

**Paolo Peirone – Geologo**

## **COMUNE DI VADO LIGURE**

*PROVINCIA DI SAVONA*

### **Committente:**

**Sig. Giancarlo BARBETTA – Presidente di: ASD TENNIS SQUASH VADO**

**INTERVENTI DI PARZIALE RIORDINE E REALIZZAZIONE DI  
NUOVI VOLUMI IN LOCALITA' MURATE – VIA LEOPARDI N°9**

## **RELAZIONI GEOLOGICA, SULLA MODELLAZIONE SISMICA E GEOTECNICA**

**(ex D.M. 14.01.08, L.267/98)**

COMUNE DI VADO LIGURE	
RICEVUTO	
22 GIU 2015	
Prot. n°	12437
Del. <input checked="" type="checkbox"/>	Cl. 10 Fasc.

**Paolo PEIRONE - Geologo**  
**Via Barrili 4/1 - SAVONA**  
**N° 170 O.R.G.d.L.**  
**paolopeirone@libero.it**

**INDICE**

<b>1. PREMESSA E INQUADRAMENTO DELL'AREA</b>	<b>3</b>
<b>2. CARATTERI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI DELL'AREA</b>	<b>4</b>
<b>3 INDAGINE GEOGNOSTICA INDIRETTA ESEGUITA</b>	<b>4</b>
<i>3.1. Prova penetrometrica dinamico-leggera</i>	4
<b>4. STRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEGLI ORIZZONTI DI INTERESSE PROGETTUALE</b>	<b>5</b>
<b>5.SISMICITA'</b>	<b>6</b>
<i>5.1. Zonazione sismica</i>	6
<i>5.2. Azione sismica</i>	6
<b>6.PARAMETRI DI PROGETTO</b>	<b>9</b>
<b>7 PROGETTO ALLO STUDIO</b>	<b>10</b>
<b>8 CONCLUSIONI</b>	<b>11</b>

**ALLEGATI:**

- Cartografia tecnica
- Cartografia di piano di bacino
- Planimetrie generali di stato attuale e di progetto
- Sezioni geologico-tecniche di stato attuale e di progetto
- Elaborati prova penetrometrica

## **1. PREMESSA E INQUADRAMENTO DELL'AREA**

Lo scrivente professionista è stato incaricato dalla Committenza di redigere una relazione geologica e geotecnica in merito alla riorganizzazione degli spazi e realizzazione di nuovi volumi di un centro sportivo sito in località Murate del comune di Vado Ligure, catastalmente censiti con i mappali 480, 509, 517 e 518 del foglio 13 (cfr. estratto di mappa a seguire e in corografia all.).



Tale incarico è stato esaurito in ottemperanza alla normativa vigente (ex D.M 14.01.08, e succ) mediante diretto esame di dettaglio dell'area al fine di accertarne le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche. Inoltre sempre al fine della caratterizzazione e parametrizzazione dei terreni oggetto del progetto, è stata eseguita una prova penetrometrica dinamica leggera, come riportato nei capitoli successivi e in allegato (cfr. all.).

Inoltre nel presente studio si è effettuata una caratterizzazione geologica e idraulica indiretta (ai sensi della L267/98) del sito eseguita seguendo le tecniche di valutazione del Piano di bacino stralcio del del Torrente Quiliano e del Torrente Segno, approvati il 28/10/2002 e succ.

L'area allo studio è così di seguito caratterizzata dal Piano di bacino stralcio del Torrente Quiliano (per quanto riguarda la vincolista delle fasce di inondabilità) e del Torrente Segno (per quanto riguarda le vincolistiche della suscettività al dissesto, del reticolo idrografico e delgi interventi di riassetto idrogeologico):

- Ricade nella fascia a suscettività al dissesto bassa;
- Non ricade in fasce di pericolosità idraulica;
- Non vi sono previsti interventi di riassetto idrogeologico;
- Si trova a una distanza > 40 m dal corso d'acqua demaniale più prossimo.

Di seguito viene esposto quanto emerso dallo studio.

## **2. CARATTERI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI DELL'AREA**

L'area interessata dalla progettazione allo studio, sita in sponda destra del Torrente Quiliano, ricade all'interno dell'estensione della piana alluvionale nella sua porzione terminale, in area intensamente urbanizzata e disposta a un centinaio di metri dalla fascia litoranea.

La quota media assoluta dell'area allo studio, pianeggiante, è di circa 4.5 m s.l.m.

Le unità sedimentarie di riferimento sono i termini alluvionali recenti (olocene?) di origine continentale derivati dalla azione deposizionale dell'asta principale del Torrente Quiliano, il cui antico corso presumibilmente era più prossimo all'area allo studio.

Trattasi di sedimenti continentali depositatisi per azione dei corsi d'acqua provenienti dalle alture circostanti.

Sono eminentemente rappresentati fino a profondità  $>20$  m dal p.c., da termini granulari anche grossolani (sabbie con ghiaie, ciottoli in matrice limosa subordinata) sovrastati da una debole copertura sabbioso-limosa o limosa con sabbia di potenza non  $> 2.0$  m (dovuta a un ambiente deposizionale locale di carattere lagunare con acque basse salmastre)

Da segnalare la presenza di riporti artificiali granulari mediamente consolidati a copertura del terreno naturale e di potenza di circa 1 m (come evidenziato dalla prova penetrometrica).

Idrogeologicamente è presente una abbondante falda, con una soggiacenza di circa 3,5 m da p.c..

## **3 INDAGINE GEOGNOSTICA INDIRECTA ESEGUITA**

Al fine di ottenere informazioni sulle condizioni stratigrafiche e fisico-meccaniche dei materiali presenti nell'area di interesse, nonché sulle potenze degli orizzonti, in funzione degli aspetti progettuali in argomento, è stata realizzata n°1 prova penetrometrica dinamico-leggera (PP1), ubicata come da Planimetria allegata.

### **3.1. Prova penetrometrica dinamico-leggera**

Per l'esecuzione della prova è stato utilizzato un penetrometro dinamico leggero D.L.P.T. (Viggiani et al.), le cui caratteristiche tecniche sono riportate in allegato.

Le risultanze della prova penetrometrica dinamica sono riportate nelle tabelle allegate (diagrammi numero colpi punta). La prova è stata "spinta" fino a  $-5.00$  m da p.c., quindi andando a lumeggiare il volume significativo legato al progetto in argomento.

