

RELAZIONE INVARIANZA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA

IMPIANTO DI PRODUZIONE DA FONTE SOLARE "VIGARANO MAINARDA" DA
INSTALLARE NEL COMUNE DI VIGARANO MAINARDA (FE)

00	09/2025	Prima emissione	MP	RM	RC
REV	DATA	DESCRIZIONE	BY	CHK	APP

"Il presente documento è di proprietà di Grid Shape s.r.l. – via Quattro Novembre, 2 – 35123 Padova (Italia). Tutti i diritti su questo documento, sulle immagini, sui disegni e sui testi sono riservati. È severamente vietato cedere, copiare, utilizzare e/o divulgare il presente documento e/o il suo contenuto a terzi. I trasgressori verranno perseguiti"



Grid Shape S.r.l. - Via IV Novembre, 2, Padova

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ E INVARIANZA IDRAULICA

Comune di Vigarano Mainarda (FE)



Commessa: 053-25 rev.3

Data: 29/08/2025

dott. Geol. Alberto Velicogna



SOMMARIO

1.PREMESSA.....	2
2.RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3.INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
4.INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	4
5.VINCOLISTICA	7
6.INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO	9
7.ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO	13
8.RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA.....	14
9.PERMEABILITÀ DEL SITO	14
10.INVARIANZA IDRAULICA	15
10.1 RICHIAMI TEORICI	15
10.2 DETERMINAZIONE DEI VOLUMI MINIMI DI LAMINAZIONE – METODO PISTOCCHI	16
10.3 CALCOLO VOLUME DI LAMINAZIONE – METODO DI PISTOCCHI.....	18
10.3 CALCOLO VOLUME DI LAMINAZIONE – METODO DELLE SOLE PIOGGE	19
11.MISURE COMPENSATIVE PROPOSTE	26

1.PREMESSA

La presente relazione di invarianza idraulica è redatta ai sensi della normativa vigente in materia di gestione delle acque meteoriche e tutela del territorio dal rischio idraulico, in conformità alle prescrizioni del Regolamento Regionale di gestione delle acque meteoriche e alle direttive del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) per il territorio del Comune di Vigarano Mainarda (FE). L'analisi è finalizzata a verificare che la realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico non determini un peggioramento delle condizioni di deflusso delle acque meteoriche, garantendo il principio di invarianza idraulica e idrologica, ovvero che la portata massima defluente post-operam non superi quella ante-operam per eventi di pioggia di pari tempo di ritorno.

Nel dettaglio, vengono valutate le modifiche dell'uso del suolo derivanti dall'installazione dei moduli fotovoltaici, dalle eventuali opere di fondazione e viabilità interna, nonché dagli interventi accessori previsti.

In questo elaborato, dopo aver fornito un adeguato inquadramento dell'area interessata dall'intervento, dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico ed idrografico, si procederà al calcolo dei coefficienti di deflusso ante operam e post operam e alla definizione delle misure compensative proposte al fine di garantire il principio dell'invarianza idraulica.

Per la presente relazione sono stati visionati anche i seguenti documenti: PAI, PGRA e PRG comunale.

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione è ubicato nel territorio del Comune di Vigarano Mainarda (FE). Si riporta, nell'immagine seguente, layout dell'opera.



Figura 1: Esempio della struttura che verrà installata.

La superficie complessivamente interessata dall'intervento risulta pari a **517'999,60 mq** ovvero pari a circa **51,80 ettari**.

2.RIFERIMENTI NORMATIVI

- "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto" Circ.Min. LL.PP. n.11633/74;
- "Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione" - Legge n. 319 10/5/1976;
- "Norme tecniche relative alle tubazioni" - D.M 12/12/1985,
- "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole" – D.Lgs. 11 maggio 1999, n.152;
- "Direttiva concernente gli indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (Art. 39 -D.Lgs. 11 maggio 1999 n. 152)" – Deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna 14 febbraio 2005, n.286;
- "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento" Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152;
- "Linee Guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione Giunta regionale 14 febbraio 2005 n. 286"- Deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna 18 dicembre 2006, n.1860;
- "Linee Guida della Direzione Tecnica Arpa Emilia Romagna: criteri di applicazione del DGR 286/05 e 1860/06 - acque meteoriche e di dilavamento" - Revisione del 14/04/2008;
- "Procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica Determinazioni".

3.INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Le aree oggetto di intervento si trovano in Comune di Vigarano Mainarda, ubicato nella porzione più orientale della provincia di Ferrara. L'intero comune si sviluppa in un'area di bassa pianura alluvionale formata da depositi fluviali, sia di provenienza appenninica che padana.

Il sito si trova poco a ovest rispetto al centro abitato di Vigarano e catastalmente si trova al foglio 24.



Figura 2: Inquadramento su ortofoto.

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area esaminata fa parte del bacino di avanfossa dell'Appennino, sviluppato tra l'Appennino settentrionale ed i primi rilievi veneti. Il sottosuolo è caratterizzato da una complessa serie di piani di scollamento e sovrascorrimenti, con vergenza settentrionale e piano di scorrimento immergente verso sud, associati ad anticlinali di rampa e più ampie pieghe sinclinaliche, interposte ai fasci di sovrascorrimento. Queste strutture compressive hanno progressivamente coinvolto l'avanfossa appenninica in età geologica recente, durante il Neogene e il Quaternario. In questa area sono state riconosciute una complessa serie di pieghe e sovrascorrimenti con geometria a pianta arcuata e vergenza verso nord e nord-est, dove è possibile distinguere due fasci maggiori di pieghe, con concavità rivolta verso il margine appenninico, denominati "Arco delle Pieghe Emiliane", a nord-ovest, ed "Arco delle Pieghe Ferraresi-Romagnole", a sud-est. In corrispondenza dell'area dove sono presenti le Pieghe Ferraresi, si localizza l'area di intervento.

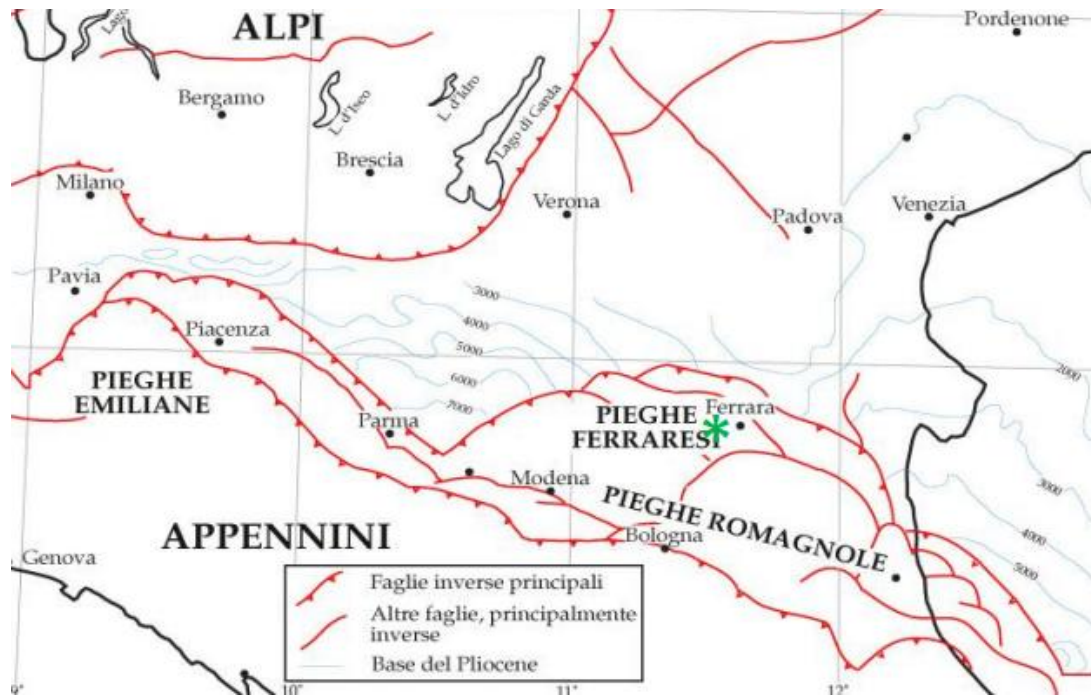


Figura 3: Carta strutturale semplificata della Pianura Padana centro-orientale.

