

Regione Veneto

Comune di Bagnoli di Sopra

Provincia di Padova

**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE**

Titolo:

Lotto di impianti di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica

**"BAGNOLI 1" - "BAGNOLI 2" - "BAGNOLI 3" - "BAGNOLI 4"**

Via Goffredo Mameli snc

Oggetto:

**RELAZIONE DEL CALCOLO DI CONFORMITA'  
IDRAULICA**

Num. Rif. Lista:

-

Codifica Elaborato:

R - VCI

Studio di progettazione:



Servizi Integrati Gestionali Ambientali scrl  
Circonvallazione Piazza d'Armi, 130 48122  
Ravenna (RA)  
C.F. e P.IVA 01465700399

Incarico professionale ricevuto dalla Chiron Energy Asset Management S.r.l. società facente parte del Gruppo Chiron Energy

Progettista:

Dott. Geol. Michela Lavagnoli



Cod. File:

FILE

Scala:

-

Formato:

A4

Codice:

PD

Rev.:

00

Rev.	Data	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
0	03/2022	Prima emissione	Dott. geol. M. Lavagnoli	Dott. geol. M. Lavagnoli	Dott. geol. M. Lavagnoli
1	DATA				
2	DATA				

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA GENERALE .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>CONTESTO AMBIENTALE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
3.1	Assetto geomorfologico .....	6
3.2	Assetto geologico e litostratigrafico.....	8
3.3	Acque superficiali.....	9
3.4	Assetto idrogeologico locale .....	18
<b>4</b>	<b>INVARIANZA IDRAULICA .....</b>	<b>21</b>
4.1	Curva di possibilità pluviometrica.....	21
4.2	Coefficienti di deflusso .....	22
4.3	DETERMINAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO .....	22
4.3.1	Stato Ante Operam .....	23
4.3.2	Stato Post Operam.....	24
<b>5</b>	<b>ASPETTI CONCLUSIVI .....</b>	<b>26</b>

**Allegato**

## 1 PREMESSA GENERALE

La presente relazione riporta la valutazione di compatibilità idraulica relativa al progetto di realizzazione di un lotto di impianti fotovoltaici in comune di Bagnoli di Sopra, in provincia di Padova il cui intervento interesserà una superficie complessiva di circa 29,45 ha.

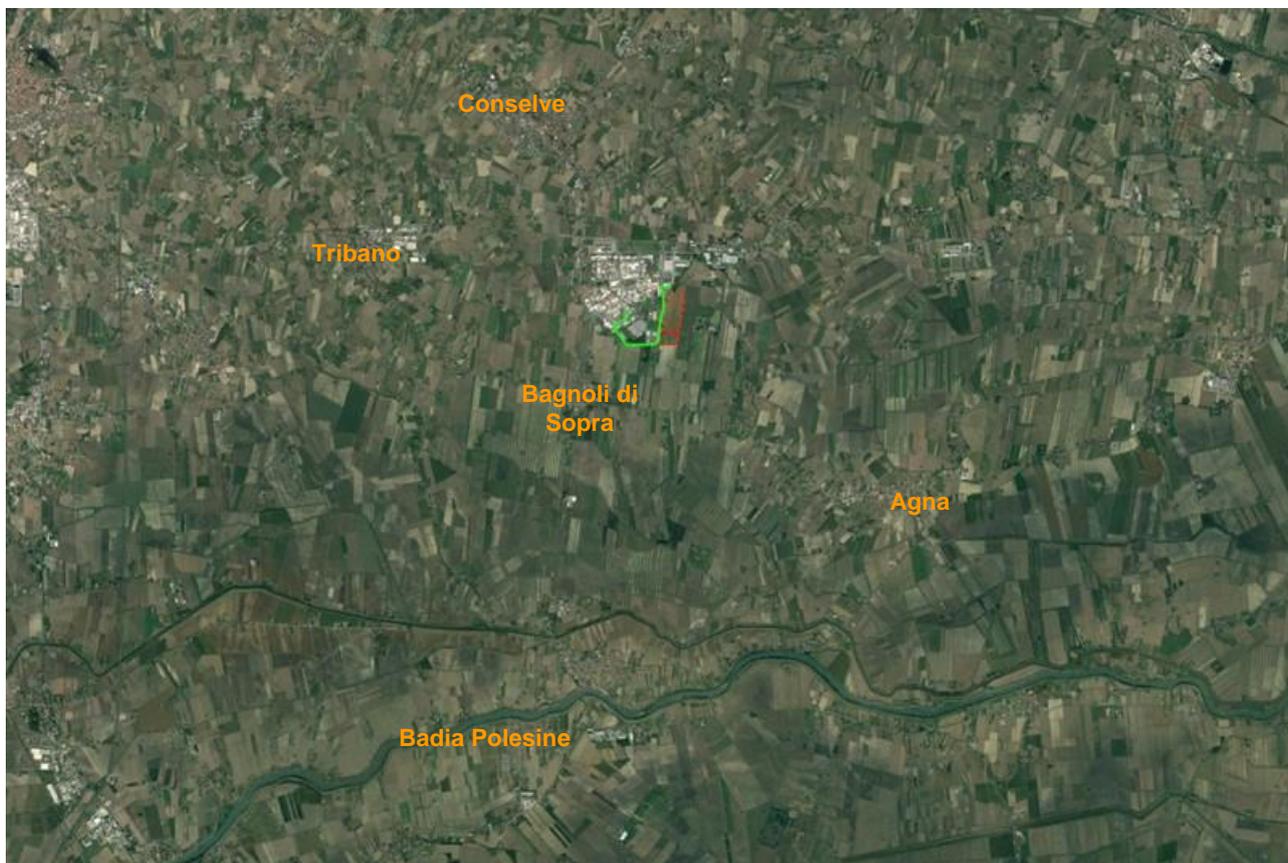


Figura 1-1 Ubicazione del campo fotovoltaico in progetto

La Regione del Veneto ha emesso alcune norme che disciplinano la pianificazione urbanistica in relazione alla regimazione dei deflussi idrici.

Nel dicembre 2002, con D.G.R.V. 3637/02, è stato istituito l'obbligo di redigere una Valutazione di Compatibilità Idraulica per ogni variante agli strumenti urbanistici.

Le disposizioni regionali in materia di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico e le indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici, approvate con la Delibera G.R. n. 3637 del 13.12.2002, successivamente aggiornata con la D.G.R.V. 1322/06 (integrata successivamente dalla D.G.R.V. 2948/09), pongono dei vincoli stringenti all'attività di pianificazione urbanistica.

Tali disposizioni subordinano l'approvazione di nuovi strumenti urbanistici o di loro varianti, al parere di conformità idraulica espresso dalla competente autorità idraulica, individuata dalla Regione Veneto nella unità complessiva del Genio Civile Regionale.

Con delibera di G.R. n. 1322 del 10.05.2006, dopo l'esperienza acquisita negli anni di applicazione della D.G.R. 3637/02, è stata recepita la necessità di garantire omogeneità di approccio agli studi di compatibilità idraulica.

Questi si concretizzano sostanzialmente in elaborazioni idrologiche ed idrauliche finalizzate a definire progettualmente gli interventi che hanno funzione compensativa per garantire l'"invarianza idraulica", laddove il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni del territorio viene così definito: "*per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa.*"

In tal senso le misure compensative consistono sostanzialmente nella individuazione e progettazione di volumi e modalità di gestione di essi in modo che l'area interessata da intervento di trasformazione del suolo non modifichi la propria risposta idrologico-idraulica in termini di portata generata<sup>1</sup>.

L'Allegato A della su indicata Delibera, fornisce "Modalità operative e indicazioni tecniche" delle nuove Valutazioni di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.

In particolare, l'allegato introduce la seguente classificazione dimensionale degli interventi urbanistici in base alla quale scegliere il tipo di indagine idraulica da svolgere e le tipologie dei dispositivi da adottare (la superficie di riferimento è quella per la quale è prevista la modificazione di uso del suolo):

Classe di Intervento		Definizione
Trascurabile potenziale	impermeabilizzazione	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Nel 2009 è stata emanata la D.G.R.V. n. 2948 del 6 ottobre: L. 3 agosto 1998, n. 267 – Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.

Nell'allegato A alla D.G.R.V. 2948/09 sono contenute le modalità operative e le indicazioni tecniche per la redazione della Valutazione di Compatibilità Idraulica.

<sup>1</sup> Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto, VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA Linee guida, Venezia 2009

## 2 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

L'area di intervento risulta situata nella porzione settentrionale del territorio comunale di Bagnoli di Sopra, nelle immediate vicinanze della S.R. n. 104 Monselice-Mare, ad est della Zona industriale-artigianale, a ridosso di Viale Europa. L'area risulta suddivisa in due lotti separati da via Goffredo Mameli che la attraversa.

L'impianto sarà realizzato, su un terreno di proprietà, individuato catastalmente al Foglio n.11, Part. n. 45, 46, 48, 49 e Foglio 14, Part. 33, 34, 40, 41, 42, 50, 51, 80, 105, 107, 114, 253, 255, 288, 290, 124 e 307 del Comune di Bagnoli di Sopra.

L'area è inquadrata dal vigente PRG del Comune di Bagnoli di Sopra come Zone D.1.2 Industriali, artigianali ed a magazzini di espansione.

Il lotto posto a nord della via Mameli confina a nord, nord-ovest con un'area a destinazione industriale e lo scolo consortile "Sardellon" (facente parte del "Consorzio di Bonifica Adige Euganeo"), a ovest con Viale Europa, a est con terreno agricolo e a sud con via Goffredo Mameli. Il lotto risulta attraversato nella parte centrale da un fosso lungo la direttrice nord-sud. Il lotto a sud confina a nord con via Goffredo Mameli, a est e a sud con terreni agricoli coltivati e a ovest con Via Goffredo Mameli.

Attualmente il terreno, di conformazione regolare e pianeggiante, è utilizzato a fini agricoli e non risulta recintato. L'area complessiva, intesa come area, recintata, che ospiterà il campo fotovoltaico a terra interessa una superficie di 294.502 m<sup>2</sup>; l'impianto fotovoltaico avrà potenza complessiva di 26.669,5 kW.

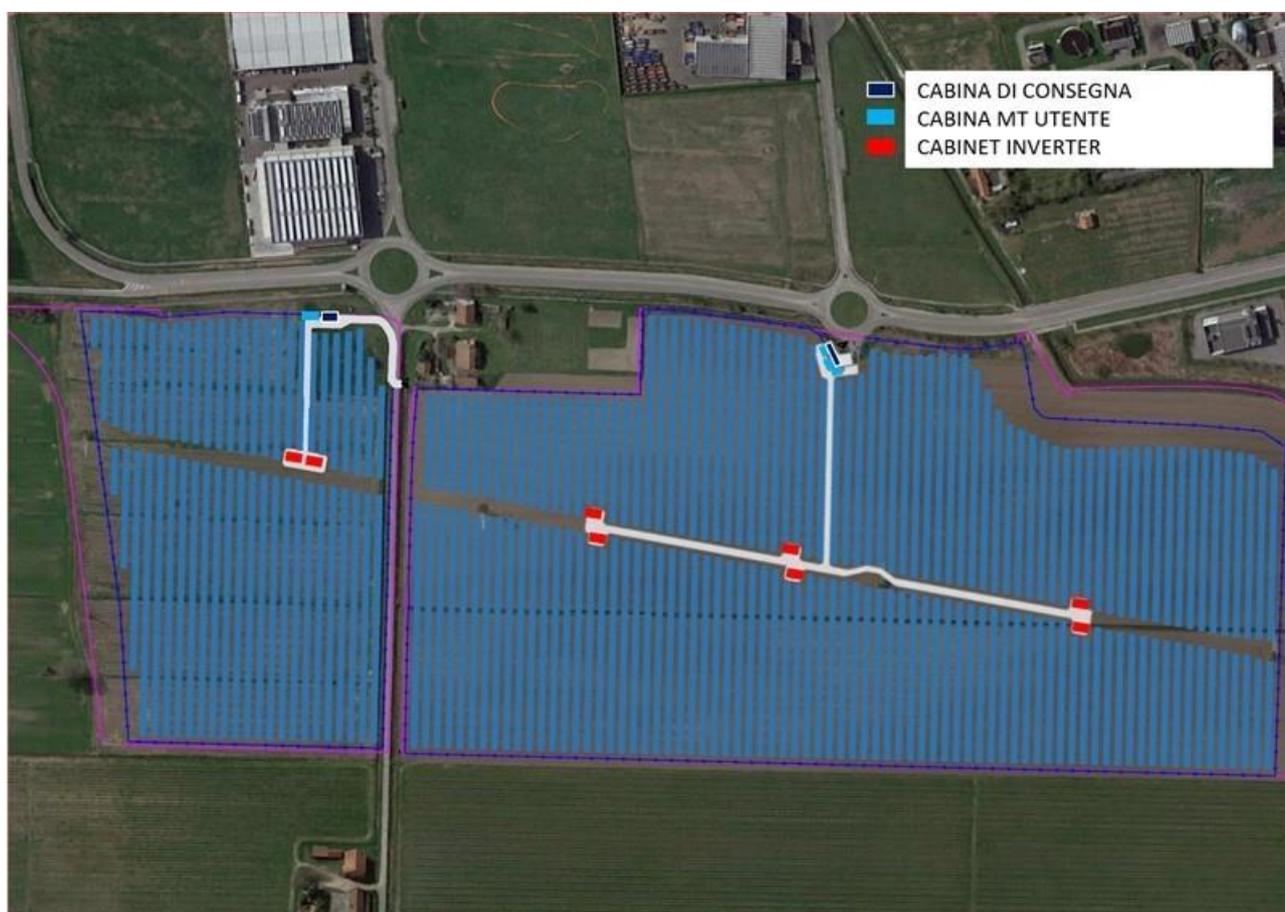


Figura 2-1 Ubicazione del campo fotovoltaico in progetto

I moduli fotovoltaici saranno esposti a sud-ovest (orientamento di 8°) e con inclinazione rispetto al piano orizzontale di 25° (tilt), su strutture fisse. Le strutture di sostegno saranno realizzate in profili metallici (in alluminio o acciaio zincato) e fissate al terreno.

In sintesi si riportano di seguito i dati salienti dell'intervento (cfr. l'elaborato di progetto "Relazione tecnica generale") distinti per le due aree a nord e a sud rispetto alla via Goffredo Mameli.

#### Area nord

- superficie: 217.621 m<sup>2</sup>;
- superficie attiva pannelli: 92.658 m<sup>2</sup>;
- superficie pannelli proiettata a terra: 83.977 m<sup>2</sup>;
- superfici impermeabili (fondazioni cabine): 164,72 m<sup>2</sup>;
- superfici semipermeabili (viabilità e piazzali in stabilizzato): 4.894 m<sup>2</sup>.

#### Area sud

- superficie: 76.881 m<sup>2</sup>;
- superficie attiva pannelli: 32.384 m<sup>2</sup>;
- superficie pannelli proiettata a terra: 29.349 m<sup>2</sup>;
- superfici impermeabili (fondazioni cabine): 62,57 m<sup>2</sup>;
- superfici semipermeabili (viabilità e piazzali in stabilizzato): 1.544 m<sup>2</sup>.

Le strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici saranno costituite da un sistema per installazione in campo aperto di tipo bipalo modulare, e saranno formate da:

- corpo di sostegno;
- traverse fissate al sostegno, costituite da profili integrati da scanalature;
- fondazioni costituite semplicemente da un profilato in acciaio zincato a caldo infisso nel terreno.

