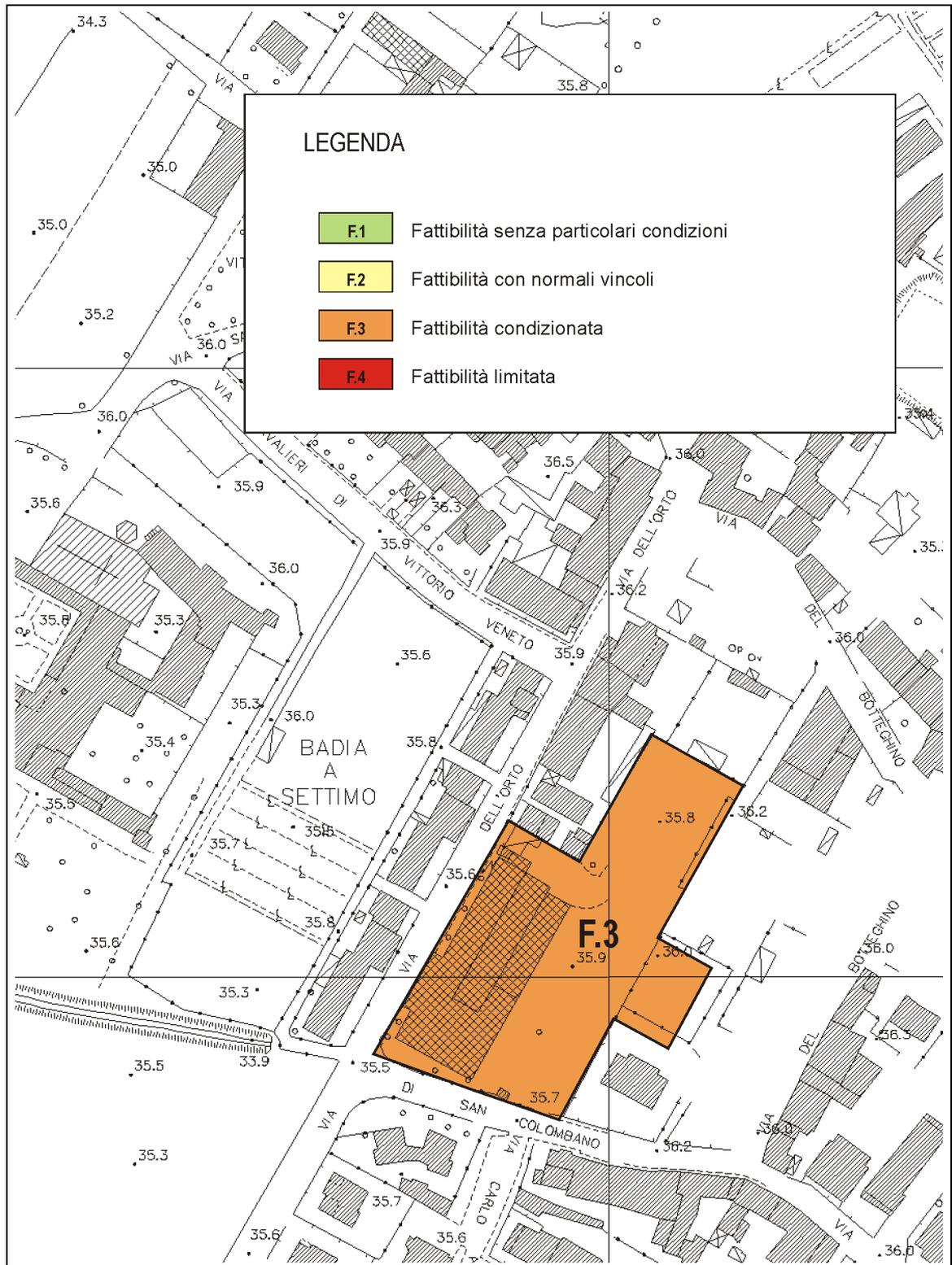


Figura 11 – Carta della fattibilità in relazione agli aspetti sismici, su estratto dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:2.000 del Comune di Rignano sull'Arno.

