



**Impianto di produzione di energia elettrica da fonte
solare e relative opere connesse della potenza di
24,586 MWp**

**Provincia di Piacenza
Comune di Cortemaggiore, Località Morlenzo**

**RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO
FOTOVOLTAICO**



02/08/2024	00	Emissione finale	G.L. Bernini	L. Marabeti G. D'Amico	F. Boni Castagnetti
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale 			ID Documento Committente Cod055_FV_00032_BCR RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale Futuro Solare 1 S.r.L.			ID Documento Appaltatore 1914_Relazione idrologica-idraulica impianto		

	ID Documento Committente	Pagina 2 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

Sommario

1	PREMESSA	3
2	ANALISI IDROLOGICA IDRAULICA	5
2.1	Definizione della rete drenante e dei bacini imbriferi	5
2.2	Criteri e Metodologia d'impostazione del lavoro	5
2.3	Idrologia e determinazione delle curve di possibilità pluviometrica	6
2.4	Stato di Fatto	7
2.5	Stato di Progetto	7
2.6	Stima dei volumi di laminazione con il modello cinematico	8
2.7	Modello cinematico (richiami teorici)	8
2.7.1	Determinazione del volume di laminazione mediante modello cinematico	9
2.8	Dimensionamento e verifica dei drenaggi superficiali	13
2.9	Dimensionamento condotta di scarico	16
3	VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITA' IDRAULICA DEL PROGETTO	19
3.1	Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) del F. Po	19
3.2	Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)	20
3.3	Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)	22
4	CONCLUSIONI	25

1 PREMESSA

La presente relazione fa parte della documentazione del progetto dell'impianto fotovoltaico "Morlenzo" e delle opere ad esso connesse nel comune di Cortemaggiore (PC), affrontando gli aspetti idrologici e idraulici relativi al progetto.

Allo stato attuale, l'area in disponibilità è pari a circa 33.75 ettari di superficie agricola considerata come totalmente permeabile.

Le aree scolano attualmente tramite fossi di scolo da sud verso nord e quindi verso lo scolo Fontana Alta, canale gestito dal Consorzio di Bonifica di Piacenza.

Il progetto prevede la realizzazione del parco fotovoltaico alloggiando i moduli su apposite strutture di sostegno, in modo da fornire un adeguato supporto ma al contempo evitare di alterare le caratteristiche di permeabilità dell'area. Nel suo complesso, l'impianto sarà composto da 37.272 moduli e prevede una superficie fotovoltaica pari a circa 100.678 m².

Il progetto sarà realizzato mantenendo le pendenze e la permeabilità del terreno esistente.

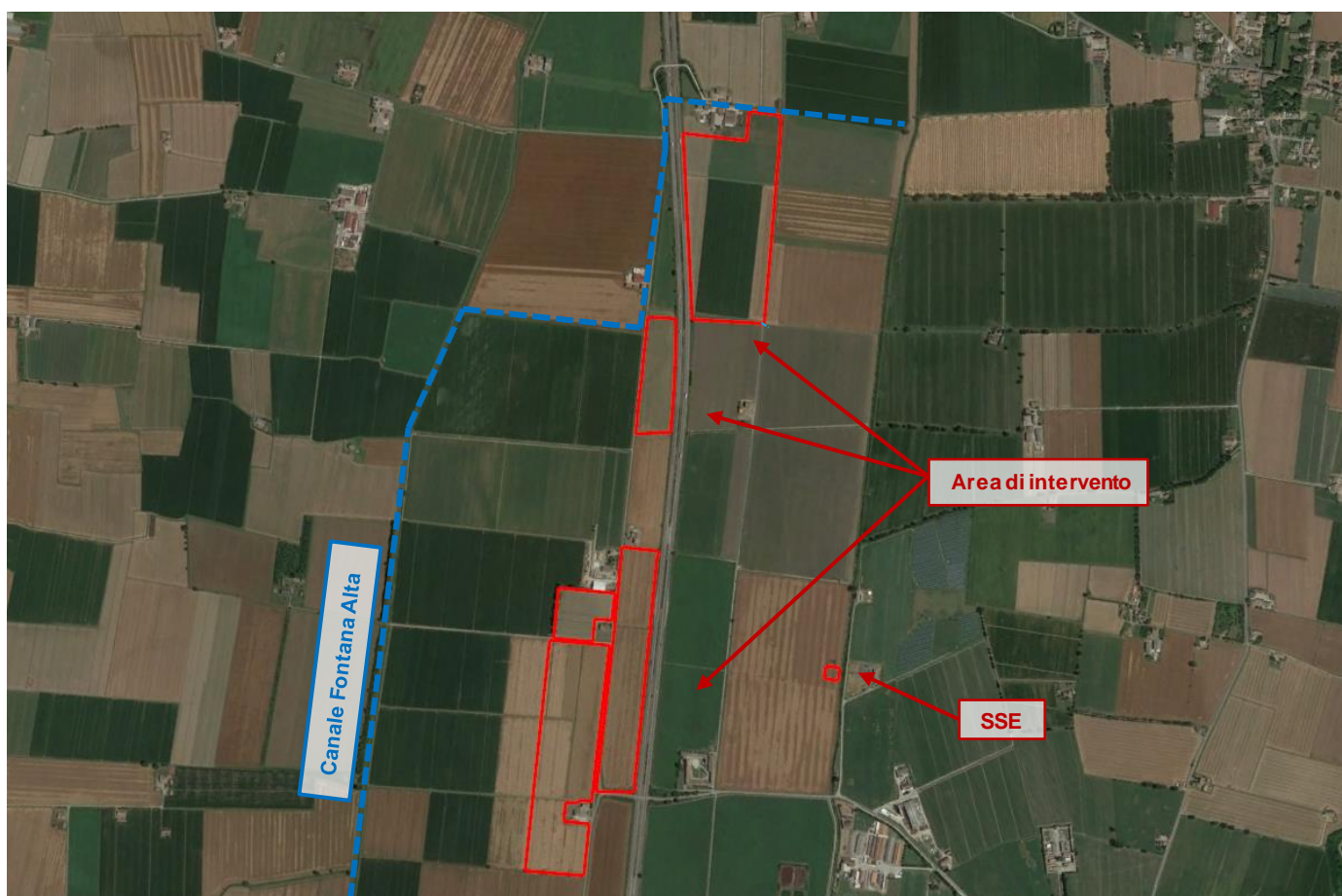



Figura 1 - Individuazione area di intervento su ortofoto


	ID Documento Committente	Pagina 4 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

L'analisi idrologica e idraulica è stata eseguita considerando che:

- Il tempo di ritorno (TR) massimo dell'evento di pioggia sia uguale a 100 anni;
- La portata in uscita nello stato di progetto non sia superiore a quella presumibile nello stato di fatto (criterio dell'invarianza della portata) ed in particolare non superiore al massimo valore ammesso per lo scarico nel recapito consortile (5 l/s/ha);
- Il drenaggio avvenga principalmente attraverso la rete di scoli superficiali;
- Lo scarico avvenga verso la rete di scoli superficiali esistenti e quindi verso il canale Fontana Alta attraverso n.13 condotte di diametro compreso tra DN125 e DN250.

Determinate le portate nello Stato di Fatto e di Progetto, esaminando eventi di pioggia con tempo di ritorno 50 anni e durate differenti, si calcolano le portate defluite per la definizione della rete di collettamento delle acque meteoriche e dei volumi di invaso eventualmente necessari depurando l'idrogramma di piena generato della quota parte scaricabile nel ricettore finale.

Sono state inoltre individuati, in coerenza con le indicazioni della D.G.R.1300/2016, gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con la criticità idraulica evidenziata dal Piano di gestione del Rischio Alluvioni.

	ID Documento Committente	Pagina 5 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

2 ANALISI IDROLOGICA IDRAULICA

Le modifiche di destinazione d'uso e copertura del territorio determinano variazioni dei parametri idraulici di riferimento (coefficiente di deflusso e tempi di corrivazione), per tale motivo si è ricercato, nello stato di progetto, soluzioni atte a conservare la stessa permeabilità del suolo esistente, così da mantenere al massimo il valore al colmo della portata allo stato di fatto, non perturbando l'equilibrio idraulico della rete superficiale attuale.