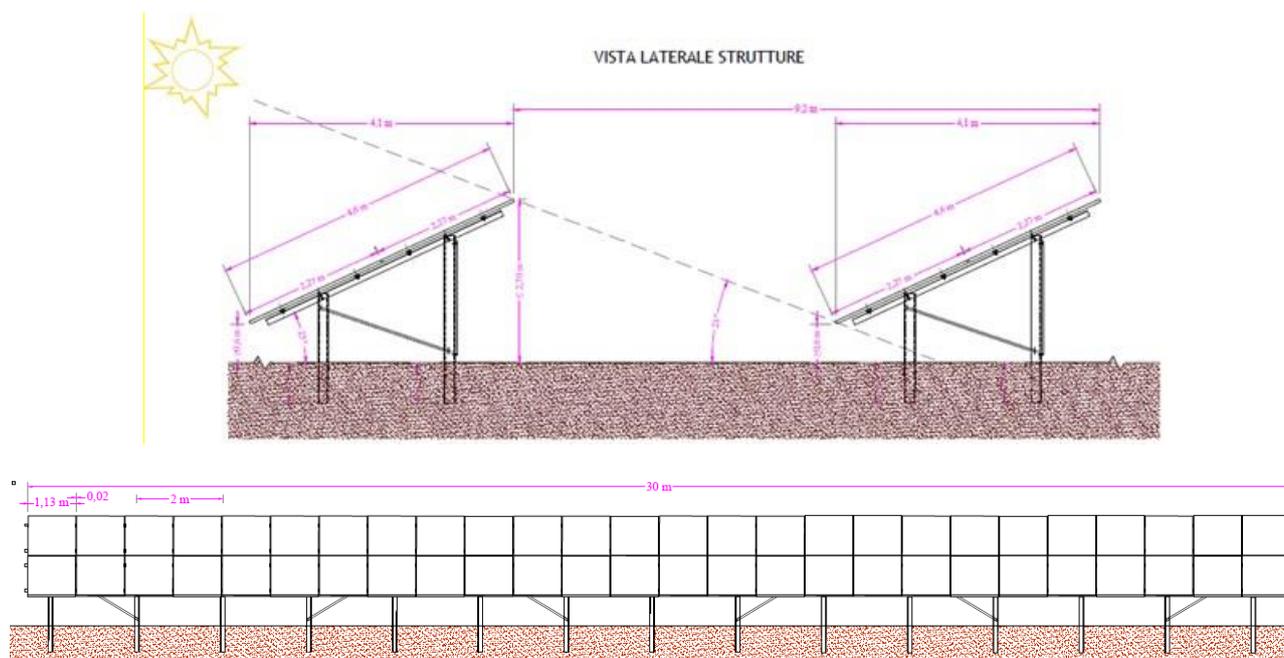


Figura 2-2 – Profilo delle file dei pannelli fotovoltaici

In fase di esercizio le aree di impianto non saranno interessate da copertura o pavimentazione impermeabile, a meno delle aree occupate dalle cabine, piazzali e strade.

### 3 CONTESTO AMBIENTALE DI RIFERIMENTO

#### 3.1 Assetto geomorfologico

Il territorio, nel suo complesso, è caratterizzato da una morfologia pianeggiante con quote sul livello del mare che degradano dolcemente da nord-ovest verso sud-est. In questo contesto l'aspetto del territorio di area vasta è quello tipico di pianura, con estese aree adibite alla coltivazione delimitate da una fitta rete di canali ad uso irriguo.

In Figura 3-1 è riportato uno stralcio della Carta del microrilievo elaborata per il PATI del Conselvano: dall'analisi dell'andamento altimetrico, si possono individuare alcune strutture naturali a forma di dosso ed in corrispondenza delle quali sono state realizzate le infrastrutture storiche, essendo per lo più zone non soggette a periodici allagamenti. Ne sono un esempio le aree rilevate lungo le quali scorrono la SP14 a nord dell'area di intervento e la SP 5 che attraversa l'abitato di Bagnoli di sopra.

Questi elementi morfologici hanno tutti direzione nord-ovest sud-est, ad indicare la direzione degli eventi deposizionali fluviali. Storicamente queste strutture, per la loro minore propensione ad essere sommersi, rappresentavano siti ideali per gli insediamenti e per le relative vie di comunicazione. Si osserva infatti che gli attuali capoluoghi si sono sviluppati proprio in corrispondenza di queste strutture.

In riferimento all'area ove verrà realizzato il campo fotovoltaico essa risulta pianeggiante con quote comprese tra circa 1,2 e 3,0 m slm (Figura 3-2).

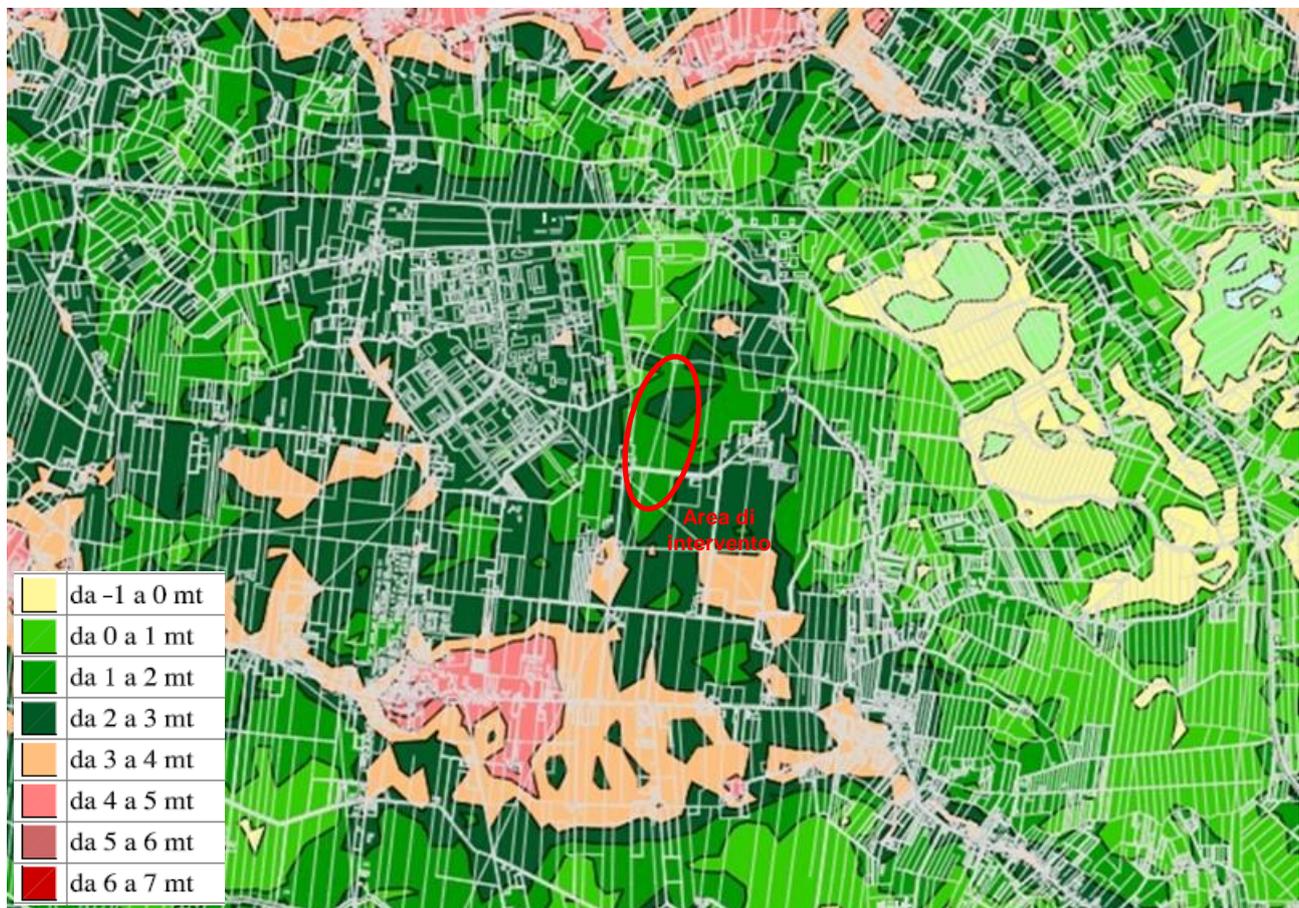


Figura 3-1 – Microrilievo dell'area di intervento (Fonte: Fonte: PATI del Conselvano, Carta del microrilievo)

In Figura 3-4 è riportato lo stralcio della Carta geomorfologica redatta per il PATI del Conselvano che evidenzia con maggior dettaglio la distribuzione delle aree depresse e dei dossi fluviali in prossimità del sito ove verrà realizzato l'impianto.

Sull'area non sono state cartografate strutture morfologiche di rilievo. Anche l'analisi sull'assetto morfologico locale non ha evidenziato la presenza di elementi morfologici, come evidenziato in Figura 3-3.

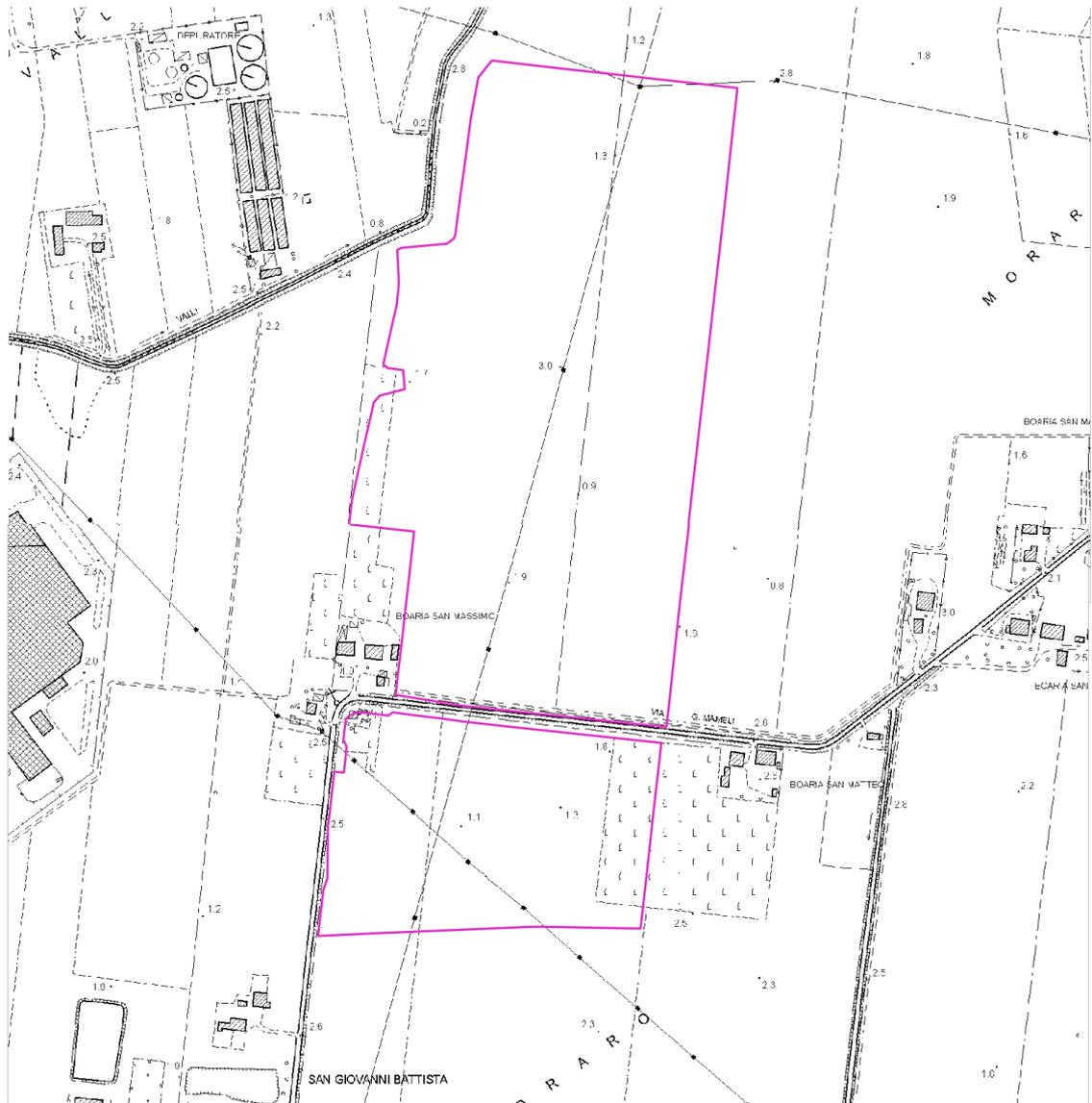


Figura 3-2 – Quote topografiche in prossimità dell'area di intervento tratte dalla CTR 168030 e 147150 alla scala 1:10.000



Figura 3-3 – panoramica delle aree di intervento

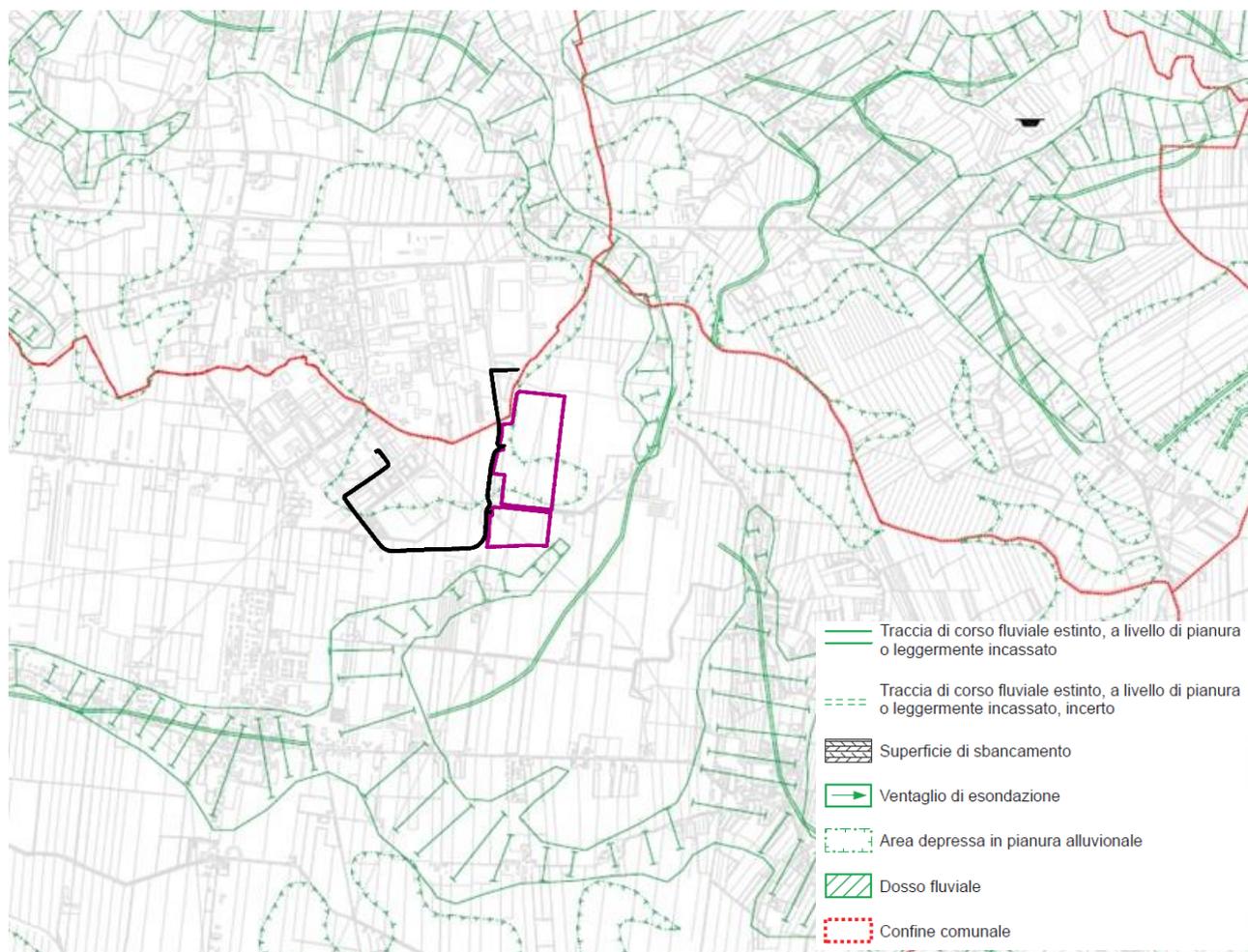


Figura 3-4 – Geomorfologia dell'area di intervento (Fonte: PATI del Conselvano – Carta Geomorfologica)

### 3.2 Assetto geologico e litostratigrafico

L'area è caratterizzata, nei primi metri di profondità, dalla presenza di terreni afferibili ai depositi geologici recenti: si tratta di sedimenti alluvionali costituiti in prevalenza da argille, sabbie limose e limi sabbiosi, rappresentativi di facies di canale attivo, argine e bacino interfluviale. Lo stato di addensamento può variare fra l'addensato ed il mediamente addensato. Questi sedimenti sono tipici di un sistema complesso, qual è la piana alluvionale, dove la caratteristica principale è quella di avere una superficie ripetutamente emersa e sommersa (Ricci Lucchi, 1980). Durante eventi di piena si ha tracimazione con fenomeni di erosione, allagamento, approfondimento dei canali di rotta, distruzione e sradicamento di piante. Allontanandosi dagli argini la velocità dell'acqua diminuisce, come pure la velocità di sedimentazione e la granulometria dei depositi. Terminata la fase di piena la velocità del flusso rallenta, ristagnando nei bacini dove decantano i materiali in sospensione; rimangono ampie aree di fango e lingue di sabbia (Ricci Lucchi, 1980).