ALLEGATO 1

COMUNE DI SCANDICCI

ESTRATTI DAL PIANO STRUTTURALE E  
DAL REGOLAMENTO URBANISTICO

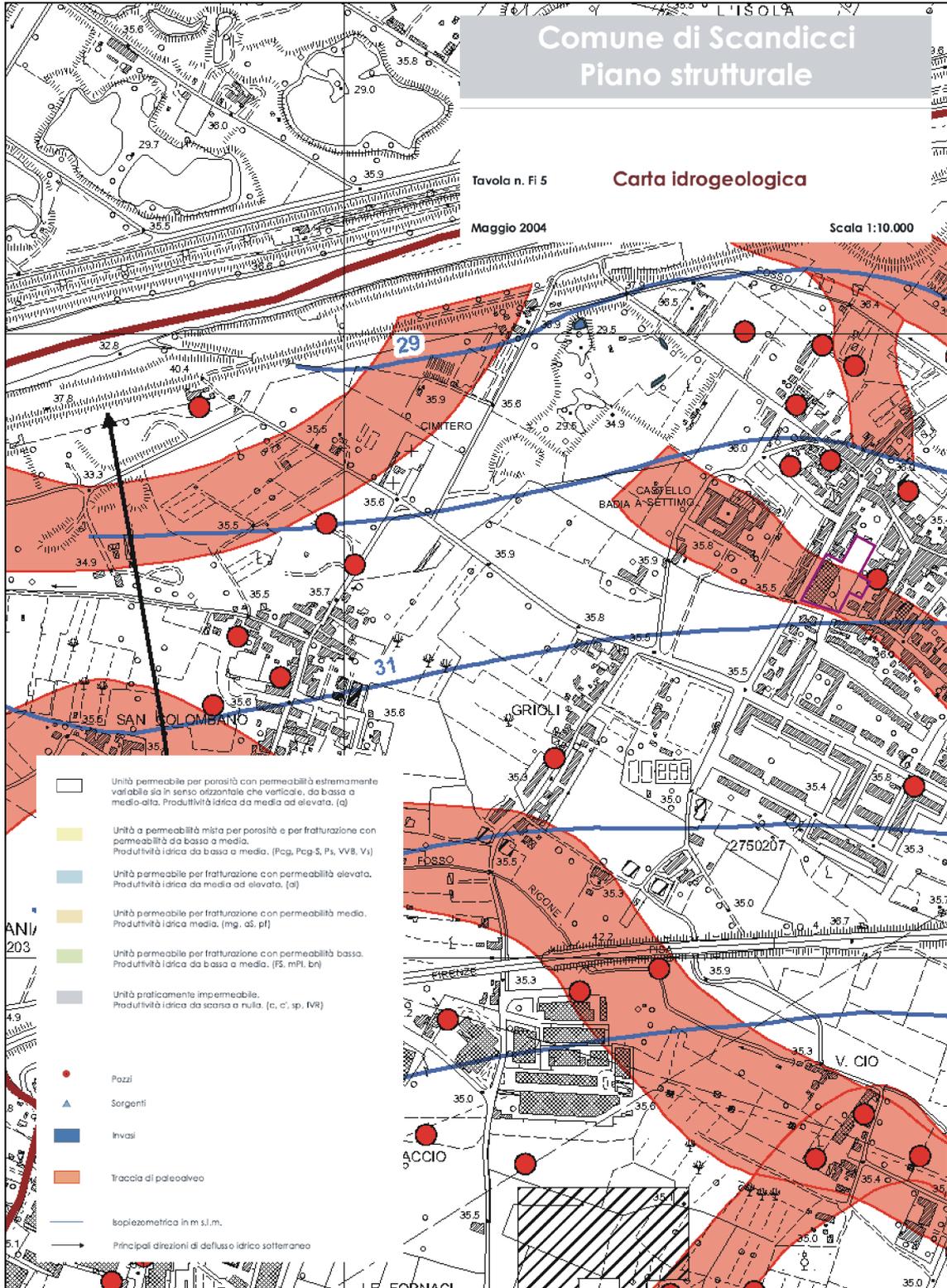
# Comune di Scandicci Piano strutturale

Tavola n. FI 5

## Carta idrogeologica

Maggio 2004

Scala 1:10.000



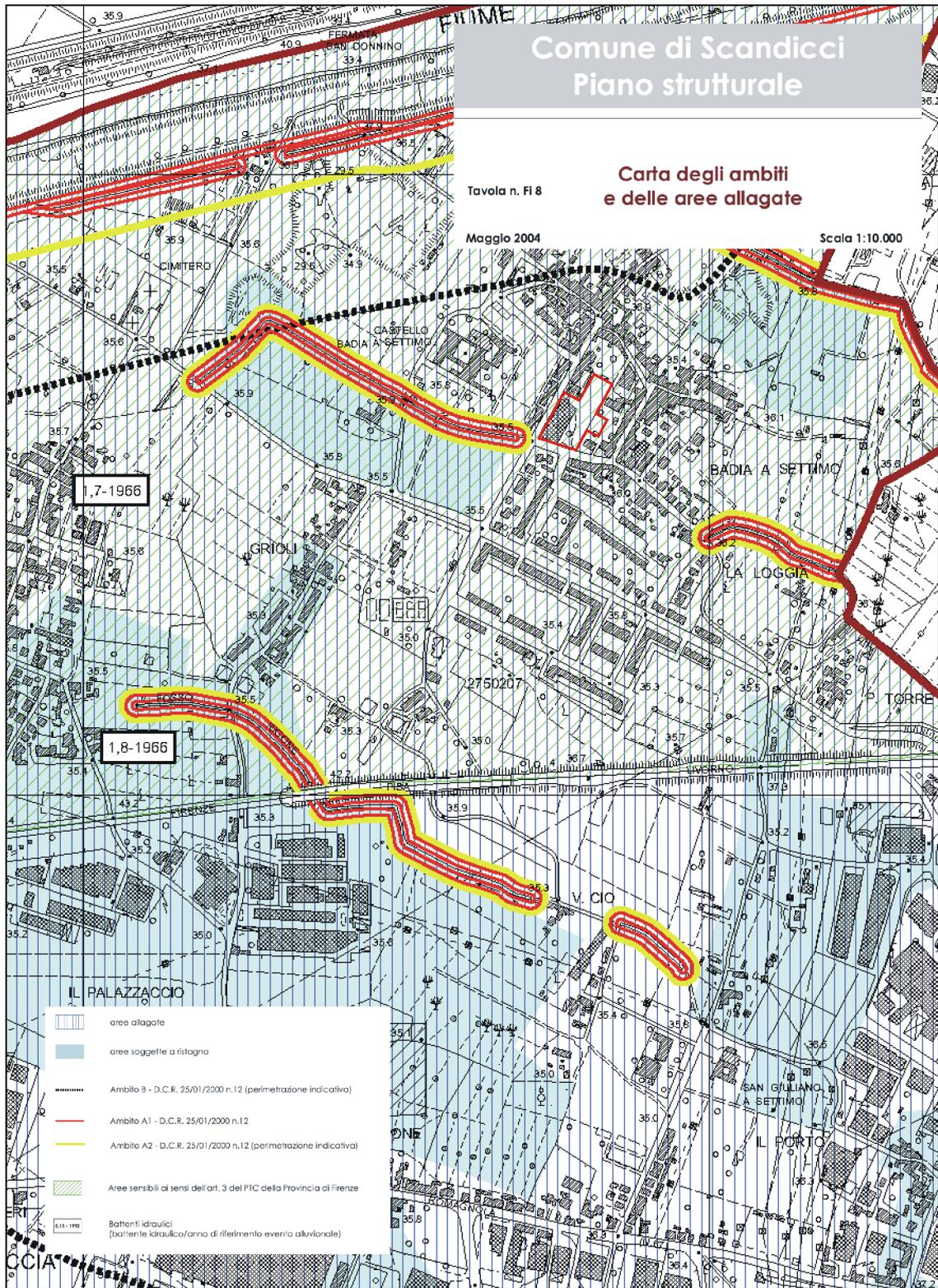
# Comune di Scandicci Piano strutturale

## Carta degli ambiti e delle aree allagate

Tavola n. FI 8

Maggio 2004

Scala 1:10.000



# Comune di Scandicci Piano strutturale

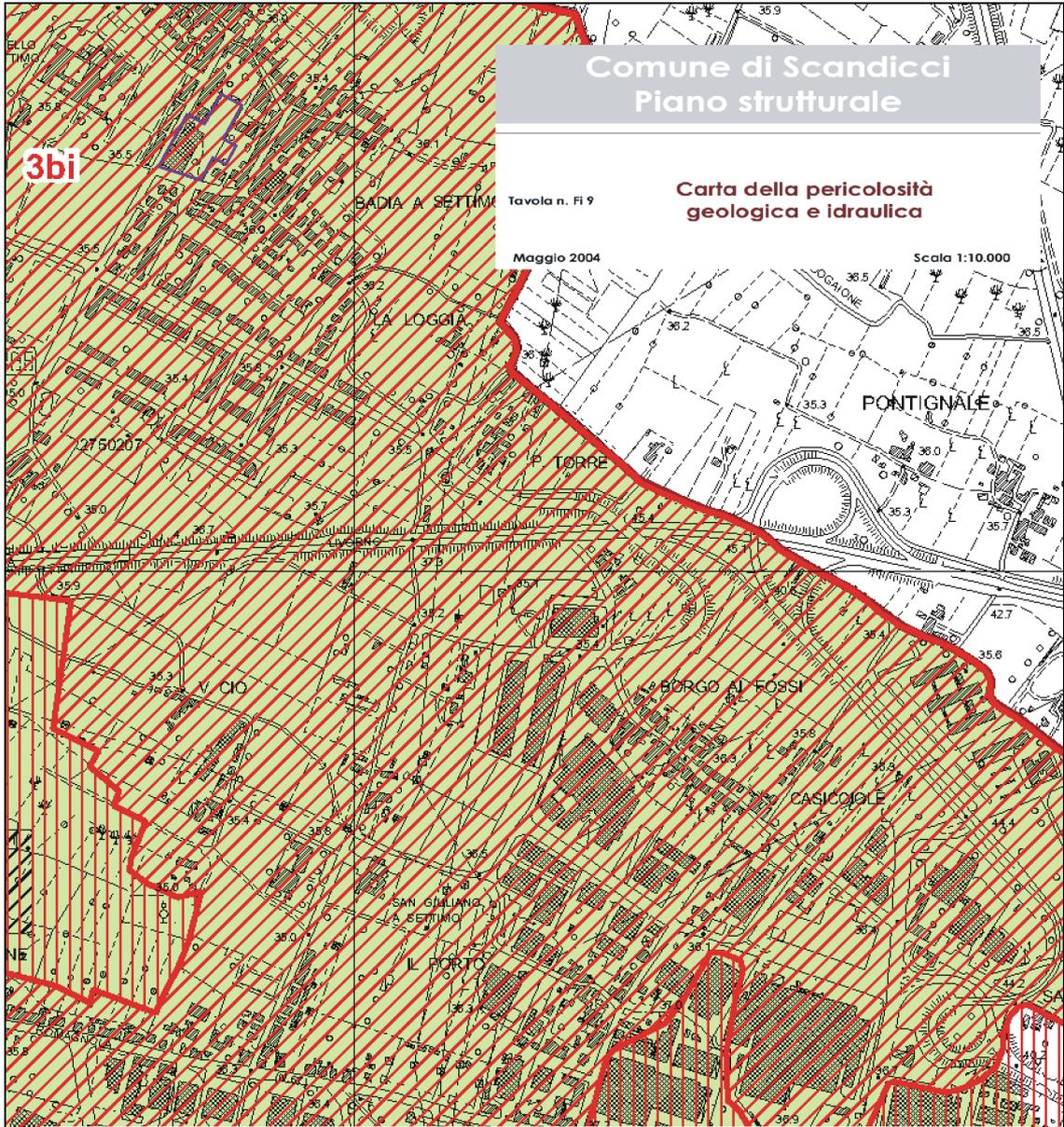
**3bi**

## Carta della pericolosità geologica e idraulica

Tavola n. FI 9

Maggio 2004

Scala 1:10.000



### PERICOLOSITA' GEOLOGICA

#### Classe 2 - Pericolosità bassa

Corrisponde a situazioni geologico-tecniche apparentemente stabili sulle quali però permangono dubbi che potranno essere chiariti a livello di indagine geognostica di supporto alla progettazione edilizia.

Rientrano in questa classe

- versanti con pendenza < 10% su litipi statisticamente poco interessati da fenomeni gravitativi attivi o inattivi
- aree sommitali su litipi competenti poco fratturati e con scarso spessore della coltre di copertura
- superfici di spianamento su litipi competenti o con buone caratteristiche meccaniche
- aree di pianura senza problemi di subsidenza

### PERICOLOSITA' IDRAULICA

#### Classe 3ai - Pericolosità Medio-Bassa

Aree in situazioni morfologiche sfavorevoli, che si trovano a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 metri sopra il piede esterno dell'argine o al ciglio di sponda. Aree in cui non si hanno notizie storiche di episodi di esondazione o sommersione oppure aree coinvolte da eventi di esondazione o sommersione, ma attualmente protette da interventi di difesa idraulica.

#### Classe 3bi - Pericolosità Medio-Alta

Aree in situazione morfologica sfavorevole che si trovano a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 metri sopra il piede esterno dell'argine o al ciglio di sponda, per le quali si hanno notizie storiche di episodi di esondazione o sommersione in occasione di eventi eccezionali e condizioni di ristagno prolungate.