2.1 Definizione della rete drenante e dei bacini imbriferi

Il progetto non prevede impermeabilizzazione del suolo ma solo la parziale copertura per opera dei moduli fotovoltaici sopraelevati. Si sottolinea infatti che i supporti dei moduli saranno costituiti da pali metallici direttamente infissi nel terreno, senza l'impiego di altre fondazioni o di zavorre in cls. Si prevede perciò che la capacità di ritenzione e infiltrazione del suolo rimanga pressoché invariata, e che il sistema di drenaggio e di raccolta esistente sia adeguato a sostenere un eventuale incremento dei deflussi. L'area oggetto di studio presenta una superficie complessiva pari a circa 33.75 ha ad uso agricolo e le acque di pioggia afferenti all'area interessata vengono raccolte da scolli superficiali e convogliate verso Nord e quindi verso la rete consortile.

Allo stato di progetto si prevede la copertura di circa 10 ha con moduli fotovoltaici, mantenendo inalterato il sistema esistente di drenaggio acque bianche.

L'analisi idrologica e idraulica è stata eseguita considerando:

- Il tempo di ritorno (TR) massimo dell'evento di pioggia sia uguale a 100 anni;
- La portata in uscita nello stato di progetto non sia superiore a quella presumibile nello stato di fatto (criterio dell'invarianza della portata) ed in particolare non superiore al massimo valore ammesso per lo scarico nel recapito consortile (5 l/s/ha);
- Il drenaggio avvenga principalmente attraverso la rete di scolli superficiali;
- Lo scarico avvenga verso la rete di scolli superficiali esistenti e quindi verso il canale Fontana Alta attraverso n.13 condotte di diametro compreso tra DN125 e DN250

2.2 Criteri e Metodologia d'impostazione del lavoro

Il sistema idrografico relativo all'area di intervento è schematizzato in diversi bacini caratterizzati dal contributo dell'area e determinato in relazione alle superfici drenate previste.

I bacini sono stati definiti sulla base dello stato della pianificazione dell'area di interesse in modo da avere una distribuzione delle portate il più uniforme possibile. La definizione dell'uso del suolo è stata condotta esaminando, per ogni sottobacino, la densità delle superfici occupate da pavimentazioni impermeabili e permeabili.

Lo studio idrologico ed idraulico si è svolto secondo le seguenti fasi:

- Individuazione dei bacini tributari, con definizione dell'uso del suolo previsto e con particolare riferimento alle caratteristiche di permeabilità del territorio;
- Valutazione delle sollecitazioni pluviometriche che, per assegnati livelli di probabilità, possono interessare l'area in esame;
- Valutazione della risposta idraulica dell'area attraverso il sistema di drenaggio allo stato di fatto e di progetto.
- I coefficienti di deflusso siano determinati e verificati per ciascuna tipologia di copertura superficiale come riportati in tabella:

Tipo di pavimentazione	Φ
Pavimentazioni cortilizie e stradali, asfalto, coperture	0.90
Pavimentazioni stradali, cortilizie e parcheggi drenanti	0.60
Prati, parchi, giardini ed aree verdi urbane	0.25

Tabella 1 - Valori coefficienti di deflusso utilizzati nei calcoli.

2.3 Idrologia e determinazione delle curve di possibilità pluviometrica

L'analisi idrologica ha lo scopo di definire le portate nello Stato di progetto in funzione del "tempo di ritorno" (TR) e della durata dell'evento di pioggia. La stima degli afflussi/deflussi, sull'area oggetto di studio, è stata realizzata utilizzando come parametro di calcolo il metodo Curve Number elaborato dal Soil Conservation Service (USA). Questo metodo ricava l'altezza di pioggia efficacemente defluita nel bacino in funzione del tipo di suolo, della sua capacità d'immagazzinamento e delle condizioni dello stesso prima dell'evento. L'analisi è stata fatta analizzando il coefficiente di deflusso, dipendente dal tipo di permeabilità e uso del terreno.

Per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (d) dell'evento di pioggia in funzione di un prefissato tempo di ritorno (TR) è stato necessario individuare la legge probabilistica che meglio si adatta alla serie storica del campione analizzato. Generalmente, per le elaborazioni statistiche dei dati di pioggia, la distribuzione che meglio interpreta le serie storiche risulta essere quella di Gumbel, descritta dall'espressione:

$$h = a(T)t^{n(T)}$$

Nel caso in esame si sono utilizzati i parametri a e n della curva di possibilità pluviometrica per TR 100 anni del PAI considerando la griglia più prossima all'area oggetto di intervento, riportati nella tabella seguente:

Durate	$t \geq 1$
a	63.55
n	0.245

Tabella 2 - Valori caratteristici della curva di possibilità pluviometrica, TR = 100 anni.

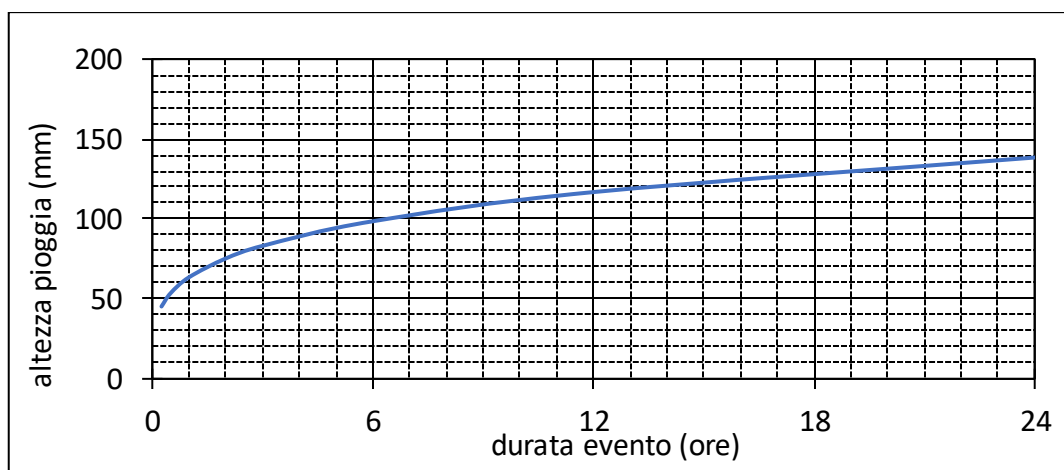



Figura 2 - Curva di possibilità pluviometrica per TR=100 anni.

	ID Documento Committente	Pagina 7 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

2.4 Stato di Fatto

Allo stato attuale l'area di interesse si presenta ad uso agricolo, completamente permeabile e di superficie complessiva pari a circa 33.75 ha. I deflussi superficiali vengono drenati attraverso scoli superficiali e convogliati fino allo scolo consortile "Fontana Alta".

Nello stato di progetto si prevede la formazione di fossi di scolo perimetrali e interni e il ritracciamento dei fossi esistenti orientati parallelamente alle fila dei moduli, al fine di garantire il corretto drenaggio di tutto il comparto. Le superfici allo stato di fatto risultano come indicato nella tabella seguente, dove vengono riportate le coperture e il relativo coefficiente di deflusso, oltre alle rispettive superfici drenate e portate generate:

Tipologia di superfici	ha	ϕ
Aree verdi	33.75	0.25
Superfici impermeabili	0	0.90
Superfici semipermeabili	0	0.60
Superficie totale e coefficiente medio	33.75	0.25

Tabella 3 - Superfici e relativi coefficienti di deflusso nello stato di fatto.

Nelle tabelle seguenti si riportano i parametri utilizzati per i calcoli e il valore della portata generata dalle superfici nello stato di fatto impiegando il metodo delle sole piogge per eventi meteorici con tempo di ritorno pari a 100 anni:


Superficie	S	0.3375	km ²
Tempo di corrivazione	Tc	1.00	ore
Tempo di ritorno	TR	100	anni
Pioggia critica (Tp=Tc)	P	63.55	mm
Coefficiente di deflusso	ϕ	0.25	
Coefficiente udometrico	μ	44.47	l/sec ha
Portata max. al colmo	Q max.	1.480	m ³ /sec
Portata max. al colmo	Q max.	1480	l/s

Tabella 4 - Parametri caratteristici e portate nello stato di fatto.

Si stima per l'area oggetto di intervento una portata massima di deflusso pari a circa 1480 l/s.

2.5 Stato di Progetto

Il progetto prevede la realizzazione del parco fotovoltaico per una superficie pari a circa 33.75 ha alloggiando i moduli su apposite strutture di sostegno, tale tipologia costruttiva dell'impianto previsto non interferisce con le caratteristiche di permeabilità del suolo, in quanto tutte le superfici scolanti mantengono la medesima capacità di infiltrazione nel suolo, anche considerando la parziale copertura dovuta ai moduli fotovoltaici. Si evidenzia infatti che le portate di pioggia defluiranno e si infiltreranno nell'intero comparto caratterizzato da terreno naturale, comprendendo anche le superfici coperte dai moduli che non riceveranno precipitazioni dirette.