Ne consegue che in questi tipi di depositi si può assistere ad una sensibile variabilità litostratigrafica sia in senso laterale che verticale, con presenza di lenti anche piuttosto discontinue.

In Figura 3-5 è riportato l'assetto litologico dell'area di intervento tratto dalla Carta Litologica del P.A.T.I. del Conselvano dalla quale si evince che l'area è caratterizzata dalla presenza di sedimenti di natura alluvionale prevalentemente sabbiosa.

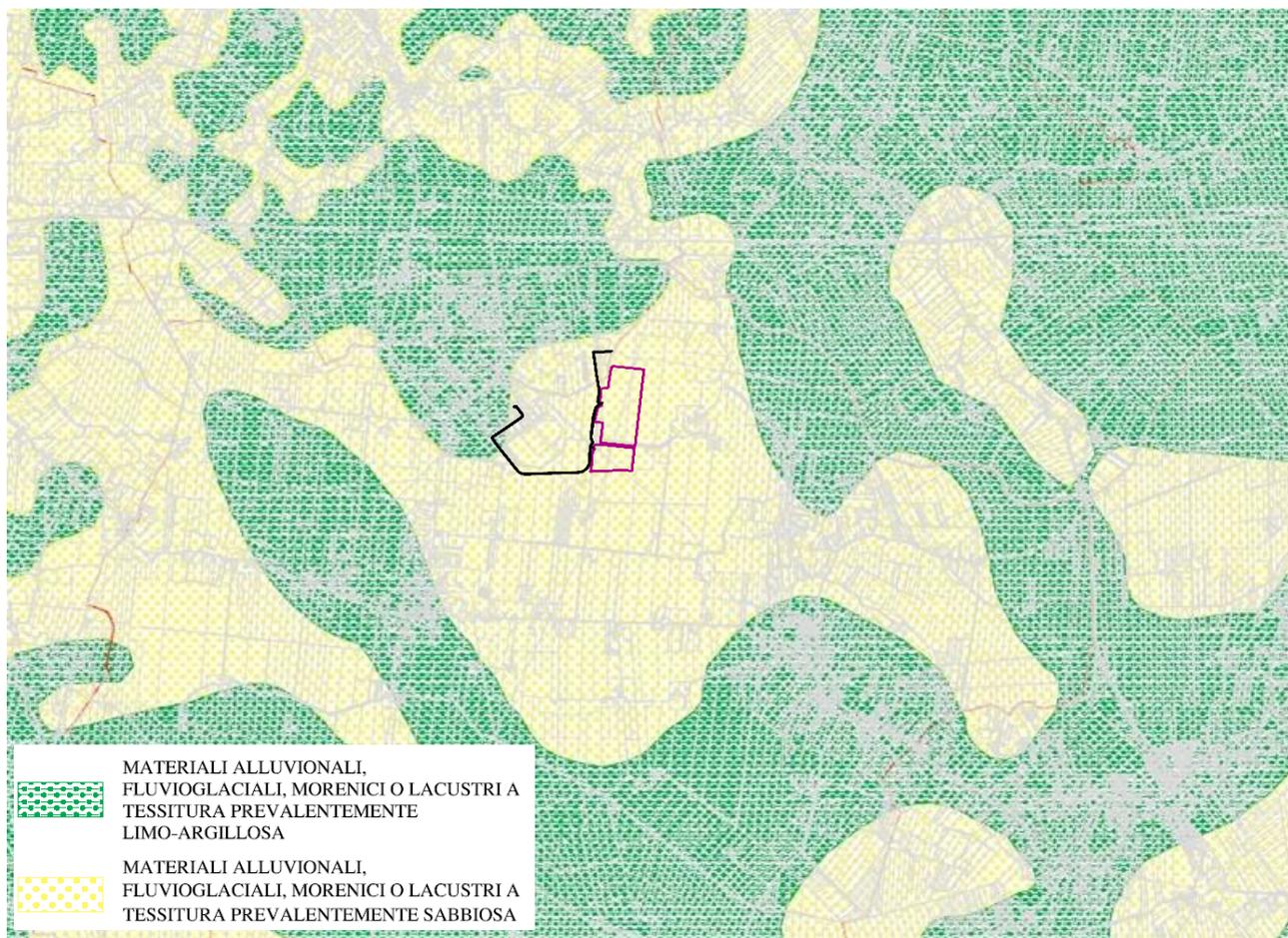


Figura 3-5 – Litologia dell'area di intervento (Fonte: Fonte: PATI del Conselvano, Carta litologica)

### 3.3 Acque superficiali

L'area di intervento, a larga scala, è compresa tra il Fiume Bacchiglione posto a circa 7,2 km a nord e il Fiume Adige, a sud, ad una distanza di circa 6 km.

Il Fiume Adige è un corso d'acqua lungo circa 409 km, che nasce in alta Val Venosta, a 1.550 m slm, e percorre, fino a Verona, la Val Venosta, la Val d'Adige e la Vallagarina, per continuare poi in Pianura Padana. La foce si trova sul Mar Adriatico pochi chilometri a sud di Chioggia e a pochi chilometri a nord del Po, a cui è collegato tramite diversi canali. Il bacino tributario dell'Adige copre una superficie di circa 12.100 km<sup>2</sup>.

Il fiume Bacchiglione è lungo circa 119 km ed ha un bacino di raccolta che si estende per 1.400 km<sup>2</sup>. Il regime idrologico del fiume Bacchiglione è di tipo "misto" ed è caratterizzato da rapide transizioni, dallo stato di magra a quello di piena. I periodi di massima portata del fiume sono i mesi di novembre e maggio mentre i valori minimi si registrano generalmente ad agosto e gennaio.

Nell'area sono inoltre presenti alcuni corsi d'acqua di importanza minore rispetto a quelli citati, ma che rivestono un ruolo rilevante nello smaltimento e gestione delle acque superficiali, come il Canale di Bovolenta, lo Scolo Rebosola, la Fossa Monselesana e il Canale Gorzone, lo scolo Sorgaglia solo per citare i principali.



Figura 3-6 – Principali corsi d'acqua

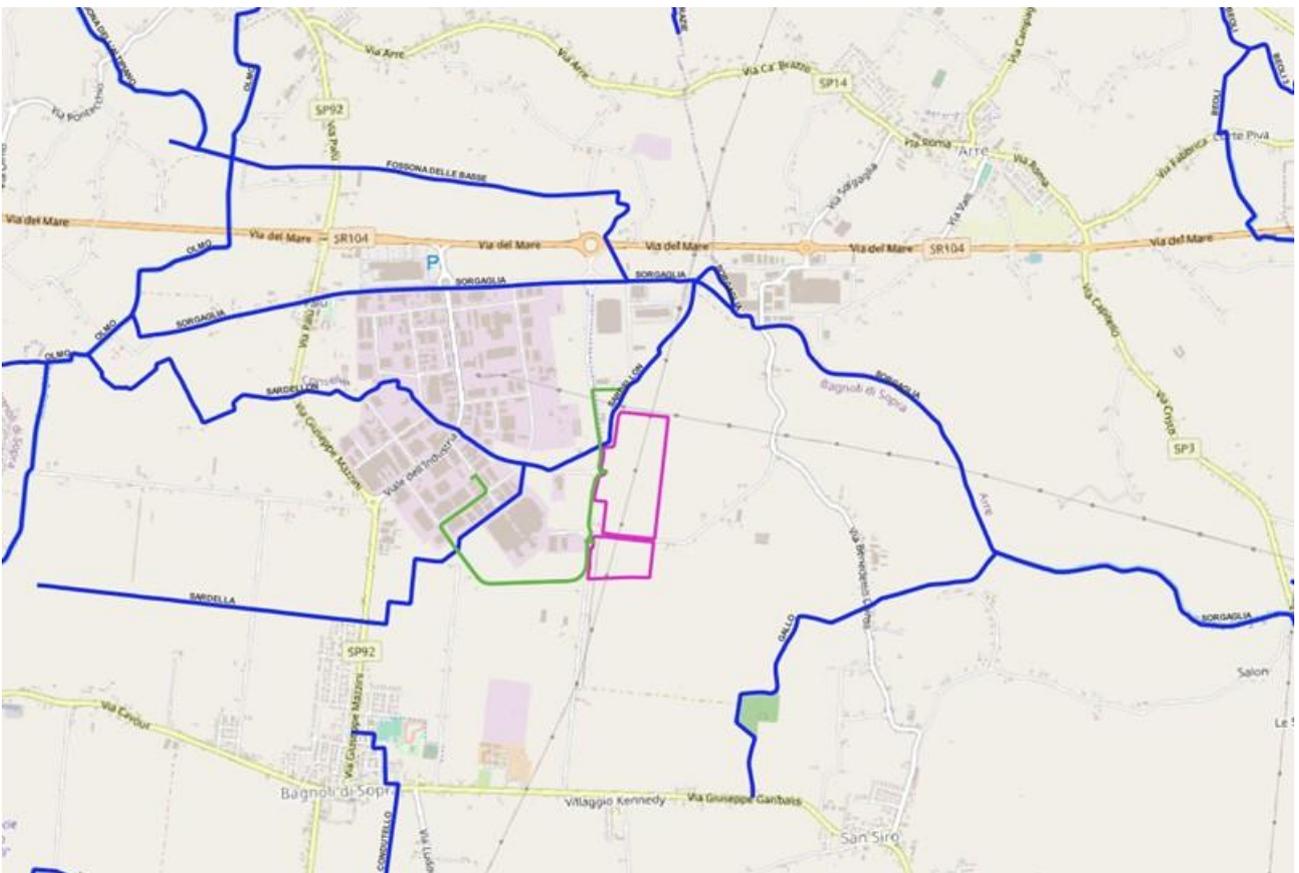
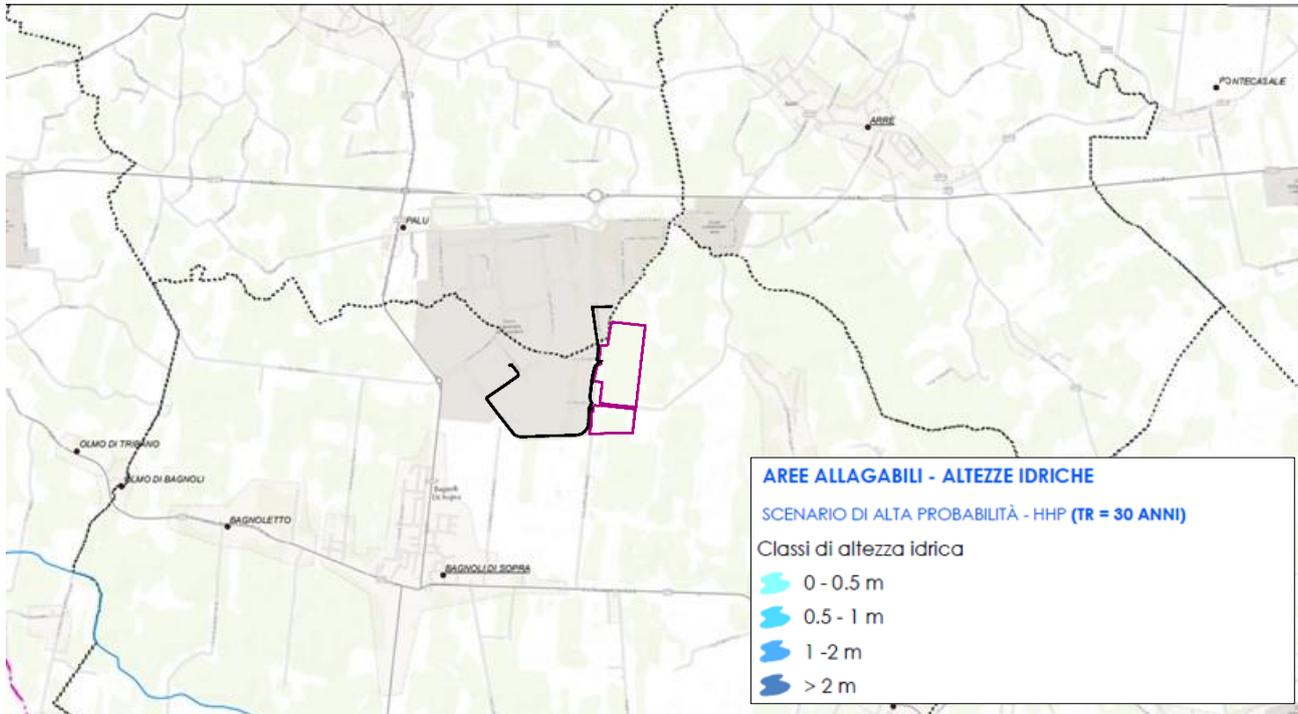
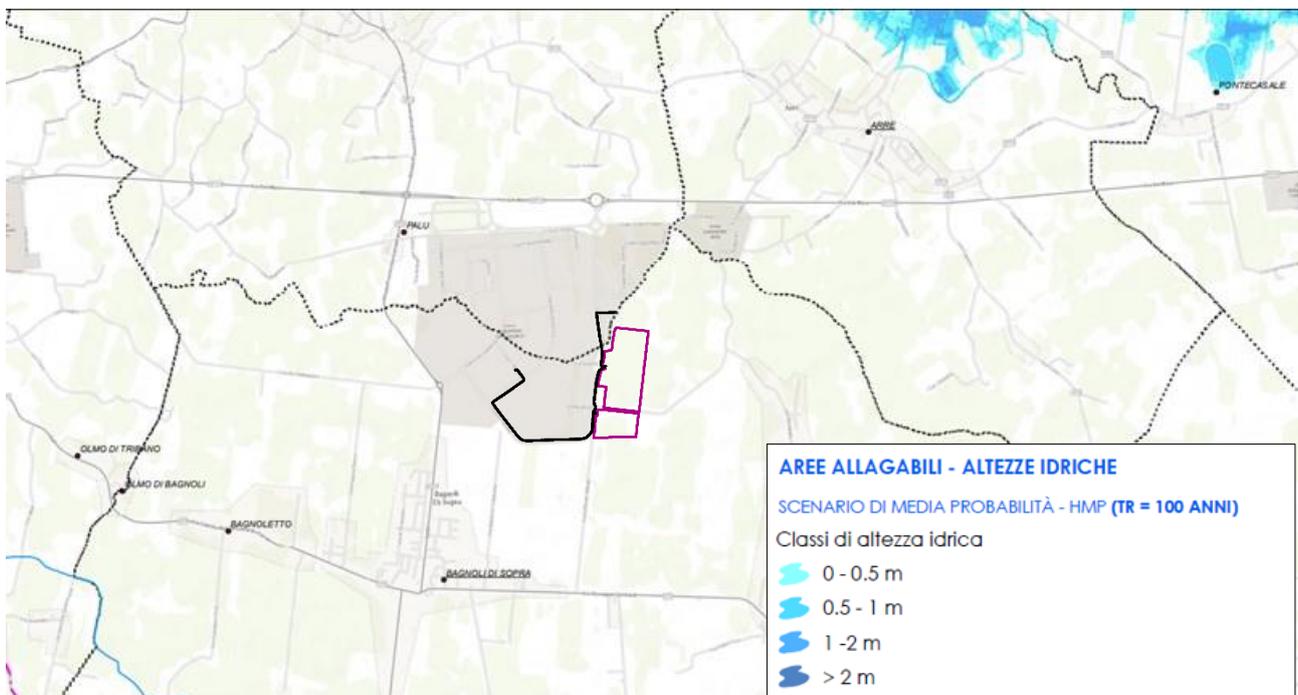


Figura 3-7 – Idrografia dell'area di intervento

Per una valutazione della pericolosità idraulica delle aree di intervento si può fare riferimento al Piano Gestione del Rischio Alluvioni 2015-2021 dell'Autorità di bacino del Distretto delle Alpi Orientali. La cartografia elaborata prevede tre scenari di allagabilità (frequente = TR 30 anni; medio = TR 100 anni; raro = TR 300 anni) relativamente alle altezze idriche nelle aree potenzialmente allagabili ed alla conseguente classificazione del rischio totale. Nelle figure sottostanti sono riportati gli stralci delle carte di pericolosità idraulica nelle aree di intervento. L'area dove verrà realizzato il campo fotovoltaico non rientra nelle aree allagabili in nessuno dei tre scenari considerato, (Figura 3-8=Figura 3-13).