#### 4. STRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA DEGLI ORIZZONTI DI INTERESSE PROGETTUALE

La prova penetrometrica ha fornito gli elementi stratigrafici presenti fino al volume significativo nell'area di progetto che vengono di seguito descritti:

- Livello 1: di potenza fino a circa 1.00 m di profondità dal p.c., costituito da riporti artificiali consolidati a scheletro granulare prevalente da addensati a molto addensati (NSPT 27);
- Livello 2: sottostante presente per una potenza non < 2.0 m, costituito da coltre alluvionale a matrice fine prevalente di tipo limoso e scheletro granulare sabbioso fine, molto poco addensato (NSPT 2);
- Livello 3 costituito da un orizzonte alluvionale sabbioso medio e ghiaioso con matrice fine di tipo limoso, da poco a mediamente addensato (NSPT 8), presente fino alla profondità di – 4.90 m da p.c..

Per l'interpretazione della prove SPT sono state usate le seguenti correlazioni:

- Densità relativa (%): *Gibbs & Holtz (1957)*
- Coesione non drenata (kg/cm<sup>2</sup>): *Terzaghi (1972)*
- Angolo di attrito  $\phi$ : *De Mello (1971)*

Nella tabella sottostante si riassumono i principali parametri geotecnici ricavati dalla prova SPT

<b>Livello</b>	<b>Peso di Volume (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Densità relativa Dr (%)</b>	<b>Coesione non drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Coesione drenata (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Angolo d'attrito efficace <math>\phi'</math></b>	<b>Modulo Edometrico M (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Cost Winkler K1 (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>LIVELLO 1 [fino a – 1.0 m da p.c.]</b> riporti artificiali consolidati a scheletro granulare prevalente molto addensati (NSPT 27)	20	110	1,0	0,5	27	300	7
<b>LIVELLO 2 [da – 1.1. a – 3.0 m da p.c.]</b> orizzonte a matrice fine prevalente di tipo limoso e scheletro granulare sabbioso fine, molto poco addensato (NSPT 2)	18	25	0,1	0,05	21	45	7
<b>LIVELLO 3 [da – 3.1. a – 4.9 m da p.c.]</b> orizzonte sabbioso medio e ghiaioso con matrice fine di tipo limoso, da poco a mediamente addensato (NSPT 8)	19	60	0.5	0.2	28	75	7

**Tabella 4.1** – Parametri geotecnici degli orizzonti stratigrafici presenti nel volume significativo

## **5.SISMICITA'**

### **5.1. Zonazione sismica**

Il quadro sismotettonico locale ai sensi del D.G.R.1362/2010 ("D.M. 14.01.2008 Norme tecniche per le Costruzioni. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria") individuano per il territorio comunale un medio grado di rischio sismico. In particolare, come si evince dalla citata deliberazione, il Comune di Vado Ligure è inserito in zona sismica 3.

Nella- determinazione delle spettro di risposta elastico l'Eurocodice 8 e la recente normativa nazionale prevedono la valutazione dell'effetto di sito, attraverso l'adozione di un coefficiente  $S$ , detto stratigrafia del suolo di fondazione, attraverso il qual estimare gli effetti di amplificazione del sisma. Nel caso specifico il sottosuolo è di tipo "C".

Inoltre ai sensi della citata normativa nazionale, il sito di costruzione e i terreni in esso presenti dovranno in generale essere esenti da rischi di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto [...]. Per quanto riguarda la normativa europea (Eurocodice 8) la liquefazione può verificarsi in terreni di fondazione composti da strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa e falda al piano campagna.

A tale scopo la granulometria degli orizzonti sciolti di terreno presenti nell'area di progetto, porta a escludere il rischio di fenomeni di liquefazione durante possibili eventi sismici.

### **5.2. Azione sismica**

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione. Quest'ultima viene definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero;
- ordinate dello spettro di risposta;

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento, a partire dai valori dei seguenti parametri sismici:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_r$  periodo di ritorno del sisma;
- $T^*C$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Utilizzando il programma GEOSTRU PS vengono inseriti i seguenti dati:

- coordinate geografiche del sito in esame;
- classe d'uso dell'opera in progetto;
- categoria di sottosuolo;
- categoria topografica.

Si ottengono quindi i coefficienti sismici relativi alle opere in progetto per i diversi stati limite (**SLO** (operatività); **SLD** (danno); **SLV** (vita); **SLC** (collasso)):

**Ss** (amplificazione stratigrafica); **St** (amplificazione stratigrafica); **Cc** (categoria di sottosuolo); **Kh** e **Kv** (orizzontali e verticali).

A seguire vengono forniti i parametri ed i coefficienti sismici propri dell'area di intervento.

**Parametri sismici**

Tipo di elaborazione: Fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,281664  
longitudine: 8,44261  
Classe: 2  
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 17354	Lat: 44,2752	Lon: 8,3921	Distanza: 4087,767
Sito 2	ID: 17355	Lat: 44,2782	Lon: 8,4618	Distanza: 1572,684
Sito 3	ID: 17133	Lat: 44,3281	Lon: 8,4577	Distanza: 5300,333
Sito 4	ID: 17132	Lat: 44,3251	Lon: 8,3880	Distanza: 6499,520

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:	0,019	g
Fo:	2,577	
Tc*:	0,159	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,024	g
Fo:	2,541	
Tc*:	0,187	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,057	g
Fo:	2,611	
Tc*:	0,307	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,073	g
Fo:	2,652	
Tc*:	0,326	[s]

## Paolo Peirone – Geologo

### Coefficienti Sismici

#### SLO:

Ss: 1,500  
Cc: 1,930  
St: 1,000  
Kh: 0,006  
Kv: 0,003  
Amax: 0,274  
Beta: 0,200

#### SLD:

Ss: 1,500  
Cc: 1,830  
St: 1,000  
Kh: 0,007  
Kv: 0,004  
Amax: 0,360  
Beta: 0,200

#### SLV:

Ss: 1,500  
Cc: 1,550  
St: 1,000  
Kh: 0,017  
Kv: 0,009  
Amax: 0,836  
Beta: 0,200

#### SLC:

Ss: 1,500  
Cc: 1,520  
St: 1,000  
Kh: 0,022  
Kv: 0,011  
Amax: 1,068  
Beta: 0,200



## **6.PARAMETRI DI PROGETTO**

Lo schema geotecnico è il seguente:

- *piano di campagna orizzontale alla quota: 0.00 m del riferimento locale*
- *profondità della falda Zw: - 3.50 m da p.c.*
- *terreno di fondazione: livello"1"*
- *volume significativo: non > 5 m da p.c. (livello"3")*