	ID Documento Committente	Pagina 8 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

Le uniche superfici oggetto di impermeabilizzazione sono quelle destinate alla realizzazione delle cabine di trasformazione, per una superficie complessiva pari a circa 350 m².

Le superfici allo stato di progetto risultano come indicato nella tabella seguente, dove vengono riportate le coperture e il relativo coefficiente di deflusso:

Tipo di pavimentazione	ha	φ
Coperture cabine di trasformazione	0.035	0.90
Viabilità interna	4.571	0.60
Aree verdi, agricole, permeabili	29.14	0.25
Superficie totale e coefficiente medio	33.75	0.29

Tabella 5 - Superfici e relativi coefficienti di deflusso nello stato di progetto

2.6 Stima dei volumi di laminazione con il modello cinematico

Per determinare il volume di acque da invasare (tempo di ritorno pari a 100 anni), al fine di mantenere le portate scaricate nello stato di progetto analoghe a quelle dello stato di fatto, si è deciso di utilizzare il metodo cinematico.

2.7 Modello cinematico (richiami teorici)

Nel metodo cinematico per il calcolo del volume di invaso si adottano le seguenti ipotesi semplificate:

- Ietogrammi netti di pioggia a intensità costante;
- Curva aree tempi lineare;
- Svuotamento a portata costante pari a Q_{\max} (laminazione ottimale).


Sotto queste ipotesi si può scrivere l'espressione del volume W invasato nell'invaso di laminazione in funzione della durata della pioggia θ , del tempo di corrivazione T_c , della portata uscente dell'invaso Q_{\max} , del coefficiente di afflusso ϕ , dell'area del bacino A e dei parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica:

$$W = \phi \cdot A \cdot a \cdot \theta^n + T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\phi \cdot A \cdot a} - Q_u \cdot \theta - Q_u \cdot T_c \quad (1)$$

Imponendo la condizione di massimo per il volume W , cioè derivando rispetto alla durata θ ed eguagliando a zero si trova la relazione:

$$n \cdot \phi \cdot A \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + (1-n) \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta_w^{-n}}{\phi \cdot A \cdot a} - Q_u = 0 \quad (2)$$

dalla quale si ricava la durata critica θ_w per l'invaso di laminazione, che, inserita nella (1), consente di stimare il volume W_0 da assegnare all'invaso stesso.

	ID Documento Committente	Pagina 9 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

2.7.1 Determinazione del volume di laminazione mediante modello cinematico

Utilizzando la procedura riportate nel precedente paragrafo in riferimento alle caratteristiche progettuali dell'intervento in oggetto, si sono calcolati i volumi minimi di invaso necessari per garantire l'invarianza idraulica delle superfici.

Nella figura seguente viene riportata la planimetria dei sottobacini utilizzati per il calcolo del volume minimo di laminazione.

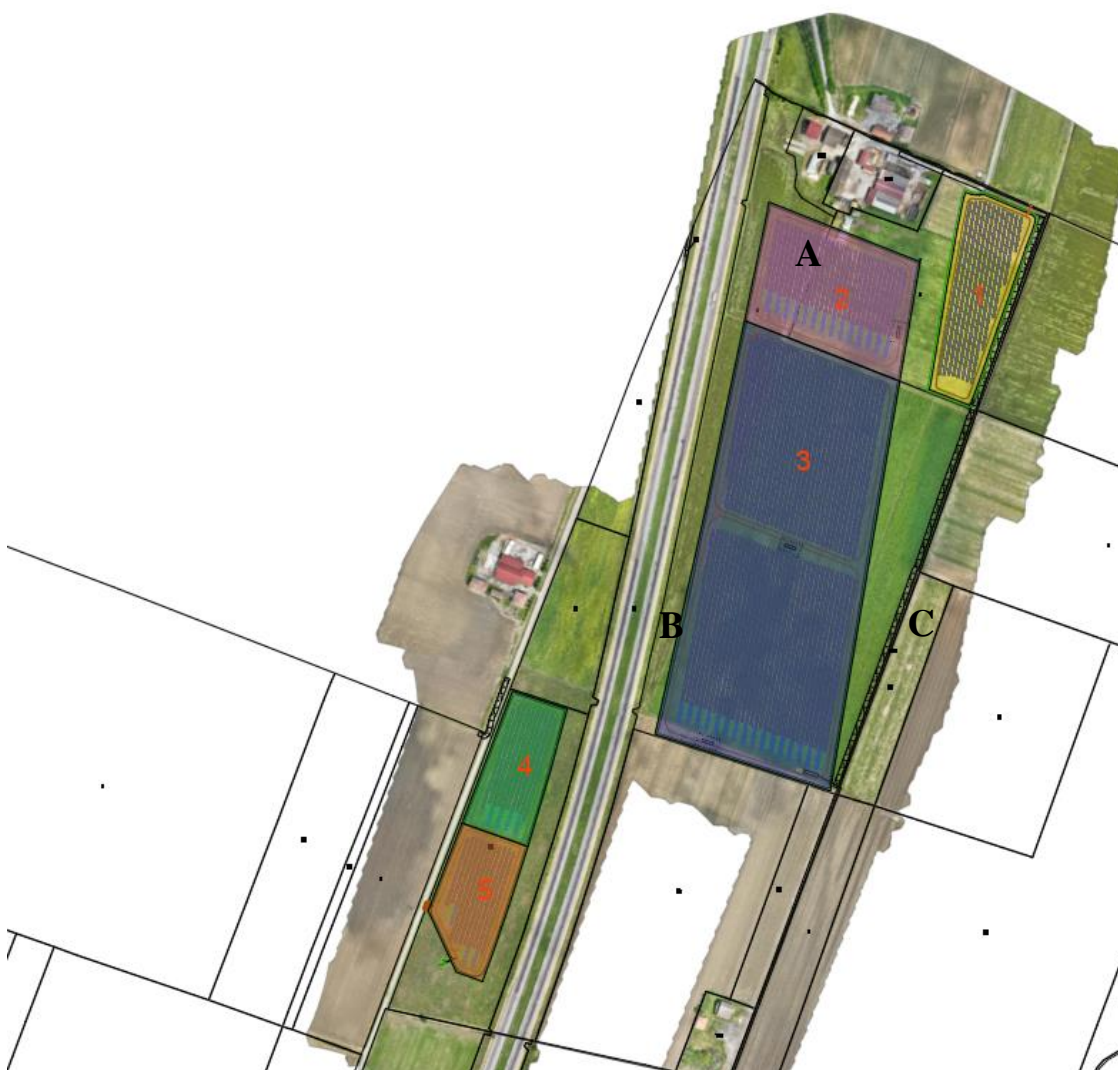


Figura 3 - Planimetria rete di progetto – Sottobacini - Nord




Figura 4 - Planimetria rete di progetto – Sottobacini – Sud

Si procede ora al calcolo dei volumi di laminazione per i tre sottobacini utilizzando il metodo cinematico:

Lotto 1

Applicando la formula (2) espressa al paragrafo precedente, imponendo una superficie pari a **A=1.43 ha**, un coefficiente di afflusso equivalente **$\phi=0.31$** , un tempo di corrivazione **$T_c=180$ minuti** e una portata massima in uscita **$Q_u=7$ l/s** si ottiene una durata critica **$\theta_w=280$ minuti** e un volume di laminazione **$W_0=242$ m³**.

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN125, verso la rete di scoli esistenti.

	ID Documento Committente	Pagina 11 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

La nuova rete di scolo in progetto è in grado di invasare un volume massimo pari a **250 m³** quindi superiore al minimo richiesto.

Lotto 2

Applicando la formula (2) espressa al paragrafo precedente, imponendo una superficie pari a **A=2 ha**, un coefficiente di afflusso equivalente $\phi=0.30$, un tempo di corrivazione **T_c= 180 minuti** e una portata massima in uscita **Q_u=10 l/s** si ottiene una durata critica **θ_w= 279 minuti** e un volume di laminazione **W₀ = 344 m³**.

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN140, verso la rete di scoli esistenti.

La nuova rete di scolo in progetto è in grado di invasare un volume massimo pari a **346 m³** uguale al minimo richiesto.