**Figura 3-8 – Aree allagabili scenario di alta probabilità (TR=30 anni). (Fonte PGRA 2015-2021)**



**Figura 3-9 – Aree allagabili scenario di media probabilità (TR=100 anni). (Fonte PGRA 2015-2021)**

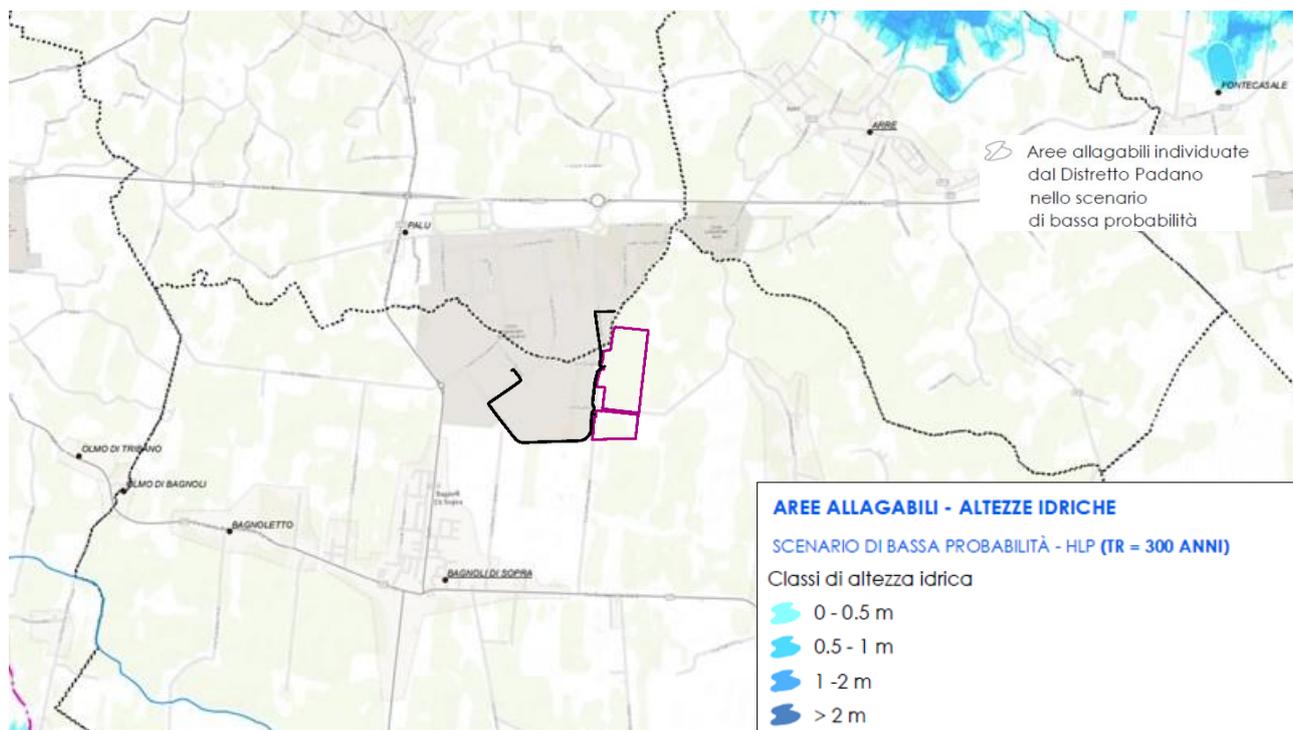


Figura 3-10 – Aree allagabili scenario di bassa probabilità (TR=300 anni). (Fonte PGRA 2015-2021)

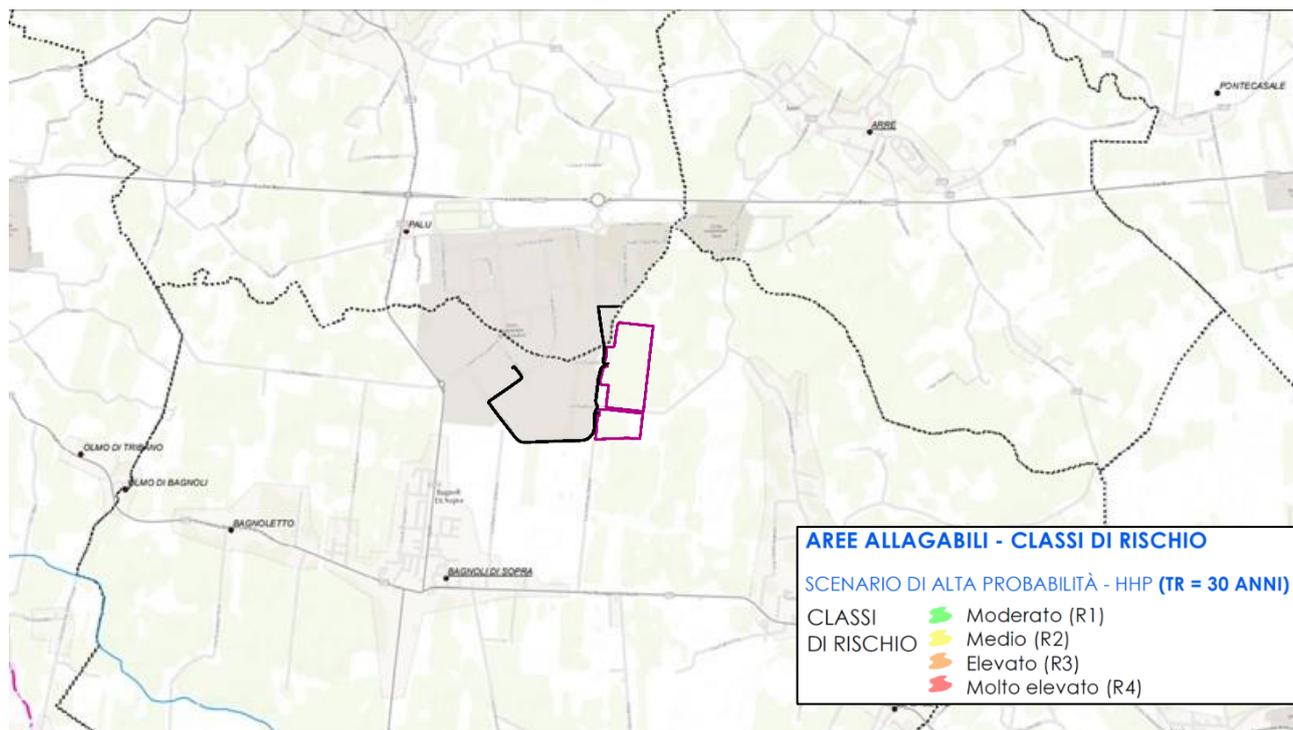


Figura 3-11 – Aree allagabili – Classi di Rischio (TR=30 anni). (Fonte PGRA 2015-2021)

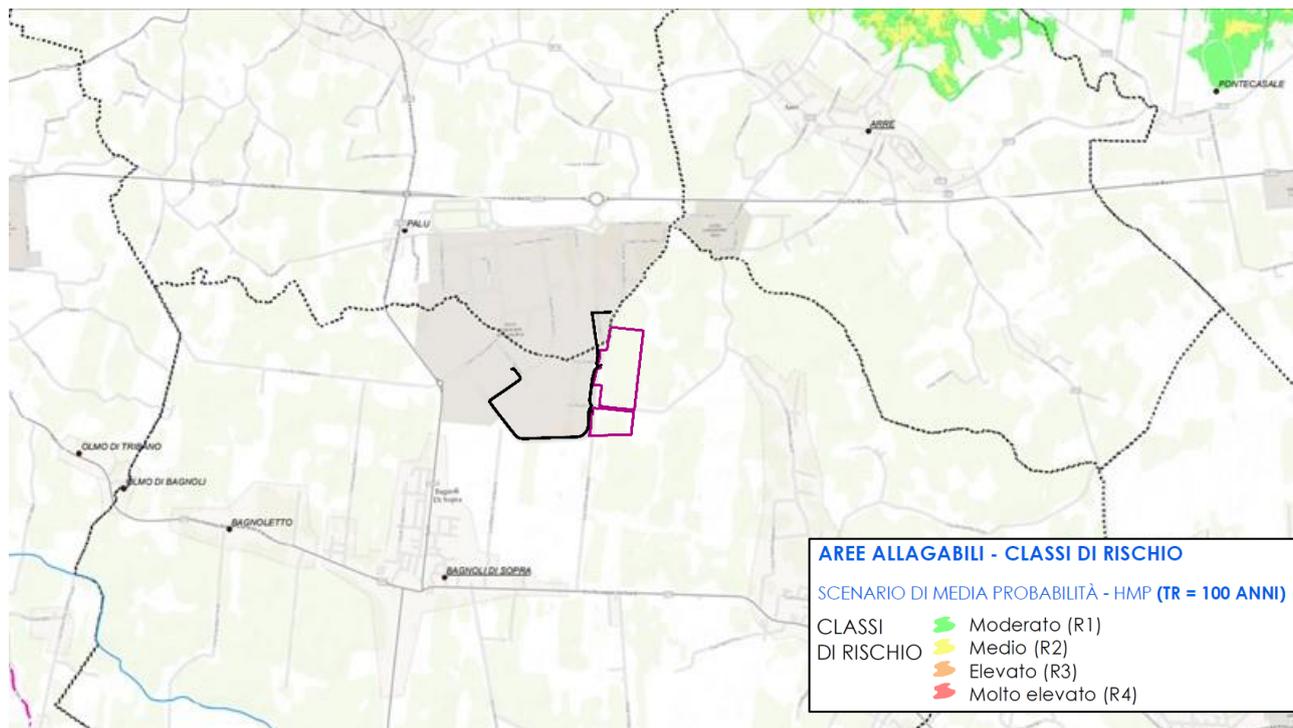


Figura 3-12 – Aree allagabili – Classi di Rischio (TR=100 anni). (Fonte PGRA 2015-2021)

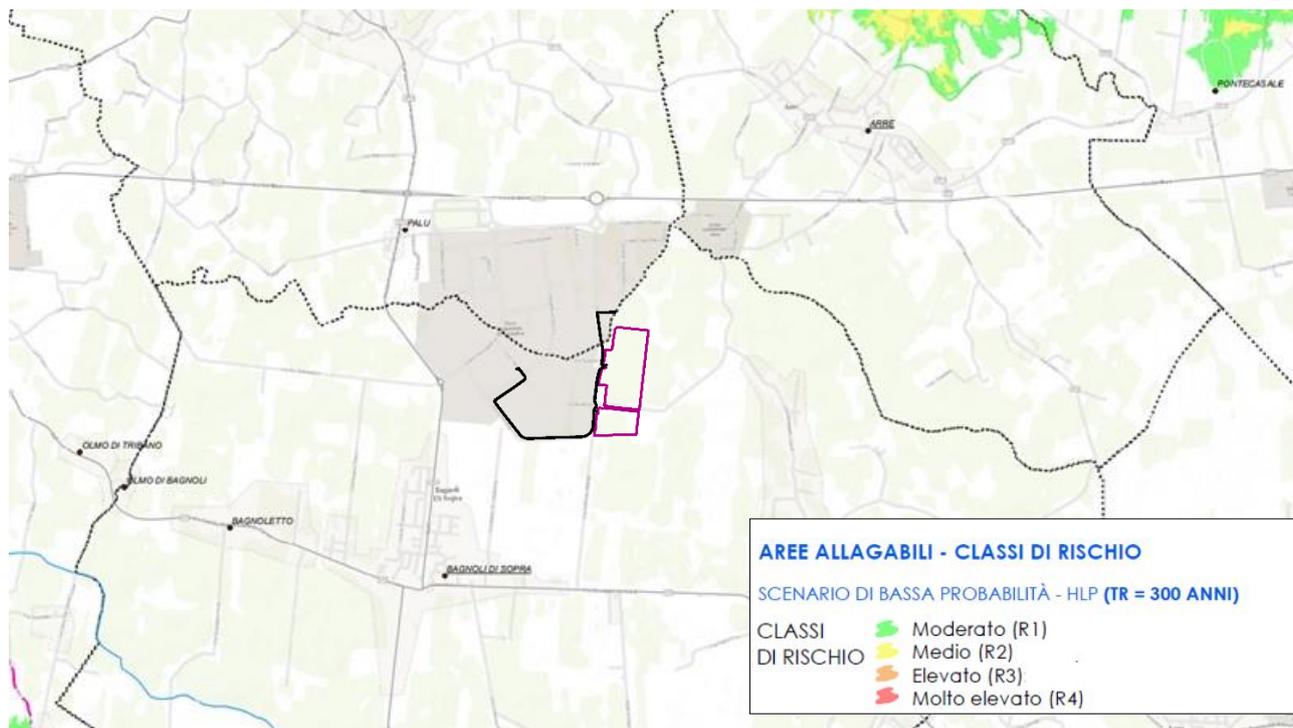


Figura 3-13 – Aree allagabili – Classi di Rischio (TR=300 anni). (Fonte PGRA 2015-2021)

A fine 2021 è stato adottato il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio alluvioni. La cartografia inerente il rischio idraulico tratta dal web gis dell’Autorità evidenzia che le opere di progetto rientrano quasi totalmente nel rischio idraulico R1, la cui Classe è definita Rischio moderato (R1), solo la parte finale delle linee elettriche che attraversa la zona industriale è interessata dalla classe di Rischio medio (R2), Figura 3-14. In riferimento alla pericolosità idraulica il PGRA ascrive tutte le opere di progetto alla classe P1 Pericolosità idraulica moderata (P1), Figura 3-15. Le Norme di Piano all’art. 14 prescrivono che: *Tutti gli interventi e le trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia che comportano la realizzazione di nuovi edifici, opere pubbliche o di interesse pubblico, infrastrutture, devono in ogni caso essere collocati a una quota di sicurezza idraulica*

pari ad almeno 0,5 m sopra il piano campagna. Tale quota non si computa ai fini del calcolo delle altezze e dei volumi previsti negli strumenti urbanistici vigenti alla data di adozione del Piano.

Quanto detto sopra è confermato dalle tavole inerenti il tirante idrico, calcolato negli scenari con tempi di ritorno di 30, 100, 300 anni, rappresentativi rispettivamente di alta, media e bassa probabilità. Le mappe confermano che le opere di progetto rientrano in area con altezze idriche di riferimento fino a 50 cm, negli scenari di media e bassa pericolosità, Figura 3-16 e Figura 3-17.