**STUDIO IDRAULICO PER L'INDIVIDUAZIONE DEI POSSIBILI  
FENOMENI ALLUVIONALI DELLA PIANA URBANIZZATA DI  
SCANDICCI**

**TAVOLA 5.1**

**ALLAGAMENTI DOVUTI AL  
SISTEMA FOGNARIO. CALCOLO  
DEI VOLUMI ESONDATI .  
SCENARIO N. 1**

Scala 1:5'000



Progettista, responsabile del procedimento  
per la formazione del P.S. e del R.U. e  
coordinatore dell'ufficio di piano  
il dirigente del settore edilizia e urbanistica  
Lorenzo Paoli

**AREA TECNICA**

Via Verdi, 16 - 50122 FIRENZE

tel: 055-240269 - fax: 055-241458

[area.tecnica@cbcc.it](mailto:area.tecnica@cbcc.it)



Firenze, febbraio 2006

**LEGENDA**

-  **Aree non oggetto di studio**
-   **$V/A < 25 \text{ mm}$**
-   **$25 \text{ mm} < V/A < 100 \text{ mm}$**
-   **$100 \text{ mm} < V/A < 250 \text{ mm}$**
-   **$250 \text{ mm} < V/A < 500 \text{ mm}$**
-  **Limite comunale**

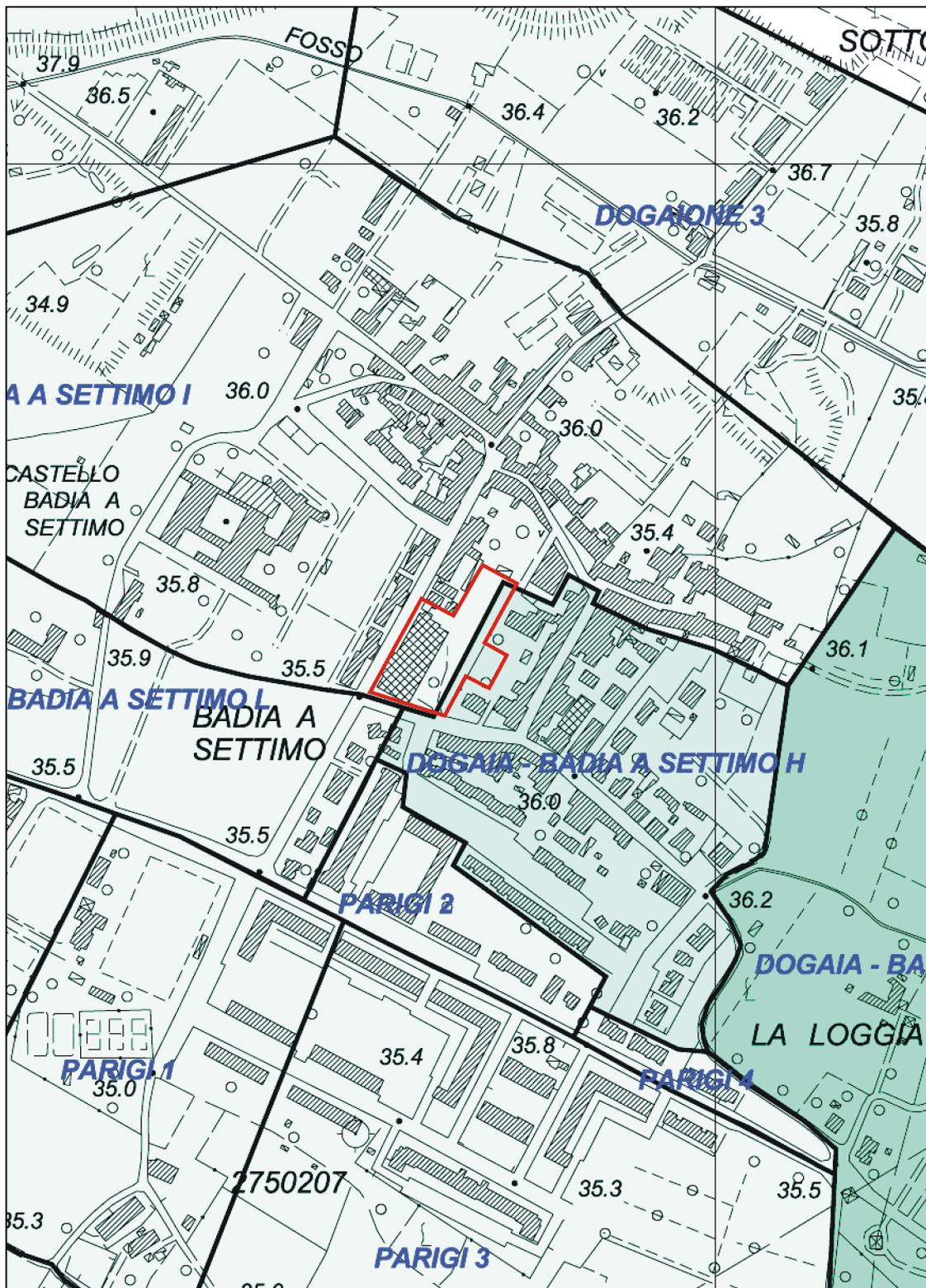
**SCENARIO N. 1**

**Tempo di ritorno: 5 anni**

**Distribuzione di pioggia : Alternating blocks**

**Durata di pioggia: 4 ore**

**Portelle in Arno: chiuse**



**STUDIO IDRAULICO PER L'INDIVIDUAZIONE DEI POSSIBILI  
FENOMENI ALLUVIONALI DELLA PIANA URBANIZZATA DI  
SCANDICCI**

**TAVOLA 5.2**

**ALLAGAMENTI DOVUTI AL  
SISTEMA FOGNARIO. CALCOLO  
DEI VOLUMI ESONDATI  
SCENARIO N. 2**

Scala 1:5'000



Progettista, responsabile del procedimento  
per la formazione del P.S. e del R.U. e  
coordinatore dell'ufficio di piano  
il dirigente del settore edilizia e urbanistica  
Lorenzo Paoli

**AREA TECNICA**  
Via Verdi, 16 - 50122 FIRENZE  
tel: 055-240269 - fax: 055-241458  
[area.technica@ebcc.it](mailto:area.technica@ebcc.it)



Firenze, febbraio 2005

**LEGENDA**

-  **Aree non oggetto di studio**
-   **$V/A < 25 \text{ mm}$**
-   **$25 \text{ mm} < V/A < 100 \text{ mm}$**
-   **$100 \text{ mm} < V/A < 250 \text{ mm}$**
-   **$250 \text{ mm} < V/A < 500 \text{ mm}$**
-  **Limite comunale**