Lotto 3

Applicando la formula (2) espressa al paragrafo precedente, imponendo una superficie pari a **A=7.8 ha**, un coefficiente di afflusso equivalente $\phi=0.29$, un tempo di corrivazione **T_c= 240 minuti** e una portata massima in uscita **Q_u=39 l/s** si ottiene una durata critica **θ_w= 274 minuti** e un volume di laminazione **W₀ = 1049 m³**.

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN250, verso la rete di scoli esistenti.

La nuova rete di scolo in progetto è in grado di invasare un volume massimo pari a **1188 m³** quindi superiore al minimo richiesto.

Lotto 4

Applicando la formula (2) espressa al paragrafo precedente, imponendo una superficie pari a **A=0.94 ha**, un coefficiente di afflusso equivalente $\phi=0.31$, un tempo di corrivazione **T_c= 180 minuti** e una portata massima in uscita **Q_u=5 l/s** si ottiene una durata critica **θ_w= 224 minuti** e un volume di laminazione **W₀ = 132 m³**.

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN125, verso la rete di scoli esistenti.


La nuova rete di scolo in progetto è in grado di invasare un volume massimo pari a **137 m³** quindi superiore al minimo richiesto.

Lotto 5

Applicando la formula (2) espressa al paragrafo precedente, imponendo una superficie pari a **A=1.1 ha**, un coefficiente di afflusso equivalente $\phi=0.29$, un tempo di corrivazione **T_c= 240 minuti** e una portata massima in uscita **Q_u=5 l/s** si ottiene una durata critica **θ_w= 280 minuti** e un volume di laminazione **W₀ = 160 m³**.

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN125, verso la rete di scoli esistenti.

La nuova rete di scolo in progetto è in grado di invasare un volume massimo pari a **163 m³** quindi superiore al minimo richiesto.

	ID Documento Committente	Pagina 12 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

Lotto 6

Applicando la formula (2) espressa al paragrafo precedente, imponendo una superficie pari a **A=2 ha**, un coefficiente di afflusso equivalente $\phi=0.29$, un tempo di corrivazione **T_c= 240 minuti** e una portata massima in uscita **Q_u=10 l/s** si ottiene una durata critica **θ_w= 290 minuti** e un volume di laminazione **W₀ = 274 m³**.

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN140, verso la rete di scoli esistenti.

La nuova rete di scolo in progetto è in grado di invasare un volume massimo pari a **278 m³** quindi superiore al minimo richiesto.

Lotto 7

Applicando la formula (2) espressa al paragrafo precedente, imponendo una superficie pari a **A=4.2 ha**, un coefficiente di afflusso equivalente $\phi=0.26$, un tempo di corrivazione **T_c= 240 minuti** e una portata massima in uscita **Q_u=21 l/s** si ottiene una durata critica **θ_w= 248 minuti** e un volume di laminazione **W₀ = 457 m³**.

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN200, verso la rete di scoli esistenti.

La nuova rete di scolo in progetto è in grado di invasare un volume massimo pari a **510 m³** quindi superiore al minimo richiesto.

Lotto 8

Applicando la formula (2) espressa al paragrafo precedente, imponendo una superficie pari a **A=2.10 ha**, un coefficiente di afflusso equivalente $\phi=0.30$, un tempo di corrivazione **T_c= 240 minuti** e una portata massima in uscita **Q_u=10 l/s** si ottiene una durata critica **θ_w= 294 minuti** e un volume di laminazione **W₀ = 324 m³**.

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN140, verso la rete di scoli esistenti.

La nuova rete di scolo in progetto è in grado di invasare un volume massimo pari a **350 m³** quindi superiore al minimo richiesto.

Lotto 9


Applicando la formula (2) espressa al paragrafo precedente, imponendo una superficie pari a **A=2.44 ha**, un coefficiente di afflusso equivalente $\phi=0.30$, un tempo di corrivazione **T_c= 240 minuti** e una portata massima in uscita **Q_u=12 l/s** si ottiene una durata critica **θ_w= 269 minuti** e un volume di laminazione **W₀ = 358 m³**.

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN160, verso la rete di scoli esistenti.

La nuova rete di scolo in progetto è in grado di invasare un volume massimo pari a **388 m³** quindi superiore al minimo richiesto.

Lotto 10

Applicando la formula (2) espressa al paragrafo precedente, imponendo una superficie pari a **A=3.7ha**, un coefficiente di afflusso equivalente $\phi=0.31$, un tempo di corrivazione **T_c= 240 minuti** e

	ID Documento Committente	Pagina 13 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

una portata massima in uscita $Q_u=18$ l/s si ottiene una durata critica $\theta_w=290$ minuti e un volume di laminazione $W_0=559$ m³.

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN200, verso la rete di scoli esistenti.

La nuova rete di scolo in progetto è in grado di invasare un volume massimo pari a **560 m³** pari al minimo richiesto.

Lotto 11

Applicando la formula (2) espressa al paragrafo precedente, imponendo una superficie pari a **A=2.4 ha**, un coefficiente di afflusso equivalente $\phi=0.29$, un tempo di corrivazione $T_c=240$ minuti e una portata massima in uscita $Q_u=12$ l/s si ottiene una durata critica $\theta_w=285$ minuti e un volume di laminazione $W_0=336$ m³.

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN160, verso la rete di scoli esistenti.

La nuova rete di scolo in progetto è in grado di invasare un volume massimo pari a **345 m³** pari al minimo richiesto.

Lotto 12

Applicando la formula (2) espressa al paragrafo precedente, imponendo una superficie pari a **A=3.4 ha**, un coefficiente di afflusso equivalente $\phi=0.29$, un tempo di corrivazione $T_c=240$ minuti e una portata massima in uscita $Q_u=17$ l/s si ottiene una durata critica $\theta_w=280$ minuti e un volume di laminazione $W_0=452$ m³.

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN200, verso la rete di scoli esistenti.

La nuova rete di scolo in progetto è in grado di invasare un volume massimo pari a **460 m³** quindi superiore al minimo richiesto.


Il volume minimo di invaso di compensazione complessivo è quindi pari a **4976 m³** e verrà garantito mediante la realizzazione di fossi di scolo di altezza massima 30 cm orientate parallelamente alle fila dei moduli, tali da garantire la raccolta e la laminazione dei deflussi superficiali scolanti.

Le acque così raccolte defluiranno verso canali di scolo perimetrale in progetto, di altezza massima pari a circa 50 cm, con scarico attraverso una condotte di diametro DN125 e DN250, nella rete di scolo esistente.

2.8 Dimensionamento e verifica dei drenaggi superficiali

Si prevede quindi, per la raccolta delle acque meteoriche, il tracciamento di scoli superficiali tali da scorrere tra le file dei moduli fotovoltaici. Si prevede inoltre la realizzazione di fossi perimetrali i quali convoglieranno le portate raccolte, attraverso condotta di diametro DN125 e DN250, verso la rete di fossi perimetrale esistenti.

Si prevede, per il **Lotto 1** la realizzazione di N. 5 fossi di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.3 m e larghezza sul fondo pari a 0.3 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 890 m. Le acque così raccolte defluiranno verso fossi

	ID Documento Committente	Pagina 14 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

perimetrali di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.5 m e larghezza sul fondo pari a 0.5 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 180 m e scarico con DN125 nella rete di scolo esistente. Questo consentirà l'invaso di parte dei volumi di deflusso meteorico per un totale di 250 m³ circa, valore maggiore al minimo invaso richiesto per l'invarianza idraulica (242 m³).


Si prevede, per il **Lotto 2** la realizzazione di N. 13 fossi di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.3 m e larghezza sul fondo pari a 0.3 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 1440 m. Le acque così raccolte defluiranno verso fossi perimetrali di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.5 m e larghezza sul fondo pari a 0.5 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 175 m e scarico con DN140 nella rete di scolo esistente. Questo consentirà l'invaso di parte dei volumi di deflusso meteorico per un totale di 346 m³ circa, valore uguale al minimo invaso richiesto per l'invarianza idraulica (344 m³).

Si prevede, per il **Lotto 3** la realizzazione di N. 37 fossi di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.3 m e larghezza sul fondo pari a 0.3 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 4713 m. Le acque così raccolte defluiranno verso fossi perimetrali di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.5 m e larghezza sul fondo pari a 0.5 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 680 m e scarico con DN250 nella rete di scolo esistente. Questo consentirà l'invaso di parte dei volumi di deflusso meteorico per un totale di 1188 m³ circa, valore maggiore al minimo invaso richiesto per l'invarianza idraulica (1049 m³).

