



**qualità**  
sistemi di gestione qualità – audit di prima e seconda parte – formazione – implementazione ISO 9001:2015



**ambiente e geologia**  
sistemi di gestione ambientale – implementazione ISO 14001:2015 – rifiuti – VIA, AUA, AIA, emissioni in atmosfera – caratterizzazioni ambientali – analisi di rischio – due diligence – indagini geotecniche – geologia applicata – CPT, CPTU, permeabilità terreni BAT, georadar, MASW, tomografia elettrica 2D, 3D – monitoraggi ambientali



**energia ed impianti**  
progettazione impianti elettrici – termici civili, industriali, pubblica illuminazione – verifiche – impianti ad energie alternative: fotovoltaico, geotermico, solare termico



**costruzioni e strutture**  
progettazione civile e industriale in c.a., acciaio, legno – collaudi – direzione lavori – assunzione incarico Responsabile Lavori – verifiche strutturali



**sicurezza sul lavoro e cantieri**  
sistemi di gestione salute e sicurezza UNI-EN ISO 45001:2018 – RSPP – due diligence – audit di prima e seconda parte – documenti di valutazione dei rischi – valutazioni rischi specifici – sicurezza in cantiere: incarichi di CSP, CSE, RL, documenti: PSC, PSS, POS, PIMUS, progettazione ponteggi – sicurezza degli alimenti – prevenzione incendi, CPI – formazione e addestramento – formazione e-Learning



**marcatura CE**  
marcatura CE macchine, attrezzature, impianti, accessori di sollevamento e materiali – fascicoli tecnici, libretti di uso e manutenzione, valutazione dei rischi – assistenza macchine extra UE



**acustica**  
valutazione impatto acustico – requisiti acustici passivi – clima acustico



**miglioramento energetico**  
diagnosi, interventi migliorativi, progettazione involucro e impianti, APE, detrazioni fiscali – verifiche termoisolmetriche – termografia

**Tecnologica Group srl**  
Via Combattenti Alleati  
d'Europa, 9/S  
45100 ROVIGO  
t./f. 0425.475453  
[www.tecnologicagroup.com](http://www.tecnologicagroup.com)  
[info@tecnologicagroup.com](mailto:info@tecnologicagroup.com)

**RIFERIMENTO:** IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA  
PER VENDITA DI ENERGIA.

**OGGETTO:** VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ  
IDRAULICA

**RELAZIONE IDROLOGICA ed IDROGEOLOGICA**

Attuazione del D.M. 11 marzo 1988

R.D. n. 1775/33

L. 36/94

D. Lgs. 152/99

D.Lgs. 112/98

L.R. 11/2001

Variante di coordinamento PAI-PGRA" (DGR 2112/2016).

**Comune di Copparo**  
Provincia di Ferrara

**Località**  
Via Po snc

Data: 09/06/2021

Rif. Ns.: rel. geo. 1962CI/21

**PROPRIETARI:**

Poli Società Agricola srl

Sigg. Canetti Enzo, Balestra Daniela, Stabellini Sabina,  
Stabellini Emanuela, Franzia Monica, Camattari Nardo

**PROGETTAZIONE:**

Progettando S.r.l.

**SEDE LEGALE:**

Via Caterino Davila, 1  
35028 Piove di Sacco (PD)

**SEDE OPERATIVA:**

V.le Combattenti Alleati d'Europa, 9/G  
45100 Rovigo (RO)

[www.progettando.tech](http://www.progettando.tech)



**TECNICO:**

dott. PAOLO CHIARION  
geologo e tecnico ambientale  
Viale Combattenti Alleati d'Europa, 9/S  
45100 ROVIGO



## 1. PREMESSA

Nella presente relazione vengono riportati i risultati dello studio idraulico, geologico ed idrogeologico effettuato presso il terreno situato in Comune di Copparo (FE) via Po snc; nell'area è prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico. Tale studio si è reso necessario ai sensi della DGR2112/2016 in quanto l'intervento comporta un aumento dell'impermeabilizzazione del suolo.



Lo scopo fondamentale dello studio di compatibilità idraulica è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche, sin dalla fase della loro formazione, tengano conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere la nuova edificazione, considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e potenziali, nonché le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni di uso del suolo possono venire a determinare. In sintesi lo studio idraulico deve verificare l'ammissibilità dell'intervento prospettando soluzioni corrette dal punto di vista dell'assetto idraulico del territorio.

- come previsto dalla DGR il volume da destinare alla laminazione delle piene sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante – principio dell'invarianza idraulica -;

- Gli interventi sono definiti secondo le soglie dimensionali:

Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.10 ha (1000 mq)
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 0.10 ha e 1 ha ( 1000 e 10000 mq)
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 1 ha e 10 ha ( 10000 e 100000 mq) – intervento su superfici di estensione oltre i 10 ha con impermeabilizzazione < 0.30
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con impermeabilizzazione > 0.30

## 2 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE, GEOLITOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

Il territorio di interesse si trova nella Pianura Padana, una depressione tettonica formatasi fra le Alpi e gli Appennini, quando tali catene montuose si sollevarono ed emersero dal mare in seguito a fenomeni orogenetici, e colmata da depositi di materiali sciolti di origine marina e fluvio-deltizia.

L'area in particolare è situata sulla verticale delle Pieghe Ferraresi, archi dell'orogene appenninico costituiti da due fasci di anticlinali, pieghe-faglie e ricoprimenti, generalmente vergenti verso nord e con assi allungati in direzione WNW-ESE. Le spinte tangenziali che hanno dato origine a queste strutture si sono prodotte prevalentemente a partire dal Miocene. Nel Pliocene e nel Quaternario si sono verificati movimenti verticali che hanno inizialmente portato all'emersione delle culminazioni e ad un'accentuata sedimentazione nelle depressioni. Nel Quaternario, ha prevalso la subsidenza con conseguente seppellimento anche delle creste (Gargini e Bondesan 2003). Le strutture delle Pieghe Ferraresi sono responsabili dei terremoti che si sono verificati in passato nell'area in esame.

Per quanto riguarda i terreni di copertura in superficie affiorano in modo uniforme sedimenti olocenici di piana alluvionale e deltizia che si spingono in profondità per diversi metri. Seguono, all'aumentare della profondità, depositi più antichi di età plio-quaternaria di origine continentale, marina, lagunare e fluvio-palustre e infine la roccia lapidea, di età pre-pliocenica.

Entro i primi 30-35 m di profondità, si trovano in successione sedimenti olocenici (mediamente primi 20-30 metri di profondità), dovuti ad accumulo detritico di tipo alluvionale e deltizio (sedimentazione di bassa pianura), seguiti da depositi sabbiosi di età fine-Pleistocene/primo-Olocene (sabbie würmiane, ambiente di steppa-taiga glaciale di media pianura) diffusi con continuità in tutto il territorio comunale e più superficiali a nord, dove il tetto delle sabbie glaciali si trova tra i 18 e i 25 m di profondità, più approfonditi a sud, dove il tetto si spinge fino a oltre 30 m (Gargini et al. 2003).

La deposizione di tipo fluviale in epoca olocenica, avvenuta in modo non uniforme, ha avuto come conseguenza diretta un'estrema eterogeneità granulometrica dei sedimenti presenti entro i primi 20-30 m di profondità, sia in senso verticale che areale, per cui l'assetto stratigrafico della zona risulta abbastanza complesso. L'area oggetto di studio era infatti interessata dall'apparato deltizio del Po, i cui rami erano liberi di espandere le proprie acque di piena nelle zone circostanti. Nelle sponde naturali dell'alveo e nelle aree immediatamente circostanti venivano depositati i materiali più