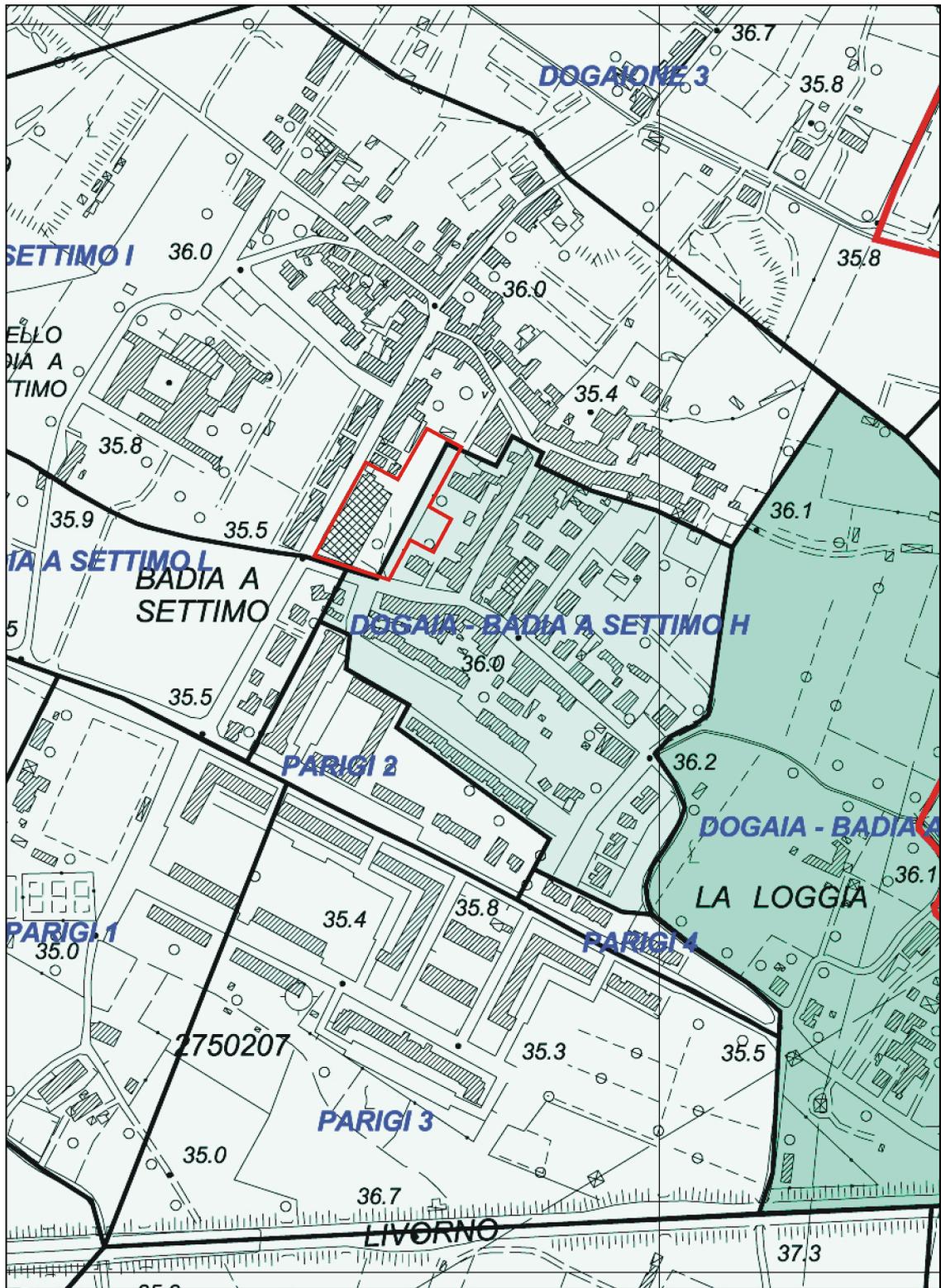
**SCENARIO N. 2**

**Tempo di ritorno: 25 anni**

**Distribuzione di pioggia : Alternating blocks**

**Durata di pioggia: 4 ore**

**Portelle in Arno: chiuse**



ALLEGATO 2

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ARNO  
ESTRATTI DAL PIANO DI BACINO



## Autorita' di Bacino Fiume Arno

Piano di bacino del fiume Arno  
(legge 18 maggio 1989, n. 183)

Stralcio: "Aspetto idrogeologico"

(D.L. 11/6/1998 n.180, L. 3/6/1998 n.267, D.L. 13/5/1999 n.132, L. 13/7/1993 n.226, D.L. 12/10/2000 n.279, L. 11/12/2000 n.365)

### Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica livello di dettaglio

Scala 1:10.000

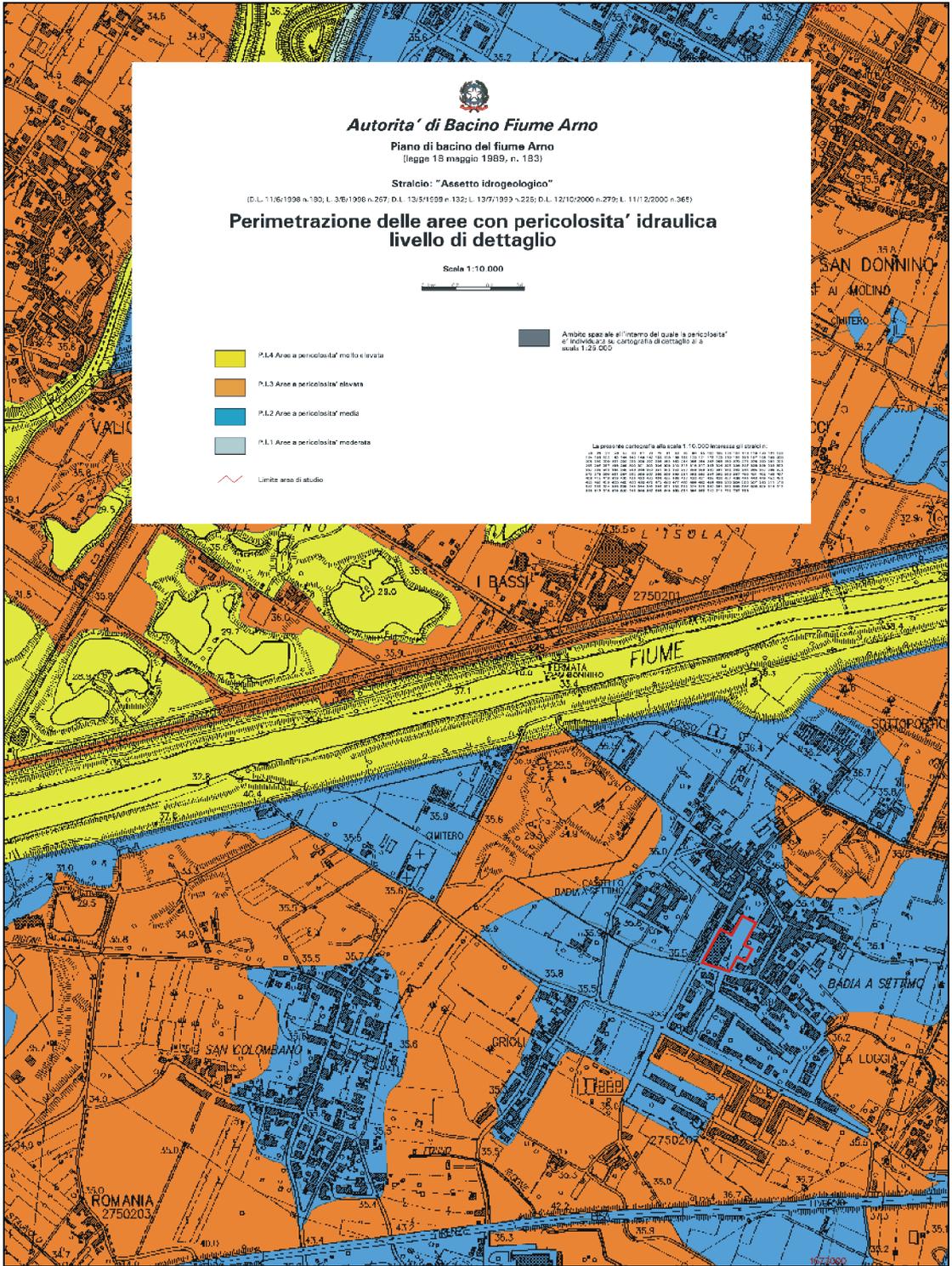


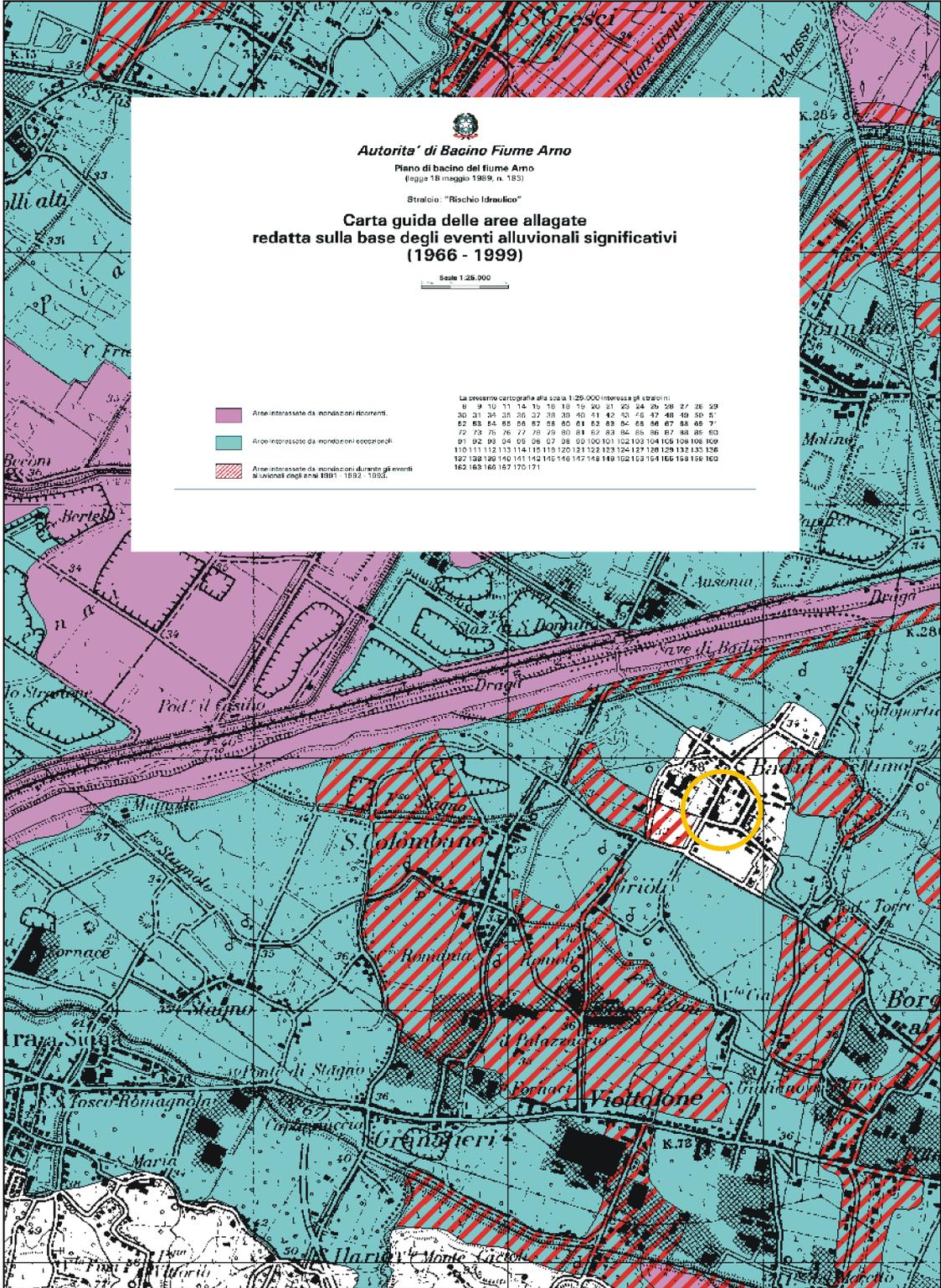
-  P.L.4 Aree a pericolosità molto elevata
-  P.L.3 Aree a pericolosità elevata
-  P.L.2 Aree a pericolosità media
-  P.L.1 Aree a pericolosità moderata
-  Limite area di studio