### **Valori medi (Vm)**

Viene qui riportata la Tabella sintetica dei parametri geotecnici desunti dall'indagine geognostica precedentemente realizzata

<b>Livello</b>	<b>Peso di Volume (kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Densità relativa Dr (%)</b>	<b>Coesione non drenata (Kg/cm<sup>q</sup>)</b>	<b>Coesione drenata (Kg/cm<sup>q</sup>)</b>	<b>Angolo d'attrito efficace <math>\phi'</math></b>	<b>Modulo Edometrico M (Kg/cm<sup>q</sup>)</b>	<b>Cost Winkler K1 (Kg/cm<sup>c</sup>)</b>
<b>LIVELLO 1 [fino a – 1.0 m da p.c.]</b> riporti artificiali consolidati a scheletro granulare prevalente molto addensati (NSPT 27)	20	110	1,0	0,5	27	300	7
<b>LIVELLO 2 [da – 1.1. a -3.0 m da p.c.]</b> orizzonte a matrice fine prevalente di tipo limoso e scheletro granulare sabbioso fine, molto poco addensato (NSPT 2)	18	25	0,1	0,05	21	45	7
<b>LIVELLO 3 [da – 3.1. a -4.9 m da p.c.]</b> orizzonte sabbioso medio e ghiaioso con matrice fine di tipo limoso, da poco a mediamente addensato (NSPT 8)	19	60	0.5	0.2	28	75	7

**Tabella 4.1** – Parametri geotecnici degli orizzonti stratigrafici presenti nel volume significativo

A seguire i valori caratteristici e di progetto degli orizzonti stratigrafici considerati riportati in tabella

SCHEMA PARAMETRI GEOTECNICI LIVELLO 1									
	Unità	Metodo	Valore MEDIO	Metodo	Valore CARATTERISTICO	Coeff.Sicurezza		Valori di progetto	
						DA1 (comb.2)	DA2	DA1	DA2
Angolo attrito ( $\phi'$ )	gradi	misure in sito	27	statistica della varianza nota COV 10%	25.7	1.25	1	20.52	25.65
Coesione efficace ( $c'$ )	Mpa	misure in sito	0.5	statistica della varianza nota COV 30%	0	1.25	1	0.34	0.425
	Kg/cm <sup>q</sup>				0.425				
Peso di Volume ( $\gamma$ )	KN/mc	Valori di archivio	2	statistica della varianza nota COV 5%	1.95	1			1.95
	t/mc								

SCHEMA PARAMETRI GEOTECNICI LIVELLO 2									
	Unità	Metodo	Valore MEDIO	Metodo	Valore CARATTERISTICO	Coeff.Sicurezza		Valori di progetto	
						DA1 (comb.2)	DA2	DA1	DA2
Angolo attrito ( $\phi'$ )	gradi	misure in sito	21	statistica della varianza nota COV 10%	20.0	1.25	1	15.96	19.95
Coesione efficace ( $c'$ )	Mpa	misure in sito	0.05	statistica della varianza nota COV 30%	0	1.25	1	0.034	0.0425
	Kg/cm <sup>q</sup>				0.0425				
Peso di Volume ( $\gamma$ )	KN/mc	Valori di archivio	1.8	statistica della varianza nota COV 5%	1.755	1			1.755
	t/mc								

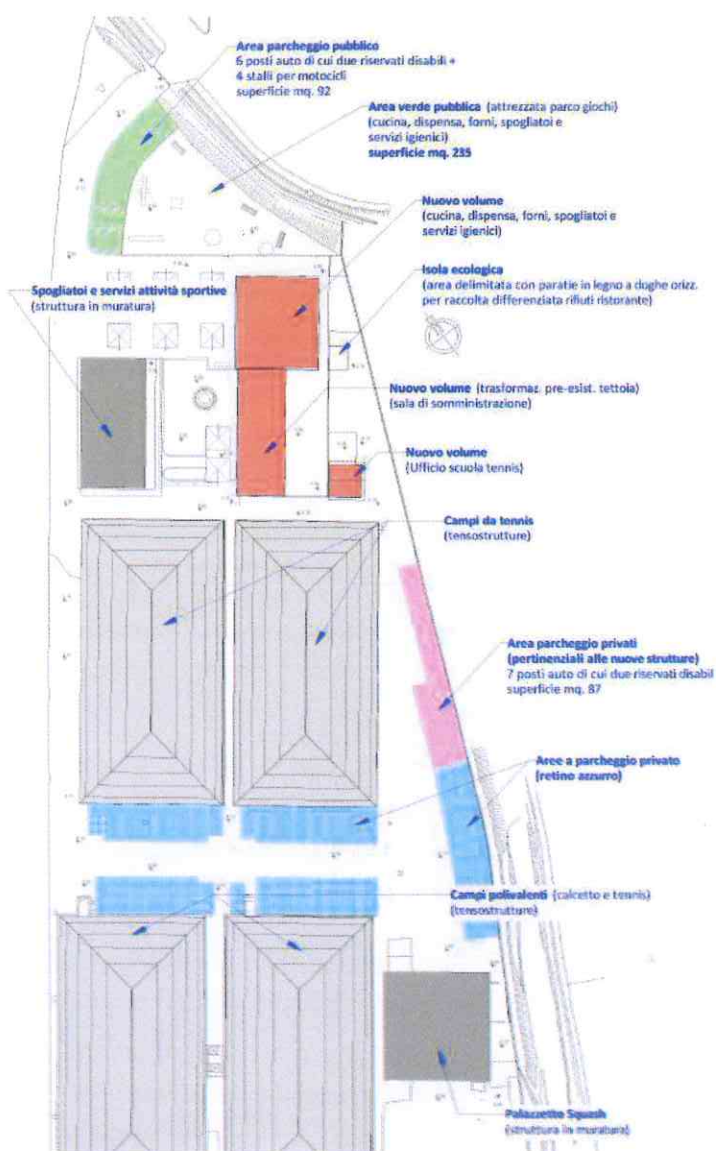
SCHEMA PARAMETRI GEOTECNICI LIVELLO 3									
	Unità	Metodo	Valore MEDIO	Metodo	Valore CARATTERISTICO	Coeff.Sicurezza		Valori di progetto	
						DA1 (comb.2)	DA2	DA1	DA2
Angolo attrito ( $\phi'$ )	gradi	misure in sito	28	statistica della varianza nota COV 10%	26.6	1.25	1	21.28	26.6
Coesione efficace ( $c'$ )	Mpa	misure in sito	0.2	statistica della varianza nota COV 30%	0	1.25	1	0.136	0.17
	Kg/cm <sup>q</sup>				0.17				
Peso di Volume ( $\gamma$ )	KN/mc	Valori di archivio	1.9	statistica della varianza nota COV 5%	1.8525	1			1.8525
	t/mc								

