

REGIONE EMILIA-ROMAGNA  
PROVINCIA DI FERRARA  
Comuni di Codigoro e Fiscaglia (FE)  
LOCALITA' "Valle Giralda"

# PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 71 MWp

Sezione 0:  
**RELAZIONI GENERALI**

Titolo elaborato:  
**Relazione invarianza idraulica**

N. Elaborato: **04**

Scala: -

Proponente

**VIRGO ALPHA S.r.l.**

Via Piave, 7  
CAP 00187 - ROMA (RM)  
P.Iva 17296991007

Progettazione



sede legale e operativa  
Loc. Chianarile snc Area Industriale - 82010 San Martino Sannita (BN)  
sede operativa  
Via A.La Cava 114 - 71036 Lucera (FG)  
P.IVA 01465940623

Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873



Procuratore

Dott. Ing. **SALVATORE FLORENI**

Progettista

**Geo Tecnologie srl**  
Via della Residenza 48/G2

70125 BARI INGGNERI PROVINCIA TARANTO

Ing. **Elena Pierr**

Dott. Ing.  
**PIERRI Elena**  
n° 2163

Sezione A  
Settore:  
Civile Ambientale  
Industriale  
Informazione

Rev.	Data	sigla Elaborazione	sigla Approvazione	sigla Emissione	DESCRIZIONE
00	MAGGIO 2024				Emissione progetto definitivo
Nome file sorgente	FV.CDG01.PD.04.R00.doc	Nome file stampa	FV.CDG01.PD.04.R00.pdf	Formato di stampa	A4

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO.....	4
2.1	Scheda sintetica descrittiva del progetto.....	4
3	DESCRIZIONE DELL'AREA .....	8
3.1	Piano Gestione Rischio Alluvioni.....	11
3.2	La trasformazione dell'area .....	13
4	DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA .....	15
4.1	Inquadramento generale .....	15
5	PORTATE MASSIME SCARICABILI .....	17
6	METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI .....	18
6.1	Metodo di calcolo della Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n. 61/2009 ..	18
6.2	Dimensionamento sistema di invarianza idraulica.....	18
6.2.1	Portata in uscita dall'invaso .....	19
6.2.2	Sottocampo 1.....	20
6.2.3	Sottocampo 2.....	21
6.2.4	Sottocampo 3.....	22
6.2.5	Sottocampo 4.....	23
6.2.6	Sottocampo 5.....	24
6.2.7	Sottocampo 6.....	25
7	CONCLUSIONI .....	26
8	ALLEGATO 1 .....	27
9	ALLEGATO 2 .....	28
10	ALLEGATO 3 .....	29

## **1 PREMESSA**

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza nominale installata pari a 71 MWp e potenza nominale di connessione pari a 60 MW da installare in provincia di Ferrara, nel comune di Codigoro in località "Valle Giralda", con opere di connessione ricadenti nei comuni di Codigoro e Fiscaglia.

Proponente dell'iniziativa è la società VIRGO ALPHA S.r.l. con sede in Via Piave, 7 - 00187 Roma (RM).

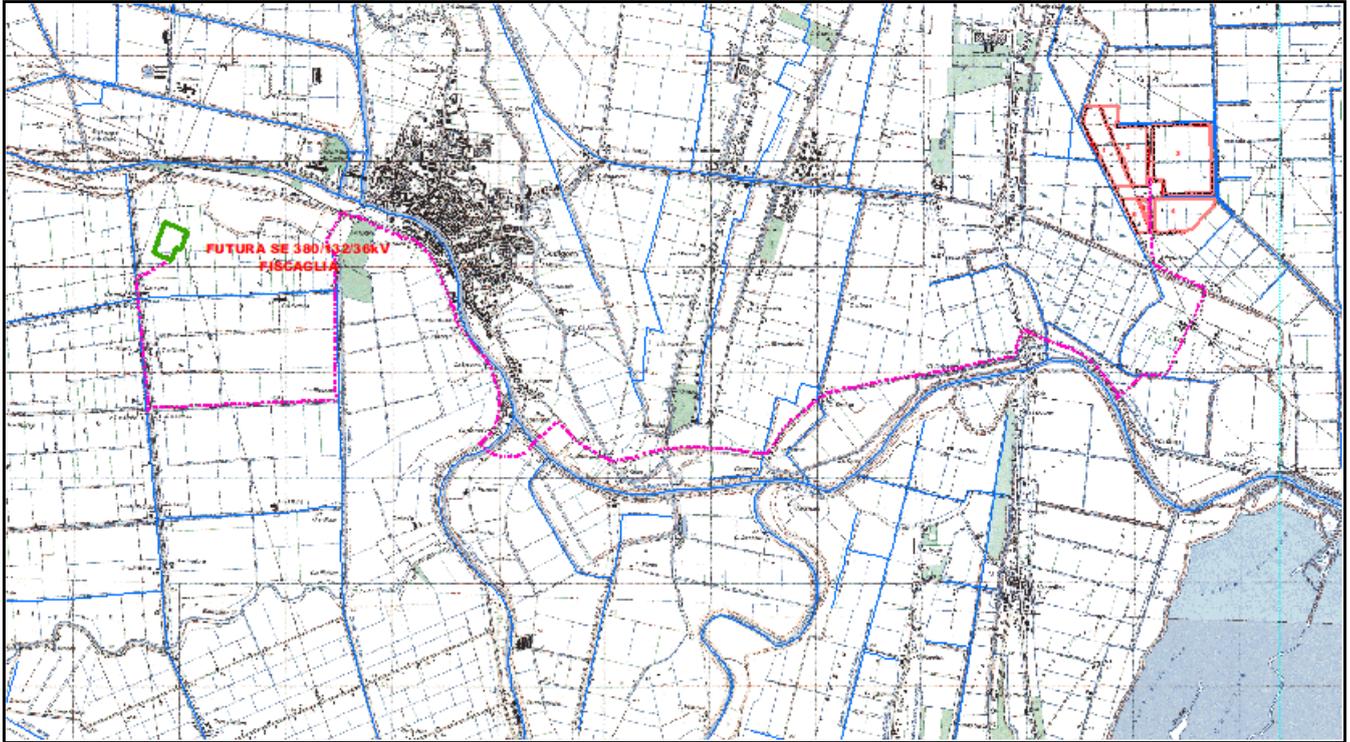
L'impianto agrivoltaico è costituito da 98628 moduli in silicio monocristallino, ognuno di potenza pari a 720 Wp. La configurazione dei pannelli, scelta in via preliminare, è costituita da un blocco di 7 file di tracker monoassiali. Ciascuna di esse consta di 24 moduli, ripartiti in n.12 moduli a valle ed a monte rispetto ad una barra di trasmissione tra le file parallele che traslerà in direzione est-ovest facendo ruotare, contemporaneamente, tutte le file ad esso collegate lungo la medesima direzione. Si precisa che la struttura descritta è la dimensione massima prevedibile, ma la stessa è modulabile per numero di moduli. Il limite di 7 file è dato, infatti, dalla massima trazione trasmissibile dalla barra per far scorrere le strutture ad esso collegate.

L'impianto è organizzato in n.6 campi delimitati da una recinzione perimetrale e provvisti di cancello di accesso. Ogni stringa di moduli fotovoltaici è montata su una struttura metallica in acciaio zincato ancorata al terreno. All'esterno della recinzione, lungo il perimetro visibile dell'impianto, è prevista una fascia a verde di ampiezza pari a 3 m per garantire la mitigazione ambientale e paesaggistica dell'intervento. L'impianto è organizzato in gruppi di stringhe collegati alle cabine di campo attraverso gli inverter di stringa. In particolare, l'energia elettrica viene prodotta da ogni gruppo di stringhe collegate in parallelo tramite quadri di parallelo DC in corrente continua (denominati "string box") e viene trasmessa agli inverter installati in campo e ancorati ai pali di sostegno di una delle strutture, che provvedono alla conversione in corrente alternata. Gli inverter attraverso linee BT vengono collegati ai trasformatori BT/AT ubicati all'interno delle cabine di campo. Le linee AT 36 kV in cavo interrato collegano tra loro le cabine di campo, e quindi proseguono alla cabina di smistamento utente, prevista all'interno del campo 5.

Dalla cabina di smistamento utente si sviluppa una linea 36 kV interrata per il trasferimento dell'energia dell'impianto agrivoltaico alla futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV "Ravenna Canala – Porto Tolle" e alle linee RTN 132 kV afferenti alla Cabina Primaria Codigoro ricollegata in doppia antenna alla suddetta Stazione Elettrica.

La proposta progettuale presentata è stata sviluppata in modo da ottimizzare al massimo il rapporto tra le opere di progetto ed il territorio, limitare al minimo gli impatti ambientali e paesaggistici e garantire la sostenibilità ambientale dell'intervento.

Scopo della presente relazione è la verifica del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e di inquadrare l'intervento in oggetto dal punto di vista idraulico.



**Figura 1** – Inquadramento dell'impianto agrivoltaico su IGM

## **2 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO**

### **2.1 Scheda sintetica descrittiva del progetto**

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza nominale installata pari a 71 MWp e potenza nominale di connessione pari a 60 MW da installare in provincia di Ferrara, nel comune di Codigoro in località "Valle Giralda", con opere di connessione ricadenti nei comuni di Codigoro e Fiscaglia.

Di fatto un impianto agrivoltaico è una tipologia di impianto fotovoltaico installato su suoli agricoli che consente non solo di produrre energia elettrica da fonte solare, ma anche di continuare la coltivazione delle aree o di prevedere nuove coltivazioni. Si tratta, quindi, di un impianto fotovoltaico combinato all'attività di coltivazione dei campi.

L'impianto è organizzato in n. 6 campi all'interno dei quali si prevede l'installazione delle pannellature fotovoltaiche disposte su supporti su tracker monoassiali, a loro volta, ancorati al suolo tramite sostegni infissi.

La distanza tra le file parallele delle pannellature, disposte con asse in direzione est-ovest, è pari a 5,50 m dal palo centrale di ogni fila ed è tale da evitare l'ombreggiamento reciproco tra le strutture, consentire le operazioni di pulizia e manutenzione dei pannelli, nonché permettere la coltivazione delle fasce di terreno d'interfila in maniera agevole, garantendo l'accesso ai mezzi agricoli.