■ Ambito spaziale all'interno del quale la pericolosità è indicata a scala cartografica di dettaglio a scala 1:25.000

Le posizioni cartografiche alla scala 1:10.000 in rosso gli strati n.:

2750201	2750202	2750203	2750204	2750205	2750206	2750207	2750208	2750209	2750210
2750211	2750212	2750213	2750214	2750215	2750216	2750217	2750218	2750219	2750220
2750221	2750222	2750223	2750224	2750225	2750226	2750227	2750228	2750229	2750230
2750231	2750232	2750233	2750234	2750235	2750236	2750237	2750238	2750239	2750240
2750241	2750242	2750243	2750244	2750245	2750246	2750247	2750248	2750249	2750250
2750251	2750252	2750253	2750254	2750255	2750256	2750257	2750258	2750259	2750260
2750261	2750262	2750263	2750264	2750265	2750266	2750267	2750268	2750269	2750270
2750271	2750272	2750273	2750274	2750275	2750276	2750277	2750278	2750279	2750280
2750281	2750282	2750283	2750284	2750285	2750286	2750287	2750288	2750289	2750290
2750291	2750292	2750293	2750294	2750295	2750296	2750297	2750298	2750299	2750300





**Autorita' di Bacino Fiume Arno**

Piano di bacino del fiume Arno  
(legge 18 maggio 1989, n. 183)

Stralcio "Rischio Idraulico"

**Carta guida delle aree allagate  
redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi  
(1966 - 1999)**

Scala 1:25.000

- Aree interessate da inondazioni ricorrenti.
- Aree interessate da inondazioni occasionali.
- Aree interessate da inondazioni durante gli eventi alluvionali negli anni 1966 - 1999.

La cartografia alla scala 1:25.000 interessa gli stralci n:

8	9	10	11	14	15	16	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	29
30	31	32	33	35	37	38	39	40	41	42	43	44	45	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123
124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141
142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159
160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171						

ALLEGATO 3  
DATI GEOLOGICI DI BASE

**PROVINCIA DI FIRENZE  
COMUNE DI SCANDICCI**

**PIANO STRUTTURALE AI SENSI DELLA L.R. 5/95  
INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE**

Dott. Geol. Nicoletta Mirco, Dott. Geol. Pietro Accolti Gil

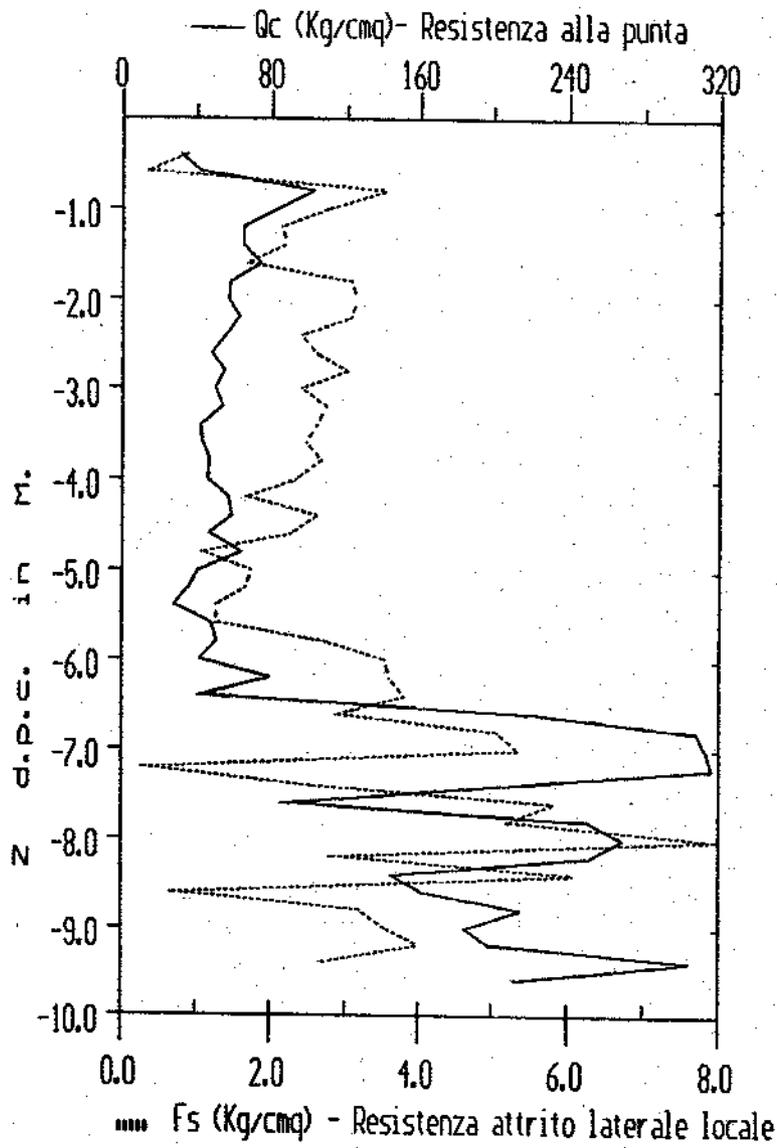
**CARTA DEI DATI DI BASE  
SCHEDE MONOGRAFICHE**

**CODICE RIFERIMENTO**

**S01-P07**

<b>LOCALITA'</b>	<b>SCANDICCI - V. del Botteghino</b>		
<b>PROGETTO</b>	<b>Costruzione villette a schiera</b>		
<b>ELABORATO</b>	<b>Relazione geologico tecnica</b>		
<b>AUTORE</b>	<b>Dr. Geol. Nicoletta Mirco</b>		
<b>DATA</b>	<b>8 Febbraio 1999</b>		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>NUMERO</b>
<b>STRATIGRAFIA DA CAROTAGGIO</b>	<b>x</b>		<b>2</b>
<b>PROVA PENETROMETRICA DINAMICA</b>		<b>x</b>	
<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA</b>	<b>x</b>		<b>3</b>
<b>ANALISI DI LABORATORIO</b>	<b>x</b>		<b>5</b>

PENETROMETRIA CPT



GEA s.n.c. Chiesina Uzzanese (PT)

PENETROMETRIA : 2

DATA : 01/12/1998

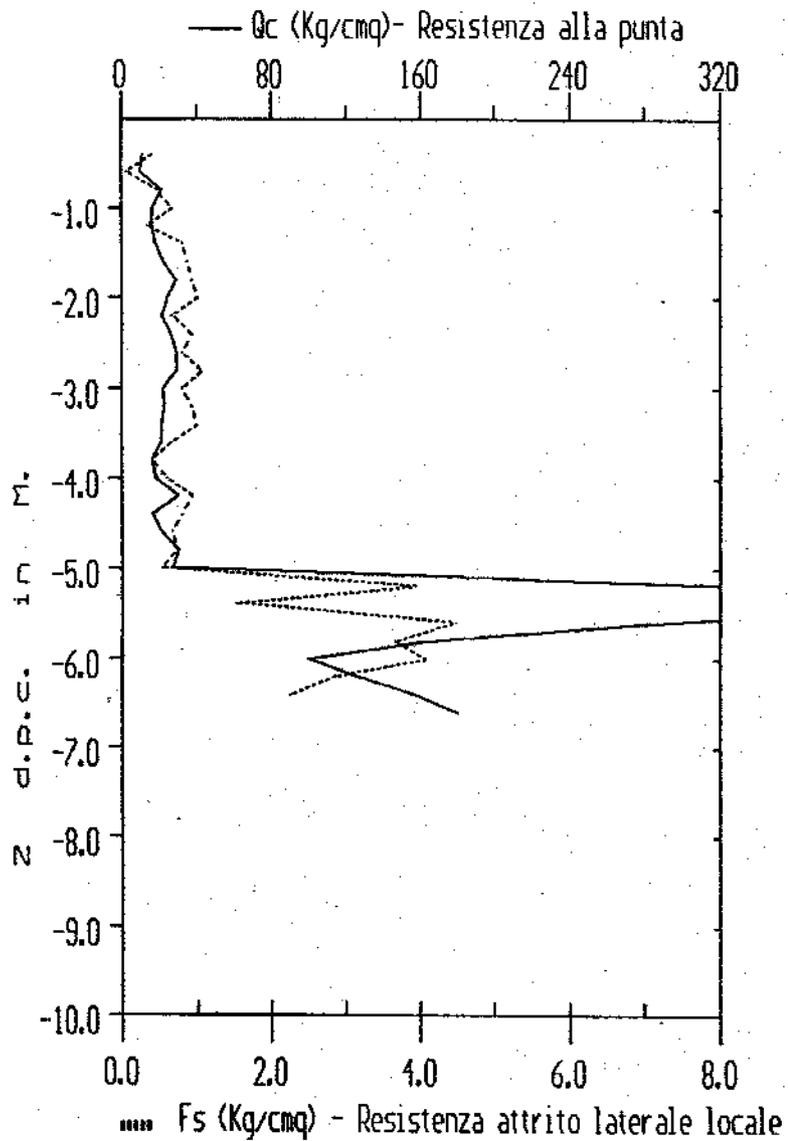
LOCALITA' : Badia a Settimo - Scandicci (FI)