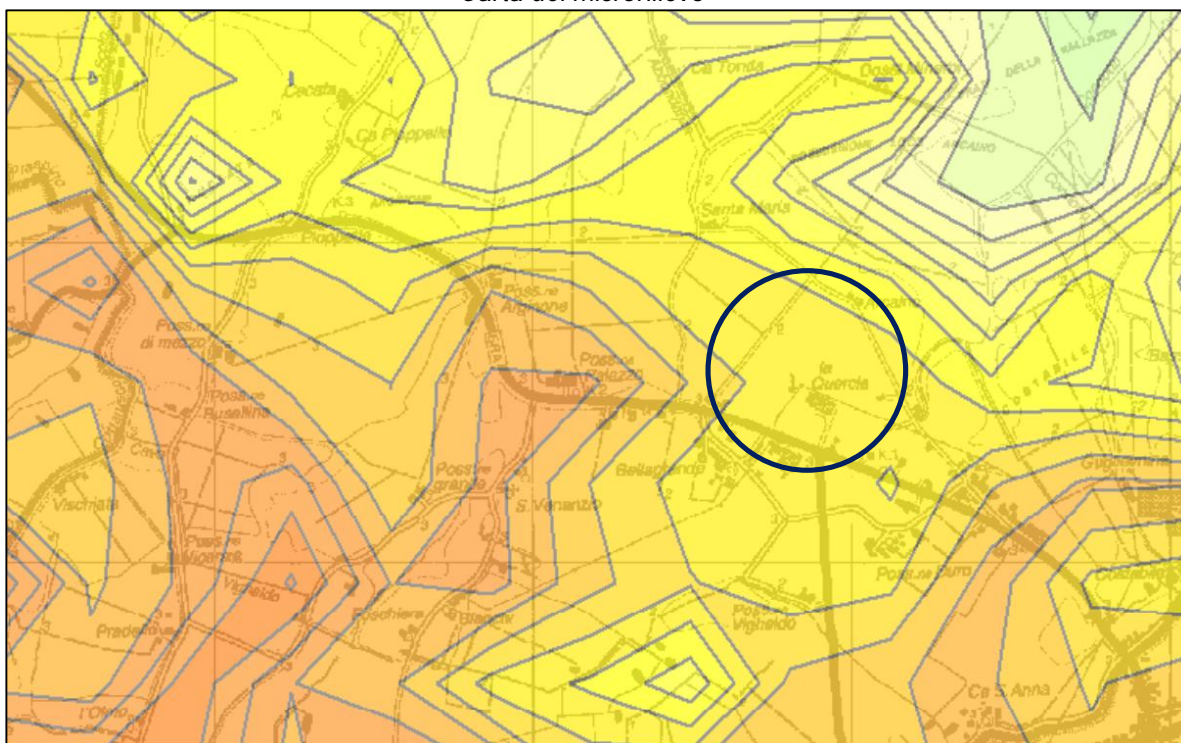


grossolani (che essendo meno compressibili hanno originato quelle che oggi sono le fasce morfologicamente più elevate del territorio), mentre i sedimenti più fini e compressibili si distribuivano lontano, nelle aree situate tra un alveo e l'altro, dando origine a bacini depressi rispetto ai corsi d'acqua. Gli interventi antropici di regimentazione dei corsi d'acqua hanno accentuato il dislivello tra i fiumi e canali e la campagna circostante.

Nel territorio del comune si possono quindi distinguere entro i primi 20-30 m di profondità tre ambienti morfologici - deposizionali principali:

- ambiente dei paleoalvei, caratterizzato dalla presenza di corpi sabbiosi inclusi in macrostrati di terreni fini. Tali corpi sabbiosi, talvolta affioranti, spesso sepolti, si sviluppano linearmente seguendo i corsi degli alvei fluviali attivi o estinti.
- ambiente dei bacini interfluviali, costituito dalle aree di sedimentazione delle frazioni più fini. Tale ambito è caratterizzato dalla prevalenza di argille inorganiche, argille limose, limi argillosi laminati, argille organiche, con frequenti intercalazioni torbose.
- ambiente di transizione dalle zone di paleoalveo a quelle dei bacini interfluviali, caratterizzato da alternanze di materiali fini e lenti sabbiose.

*Carta del microrilievo*



Nella carta geomorfologica è invece rappresentato il complesso reticolo di antichi corsi d'acqua che hanno originato gli ambienti deposizionali descritti. La carta evidenzia la presenza di varie forme morfologiche rilevanti: i paleoalvei principali di tipo dossivo, i paleoalvei secondari non dossivi, i ventagli e canali di rotta, che si dipartono dai paleoalvei principali, e varie forme esclusivamente antropiche quali argini fluviali, tratti artificiali d'alveo, argini e terrapieni interni al territorio, canali attuali e canali abbandonati.



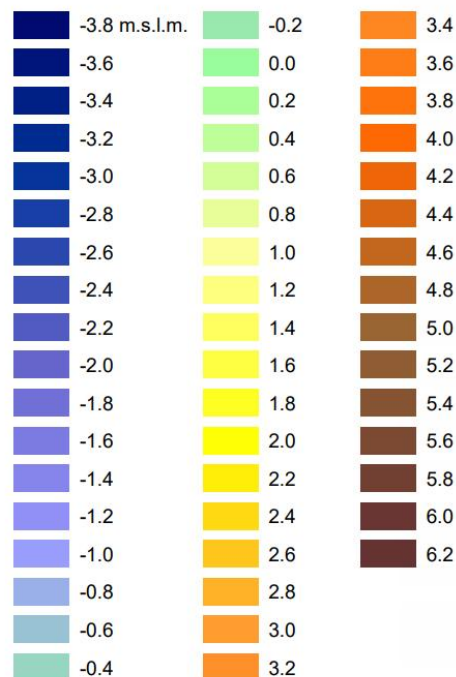
La sovrapposizione tra carta geologica e geomorfologica mostra che la distribuzione areale dei diversi ambienti deposizionali è funzione della storia morfologica del territorio ferrarese. I materiali più grossolani (sabbie) sono concentrati nelle aree di paleoalveo e nelle loro immediate vicinanze, i terreni a grana fine si sono depositati invece nelle zone più distanti.

La distribuzione litologica dei sedimenti più superficiali (primi 80 cm dal piano campagna locale) è anch'essa legata alla dinamica delle divagazioni fluviali del reticolo idrografico che caratterizzava la zona.

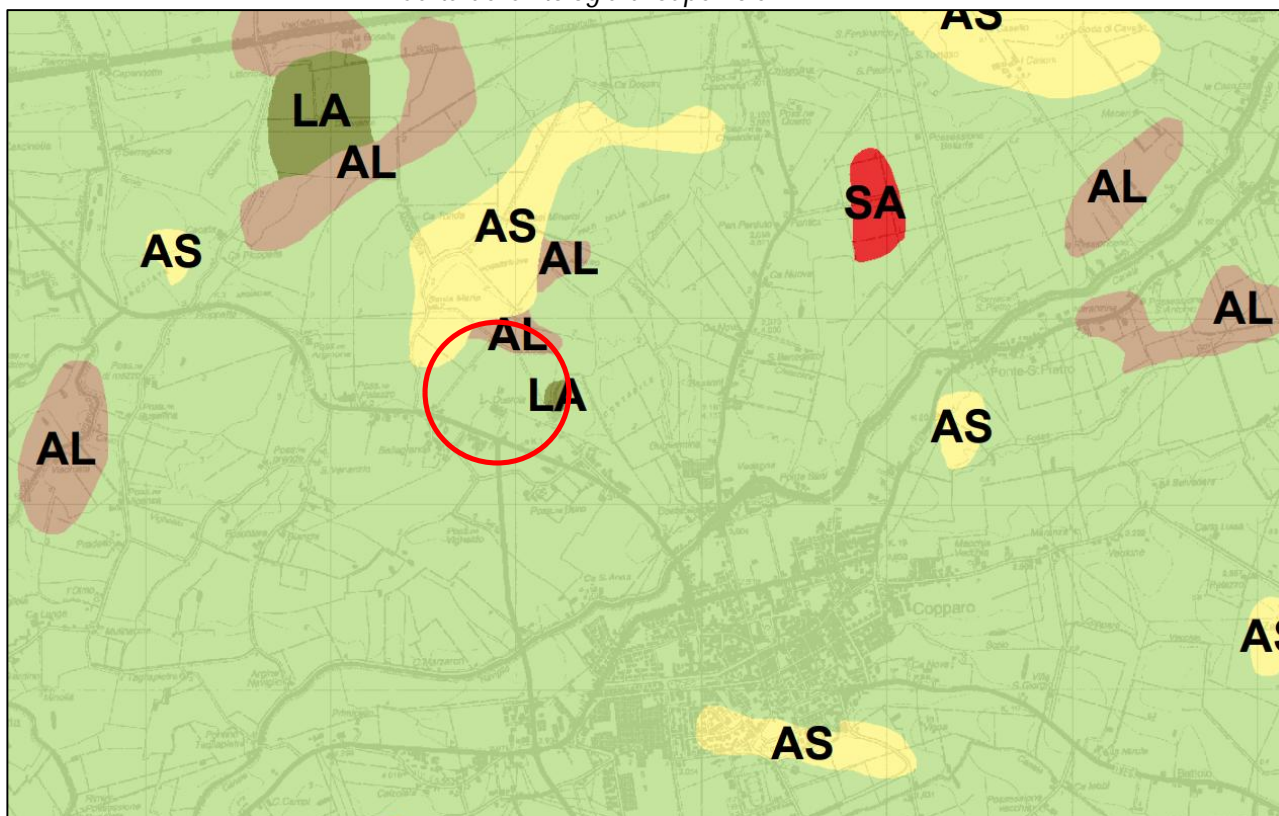
### Legenda

Base cartografica CTR 1:25.000  
Dati ottenuti dalle CTR a scala 1:5.000  
Data elaborazione: 05/12/2007