Il progetto prevede, inoltre, la realizzazione di una fascia arborea di mitigazione posta lungo il perimetro visibile del campo agrivoltaico, di larghezza pari a 3 m.

In particolare, la fascia si estende dal lato nord-ovest al lato sud-est dell'impianto, ovvero in corrispondenza dell'affaccio all'Abbazia di Santa Maria di Pomposa e della Chiavica dell'Agrifoglio, entrambe tutelate, in quanto beni architettonici, ai sensi dell'art. 142 del D.lgs 42/2004.

La zona di impianto è caratterizzata dalla presenza di numerosi canali di scolo che si dispongono su tutta la superficie. Si tratta di canali atti alla regimentazione idraulica del territorio, necessaria per l'intensa irrigazione delle coltivazioni o per le precipitazioni abbondanti, vista la natura pianeggiante dell'area stessa.

Per la definizione del layout di impianto, si è perseguita la scelta di pannellare tutta l'area tombando, quindi, i canali presenti. Data la necessità di mantenere l'invarianza idraulica dell'area, sarà garantita una lieve pendenza al fine di convogliare, attraverso delle tubazioni di scarico in PVC, le acque eventualmente presenti sulla superficie di impianto verso i collettori e gli scoli presenti nelle immediate vicinanze, ovvero: Scolo Cinesio, Collettore Giralda e Scolo Usviglio.

Le strutture di sostegno ipotizzate hanno la caratteristica di poter essere infisse nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in calcestruzzo, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno ed alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva. Come certificato dal costruttore, le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve ed altri carichi accidentali. Le caratteristiche dimensionali delle strutture sono riportate nell'elaborato grafico "Particolari costruttivi della struttura di fissaggio dei moduli fotovoltaici" (cfr. elab. FOTOVOLTAICI.CDG01.PD.4.1.R00).

I pannelli fotovoltaici hanno dimensioni 2384 x 1303 mm, incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di 33 mm, per un peso totale di 38,3 kg ognuno.

Il suddetto impianto è costituito da 98628 moduli fotovoltaici, suddivisi in sottocampi e stringhe, i quali sono collegati in serie o in parallelo a seconda del livello. Genericamente, una serie di moduli costituisce una stringa, la quale si collega in parallelo ad altre stringhe per formare il sottocampo, il quale forma, con altri sottocampi sempre collegati in parallelo, il campo agrivoltaico.

L'impianto agrivoltaico è costituito da 98628 moduli in silicio monocristallino, ognuno di potenza pari a 720 Wp. La configurazione dei pannelli, scelta in via preliminare, è costituita da un blocco di 7 file di tracker monoassiali. Ciascuna di esse consta di 24 moduli, ripartiti in n.12 moduli a valle ed a monte rispetto ad una barra di trasmissione tra le file parallele che traslerà in direzione est-ovest facendo ruotare, contemporaneamente, tutte le file ad esso collegate lungo la medesima direzione. Si precisa che la struttura descritta è la dimensione massima prevedibile, ma la stessa è modulabile per numero di moduli. Il limite di 7 file è dato, infatti, dalla massima trazione trasmissibile dalla barra per far scorrere le strutture ad esso collegate.

Le strutture di sostegno sono realizzate in acciaio al carbonio galvanizzato, resistente alla corrosione, costituite da pali verticali infissi al suolo e collegati superiormente ad un telaio piano orizzontale con tilt predefinito sul quale sono alloggiati i pannelli.

L'intero impianto è suddiviso in 6 campi gestiti da più inverter. Più in dettaglio i campi sono organizzati nel seguente modo:

- **CAMPO 1:** composto da 15870 moduli installati su strutture a tracker monoassiali con rotazione in direzione est-ovest (potenza del campo fotovoltaico pari a 11,43 MWp);
- **CAMPO 2:** composto da 19164 moduli installati su strutture a tracker monoassiali con rotazione in direzione est-ovest (potenza del campo fotovoltaico pari a 13,80 MWp);
- **CAMPO 3:** composto da 41610 moduli installati su strutture a tracker monoassiali con rotazione in direzione est-ovest (potenza del campo fotovoltaico pari a 29,96 MWp);
- **CAMPO 4:** composto da 15972 moduli installati su strutture a tracker monoassiali con rotazione in direzione est-ovest (potenza del campo fotovoltaico pari a 11,50 MWp);
- **CAMPO 5:** composto da 1056 moduli installati su strutture a tracker monoassiali con rotazione in direzione est-ovest (potenza del campo fotovoltaico pari a 0,76 MWp);
- **CAMPO 6:** composto da 4956 moduli installati su strutture a tracker monoassiali con rotazione in direzione est-ovest (potenza del campo fotovoltaico pari a 3,57 MWp).

Durante il giorno l'impianto agrivoltaico converte la radiazione solare in energia elettrica in corrente continua. Tale corrente è inviata attraverso i quadri di campo e sottocampo agli inverter, i quali la trasformano in corrente alternata trifase. Le uscite in corrente alternata degli inverter di ogni sottocampo si collegano a relativi trasformatori BT/AT che elevano la tensione a 36 kV; in particolare le 20 cabine di campo (comprehensive di cabine di campo "Spare") presenti in progetto saranno collegate tra di loro mediante un cavidotto AT 36 kV interrato che suddivise in gruppi giungeranno alla cabina di smistamento utente a partire dalla quale si svilupperà un cavidotto AT 36 kV interrato per il collegamento dell'impianto agrivoltaico alla futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV "Ravenna Canala

– Porto Tolle” e alle linee RTN 132 kV afferenti alla Cabina Primaria Codigoro ricollegata in doppia antenna alla suddetta Stazione Elettrica.

Le aree d’impianto (ovvero quelle destinate all’installazione dei pannelli fotovoltaici) saranno delimitate da una recinzione realizzata con rete in acciaio zincato plastificata verde collegata a pali in acciaio tinteggiati verdi infissi direttamente nel suolo. Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia si prevede di installare la recinzione in modo da garantire lungo tutto il perimetro dell’impianto un varco di 20 cm rispetto al piano campagna. L’accesso all’area d’impianto avverrà attraverso cancelli carrai a due ante, con luce netta 5 m ed ante montate su pali in acciaio fissati al suolo con plinti di fondazione in cls armato collegati da cordolo. All’interno dell’area d’impianto e perimetralmente alla recinzione è previsto un sistema di illuminazione associato alla videosorveglianza che emette luce artificiale solo in caso di rilevamento di persone e/o mezzi o in caso di interventi di emergenza, il quale sarà montato su pali in acciaio zincato fissati al suolo con plinto di fondazione in cls armato. L’illuminazione avverrà dall’alto verso il basso in modo da evitare la dispersione verso il cielo della luce artificiale in accordo con quanto previsto dalla normativa regionale e nazionale in materia di inquinamento luminoso (ad esempio L.R. Emilia-Romagna 19/2003). All’interno dell’area di impianto è prevista, infine, l’installazione di cabine destinate ai servizi ausiliari del campo agrivoltaico ovvero illuminazione, sistema di video sorveglianza ecc.

Come descritto precedentemente, a partire dall’area d’impianto si sviluppa il cavidotto AT 36 kV esterno di collegamento tra la cabina di smistamento utente e la futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV. Il cavidotto AT 36 kV sarà interrato, per la totalità del suo percorso su strada esistente, fino ad arrivare alla futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV che sarà ubicata nel comune di Fiscaglia (FE). In impianto, durante la fase di esercizio, non è prevista la presenza stabile di persone. Il personale, infatti, accederà all’impianto unicamente per le attività di manutenzione dello stesso (sfalci dell’erba, manutenzione delle fasce verdi di mitigazione, eventuali interventi puntuali di manutenzione/sostituzione di pannelli e apparecchiature, ecc..).

L’area su cui saranno installati i moduli fotovoltaici rimarrà completamente permeabile, mentre la viabilità esterna e interna sarà realizzata in stabilizzato. Si riporta la tabella riepilogativa delle tipologie di superfici presenti nell’area di progetto.

Tipo di superficie	Superficie [m <sup>2</sup> ]
Area lotto complessiva	1.060.000,00
Area moduli fotovoltaici	306.373,3
Area cabine di trasformazione BT/MT	484,0
Strade interne	33.857,0
Verde completamente permeabile	652.253,0

NB.Per il calcolo delle aree si faccia riferimento all’Elaborato 8.8 FV.CDG01.PD.8.8.R00 Relazione sulla compatibilità con le linee guida Agrivoltaico

Nello specifico, scopo del presente lavoro è la definizione delle modalità con cui si intende perseguire il principio dell'invarianza idraulica così come disciplinato dal competente Consorzio di bonifica. Saranno pertanto descritte le misure compensative e le caratteristiche delle opere necessarie ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche rispetto alla situazione preesistente.

Le verifiche del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica vengono condotte conformemente alla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n. 61/2009 "PROCEDURE DI CALCOLO DEI VOLUMI DI ACCUMULO PER L'APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA – DETERMINAZIONI". Nello specifico verranno adottati i metodi di calcolo in essa richiamati.

Nel presente documento verranno descritte le soluzioni progettuali adottate, i metodi di calcolo utilizzati e verranno riportati i report dei calcoli e le verifiche effettuate.

### **3 DESCRIZIONE DELL'AREA**

L'impianto agrivoltaico di progetto ricade sul territorio comunale di Codigoro alla località "Valle Giralda", a circa 5 km in direzione ovest rispetto al centro urbano del medesimo comune.

Le linee AT in cavo interrato collegano tra loro le cabine di campo, per poi proseguire alla cabina di smistamento prevista all'interno della stessa area di impianto. Dalla cabina di smistamento utente si sviluppa una linea interrata di cavidotto AT 36 kV per il trasferimento dell'energia dell'impianto agrivoltaico alla futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV che sarà ubicata nel comune di Fiscaglia (FE).