COMITENTE : Dott.ssa Mirco Nicoletta

NOTE :

Software by Dr. Geol. L. Borselli - CNR-IGES (FI)

# PENETROMETRIA CPT



GEA s.n.c. Chiesina Uzzanese (PT)

PENETROMETRIA : 3

DATA : 01/12/1998

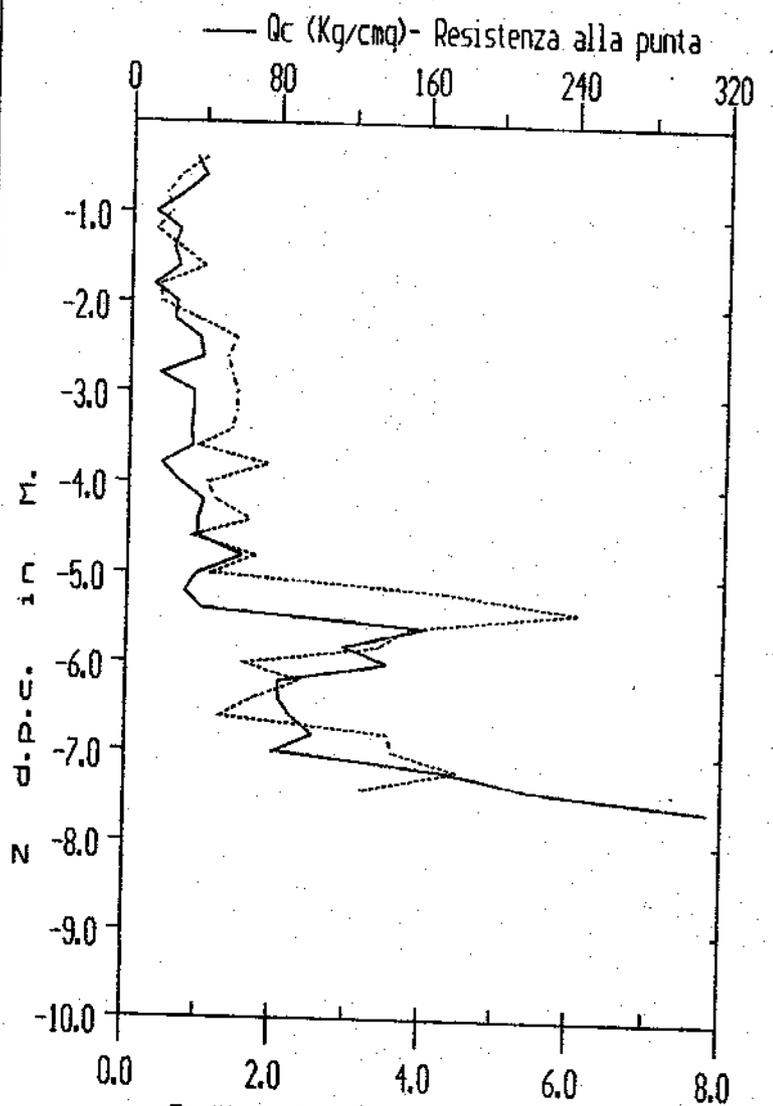
LOCALITA' : Badia a Settimo - Scandicci (FI)

COMMITTENTE : Dott.ssa Mirco Nicoletta

NOTE :

Software by Dr. Geol. L. Borselli - CNR-IGES (FI)

# PENETROMETRIA CPT



.....  $F_s$  (Kg/cm<sup>2</sup>) - Resistenza attrito laterale locale

GEA s.n.c. Chiesina Uzzanese (PT)

PENETROMETRIA : 1

DATA : 01/12/1998

LOCALITA' : Badia a Settimo - Scandicci (FI)

COMMITTENTE : Dott.ssa Mirco Nicoletta

NOTE :

Software by Dr. Geol. L. Borselli - CNR-IGES (FI)

Cantiere: Badia a Settimo	N. sondaggio: 1
Committente: Ing. Berti	Scala sondaggio 1:100
Perforatore: G.E.A.	Geologo: Dr. Nicoletta Mirco
Coord.:	Quota (p.c.): 36
Metodo perf.: rotazione	Data ultimazione: 3/12/98

quote parz. (m)	profondita' (m)	stratigrafia	descrizione	carotaggio (%)				r <sub>qd</sub> (%)	nspt	scala	campioni	pocket penetrometer
				20	40	60	80					
0.8	0.8	XXXXXX	terreno di riporto									
2.7	3.5		Limo argilloso debolmente sabbioso di color grigio scuro fino a 1.1 m poi marrone nocciola. Da mediamente consistente a consistente.						1	1.35		
	4.0		Sabbia con inclusi sporadici ciottoli calcarenitici (d <sub>max</sub> =2 cm), sciolta.						2	S1/C1		
	4.0		ghiaia e ciottoli di natura arenacea e calcarea con sabbia. Presenza di frustoli carboniosi. D <sub>max</sub> dei ciottoli = 8 cm.						3	1.85		
3.0	7.0		Fino a 6.0 m presenza di acqua.						4			
0.6	7.6		ghiaia e ciottoli in matrice argiloso-sabbiosa.						5			
	7.6		ghiaia e ciottoli con sabbia color marrone nocciola.						6			
3.4	11.0		ghiaia e ciottoli con sabbia color grigio-scuro.						7			
	11.0		ghiaia e ciottoli con sabbia color marrone nocciola.						8	16,24,23		
	13.0								9	7.45		
2.0	13.0								10	17,22,27		
	13.0								11	9.45		
2.0	15.0								12			
	15.0								13			
	15.0								14			
	15.0								15			

Cantiere: Badia a Settimo	N. sondaggio: 2
Committente: Ing. Berti	Scala sondaggio 1:100
Perforatore: G.E.A.	Geologo: Dr. Nicoletta Mirco
Coord.:	Quota (p.c.): 36
Metodo perf.: rotazione	Data ultimazione: 5/12/98

quote parz. (m)	profondita' (m)	stratigrafia	descrizione	carotaggio (%)				nspt	scala	campioni	pocket penetrometer
				20	40	60	80				
0.7	0.7	XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX XXXXXXXXXX	terreno di ri- porta								
0.6	1.3		limo argillo- so-sabbioso co- lor nocciola asciutto						1		4
0.7	2.0		sabbia limosa color nocciola. Satura.						2	2	1.5
2.6	4.6		limo argilloso deb. sabbioso color nocciola.						3	S2/C1	2.5
									4	S2/C2	3.5
									4		2.42
2.4	7.0		ghiaia e ciotto- li in matrice limo sabbiosa. I ciottoli sono a- renacei e calca- reo-marnosi con dmax=7/8 cm.					5	5		
								26, 24, 16	6		5.45
									7		

1,35 - 1,85

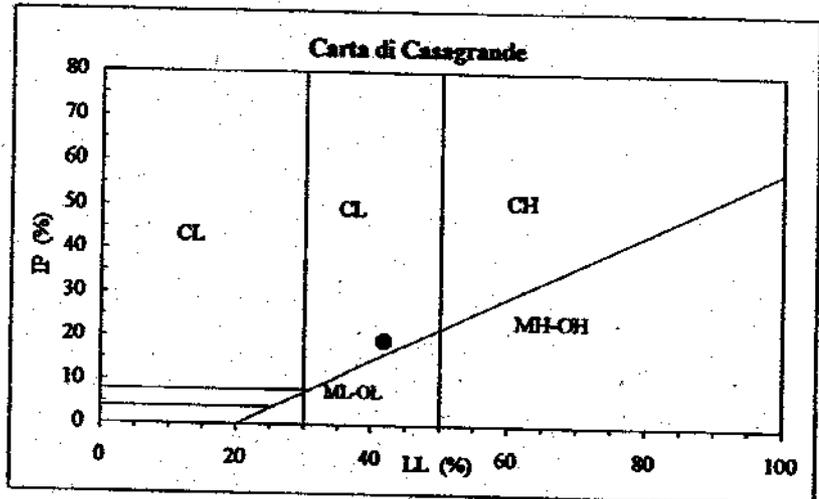
Campione: S1C1 Profondità: 1,5 - 1,9 m

Descrizione: primi 10 cm limo sabbioso con ghiaia marrone. Da 160 a 185 cm limo sabbioso argilloso.  
Gli ultimi 15 cm limo argilloso sabbioso, marrone (su cui sono state eseguite le prove).