Confini comunali



Carta della litologia di superficie



### Legenda

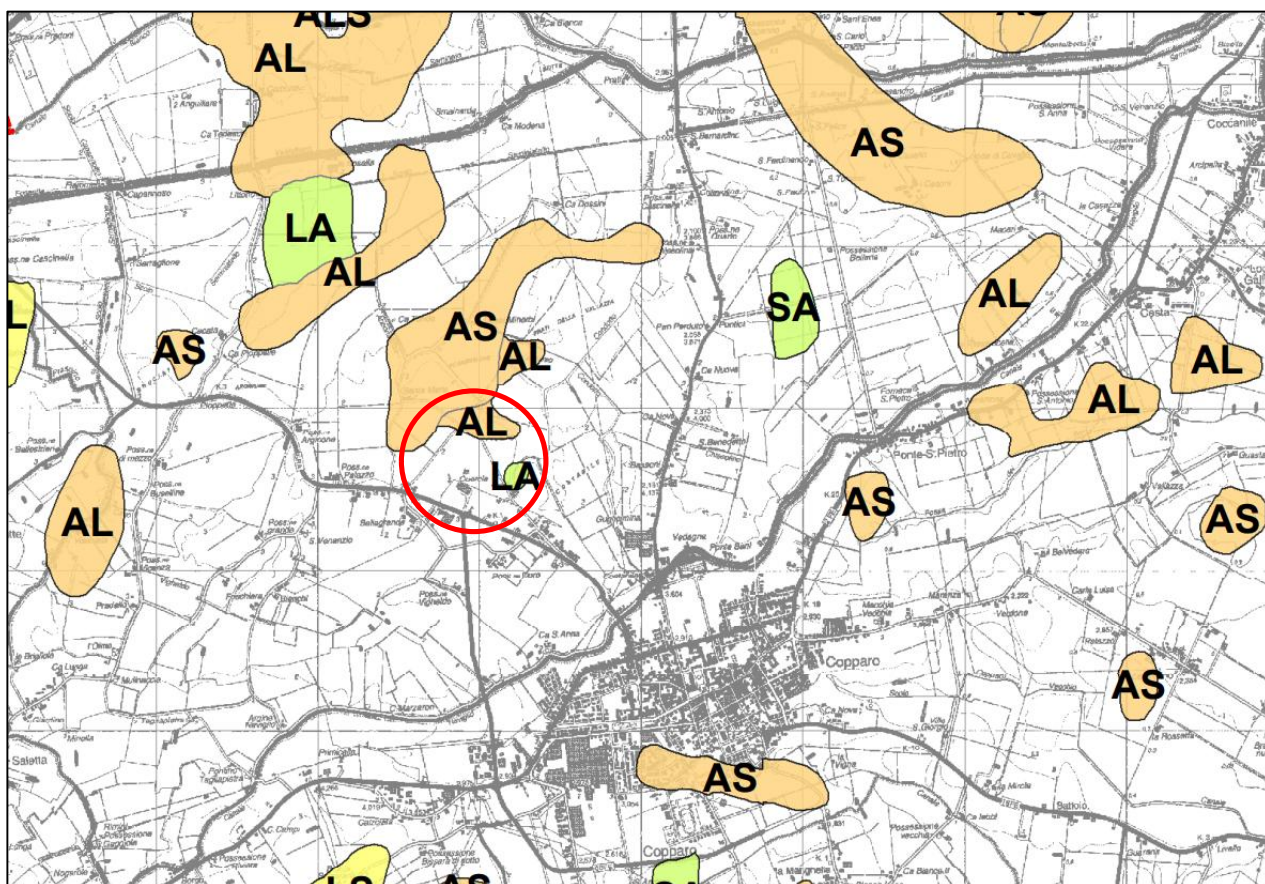
Base cartografica CTR 1:25.000

Le litologie di superficie sono raggruppate anche sulla base della comune permeabilità

 Confini comunali

Litologie di superficie (CLASSE)

-  Argilla (A)
-  Argilla Limosa (AL)
-  Argilla Limo Sabbia (ALS)
-  Argilla Sabbiosa (AS)
-  Limo (L)
-  Limo Argilloso (LA)
-  Limo Sabbioso (LS)
-  Sabbia (S)
-  Sabbia Argillosa (SA)
-  Sabbia Limosa (SL)
-  Torba (T)





### Legenda

Base cartografica CTR 1:25.000

Le litologie di superficie sono raggruppate anche sulla base della comune permeabilità

 Confini comunali

Litologie di superficie

A = Argilla

AL = Argilla Limosa

ALS = Argilla Limo Sabbia

AS = Argilla Sabbiosa

LA = Limo Argilloso


LS = Limo Sabbioso


S = Sabbia


SA = Sabbia Argillosa


SL = Sabbia Limosa

T = Torba

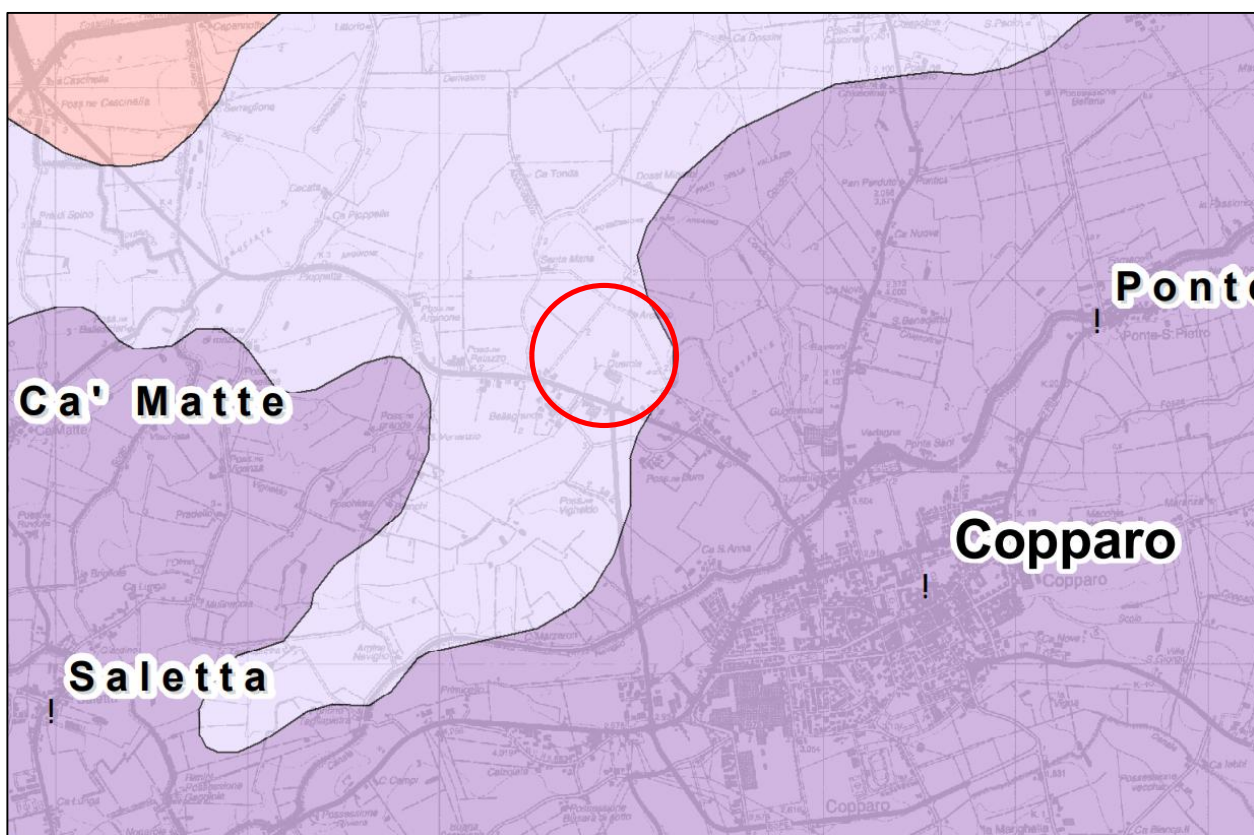
 Terreni con permeabilità da molto bassa a praticamente nulla -  $k < 10^{-8}$  m/s (A, AS, AL)

 Terreni a permeabilità bassa con variazioni laterali  $10^{-6} < k < 10^{-8}$  m/s (ALS)

 Terreni con permeabilità da bassa a media  $10^{-4} < k < 10^{-6}$  m/s (L, LA, SA)

 Terreni con permeabilità da media ad alta  $k > 10^{-4}$  m/s (S, SL, LS)

 Terreni torbosi (T)