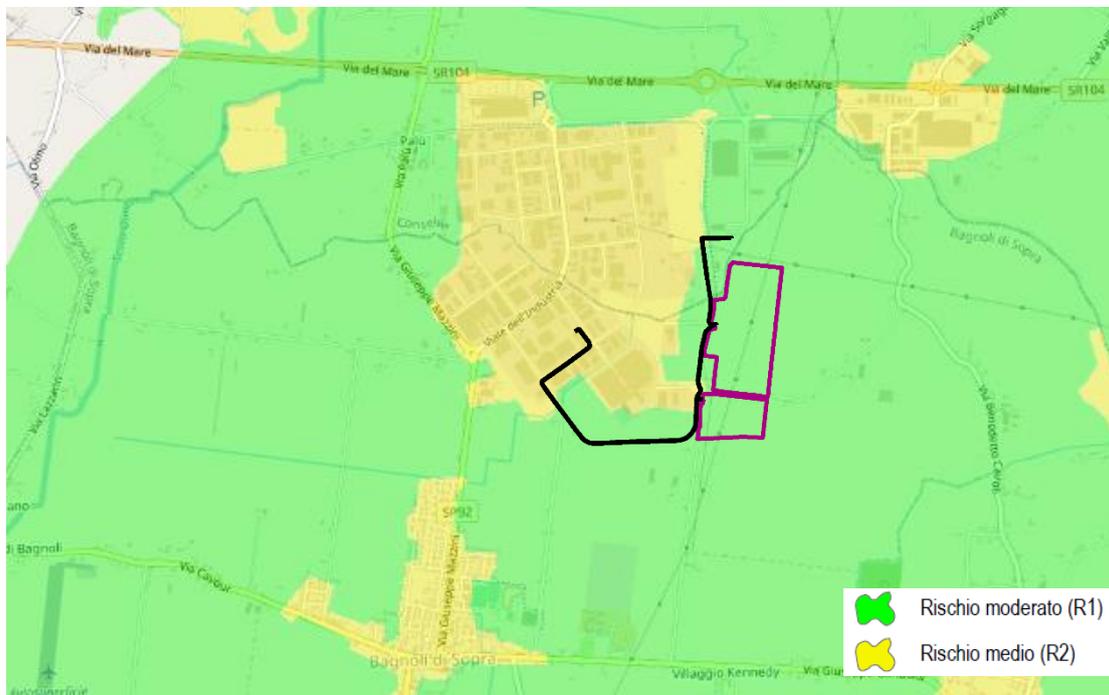


Figura 3-14 – Rischio Idraulico (Fonte web gis SIGMA PGRA 2021/2027 – Autorità di Bacino delle Alpi Orientali)

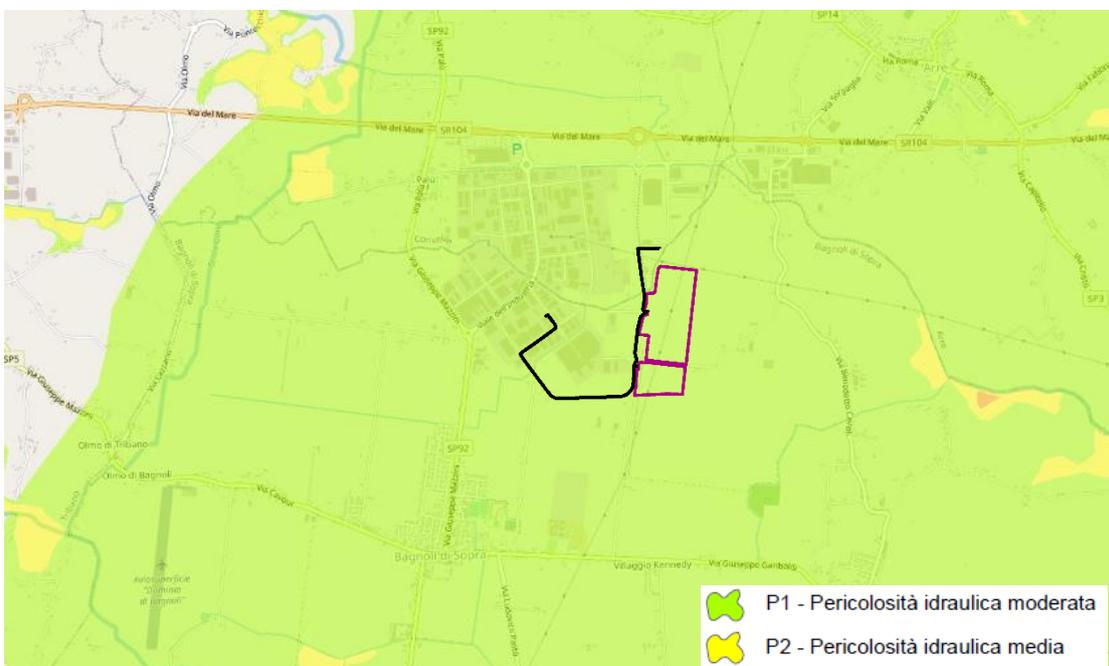


Figura 3-15 – Pericolosità idraulica (Fonte web gis SIGMA PGRA 2021/2027 – Autorità di Bacino delle Alpi Orientali)

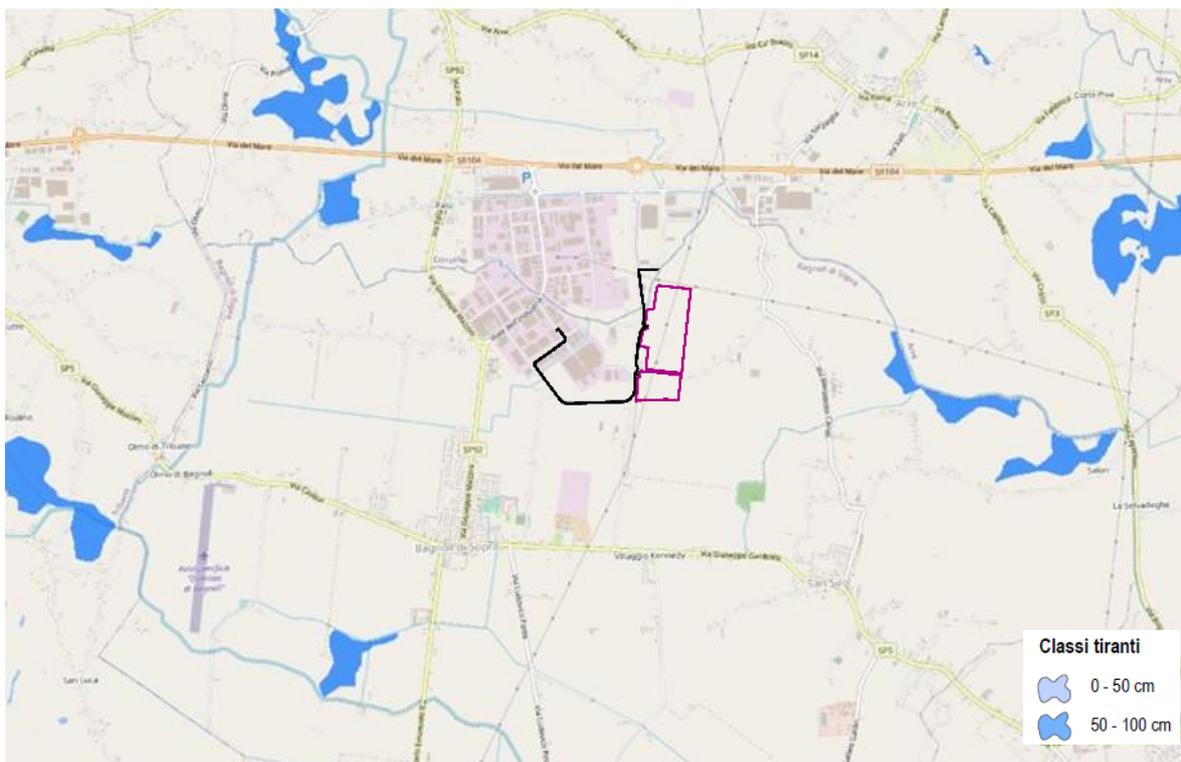


Figura 3-16 – Tiranti idrici di riferimento HPH 30 (Fonte web gis SIGMA PGRA 2021/2027 – Autorità di Bacino delle Alpi Orientali)

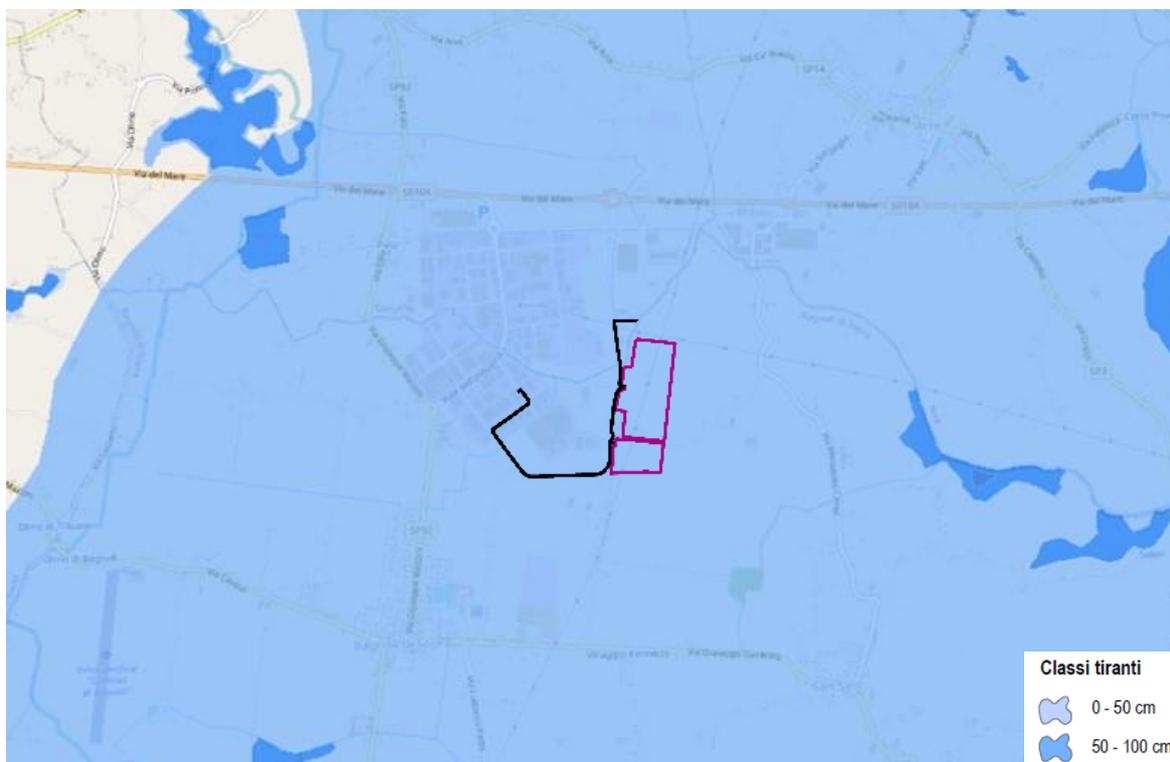


Figura 3-17 – Tiranti idrici di riferimento HMH 100 e LPH 300 (Fonte web gis SIGMA PGRA 2021/2027 – Autorità di Bacino delle Alpi Orientali)

L'area di intervento è prossima, lungo il confine ovest, allo scolo Sardellon che confluisce a nord dell'area nello scolo Sorgaglia. L'acqua dello scolo Sorgaglia, attraverso l'idrovora Sorgaglia, viene sollevata entro un tratto tombinato per sboccare nuovamente a vista nella parte sud dell'abitato di Agna. Qui il Sorgaglia confluisce nello scolo Canale Vitella venendo a costituire l'origine del Canale dei Cuori.



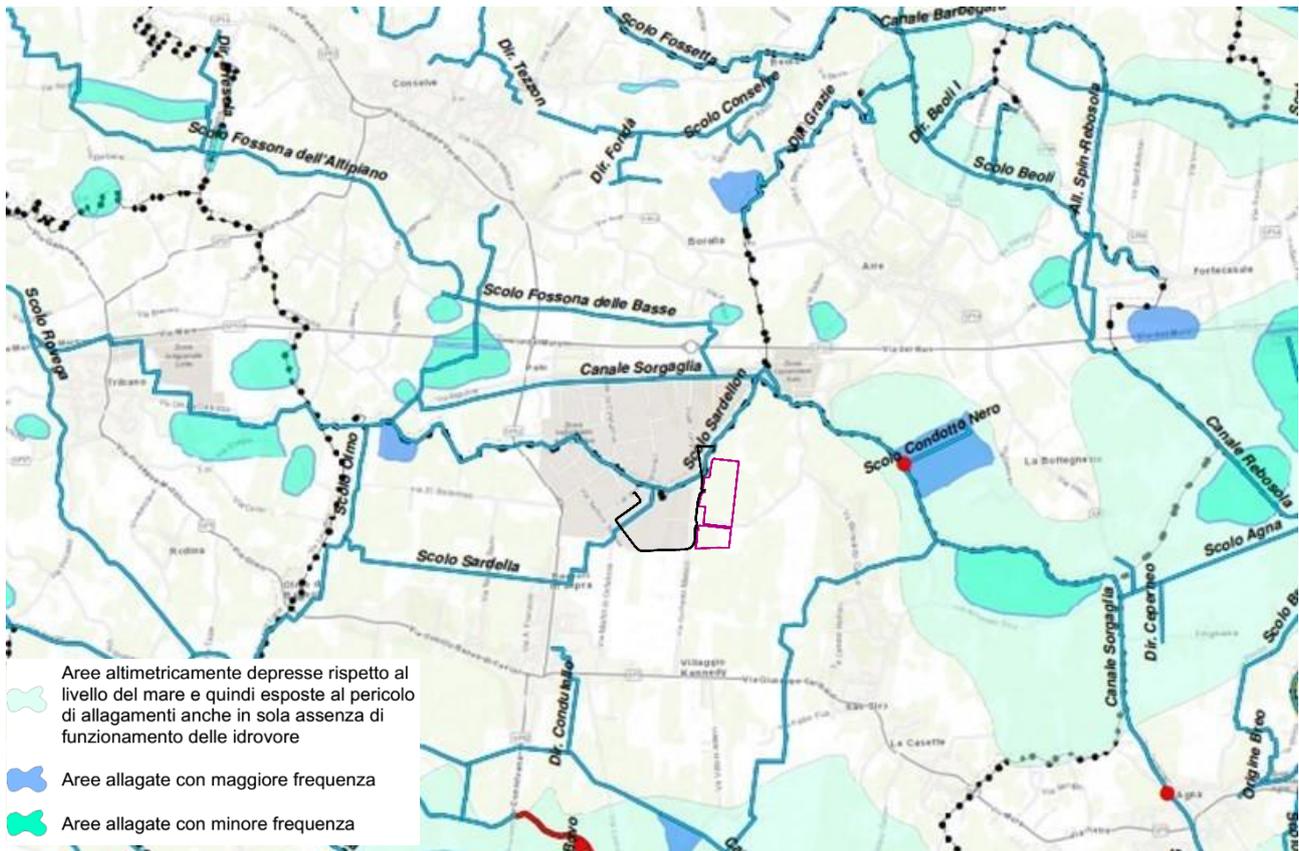


Figura 3-21 – Carta del rischio idraulico del comprensorio del Consorzio di bonifica Adige Euganeo (Fonte: Consorzio di bonifica Adige Euganeo, Piano di Emergenza -Tavola 5)



Figura 3-22 – Carta delle aree sensibili del comprensorio del Consorzio di bonifica Adige Euganeo (Fonte: Consorzio di bonifica Adige Euganeo, Piano di Emergenza -Tavola 6)

### 3.4 Assetto idrogeologico locale

L'apporto dei sedimenti alluvionali che costituiscono il substrato del territorio in esame è legato principalmente al corso dell'Adige. La potenza e l'eterogeneità dei materiali, coinvolti di volta in volta nei vari eventi alluvionali, hanno determinato condizioni stratigrafiche caratterizzate da spiccata variabilità dei litotipi, sia in senso orizzontale che in senso verticale: si tratta piuttosto di un insieme di lenti di materiali più permeabili, parzialmente comunicanti tra loro, confinate tra materiali più fini.