Il territorio comunale di Vigarano Mainarda si sviluppa con direzione prevalente nord-sud, con un allungamento sostanzialmente perpendicolare alla direzione delle strutture tettoniche sepolte. A causa di questa distribuzione geografica, il territorio attraversa varie fasce strutturali di pieghe e faglie.

Nello specifico, nell'area di interesse, non si segnalano particolari dissesti geomorfologici in atto, vista anche la localizzazione dell'area in concomitanza con un paleoalveo di ubicazione sicura.



Figura 4: Stralcio della Carta geomorfologica – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Ferrara.

Dal punto di vista geologico, tutti i sedimenti affioranti nel territorio comunale di Vigarano sono riferibili all'Unità di Modena (AES8a), di età post-romana. Questa unità costituisce la porzione sommitale del Subsistema di Ravenna, a sua volta inquadrato nella parte più recente del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore. La carta Geologica della Provincia di Ferrara mostra come la parte sud-occidentale della Pianura Ferrarese sia costituita dai corpi sabbiosi di paleoalveo del Reno e di altri fiumi di provenienza appenninica. Questi corpi si sono in gran parte depositi in età assai recente e sono quindi attribuibili all'Unità di Modena. Le contigue aree più depresse sono formate da sedimenti fini, sedimentati in zone interalvee palustri, talvolta con corpi di sabbie e limi da rotta fluviale o da estesi depositi di argille organiche e torbe.

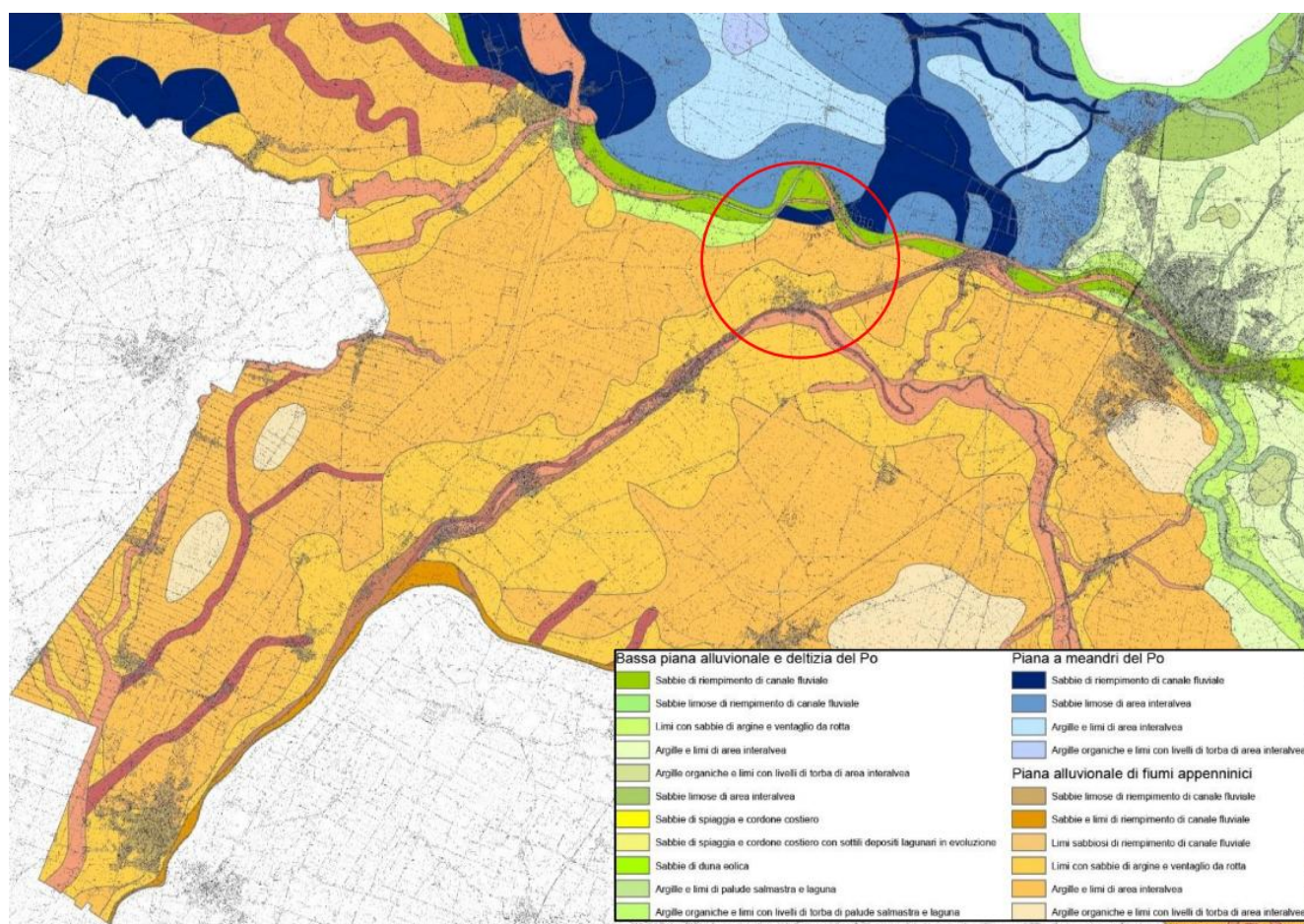


Figura 5: Stralcio della Carta Geologica e Geomorfologica della Provincia di Ferrara (2016).

Nello specifico, per caratterizzare la geologia presente nell'area di intervento, la Carta della litologia superficiale del PTCP di Ferrara, mostra come le aree di interesse siano costituite prevalentemente da materiale fine, nello specifico da argille limose, argille limo sabbiose, sabbie e sabbie argillose: ciò è in linea con quanto desunto dalla Carta Geologica della Provincia di Ferrara.