In particolare, essa è posizionata a circa 5 km di distanza in direzione ovest rispetto al centro urbano del medesimo comune. Gli altri territori comunali ricadenti nel raggio di circa 10 km dall'area di impianto sono: Mesola (il cui centro urbano dista circa 4,2 km in direzione nord-est), Goro (il cui centro urbano dista circa 7 km in direzione nord-est), Comacchio (il cui centro urbano dista circa 10 km in direzione sud-est), Lagosanto (il cui centro urbano dista circa 8 km in direzione sud-ovest) e Fiscaglia (il cui centro urbano dista circa 14 km in direzione sud-ovest).

Il comune di Codigoro si estende nella parte più orientale della provincia ferrarese nel Parco regionale del Delta del Po dell'Emilia-Romagna. Ultima propaggine ad est della Pianura Padana, si colloca tra le Valli di Comacchio e la costa del Mare Adriatico, rappresentando, insieme a Comacchio e Goro, uno dei tre soli comuni costieri della regione storica d'Emilia. È attraversato, in direzione ovest-est e fino alla foce, dal Po di Volano.

L'area di installazione risulta ben servita dalla fitta ed eterogenea viabilità esistente che consente non solo il collegamento diretto con i centri abitati adiacenti, ma anche un facile accesso alle arterie stradali principali. In dettaglio, essa è interessata, in direzione ovest rispetto alla zona di impianto, dalla presenza della Strada Statale SS309, rispetto alla quale il campo fotovoltaico più prossimo, ovvero il campo 1, dista circa 670 m. si precisa che il cavidotto AT esterno attraverserà tale strada in corrispondenza dell'incrocio con la Strada Provinciale SP54. Altra strada provinciale interessata dall'attraversamento del cavidotto in AT è la SP53.

Ad ovest rispetto al campo fotovoltaico, l'area è interessata dalla presenza di altre strade, quali la SP68, strade comunali e locali.

Dalla SS309 è possibile raggiungere l'area di impianto, tramite le diverse strade locali ivi presenti, utilizzate per la quasi totalità per l'accesso ai fondi agricoli.

Nel territorio codigorese è presente un'area boschiva di interesse storico quale è il complesso di Bosco Spada. Canneviè e Porticino sorgono tra il Bosco della Mesola, il Po di Volano e gli Scanni della foce: si tratta di piccole valli salmastre diventate oasi naturalistiche con un percorso che si snoda tra canneti e capanni, dove fermarsi ad osservare le molteplici specie di fauna. Queste costituiscono uno degli angoli più suggestivi del Parco del Delta del Po e corrispondono alle strutture delle antiche "peschiere" e dei "lavorieri" dell'originaria valle da pesca.

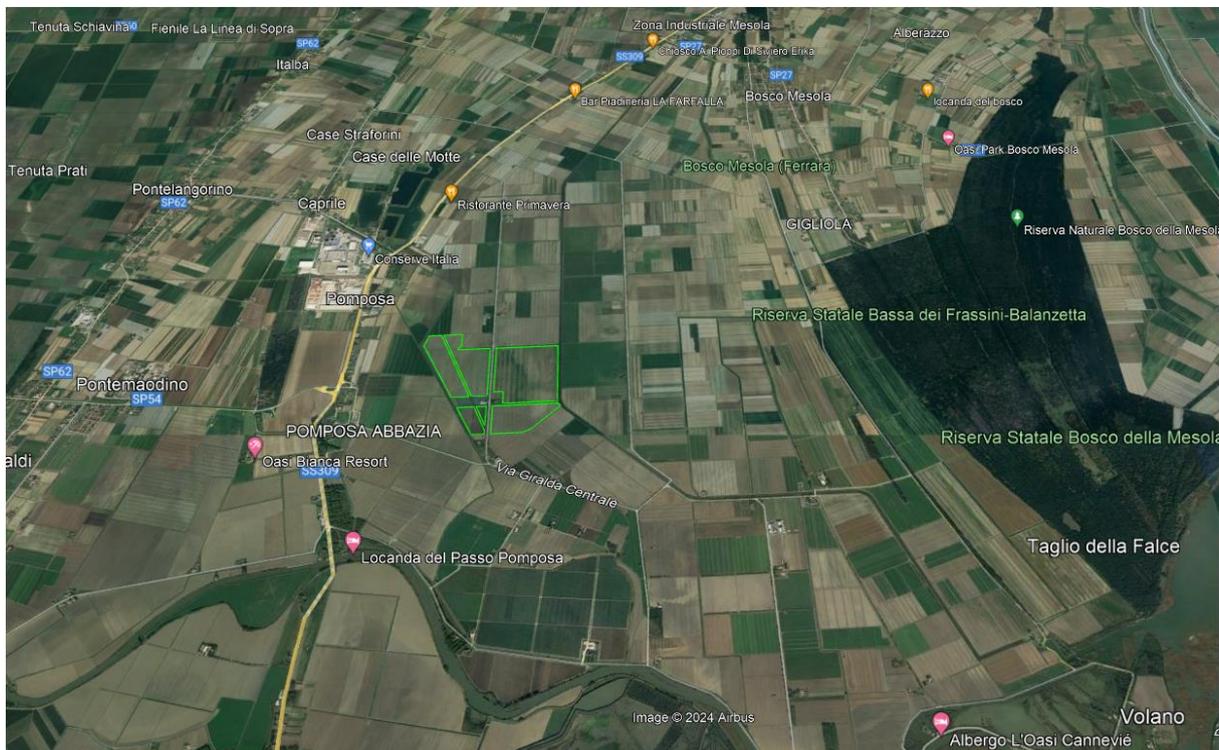
Il paesaggio mantiene un elemento di dinamicità cromatica stagionale, esclusivamente legato alla conduzione della particolare attività agricola dei luoghi; infatti, il paesaggio risulta totalmente diverso a seconda delle stagioni e del momento del ciclo colturale: brullo, di colore marrone, durante il periodo autunnale, dal verde

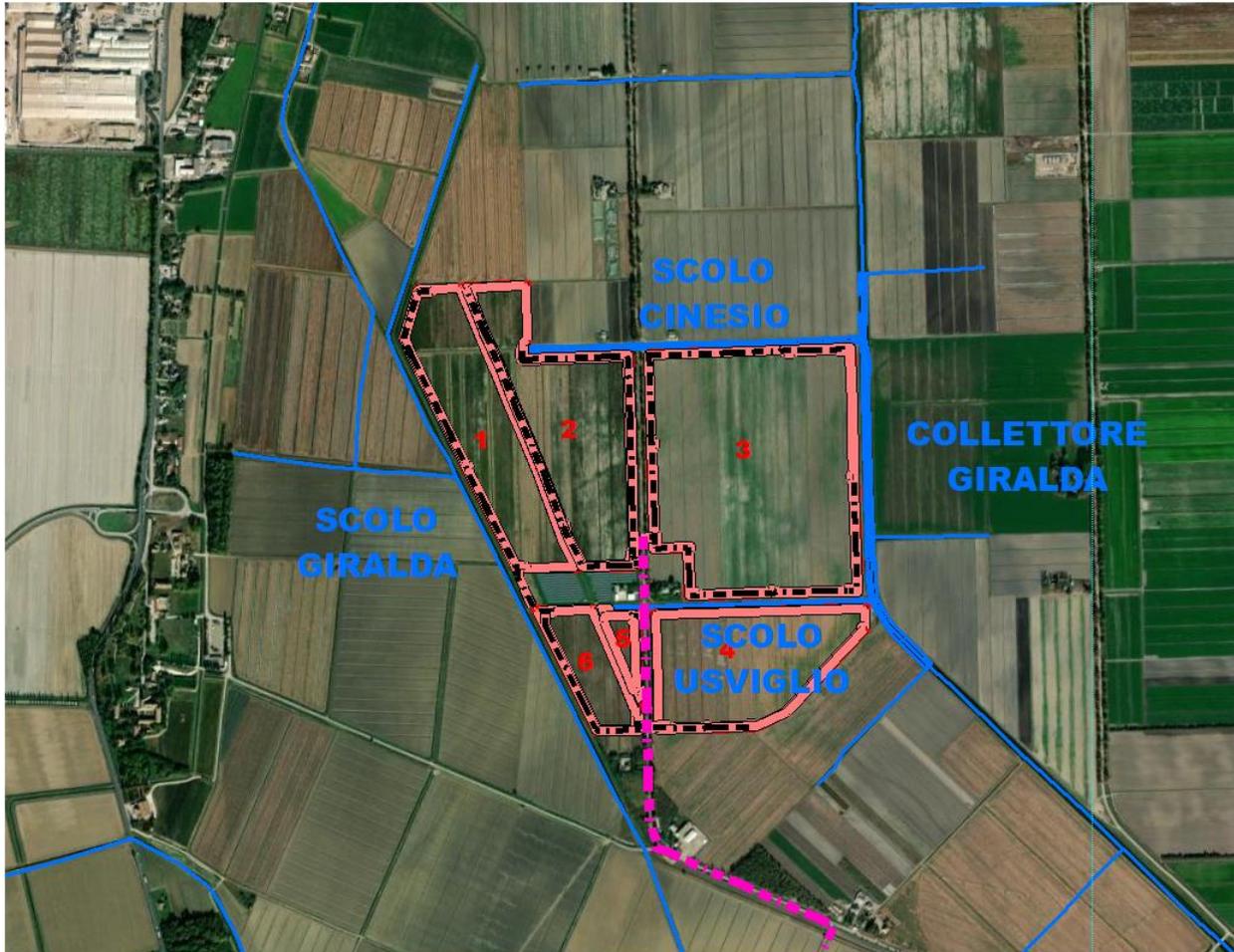
scuro al verde chiaro in inverno e in primavera, giallo e infine nero d'estate dopo la combustione tradizionale delle stoppie.

Allo stato i fondi agricoli sono coltivati a seminativo. La morfologia dell'area risulta essere praticamente piatta, si colloca infatti ad una quota altimetrica pari a 0 m.s.l.m., con alcune piccole aree di depressione con quota pari a -5 m. Essa risulta essere quindi molto regolare, con pendenze che non superano il 5-7 %.