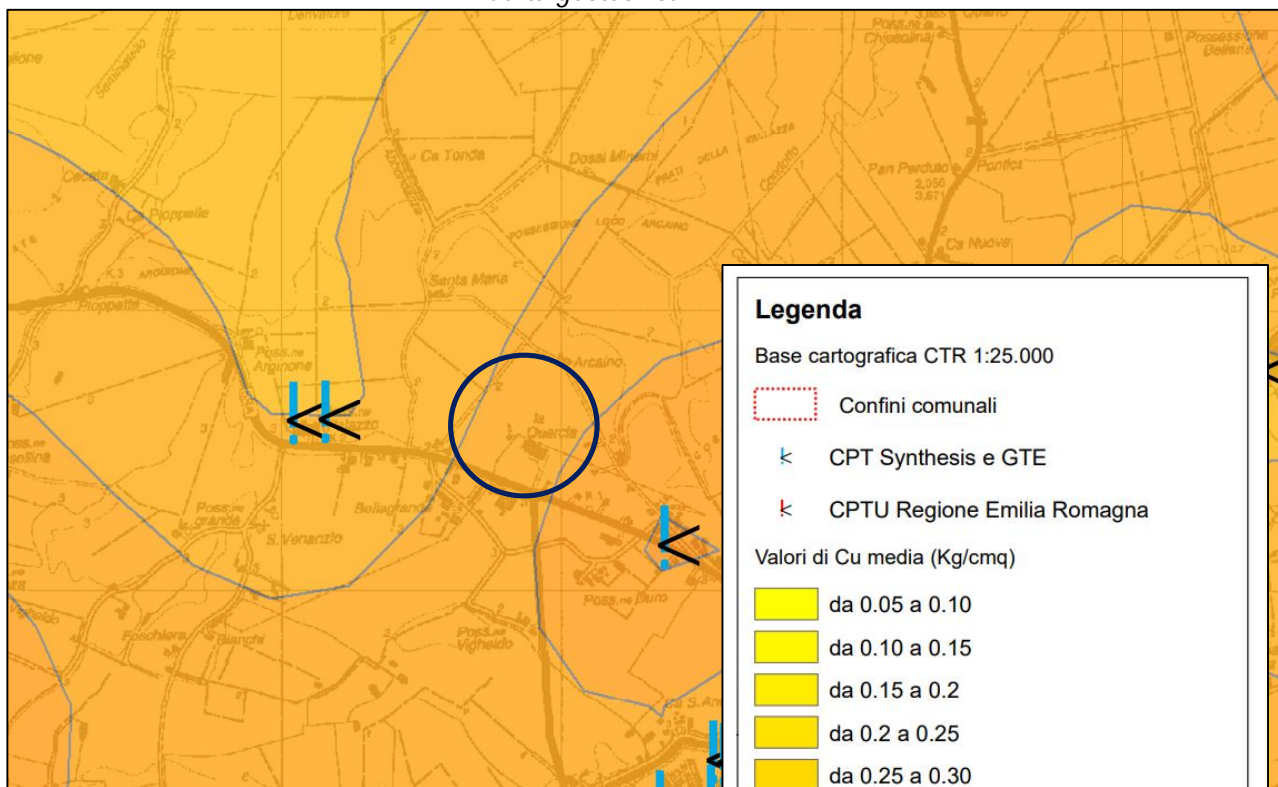


## Legenda

Base cartografica CTR 1:25.000

- ! Centri urbani
- Confini comunali
- Argille limose, argille e limi argillosi laminati  
Area interfluviale e depositi di palude
- Argille limose, limi e sabbie finissime  
Depositati di baia interdistributrice
- Limi e limi argillosi  
Depositati di palude
- Sabbie da medie a fini  
Depositati di canale distributore e di argine
- Sabbie medie e grossolane  
Depositati di piana a meandri

Carta geotecnica



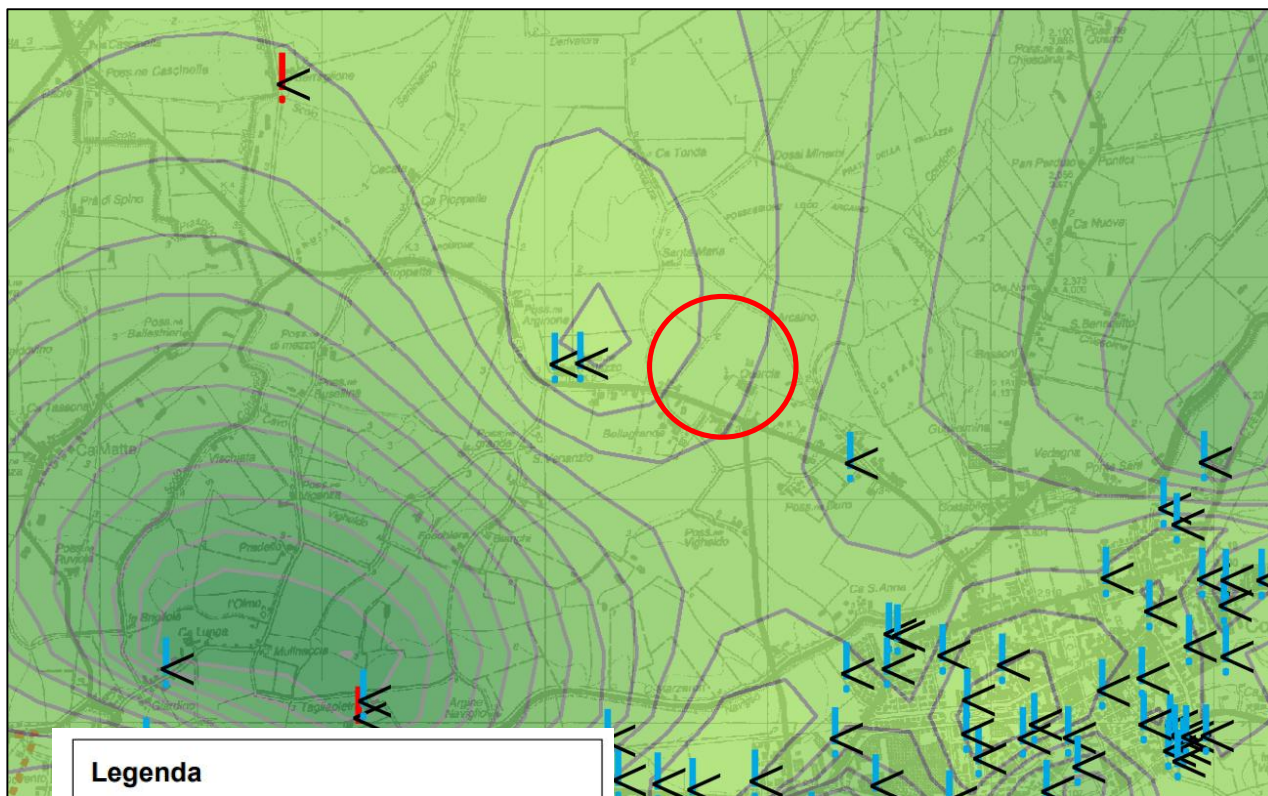
## Legenda

Base cartografica CTR 1:25.000

- Confini comunali
- < CPT Synthesis e GTE
- < CPTU Regione Emilia Romagna

Valori di  $C_u$  media (Kg/cmq)

- da 0.05 a 0.10
- da 0.10 a 0.15
- da 0.15 a 0.2
- da 0.2 a 0.25
- da 0.25 a 0.30
- da 0.30 a 0.35
- da 0.35 a 0.40
- da 0.40 a 0.45
- da 0.45 a 0.50
- da 0.50 a 0.55
- da 0.55 a 0.60
- da 0.60 a 0.65
- da 0.65 a 0.70
- da 0.70 a 1.35



### Legenda

Base cartografica CTR 1:25.000

Confini comunali

CPT Synthesis e GTE

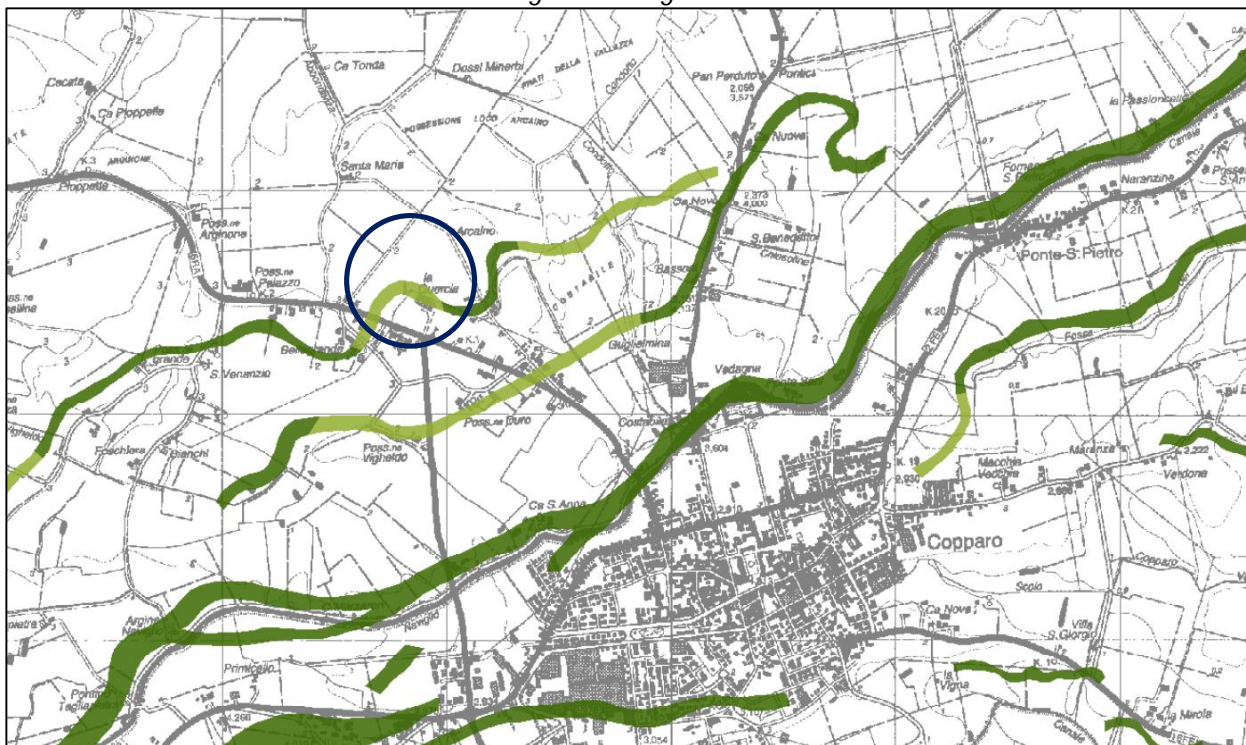
CPTU Regione Emilia Romagna

Valori di Rp media (Kg/cmq)

da 2.0 a 4.0	da 24.0 a 26.0
da 4.0 a 6.0	da 26.0 a 28.0
da 6.0 a 8.0	da 28.0 a 30.0
da 8.0 a 10.0	da 30.0 a 32.0
da 10.0 a 12.0	da 32.0 a 34.0
da 12.0 a 14.0	da 34.0 a 36.0
da 14.0 a 16.0	da 36.0 a 38.0
da 16.0 a 18.0	da 38.0 a 40.0
da 18.0 a 20.0	da 40.0 a 42.0
da 20.0 a 22.0	da 42.0 a 44.0
da 22.0 a 24.0	



