



REALIZZAZIONE DI IMPIANTO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI TERRE DEL RENO (FE)

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

All. A - Relazione idraulica

COMMITTENTE: AIEM GREEN S.r.l. Via Alleati d'Europa 9, Rovigo	PROGETTISTA: Ing. Giuseppe Baldo	GRUPPO DI LAVORO: Ing. Francesco Miricola
REDAZIONE: Ing. Francesco Miricola	CONTROLLO INTERNO: Ing. Giuseppe Baldo	APPROVAZIONE INTERNA: Ing. Giuseppe Baldo
EMISSIONE Prima Emissione		DATA: 10 Dicembre 2024



AEQUA ENGINEERING SRL
C.F. e P.IVA 03913010272
SEDE LEGALE ED OPERATIVA
Via Veneto 1
30030 Martellago (VE)
Tel./Fax +39 041 5631962
www.aequaeng.com

Il presente documento, elaborato per il committente da **AEQUA ENGINEERING SRL**, non può essere riprodotto o comunicato a terzi senza preventiva autorizzazione scritta



Giuseppe Baldo

Sommario

1	PREMESSA	1
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	2
3	INQUADRAMENTO URBANISTICO	3
3.1	Piano Regolatore Generale del comune di Sant'Agostino	3
3.2	Il Piano di Assetto Idrogeologico	5
3.3	Il Piano di gestione del rischio di alluvioni	8
3.3.1	Descrizione generale	8
3.3.2	Mappe di pericolosità	13
3.3.3	Mappe di rischio	16
4	REGIME IDROLOGICO	17
5	ANALISI DELLO STATO DI FATTO	19
5.1	Rete di canali e fossi	21
6	ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO	28
6.1	Determinazione del coefficiente di deflusso	28
6.2	Tombinamento fossati privati	30
7	CALCOLO DEI VOLUMI PER LA LAMINAZIONE.....	31
7.1	Parametri adottati	31
7.2	Calcolo dei volumi da rendere disponibili per l'invaso	31
7.3	Descrizione della soluzione progettuale.....	34
7.4	Dimensionamento delle opere di invarianza.....	37
8	DESCRIZIONE DEI MANUFATTI DI REGOLAZIONE E SCARICO.....	38

Comune di Terre del Reno (FE)
Realizzazione di impianto fotovoltaico
Relazione idraulica - Valutazione di compatibilità idraulica

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda lo studio per la Valutazione di Compatibilità Idraulica relativa all'intervento di realizzazione di "Impianto fotovoltaico nel comune di Terre del Reno (FE)".

L'ambito di intervento interessa una superficie complessiva di circa 26.56 ha.



Figura 1. Inquadramento dell'area oggetto di studio.



Figura 2. Inquadramento dell'area oggetto di studio.

Lo studio è volto all'individuazione delle misure compensative da realizzare al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio idraulico dell'area in cui l'opera va ad inserirsi garantendo il principio dell'invarianza idraulica.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa di riferimento in materia di invarianza idraulica è fornita dalla delibera consorziale n. 61 del 04/12/2009.

Questa determina

“per tutto il comprensorio consortile le seguenti procedure applicative:

- 1. le opere di nuova urbanizzazione nel territorio consortile dovranno essere realizzate perseguendo il fine dell'invarianza idraulica. Il Consorzio si riserva la possibilità a fronte di conclamante condizioni di "esubero" di potenzialità di ricezione, di permettere l'incremento delle portate di punta in ingresso alla rete.*
- 2. Il rispetto dell'invarianza idraulica di cui al punto 1 potrà essere perseguito attraverso interventi di mitigazione delle portate in ingresso alla rete Consorziale nel rispetto delle seguenti prescrizioni minime, che individuano la portata massima accettabile e il volume di invaso minimo richiesto per diverse fasce di estensione delle urbanizzazioni:*

superfici urbanizzata da 0,00 a 0,50 ha

- 1. portata massima accettabile $Q_i=15$ l/s ha;*
- 2. volume minimo invasabile W_i = il valore più alto tra 150 mc/ha urbanizzato e 215 mc/ha impermeabilizzato;*

superfici urbanizzata da 0,50 a 1,00 ha

- 1. portata massima accettabile $Q_i=12$ l/s ha;*
- 2. volume minimo invasabile W_i = il valore più alto tra 200 mc/ha urbanizzato e 285 mc/ha impermeabilizzato*

superfici urbanizzata oltre 1,00 ha

- 1. portata massima accettabile $Q_i=8$ l/s ha;*
- 2. volume minimo invasabile W_i = il valore più alto tra 350 mc/ha urbanizzato e 500 mc/ha impermeabilizzato*

Preso atto che i volumi minimi di accumulo stabiliti nei punti precedenti corrispondono unicamente ad una soglia di compatibilità per il corretto funzionamento del sistema di scolo consorziale. Resta nella facoltà e responsabilità del richiedente la progettazione e realizzazione di opere atte a garantire adeguato grado di sicurezza idraulica all'area urbanizzata. Al Consorzio, pertanto, non potrà essere ascritta alcuna responsabilità in caso di verificata insufficienza del volume incamerato con conseguenti condizioni di crisi per allagamento delle aree urbanizzate.”

3 INQUADRAMENTO URBANISTICO

3.1 Piano Regolatore Generale del comune di Sant'Agostino

Il Comune di Terre del Reno, nella provincia di Ferrara, è stato istituito il 1° gennaio 2017 a seguito della fusione di due comuni: Mirabello e Sant'Agostino. Allo stato attuale risultano ancora vigenti i PRG dei comuni distinti. Si fa quindi riferimento al P.R.G. nella variante del 2001 approvata con delibera della Giunta Provinciale n. 54 il 18/02/2003.

L'area di intervento rientra in un'area produttiva e agricola, inserita in un contesto rurale, come restituito dalla stessa tavola delle zonizzazioni. Il lotto di intervento rientra quasi interamente nel Piano di Intervento Unitario previsto dal PRG del Comune.



Figura 3 Estratto dalla "Tavola delle Zonizzazioni" del P.R.G. del Comune di Sant'Agostino. In giallo il perimetro l'area di intervento.

L'area di intervento risulta attualmente coltivata a colture seminative di aree irrigue e sistemi colturali e particellari complessi. Si evince la presenza di numerosi scoli e fossi secondari che intersecano l'intero lotto.



Figura 4 Estratto dalla "Tavola di uso dei suoli" dell'Autorità di Bacino del Fiume Po. In rosso il perimetro dell'area di intervento.

Dalla Tavola dei Vincoli si evince la presenza di due fasce di rispetto intersecanti il lotto in direzione da sud-ovest a nord-est, ossia la fascia di rispetto per il Metanodotto e la fascia di rispetto per Elettrodotta aereo.