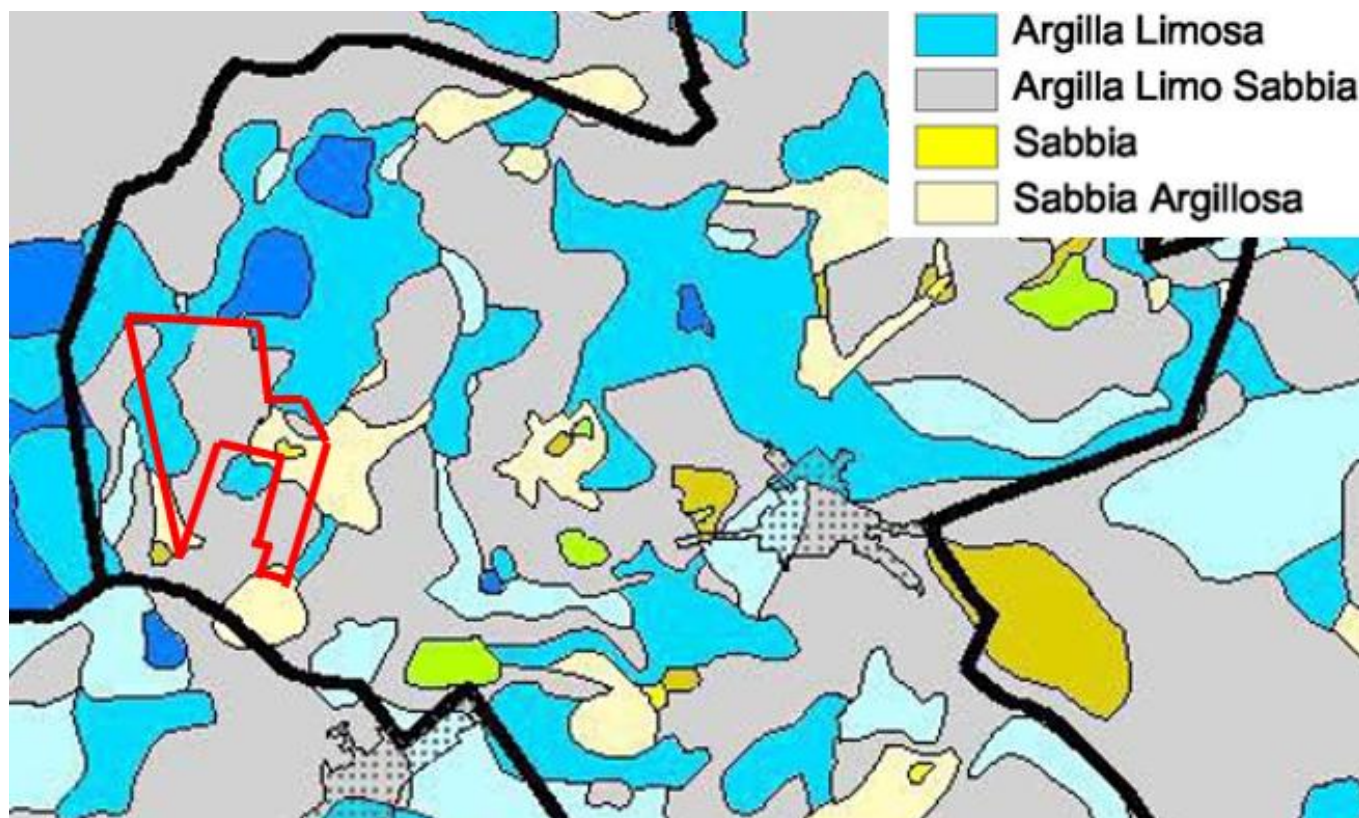


Figura 6: Stralcio della Carta della litologia superficiale – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Ferrara.

5.VINCOLISTICA

Si riporta di seguito uno stralcio della carta delle fasce fluviali reperibili dal Geoportale dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, oltrechè lo stralcio delle aree allagabili del PGRA.

Come si può notare, la zona di interesse risulta compresa entro la fascia C del Po; inoltre, l’area di intervento ricade anche nei seguenti scenari di pericolosità del PGRA:

- per quanto riguarda il reticolo principale- ricade nello scenario di pericolosità H – P3 (alta probabilità – scenari eventi estremi T ritorno > 200 anni) del Bacino del Reno;
- per quanto riguarda il reticolo secondario di pianura, ricade nello scenario di pericolosità H – P3 e M - P2 (media e alta probabilità – scenari eventi T ritorno 100 – 200 anni) del Bacino del Po.

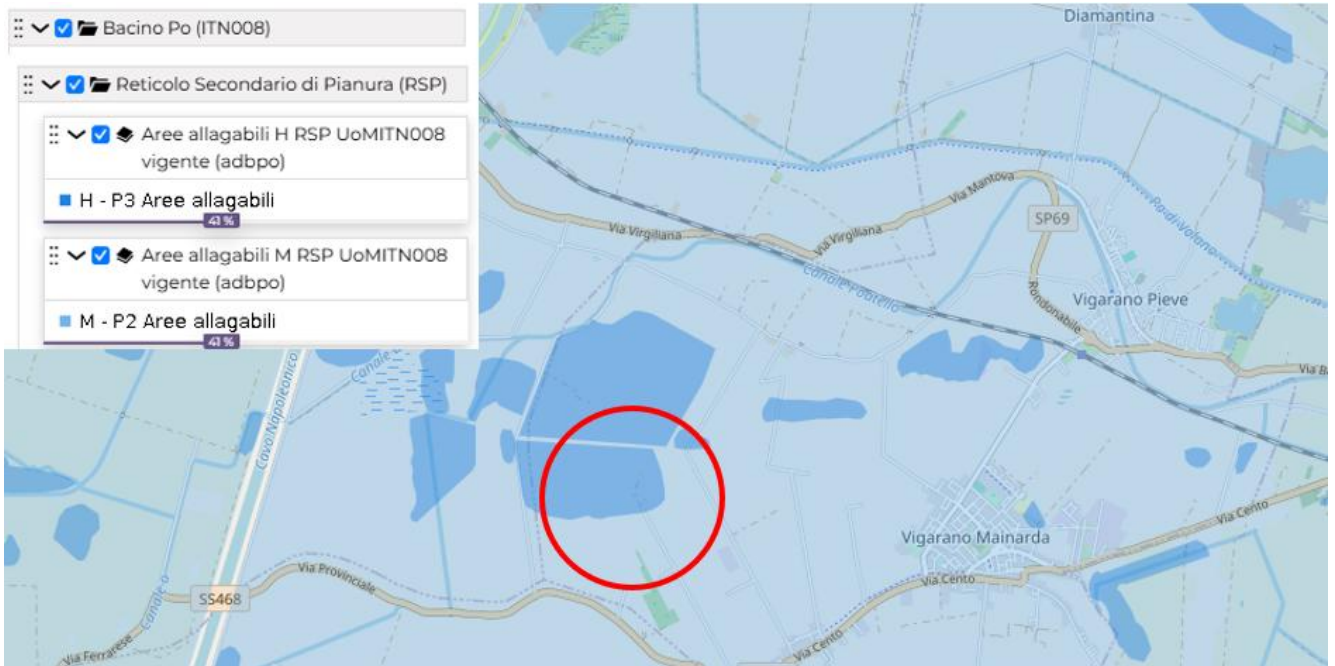


Figura 9: Stralcio delle aree allagabili del PGRA relative al Reticolo Secondario di Pianura (RSP) del Bacino del Po.

6. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

Nell’area prossimale alle aree di intervento, scorrono vari canali e condotti che fanno parte del cosiddetto Bacino Burano – Volano del Canal Bianco. Nella zona ad ovest, a circa 3 km dall’area di interesse, scorre il Canale Napoleonico che è l’elemento idrografico principale nelle zone limitrofe.

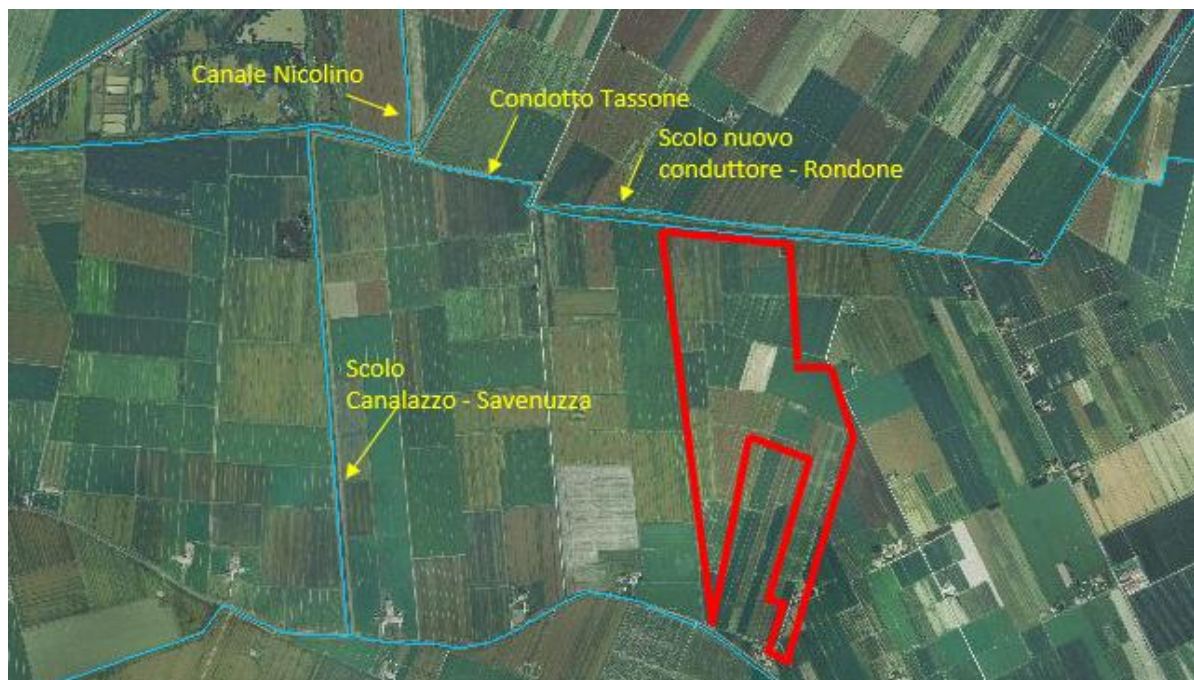


Figura 10: Idrografia nei pressi dell'area di intervento.