## 7 PROGETTO ALLO STUDIO

Rimandando agli elaborati grafici allegati e alla documentazione progettuale, le opere da realizzare di un qualche impatto geotecnico sono le seguenti, come riportato dalla Relazione Tecnica a firma del Geom. Stefano Lucon, con studio in Quiliano:

" [...] Ristrutturazione degli spazi adibiti a bar e ristorazione, con trasformazione delle attuali strutture in volumi chiusi e realizzazione nuovo volume, in ampliamento dell'esistente tettoia, che ospiterà la cucina, i servizi igienici gli spogliatoi i ripostigli, il tutto a pertinenza dell'attività ristorativa [...];

Risistemazione e rinverdimento dell'area a tergo della tettoia esistente, mediante: realizzazione nuovo volume di dimensioni ridotte, adibito ad ufficio della scuola tennis, perimetrazione mediante steccato in legno di dimensioni contenute, di una superficie da destinarsi ad isola ecologica per raccolta rifiuti [...]



## **8 CONCLUSIONI**

A conclusione del presente incarico, in base alle caratteristiche geologiche e geotecniche dell'area in esame, il professionista scrivente è in grado di formulare le seguenti considerazioni:

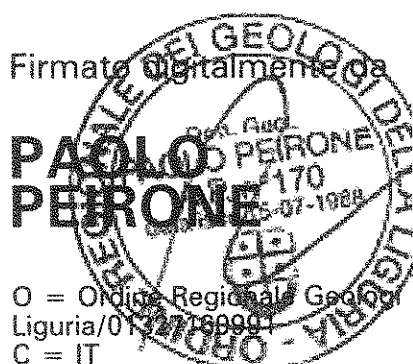
- il sito esaminato appare in condizioni di stabilità e compatibile con la realizzazione del progetto sulla base degli accertamenti effettuati;
- inoltre l'intervento proposto non presenta caratteristiche tali da variare il generale assetto dell'area e le sue condizioni idrogeologiche;
- le indagini effettuate nel presente studio sono compatibili con le norme geologico-tecniche previste dallo strumento urbanistico comunale vigente;
- l'intervento in progetto non è in contrasto con la normativa in vigore dei piani di Bacino;
- il presente studio è propedeutico per le successive e necessarie relazioni d'opera redatte da tecnici abilitati; nel caso specifico non prevedendo movimento terra (se non modestissimi sterri atti ad alloggiare le nuove strutture fondazionali) e nemmeno la realizzazione di nuove opere murarie di contenimento, si dovrà solo produrre una verifica di tipo fondazionale per le nuove opere in progetto

A disposizione per eventuali ulteriori precisazioni, verifiche, valutazioni, ecc.