### Carta geomorfologica



### Legenda

Base cartografica CTR 1:25.000



Confini comunali



Paleovalveo di ubicazione sicura



Paleovalveo di ubicazione incerta

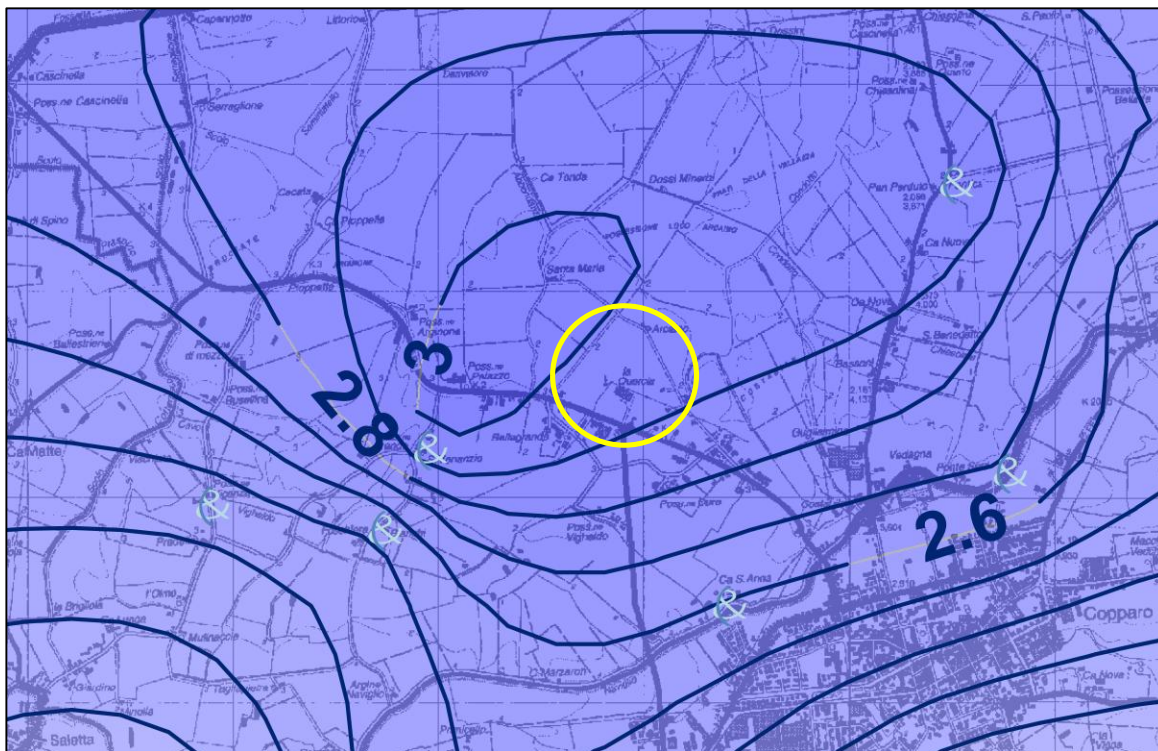


Depositi di rotta e tracimazione

Infine, come evidenziato dalla Carta idrogeologica, la falda freatica ha superficie libera sempre molto prossima al piano campagna. Generalmente presenta degli "alti" in corrispondenza dei paleovalvei, e dei "bassi" relativi in corrispondenza dai catini interfluviali. Le escursioni della superficie libera tra periodo invernale e periodo estivo sono mediamente inferiori a 1 m.



Carta delle Isobate dicembre 2008



## Legenda

Base cartografica CTR 1:25.000

Confini comunali

Pozzi censiti

Isobate (m)

-3.2 m	-2.4	-1.6
-3.1	-2.3	-1.5
-3.0	-2.2	-1.4
-2.9	-2.1	-1.3
-2.8	-2.0	-1.2
-2.7	-1.9	-1.1
-2.6	-1.8	-1.0
-2.5	-1.7	-0.9

I dati relativi alla stratigrafia del terreno sono stati ricavati da prove penetrometriche eseguite nella zona dallo scrivente.

Il terreno mostra una buona continuità stratigrafica nei vari orizzonti indagati. In particolare per l'orizzonte superficiale di interesse è possibile riconoscere la seguente successione stratigrafica.

Caratterizzazione stratigrafica dei terreni:

Argille debolmente limose p.c. – 2.5m Litologia A	Si tratta di argille limose marroni compatte. Permeabilità di valore $K=10^{-6}\text{m/sec}$ / $10^{-7}\text{m/sec}$
---	---

### 3. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDRODINAMICHE DEL PRIMO ACQUIFERO

#### MODELLO IDROGEOLOGICO LOCALE

I litotipi presenti nel sottosuolo dell'area indagata possono essere inquadrati nelle seguenti unità idrogeologiche, in successione dall'alto al basso:

- Depositi a granulometria medio-fine, prevalentemente limo-argillosi, a permeabilità bassa (litotipo A);

Il livello della falda freatica si attesta ad una profondità media di circa -2.5m da p.c. ed è variabile in funzione dell'alimentazione. Si tratta, nel complesso, di un sistema costituito da un acquifero in intercomunicazione con la rete idrica superficiale (canali, scoli); la sua alimentazione, infatti, deriva in gran parte dalle perdite della rete scolante anche se non risulta trascurabile l'apporto dovuto all'infiltrazione efficace delle acque meteoriche (precipitazioni palesi – pioggia, grandine, ed occulte – fenomeni di condensazione al suolo).

La direzione di deflusso dell'acqua sotterranea è variabile a seconda della stagione con prevalenza verso est e con gradiente idraulico di pochi gradi.

### 4. GLI AFFLUSSI METEORICI

Le curve di possibilità pluviometrica

Al fine di indagare sui valori di deflusso del territorio in esame per la valutazione delle portate da smaltire risulta necessaria l'individuazione delle caratteristiche degli afflussi, causa principale di tale eventi.

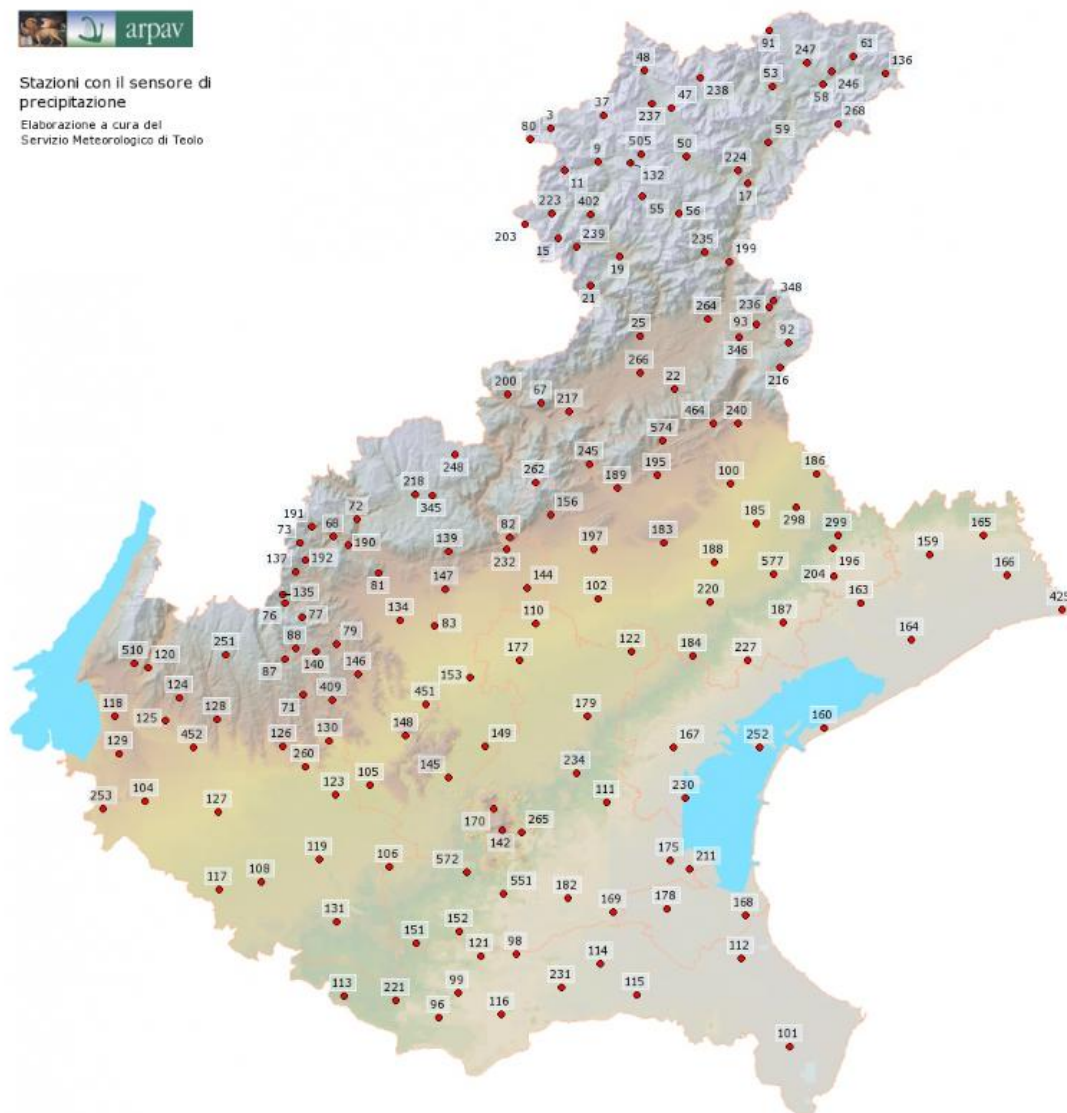
Per lo studio si fa riferimento ai dati delle precipitazioni massime annuali di durata compresa fra 5 minuti e 1 ora e di durata compresa fra 1 ora e 24 ore della stazione di misura di Pradon di Porto Tolle (RO) – periodo di osservazione 1989-2014 che seppur distante è rappresentativa per apporti considerevoli.