Per comprendere i caratteri del bacino Burano – Volano del Canal Bianco va premesso che, in genere, il concetto di bacino idrografico in pianura è convenzionale. In un territorio caratterizzato da pendenze debolissime come la bassa Pianura Padana è infatti difficile tracciare dei precisi spartiacque, anche in considerazione del fatto che l'assetto idraulico è strettamente controllato da canali artificiali e paratoie (chiaviche); è dunque quasi sempre possibile, con particolari manovre, deviare le acque di scolo in territori adiacenti.

Il bacino idrografico viene perciò definito facendo riferimento al sistema di convogliamento delle acque di scolo in condizioni ordinarie, ossia di piovosità normale e con la sistemazione più frequente delle paratoie.

In questo quadro, viene chiamato Bacino Burana-Volano-Canal Bianco l'insieme dei territori le cui acque trovano generalmente recapito a mare nel tratto costiero compreso fra la foce del Po di Goro e la foce del Reno (escluse dette foci).

I principali canali preposti a tale funzione sono, da nord a sud:

- il Canal Bianco, a servizio della fascia settentrionale del territorio ferrarese, che scarica le sue acque nella Sacca di Goro, previo sollevamento all'impianto idrovoro Romanina (ed eventuale presollevamento all'impianto idrovoro Ceccata)
- il sistema Po di Volano-Canale Navigabile, asse principale dell'intero bacino; il primo sbocca nella Sacca di Goro, il secondo direttamente in mare, a Porto Garibaldi.

Nello stesso tratto di costa sboccano anche:

- l'impianto idrovoro Bonello, a servizio del territorio di Goro, che scarica nella Sacca di Goro;
- l'impianto idrovoro Giralda, a servizio di vaste aree dei comuni di Mesola e Codigoro, che scarica pure nella Sacca di Goro;
- la vecchia foce del Volano, che mette in comunicazione la Valle Nuova-Bertuzzi e il Lago delle Nazioni con la Sacca di Goro;
- i Canali Logonovo e Gobbino, che mettono in comunicazione con il mare le Valli Meridionali di Comacchio.

L'estensione totale del bacino supera perciò i 300.000 ha, tutti in pianura: di questi, oltre 130.000 ha, in provincia di Ferrara, sono situati a quota inferiore al livello medio del mare.

I consorzi di bonifica che insistono sul bacino sono, da monte a valle:

- il Consorzio di Bonifica di Revere
- il Consorzio di Bonifica Reno-Palata
- il Consorzio di Bonifica di Burana
- il Consorzio di Bonifica Valli di Vecchio Reno
- il Consorzio di Bonifica del I Circondario

- il Consorzio di Bonifica del II Circondario.

I fiumi Po, Po di Goro, Panaro, Reno e Secchia, che lambiscono (o attraversano) questo territorio, presentano alvei pensili e il bacino in oggetto mantiene relazioni idrauliche, in fase di scolo, solo con il Po Grande, potendo scaricarvi acque presso Mòglia (impianto idrovoro Mòglia) e presso Stellata (impianto idrovoro Pilastresi).

I consorzi di bonifica operanti nella parte ferrarese di questo bacino sono definiti in base alla suddivisione del territorio operata dai dossi fluviali del Po, del Panaro, del Reno e dei paleoalvei, anch'essi pensili, del Po di Ferrara, del Po di Volano e del Po di Primaro.

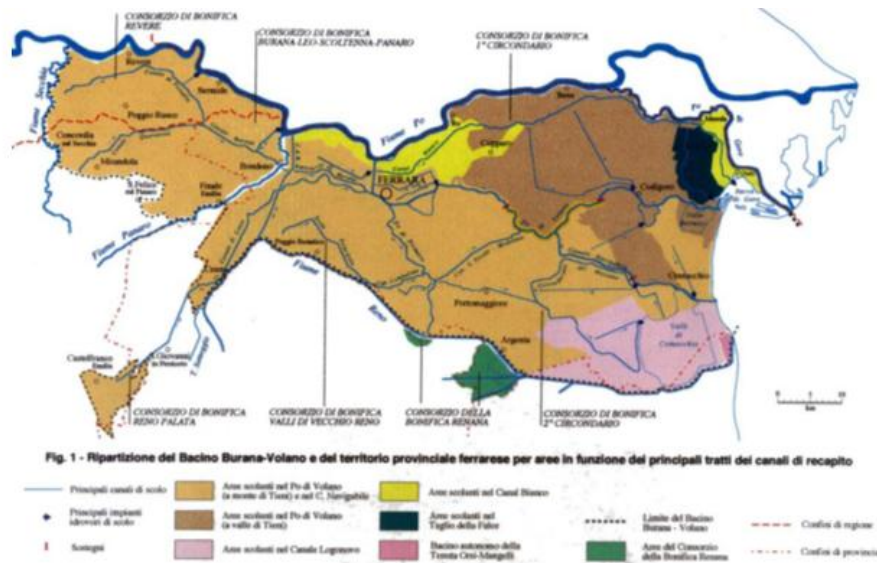


Figura 11: Ripartizione del Bacino Burana-Volano e del territorio provinciale ferrarese in funzione dei principali tratti dei canali recapito.

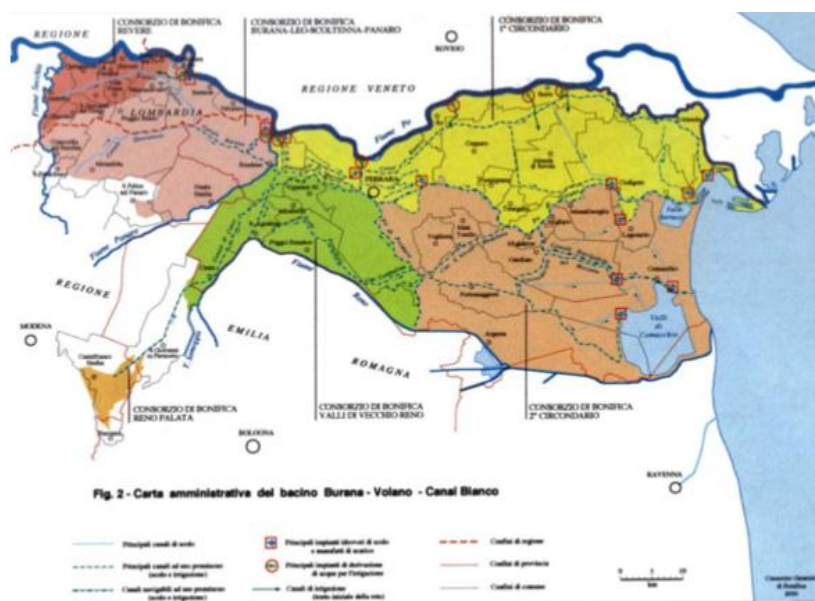


Figura 12: Carta amministrativa del bacino Burana – Volano – Canal Bianco.

Dal punto di vista della pericolosità da allagamento da canale è necessario ricordare come la gran parte dei canali di scolo hanno anche funzione di canali irrigui e, in occasione di intense precipitazioni nei mesi estivi – ovvero nella stagione di maggior irrigazione – sarebbe necessario disporre di invasi vuoti per poter smaltire rapidamente le acque; ma questo è quasi sempre impossibile, appunto, nelle zone ove l'irrigazione viene praticata con sistema promiscuo e i canali stessi sono già colmi d'acqua destinata a tale funzione.

Ovviamente la condizione di massima pericolosità si produce quando avviene contemporaneamente la condizione di canali promiscui colmi e black-out di impianti idrovori, come è accaduto, ad esempio, in occasione del nubifragio avvenuto nell'estate del 1979 (8-9 Agosto).

Un'ulteriore criticità importante è rappresentata dalla impossibilità di esercitare l'utilizzo totale degli alvei di piena del Volano e del Primaro a causa dell'avvenuta occupazione delle golene con edifici. Lo sforzo di mantenere l'invaso delle acque limitato al solo alveo inciso è ormai divenuto insostenibile: si può oggi considerare ineluttabile l'allagamento di parte di questi edifici in caso di forte aumento degli afflussi a questi corsi d'acqua.