Si prevede, per il **Lotto 4** la realizzazione di N. 5 fossi di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.3 m e larghezza sul fondo pari a 0.3 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 635 m. Le acque così raccolte defluiranno verso fossi perimetrali di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.5 m e larghezza sul fondo pari a 0.5 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 45 m e scarico con DN125 nella rete di scolo esistente. Questo consentirà l'invaso di parte dei volumi di deflusso meteorico per un totale di 137 m³ circa, valore uguale al minimo invaso richiesto per l'invarianza idraulica (132 m³).

Si prevede, per il **Lotto 5** la realizzazione di N. 6 fossi di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.3 m e larghezza sul fondo pari a 0.3 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 768 m. Le acque così raccolte defluiranno verso fossi perimetrali di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.5 m e larghezza sul fondo pari a 0.5 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 50 m e scarico con DN125 nella rete di scolo esistente. Questo consentirà l'invaso di parte dei volumi di deflusso meteorico per un totale di 163 m³ circa, valore maggiore al minimo invaso richiesto per l'invarianza idraulica (156 m³).

Si prevede, per il **Lotto 6** la realizzazione di N. 6 fossi di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.3 m e larghezza sul fondo pari a 0.3 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 1380 m. Le acque così raccolte defluiranno verso fossi

	ID Documento Committente	Pagina 15 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

perimetrali di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.5 m e larghezza sul fondo pari a 0.5 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 60 m e scarico con DN140 nella rete di scolo esistente. Questo consentirà l'invaso di parte dei volumi di deflusso meteorico per un totale di 278 m³ circa, valore uguale al minimo invaso richiesto per l'invarianza idraulica (274 m³).


Si prevede, per il **Lotto 7** la realizzazione di N. 8 fossi di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.3 m e larghezza sul fondo pari a 0.3 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 1840 m. Le acque così raccolte defluiranno verso fossi perimetrali di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.5 m e larghezza sul fondo pari a 0.5 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 356 m e scarico con DN200 nella rete di scolo esistente. Questo consentirà l'invaso di parte dei volumi di deflusso meteorico per un totale di 510 m³ circa, valore maggiore al minimo invaso richiesto per l'invarianza idraulica (457 m³).

Si prevede, per il **Lotto 8** la realizzazione di N. 13 fossi di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.3 m e larghezza sul fondo pari a 0.3 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 1350 m. Le acque così raccolte defluiranno verso fossi perimetrali di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.5 m e larghezza sul fondo pari a 0.5 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 214 m e scarico con DN140 nella rete di scolo esistente. Questo consentirà l'invaso di parte dei volumi di deflusso meteorico per un totale di 350 m³ circa, valore maggiore al minimo invaso richiesto per l'invarianza idraulica (324 m³).

Si prevede, per il **Lotto 9** la realizzazione di N. 7 fossi di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.3 m e larghezza sul fondo pari a 0.3 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 1326 m. Le acque così raccolte defluiranno verso fossi perimetrali di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.5 m e larghezza sul fondo pari a 0.5 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 300 m e scarico con DN160 nella rete di scolo esistente. Questo consentirà l'invaso di parte dei volumi di deflusso meteorico per un totale di 388 m³ circa, valore maggiore al minimo invaso richiesto per l'invarianza idraulica (358 m³).

Si prevede, per il **Lotto 10** la realizzazione di N. 10 fossi di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.3 m e larghezza sul fondo pari a 0.3 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 2180 m. Le acque così raccolte defluiranno verso fossi perimetrali di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.5 m e larghezza sul fondo pari a 0.5 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 335 m e scarico con DN200 nella rete di scolo esistente. Questo consentirà l'invaso di parte dei volumi di deflusso meteorico per un totale di 560 m³ circa, uguale al minimo invaso richiesto per l'invarianza idraulica (560 m³).

Si prevede, per il **Lotto 11** la realizzazione di N. 8 fossi di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.3 m e larghezza sul fondo pari a 0.3 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 1696 m. Le acque così raccolte defluiranno verso fossi

	ID Documento Committente	Pagina 16 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

perimetrali di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.5 m e larghezza sul fondo pari a 0.5 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 80 m e scarico con DN160 nella rete di scolo esistente. Questo consentirà l'invaso di parte dei volumi di deflusso meteorico per un totale di 345 m³ circa, valore maggiore al minimo invaso richiesto per l'invarianza idraulica (336 m³).

Si prevede, per il **Lotto 12** la realizzazione di N. 12 fossi di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.3 m e larghezza sul fondo pari a 0.3 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 2115 m. Le acque così raccolte defluiranno verso fossi perimetrali di raccolta a sezione trapezoidale di altezza pari a 0.5 m e larghezza sul fondo pari a 0.5 m pendenza delle sponde 1:1 per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 158 m e scarico con DN160 e DN125 nella rete di scolo esistente. Questo consentirà l'invaso di parte dei volumi di deflusso meteorico per un totale di 460 m³ circa, valore maggiore al minimo invaso richiesto per l'invarianza idraulica (452 m³).

La nuova configurazione e la nuova rete di scolo così progettata è in grado di invasare un volume totale pari a circa **4976 m³**.

2.9 Dimensionamento condotta di scarico

Lo scarico dell'acqua contenute nella rete di fossi perimetrali avverrà per mezzo di condotte dimensionate in modo da limitare la portata massima al valore di 5 l/s/ha.

La massima portata scaricata dall'intero comparto è pari a **168 l/s** ed è così suddivisa:


- **Lotto 1 = 7 l/s (7 l/s / 1.43 ha = 4.90 l/s/ha < 5 l/s/ha)**
- **Lotto 2 = 10 l/s (10 l/s / 2 ha = 5 l/s/ha ≤ 5 l/s/ha)**
- **Lotto 3 = 39 l/s (39 l/s / 7.8 ha = 5 l/s/ha ≤ 5 l/s/ha)**
- **Lotto 4 = 5 l/s (5 l/s / 0.94 ha = 5 l/s/ha ≤ 5 l/s/ha)**
- **Lotto 5 = 5 l/s (5 l/s / 1.1 ha = 4.54 l/s/ha < 5 l/s/ha)**
- **Lotto 6 = 10 l/s (10 l/s / 2 ha = 5 l/s/ha ≤ 5 l/s/ha)**
- **Lotto 7 = 21 l/s (21 l/s / 4.2 ha = 5 l/s/ha ≤ 5 l/s/ha)**
- **Lotto 8 = 10 l/s (10 l/s / 2.10 ha = 4.76 l/s/ha < 5 l/s/ha)**
- **Lotto 9 = 12 l/s (12 l/s / 2.44 ha = 4.91 l/s/ha < 5 l/s/ha)**
- **Lotto 10 = 18 l/s (18 l/s / 3.7 ha = 4.86 l/s/ha < 5 l/s/ha)**
- **Lotto 11 = 12 l/s (12 l/s / 2.4 ha = 5 l/s/ha ≤ 5 l/s/ha)**
- **Lotto 12 = 17 l/s (17 l/s / 3.4 ha = 5 l/s/ha ≤ 5 l/s/ha)**

Il dimensionamento e la verifica delle condotte viene effettuata ipotizzando che ciascun tratto di collettore sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, utilizzando la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = A K_S R_H^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

- Q = portata;
- A = sezione liquida;
- K_S = coefficiente di Strickler;
- R_H = raggio idraulico;
- i = pendenza longitudinale.

	ID Documento Committente	Pagina 17 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

Fissati il coefficiente di scabrezza K_s e la pendenza longitudinale i , si è in grado, con la formula precedente, di determinare la combinazione di diametro e grado di riempimento che danno luogo ad una portata Q pari a quella massima scaricabile dal comparto.

Per lo scarico delle acque meteoriche del **Lotto 1** nella rete di canali superficiali esistenti si prevede 1 condotta circolare in PVC DN125 che, con un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a circa 120 ed una pendenza media di circa 0.2%, fornisce una portata massima di scarico pari a circa 7 l/s (considerando un tirante idrico di massimo invaso di circa 10 cm).

Per lo scarico delle acque meteoriche del **Lotto 2** nella rete di canali superficiali esistenti si prevede 1 condotta circolare in PVC DN140 che, con un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a circa 120 ed una pendenza media di circa 0.2%, fornisce una portata massima di scarico pari a circa 10 l/s (considerando un tirante idrico di massimo invaso di circa 10 cm).