Dal punto di vista idrografico è opportuno segnalare la presenza di numerosi canali di scolo che si dispongono su tutta la superficie e che solcano, ad intervalli regolari, la totalità dei terreni su cui si vuole ubicare l'impianto. Si presume che si tratta di canali di scolo atti alla regimentazione idraulica del territorio necessaria per l'intensa irrigazione delle coltivazioni o per le precipitazioni abbondanti, vista la natura pianeggiante dell'area stessa. I medesimi convogliano le acque ai collettori presenti. In particolare, riguardo la zona interessata dall'installazione fotovoltaica, si segnala la presenza di tre collettori di bonifica idraulica (uno principale e due secondari). Nel dettaglio, ad ovest dei campi fotovoltaici 1 e 6 il territorio è attraversato dallo Scolo Giralda. Il collettore principale Giralda è, invece, in direzione est rispetto ai campi fotovoltaici 3 e 4. Infine, si segnala la presenza dei collettori secondari Scolo Usviglio e Scolo Cinesio. Nel dettaglio il primo si colloca a sud rispetto ai campi 1, 2 e 3 ed a nord rispetto ai campi 4, 5 e 6. Lo Scolo Cinesio, invece, attraversa l'area a nord rispetto a parte del campo fotovoltaico 2 ed il campo 3.

Si riporta, nell'immagine che segue, l'area dell'impianto con indicati la viabilità limitrofa e i canali sopraccitati.





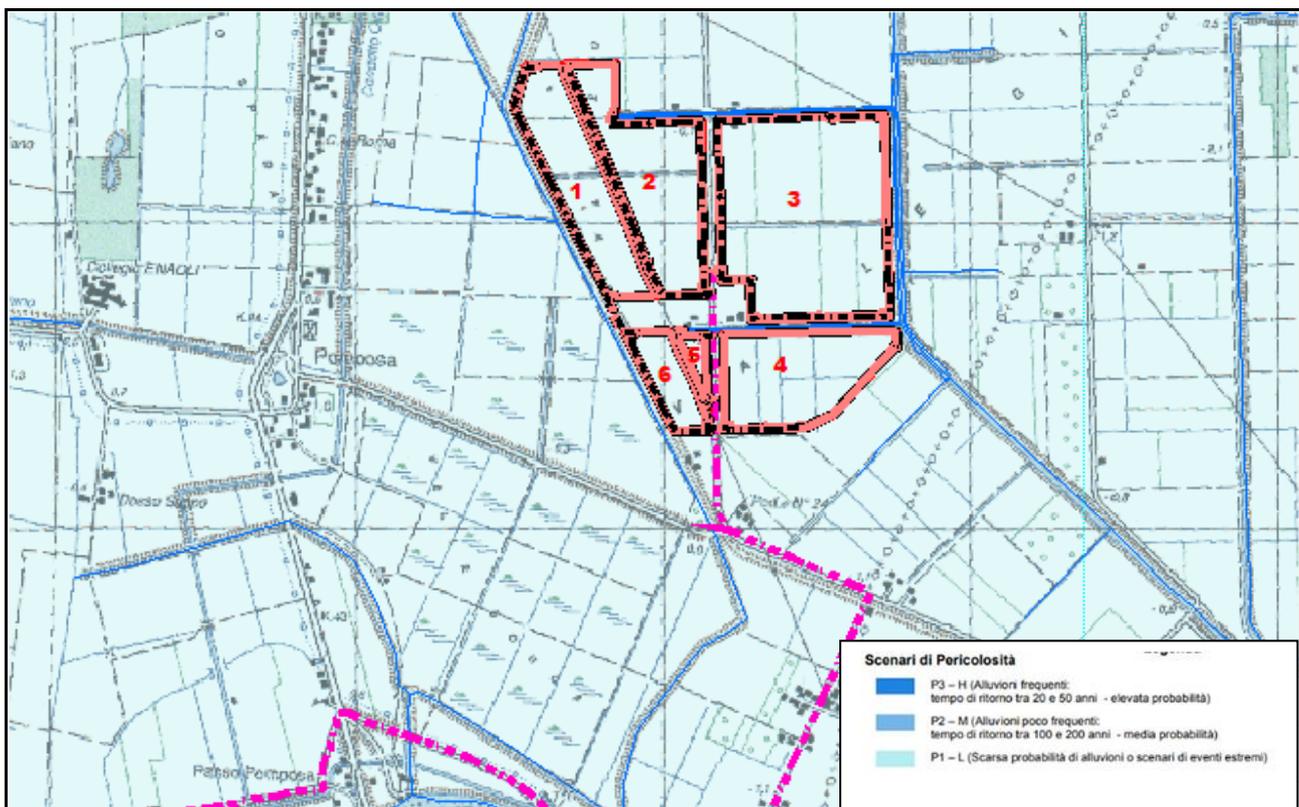
**Figura 2:** Inquadramento area ed infrastrutture

### 3.1 Piano Gestione Rischio Alluvioni

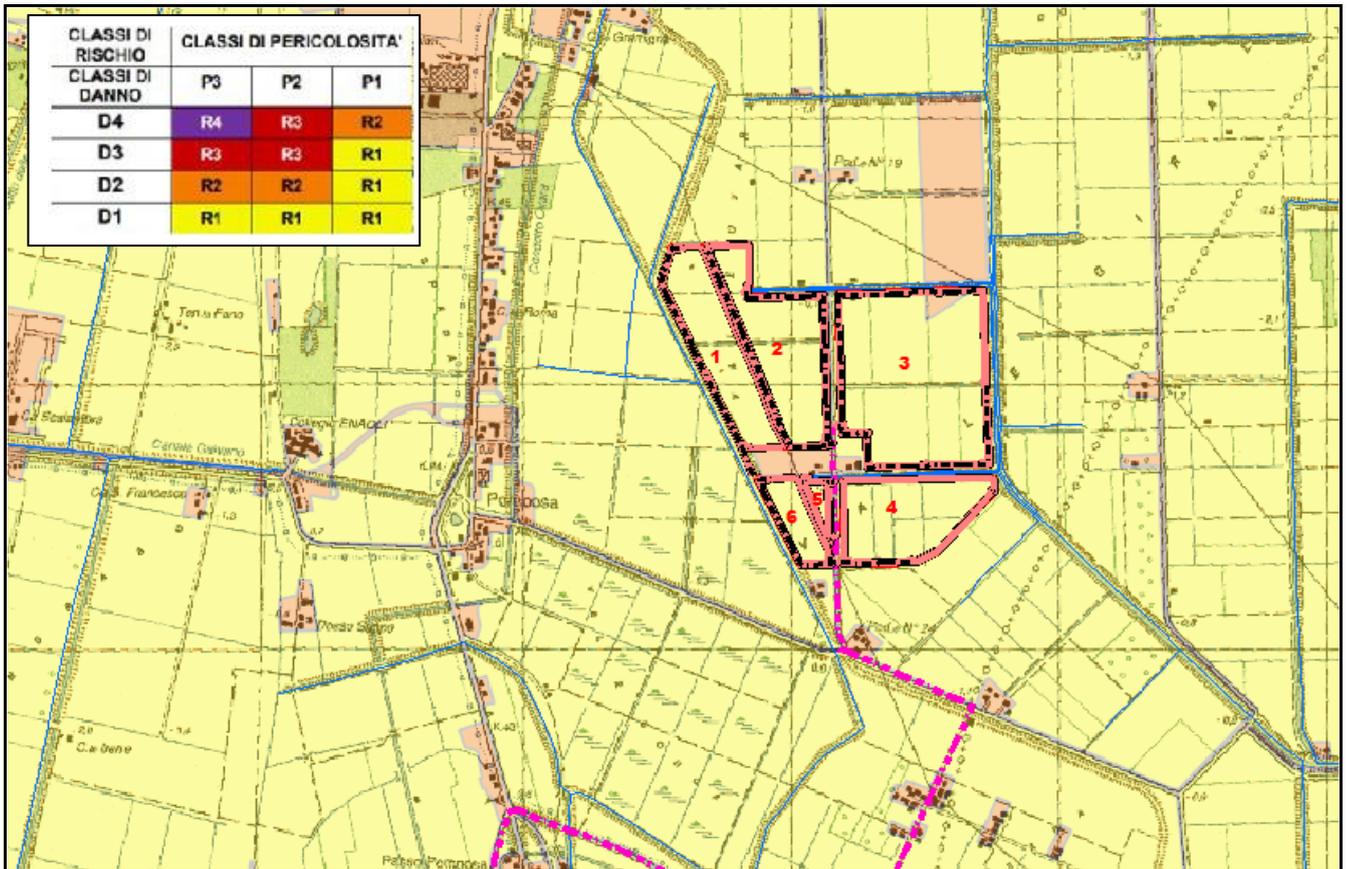
La cartografia della pericolosità e degli elementi esposti del Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) classifica l'area in esame come P1 – L (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi).

Per quanto riguarda la cartografia del rischio si evidenzia che la zona di studio è posizionata in un'area classificata come R1 – Rischio basso e R2 - Rischio medio.

Si riporta la cartografia tematica del PGRA.



**Figura 3:** Stralcio della "Mappa di pericolosità" del PGRA



**Figura 4:** Stralcio della "Mappa del rischio potenziale" del PGRA

### 3.2 La trasformazione dell'area

Il progetto prevede che in questa area sia realizzato, come detto, un impianto fotovoltaico con moduli fissi a terra. Il progetto è caratterizzato dal fatto di intervenire il meno possibile sullo stato attuale dei luoghi. Non sono previsti infatti decisi movimenti terra e si interverrà solo dove necessario alla riprofilazione delle pendenze necessarie a migliorare lo stato idraulico attuale dei luoghi. Le tipologie di superfici, pertanto, a vantaggio di sicurezza, possono essere riassunte nella tabella che segue:

<b>CARATTERISTICHE AREA</b>			
<b>Descrizione</b>	<b>Tipo area</b>	<b>Superfici [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Coeff. Afflusso <math>\phi</math></b>
Area moduli fotovoltaici	Area impermeabile	306.373,3	0,9
Cabine di trasformazione BT/MT	Area impermeabile	484,0	0,9
Strade interne	Area a ridotta permeabilità	33.857,0	0,5
Verde permeabile	Area completamente permeabile	652.253,0	0,0

NB.Per il calcolo delle aree si faccia riferimento all'Elaborato 8.8 FV.CDG01.PD.8.8.R00 Relazione sulla compatibilità con le linee guida Agrivoltaico

Si procede ora al calcolo della superficie impermeabile dell'area in esame. Le superfici impermeabili effettive sono state calcolate utilizzando i coefficienti di afflusso per le diverse tipologie di superfici, indicati nella Tabella soprastante; per le strade è stato scelto un coefficiente  $\phi$  pari a 0,5 in quanto verranno realizzate in stabilizzato e non saranno quindi completamente impermeabilizzate.