Ulteriori elementi di criticità fanno in modo che, oggi, tale pericolosità stia assumendo sempre maggiore importanza:

- il mutamento climatico in corso, in direzione di un sensibile aumento della frequenza di eventi estremi (si verificano sempre più spesso episodi che concentrano in poche ore le precipitazioni che in passato erano distribuite su varie settimane o mesi);
- i cambiamenti tuttora in atto nel territorio, che consistono soprattutto negli abbassamenti causati dalla subsidenza artificiale e nella crescente impermeabilizzazione dei suoli legata alla progressiva urbanizzazione di vaste aree;
- eventuali insufficienze locali della rete di scolo, che nelle reti consorziali possono essere soprattutto rappresentate da franamenti di sponde dei canali, e in quelle aziendali dalla scarsa manutenzione o nell'eliminazione dei fossi interpoderali.

Gli effetti in genere consistono in una generale diminuzione dei tempi di corrivazione e in locali aumenti dei coefficienti di deflusso, che si traducono in insufficienze più o meno gravi di alcune parti della rete.

In tale situazione si può affermare che il sistema di scolo del bacino Burana-Volano-Canal Bianco è ormai un sistema "privo di margini", specie per quanto riguarda la provincia di Ferrara, e nell'ambito di tale bacino si può considerare privo di margini anche il sistema di scolo del territorio comunale. Esso è infatti in grado di far fronte a eventi precipitazionali medi, ma non a eventi di portata eccezionale.

Per quanto attiene alle condizioni idrogeologiche, il drenaggio dei terreni che costituiscono l'ossatura della pianura di Ferrara, sono condizionate dall'assetto morfologico ed in particolare dal micro-rilievo; le linee preferenziali di drenaggio hanno direzione ovest – est.

L'inquadramento idrogeologico del territorio ferrarese evidenzia l'esistenza di un acquifero libero freatico, costituito prevalentemente da limi e limi sabbiosi, riconducibili a sedimenti di ambiente fluviale. La falda freatica, escludendo le aree limitrofe alle arginature del Po, viene alimentata principalmente da apporto meteorico e quindi fortemente influenzata da condizioni climatiche che ne favoriscono forti escursioni, prossima al p.c. in periodi molto piovosi e forte riduzione in periodi siccitosi.

7.ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO

Per quanto riguarda la classificazione del territorio in base al pericolo di inondabilità dell'area, il territorio della Regione Emilia-Romagna è interessato da tre nuovi Piani: il PGRA del distretto padano, quello del distretto dell'Appennino Settentrionale e quello del distretto dell'Appennino Centrale.

Tali piani rappresentano il rischio di alluvione di tutto il territorio della Regione Emilia-Romagna.

Il suddetto PGRA ha al suo interno le carte relative alla pericolosità di inondazione dovuta al reticolo principale e secondario dei corsi d'acqua naturali e quelle relative alla pericolosità del reticolo dei canali secondari di pianura (canali di Bonifica).

Per il recepimento del nuovo PGRA nel PSAI, mediante la delibera del C.I. n. 3/1 del 7 Novembre 2016 è stata adottata dalla Regione Emilia-Romagna una Variante ai Piani Stralcio di Bacino del Fiume Reno finalizzata al coordinamento tra il PGRA e i piani stessi. Tale variante esorta di fatto i comuni a normare più dettagliatamente quali siano le misure da adottare per ciascuna classe di esondabilità definita dal PGRA. Non esiste di fatto ancora ad oggi un indirizzo normativo più preciso in tal senso.

Il PGRA fornisce una mappatura della pericolosità secondo approcci metodologici differenziati per i diversi ambiti territoriali, di seguito definiti:

- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP)
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)
- Reticolo secondario di pianura (RSP)
- Aree costiere e marine (ACM)

Per i diversi ambiti sono stati definiti i seguenti scenari di pericolosità di alluvione:

- P1: aree interessate da alluvione rara
- P2: aree interessate da alluvione poco frequente
- P3: aree interessate da alluvione frequente

Le Norme della Variante di coordinamento tra il PGRA e il PAI invitano le amministrazioni comunali a:

- Per le zone classificate come P2 e P3 a consentire e promuovere interventi adottando misure volte alla riduzione della vulnerabilità dei beni e delle persone esposte; oltre che a tenere aggiornati i Piani di

emergenza ai fini della Protezione Civile specificando lo scenario d'evento atteso e il modello d'intervento per ciò che concerne il rischio idraulico;

- Per le zone classificate come P1 semplicemente a tenere aggiornati i Piani di emergenza ai fini della Protezione Civile specificando lo scenario d'evento atteso e il modello d'intervento per ciò che concerne il rischio idraulico;

Sostanzialmente le Norme allo stato attuale invitano i comuni, e di conseguenza i progettisti dei vari interventi edilizi, a prendere seriamente in considerazione la classificazione dell'area da un punto di vista del rischio di esondazione, e di promuovere, per le aree classificate come P2 o P3, il non aumento del rischio idraulico limitando la vulnerabilità del nuovo carico urbanistico e dei nuovi beni esposti alle conseguenze di eventuali esondazioni.

Per l'area in esame:

- per quanto riguarda il reticolo principale- ricade nello scenario di pericolosità H – P3 (alta probabilità – scenari eventi estremi T ritorno > 200 anni) del Bacino del Reno;
- per quanto riguarda il reticolo secondario di pianura, ricade nello scenario di pericolosità H – P3 e M - P2 (media e alta probabilità – scenari eventi T ritorno 100 – 200 anni) del Bacino del Po.

8.RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA

È possibile definire un modello geologico univoco per tutta l'area di indagine, poiché le prove penetrometriche risultano correlabili tra loro. Il sottosuolo risulta essere costituito principalmente da terreni argillosi fino alla profondità di 10 m. È possibile che esse possano essere intercalate da lenti più sabbiose e/o limose ospitanti acqua di falda.

Durante la campagna di indagini, è stata riscontrata la presenza della falda ad una profondità di circa 2,20 m da p.c.; per la presa visione completa della situazione egologica e geotecnica si rimanda alla relativa relazione.

9.PERMEABILITÀ DEL SITO

La permeabilità rappresenta l'attitudine di un deposito a farsi attraversare dall'acqua per effetto di un gradiente idraulico e rappresenta la resistenza che esso offre al flusso dell'acqua ed è definita dalla legge di Darcy attraverso il coefficiente di permeabilità, k , come il volume d'acqua, in m^3 , che attraversa in moto laminare nell'unità di tempo (1s) l'unità di superficie ($1m^2$) disposta ortogonalmente alla sua traiettoria, per effetto di un gradiente idraulico unitario, alla temperatura di 20°.

Il coefficiente di permeabilità ha le dimensioni di una velocità e si misura in m/s (o cm/s) e dipende in parte dal mezzo poroso, e dalla sua capacità di trasmettere il fluido, tramite la permeabilità intrinseca, k_p , e in parte dal fluido, e dalle sue proprietà fisiche, quali la densità, la viscosità, e quindi indirettamente la temperatura. Perciò

a parità di mezzo il coefficiente di permeabilità dipende dal tipo di fluido e per uno stesso fluido dalla sua temperatura; nel caso specifico dei terreni la temperatura subisce piccole variazioni (localizzate soprattutto in corrispondenza degli strati più superficiali) per cui il coefficiente di permeabilità dipende dalle sole caratteristiche del mezzo.

In tal senso può dipendere da molti fattori, tra i quali i più importanti sono:

- la dimensione e forma dei grani, e la granulometria (con particolare riferimento alla quantità, al tipo e alla distribuzione delle parti fini)
- lo stato di addensamento (ad esempio per terreni a granulometria uni-forme all'aumentare della densità relativa il coefficiente di permeabilità diminuisce).

La permeabilità nell'area di intervento è stata determinata tramite una prova di infiltrazione a carico variabile (Lefranc), realizzata in foro di sondaggio fino a 1,50 m da p.c., tubo di rivestimento con diametro di 4,5 cm e immissione di acqua all'interno del tubo. Le tre permeabilità eseguite nei siti di interesse risultano essere:

permeabilità 1: $k = 1,06 \times 10^{-4}$ m/s

permeabilità 2: $k = 8,31 \times 10^{-5}$ m/s

10. INVARIANZA IDRAULICA

10.1 Richiami teorici

La realizzazione del campo fotovoltaico sarà causa di trasformazione urbanistica e territoriale in termini di impermeabilizzazione del suolo; quindi, devono essere valutati i volumi necessari alla determinazione dell'invarianza idraulica dell'area. In particolare, per determinare l'invarianza idraulica, si fa riferimento al "Piano stralcio per il rischio idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Romagnoli", che al comma 1 dell'art. 9 delle NTA cita: *"Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa."* Il volume minimo deve essere calcolato secondo la procedura riportata nel capitolo 7 della "Direttiva per le verifiche e il conseguimento degli obiettivi di sicurezza idraulica", approvata con Delibera Comitato Istituzionale n. 3/2 del 20/10/2003.