LIMITI DI ATTERBERG

Umidità naturale (W<sub>n</sub>) = 26,31%  
Limite di liquidità (LL) = 41,9%  
Limite di plasticità (LP) = 22,8%  
Indice di plasticità (IP) = 19,1%  
Indice di consistenza (I<sub>c</sub>) = 0,82

CL = argille inorganiche di media plasticità



1,35-1,25

Campione: SICI Profondità: 1,5 - 2,0 m

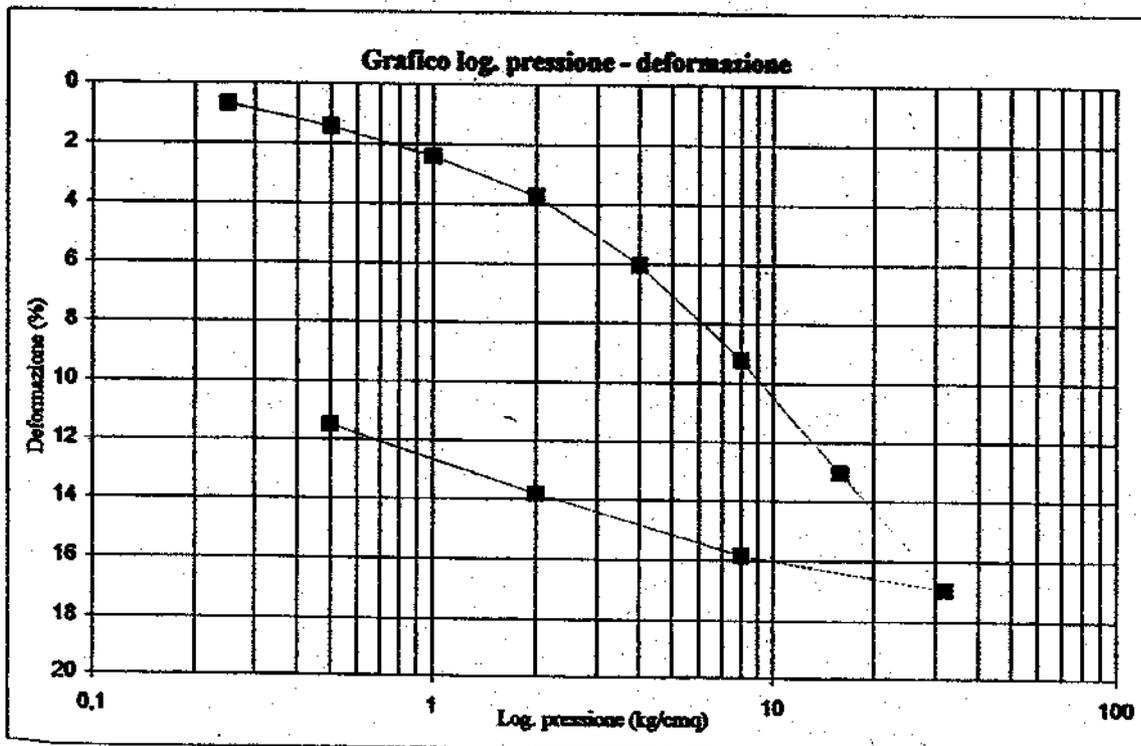
**PROVA EDOMETRICA**

	Iniziale	Finale
Altezza (mm)	19,802	17,527
Volume (cmc)	39,667	35,109
Peso di volume naturale (gr/cmc)	1,97	2,14
Peso di volume secco (gr/cmc)	1,55	1,75
Contenuto d'acqua (%)	27,13	22,01

Pressione (kg/cmq)	Deformazione (%)	Mv (cmq/kg)	Cv (cmq/sec)	K (cm/sec)	
0,25	0,687	--	--	--	--
0,5	1,424	0,02949	6,717	$\times 10^{-3}$	1,981 $\times 10^{-7}$
1	2,419	0,01990	5,436	$\times 10^{-3}$	1,082 $\times 10^{-7}$
2	3,734	0,01316	--	--	--
4	6,052	0,01159	--	--	--
8	9,239	0,00797	--	--	--
16	13,047	0,00476	--	--	--
32	16,953	0,00244	--	--	--
8	15,832	--	--	--	--
2	13,834	--	--	--	--
0,5	11,491	--	--	--	--

In riferimento alla curva log. pressione / deformazione:

- RR (rapporto di ricompressione) : 0,02877
- CR (rapporto di compressione) : 0,12812
- SR (rapporto di rigonfiamento) : 0,03053



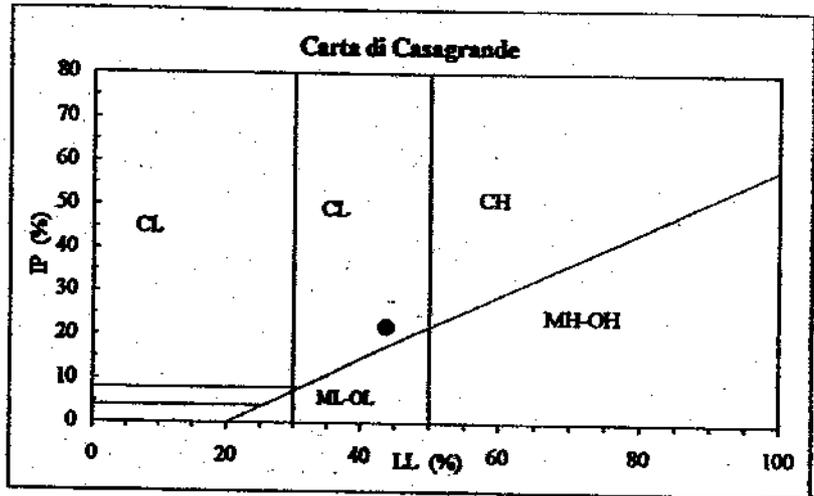
**Campione: S2C1      Profondità: 2,0 - 2,5 m**

Descrizione: limo argilloso sabbioso marrone; nei primi 15 cm più sabbioso

**LIMITI DI ATTERBERG**

Umidità naturale (W<sub>n</sub>) = 21,30%  
Limite di liquidità (LL) = 43,8%  
Limite di plasticità (LP) = 21,9%  
Indice di plasticità (IP) = 21,9%  
Indice di consistenza (I<sub>c</sub>) = 1,03

CL = argille inorganiche di media plasticità



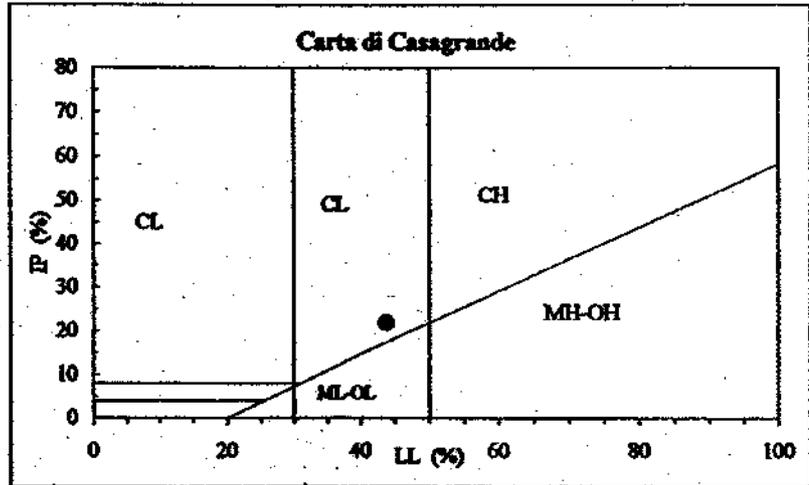
Campione: S2C1 Profondità: 2,0 - 2,5 m

Descrizione: limo argilloso sabbioso marrone; nei primi 15 cm più sabbioso

LIMITI DI ATTERBERG

Umidità naturale (W<sub>n</sub>) = 21,30%  
Limite di liquidità (LL) = 43,8%  
Limite di plasticità (LP) = 21,9%  
Indice di plasticità (IP) = 21,9%  
Indice di consistenza (I<sub>c</sub>) = 1,03