SAVONA, 15.06.2015

**Paolo PEIRONE – Geologo**

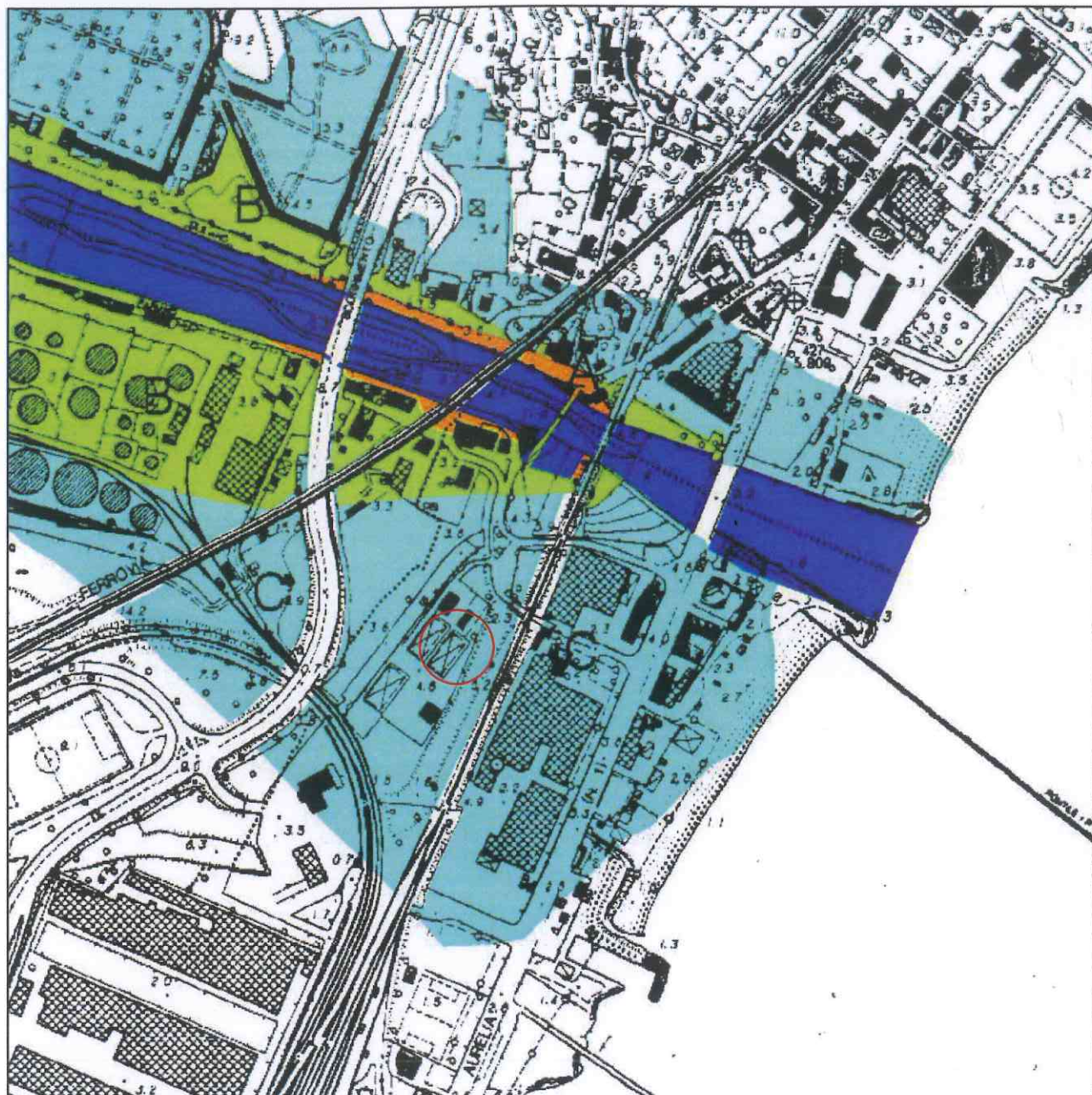
Firmato digitalmente da



O = Ordine Regionale Geologi  
Liguria/0132769991  
C = IT

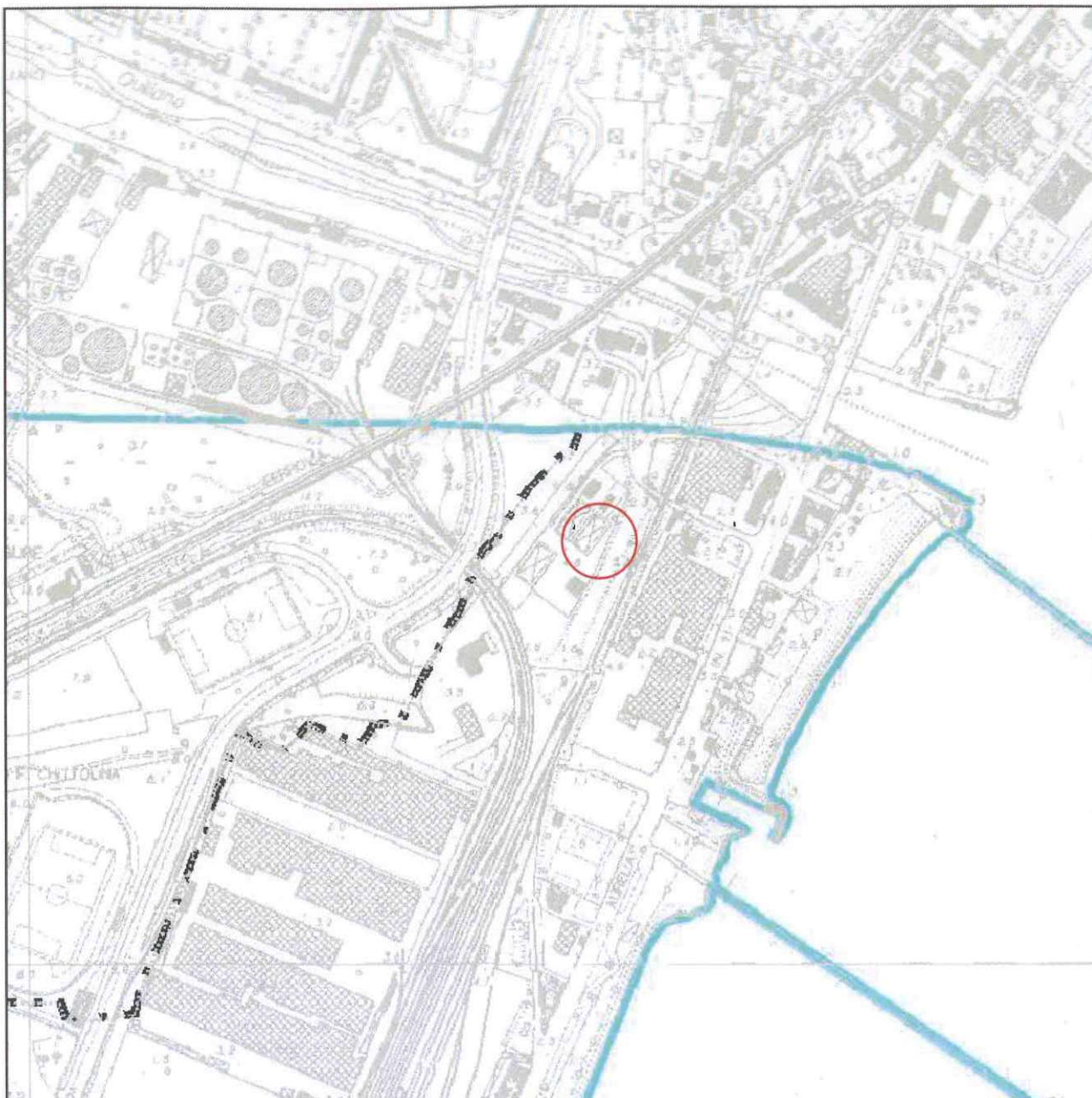






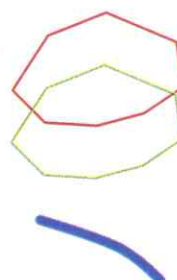
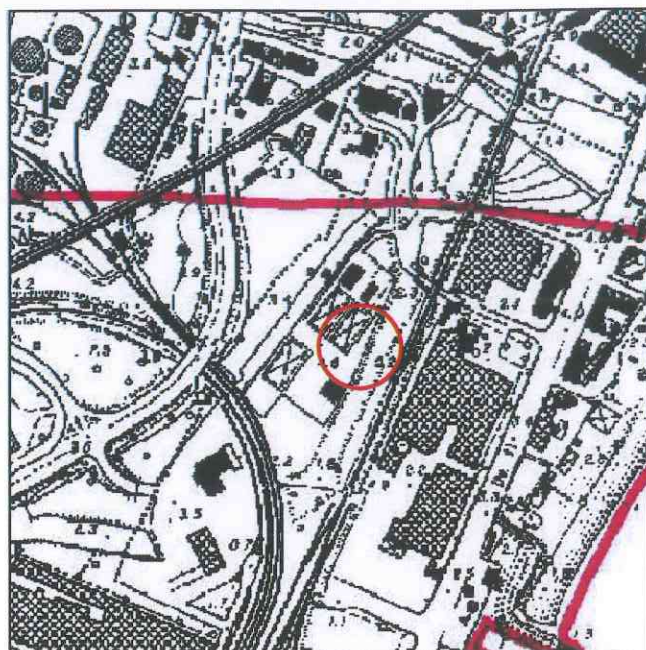
Piano di Bacino stralcio del Torrente Quiliano (ex D.L. 180/98 convertito in L. 267/98 )  
 Carta delle fasce di inondabilità  
 SCALA 1:5000