La valutazione dei volumi di compensazione delle impermeabilizzazioni create non ha il fine di creare delle zone di ritenuta di determinati volumi d'acqua ma ha lo scopo di mantenere inalterate le prestazioni complessive del bacino di interesse. Tali prestazioni sono riconducibili a due meccanismi di controllo "naturale" delle piene:

- infiltrazione e l'immagazzinamento delle piogge nel suolo (fenomeni rappresentati in via semplificativa dal coefficiente di deflusso);

- laminazione, cioè le portate d'acqua in arrivo nel bacino devono poter riempire i volumi di invaso prima di defluire dalla sezione di chiusura individuata.

La normativa prevede che il volume minimo di invaso prescritto per un'area caratterizzata da una quota di trasformazione I (% dell'area che subisce trasformazione) e da un'area inalterata P (% dell'area che non viene trasformata) tale per cui I+P = 100%, è data dalla seguente formula:

$$w = w^0 \cdot \left(\frac{\varphi}{\varphi^0} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \cdot I - w^0 \cdot P$$

dove:

- $w^0 = 50 \text{ m}^3/\text{ha}$
- φ = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione
- φ^0 = coefficiente di deflusso prima della trasformazione
- $n=0.48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta -orientativamente- da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997)
- I è la percentuale dell'area che subisce trasformazione. Si osserva che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse in tale percentuale
- P è la percentuale dell'area che non subisce trasformazione.

Il volume w trovato va poi moltiplicato per l'area totale dell'intervento, considerando sia quella trasformata sia quella lasciata inalterata. Dovrà sempre essere adottato il volume minimo d'invaso più cautelativo e i criteri di dimensionamento prescritti dalla direttiva dipendono dalla classe di intervento.

Classe di intervento	Definizione superficie dell'intervento (S)
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	$S < 0,1\text{ha}$
Modesta impermeabilizzazione potenziale	$0,1\text{ha} \leq S < 1\text{ha}$
Significativa impermeabilizzazione potenziale	$1\text{ha} \leq S < 10\text{ha}$ oppure $S \geq 10\text{ha}$ con $\text{Imp} < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	$S \geq 10\text{ha}$ con $\text{Imp} > 0,3$

10.2 Determinazione dei volumi minimi di laminazione – metodo Pistocchi

L'area attualmente è ad utilizzo agricolo, successivamente verranno realizzati i fabbricati e posizionati i pannelli. La superficie totale dell'intervento ha estensione pari a **51,80 ettari**.

Le superfici saranno trasformate secondo lo schema riportato nella tabella seguente:

Descrizione	Superficie (mq)
Superficie complessiva dell'intervento	517'999,60
Superficie occupata dalle cabine	192,57
Superficie vialetti semipermeabili	30'586,38
Superficie occupata dai pannelli	110'273,30
Superficie a verde	376'947,34

Sulla base di tali caratteristiche è stata effettuata la valutazione dei coefficienti di afflusso medi dell'area ante e post operam, utilizzando i valori di riferimento delle linee guida regionali:

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso (φ)
Aree agricole	0.1
Superfici permeabili (aree verdi)	0.2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...)	0.6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ...)	0.9
Impianti fotovoltaici su terreni senza pavimentazione	0.7

Al fine di procedere al calcolo con il metodo dell'invaso si è provveduto al calcolo dei coefficienti di deflusso ante e post operam.

Situazione Ante operam

Destinazione	mq	Coefficiente
Terreni agricoli	517'999,60	0.2

Coefficiente di deflusso ante operam 0.20.

Situazione Post operam

Destinazione	mq	Coefficiente	
Fabbricati/cabine	192,57	0.9	Impermeabile
Viabilità stabilizzato	30'586,38	0.6	Semipermeabile
Pannelli	110'273,30	0.9	Impermeabile
Superfici di mitigazione (a verde)	376'947,34	0.2	Permeabile

Coefficiente di deflusso post operam 0.37 (media pesata).

Si specifica che, per quando riguarda le superfici occupate dai pannelli si è utilizzato un coefficiente pari a 0.9 (per suoli impermeabili) rispetto al coefficiente 0.7 inserito nella tabella regionale, al fine di operare a favore di sicurezza.

10.3 Calcolo volume di laminazione – metodo di Pistocchi

CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA (inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)

	Superficie territoriale = <input type="text" value="517 999,60"/> mq	inserire la superficie totale scolante all'interno del nuovo scarico acque meteoriche di progetto
ANTE OPERAM		
	Superficie impermeabile esistente = <input type="text" value="0,00"/> mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.
	Imp° = 0,00	
	Superficie permeabile esistente = <input type="text" value="517 999,60"/> mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.
	Per° = 1,00	
	Imp°+Per° = 1,00	corretto: risulta pari a 1
POST OPERAM		
	Superficie impermeabile di progetto = <input type="text" value="125 759,06"/> mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.
	Imp = 0,24	
	Superficie permeabile progetto = <input type="text" value="392 240,53"/> mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.
	Per = 0,76	
	Imp+Per = 1,00	corretto: risulta pari a 1
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA		
	Superficie trasformata/livellata = <input type="text" value="517 999,60"/> mq	inserire la superficie di tutte le aree non agricole di progetto. Compresa aree verdi
	I = 1,00	
	Superficie agricola inalterata = <input type="text" value="0,00"/> mq	inserire la superficie agricola di progetto (ovvero la superficie agricola inalterata)
	P = 0,00	
	I+P = 1,00	corretto: risulta pari a 1

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

$$\phi^{\circ} = 0,9 \times \text{Imp}^{\circ} + 0,2 \times \text{Per}^{\circ} = 0,9 \times 0,00 + 0,2 \times 1,00 = 0,20 \quad \phi^{\circ}$$

$$\phi = 0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per} = 0,9 \times 0,24 + 0,2 \times 0,76 = 0,37 \quad \phi$$

CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO

$$w = w^{\circ} (f/f^{\circ})^{1/(1-n)} - 15 I - w^{\circ} P = 50 \times 3,26 - 15 \times 1,00 - 50 \times 0,00 = 148,17 \text{ mc/ha} \quad w$$

$$W = w \times \text{Superficie fondiaria (ha)} = 148,17 \times 518 000 : 10 000 = 7 675,14 \text{ mc} \quad W$$

Volume minimo di invaso = **7675,14 m³**

10.3 Calcolo volume di laminazione – metodo delle sole piogge

TR	piogge < 1ora		piogge 1-24 ore	
	a	n	a	n
2	27,79	0,454	25,48	0,216
5	39,59	0,510	36,05	0,203
10	47,42	0,533	43,05	0,197
25	57,33	0,554	51,87	0,193
50	64,69	0,566	58,42	0,190
100	71,99	0,576	64,92	0,188

Fig. 8 – Parametri delle curve di possibilità pluviometrica (Ferrara)

L'equazione di calcolo utilizzata per la determinazione del volume di pioggia complessivamente entrante è riportata di seguito:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$$

In cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo (quindi $S \cdot \varphi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento), D è la durata di pioggia, $a = a_1 \cdot w_T$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica espressa nella forma:

$$h = a \cdot D^n = a_1 \cdot w_T \cdot D$$

Il tempo di ritorno è di 100 anni.