Le norme tecniche attuative all'articolo 59 riportano:

3. Zone interessate dagli elettrodotti esistenti, alla data di adozione del PRG/V e relative fasce di rispetto.

Nelle tavole del P.R.G. riguardanti la individuazione delle fasce di rispetto per il conseguimento degli obiettivi di qualità, ai sensi del punto 13.3 della direttiva regionale adottata con deliberazione della Giunta Regionale n° 197 del 20.02.2001, sono indicati gli elettrodotti esistenti alla data del 18.11.2000, con tensione uguale o superiore a 15.000 Volt, e le relative fasce di rispetto, per il perseguimento dell'obiettivo di qualità di 0,2 e 0,5 micro tesla di induzione magnetica.

All'interno delle predette fasce di rispetto sono consentiti gli usi urbani e/o agricoli e gli interventi di recupero o di nuova costruzione secondo quanto prescritto dalle NTA delle relative sottozone omogenee nelle quali sono inserite.

[...]

4. Fasce di rispetto dei metanodotti

La cartografia di P.R.G. individua tali fasce di rispetto, estese rispettivamente 20 metri per ogni lato della condotta per il metanodotto di 1° specie, e di 11 metri per ogni lato della condotta per i metanodotti minori. Tale fasce sono utilizzabili a fini agricoli con i limiti imposti dalla Convenzione di Servitù stipulata tra i proprietari del terreno e l'Ente gestore della linea.”



Figura 5 Estratto dalla "Tavola dei Vincoli" dal del P.R.G. del Comune di Sant'Agostino. In giallo il perimetro l'area di intervento.

3.2 Il Piano di Assetto Idrogeologico

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), D. Legge 18 Maggio 1989, n. 183. art. 17, comma 6 ter, adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001, ha la finalità di ridurre il rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

Il PAI individua le fasce fluviali (Fascia A, Fascia B, Fascia B di progetto e Fascia C) dell'asta del Po e dei suoi principali affluenti, le aree in dissesto per frana, valanga, esondazione torrentizia e conoide, le aree a rischio idrogeologico molto elevato in ambiente collinare e montano e sul reticolo idrografico principale e secondario nelle aree di pianura.

Si riportano in seguito l'estratto relativo alle mappe di pericolosità del PAI in riferimento all'area di interesse.

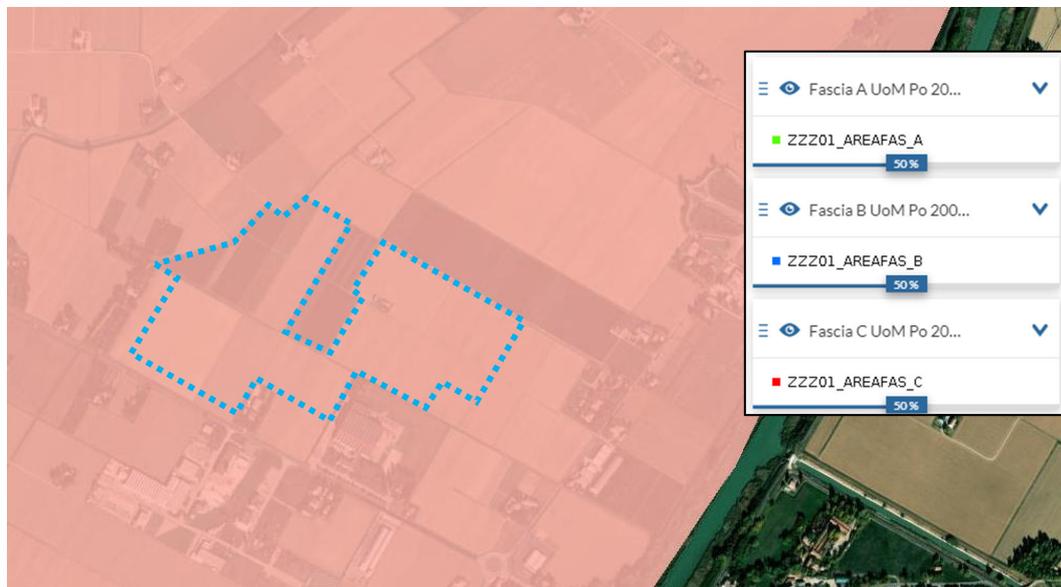


Figura 6. PAI del bacino del fiume Po. Fasce fluviali. In azzurro il perimetro dell'area d'intervento.

L'area ricade totalmente all'interno della fascia C del PAI del bacino del Po. Si riportano a seguire alcuni estratti dalle Norme di Attuazione del PAI.

“Art. 28. Classificazione delle Fasce Fluviali

1. *Apposito segno grafico, nelle tavole di cui all'art. 26, individua le fasce fluviali classificate come segue.*
 - a. *Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, come definita nell'Allegato 3 "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" al Titolo II delle presenti Norme, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.*
 - b. *Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento come definita nell'Allegato 3 al Titolo II sopra richiamato. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Il Piano indica con apposito segno grafico, denominato "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino di presa*

d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del presente Piano per il tracciato di cui si tratta.

- c. Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento, come definita nell'Allegato 3 al Titolo II sopra richiamato.*

[...]

Art. 31. Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)

- 1. Nella Fascia C il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano.*
- 2. I Programmi di previsione e prevenzione e i Piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio, investono anche i territori individuati come Fascia A e Fascia B.*
- 3. In relazione all'art. 13 della L. 24 febbraio 1992, n. 225, è affidato alle Province, sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli artt. 14 e 15 della L. 8 giugno 1990, n. 142, di assicurare lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta e alla elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, nonché alla realizzazione dei Programmi di previsione e prevenzione sopra menzionati. Gli organi tecnici dell'Autorità di bacino e delle Regioni si pongono come struttura di servizio nell'ambito delle proprie competenze, a favore delle Province interessate per le finalità ora menzionate. Le Regioni e le Province, nell'ambito delle rispettive competenze, curano ogni opportuno raccordo con i Comuni interessati per territorio per la stesura dei piani comunali di protezione civile, con riferimento all'art. 15 della L. 24 febbraio 1992, n. 225.*
- 4. Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C.*
- 5. Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" nelle tavole grafiche, per i quali non siano in vigore misure di salvaguardia ai sensi dell'art. 17, comma 6, della L.183/1989, i Comuni competenti, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, entro il termine fissato dal suddetto art. 17, comma 6, ed anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del medesimo art.17, comma 6, sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse ad applicare anche parzialmente, fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle presenti Norme relative alla Fascia B, nel rispetto di quanto previsto dall'art. 1, comma 1, let. b), del D.L. n.279/2000 convertito, con modificazioni, in L. 365/2000 .*

3.3 Il Piano di gestione del rischio di alluvioni

3.3.1 Descrizione generale

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (PGRA-Po).