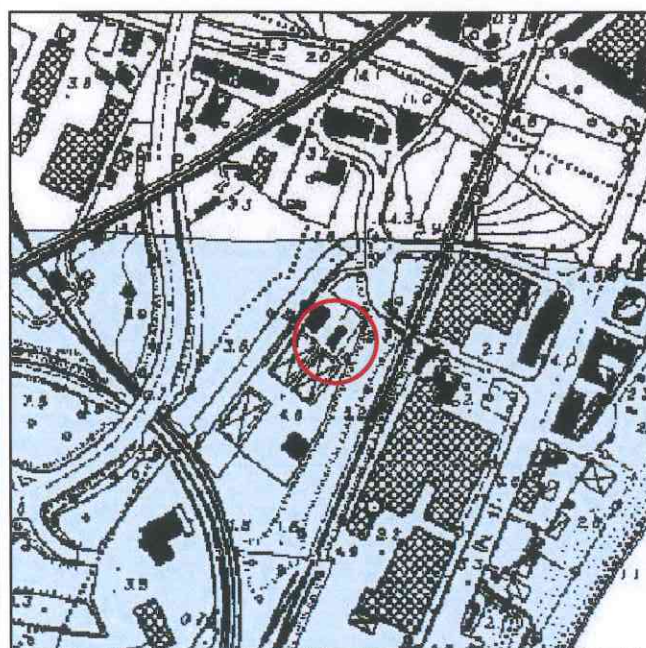
Corso d'acqua iscritto nell'elenco delle acque pubbliche  
della Provincia di Savona

Piano di Bacino stralcio del Torrente Segno (ex D.L. 180/98 convertito in L. 267/98 )  
**Carta del reticolo idrografico**  
**SCALA 1:5000**



Aree interessate da progetti  
in itinere od in esecuzione

Alveo attuale



Aree a suscettività molto bassa



Aree a suscettività bassa



Aree a suscettività media



Aree a suscettività alta e molto alta

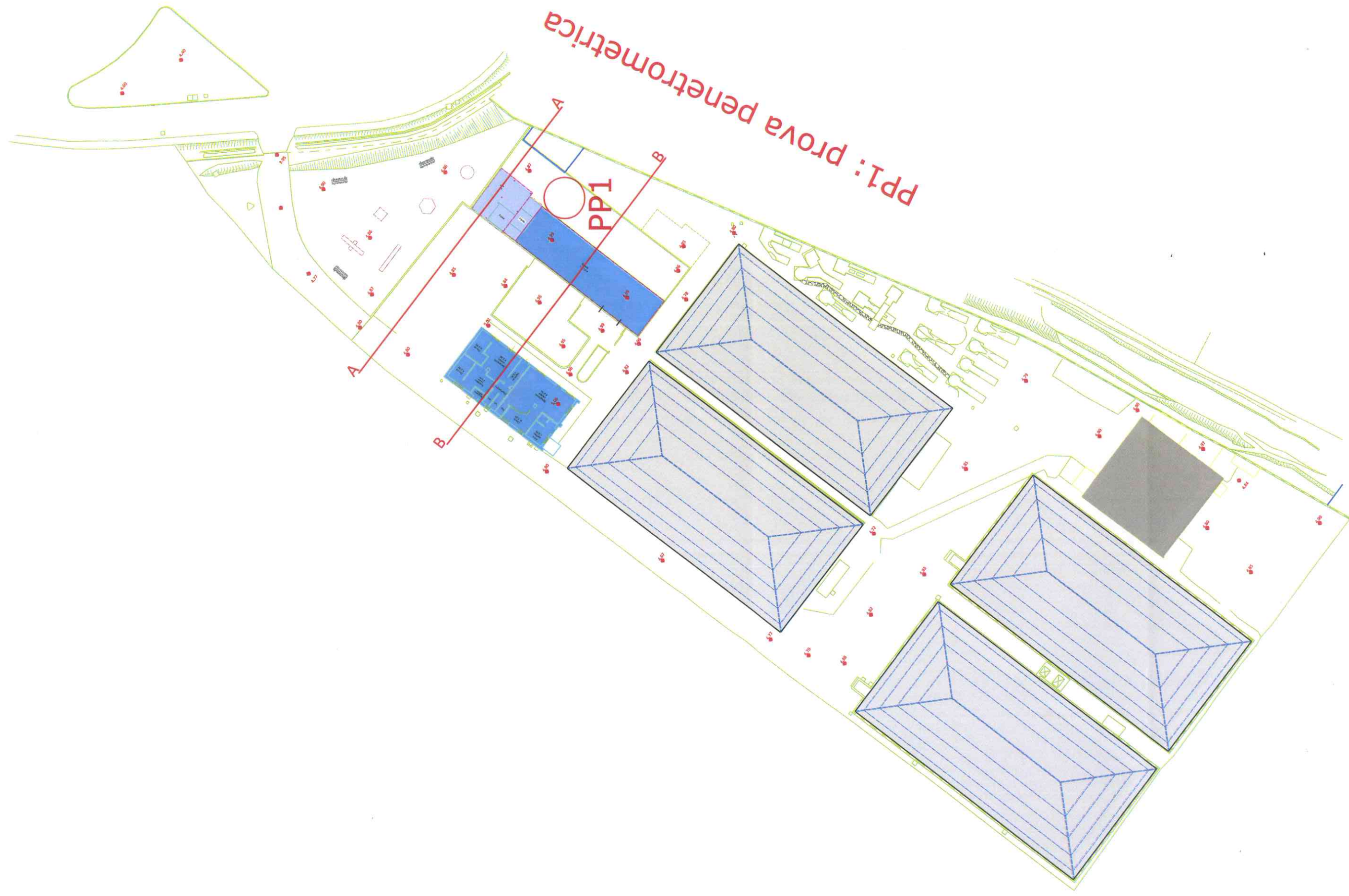
Piano di Bacino stralcio del Torrente Segno(ex D.L. 180/98 convertito in L. 267/98)