Tale sistema 'multifalde' è un complesso caratterizzato da livelli acquiferi, costituiti da terreni prevalentemente sabbiosi, intercalati da livelli impermeabili prevalentemente argillosi.

Le falde idriche sono contenute nei livelli sabbiosi, mentre gli strati limoso-argillosi fungono da separatori tra una falda e l'altra. In linea generale si può affermare che, in accordo all'andamento che si riscontra nella Pianura Padana, il deflusso avviene lentamente da nord-ovest verso sud-est, con un gradiente generalmente nell'ordine di 1/1000.

Nell'ambito del PRAC della regione Veneto è stata redatta la carta idrogeologica della falda freatica sul territorio regionale riportata in Figura 3-23: la carta elaborata alla scala 1:250.000 certamente non rileva gli aspetti di dettaglio, ma permette di evidenziare l'andamento della superficie freatica che presenta un andamento generale nord/ovest-sud/est, con quote comprese tra 0 e -1 m slm.

Per quanto riguarda la profondità della tavola d'acqua si può fare riferimento alla Carta Idrogeologica (elaborato B23b) del P.A.T.I. del Conselvano, riportato in Figura 3-24 dal quale si evince che l'area rientra tra quelle con profondità compresa tra 1 e 1,5 m da p.c. Non si evidenziano aree a deflusso difficoltoso (Figura 3-25).

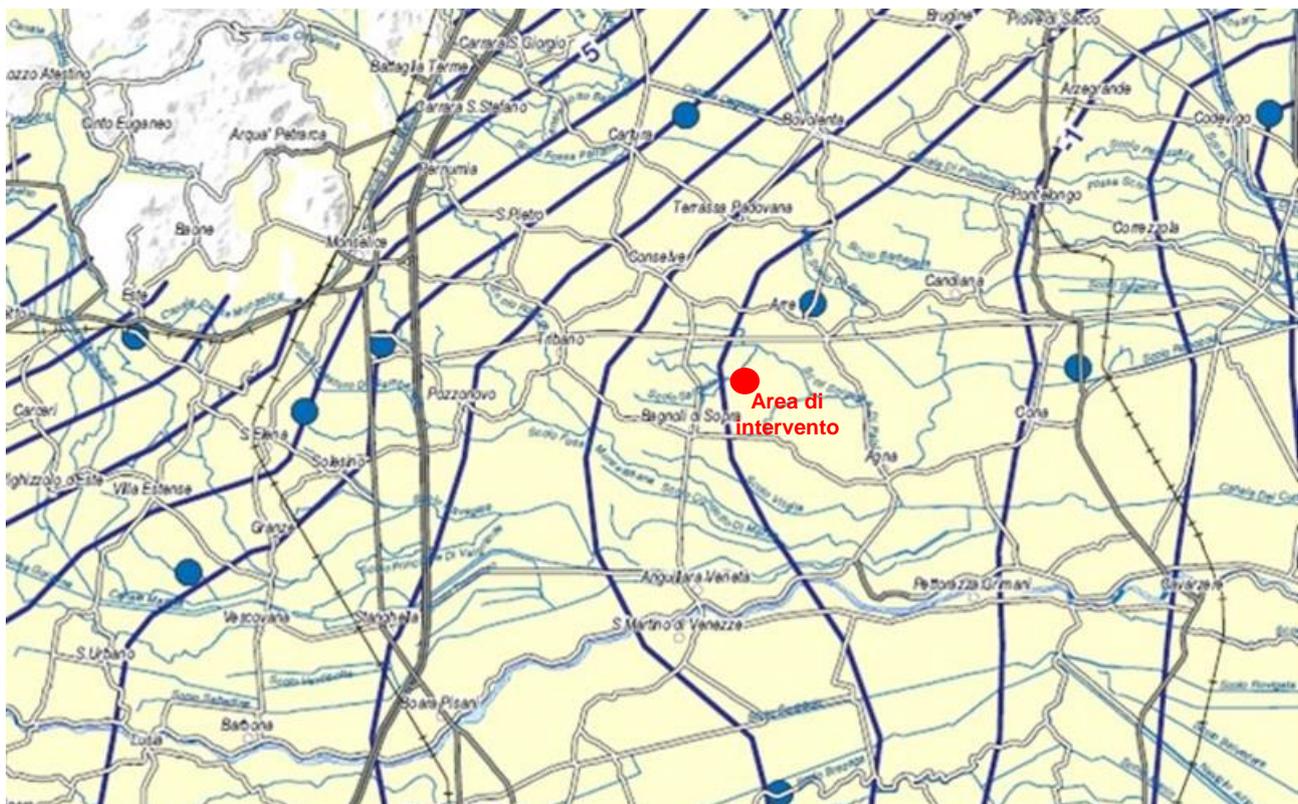


Figura 3-23 – Carta Idrogeologica in m slm (Fonte: Regione Veneto)

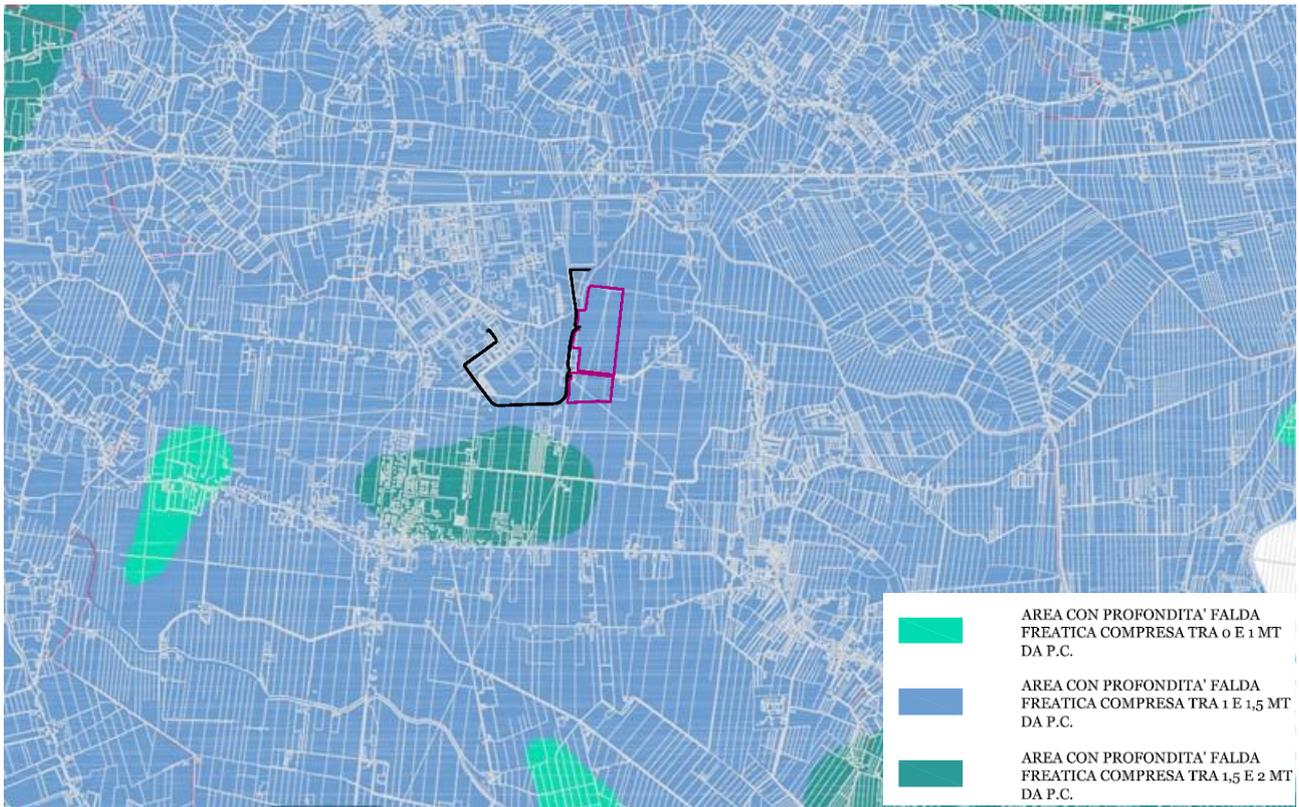


Figura 3-24 – Carta della profondità della tavola d'acqua, m da p.c. (Fonte: P.A.T.I. del Conselvano, elaborato B23b)

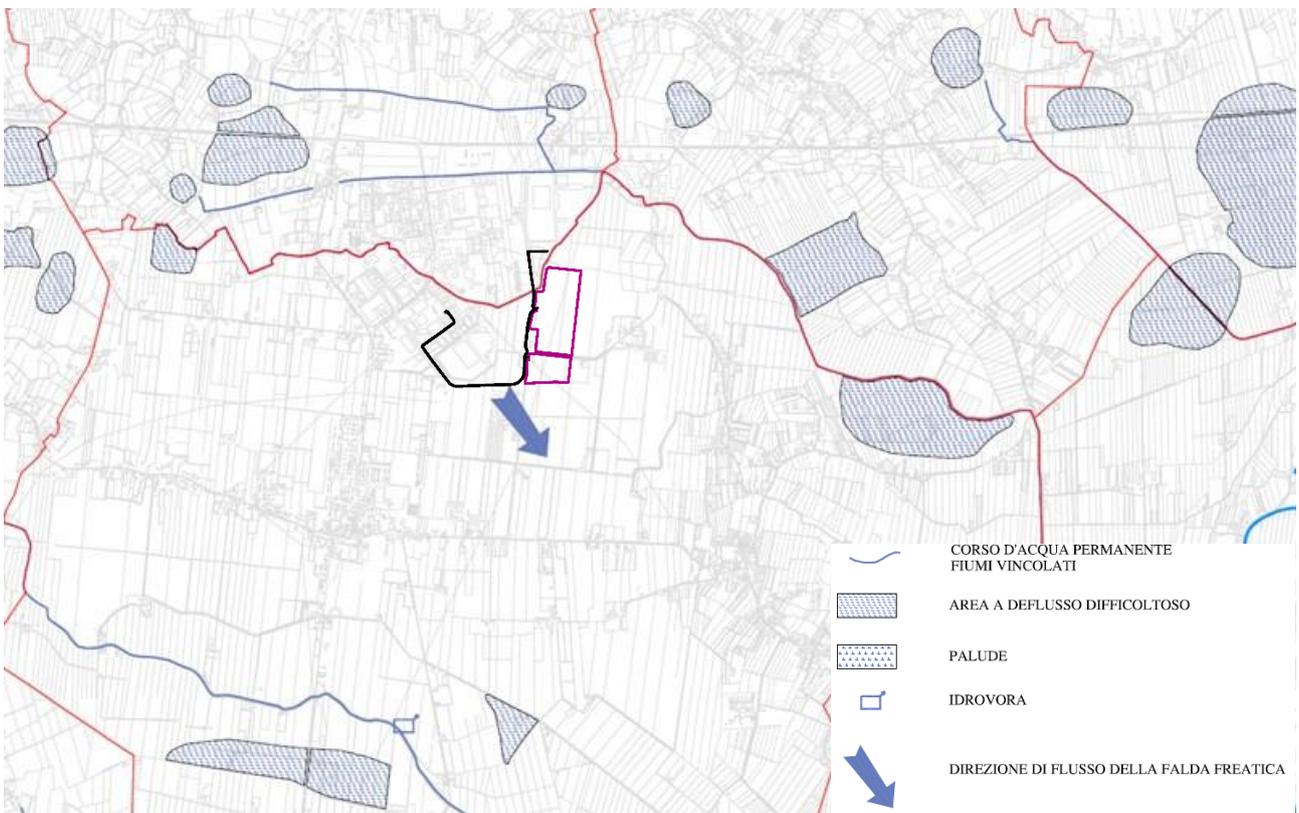
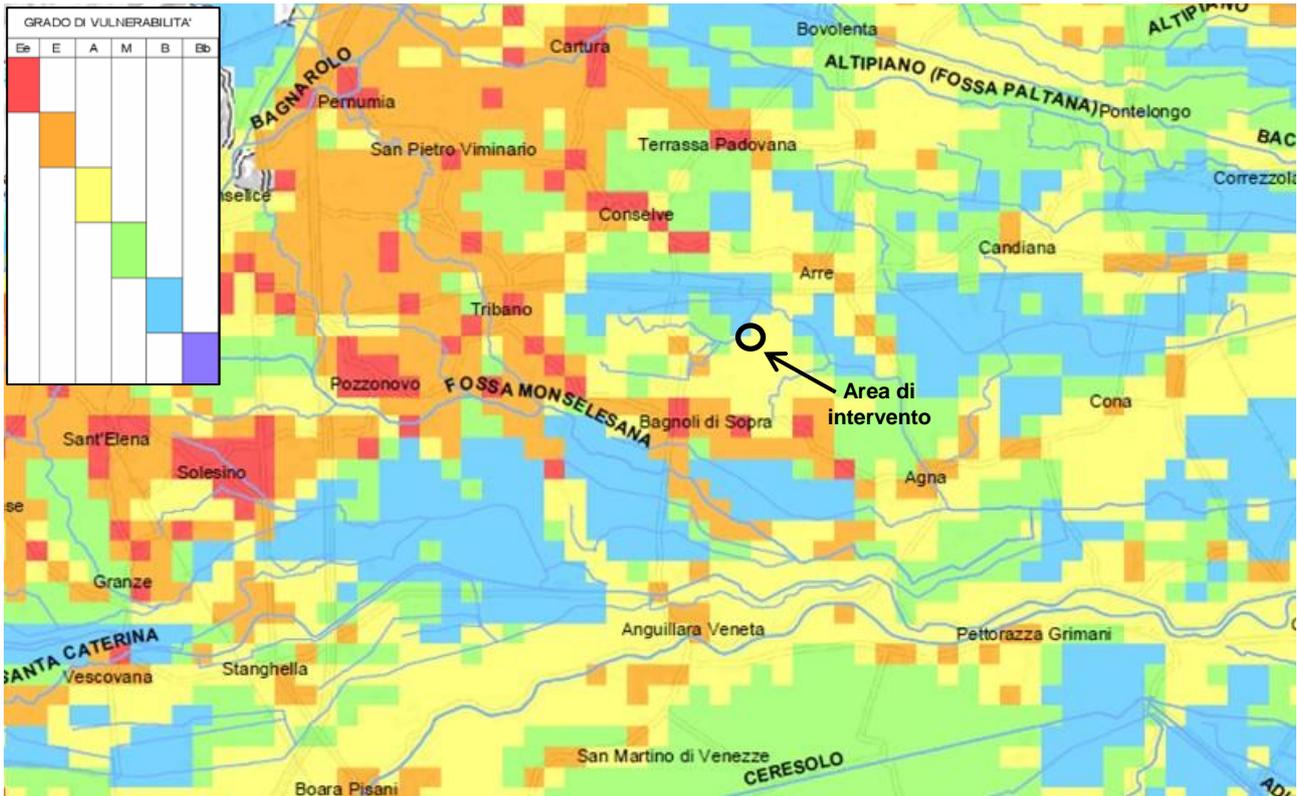


Figura 3-25 – Aree a deflusso difficoltoso. (Fonte: P.A.T.I. del Conselvano, elaborato B23a)

Per quello che concerne la vulnerabilità della falda freatica si può fare riferimento alla 'Carta della Vulnerabilità intrinseca della falda freatica della Pianura Veneta' redatta nell'ambito del Piano Tutela Acque (PTA) della Regione Veneto riportata in Figura 3-26: per l'area di intervento il rischio si può definire 'alto'.