Scegli la provincia per accedere ai dati delle stazioni.



Stazioni con il sensore di precipitazione

Elaborazione a cura del Servizio Meteorologico di Teolo



#### Dettagli tecnici

Modello	MTX
Tipo	Semi-Urbana
Ubicazione	Campo aperto
Altitudine	-3
Schermatura	Standard
Rateo mensile	★★★★★100.0%
Rateo annuale	★★★★★100.0%

[Dettagli completi](#)  
[Classifica generale](#)

[Sticker per il mio sito](#)

#### Estremi

##### Temperatura

Mensile	max 24.1	min 2.6
Annuale	max 24.1	min -6.1

##### Pressione

Mensile	max 1030	min 1006
Annuale	max 1035	min 999

##### Vento (raffica)

Mensile	km/h
Annuale	km/h

##### Precipitazioni

Mensile	26.60 mm
Annuale	125.00 mm

### Stazione meteo di Porto Tolle - Pradon

Rilevazioni dati meteoroclimatici nel Comune di Porto Tolle (RO)

Stazione meteorologica certificata a norma [MeteoNetwork](#) - Rete [MeteoNetwork](#) - Licenza ODbL



[La stazione](#) [Dati in diretta](#) [Archivio dati](#) [Webcam](#) [Meteogrammi](#)

[Consiglia 0](#) [Condividi](#) [G+ 0](#)

Luogo	Porto Tolle
Località	Porto Tolle - Pradon
Strumentazione	MTX
Latitudine	44.917 N
Longitudine	12.369 E
Altitudine	-3 mslm
Altezza dal suolo	0 cm
Schermatura	Standard
Tipologia	Semi-Urbana
Tipo ubicazione	Campo aperto

Sei il gestore della stazione e alcuni dati non sono esatti? Modificali comodamente da [myMeteoNetwork](#)!

Foto del posizionamento



Descrizione della stazione e del clima della zona



Anno	Altezza della precipitazione, h [mm]				
	Durata				
	5 minuti	10 minuti	15 minuti	30 minuti	45 minuti
1989	7.2	12.6	14.8	27.2	34.2
1990	6.2	9.6	13	19	25.4
1991	5.8	10.8	14.2	21	25.6
1992	9.6	16.4	19.2	20.6	34.6
1993	5.6	9.2	11.8	15.6	16
1994	10.6	17.2	20.6	23.2	25.8
1995	12.4	22.6	26.6	28.6	34.8
1996	7.6	14.8	16.2	22.2	29.4
1997	14	23.6	25.2	30.4	36
1998	10.8	16.8	20.2	23.2	35.4
1999	7.4	11.8	18.2	21.2	21.2
2000	14	24.8	30.4	41.2	43.8
2001	4.2	7.2	10	14.2	15.6
2002	9	13.8	17.4	28.8	30.2
2003	11	19.2	26.6	42.6	50.2
2004	8.4	16.2	22.4	29.2	29.8
2005	14.6	21	28	43.2	50.2
2006	13.4	19.2	21	24.4	26.8
2007	8	14.8	19.4	25	29
2008	7.6	13.8	21	34.4	44.6
2009	12	20	25.2	30.6	31.2
2010	6.6	12	17.2	21	23.2
2011	10.6	16.6	20.8	34.6	42.6
2012	5.2	10	13.2	20.6	22.2
2013	8.8	15	20.8	28.8	29.6
2014	10.8	16.2	21.4	25	26.2

*Tabella 2.1: massimi annuali di altezza di precipitazione per piogge brevi (scrosci);  
Stazione Pradon di Porto Tolle.*

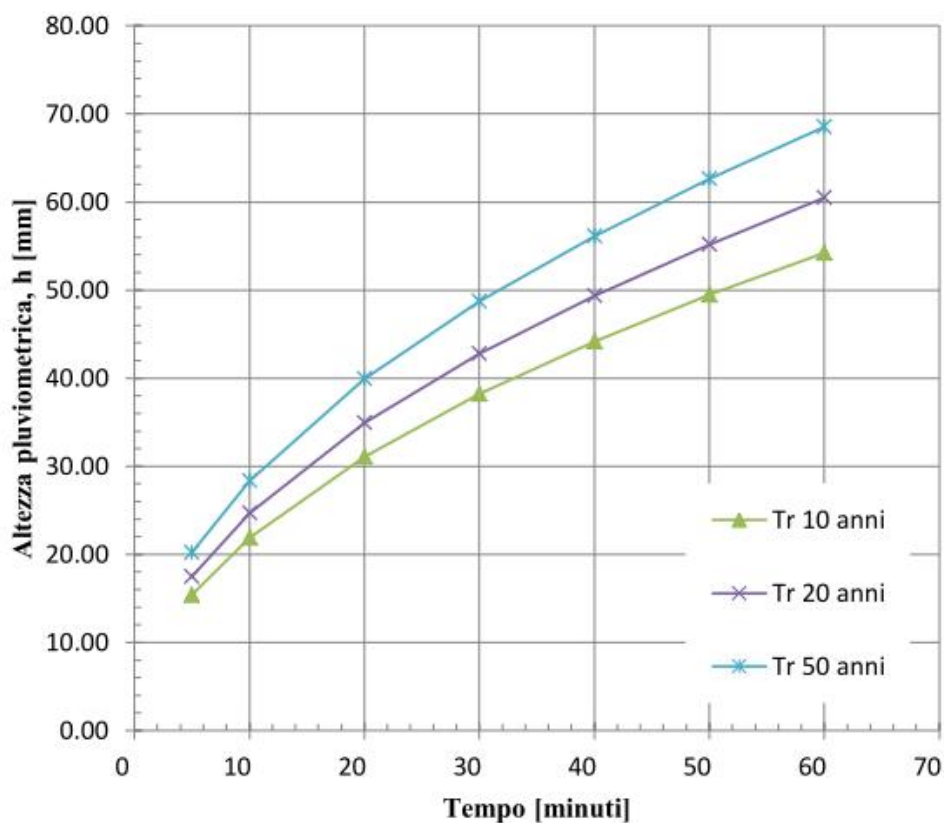
	<b>Altezza della precipitazione, h [mm]</b>				
	<b>Durata</b>				
<b>Anno</b>	<b>1 ora</b>	<b>3 ore</b>	<b>6 ore</b>	<b>12 ore</b>	<b>24 ore</b>
<b>1989</b>	34.4	49	52.8	71	76
<b>1990</b>	28.6	43.8	77	95	97.2
<b>1991</b>	28	35.2	39.6	52.6	60.4
<b>1992</b>	35	51.8	52.4	54.2	79
<b>1993</b>	18.2	30.4	39.6	45	45.4
<b>1994</b>	27.2	36.2	40.6	44.4	44.6
<b>1995</b>	36.4	40	54.4	80.4	133
<b>1996</b>	37.6	73	87.8	89.2	96.6
<b>1997</b>	41	46.2	46.2	46.4	56
<b>1998</b>	36.8	40	43	43.4	48.4
<b>1999</b>	21.2	33.8	53.4	79.4	81.6
<b>2000</b>	45	48.2	48.2	58.2	64.2
<b>2001</b>	15.8	27	36.6	53.4	59
<b>2002</b>	31.6	32.8	33	41.2	45.4
<b>2003</b>	53.8	60.8	60.8	60.8	60.8
<b>2004</b>	32.6	47	48.4	48.4	49.2
<b>2005</b>	55	71.2	99.2	114.6	128.2
<b>2006</b>	28.8	41.6	43.4	68.6	89.4
<b>2007</b>	29.8	36.6	41.4	46.6	49.8
<b>2008</b>	50.2	56.2	63.6	66.8	101.2
<b>2009</b>	31.2	45.6	55.8	56.2	59.2
<b>2010</b>	23.8	33.8	37.4	41.6	45.8
<b>2011</b>	44.4	46	46.2	52.2	52.2
<b>2012</b>	23.4	31.2	42.8	53	54.2
<b>2013</b>	29.8	31.4	40.4	53.4	68.2
<b>2014</b>	27.4	32.6	40.8	52.4	56.4

*Tabella 2.2: massimi annuali di altezza di precipitazione per piogge orarie;  
Stazione Pradon di Porto Tolle.*