Dunque, si ottiene:

- Simp dei moduli fotovoltaici:  $306.373,3 \text{ m}^2 * 0,90 = 275672,97 \text{ m}^2$ ;
- Simp delle strade interne:  $33.857,0 \text{ m}^2 * 0,50 = 16.928,5 \text{ m}^2$ ;
- Simp delle cabine di trasformazione:  $484,0 \text{ m}^2 * 0,90 = 435,6 \text{ m}^2$ .

Quindi, la superficie impermeabile complessiva del campo è pari a 293037,07 m<sup>2</sup>.

Come verrà illustrato nel seguito della relazione, data la conformazione dei vari vincoli infrastrutturali presenti l'impianto è stato suddiviso in 6 sottocampi diversi, ognuno dotato della propria perimetrazione.

Risulta utile ai fini dei calcoli seguenti suddividere le superfici impermeabili complessive nelle quote parti insistenti sui vari sottocampi, in quanto per ognuno di essi verranno realizzati degli scarichi e dei bacini di laminazione indipendenti.

Nella tabella successiva sono mostrate le superfici impermeabili effettive [m2], già ridotte dal coefficiente di afflusso.

<b>N° Sottocampo</b>	<b>Superficie moduli</b>	<b>Superficie cabine</b>	<b>Superficie strade</b>	<b>Superficie complessiva</b>
SC1	49,297.81	62.1	5,655.27	47,251.55
SC2	59,530.13	80.3	8,775.67	58,037.22
SC3	129,255.31	153.1	8,739.64	120,837.38
SC4	49,614.65	62.1	4,748.42	47,083.29
SC5	3,280.31	82.5	2,365.50	4,209.28
SC6	15,395.08	43.9	3,572.54	15,681.35

## 4 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA

### 4.1 Inquadramento generale

Come detto nel paragrafo precedente, l'area di impianto è stata suddivisa in 6 sottocampi mostrati nella figura sottostante.

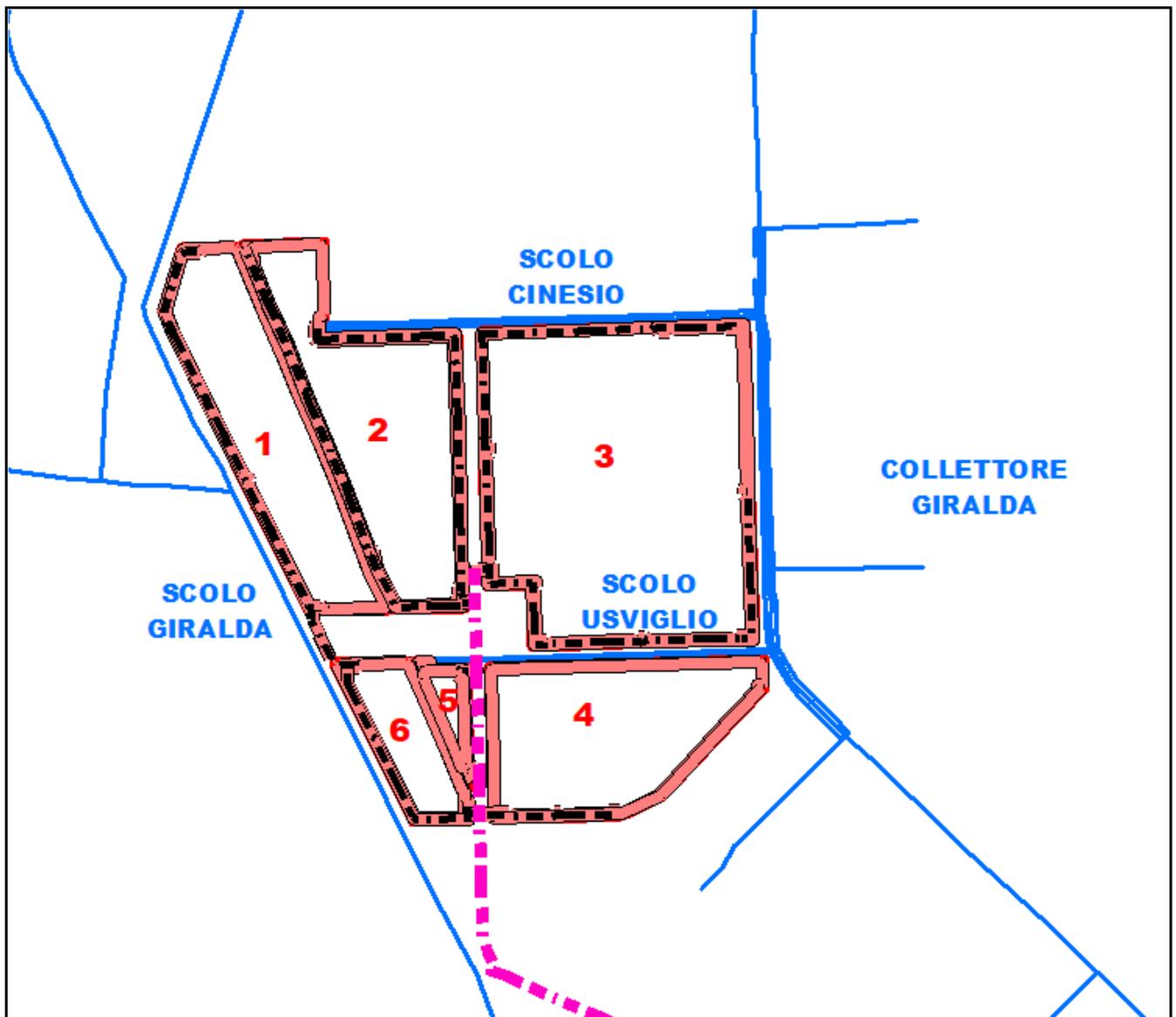


Figura 5: Inquadramento sottocampi

Per l'area occupata dall'impianto fotovoltaico la soluzione in progetto prevede l'utilizzo degli scoli preesistenti ed ognuno dei sottocampi sarà dotato del proprio scarico.

In particolare, oltre agli scoli vicinali già esistenti e limitrofi ai campi coltivati, saranno previsti 6 scarichi diretti all'interno degli scoli consorziali:

- SC1 nel canale Scolo Giralda
- SC2 nel canale Scolo Cinesio
- SC3 nel canale Collettore Giralda
- SC4 nel canale Collettore Giralda
- SC5 nel canale Scolo Usviglio
- SC6 nel canale Scolo Usviglio

Per tutti si richiederà al Consorzio di Bonifica di Ferrara la concessione allo scarico, successivamente alla procedura di VIA.

In linea generale il progetto prevede la realizzazione di 6 invasi separati, ognuno dotato del proprio scarico individuale, e realizzati all'interno degli stessi sottocampi fotovoltaici mantenendo in depressione gli stessi mediante la realizzazione della strada perimetrale sopraelevata di + 0.5 m rispetto alla quota dei campi. Questo può essere possibile in quanto la permanenza di un ipotetico volume d'acqua nel terreno destinato all'inserimento dei moduli fotovoltaici non recherebbe danno alle apparecchiature e non sarebbe di disturbo alla produzione di energia elettrica.

Si riporta di seguito il volume d'invaso disponibile nei 6 sottocampi e il volume totale:

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	TOT
W <sub>max</sub>	67292,5	84823,5	184120	69890,53	4773,85	21214,5	432.114,89

I volumi mostrati sono stati calcolati a partire dalle singole aree dei sottocampi e considerando un'ipotetica altezza di pelo libero pari a + 0,50 m, altezza massima cautelativa per non compromettere il funzionamento dei pannelli e degli inverter posti sulle strutture stesse dei pannelli.

Il volume disponibile risulta ampiamente sufficiente a contenere i volumi d'invaso previsti. Per ulteriori dettagli riguardo quest'ultimi si rimanda al paragrafo 6.2 di questa relazione.

Sia per gli scarichi che per i collegamenti si prevede la messa in opera di tubazioni in PCV SN8, in tal modo non si modifica lo stato attuale dell'area, che continuerà a scolare nei fossi esistenti e l'acqua meteorica sarà allontanata nel medesimo modo e nelle medesime quantità.

I collegamenti, passanti al di sotto di rampe di accesso ai sottocampi, verranno realizzati con bauletto di cls, per scongiurare in qualsiasi modo ogni possibile rottura.

Nei paragrafi successivi si illustrerà in maggior dettaglio quanto riportato sopra.

## 5 PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto riguarda il calcolo delle portate massime scaricabili,  $Q_{u,max}$ , si prende come riferimento la Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009; considerato che la superficie complessiva oggetto di intervento risulta  $> 1$  ha, si adotta il seguente valore di portata massima accettabile  $Q_i$  pari a 8,00 l/s per ettaro urbanizzato.

La superficie complessiva dell'area urbanizzata risulta pari a circa 106 ha.

Pertanto, la portata massima scaricabile è pari a  $Q_{u,max} = 86,99 \text{ ha} * 8,00 \text{ l/s/ha} = 695,92 \text{ l/s}$ .

Come già detto l'impianto fotovoltaici interessa 6 sottocampi fisicamente separati tra loro i quali saranno dotati ognuno del proprio scarico; pertanto, è opportuno definire la portata massima scaricabile da ciascuna porzione di terreno ove insisterà l'impianto, verificando che complessivamente non venga superata la quantità appena calcolata.