Il PGRA, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

Il PGRA-Po contiene:

- la mappatura delle aree allagabili, classificate in base alla pericolosità e al rischio; una diagnosi delle situazioni a maggiore criticità (SEZIONE A)
- il quadro attuale dell'organizzazione del sistema di protezione civile in materia di rischio alluvioni e una diagnosi delle principali criticità (SEZIONE B)
- le misure da attuare per ridurre il rischio nelle fasi di prevenzione e protezione (SEZIONE A) e nelle fasi di preparazione, ritorno alla normalità ed analisi (SEZIONE B)

Il Piano è composto da circa trenta relazioni pubblicate online sul [sito dedicato al Piano alluvioni dell'Autorità di Bacino](#). Tra queste, i contenuti interessanti sono evidenziati nella **mappa degli elaborati del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po**.

Il PGRA-PO riguarda l'intero distretto idrografico del Po; ciò è richiesto per ottenere la riduzione del rischio alluvioni: infatti ad una scala territoriale più limitata, per esempio regionale, si potrebbe verificare il paradosso di mettere in atto misure che riducano il rischio solo parzialmente in un territorio, trasferendolo in un altro punto del distretto più a monte o più a valle.

I territori di maggior interesse, laddove si concentrano molte misure del Piano, sono le aree allagabili, classificate in base a quattro livelli crescenti di rischio in relazione agli elementi vulnerabili contenuti. L'individuazione delle aree e dei livelli di rischio è stata effettuata secondo metodi unificati a livello nazionale e di distretto, che discendono da richieste della UE. L'elaborazione della **prima**

versione del Piano si è completata a dicembre 2015. Il PGRA-Po è stato predisposto dalle amministrazioni competenti per la difesa del suolo e la protezione civile nel Distretto Padano, in coordinamento tra loro e con gli enti sovra regionali competenti per le due materie.

Il PGRA è sprovvisto di propria normativa. Tuttavia, la deliberazione del Comitato Istituzionale n. 5 del 7 dicembre 2016 ha inserito il Titolo V delle Norme di Attuazione (NdA) del PAI del bacino del Po, contenente "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA)". Il Titolo V, agli artt. 57 e 58, indica in che modo le aree allagabili del PGRA per ogni ambito e per ogni scenario corrispondano alle fasce fluviali previste dal PAI.

Art. 57. Mappe della pericolosità del rischio di alluvione (Mappe PGRA). Coordinamento dei contenuti delle Mappe PGRA con il previgente quadro conoscitivo del PAI, ai sensi dell'art. 9 del D. lgs. n. 49/2010.

1. *Gli elaborati cartografici rappresentati dalle Mappe della pericolosità e dalle Mappe del rischio di alluvione indicanti la tipologia e il grado di rischio degli elementi esposti (di seguito brevemente definite Mappe PGRA) e pubblicate sui siti delle Regioni, costituiscono integrazione al quadro conoscitivo del PAI. Le Mappe PGRA contengono, in particolare:*
 - *la delimitazione delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità (aree P1, o aree interessate da alluvione rara; aree P2, o aree interessate da alluvione poco frequente; aree P3, o aree interessate da alluvione frequente);*
 - *il livello di rischio al quale sono esposti gli elementi ricadenti nelle aree allagabili distinto in 4 classi, come definite dall'Atto di indirizzo di cui al DPCM 29 settembre 1998: R1 (rischio moderato o nullo), R2 (rischio medio), R3 (rischio elevato), R4 (rischio molto elevato).*
2. *Le aree allagabili di cui al comma precedente riguardano i seguenti ambiti territoriali:*
 - *Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP);*
 - *Reticolo secondario collinare e montano (RSCM);*
 - *Reticolo secondario di pianura (RSP);*
 - *Aree costiere lacuali (ACL);*
 - *Aree costiere marine (ACM).*
3. *Le suddette Mappe PGRA costituiscono quadro di riferimento per la verifica delle previsioni e prescrizioni del PAI ai sensi del precedente articolo 1, comma 9 delle presenti Norme con riguardo, in particolare, all'Elaborato n. 2 (Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici Inventario dei centri abitati montani esposti a pericolo), all'Elaborato n. 3 (Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico) nonché per la delimitazione delle Fasce fluviali di cui alle Tavole cartografiche del PSFF e dell'Elaborato 8 del presente Piano.*

4. *Al fine di assicurare, ove necessario, il più tempestivo aggiornamento degli Elaborati di Piano di cui al comma precedente, il Segretario Generale è delegato ad approvare, previo parere del Comitato Tecnico, le varianti alle perimetrazioni delle Fasce fluviali e delle aree RME ai fini del loro adeguamento al nuovo quadro conoscitivo del PAI risultante dalle integrazioni introdotte dalle Mappe PGRA.*

[omissis]

Art. 58. Aggiornamento agli indirizzi alla pianificazione urbanistica, ai sensi dell'art. 65, comma 6 del D. lgs n. 152/2006

1. *Le Regioni, ai sensi dell'art. 65, comma 6 del D. lgs n. 152/2006, entro 90 giorni dalla data di entrata in vigore del presente Titolo V, emanano, ove necessario, disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico, integrative rispetto a quelle già assunte ai sensi degli articoli 5, comma 2 e 27, comma 2 delle presenti Norme. Decorso tale termine gli enti territorialmente interessati dal Piano sono comunque tenuti ad adottare, ai fini dell'attuazione del PGRA in modo coordinato con il presente Piano, gli adempimenti relativi ai propri strumenti urbanistici e di gestione dell'emergenza, ai sensi dell'art. 3, comma 6 del D. L. 15 maggio 2012, n. 59 (convertito, con modificazioni, in legge 12 luglio 2012 n. 100 contenente "Disposizioni urgenti per il riordino della Protezione Civile") e nel rispetto della normativa regionale vigente.*

2. *Nell'ambito delle disposizioni integrative di cui al comma precedente le Regioni individuano, ove necessario, eventuali ulteriori misure ad integrazione di quelle già assunte in sede di adeguamento dello strumento urbanistico al PAI. Dette misure, salva la possibilità di una loro migliore specificazione ed articolazione sulla base dei dati ed elementi a disposizione negli specifici casi, devono essere coerenti rispetto ai riferimenti normativi di seguito indicati:*

a) Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP):

- *nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3), alle limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A dalle norme del precedente Titolo II del presente Piano;*
- *nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2), alle limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia B dalle norme del precedente Titolo II del presente Piano;*
- *nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1), alle disposizioni di cui al precedente art. 31.*

b) Reticolo secondario collinare e montano (RSCM):