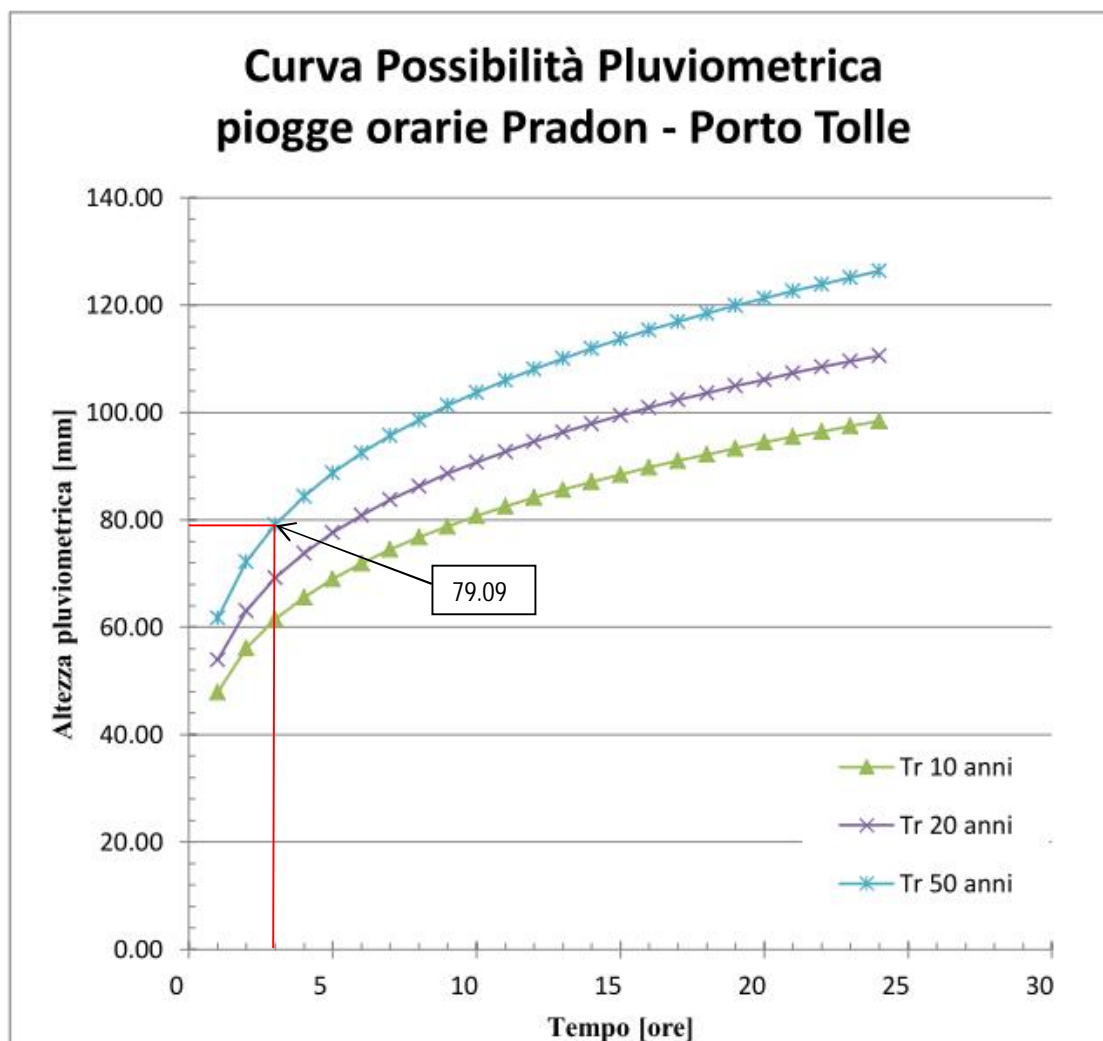
## CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

	<i>Tr</i>	<i>50 anni</i>	<i>20 anni</i>	<i>10 anni</i>
<i>durata precipitazione &lt; 1 ora</i>	<i>a (mm/ore<sup>n</sup>)</i>	<b>68.52</b>	<b>60.46</b>	<b>54.24</b>
	<i>n</i>	<b>0.4915</b>	<b>0.4988</b>	<b>0.5061</b>
<i>durata precipitazione &gt; 1 ora</i>	<i>a (mm/ore<sup>n</sup>)</i>	<b>61.75</b>	<b>53.96</b>	<b>47.96</b>
	<i>n</i>	<b>0.2253</b>	<b>0.2258</b>	<b>0.2263</b>

### Curva Possibilità Pluviometrica scrosci Pradon - Porto Tolle







Considerando una durata di precipitazione di 3 ore con un periodo di ritorno di 50 anni l'altezza pluviometrica risulta:

LEGGE DELLA PIOGGIA

$$h = a \times t^n$$

$$h = 61.75 \times 3^{0.2253}$$

$$h = 79.09$$

L'elaborazione dei dati è stata condotta ricorrendo alla ben nota legge del valore estremo di Gumbel, una delle leggi che meglio riesce a rappresentare la distribuzione empirica della frequenza delle piogge massime e che pertanto è ricorrentemente impiegata nella regolarizzazione delle stesse.

## 5. STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

L'invarianza può essere ottenuta prevedendo una serie di invasi (fossi di guardia, canalizzazioni, bacini, ecc.) che consentano di invasare e di laminare il maggior volume di pioggia dovuto all'incremento del coefficiente uditometrico delle aree.

Nel seguito della trattazione, come consigliato dalla normativa, si procederà al calcolo dei volumi di invaso necessari utilizzando il metodo razionale, che consiste nel determinare il massimo volume da invasare al variare del tempo di pioggia.

I coefficienti di deflusso utilizzati sono quelli indicati dalla normativa, e cioè:

Tipo di suolo	Coefficiente di deflusso ( $\varphi$ ) DGR 2948/2009
Superfici occupate da edifici	0,90
Pavimentazioni asfaltate o comunque impermeabilizzate	0,90
Pavimentazioni drenanti (ghiaia, stabilizzato, betonelle con sottofondo permeabile)	0,60
Impianti fotovoltaici su terreno senza pavimentazioni <sup>1</sup>	0,30
Aree verdi (giardini, prati)	0,20

**Tabella 6 - Coefficienti di deflusso convenzionali per tipologie di superficie scolante**

### IL METODO RAZIONALE: INQUADRAMENTO METODOLOGICO

Questo metodo consiste nel determinare i volumi entranti e uscenti nel sistema al variare del tempo di pioggia, dalla cui differenza si ottiene il valore del volume di invaso cercato.

Il contributo in ingresso reso dalle differenti superfici in cui un sito è suddiviso, è dato dal prodotto tra l'estensione  $S$  e il suo relativo coefficiente di afflusso  $K_{aff}$ , il cui valore è dato dalla media pesata dei coefficienti indicati dalla normativa, e precedentemente citati, mediante le superfici a diversa permeabilità:

$$\text{Contributo netto} = S \times K_{aff}$$

La ripartizione quantitativa è stata stimata in relazione alla portata generata dalla superficie totale di progetto tramite il metodo razionale:

$$Q = C \cdot j \cdot S$$

in cui:

$Q$	portata allo scarico in $m^3/h$
$C$	coefficiente di afflusso
$S$	superficie di raccolta in $m^2$
$j$	intensità di pioggia in $m/h$

Moltiplicando questa relazione per il tempo si ottiene il volume in ingresso cercato.

Nel caso del volume uscente, esso è dato dall'aliquota dovuta allo scarico nei corpi idrici superficiali e dall'aliquota dovuta alla filtrazione nel fondo dell'invaso.

La portata diretta ai corpi idrici superficiali è prescritto dal Consorzio di Bonifica Adige Po in 5,0 l/s ha; questo valore, moltiplicato per la superficie totale dell'insediamento (oggetto di variazione di permeabilità e non) e per il tempo, fornisce il volume in uscita dallo scarico superficiale.

In formule, si ottiene la seguente relazione:

$$V_{invaso} = V_{in} - V_{out}$$

$$= (C \cdot j \cdot S) \cdot t - [Q_{scarico} + (K \cdot i \cdot S)] \cdot t$$

L'aliquota di pioggia dovuta all'infiltrazione nei terreni (legge di Darcy) viene considerata pari a zero in quanto il calcolo della portata in uscita presenta già il fattore "coefficiente d'afflusso" (in pratica  $(K \cdot i \cdot S) = 0$ ).



Superficie totale stimata	87632 m <sup>2</sup>			
Superficie 1	192 m <sup>2</sup>	Strade in stabilizzato	coefficiente d'afflusso stimato $\Psi$	0.6
Superficie 2	2805 m <sup>2</sup>	cabine + stabili esist.	coefficiente d'afflusso stimato $\Psi$	0.9
Superficie 3	23950 m <sup>2</sup>	pannelli fotovoltaici	coefficiente d'afflusso stimato $\Psi$	0.3
Superficie 4	60685 m <sup>2</sup>	agricola rimanente	coefficiente d'afflusso stimato $\Psi$	0.2
Superficie totale calcolata	87632 m <sup>2</sup>	8.7632 ha	coefficiente d'afflusso stimato $\Psi_{med}$	0.250613

Intensità di pioggia	rapporto di h, altezza d'acqua caduta, su T, durata della pioggia		
h	79.09 mm		0.07909 m
T	3 h		
Intensità di pioggia J	0.02636333 m/h		
Portata Q = $\Psi \cdot J \cdot S$	578.983618 m <sup>3</sup> /h		

coefficiente uditometrico richiesto	5 l/s/ha		
Portata totale ammessa allo scarico	43.816 l/s	157.7376 m <sup>3</sup> /h	0.043816 m <sup>3</sup> /s

Vinvaso=Vin-Vout	1263.73805 m <sup>3</sup>	dimensione invaso minima	
	1263.7 m <sup>3</sup>	dimensione invaso post opera	