Situazione ante operam – verifica della volumetria con TR 100 anni ad 1 h

DATI CURVA PREVISIONALE 1 ORA	
Parametro a (mm*s-n)	64,92
Parametro n	0,188
h (mm)	64,92
φ med.	0,2
Superficie (mq)	517999,6
$\varphi \cdot S$ (mq)	103599,92
Tempo di pioggia (min)	60
Volume da smaltire (mc)	1868,25

Tr=100 anni	TP		h	Q pioggia entrante	V pioggia entrante
	min.	ore	mm	Q in (l/s)	V in (mc)
scroscio	5	0,08	40,69	14051,76	4215,53
	10	0,17	46,35	8003,76	4802,26
	15	0,25	50,03	5758,48	5182,64
	20	0,33	52,81	4558,88	5470,65
	25	0,42	55,07	3803,36	5705,03
	30	0,50	56,99	3279,98	5903,97
	35	0,58	58,66	2894,08	6077,57
	40	0,67	60,16	2596,70	6232,08
	45	0,75	61,50	2359,86	6371,61
	50	0,83	62,73	2166,36	6499,08
piogge orarie	55	0,92	63,87	2005,02	6616,58
	60	1,00	64,92	1868,25	6725,71
	65	1,08	65,90	1750,69	6827,68
	70	1,17	66,83	1648,45	6923,47
	75	1,25	67,70	1558,64	7013,86
	80	1,33	68,53	1479,06	7099,48
	85	1,42	69,31	1408,01	7180,86
	90	1,50	70,06	1344,15	7258,44
	120	2,00	73,96	1064,14	7661,81
	150	2,50	77,12	887,79	7990,07
	180	3,00	79,81	765,62	8268,69
	210	3,50	82,16	675,54	8511,83
	240	4,00	84,25	606,13	8728,21
	270	4,50	86,14	550,84	8923,64
	300	5,00	87,86	505,68	9102,16
	330	5,50	89,45	468,02	9266,72
	360	6,00	90,92	436,09	9419,55
	390	6,50	92,30	408,65	9562,37
	420	7,00	93,60	384,78	9696,53
450	7,50	94,82	363,82	9823,12	
480	8,00	95,98	345,24	9943,03	

Volume di acqua sull'area in 1 h = **6725,71 m³**

Situazione post operam – verifica della volumetria con TR 100 anni durata 1h

DATI CURVA PREVISIONALE 1 ORA	
Parametro a (mm*s-n)	64,92
Parametro n	0,188
h (mm)	64,92
φ med.	0,37
Superficie (mq)	517999,6
φ*S (mq)	191659,852
Tempo di pioggia (min)	60
Volume da smaltire (mc)	3456,27

Tr=100 anni	TP		h	Q pioggia entrante	V pioggia entrante
	min.	ore	mm	Q in (l/s)	V in (mc)
scroscio	5	0,08	40,69	25995,75	7798,72
	10	0,17	46,35	14806,96	8884,18
	15	0,25	50,03	10653,19	9587,88
	20	0,33	52,81	8433,92	10120,71
	25	0,42	55,07	7036,21	10554,31
	30	0,50	56,99	6067,97	10922,35
	35	0,58	58,66	5354,05	11243,51
	40	0,67	60,16	4803,89	11529,34
	45	0,75	61,50	4365,74	11787,49
	50	0,83	62,73	4007,77	12023,30
piogge orarie	55	0,92	63,87	3709,30	12240,68
	60	1,00	64,92	3456,27	12442,56
	65	1,08	65,90	3238,77	12631,21
	70	1,17	66,83	3049,62	12808,42
	75	1,25	67,70	2883,48	12975,64
	80	1,33	68,53	2736,26	13134,03
	85	1,42	69,31	2604,82	13284,58
	90	1,50	70,06	2486,69	13428,11
	120	2,00	73,96	1968,66	14174,35
	150	2,50	77,12	1642,40	14781,63
	180	3,00	79,81	1416,40	15297,08
	210	3,50	82,16	1249,75	15746,88
	240	4,00	84,25	1121,33	16147,19
	270	4,50	86,14	1019,06	16508,73
	300	5,00	87,86	935,50	16838,99
	330	5,50	89,45	865,83	17143,44
	360	6,00	90,92	806,77	17426,18
	390	6,50	92,30	756,00	17690,39
420	7,00	93,60	711,85	17938,58	
450	7,50	94,82	673,07	18172,77	
480	8,00	95,98	638,70	18394,61	

Volume di acqua sull'area in 1 h = **12'442,56 m³**

Situazione ante operam – verifica della volumetria con TR 50 anni ad 1 h

DATI CURVA PREVISIONALE 1 ORA	
Parametro a (mm*s-n)	58,42
Parametro n	0,19
h (mm)	58,42
φ med.	0,2
Superficie (mq)	517999,6
φ*S (mq)	103599,92
Tempo di pioggia (min)	60
Volume da smaltire (mc)	1681,20

Tr=50 anni	TP		h	Q pioggia entrante	V pioggia entrante
	min.	ore	mm	Q in (l/s)	V in (mc)
scroscio	5	0,08	36,43	12582,16	3774,65
	10	0,17	41,56	7176,64	4305,98
	15	0,25	44,89	5167,58	4650,82
	20	0,33	47,41	4093,42	4912,11
	25	0,42	49,47	3416,56	5124,85
	30	0,50	51,21	2947,49	5305,49
	35	0,58	52,73	2601,51	5463,18
	40	0,67	54,09	2334,81	5603,55
	45	0,75	55,31	2122,36	5730,37
	50	0,83	56,43	1948,75	5846,24
piogge orarie	55	0,92	57,46	1803,96	5953,07
	60	1,00	58,42	1681,20	6052,31
	65	1,08	59,32	1575,66	6145,05
	70	1,17	60,16	1483,86	6232,19
	75	1,25	60,95	1403,21	6314,43
	80	1,33	61,70	1331,74	6392,33
	85	1,42	62,42	1267,92	6466,39
	90	1,50	63,10	1210,56	6537,00
	120	2,00	66,64	958,92	6904,25
	150	2,50	69,53	800,36	7203,27
	180	3,00	71,98	690,48	7457,17
	210	3,50	74,12	609,43	7678,81
	240	4,00	76,02	546,95	7876,12
	270	4,50	77,74	497,18	8054,37
	300	5,00	79,32	456,51	8217,23
	330	5,50	80,77	422,60	8367,39
	360	6,00	82,11	393,84	8506,87
	390	6,50	83,37	369,11	8637,23
	420	7,00	84,55	347,61	8759,71
450	7,50	85,67	328,71	8875,29	
480	8,00	86,73	311,97	8984,79	

Volume di acqua sull'area in 1 h = **6052,31 m³**

Situazione post operam – verifica della volumetria con TR 50 anni durata 1h

DATI CURVA PREVISIONALE 1 ORA	
Parametro a (mm*s-n)	58,42
Parametro n	0,19
h (mm)	58,42
φ med.	0,37
Superficie (mq)	517999,6
φ*S (mq)	191659,852
Tempo di pioggia (min)	60
Volume da smaltire (mc)	3110,21

Tr=50 anni	TP		h mm	Q pioggia entrante Q in (l/s)	V pioggia entrante V in (mc)
	min.	ore			
scroscio	5	0,08	36,43	23277,00	6983,10
	10	0,17	41,56	13276,78	7966,07
	15	0,25	44,89	9560,02	8604,02
	20	0,33	47,41	7572,83	9087,40
	25	0,42	49,47	6320,64	9480,97
	30	0,50	51,21	5452,86	9815,15
	35	0,58	52,73	4812,80	10106,87
	40	0,67	54,09	4319,41	10366,58
	45	0,75	55,31	3926,36	10601,18
	50	0,83	56,43	3605,18	10815,54
	55	0,92	57,46	3337,33	11013,18
piogge orarie	60	1,00	58,42	3110,21	11196,77
	65	1,08	59,32	2914,96	11368,35
	70	1,17	60,16	2745,13	11529,56
	75	1,25	60,95	2595,93	11681,69
	80	1,33	61,70	2463,71	11825,81
	85	1,42	62,42	2345,65	11962,82
	90	1,50	63,10	2239,53	12093,45
	120	2,00	66,64	1774,01	12772,87
	150	2,50	69,53	1480,67	13326,05
	180	3,00	71,98	1277,39	13795,76
	210	3,50	74,12	1127,44	14205,80
	240	4,00	76,02	1011,86	14570,82
	270	4,50	77,74	919,79	14900,58
	300	5,00	79,32	844,55	15201,87
	330	5,50	80,77	781,80	15479,67
	360	6,00	82,11	728,60	15737,71
390	6,50	83,37	682,86	15978,88	
420	7,00	84,55	643,07	16205,46	
450	7,50	85,67	608,12	16419,29	
480	8,00	86,73	577,15	16621,87	