- *nelle aree interessate da alluvioni frequenti (aree PE), alle limitazioni e prescrizioni stabilite dal precedente art 9, commi 5 e 7, rispettivamente per le aree Ee e per le aree Ca;*
- *nelle aree interessate da alluvioni poco frequenti (aree P2), alle limitazioni e prescrizioni stabilite dal precedente art 0, commi 6 e 8 rispettivamente per le aree Eb e per aree Cp;*
- *nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1), alle limitazioni e prescrizioni stabilite dal precedente art 9, commi 6buis e 9 rispettivamente per aree En e per le aree Cn.*

c) Reticolo secondario di pianura (RSP):

- *nelle aree interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare, compete alle Regioni e agli Enti locali, anche d'intesa con l'Autorità di bacino, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225 e s. m. i.*

[omissis]

3. *Le misure di cui al comma precedente devono essere adottate, tenendo conto del nuovo quadro conoscitivo definito dal PGRA, con riferimento in via prioritaria ai Comuni, che, in ogni caso, non abbiano effettuato le verifiche di compatibilità dei propri strumenti urbanistici al PAI ai sensi degli articoli 18, 27 e 54 delle presenti Norme di Attuazione.*

[omissis]"

L'attuazione del PGRA nel settore urbanistico in Emilia Romagna è regolata dalla Deliberazione della Giunta Regionale 1300/2016 "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni con particolare riguardo alla pianificazione di emergenza, territoriale ed urbanistica, ai sensi dell'art. 58 dell'Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 dell'Elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del "Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta)", adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po, con deliberazione n. 5 del 17/12/2015."

Al paragrafo "5. Reticolo Secondario di Pianura" prevede:

5. Reticolo Secondario di Pianura (RSP)

[omissis]

5.2 Disposizioni specifiche

In relazione alle caratteristiche di pericolosità e rischio descritte nel paragrafo precedente, nelle aree perimetrare a pericolosità P3 e P2 dell'ambito Reticolo Secondario di Pianura, laddove negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica non siano già vigenti norme equivalenti, si deve garantire l'applicazione:

- *di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;*
- *di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.*

Le successive indicazioni operative vanno considerate per il rilascio dei titoli edilizi relativi ai seguenti interventi edilizi definiti ai sensi delle vigenti leggi:

- a) ristrutturazione edilizia;*
- b) interventi di nuova costruzione;*
- c) mutamento di destinazione d'uso con opere.*

Nelle aree urbanizzabili/urbanizzate e da riqualificare soggette a POC/PUA ubicate nelle aree P3 e P2, nell'ambito della procedura di VALSAT di cui alla L.R. 20/2000 e s.m.i., la documentazione tecnica di supporto ai Piani operativi/attuativi deve comprendere uno studio idraulico adeguato a definire i limiti e gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione locali.

Nell'ambito dei procedimenti inerenti richiesta/rilascio di permesso di costruire e/o segnalazione certificata di inizio attività, si riportano di seguito, a titolo di esempio e senza pretesa di esaustività, alcuni dei possibili accorgimenti che devono essere utilizzati per la mitigazione del rischio e che devono essere assunti in sede di progettazione al fine di garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità di cui al quadro conoscitivo specifico di riferimento, demandando alle Amministrazioni Comunali la verifica del rispetto delle presenti indicazioni in sede di rilascio del titolo edilizio.

a. Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture:

a.1. la quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all'altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;

a.2. è da evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio:

- le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d'acqua;*
- vengano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;*
- gli impianti elettrici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell'impianto anche in caso di allagamento;*
- le aperture siano a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;*
- le rampe di accesso siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc);*
- siano previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.*

Si precisa che in tali locali sono consentiti unicamente usi accessori alla funzione principale.

a.3. favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

La documentazione tecnica di supporto alla procedura abilitativa deve comprendere una valutazione che consenta di definire gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità idrauliche rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione."

3.3.2 Mappe di pericolosità

Si riportano in seguito l'estratto relativo alle mappe di pericolosità del PGRA 2021 in riferimento all'area di interesse.

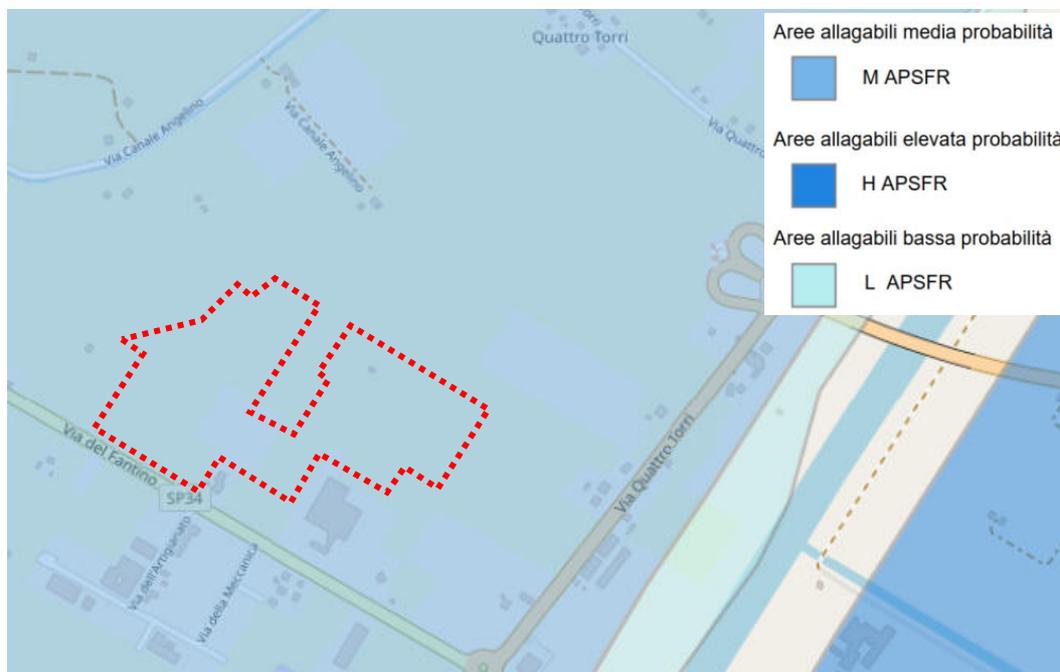


Figura 7. Mappa delle aree allagabili complessive predisposte nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (ottobre 2022) per l'Unità di Gestione del bacino Po (UoMITN008). In rosso il perimetro dell'area di intervento.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, l'area è interessata da:

- alluvioni rare (aree P1/L) da reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP), per cui si applicano le disposizioni previste per la fascia C di cui all'art. 31 delle N.d.A. del PAI, come previsto dalla DGR 1300/2016 "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni con particolare riguardo alla pianificazione di emergenza, territoriale ed urbanistica, ai sensi dell'art. 58 dell'Elaborato n. 7 (Norme di Attuazione) e dell'art. 22 dell'Elaborato n. 5 (Norme di Attuazione) del "Progetto di Variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) e al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del Delta del fiume Po (PAI Delta)".