Carta degli interventi

Carta della suscettività al dissesto

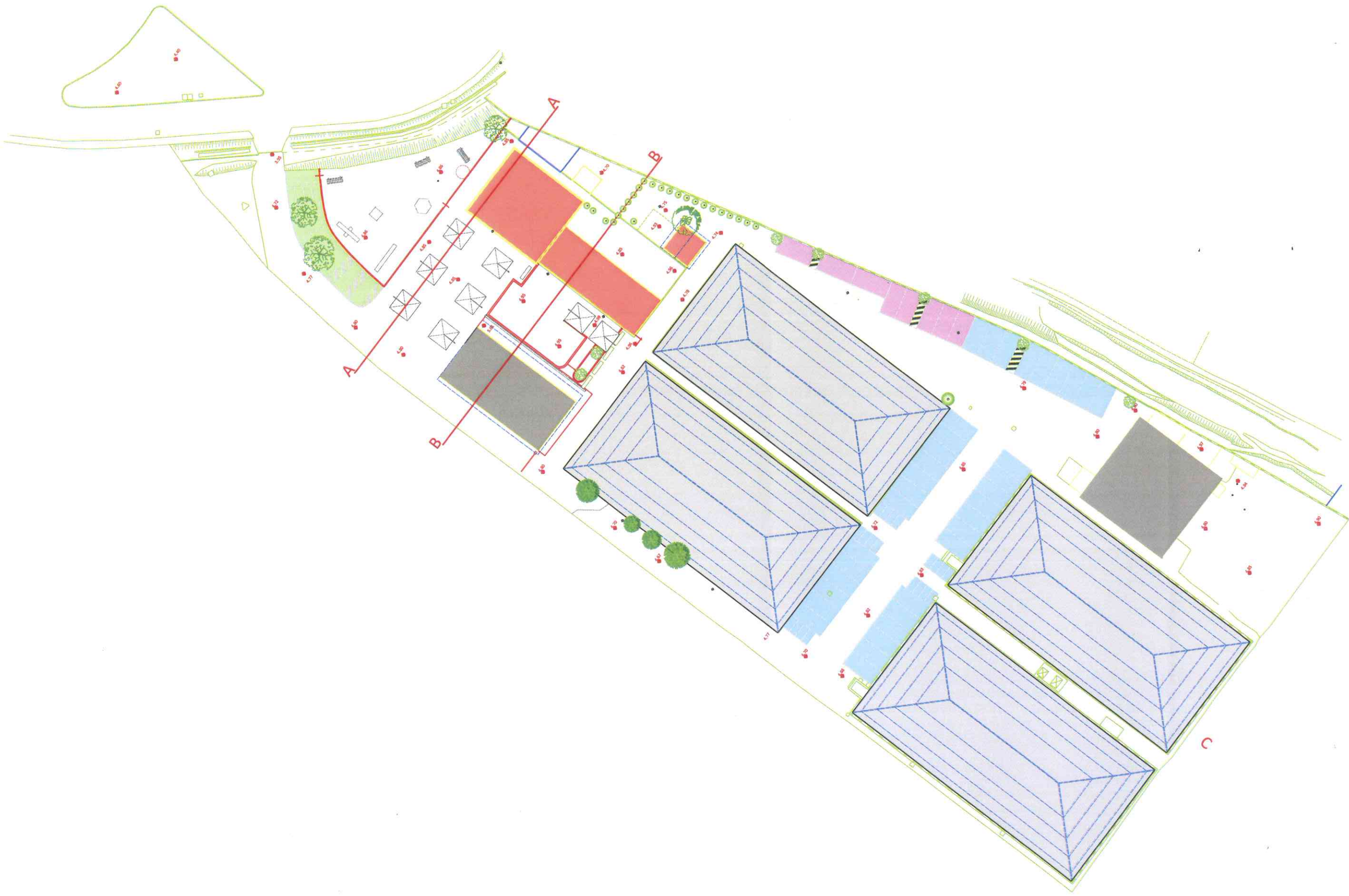
SCALA 1:5000





PLANIMETRIA DI STATO ATTUALE  
CON UBICAZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA  
Scala 1:500

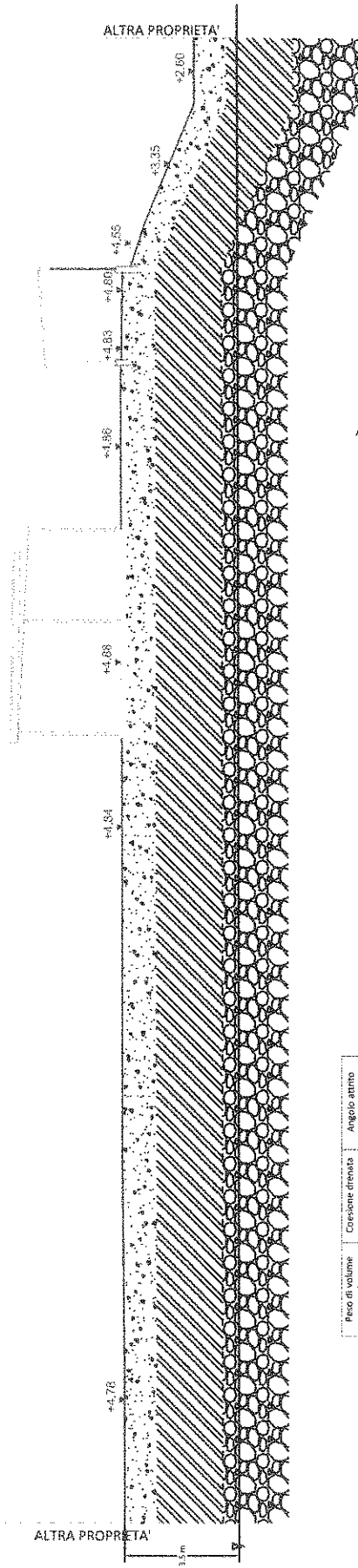




# PLANIMETRIA DI PROGETTO

## Scala 1:500

Stato attuale

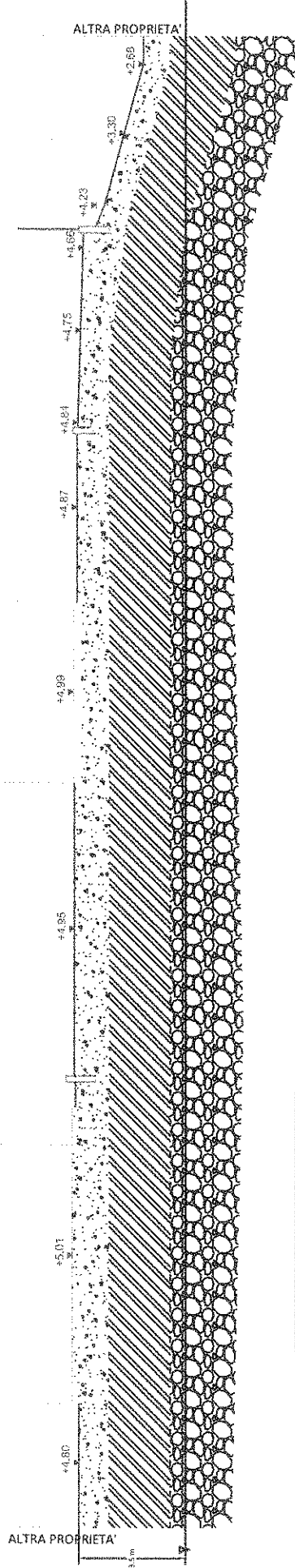


	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Consistenza drenata (kg/mg)	Angolo attrito effettivo $\phi'$
LIVELLO 1: riporti artificiali	20	0.5	27
LIVELLO 2: orizzonte organico e sabbia fine	18	0.05	21
LIVELLO 3: orizzonte sabbioso medio e ghiaioso	19	0.2	28