Per lo scarico delle acque meteoriche del **Lotto 3** nella rete di canali superficiali esistenti si prevede 1 condotta circolare in PVC DN250 che, con un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a circa 120 ed una pendenza media di circa 0.2%, fornisce una portata massima di scarico pari a circa 39 l/s (considerando un tirante idrico di massimo invaso di circa 10 cm).


Per lo scarico delle acque meteoriche del **Lotto 4** nella rete di canali superficiali esistenti si prevede 1 condotta circolare in PVC DN125 che, con un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a circa 120 ed una pendenza media di circa 0.10%, fornisce una portata massima di scarico pari a circa 5 l/s (considerando un tirante idrico di massimo invaso di circa 10 cm).

Per lo scarico delle acque meteoriche del **Lotto 5** nella rete di canali superficiali esistenti si prevede 1 condotta circolare in PVC DN125 che, con un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a circa 120 ed una pendenza media di circa 0.10%, fornisce una portata massima di scarico pari a circa 145 l/s (considerando un tirante idrico di massimo invaso di circa 10 cm).

Per lo scarico delle acque meteoriche del **Lotto 6** nella rete di canali superficiali esistenti si prevede 1 condotta circolare in PVC DN140 che, con un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a circa 120 ed una pendenza media di circa 0.2%, fornisce una portata massima di scarico pari a circa 10 l/s (considerando un tirante idrico di massimo invaso di circa 10 cm).

Per lo scarico delle acque meteoriche del **Lotto 7** nella rete di canali superficiali esistenti si prevede 1 condotta circolare in PVC DN200 che, con un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a circa 120 ed una pendenza media di circa 0.15%, fornisce una portata massima di scarico pari a circa 20 l/s (considerando un tirante idrico di massimo invaso di circa 10 cm).

Per lo scarico delle acque meteoriche del **Lotto 8** nella rete di canali superficiali esistenti si prevede 1 condotta circolare in PVC DN140 che, con un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a circa 120 ed una pendenza media di circa 0.2%, fornisce una portata massima di scarico pari a circa 10 l/s (considerando un tirante idrico di massimo invaso di circa 10 cm).


	ID Documento Committente	Pagina 18 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

Per lo scarico delle acque meteoriche del **Lotto 9** nella rete di canali superficiali esistenti si prevede 1 condotta circolare in PVC DN160 che, con un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a circa 120 ed una pendenza media di circa 0.2%, fornisce una portata massima di scarico pari a circa 12 l/s (considerando un tirante idrico di massimo invaso di circa 10 cm).

Per lo scarico delle acque meteoriche del **Lotto 10** nella rete di canali superficiali esistenti si prevede 1 condotta circolare in PVC DN200 che, con un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a circa 120 ed una pendenza media di circa 0.10%, fornisce una portata massima di scarico pari a circa 17 l/s (considerando un tirante idrico di massimo invaso di circa 10 cm).

Per lo scarico delle acque meteoriche del **Lotto 11** nella rete di canali superficiali esistenti si prevede 1 condotta circolare in PVC DN160 che, con un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a circa 120 ed una pendenza media di circa 0.2%, fornisce una portata massima di scarico pari a circa 12 l/s (considerando un tirante idrico di massimo invaso di circa 10 cm).

Per lo scarico delle acque meteoriche del **Lotto 12** nella rete di canali superficiali esistenti si prevede 1 condotta circolare in PVC DN160 e una condotta in PVC DN125 che, con un coefficiente di scabrezza di Strickler pari a circa 120 ed una pendenza media di circa 0.10%, forniscono una portata massima di scarico rispettivamente pari a circa 12 l/s e 5 l/s (considerando un tirante idrico di massimo invaso di circa 10 cm).

	ID Documento Committente	Pagina 19 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

3 VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITA' IDRAULICA DEL PROGETTO

3.1 Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) del F. Po

Il PAI, costituisce piano stralcio del Piano di bacino del Po, ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183 del 18 maggio 1989, e ha valore di piano territoriale di settore (L.183/89, art.17, c.1) alle cui prescrizioni devono adeguarsi gli atti di pianificazione e programmazione regionali, provinciali e comunali (L.183/89, art.17, c. 6).

L'assetto idraulico dei corsi d'acqua principali e i relativi fenomeni di inondazione, che determinano condizioni di rischio idraulico, sono affrontati nel PAI attraverso la delimitazione delle fasce fluviali, condotta secondo un metodo che definisce tre distinte fasce (art.28 N.A. e Allegato 3 "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle N.A. del PAI.):

- La **fascia A o fascia di deflusso della piena**, è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente; per la delimitazione della stessa si assume quella più ampia fra:
 - La porzione dell'alveo ove defluisce almeno l'80% della portata di riferimento; all'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0,40 m/s (criterio prevalente per i corsi d'acqua mono o pluricursali);
 - Il limite esterno delle forme fluviali potenzialmente attive per la portata di riferimento (criterio prevalente nei corsi d'acqua ramificati);
- La **fascia B o fascia di esondazione**, esterna alla precedente, è costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena, ovvero sino alle opere idrauliche di controllo delle inondazioni dimensionate per la stessa portata; la delimitazione sulla base dei livelli idrici va integrata con:
 - Le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate, dal punto di vista morfologico, paesaggistico e talvolta ecosistemico alla dinamica fluviale che le ha generate;
 - Le aree di elevato pregio naturalistico e ambientale e quelle di interesse storico, artistico, culturale strettamente collegate all'ambito fluviale.
- La **fascia B di progetto** è costituita da quella parte della fascia B in cui il contenimento dei livelli idrici di piena è affidato a opere idrauliche non esistenti e programmate nell'ambito dello stesso PAI; la fascia B di progetto è ricondotta alla fascia B nel momento in cui le opere previste sono realizzate, "in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita".
- La **fascia C o area di inondazione per piena catastrofica**, è costituita dalla porzione di territorio esterna alla fascia B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento. Come portata catastrofica si assume la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un tempo di ritorno superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con 500 anni di tempo di ritorno. Per i corsi d'acqua non arginati la delimitazione è effettuata con gli stessi criteri adottati per la fascia B; per i corsi d'acqua arginati, l'area è delimitata unicamente nei tratti in cui lo rendano possibile gli elementi morfologici disponibili; in tali casi la delimitazione è definita in funzione della più gravosa delle seguenti due ipotesi (se entrambe applicabili) in relazione alle altezze idriche relative alla piena:
 - Altezze idriche corrispondenti alla quota di tracimazione degli argini,
 - Altezze idriche ottenute calcolando il profilo idrico senza tenere conto degli argini.

L'ubicazione dell'area di progetto è riportata in figura 5 che evidenzia la non classificazione all'interno delle fasce del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