L'art. 31 delle N.d.A. del PAI indica che:

"Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C".

- in parte soggetta ad alluvioni frequenti (aree P3/H) da reticolo secondario di pianura (RSP), nella porzione meridionale del lotto che sarà interessato

dal Magazzino 2. In quest'area si fa riferimento agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica e alla DGR 1300/2016 (§5.2).

- alluvioni poco frequenti (aree P2/M) da reticolo secondario di pianura (RSP). In quest'area si fa riferimento agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica e alla DGR 1300/2016 (§5.2).

Si riportano in seguito gli estratti relativi alle mappe delle altezze idriche del PGRA 2021 in riferimento all'area di interesse. Tali tiranti sono da riferirsi ad alluvioni dovute al reticolo principale (RP), mentre non sono modellati i tiranti dovuti ad esondazioni del reticolo secondario di pianura (RSP).

L'area non risulta soggetta ad alluvioni frequenti o poco frequenti da reticolo principale (RP). Risulta invece soggetta ad alluvioni rare, caratterizzate da un tempo di ritorno di 500 anni e altezze idriche superiori a 2,00 m.

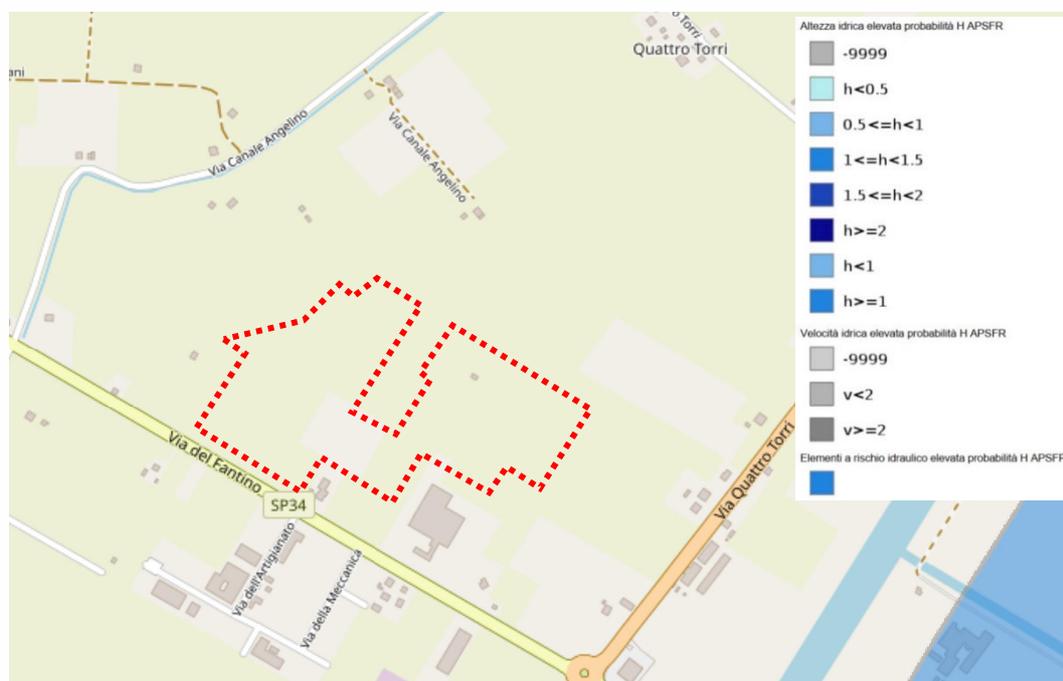


Figura 8. Mappe di pericolosità (Aree Allagabili, Tiranti, Velocità) nelle Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR) oggetto di Reporting alla Commissione Europea 2020 nel Distretto Po. Alluvioni frequenti (H). (da <https://webgis.adbpo.it/>) In rosso il perimetro dell'area di intervento.



Figura 9. Mappe di pericolosità (Aree Allagabili, Tiranti, Velocità) nelle Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR) oggetto di Reporting alla Commissione Europea 2020 nel Distretto Po. Alluvioni poco frequenti (M). (da <https://webgis.adbpo.it/>) In rosso il perimetro dell'area di intervento.



Figura 10. Mappe di pericolosità (Aree Allagabili, Tiranti, Velocità) nelle Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR) oggetto di Reporting alla Commissione Europea 2020 nel Distretto Po. Alluvioni rare (L). (da <https://webgis.adbpo.it/>) In rosso il perimetro dell'area di intervento.

3.3.3 Mappe di rischio

Si riportano in seguito l'estratto relativo alle mappe di pericolosità del PGRA 2021 in riferimento all'area di interesse.

All'area risulta associata prevalentemente la classe di rischio medio (R2).