Superficie totale stimata	87632 m <sup>2</sup>			
Superficie 1	87632 m <sup>2</sup>	agricola ante opera	coefficiente d'afflusso stimato $\Psi$	0.2
Superficie 2	2700 m <sup>2</sup>	edificio esistente	coefficiente d'afflusso stimato $\Psi$	0.9
Superficie 3	m <sup>2</sup>		coefficiente d'afflusso stimato $\Psi$	
Superficie 4	m <sup>2</sup>		coefficiente d'afflusso stimato $\Psi$	
Superficie totale calcolata	90332 m <sup>2</sup>	9.0332 ha	coefficiente d'afflusso stimato $\Psi_{med}$	0.220923

Intensità di pioggia	rapporto di h, altezza d'acqua caduta, su T, durata della pioggia		
h	76.68 mm		0.07668 m
T	3 h		
Intensità di pioggia J	0.02556 m/h		
Portata Q = $\Psi \cdot J \cdot S$	510.085584 m <sup>3</sup> /h		

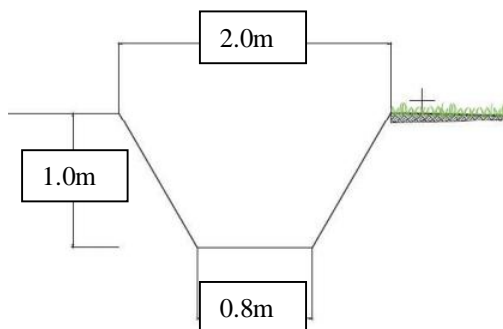
coefficiente uditometrico richiesto	5 l/s/ha		
Portata totale ammessa allo scarico	45.166 l/s	162.5976 m <sup>3</sup> /h	0.045166 m <sup>3</sup> /s

Vinvaso=Vin-Vout	1042.46395 m <sup>3</sup>	dimensione invaso minima	
	1042.46 m <sup>3</sup>	dimensione invaso ante opera	

TOTALE	221.27 m <sup>3</sup>	Volume di invaso aggiuntivo post opera
--------	-----------------------	--

Dall'analisi, riassunta nella tabella soprastante, emerge che per ottenere l'invarianza idraulica bisogna sagomare/realizzare fossi di scolo delle acque fino ad ottenere un volume aggiuntivo di 221.27m<sup>3</sup> a quello esistente per un totale di invaso di 1263.7m<sup>3</sup>.

Considerando una sezione fossi tipo:



con un'area di 1.4m<sup>2</sup> e la lunghezza totale dei fossi di 1049m si ottiene un volume di invaso pari a 1468m<sup>3</sup> > 1263.7m<sup>3</sup> che garantisce l'invarianza idraulica.

giugno 2021

dott. geol. Paolo Chiarion

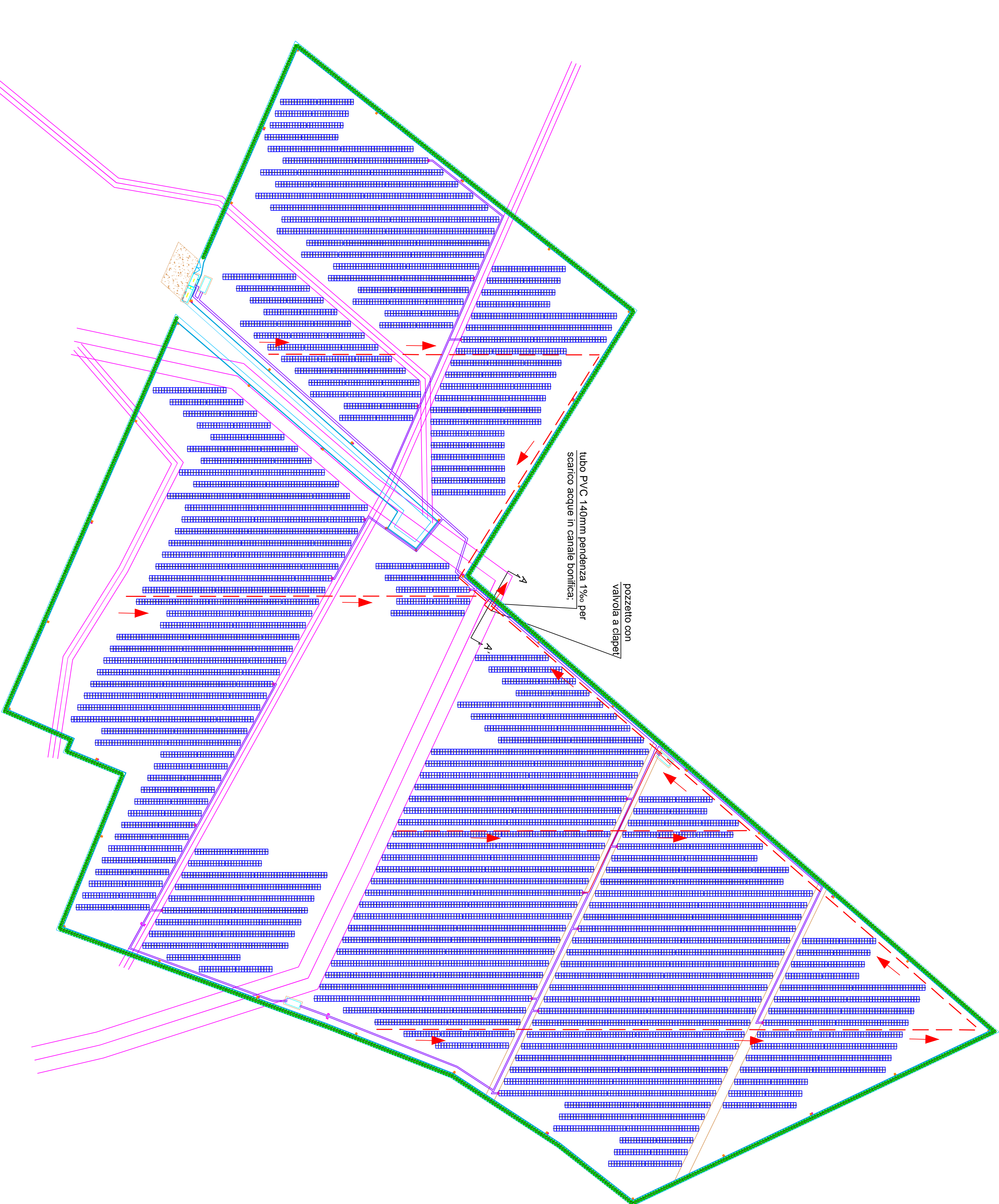


## 6. ALLEGATI

- Tavola 1

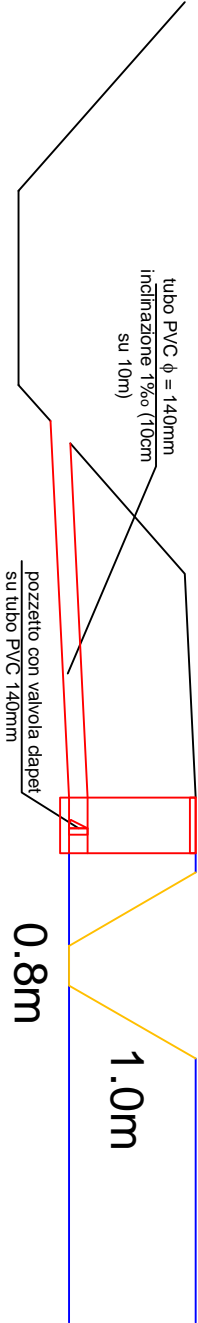


PLANIMETRIA GENERALE post opera scala 1:1000



SEZIONE A-A' Canele ricettore  
bonifica

fosso tipo



FOSSI E DIREZIONE DEFLUSSO ACQUA

LUNGHEZZA FOSSI TOTALE = (135+106+142+280+142+244)m = 1049m

AREA SEZIONE FOSSI = ((2+0.8)\*1.0) / 2 = 1.4m<sup>2</sup>

VOLUME TOTALE INVASO = 1049m x 1.4m<sup>2</sup> = 1468m<sup>3</sup>

VOLUME RICHIESTO PER INVARIANZA = 1263.7m<sup>3</sup>

VERIFICA INVARIANZA: = 1468m<sup>3</sup>>1263.7m<sup>3</sup> = OK

REGIONE EMILIA ROMAGNA  
PROVINCIA di FERRARA  
COMUNE di COPPARO

RIFERIMENTO  
AUTORIZZAZIONE PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO  
DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

OGGETTO

STUDIO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO  
DI COMPATIBILTA' IDRAULICA

UBICAZIONE IMPIANTO

Ubicazione impianto: Via Po snc Copparo (FE)

PROGETTAZIONE  
Progettando S.r.l.  
Sede Legale:  
Via Caldero D'Avola, 1  
35029 Poio di Sacco (PD)  
Sede Operativa:  
Via S. Giovanni Battista, 9/5  
43100 Ravenna (RA)  
www.progettando.tech

descrizione della tavola

INQUADRAMENTO GENERALE, FOSSALAZIONI, RETICOLO DEFLUSSO ACQUE

tabella n°:	emissione:	data:	data:
01/01	giugno 2021	A	
	scala: varie	B	
	filename: tavola generale.dwg	C	
		D	
		E	

PROGETTISTA

IL TECNICO

data: 01/06/2021

TECNOLOGICA GROUP srl  
via Combattenti Alleati d'Europa 9/S - 45100 Rovigo (RO)  
t./f. +39 0425 475453 - e-mail: info@tecnologicagroup.com

Disegno riservato a termine di legge con diritto di riproduzione e di mandato ruolo a terzi senza autorizzazione scritta