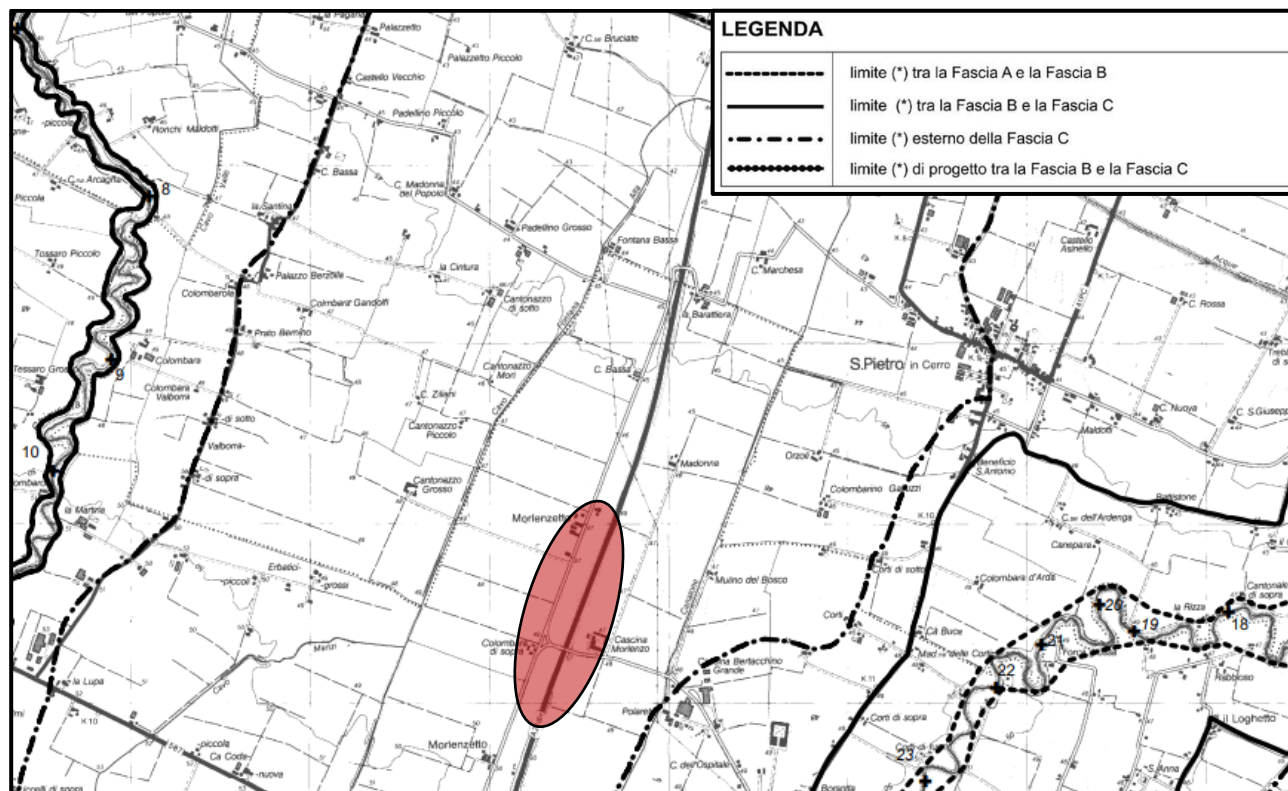



Figura 5 – Ubicazione dell'area di intervento con fasce fluviali PAI.

3.2 Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.)

Le fasce individuate nel PTCP seguono il criterio di definizione contenuto nel PAI dell'Autorità di bacino del fiume Po, che considera le tre fasce, A, B e C. All'interno delle tre delimitazioni generali, che rappresentano i criteri idraulici e geomorfologici di caratterizzazione dell'alveo, sono state inserite sub-zonizzazioni per ciascuna delle fasce, che rispondono a criteri legati prevalentemente ad aspetti di ordine ambientale e di uso del territorio.

Per la **Fascia A** sono state adottate le seguenti 3 sotto-zone (art. 14 delle NTA):

- **Zona A1:** rappresentata dalle aree interessate dal deflusso in condizioni di morbida, generalmente coincidente con l'alveo inciso; sono ricompresi i depositi sabbiosi e/o ghiaiosi in evoluzione;
- **Zona A2:** rappresentata dalle porzioni di alveo esterne all'alveo inciso, sede prevalente del deflusso della piena con tempo ritorno di 200 anni ovvero dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- **Zona A3:** rappresentata dalle aree con valenza naturalistica, quali i terreni coperti da vegetazione forestale o boschiva, di natura ripariale e non; i terreni interessati da vegetazione erbacea e/o arbustiva spontanea, con particolare riferimento agli ecosistemi fluviali tipici; i sistemi lanchivi relittuali con zone umide; le principali isole fluviali.

	ID Documento Committente	Pagina 21 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

Per la **Fascia B** sono state adottate le seguenti 3 sotto-zone (art. 15, 15.1, 15.2, 15.3 delle NTA):

- **Zona B1**, di conservazione del sistema fluviale; appartengono a tale zona:
 - ✓ i terreni coperti da vegetazione forestale o boschiva, di natura ripariale e non, di origine naturale o artificiale, in qualsiasi stadio di sviluppo, nonché i terreni temporaneamente privi di vegetazione arborea in quanto percorsi o danneggiati dal fuoco, ovvero colpiti da altri eventi naturali o da interventi antropici totalmente o parzialmente distruttivi;
 - ✓ i terreni interessati da pratiche agricole ricompresi in una delle zona sopra citate.
 - ✓ i terreni privi di copertura vegetazionale e interessati da vegetazione erbacea e/o arbustiva spontanea, essenze igrofile e mesofile, con particolare riferimento agli ecosistemi tipici dei sistemi fluviali;
- **Zona B2**, di recupero ambientale del sistema fluviale; rappresentata dalle aree in cui è previsto un ripristino, più o meno graduale, di condizioni di degrado, al fine di mantenere e/o ampliare la fascia di protezione fluviale interessata da esondazioni, attraverso la creazione, la riattivazione, la ricostituzione o l'ampliamento di ambienti umidi e a vegetazione spontanea. In tale contesto rientrano inoltre le aree caratterizzate da un uso del suolo non compatibile con l'ambiente fluviale, da rinaturalizzare attraverso progetti di tutela e valorizzazione, che valutino tutte le condizioni di fattibilità degli interventi previsti. Appartengono a tale zona:
 - ✓ Le aree interessate dalle attività estrattive, attualmente non recuperate e/o ripristinate, o il cui recupero è stato attuato non compatibilmente all'ambiente fluviale;
 - ✓ Le aree interessate dagli impianti di trasformazione degli inerti e delle relative pertinenze;
 - ✓ I terreni abbandonati dalle attività agricole e zootecniche;
 - ✓ Le aree esterne al territorio urbanizzato, così come perimetrato ai sensi dell'art.13 della L.R. 7 dicembre 1978 n. 47 e sue successive modifiche ed integrazioni, attualmente in abbandono, aventi le caratteristiche delle zone D e delle zone F con specifica destinazione ad uso tecnologico e militare;
 - ✓ Le aree interessate da fenomeni di dissesto e di instabilità;
- **Zona B3**, ad elevato grado di antropizzazione. In tali aree è possibile perseguire il mantenimento dei caratteri attuali e la preservazione dello stato o destinazione d'uso del suolo, anche se non pienamente compatibile con il sistema fluviale. Sono delimitate come zone B3:
 - ✓ Le aree interne al territorio urbanizzato come tale perimetrato, ai sensi della L.R. 7 dicembre 1978 n. 47 e successive modificazioni ed integrazioni;
 - ✓ le aree esterne al territorio urbanizzato inteso come sopra, attualmente edificate e/o interessate da complessi turistici all'aperto, comprendenti sia le aree attualmente edificate che quelle in previsione alla data di adozione del PTCP; in particolare si comprendono le zone di completamento nonché le zone aventi le caratteristiche proprie delle zone C o D e le zone aventi le caratteristiche proprie delle zone F o G, ai sensi del 4' comma dell'art. 13 della L.R. 47/78 e successive modificazioni ed integrazioni;
 - ✓ Le aree esterne al territorio urbanizzato ai sensi della L.R. 7 dicembre 1978 n. 47 e sue successive modifiche ed integrazioni, attualmente non edificate e destinate ad un uso agricolo del suolo.

Per la **Fascia C** sono state adottate le seguenti 2 sotto-zone (art. 16 delle NTA):

- **Zona C1**, esterna agli argini o protetta da infrastrutture lineari;
- **Zona C2**, non protetta da difese idrauliche o da opere di contenimento.