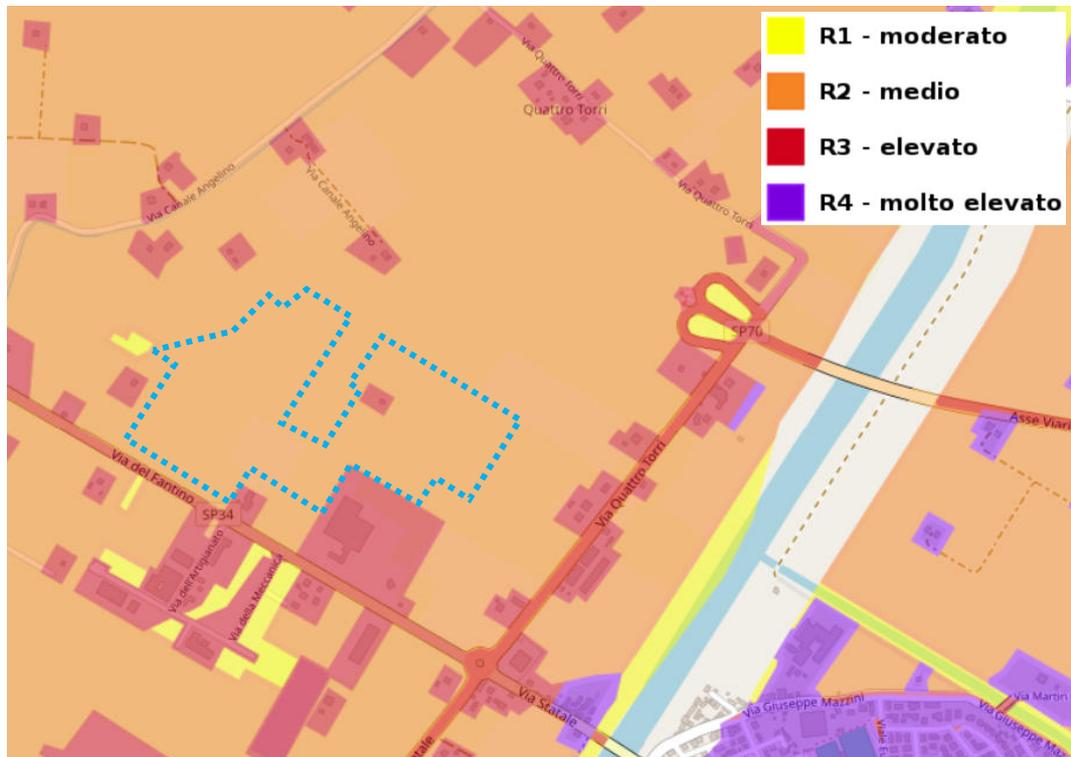


Figura 11. Mappe di pericolosità (Aree Allagabili, Tiranti, Velocità) nelle Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR) oggetto di Reporting alla Commissione Europea 2020 nel Distretto Po. Classi rischio aree rischio idraulico Distretto Po 2020 (Distretto Po). (da <https://webgis.adbpo.it/>) In blu il perimetro dell'area di intervento.

4 REGIME IDROLOGICO

Ai fini del dimensionamento della rete di collettamento delle acque meteoriche, si rende necessaria la preventiva definizione delle curve di possibilità climatica, o linee segnalatrici di probabilità pluviometrica, rappresentative dei dati pluviometrici caratteristici per la zona geografica di interesse.

Il calcolo prende origine dalla stima dell'altezza di precipitazione che si verifica sulla superficie scolante per una definita durata. La durata da considerare è pari al tempo necessario perché tutta la superficie sottesa dalla prefissata sezione contribuisca al deflusso, avendo definito un tempo di ritorno T_r (il numero di anni nel quale mediamente l'evento meteorico può essere uguagliato o superato).

Prefissato il periodo di ritorno T_r , l'equazione che esprime l'altezza h di precipitazione in funzione della durata θ è data dalla forma:

$$h(T_r) = a\theta^n$$

dove $h(T_r)$ è l'altezza di precipitazione [mm], T_r il tempo di ritorno [anno], θ la durata [ore], a, n i parametri da determinare attraverso un'analisi pluviometrica.

I parametri delle linee segnalatrici per l'area in esame sono resi disponibili dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, con valori assegnati in maniera uniforme per aree discretizzate in quadrati con lati di 2 km. Il lotto di intervento si trova al intersezione di quattro riquadri, pertanto si prende come riferimento il riquadro a cui appartiene la maggior parte della superficie, identificato dalle coordinate [Lat: 44,801 - Long: 11,373], come indicato nella figura seguente.

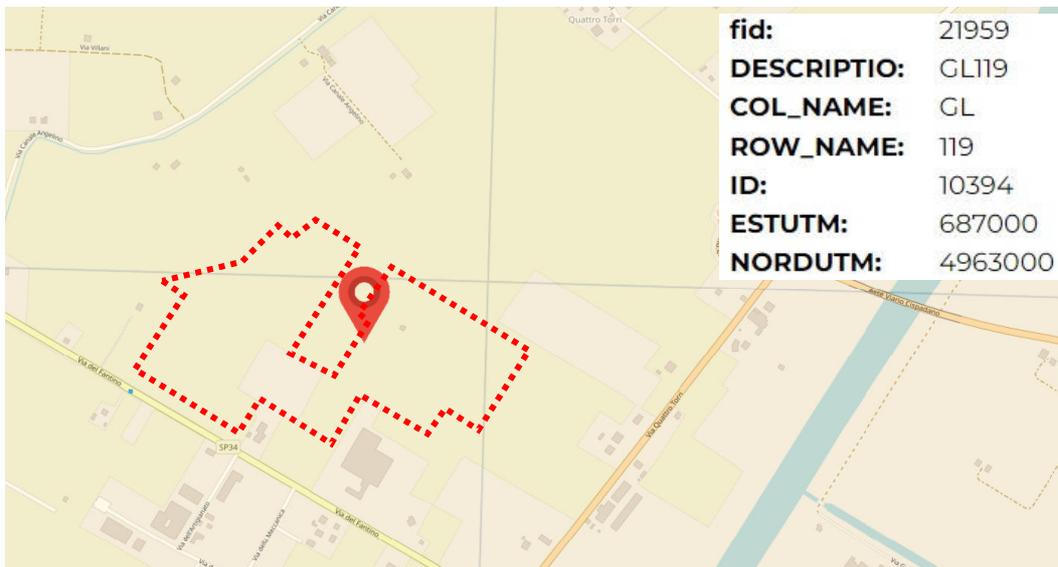


Figura 12 Discretizzazione del territorio del Bacino del fiume Po per la determinazione delle linee segnalatrici UoM Po 2001 (Distretto Po). Il perimetro dell'area di intervento è indicato con in rosso.

Le curve attribuite al riquadro GL119 sono quindi riportate nella tabella seguente.

TR	a	n
10	37.736	0.260
20	43.663	0.257
50	51.316	0.252
100	57.070	0.249
200	62.747	0.247
500	70.352	0.243

Applicando le formule precedenti, si possono quindi calcolare le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, ossia le altezze di pioggia al variare del tempo di precipitazione per ciascun valore del Tempo di Ritorno

Tabella 1 Valori calcolati di altezza di precipitazione per ciascuna durata di pioggia, da 5 min a 24 ore al variare del Tempo di Ritorno da 10 a 500 anni.

Tr [anni]	Durata [min]									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
10	23.26	26.63	28.81	32.97	35.68	37.74	50.19	60.08	71.92	86.09
20	27.04	30.91	33.42	38.20	41.31	43.66	57.92	69.22	82.73	98.87
50	32.08	36.57	39.48	45.01	48.60	51.32	67.69	80.62	96.01	114.35
100	35.87	40.83	44.05	50.14	54.08	57.07	75.04	89.18	105.99	125.97
200	39.60	45.03	48.54	55.19	59.49	62.75	82.30	97.67	115.90	137.53
500	44.69	50.72	54.62	61.99	66.75	70.35	91.93	108.82	128.83	152.51