# SEZIONE GEOLOGICA TECNICA A-A

## Scala 1:200

Stato attuale

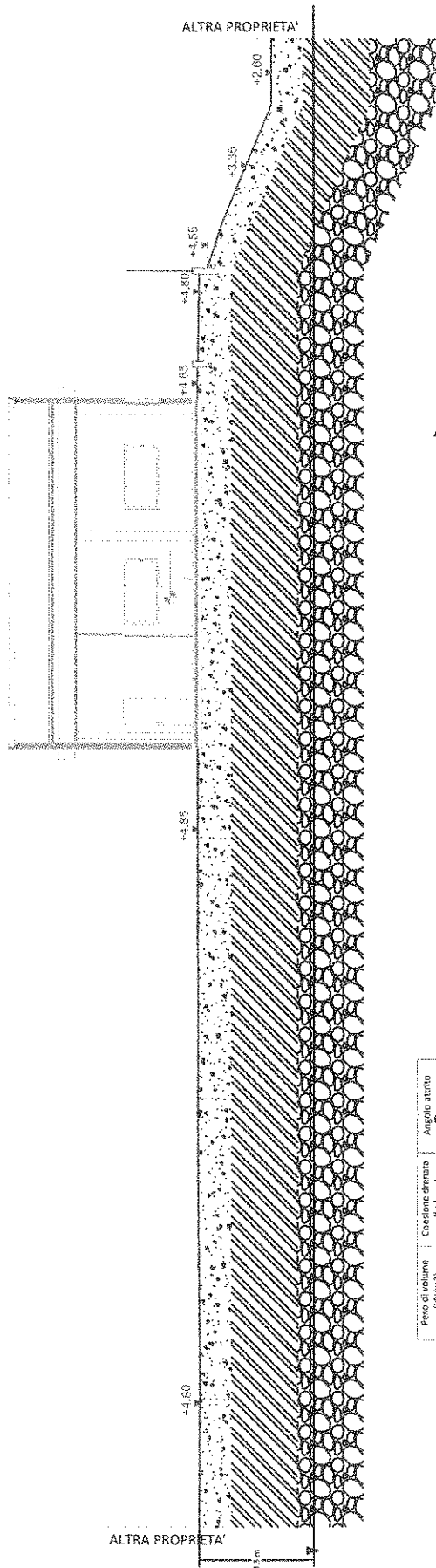


	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Coesione drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo attrito efficace $\phi^\circ$
LIVELLO 1: riporti anticoli	20	0.5	27
LIVELLO 2: orizzonte letto a sabbioso fine	18	0.05	21
LIVELLO 3: orizzonte sabbioso medio e ghiaioso	19	0.2	28

# SEZIONE GEOLOGICA TECNICA B-B

## Scala 1:200

Progetto

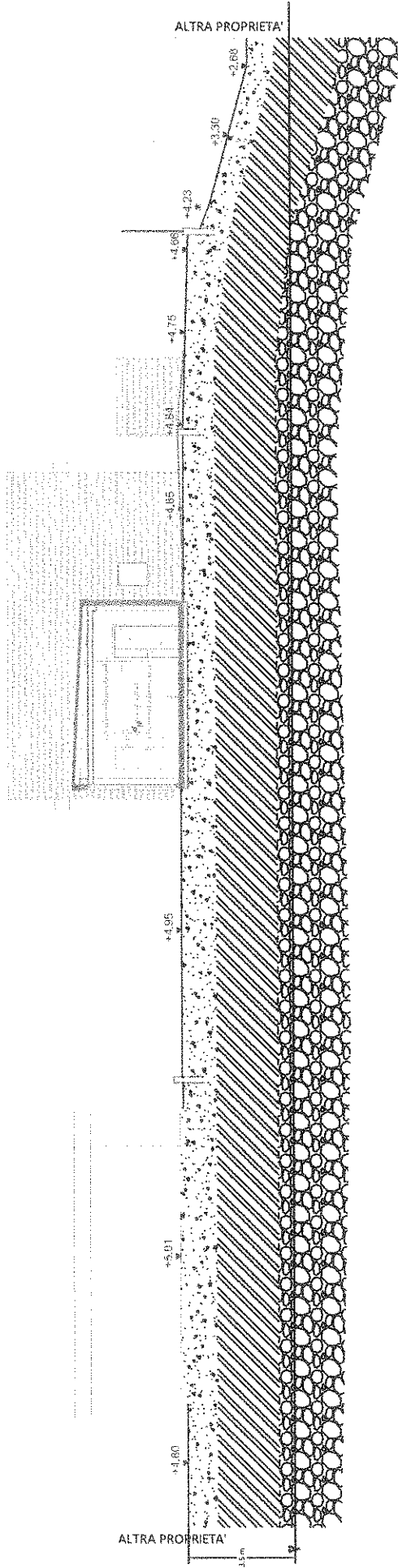


	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Coeficiente drenato (kg/cmq)	Angolo attivo efficace $\phi'$
LIVELLO 1: riporti artificiali	20	0.5	27
LIVELLO 2: orizzonte limoso e sabbioso fine	18	0.05	21
LIVELLO 3: orizzonte sabbioso medio e ghiaioso	19	0.2	28

# SEZIONE GEOLOGICA TECNICA A-A

## Scala 1:200

Progetto



	Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> )	Coesione drenata (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo attrito efficace $\phi^*$
LIVELLO 1: ripiro artificiale	20	0.5	27
LIVELLO 2: calcestruzzo liscio e sabbioso fine	18	0.05	21
LIVELLO 3: orizzonte sabbioso medio e ghiaioso	19	0.2	28

# SEZIONE GEOLOGICA TECNICA B-B

## Scala 1:200



Prova n° P.P.1  
senza rivestimento  
Località: Murate - Vado Ligure (SV)  
Committenza: ASD TENNIS SQUASH VADO  
data: 14/05/2015  
falda - 3.5 m da p.c.