Nota: Ee: estremamente elevato, E: elevato; A: alto; M: medio; B: basso; Bb: bassissimo

Figura 3-26 – Carta della Vulnerabilità intrinseca della falda freatica della Pianura Veneta (Fonte: PTA della Regione Veneto)

## 4 INVARIANZA IDRAULICA

L'invarianza idraulica prevede di dimensionare le opere idrauliche sulla base dei parametri idrologici dell'area oggetto di intervento, in modo che per ogni durata della precipitazione a prefissato tempo di ritorno, la curva di piena generata dal bacino, dopo le modifiche all'uso del suolo, sviluppi una portata massima dello stesso ordine di grandezza di quella ante modifica dello stesso uso del suolo.

Secondo l'allegato A alla DGR n. 2948/2009, il tempo di ritorno cui fare riferimento viene assunto pari a 50 anni.

### 4.1 Curva di possibilità pluviometrica

Per il calcolo dei volumi di progetto utili ai fini del dimensionamento della rete, sono state utilizzate le indicazioni del "Commissario Delegato per l'Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto".

In riferimento a quanto riportato dalle "Linee Guida per la Valutazione della Compatibilità Idraulica", per il calcolo dell'altezza della precipitazione, sono state utilizzate le curve di possibilità pluviometrica a tre parametri. L'altezza di precipitazione è data dalla seguente relazione:

$$h = \frac{a \cdot t}{(b + t)^c}$$

dove a, b, c sono tre parametri ricavati dall'elaborazione dei dati di pioggia.

Per la stima dei parametri da utilizzare, sulla base delle indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica Adige Euganeo, si è fatto riferimento allo Studio delle curve pluviometriche aggiornato all'anno 2019. Il Comune di Bagnoli di Sopra rientra nella sottozona omogenea 1, della quale di seguito si riportano i parametri a, b e c validi per la curva di possibilità pluviometrica a tre parametri (con t espresso in minuti) al variare del tempo di ritorno:

TR (anni)	a	b	c
2	19,1	9,6	0,841
5	25,8	11,2	0,849
10	31,3	12,6	0,852
20	37,4	14,3	0,853
30	41,2	15,4	0,854
50	46,4	17	0,854
100	54,5	19,4	0,855
200	63,9	22,3	0,856

Tabella 4-1 - Parametri della curva segnalatrice

In Tabella 4-2 sono riportate le altezze di pioggia ricavate per vari tempi di ritorno e varie durate di pioggia.

t (min)	TR2 (h (mm))	TR5 h (mm)	TR10 h (mm)	TR20 h (mm)	TR30 h (mm)	TR50 h (mm)	TR100 h (mm)	TR200 h (mm)
5	9,8	11,9	13,4	14,8	15,7	16,7	18	19,2
10	15,7	19,2	21,8	24,3	25,7	27,4	29,7	31,9
15	20	24,7	28,2	31,6	33,6	36,1	39,4	42,6
30	26,8	33,8	39,3	44,9	48,3	52,5	58,5	64,6
45	29,8	38,2	45	52,3	56,8	62,6	71	80
60	32	41,3	49	57,2	62,3	69,1	78,9	89,5
180	40,6	52,3	62,4	73,5	80,6	90,2	104,5	120,4
360	46,2	59,3	70,6	83,4	91,6	102,8	119,7	138,7
720	53,4	68,3	81,5	96,6	106,4	119,9	140,4	163,9
1440	62,4	79,3	93,8	110	120,4	134,5	155,6	179,2

Tabella 4-2 - Altezze di pioggia ottenute con le curve a tre parametri per varie durate e diversi tempi di ritorno

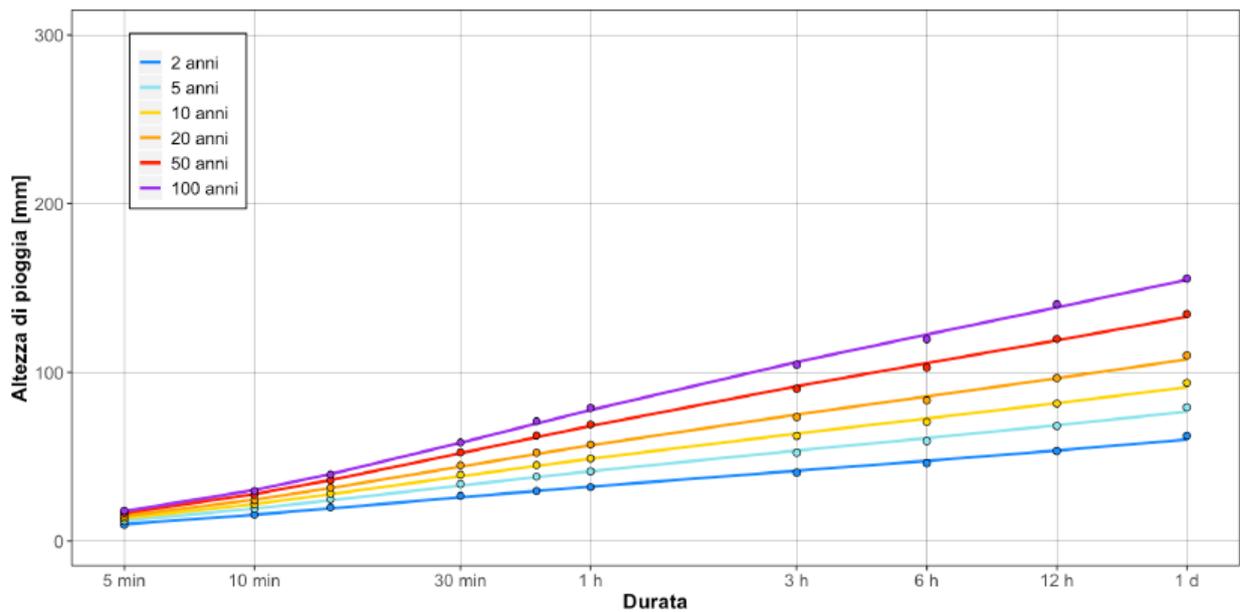


Figura 4-1 - Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate sub-giornaliere per alcuni valori del tempo di ritorno  
(Fonte: Consorzio di Bonifica Adige Euganeo)

## 4.2 Coefficienti di deflusso

Il comportamento dei suoli viene caratterizzato in funzione del coefficiente di deflusso che, in linea generale, può essere rappresentato dai valori convenzionali riportati in Tabella 4-3 e riferiti alla DGR n. 2948/2009.

Rispetto alla situazione in essere le superfici che subiscono una modifica riguardano le aree interessate dall'installazione dei pannelli fotovoltaici e le aree destinate alla realizzazione della viabilità interna.

Si assume, a favore di sicurezza, come superficie interessata dai pannelli fotovoltaici la corrispondente proiezione in pianta dei pannelli e, su indicazioni dell'Ufficio Tecnico del Consorzio di Bonifica Adige Euganeo, un coefficiente di deflusso da utilizzare pari a 0,6. Anche per i piazzali (finitura in stabilizzato o analogo) viene utilizzato un coefficiente di 0,6 (Tabella 4-3).

Superficie scolante	$\varphi$
Aree agricole	0,10
Aree verdi	0,20
Superfici semipermeabili (stabilizzato, grigliati drenanti, terra battuta)	0,60
Superfici impermeabili (strade, coperture ecc.)	0,90

Tabella 4-3 - Coefficienti di deflusso indicati dalla DGR n° 2948 del 10/2009

## 4.3 DETERMINAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO

Come previsto dal concetto di "invarianza idraulica", sancito dalle citate Delibere Regionali, si rende necessario determinare quale sia la portata in uscita dall'area allo stato antecedente il progetto, così da assumerla a riferimento per la progettazione degli invasi. Per comodità tale valore viene esplicitato in letteratura per unità di superficie, ovvero come coefficiente idrometrico  $u$ , espresso in [l/s-ha].

A questo scopo, nonostante il valore di  $u$  sia variabile caso per caso a seconda delle condizioni geomorfologiche, pedologiche ed idrauliche del sito specifico, ricordando che condizioni particolari possono richiedere l'assunzione di valori cautelativamente più bassi, si assume un coefficiente idrometrico di 5 l/s-ha. Il calcolo dei volumi da rendere disponibili per l'invaso delle portate generate dall'assetto dell'area di intervento può essere con buona approssimazione condotto come differenza tra i volumi affluiti alla rete ed i volumi massimi ammessi alla rete idrografica ricettiva.

Si ha pertanto:

$$V_{\text{invaso}} = V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} \quad (1)$$

che diventa:

$$V_{\text{invaso}} = S \cdot \varphi \cdot h(t) - Q_{\text{out}} \cdot t$$

Essendo:

$V_{\text{IN}}$  = Volume in ingresso =  $S \cdot \varphi \cdot h(t)$ ;

$S$  = Superficie di intervento;

$\varphi$  = Coefficiente di deflusso medio dell'area in esame;

$h(t)$  = altezza di pioggia attesa al suolo secondo le curve di possibilità pluviometrica per TR= 50 anni;

$V_{\text{OUT}}$  = volume in uscita pari al prodotto tra la portata ammessa in uscita e la durata dell'evento ( $Q_{\text{out}} \cdot t$ ).

### 4.3.1 Stato Ante Operam

#### Area NORD

Per la stima dei volumi che attualmente afferiscono all'area, per una precipitazione con TR=50 anni l'area è stata cautelativamente considerata interamente come agricola, alla quale è stato attribuito un coefficiente di deflusso  $\varphi$  uguale a 0,1.

Superfici di riferimento		Coefficiente di deflusso	
Superficie agricola	217.621 m <sup>2</sup>	$\varphi$	0,1

In Figura 4-2 è riportato l'andamento dei volumi d'acqua relativi ad una precipitazione con TR=50 anni e utilizzando un coefficiente udometrico  $u=5$  l/s·ha. All'aumentare del tempo di pioggia  $t$ , il volume in ingresso alla rete continua a crescere, ma la pendenza va diminuendo; il volume in uscita, invece, cresce con pendenza invariata, essendo la portata un valore assunto costante, determinato dal coefficiente udometrico ammesso in uscita a garanzia dell'invarianza.

In allegato è riportato la tabella di calcolo, il volume di invaso risulta 1.102 m<sup>3</sup>, che corrisponde circa 51 m<sup>3</sup>/ha.

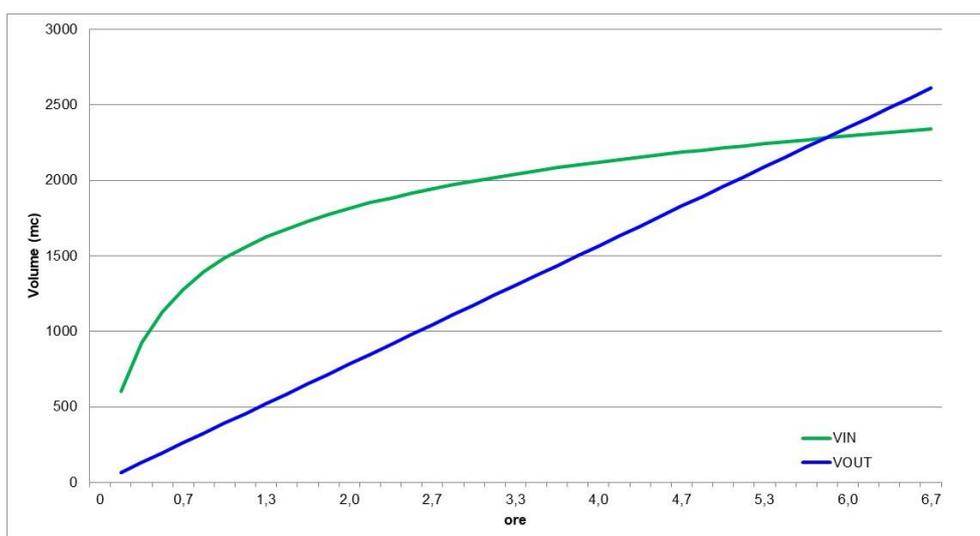


Figura 4-2 – Stato Ante Operam Area NORD: volumi in ingresso e uscita per precipitazioni con TR 50 anni e  $u = 5$  l/s/ha

### Area SUD

Per la stima dei volumi che attualmente afferiscono all'area, per una precipitazione con TR=50 anni l'area è stata cautelativamente considerata interamente come agricola, alla quale è stato attribuito un coefficiente di deflusso  $\varphi$  uguale a 0,1.

Superfici di riferimento		Coefficiente di deflusso	
Superficie agricola	76.881 m <sup>2</sup>	$\varphi$	0,1

In Figura 4-2 è riportato l'andamento dei volumi d'acqua relativi ad una precipitazione con TR=50 anni e utilizzando un coefficiente idrometrico  $u=5$  l/s-ha.

In allegato è riportato la tabella di calcolo, il volume di invaso risulta 389 m<sup>3</sup>, che corrisponde circa 51 m<sup>3</sup>/ha.

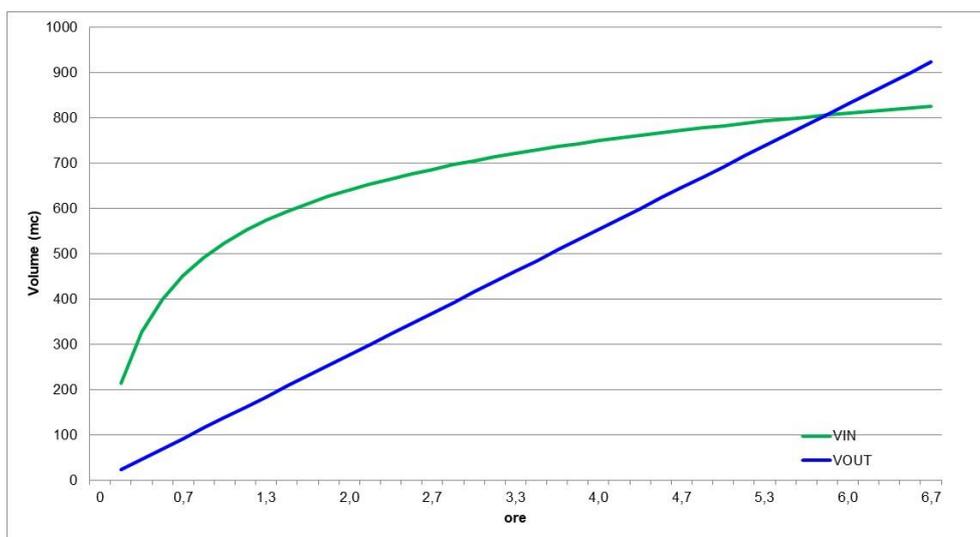


Figura 4-3 – Stato Ante Operam Area SUD: volumi in ingresso e uscita per precipitazioni con TR 50 anni e  $u = 5$  l/s/ha

### 4.3.2 Stato Post Operam

#### Area NORD

Nella tabella sottostante si riportano le superfici come vengono modificate dal progetto dell'impianto fotovoltaico nella porzione nord. Per la superficie occupata dai pannelli fotovoltaici si è considerata la superficie della proiezione a terra.

Superfici di riferimento		Coefficiente di deflusso	
Superficie agricola	0 m <sup>2</sup>	$\varphi$	0,1
Superficie fotovoltaico	83.977 m <sup>2</sup>	$\varphi$	0,6
Superficie semipermeabile	4.894 m <sup>2</sup>	$\varphi$	0,6
Superficie impermeabile	164,72 m <sup>2</sup>	$\varphi$	0,9
Superficie area verde	128.585,28 m <sup>2</sup>	$\varphi$	0,2
<b>Superficie totale</b>	<b>217.621 m<sup>2</sup></b>	<b><math>\varphi</math>media.pond.</b>	<b>0,36</b>

In allegato è riportata la tabella di calcolo. Il volume di invaso risulta circa 6.148 m<sup>3</sup>, che corrisponde a circa 282 m<sup>3</sup>/ha.