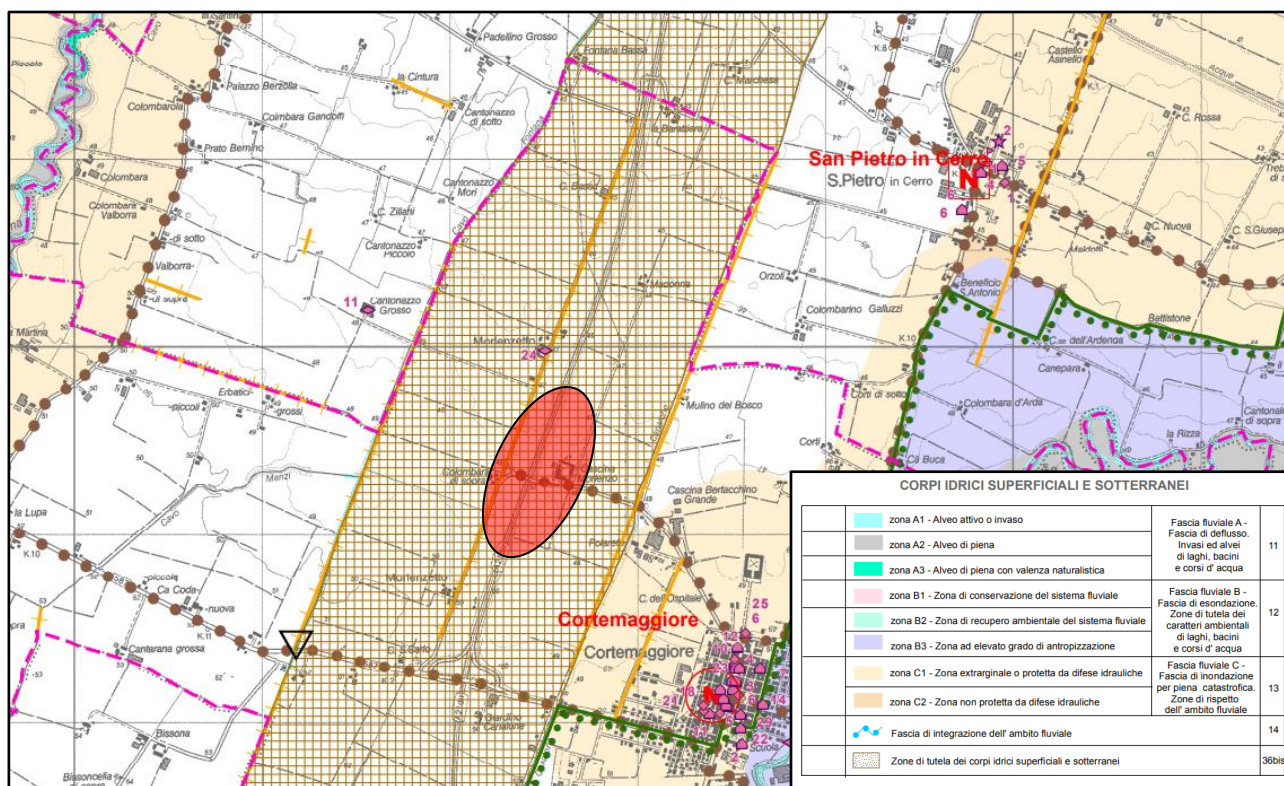


Figura 6 - Ubicazione dell'area di intervento con fasce fluviali del PTCP della Provincia di Piacenza

3.3 Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)


Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) è un Piano introdotto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. 'Direttiva Alluvioni') con la finalità di costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurre le conseguenze negative nei confronti della vita e salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale, delle attività economiche e delle infrastrutture strategiche.

In base a quanto disposto dal D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE, il PGRA, alla stregua dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), è stralcio del Piano di Bacino ed ha valore di piano sovraordinato rispetto alla pianificazione territoriale e urbanistica. Alla scala di intero distretto, il PGRA agisce in sinergia con i PAI vigenti.

Il piano, sulla base delle mappe di pericolosità e di rischio di alluvione, definisce la strategia generale a livello di distretto, individua gli obiettivi distrettuali e le misure per orientare e fare convergere verso il comune obiettivo della sicurezza delle popolazioni e del territorio tutti gli strumenti di pianificazione distrettuale, territoriale e di settore vigenti compresa la pianificazione di emergenza di competenza del sistema della Protezione Civile. Definisce, inoltre, le priorità d'azione per le Aree a Rischio Potenziale Significativo, le infrastrutture strategiche, i beni culturali e le aree protette esposte a rischio, per i quali gli obiettivi generali di distretto devono essere declinati per mitigare da subito le criticità presenti con specifiche misure.

Il PGRA è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 3 marzo 2016.

Le mappe della pericolosità rappresentano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi d'acqua (naturali e artificiali) e dal mare, con riferimento a tre scenari (alluvioni rare, poco frequenti

	ID Documento Committente	Pagina 23 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

e frequenti) rappresentati con tre diverse tonalità di blu, associando al diminuire della frequenza di allagamento il diminuire dell'intensità del colore.

Le mappe del rischio indicano la presenza degli elementi potenzialmente esposti (popolazione coinvolta, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) che ricadono nelle aree allagabili e la corrispondente rappresentazione in 4 classi da molto elevata (R4) a moderata o nulla (R1). Le 4 categorie di rischio sono rappresentate mediante una paletta di colori che va dal giallo (rischio moderato o nullo) al viola (rischio molto elevato), passando per l'arancione (rischio medio) e il rosso (rischio elevato). In figura sono riportate le mappe della pericolosità elaborate per il territorio comunale, e in particolare nell'area d'interesse, redatte conformemente a quanto richiesto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.Lgs. 49/2010.

Il primo aggiornamento (secondo ciclo) delle mappe di pericolosità e del rischio alluvioni è stato esaminato nella seduta di Conferenza Istituzionale Permanente del 20 dicembre 2019, e in data 16 marzo 2020 sono stati pubblicati gli atti della Conferenza Istituzionale Permanente e le mappe delle aree allagabili e del rischio, ai sensi di quanto disposto nelle Deliberazioni n.7 e 8 del 20 dicembre 2019. A seguito della pubblicazione delle mappe 2019, si sono succedute una serie di complesse fasi di osservazione-pubblicazione-aggiornamento, concluse 11 aprile 2022 con Approvazione definitiva con Decreto del Segretario Generale n. 43 del 11 aprile 2022 - [DS n. 43/2022](#).



Figura 7 - Estratto della tavola Piano Gestione Rischio Alluvioni – Aree Inondabili: Mappa della Pericolosità (AIPO secondo ciclo aggiornamento fase 2 del 11.04.2022) Reticolo Principale



Figura 8 - Estratto della tavola Piano Gestione Rischio Alluvioni – Aree Inondabili: Mappa della Pericolosità (AIPO secondo ciclo aggiornamento fase 2 del 11.04.2022) Reticolo secondario di Pianura

L'area oggetto di interesse è in parte in classe di pericolosità P1 per il Reticolo Principale e in classe P2 per il Reticolo Secondario di Pianura.


3.4 Misure per la compatibilità idraulica del progetto

Per l'intervento in oggetto le uniche strutture che si opporrebbero al deflusso delle acque in caso di allagamento sono rappresentate dai sostegni dei moduli fotovoltaici (pali metallici direttamente infissi nel terreno aventi minimo e trascurabile ingombro) e dalle cabine elettriche; non sono presenti tamponamenti o altri ingombri. Non sono altresì previsti impianti di trattamento di acque reflue.

Il progetto recepisce, vista la localizzazione dell'intervento in zona di pericolosità P2 per il reticolo secondario, le misure indicate dalla D.G.R.1300/2016 per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture e la sicurezza sanitaria e ambientale ed in particolare:

- Il piano di calpestio dei locali cabine elettriche sarà posto ad una quota rialzata di 20 cm rispetto al piano campagna, sufficiente a ridurre la vulnerabilità e adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;
- Nessun piano seminterrato e/o interrato;
- Nessun intervento che comporti accumulo d'acqua ovvero che comporti l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

Queste cautele costruttive consentono di rendere l'intervento compatibile con le criticità idrauliche rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione dell'area. Si precisa, inoltre, che l'intervento, finalizzato alla realizzazione di impianto di produzione e trasporto di energia da fonte rinnovabile, non comporta una riduzione né una parzializzazione apprezzabile della capacità di invaso dell'area, e che non crea modifiche all'attuale dinamica fluviale e alle infrastrutture esistenti.

	ID Documento Committente	Pagina 25 / 25
	Cod055_FV_00032_BCR	Numero Revisione
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO	00

4 CONCLUSIONI

Dalle analisi illustrate nella presente relazione si conclude che l'intervento in progetto, per la tipologia costruttiva individuata, non riduce la superficie netta di infiltrazione né le caratteristiche di permeabilità del suolo rispetto allo stato di fatto.

Il drenaggio avverrà, così come allo stato di fatto, attraverso un sistema di drenaggio costituito da una rete di scoli superficiali con scarico indiretto verso lo scolo consortile "Fontana Alta",

L'intervento in oggetto non comporta quindi un incremento apprezzabile dei volumi e delle portate scaricate in occasione di eventi pluviometrici con tempo di ritorno fino a 100 anni.

Sono state inoltre individuate, in coerenza con le indicazioni della D.G.R.1300/2016, le misure necessarie per rendere l'intervento compatibile con le criticità idrauliche evidenziate dal Piano di gestione del Rischio Alluvioni, prevedendo in particolare che il *piano di calpestio dei locali cabine elettriche sia posto ad una quota rialzata di 20 cm rispetto a quella del piano campagna*.

Si evidenzia anche come il nuovo impianto in progetto non comporti una riduzione né una parzializzazione apprezzabile della capacità di invaso dell'area, né crei modifiche all'attuale dinamica fluviale o alle infrastrutture esistenti.