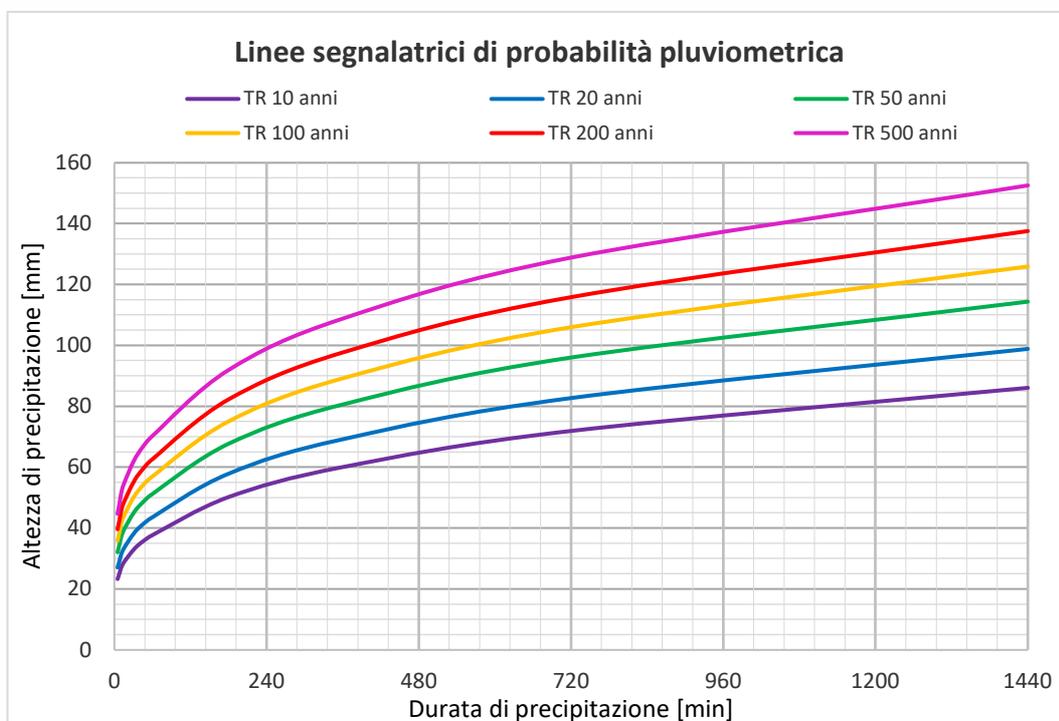


Figura 13 Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per Tempo di Ritorno da 10 a 500 anni.

5 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

L'area di intervento è sita nel comune di Terre del Reno in un'area agricola confinante a sud con Via del Fantino SP34, all'interno del perimetro delimitato da Via Canale Angelino a nord-ovest e via Quattro Torri a est. Allo stato di fatto risulta essere nella sua interezza interessato da aree agricole e relative pertinenze.

Tale area ha superficie pari complessivamente a 26.56 ha.



Figura 14. Vista aerea dell'area di intervento (Google Earth Pro)

Tabella 2 Riepilogo delle superfici per tipologia.

Stato di fatto		
Tipologia	superficie mq	φ
Agricolo	265 627	0.10
Totale area	265 627	0.10

Moltiplicando l'area di intervento per il coefficiente di deflusso medio si ottiene un valore corrispondente di area efficace pari a **26 563 mq**.



Figura 15 Veduta dell'area nord allo stato di fatto.



Figura 16 Veduta dell'area sud allo stato di fatto.



Figura 19 Vista aerea del Cavo Napoleonico e della confluenza dal Reno. In rosso evidenziato il perimetro dell'area di intervento.

Il Cavo Napoleonico è un canale con funzione emergenziale (per lo scolo delle maggiori piene del Reno nel Po) e come adduttore (per il Canale Emiliano-Romagnolo - CER).

Tra i canali consortili presenti lo scolo Fossa rappresenta il limite ovest dell'area di intervento. Dalla figura seguente si evince la presenza di altri fossi consortili e del Cavo Napoleonico, non facente parte della rete consortile ma gestito direttamente dalla regione tramite il Dipartimento di Protezione Civile.



Figura 20 Individuazione dei canali consortili, da ovest verso est : scolo Angelino, scolo Fossa, scolo Sant'Agostino. In rosso il perimetro del lotto di intervento.



Figura 21 Vista da nord verso sud dello scolo Fossa. Sulla sinistra l'area di intervento.



Figura 22 Vista da nord verso sud dello scolo Fossa. Sulla sinistra l'area di intervento.



Figura 23 Vista da sud verso nord dello scolo Fossa. Sulla destra l'area di intervento.

I fossi privati sono stati rilevati tramite misure topografiche, individuando per ciascuno diverse sezioni al fine di determinare la quota di scorrimento e la sezione idraulica utile allo stato di fatto. I fossi, in numero totale pari a quattro, sono stati in questa relazione nominati da nord a sud secondo le lettere dell'alfabeto da "A" a "D", come si riporta dalla Figura 17.

Il fosso A, a nord, rappresenta il confine con il lotto di intervento. I fossi B, C e D invece intersecano l'area, per cui sarà necessario assicurare la continuità idraulica tra i tratti dei fossi che si trovano a est del lotto di intervento e lo scolo Fossa, rappresentato nella figura con la linea gialla.

Si riporta di seguito un riepilogo delle caratteristiche geometriche rilevate.

Fosso	Z _{MONTE} [m]	Z _{VALLE} [m]	Dislivello [m]	Lunghezza [m]	Pendenza [%]	Sezione media [m ²]
A	21.13	20.65	0.48	145	0.331	0.50
B	20.97	20.41	0.56	404	0.139	0.70
C	21.30	20.56	0.74	597	0.124	0.86
D	21.03	19.80	1.23	840	0.146	0.89



Figura 24 Vista del fosso privato "A" da est verso ovest.

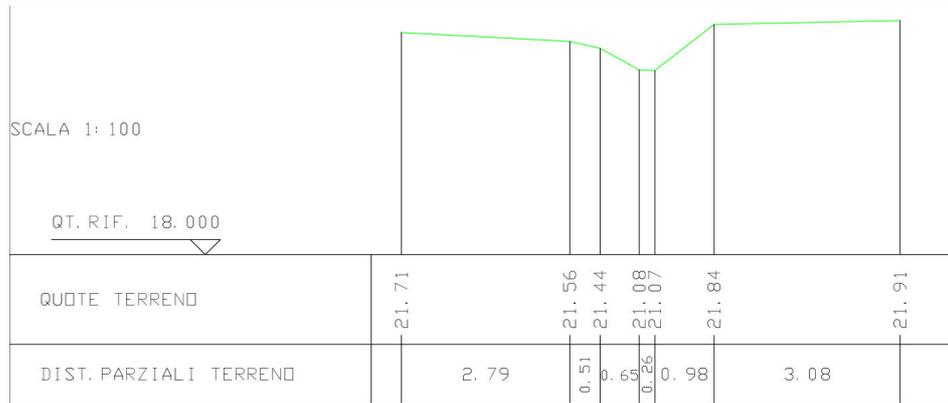


Figura 25 Sezione tipo del fosso privato "A".