CL = argille inorganiche di media plasticità



Campione: S2C1

Profondità: 2,0 - 2,5 m

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO CONSOLIDATA DRENATA

	Provino 1	Provino 2	Provino 3
Peso di volume naturale iniziale (gr/cm <sup>3</sup> )	1,96	1,93	1,90
Peso di volume naturale finale (gr/cm <sup>3</sup> )	2,12	2,04	1,96
Peso di volume secco iniziale (gr/cm <sup>3</sup> )	1,62	1,59	1,55
Peso di volume secco finale (gr/cm <sup>3</sup> )	1,69	1,63	1,56
Contenuto d'acqua iniziale (%)	21,05	21,70	22,37
Contenuto d'acqua finale (%)	25,56	25,41	25,25
Velocità di deformazione (mm/min.)	0,004	0,004	0,004
Sigma (kg/cm <sup>2</sup> )	0,5	1	1,5
Tau a rottura (kg/cm <sup>2</sup> )	0,344	0,599	0,870

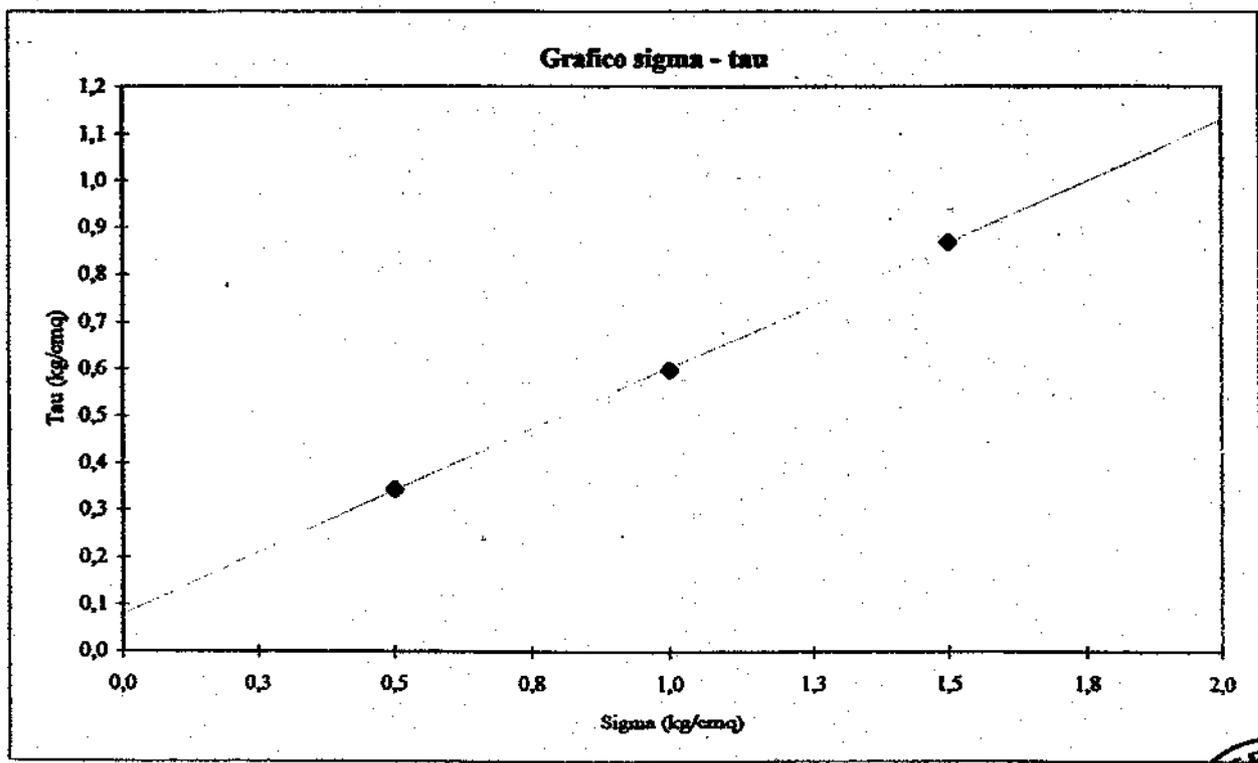
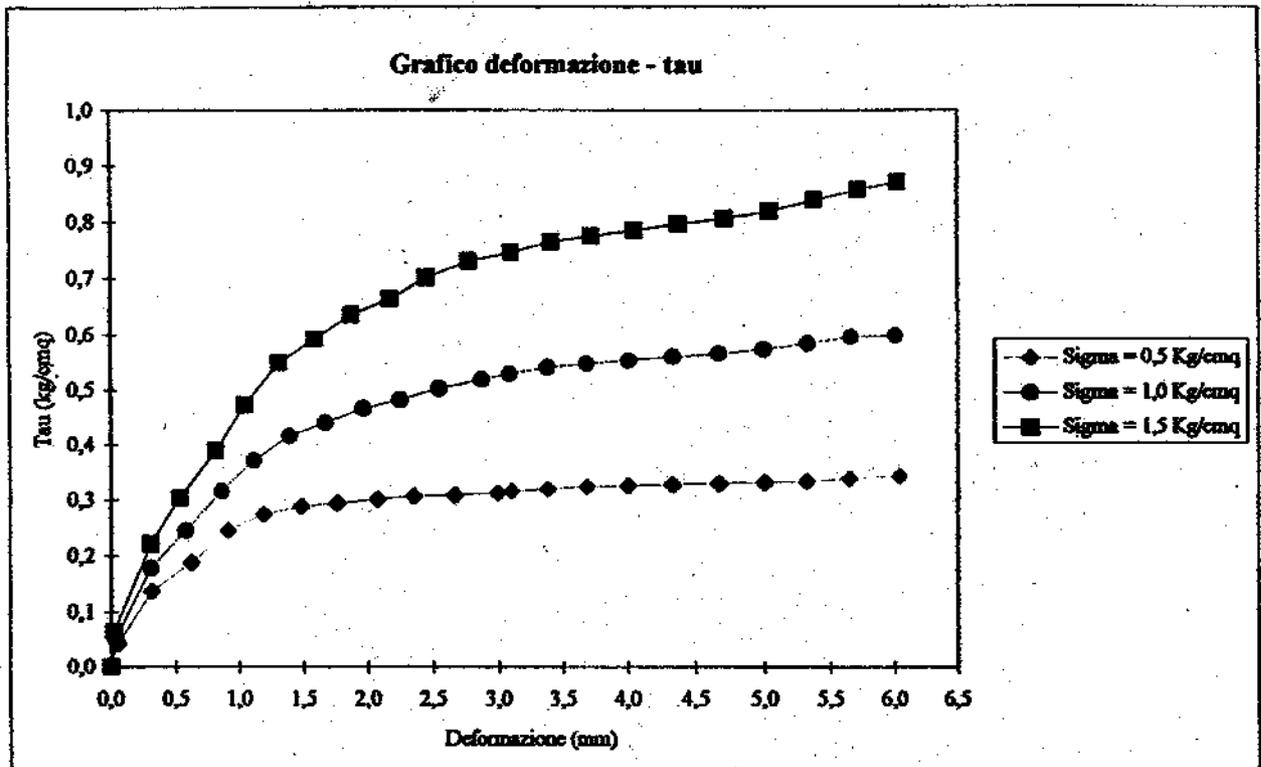
Provino 1		Provino 2		Provino 3	
Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm <sup>2</sup> )	Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm <sup>2</sup> )	Scorrimento (mm)	Tau (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,05	0,042	0,03	0,053	0,02	0,065
0,31	0,138	0,30	0,179	0,30	0,222
0,62	0,188	0,57	0,245	0,53	0,305
0,91	0,246	0,86	0,316	0,81	0,389
1,19	0,274	1,11	0,372	1,04	0,473
1,48	0,288	1,39	0,416	1,31	0,549
1,76	0,295	1,67	0,441	1,59	0,592
2,07	0,301	1,96	0,466	1,87	0,635
2,35	0,307	2,25	0,482	2,17	0,662
2,66	0,309	2,54	0,502	2,45	0,701
2,99	0,313	2,87	0,519	2,77	0,730
3,10	0,316	3,09	0,528	3,10	0,746
3,38	0,320	3,38	0,540	3,41	0,764
3,68	0,324	3,68	0,547	3,72	0,775
4,00	0,326	4,01	0,553	4,05	0,785
4,33	0,328	4,34	0,560	4,38	0,797
4,67	0,330	4,67	0,565	4,71	0,806
5,00	0,332	5,00	0,573	5,04	0,820
5,32	0,334	5,33	0,583	5,38	0,839
5,65	0,339	5,66	0,595	5,72	0,858
6,04	0,344	6,01	0,599	6,03	0,870

$$C = 0,08 \text{ kg/cm}^2$$

$$\varphi = 27,7^\circ$$



Campione: S2C1      Profondità: 2,0 - 2,5 m



Campione: S2C2 Profondità: 3,5 - 4,0 m

Descrizione: limo marrone chiaro - ocra

**LIMITI DI ATTERBERG**

Umidità naturale (W<sub>n</sub>) = 25,59%  
 Limite di liquidità (LL) = 42,9%  
 Limite di plasticità (LP) = 21,5%  
 Indice di plasticità (IP) = 21,5%  
 Indice di consistenza (I<sub>c</sub>) = 0,81

CL = argille inorganiche di media plasticità