N° Sottocampo	Sup. Urbanizzabile [ha]	$Q_i$ [l/(s·ha)]	$Q_{u,max}$ [l/s]	$Q_{u,max}$ [m <sup>3</sup> /s]
SC1	14,15	8,00	113,2	0,1132
SC2	17,09		136,72	0.13672
SC3	35,18		281.44	0.28144
SC4	14,61		116,88	0.11688
SC5	1,26		10.08	0,01008
SC6	4,70		37,6	0.0376

Occorre specificare che la superficie urbanizzabile totale che si ottiene sommando quelle relative ai 6 sottocampi, pari a 86,99 ha, risulta minore rispetto a quella precedentemente illustrata di 106,00 ha. Questa differenza è imputabile alla quota parte di terreno esterna ai sottocampi che non viene interessata dalle strutture fisiche dell'impianto e che di conseguenza non verrà coinvolta nelle opere previste. Pertanto, dato che le caratteristiche idrauliche e di permeabilità del terreno esterno ai sottocampi non verranno in alcun modo alterate, questa quota parte non verrà considerata nei calcoli successivi.

## **6 METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI**

Al fine di ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica e/o idrologica viene adottato il metodo di calcolo previsto dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n. 61/2009.

Nei paragrafi seguenti verrà descritto tale metodo ed a fine relazione verranno riportati i report dei calcoli.

### **6.1 Metodo di calcolo della Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n. 61/2009**

Nella già citata Deliberazione n.61/2009, per superfici urbanizzate che superano 1 ha di estensione è previsto il seguente volume minimo invasabile  $W_i$ :

- $W_i$  = il valore più alto tra 350 m<sup>3</sup>/ha urbanizzato e 500 m<sup>3</sup>/ha impermeabilizzato.

Seguendo questa metodica di calcolo, nei risultati esposti nel capitolo successivo si può notare come si sia raggiunto un valore maggiore di volume minimo di invaso utilizzando il valore della superficie urbanizzata; questa, infatti, data la conformazione dell'impianto e la disposizione dei pannelli, risulta non coincidente e maggiore rispetto a quella realmente impermeabile calcolata nei paragrafi precedenti.

### **6.2 Dimensionamento sistema di invarianza idraulica**

Gli invasi verranno realizzati utilizzando gli stessi sottocampi in cui insisterà l'impianto fotovoltaici, mantenendo in depressione le porzioni di dette aree per garantire la presenza di un volume di laminazione. I bacini di invaso saranno realizzati pertanto grazie alla costruzione di strade perimetrali ad una quota di + 0,5 m rispetto alla quota dei campi. L'estensione degli invasi sarà tale da garantire il volume di ritenzione di progetto.

Si riportano di seguito i risultati del calcolo. con riferimento alla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

Volume minimo invasabile complessivo:  $W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha} * 86,99 \text{ ha} = 43.495,00 \text{ m}^3$ .

Per il calcolo del volume minimo invasabile, è stata utilizzata la superficie urbanizzabile reale, derivata dalle considerazioni fatte al capitolo precedente.

Pertanto, per l'intervento in progetto verrà prevista la realizzazione di 6 invasi aventi un volume complessivo minimo di 43.495,00 m<sup>3</sup>.

### **6.2.1 Portata in uscita dall'invaso**

A valle dei volumi di invaso si prevede la realizzazione di sistemi di scarico con luce a battente circolare, le cui portate sono calcolate mediante la seguente legge di efflusso:

$$Q_u(H) = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot H}$$

- $Q_u$  [m<sup>3</sup>/s]: portata in uscita dall'invaso; H [m]: battente idrico;
- D [m]: diametro interno del foro;
- A [m<sup>2</sup>]: area della bocca d'uscita =  $\pi \cdot D^2/4$ ;
- $\mu$  [-]: coefficiente di efflusso ( $\mu = 0,6$ );
- g [m/s<sup>2</sup>]: accelerazione di gravità.

La portata massima scaricata viene calcolata avendo assunto il battente idrico, inteso come la distanza tra il baricentro del tubo e il pelo libero, pari al suo massimo valore all'interno dell'invaso.

L'altezza del pelo libero h derivante dall'invaso, intesa invece come la distanza tra il pelo libero dell'acqua e il terreno, si può calcolare a partire dalla seguente relazione:

$$h = W/A_{inv}$$

- W [m<sup>3</sup>]: volume invasato;
- $A_{inv}$  [m<sup>2</sup>]: area in pianta dell'invaso.
- Verranno quindi illustrati i calcoli eseguiti per ogni sottocampo.

## 6.2.2 Sottocampo 1

La superficie urbanizzata risulta essere di 14,15 ha, con una superficie impermeabile, calcolata come al paragrafo 2.2, di 1,716 ha.

Pertanto, il volume minimo invasabile in quest'area viene scelto il maggiore tra:

- $W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} * 4,72 \text{ ha} = 2360,0 \text{ m}^3$
- $W_i = 350 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{urb}} * 14,15 \text{ ha} = 4.952,5 \text{ m}^3$

L'area dell'invaso risulta essere pari a  $A_{\text{inv}} = 134.585,00 \text{ m}^2$ .

Si procede quindi al calcolo dell'altezza del pelo libero generata dal volume minimo calcolato, al fine di verificare che possa essere contenuto dall'invaso:

- $H_{\text{min}} = W_i / A_{\text{inv}} = 4.952,5 \text{ m}^3 / 134.585,00 \text{ m}^2 = 0,037 \text{ m}$ .

L'altezza così trovata è al di sotto dell'altezza delle sponde dell'invaso, situate a + 0.5 m dalla quota del campo, al di sotto dell'altezza cautelativa per il corretto funzionamento dell'impianto, individuata sempre a + 0,50 m dalla quota del campo.

Calcolo portata di scarico di progetto e diametro tubazioni:

Diametro interno tubazione	188,200	mm
Diametro esterno tubazione	200	mm
Numero tubazioni	2	-
Portata di scarico	0,101	m <sup>3</sup> /s
Portata massima scaricabile (Deliberazione 61/2009)	0,111	m <sup>3</sup> /s
Battente idrico	0,25	m
Altezza pelo libero	0,45	m

La superficie del campo è abbastanza ampia da garantire l'invaso del volume, il campo avrà una leggera pendenza al fine di ottenere allo scarico un'altezza di pelo libero di 0,45 m e permettere che la portata massima scaricabile sia pari alla portata massima garantita dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

Lo scarico verrà realizzato con due tubazioni interrate in PVC SN8 con diametro esterno di 200 mm e verrà convogliato all'interno dello scolo consortile "Scolo Giralda"; per far ciò verrà richiesta successivamente opportuna concessione per lo scarico al competente Consorzio di Bonifica.

Per un'immagine di dettaglio si rimanda agli elaborati grafici riguardanti la planimetria e le sezioni delle opere di invarianza idraulica.

### 6.2.3 Sottocampo 2

La superficie urbanizzata risulta essere di 17,09 ha, con una superficie impermeabile effettiva che vi conferisce di 5,81 ha.

Pertanto, il volume minimo invasabile in quest'area viene scelto il maggiore tra:

- $W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} * 5,81 \text{ ha} = 2905,0 \text{ m}^3$
- $W_i = 350 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{urb}} * 17,09 \text{ ha} = 5981,5 \text{ m}^3$

L'area dell'invaso risulta essere pari a  $A_{\text{inv}} = 169.647,00 \text{ m}^2$ .

Si procede quindi al calcolo dell'altezza del pelo libero generata dal volume minimo calcolato, al fine di verificare che possa essere contenuto dall'invaso:

- $H_{\text{min}} = W_i / A_{\text{inv}} = 5981,5 \text{ m}^3 / 169.647,00 \text{ m}^2 = 0,035 \text{ m}$ .

L'altezza così trovata è ampiamente al di sotto dell'altezza delle sponde dell'invaso, situate a + 0,5 m dalla quota del campo, al di sotto dell'altezza cautelativa per il corretto funzionamento dell'impianto, individuata sempre a + 0,50 m dalla quota del campo.

Calcolo portata di scarico di progetto e diametro tubazioni:

Diametro interno tubazione	235,4	mm
Diametro esterno tubazione	250	mm
Numero tubazioni	2	-
Portata di scarico	0,134	m <sup>3</sup> /s
Portata massima scaricabile (Deliberazione 61/2009)	0,137	m <sup>3</sup> /s
Battente idrico	0,2	m
Altezza pelo libero	0,45	m

La superficie del campo è abbastanza ampia da garantire l'invaso del volume, il campo avrà una leggera pendenza al fine di ottenere allo scarico un'altezza di pelo libero di 0,45 m e permettere che la portata massima scaricabile sia pari alla portata massima garantita dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

Lo scarico verrà realizzato con due tubazioni interrate in PVC SN8 con diametro esterno di 250 mm e verrà convogliato all'interno dello scolo consortile "Scolo Cinesio"; per far ciò verrà richiesta successivamente opportuna concessione per lo scarico al competente Consorzio di Bonifica.

Per un'immagine di dettaglio si rimanda agli elaborati grafici riguardanti la planimetria e le sezioni delle opere di invarianza idraulica.

### 6.2.4 Sottocampo 3

La superficie urbanizzata risulta essere di 35,18 ha, con una superficie impermeabile effettiva che vi conferisce di 12,08 ha.

Pertanto, il volume minimo invasabile in quest'area viene scelto il maggiore tra:

- $W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} * 12,08 \text{ ha} = 6040,0 \text{ m}^3$
- $W_i = 350 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{urb}} * 35,18 \text{ ha} = 12313,0 \text{ m}^3$

L'area dell'invaso risulta essere pari a  $A_{\text{inv}} = 368240,0 \text{ m}^2$ .

Si procede quindi al calcolo dell'altezza del pelo libero generata dal volume minimo calcolato, al fine di verificare che possa essere contenuto dall'invaso:

- $H_{\text{min}} = W_i / A_{\text{inv}} = 12.313,0 \text{ m}^3 / 36824,0 \text{ m}^2 = 0,033 \text{ m}$ .

L'altezza così trovata è ampiamente al di sotto dell'altezza delle sponde dell'invaso, situate a + 0,5 m dalla quota del campo, al di sotto dell'altezza cautelativa per il corretto funzionamento dell'impianto, individuata sempre a + 0,50 m dalla quota del campo.