Volume di acqua sull'area in 1 h = **11'196,77 m³**

Situazione ante operam – verifica della volumetria con TR 25 anni ad 1 h

DATI CURVA PREVISIONALE 1 ORA	
Parametro a (mm*s-n)	51,87
Parametro n	0,193
h (mm)	51,87
φ med.	0,2
Superficie (mq)	517999,6
φ*S (mq)	103599,92
Tempo di pioggia (min)	60
Volume da smaltire (mc)	1492,70

Tr=25 anni	TP		h	Q pioggia entrante	V pioggia entrante
	min.	ore	mm	Q in (l/s)	V in (mc)
scroscio	5	0,08	32,11	11088,49	3326,55
	10	0,17	36,71	6337,84	3802,70
	15	0,25	39,69	4569,15	4112,24
	20	0,33	41,96	3622,51	4347,02
	25	0,42	43,81	3025,55	4538,32
	30	0,50	45,38	2611,59	4700,86
	35	0,58	46,75	2306,10	4842,81
	40	0,67	47,97	2070,52	4969,24
	45	0,75	49,07	1882,78	5083,50
	50	0,83	50,08	1729,31	5187,92
piogge orarie	55	0,92	51,01	1601,28	5284,24
	60	1,00	51,87	1492,70	5373,73
	65	1,08	52,68	1399,33	5457,39
	70	1,17	53,44	1318,10	5536,00
	75	1,25	54,15	1246,71	5610,21
	80	1,33	54,83	1183,44	5680,53
	85	1,42	55,48	1126,94	5747,39
	90	1,50	56,09	1076,14	5811,14
	120	2,00	59,29	853,18	6142,91
	150	2,50	61,90	712,58	6413,25
	180	3,00	64,12	615,09	6642,94
	210	3,50	66,06	543,14	6843,54
	240	4,00	67,78	487,65	7022,20
	270	4,50	69,34	443,44	7183,66
	300	5,00	70,76	407,29	7331,23
	330	5,50	72,08	377,14	7467,34
	360	6,00	73,30	351,56	7593,79
	390	6,50	74,44	329,57	7712,02
420	7,00	75,51	310,44	7823,11	
450	7,50	76,52	293,63	7927,98	
480	8,00	77,48	278,73	8027,35	

Volume di acqua sull'area in 1 h = **5373,73 m³**

Situazione post operam – verifica della volumetria con TR 25 anni durata 1h

DATI CURVA PREVISIONALE 1 ORA	
Parametro a (mm*s-n)	51,87
Parametro n	0,193
h (mm)	51,87
φ med.	0,37
Superficie (mq)	517999,6
φ*S (mq)	191659,852
Tempo di pioggia (min)	60
Volume da smaltire (mc)	2761,50

Tr=25 anni	TP		h mm	Q pioggia entrante Q in (l/s)	V pioggia entrante V in (mc)
	min.	ore			
scroscio	5	0,08	32,11	20513,71	6154,11
	10	0,17	36,71	11725,00	7035,00
	15	0,25	39,69	8452,93	7607,64
	20	0,33	41,96	6701,65	8041,98
	25	0,42	43,81	5597,26	8395,89
	30	0,50	45,38	4831,43	8696,58
	35	0,58	46,75	4266,29	8959,20
	40	0,67	47,97	3830,46	9193,10
	45	0,75	49,07	3483,14	9404,47
	50	0,83	50,08	3199,22	9597,66
piogge orarie	55	0,92	51,01	2962,38	9775,84
	60	1,00	51,87	2761,50	9941,40
	65	1,08	52,68	2588,76	10096,17
	70	1,17	53,44	2438,48	10241,61
	75	1,25	54,15	2306,42	10378,89
	80	1,33	54,83	2189,37	10508,98
	85	1,42	55,48	2084,84	10632,66
	90	1,50	56,09	1990,85	10750,61
	120	2,00	59,29	1578,39	11364,39
	150	2,50	61,90	1318,28	11864,51
	180	3,00	64,12	1137,91	12289,43
	210	3,50	66,06	1004,81	12660,55
	240	4,00	67,78	902,16	12991,07
	270	4,50	69,34	820,36	13289,77
	300	5,00	70,76	753,49	13562,78
	330	5,50	72,08	697,71	13814,57
	360	6,00	73,30	650,39	14048,52
	390	6,50	74,44	609,71	14267,23
	420	7,00	75,51	574,32	14472,76
450	7,50	76,52	543,21	14666,76	
480	8,00	77,48	515,65	14850,59	

Volume di acqua sull'area in 1 h = **9941,40 m³**

TABELLA RIASSUNTIVA

Vol. minimo di <u>invaso</u> (Metodo <u>Pistocchi</u>)	Vol. di <u>laminazione</u> <u>ante operam</u> TR 100 anni (metodo sole <u>piogge</u>)	Vol. di <u>laminazione</u> <u>post operam</u> TR 100 anni (metodo sole <u>piogge</u>)	Vol. di <u>laminazione</u> <u>ante operam</u> TR 50 anni (metodo sole <u>piogge</u>)	Vol. di <u>laminazione</u> <u>post operam</u> TR 50 anni (metodo sole <u>piogge</u>)	Vol. di <u>laminazione</u> <u>ante operam</u> TR 25 anni (metodo sole <u>piogge</u>)	Vol. di <u>laminazione</u> <u>post operam</u> TR 25 anni (metodo sole <u>piogge</u>)
7'675,14 m³	6'725,71 m ³	12'442,56 m ³	6'052,31 m ³	11'196,77 m ³	5'373,73 m ³	9'941,40 m ³

Il volume di laminazione da adottare sarà quello risultante dal calcolo con il metodo delle sole piogge e non inferiore a 9941,40 m³

11.MISURE COMPENSATIVE PROPOSTE

La presente relazione ha esaminato le caratteristiche idrogeologiche del sito oggetto di intervento, situato nel Comune di Vigarano Mainarda (FE), e ha individuato le opere necessarie al rispetto dei criteri imposti dal DGR 1860/2006 in materia di invarianza idraulica, per la determinazione dei volumi e delle modalità di compensazione dell’aggravio idraulico eventualmente indotto dalla realizzazione del campo fotovoltaico.

Il volume di laminazione da adottare sarà quello risultante dal calcolo con il metodo delle sole piogge e non inferiore a 9941,40 m³.

Il Piano di Manutenzione prevede lo sfalcio periodico della vegetazione, al fine di mantenere funzionale il sistema di raccolta, garantendo inoltre la pulizia delle condotte di scarico.

La verifica condotta mediante la cartografia tecnica redatta dal PGRA e del PAI ha evidenziato che le aree risultano soggette allo scenario di pericolosità H – P3 (alta probabilità – scenari eventi estremi T ritorno > 200 anni) per quanto riguarda il reticolo principale, mentre per quanto riguarda il reticolo secondario di pianura, ricade nello scenario di pericolosità pericolosità H – P3 e M - P2 (media e alta probabilità – scenari eventi T ritorno 100 – 200 anni).

Occorre preservare, per gli edifici adiacenti esistenti, la stessa situazione presente ante operam in termini di pericolosità e di rischio di allagamento.

Sulla base dello studio condotto ed in seguito alle verifiche effettuate, considerando la situazione ante e post-intervento, sulla realizzazione dell’opera, si può affermare quanto segue:

- non aumenta il livello di pericolosità idraulica e di rischio poiché l’opera non comporta variazioni nell’assetto idraulico e nel dissesto idraulico, senza variare la permeabilità e la risposta idrologica della stessa area; infatti, come già evidenziato nei paragrafi precedenti,

- la recinzione perimetrale sarà progettata in modo tale da non ostacolare in alcun modo il ruscellamento superficiale, e sostenuta da paletti infissi nel terreno.
- non preclude la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio dalle aree limitrofe.

L'intervento di progetto, con le dovute precauzioni sopra citate, risulta compatibile dal punto di vista idraulico con il contesto geologico, idrogeologico e le normative vigenti.

Seriate 29/08/2025

Dott.Geol. Alberto Velicogna



BIBLIOGRAFIA

- Per la cartografia: <http://www.isprambiente.gov.it> (cartografia geologica)
- PAI (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico) Regione Emilia Romagna
- PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni) Regione Emilia Romagna
- PRG (Piano Regolatore Generale) Regione Emilia Romagna
- AdbPO – Geoportale del distretto del Po