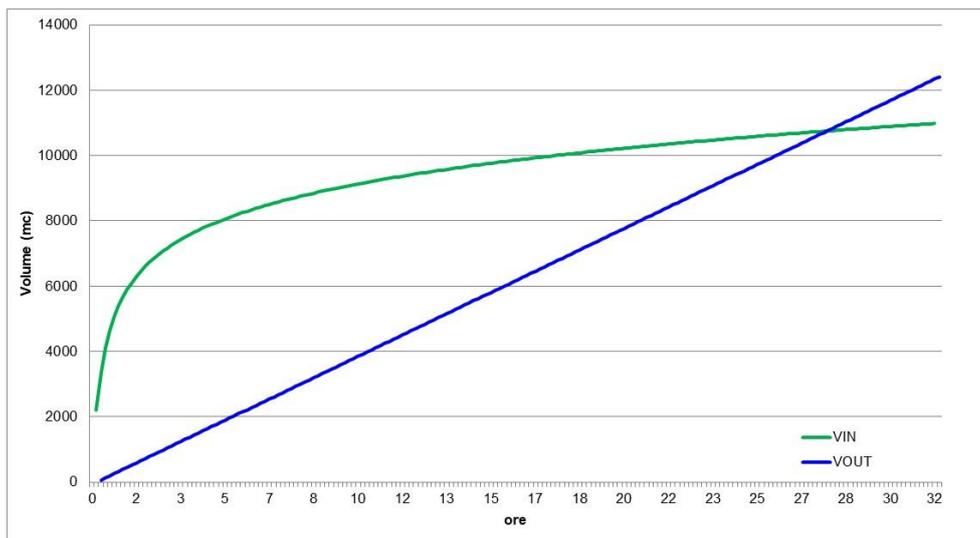


Figura 4-4 – Stato Post Operam Area NORD: volumi in ingresso e uscita per precipitazioni con TR 50 anni e u = 5 l/s ha

### Area SUD

Nella tabella sottostante si riportano le superfici come vengono modificate dal progetto dell'impianto fotovoltaico nella porzione sud. Per la superficie occupata dai pannelli fotovoltaici si è considerata la superficie della proiezione a terra.

Superfici di riferimento	
Superficie agricola	0 m <sup>2</sup>
Superficie fotovoltaico	29.349 m <sup>2</sup>
Superficie semipermeabile	1.544 m <sup>2</sup>
Superficie impermeabile	62,57 m <sup>2</sup>
Superficie area verde	45.925,43 m <sup>2</sup>

Coefficiente di deflusso	
$\varphi$	0,1
$\varphi$	0,6
$\varphi$	0,6
$\varphi$	0,9
$\varphi$	0,2

Superficie totale	76.881 m <sup>2</sup>
-------------------	-----------------------

$\varphi$ media.pond.	0,36
-----------------------	------

In allegato è riportata la tabella di calcolo. Il volume di invaso risulta circa 2.153 m<sup>3</sup>, che corrisponde a circa 280 m<sup>3</sup>/ha.

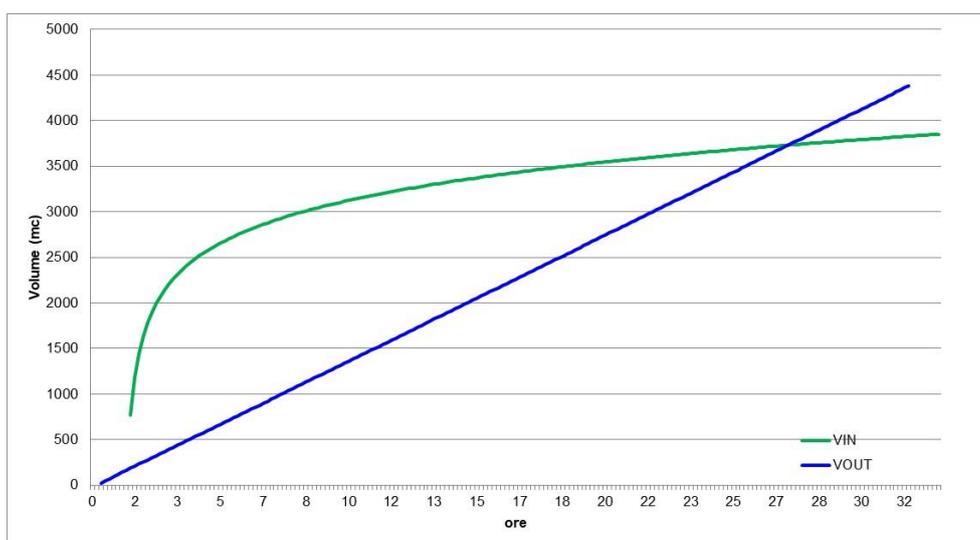


Figura 4-5 – Stato Post Operam Area SUD: volumi in ingresso e uscita per precipitazioni con TR 50 anni e u = 5 l/s ha

## 5 ASPETTI CONCLUSIVI

Lo studio ha riguardato la valutazione di compatibilità idraulica relativa al progetto per la realizzazione di un nuovo parco fotovoltaico a terra nel territorio comunale di Bagnoli di Sopra, in provincia di Padova. L'area complessiva, intesa come area, recintata, che ospiterà il campo fotovoltaico a terra interessa una superficie di 294.502 m<sup>2</sup>; l'impianto fotovoltaico avrà potenza complessiva di 26.669,5 kW. Sull'area è prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici montati su strutture metalliche infisse nel terreno, alcune cabine e tratti di viabilità interna in stabilizzato.

L'invarianza idraulica prevede di dimensionare le opere idrauliche sulla base dei parametri idrologici dell'area oggetto di intervento, in modo che per ogni durata della precipitazione a prefissato tempo di ritorno, la curva di piena generata dal bacino, dopo le modifiche all'uso del suolo, sviluppi una portata massima dello stesso ordine di grandezza di quella ante modifica dello stesso uso del suolo.

Il comportamento dei suoli viene caratterizzato in funzione del coefficiente di deflusso che, in linea generale, può essere rappresentato dai valori convenzionali riportati nella DGR n. 2948/2009.

Si è assunto, a favore di sicurezza, che la proiezione in pianta dei pannelli fotovoltaici abbia un coefficiente di deflusso pari a 0,6. Anche per le aree con finitura in stabilizzato si è associato un coefficiente di 0,6.

Dato che l'area è attraversata dalla via Goffredo Mameli si sono distinte due porzioni: una a nord di circa 21,76 ha e una a sud di circa 7,69 ha.

I volumi che attualmente afferiscono, per una precipitazione con tempo di ritorno TR=50 anni, sull'area NORD sono 1.102 m<sup>3</sup>, mentre quelli per l'area SUD corrispondono a circa 389 m<sup>3</sup>. Mentre la modifica che l'area subisce con la realizzazione del progetto porta ad un volume di invaso di circa 6.148 m<sup>3</sup> per l'area NORD e di 2.153 m<sup>3</sup> per l'area SUD.

## ALLEGATO

### Calcolo dei volumi ante operam

$$V_{\text{invaso}} = V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} \quad V_{\text{invaso}} = S \cdot \varphi \cdot h(t) - Q_{\text{out}} \cdot t$$

$V_{\text{IN}}$  = Volume in ingresso =  $S \cdot \varphi \cdot h(t)$ ;

$S$  = Superficie di intervento;

$\varphi$  = Coefficiente di deflusso medio dell'area in esame;

$h(t)$  = altezza di pioggia attesa al suolo secondo le curve di possibilità pluviometrica per TR= 50 anni;

$V_{\text{OUT}}$  = volume in uscita pari al prodotto tra la portata ammessa in uscita e la durata dell'evento ( $Q_{\text{out}} \cdot t$ ).  
coefficiente udometrico di 5 l/s-ha.

Parametri pluviometrici		$h = \frac{a \cdot t}{(b + t)^c}$
a	46,4	
b	17,0	
c	0,854	

### Area NORD

Superfici di riferimento	
Superficie agricola	217.621 m <sup>2</sup>
Superficie totale (S)	217.621 m <sup>2</sup>

Coefficiente di deflusso	
$\varphi$	0,1
$\varphi$ media.pond.	0,1

t (min)	h (mm)	V <sub>IN</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>OUT</sub> (m <sup>3</sup> )	DV (m <sup>3</sup> )
10	27,81	605	65	540
20	42,49	925	131	794
30	51,96	1.131	196	935
40	58,76	1.279	261	1.018
50	63,98	1.392	326	1.066
60	68,17	1.484	392	1.092
70	71,66	1.559	457	1.102
80	74,63	1.624	522	1.102
90	77,21	1.680	588	1.093
100	79,49	1.730	653	1.077
110	81,52	1.774	718	1.056
120	83,36	1.814	783	1.031
130	85,03	1.850	849	1.002
140	86,57	1.884	914	970
150	87,99	1.915	979	935
160	89,30	1.943	1045	899
170	90,53	1.970	1110	860
180	91,69	1.995	1175	820
190	92,78	2.019	1240	779
200	93,80	2.041	1306	736
210	94,77	2.062	1371	691
220	95,70	2.083	1436	646
230	96,58	2.102	1502	600
240	97,42	2.120	1567	553
250	98,22	2.138	1632	505
260	99,00	2.154	1697	457
270	99,74	2.170	1763	408
280	100,45	2.186	1828	358
290	101,13	2.201	1893	308
300	101,80	2.215	1959	257

## Area SUD

Superfici di riferimento	
Superficie agricola	76.881 m <sup>2</sup>
Superficie totale (S)	76.881 m <sup>2</sup>

Coefficiente di deflusso	
$\varphi$	0,1
$\varphi$ media.pond.	0,1

t (min)	h (mm)	V <sub>IN</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>OUT</sub> (m <sup>3</sup> )	DV (m <sup>3</sup> )
10	27,81	214	23	191
20	42,49	327	46	281
30	51,96	399	69	330
40	58,76	452	92	359
50	63,98	492	115	377
60	68,17	524	138	386
70	71,66	551	161	389
80	74,63	574	185	389
90	77,21	594	208	386
100	79,49	611	231	380
110	81,52	627	254	373
120	83,36	641	277	364
130	85,03	654	300	354
140	86,57	666	323	343
150	87,99	676	346	330
160	89,30	687	369	318
170	90,53	696	392	304
180	91,69	705	415	290
190	92,78	713	438	275
200	93,80	721	461	260
210	94,77	729	484	244
220	95,70	736	507	228
230	96,58	743	530	212
240	97,42	749	554	195
250	98,22	755	577	179
260	99,00	761	600	161
270	99,74	767	623	144
280	100,45	772	646	126
290	101,13	778	669	109
300	101,80	783	692	91

## Calcolo dei volumi post operam

$$V_{\text{invaso}} = V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} \quad V_{\text{invaso}} = S \cdot \varphi \cdot h(t) - Q_{\text{out}} \cdot t$$

$V_{\text{IN}}$  = Volume in ingresso =  $S \cdot \varphi \cdot h(t)$ ;

$S$  = Superficie di intervento;

$\varphi$  = Coefficiente di deflusso medio dell'area in esame;

$h(t)$  = altezza di pioggia attesa al suolo secondo le curve di possibilità pluviometrica per TR= 50 anni;

$V_{\text{OUT}}$  = volume in uscita pari al prodotto tra la portata ammessa in uscita e la durata dell'evento ( $Q_{\text{out}} \cdot t$ ).

coefficiente idrometrico di 5 l/s·ha.

Parametri pluviometrici	curva di possibilità pluviometrica
a	46,4
b	17,0
c	0,854

$$h = \frac{a \cdot t}{(b + t)^c}$$

## Area NORD

Superfici di riferimento	
Superficie agricola	0 m <sup>2</sup>
Superficie fotovoltaico	83.977 m <sup>2</sup>
Superficie semipermeabile	4.894 m <sup>2</sup>
Superficie impermeabile	164,72 m <sup>2</sup>
Superficie area verde	128.585,28 m <sup>2</sup>
Superficie totale	217.621 m <sup>2</sup>

Coefficiente di deflusso	
$\varphi$	0,1
$\varphi$	0,6
$\varphi$	0,6
$\varphi$	0,9
$\varphi$	0,2
$\varphi$ media.pond.	0,36

t (min)	h (mm)	V <sub>IN</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>OUT</sub> (m <sup>3</sup> )	DV (m <sup>3</sup> )
10	27,81	2.202	65	2.137
20	42,49	3.365	131	3.234
30	51,96	4.115	196	3.919
40	58,76	4.653	261	4.392
50	63,98	5.066	326	4.740
60	68,17	5.398	392	5.007
70	71,66	5.674	457	5.217
80	74,63	5.910	522	5.387
90	77,21	6.114	588	5.526
100	79,49	6.294	653	5.641
110	81,52	6.455	718	5.737
120	83,36	6.601	783	5.817
130	85,03	6.733	849	5.885
140	86,57	6.855	914	5.941
150	87,99	6.967	979	5.988
160	89,30	7.072	1045	6.027
170	90,53	7.169	1110	6.059
180	91,69	7.261	1175	6.085
190	92,78	7.347	1240	6.106
200	93,80	7.428	1306	6.122
210	94,77	7.505	1371	6.134
220	95,70	7.578	1436	6.142
230	96,58	7.648	1502	6.146
240	97,42	7.714	1567	6.148
250	98,22	7.778	1632	6.146
260	99,00	7.839	1697	6.142
270	99,74	7.898	1763	6.135
280	100,45	7.954	1828	6.126
290	101,13	8.009	1893	6.115
300	101,80	8.061	1959	6.102
310	102,44	8.112	2024	6.088
320	103,06	8.161	2089	6.072
330	103,66	8.208	2154	6.054
340	104,24	8.254	2220	6.035
350	104,80	8.299	2285	6.014
360	105,35	8.342	2350	5.992
370	105,88	8.384	2416	5.969
380	106,40	8.425	2481	5.945
390	106,90	8.465	2546	5.919
400	107,39	8.504	2611	5.893

## Area SUD

Superfici di riferimento	
Superficie agricola	0 m <sup>2</sup>
Superficie fotovoltaico	29.349 m <sup>2</sup>
Superficie semipermeabile	1.544 m <sup>2</sup>
Superficie impermeabile	62,57 m <sup>2</sup>
Superficie area verde	45.925,43 m <sup>2</sup>
Superficie totale	76.881 m <sup>2</sup>

Coefficiente di deflusso	
$\varphi$	0,1
$\varphi$	0,6
$\varphi$	0,6
$\varphi$	0,9
$\varphi$	0,2
$\varphi$ media.pond.	0,36

t (min)	h (mm)	V <sub>IN</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>OUT</sub> (m <sup>3</sup> )	DV (m <sup>3</sup> )
10	27,81	772	23	749
20	42,49	1.180	46	1.134
30	51,96	1.443	69	1.374
40	58,76	1.632	92	1.540
50	63,98	1.777	115	1.662
60	68,17	1.894	138	1.755
70	71,66	1.990	161	1.829
80	74,63	2.073	185	1.888
90	77,21	2.145	208	1.937
100	79,49	2.208	231	1.977
110	81,52	2.264	254	2.011
120	83,36	2.315	277	2.039
130	85,03	2.362	300	2.062
140	86,57	2.405	323	2.082
150	87,99	2.444	346	2.098
160	89,30	2.481	369	2.112
170	90,53	2.515	392	2.123
180	91,69	2.547	415	2.132
190	92,78	2.577	438	2.139
200	93,80	2.606	461	2.144
210	94,77	2.633	484	2.148
220	95,70	2.658	507	2.151
230	96,58	2.683	530	2.152
240	97,42	2.706	554	2.153
250	98,22	2.728	577	2.152
260	99,00	2.750	600	2.150
270	99,74	2.770	623	2.148
280	100,45	2.790	646	2.144
290	101,13	2.809	669	2.140
300	101,80	2.828	692	2.136
310	102,44	2.845	715	2.130
320	103,06	2.863	738	2.125
330	103,66	2.879	761	2.118
340	104,24	2.895	784	2.111
350	104,80	2.911	807	2.104
360	105,35	2.926	830	2.096
370	105,88	2.941	853	2.088
380	106,40	2.955	876	2.079
390	106,90	2.969	900	2.070
400	107,39	2.983	923	2.061