Calcolo portata di scarico di progetto e diametro tubazioni:

Diametro interno tubazione	235,4	mm
Diametro esterno tubazione	250	mm
Numero tubazioni	4	
Portata di scarico	0,268	m <sup>3</sup> /s
Portata massima scaricabile (Deliberazione 61/2009)	0,281	m <sup>3</sup> /s
Battente idrico	0,20	m
Altezza pelo libero	0,45	m

La superficie del campo è abbastanza ampia da garantire l'invaso del volume, il campo avrà una leggera pendenza al fine di ottenere allo scarico un'altezza di pelo libero di 0,45 m e permettere che la portata massima scaricabile sia pari alla portata massima garantita dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

Lo scarico verrà realizzato con quattro tubazioni interrate in PVC SN8 con diametro esterno di 250 mm e verrà convogliato all'interno dello scolo consortile "Scolo Giralda"; per far ciò verrà richiesta successivamente opportuna concessione per lo scarico al competente Consorzio di Bonifica.

Per un'immagine di dettaglio si rimanda agli elaborati grafici riguardanti la planimetria e le sezioni delle opere di invarianza idraulica.

### 6.2.5 Sottocampo 4

La superficie urbanizzata risulta essere di 14,61 ha, con una superficie impermeabile effettiva che vi conferisce di 4,71 ha.

Pertanto, il volume minimo invasabile in quest'area viene scelto il maggiore tra:

- $W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} * 4,71 \text{ ha} = 2355,0 \text{ m}^3$
- $W_i = 350 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{urb}} * 14,61 \text{ ha} = 5113,5 \text{ m}^3$

L'area dell'invaso risulta essere pari a  $A_{\text{inv}} = 146.081,87 \text{ m}^2$ .

Si procede quindi al calcolo dell'altezza del pelo libero generata dal volume minimo calcolato, al fine di verificare che possa essere contenuto dall'invaso:

- $H_{\text{min}} = W_i / A_{\text{inv}} = 5113,5 \text{ m}^3 / 146.081,87 \text{ m}^2 = 0,035 \text{ m}$ .

L'altezza così trovata è ampiamente al di sotto dell'altezza delle sponde dell'invaso, situate a + 0,5 m dalla quota del campo, al di sotto dell'altezza cautelativa per il corretto funzionamento dell'impianto, individuata sempre a + 0,50 m dalla quota del campo.

Calcolo portata di scarico di progetto e diametro tubazioni:

Diametro interno tubazione	188,2	mm
Diametro esterno tubazione	200	mm
Numero tubazioni	3	-
Portata di scarico	0,115	m <sup>3</sup> /s
Portata massima scaricabile (Deliberazione 61/2009)	0,117	m <sup>3</sup> /s
Battente idrico	0,16	m
Altezza pelo libero	0,36	m

La superficie del campo è abbastanza ampia da garantire l'invaso del volume, il campo avrà una leggera pendenza al fine di ottenere allo scarico un'altezza di pelo libero di 0,36 m e permettere che la portata massima scaricabile sia pari alla portata massima garantita dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

Lo scarico verrà realizzato con tre tubazioni interrate in PVC SN8 con diametro esterno di 200 mm e verrà convogliato all'interno dello scolo consortile "Scolo Giralda"; per far ciò verrà richiesta successivamente opportuna concessione per lo scarico al competente Consorzio di Bonifica.

Per un'immagine di dettaglio si rimanda agli elaborati grafici riguardanti la planimetria e le sezioni delle opere di invarianza idraulica.

### 6.2.6 Sottocampo 5

La superficie urbanizzata risulta essere di 1,26 ha, con una superficie impermeabile effettiva che vi conferisce di 0,42 ha.

Pertanto, il volume minimo invasabile in quest'area viene scelto il maggiore tra:

- $W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} * 0,42 \text{ ha} = 210,00 \text{ m}^3$
- $W_i = 350 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{urb}} * 1,26 \text{ ha} = 441,00 \text{ m}^3$

L'area dell'invaso risulta essere pari a  $A_{\text{inv}} = 12.627,78 \text{ m}^2$ .

Si procede quindi al calcolo dell'altezza del pelo libero generata dal volume minimo calcolato, al fine di verificare che possa essere contenuto dall'invaso:

- $H_{\text{min}} = W_i / A_{\text{inv}} = 441,00 \text{ m}^3 / 12.627,78 \text{ m}^2 = 0,035 \text{ m}$ .

L'altezza così trovata è ampiamente al di sotto dell'altezza delle sponde dell'invaso, situate a + 0,5 m dalla quota del campo, al di sotto dell'altezza cautelativa per il corretto funzionamento dell'impianto, individuata sempre a + 0,50 m dalla quota del campo.

Calcolo portata di scarico di progetto e diametro tubazioni:

Diametro interno tubazione	103,6	mm
Diametro esterno tubazione	110	mm
Numero tubazioni	1	-
Portata di scarico	0,009	m <sup>3</sup> /s
Portata massima scaricabile (Deliberazione 61/2009)	0,01	m <sup>3</sup> /s
Battente idrico	0,11	m
Altezza pelo libero	0,22	m

La superficie del campo è abbastanza ampia da garantire l'invaso del volume, il campo avrà una leggera pendenza al fine di ottenere allo scarico un'altezza di pelo libero di 0,22 m e permettere che la portata massima scaricabile sia pari alla portata massima garantita dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

Lo scarico verrà realizzato con una tubazione interrate in PVC SN8 con diametro esterno di 110 mm e verrà convogliato all'interno dello scolo consortile "Scolo Giralda"; per far ciò verrà richiesta successivamente opportuna concessione per lo scarico al competente Consorzio di Bonifica.

Per un'immagine di dettaglio si rimanda agli elaborati grafici riguardanti la planimetria e le sezioni delle opere di invarianza idraulica.

### 6.2.7 Sottocampo 6

La superficie urbanizzata risulta essere di 4,70 ha, con una superficie impermeabile effettiva che vi conferisce di 1,57 ha.

Pertanto, il volume minimo invasabile in quest'area viene scelto il maggiore tra:

- $W_i = 500 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}} * 1,57 \text{ ha} = 785,0 \text{ m}^3$
- $W_i = 350 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{urb}} * 4,70 \text{ ha} = 1.645,00 \text{ m}^3$

L'area dell'invaso risulta essere pari a  $A_{\text{inv}} = 46.997,59 \text{ m}^2$ .

Si procede quindi al calcolo dell'altezza del pelo libero generata dal volume minimo calcolato, al fine di verificare che possa essere contenuto dall'invaso:

- $H_{\text{min}} = W_i / A_{\text{inv}} = 1.645,00 \text{ m}^3 / 46.997,59 \text{ m}^2 = 0,035 \text{ m}$ .

L'altezza così trovata è ampiamente al di sotto dell'altezza delle sponde dell'invaso, situate a + 0,5 m dalla quota del campo, al di sotto dell'altezza cautelativa per il corretto funzionamento dell'impianto, individuata sempre a + 0,50 m dalla quota del campo.

Calcolo portata di scarico di progetto e diametro tubazioni:

Diametro interno tubazione	188,2	mm
Diametro esterno tubazione	200	mm
Numero tubazioni	1	-
Portata di scarico	0,037	m <sup>3</sup> /s
Portata massima scaricabile (Deliberazione 61/2009)	0,038	m <sup>3</sup> /s
Battente idrico	0,14	m
Altezza pelo libero	0,34	m

La superficie del campo è abbastanza ampia da garantire l'invaso del volume, il campo avrà una leggera pendenza al fine di ottenere allo scarico un'altezza di pelo libero di 0,34 m e permettere che la portata massima scaricabile sia pari alla portata massima garantita dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

Lo scarico verrà realizzato con una tubazione interrata in PVC SN8 con diametro esterno di 200 mm e verrà convogliato all'interno dello scolo consortile "Scolo Giralda"; per far ciò verrà richiesta successivamente opportuna concessione per lo scarico al competente Consorzio di Bonifica.

Per un'immagine di dettaglio si rimanda agli elaborati grafici riguardanti la planimetria e le sezioni delle opere di invarianza idraulica.

## **7 CONCLUSIONI**

La presente relazione tecnica ha descritto e dimensionato, in ottemperanza al disposto del Consorzio di Bonifica di Ferrara, i presidi necessari per la garanzia dell'invarianza idraulica della trasformazione prevista sull'area.

Il progetto prevede che i bacini di accumulo, necessari per garantire lo scarico della portata invariante, siano realizzati completamente all'interno dell'area del campo dove è previsto l'accumulo dell'acqua meteorica al di sotto dei pannelli.

Si evidenzia però come l'area di impianto resterà sostanzialmente permeabile e che quindi i calcoli svolti in precedenza sono del tutto cautelativi non tenendo minimamente in considerazione la capacità di infiltrazione del terreno sotto stante i pannelli.

Occorre inoltre osservare che:

- durante l'esercizio dell'impianto non è prevista la permanenza di persone in pianta stabile, ma sarà presente personale unicamente durante le attività di manutenzione dell'impianto stesso;
- le apparecchiature necessarie per il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico (inverter, trasformatori, ecc..) sono posizionati ad una quota per la quale sono posti in sicurezza idraulica;
- la creazione di un bacino di laminazione su un'area sostanzialmente permeabile e per la quale non si è considerata la capacità di infiltrazione, risulta un'opera di ulteriore garanzia del non aggravio del rischio idraulico eventualmente presente sull'area.

Infine, dalle opere previste nel progetto si può ritenere perseguito il principio dell'invarianza idraulica, in quanto l'invaso considerato nel suo complessivo, stimato in modo cautelativo pari a 432.114,89 m<sup>3</sup>, risulta ampiamente sufficiente a contenere il volume minimo da invasare, come previsto dalla Del. 61/2009 del competente Consorzio di Bonifica e calcolato pari a 43.495,00 m<sup>3</sup>. Inoltre, allo scarico verrà confluente la portata massima scaricabile stabilita dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009 già citata.

**8 ALLEGATO 1**



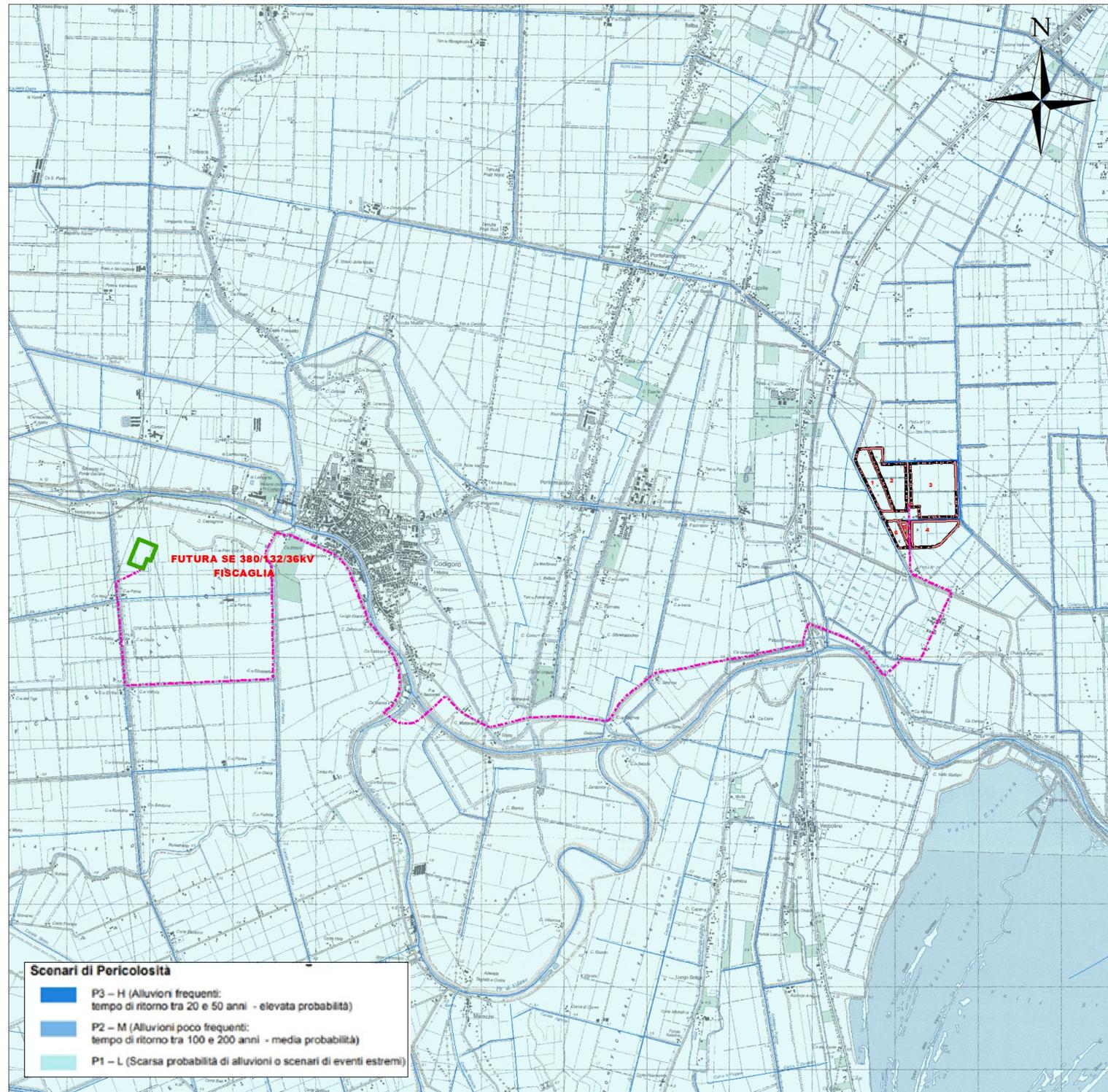
**TAVOLA 1 PLANIMETRIA IMPIANTO SU FOTOPIANO CON RAPPRESENTAZIONE COLLETTORI E CANALI DI SCOLO**

1:10,000

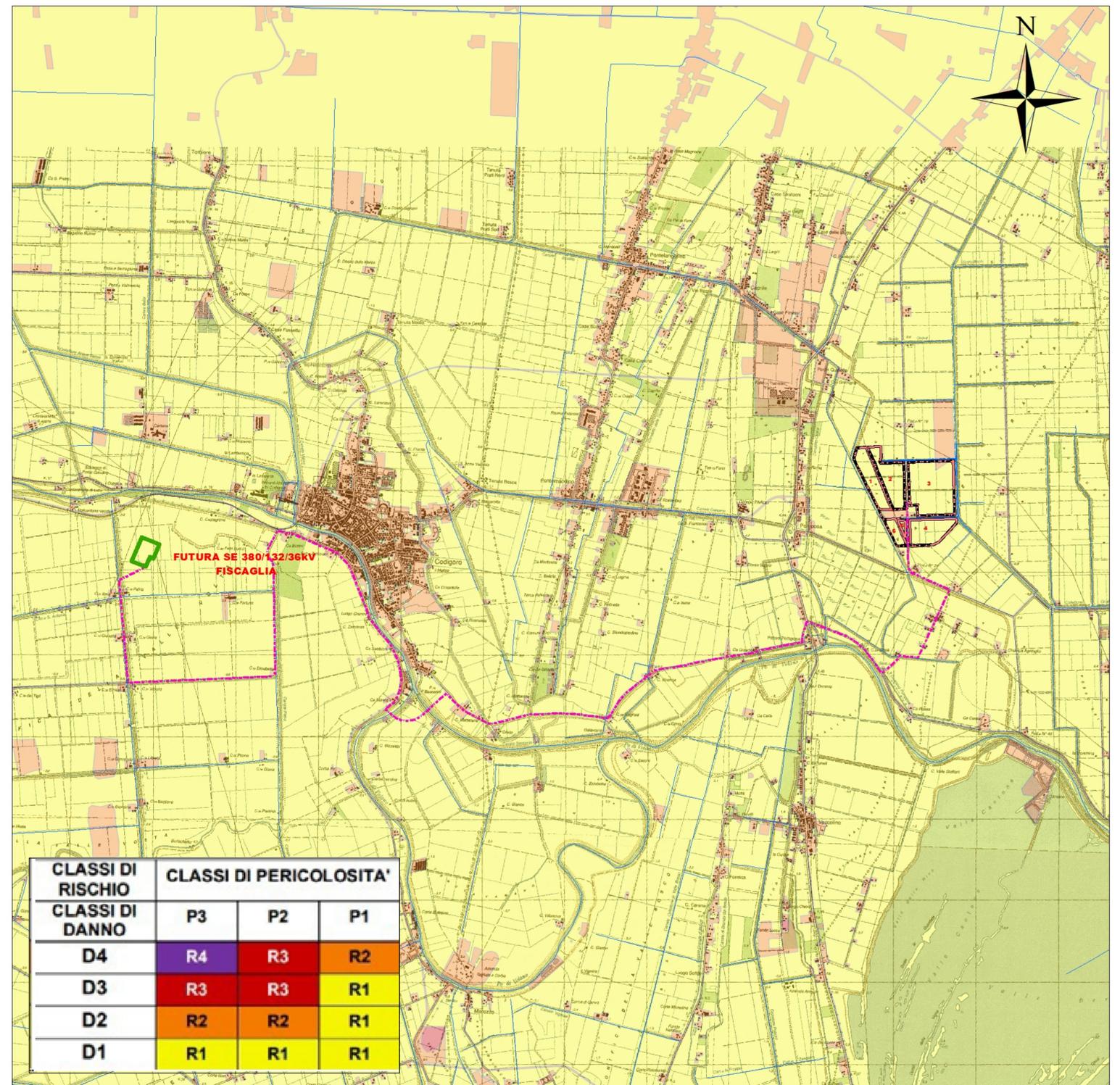
**Legend**

- CAVIDOTTO
- RECINZIONE
- VIABILITA' INTERNA
- CAVIDOTTO AT DI UTENZA
- COLLETTORI E CANALI DI SCOLO
- i-Collettori e Canali di scolo, 140, 30
- CABINE DI CAMPO
- FUTURA STAZIONE FISCAGLIA
- CABINA DI SMISTAMENTO
- CABINA SERVIZI AUSILIARI

**9 ALLEGATO 2**



1:25,000



1:25,000

**TAVOLA 2 AREE VINCOLATE PAI/PGRA**

**Legend**

- CAVIDOTTO
- RECINZIONE
- VIABILITA' INTERNA
- CAVIDOTTO AT DI UTENZA
- COLLETTORI E CANALI DI SCOLO
- i-Collettori e Canali di scolo, 140, 30
- CABINE DI CAMPO
- FUTURA STAZIONE FISCAGLIA
- CABINA DI SMISTAMENTO
- CABINA SERVIZI AUSILIARI

**10 ALLEGATO 3**

# TAVOLA 3 PLANIMETRIA E SEZIONE TIPO OPERE PER INVARIANZA IDRAULICA

L = 48,0 m  
Tubazione di scarico in PVC SN 8 Ø200

L = 43,5 m  
Tubazione di scarico in PVC SN 8 Ø250  
L = 41,5 m  
Tubazione di scarico in PVC SN 8 Ø250

CAMPO 1

CAMPO 2

CAMPO 3

L = 38,0 m  
Tubazione di scarico in PVC SN 8 Ø200

L = 23,0 m  
Tubazione di scarico in PVC SN 8 Ø110

L = 42,0 m  
Tubazione di scarico in PVC SN 8 Ø250  
L = 45,0 m  
Tubazione di scarico in PVC SN 8 Ø250  
L = 34,0 m  
Tubazione di scarico in PVC SN 8 Ø200  
L = 38,5 m  
Tubazione di scarico in PVC SN 8 Ø200  
L = 48,0 m  
Tubazione di scarico in PVC SN 8 Ø200

L = 8,0 m  
Tubazione di scarico in PVC SN 8 Ø200

CAMPO 5

CAMPO 6

CAMPO 4