Figura 26 Vista del fosso privato "B" da est verso ovest.

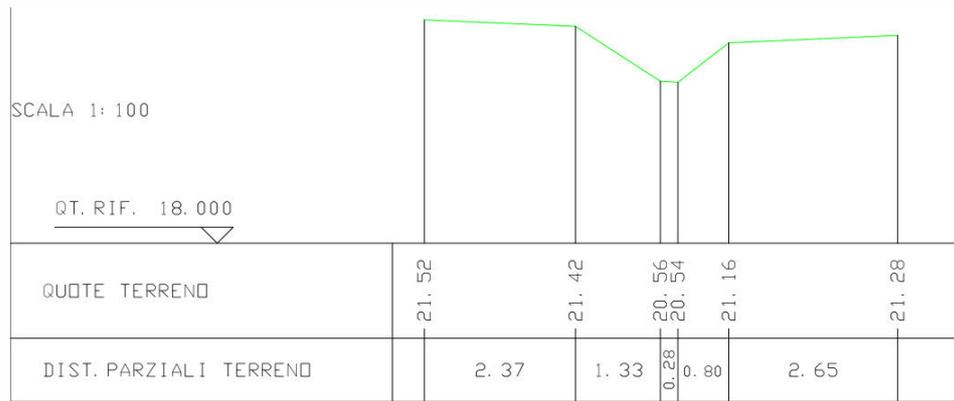


Figura 27 Sezione tipo del fosso privato "B".



Figura 28 Vista del fosso privato "C" da est verso ovest.

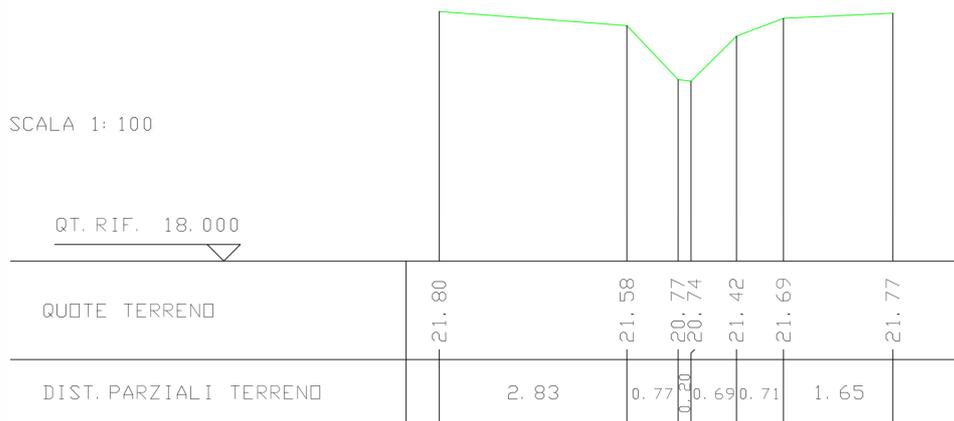


Figura 29 Sezione tipo del fosso privato "C".



Figura 30 Vista del fosso privato "D" da est verso ovest.

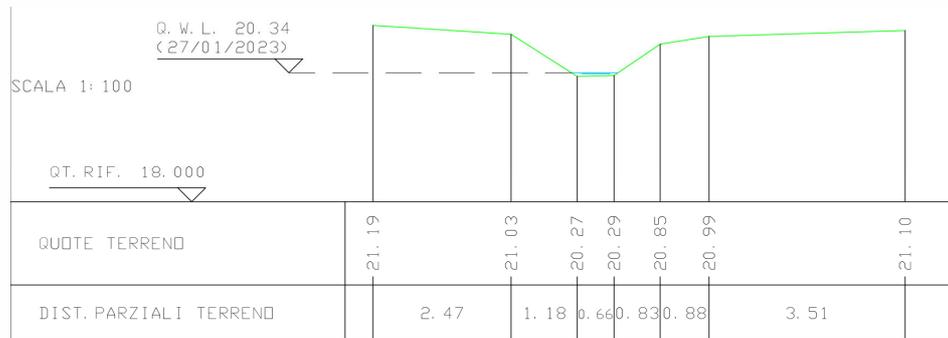


Figura 31 Sezione tipo del fosso privato "D".

Come indicato dal tecnico di zona del Consorzio di Bonifica, **la quota massima di derivazione dello scolo "Fossa" è pari a 20.80 m** riferiti ai caposaldi consorziali. Si evince quindi come la quota non sia sufficiente a rigurgitare lungo i fossati per tutto il tratto interessato dall'intervento.

6 ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO

Il presente progetto prevede la realizzazione un campo fotovoltaico che nel complesso interesserà una superficie di circa 26.56 ha.

6.1 Determinazione del coefficiente di deflusso

Per il calcolo dei massimi volumi da rendere disponibili per l'invaso delle maggiori portate generate dall'incremento di impermeabilizzazione del suolo, si è fatto riferimento alle metodologie di calcolo riportate nel paragrafo successivo mediante il coefficiente di afflusso medio ϕ .

Nella suddivisione delle aree e nell'individuazione dei rispettivi coefficienti di deflusso si sono fatte le seguenti considerazioni:

- All'area occupata dai fabbricati, dalla viabilità privata o comunque assimilabile a superficie impermeabile, è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,90;
- All'area occupata dalla pavimentazione semipermeabile è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,60;
- All'area agricola o coltivata è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,10 ritenendo che queste siano totalmente permeabili.

Le aree coperte, costituite dalle cabine di trasformazione, costituiscono complessivamente una superficie pari a 215 m², mentre le superfici nette dei pannelli fotovoltaici sono pari a 101 979 m². La superficie tra i tracker dei pannelli invece rimane agricola, con eventuali colture erbacce o arbustive non intensive. In ultimo, le aree dedicate alla viabilità vengono realizzate in terra e ghiaia, senza alcuna stesa di materiali impermeabilizzanti. Inoltre, la viabilità viene rialzata rispetto il piano campagna del lotto di 0.10÷0.20 m.

Si riporta di seguito l'analisi della superficie allo stato di progetto.

Tabella 3: Tabella riassuntiva della configurazione di progetto dell'area, superfici in mq e corrispondenti coefficienti di afflusso.

Stato di progetto		
Tipologia	Superficie [m ²]	ϕ
Superficie netta pannelli fotovoltaici	101 979	0.9
Cabine (trasformazione, controllo, irrigazione)	215	0.9
Superficie erbacea spontanea	163 433	0.1
Totale area	265 627	0.41

L'area efficace di progetto è complessivamente pari a 108 317 m².

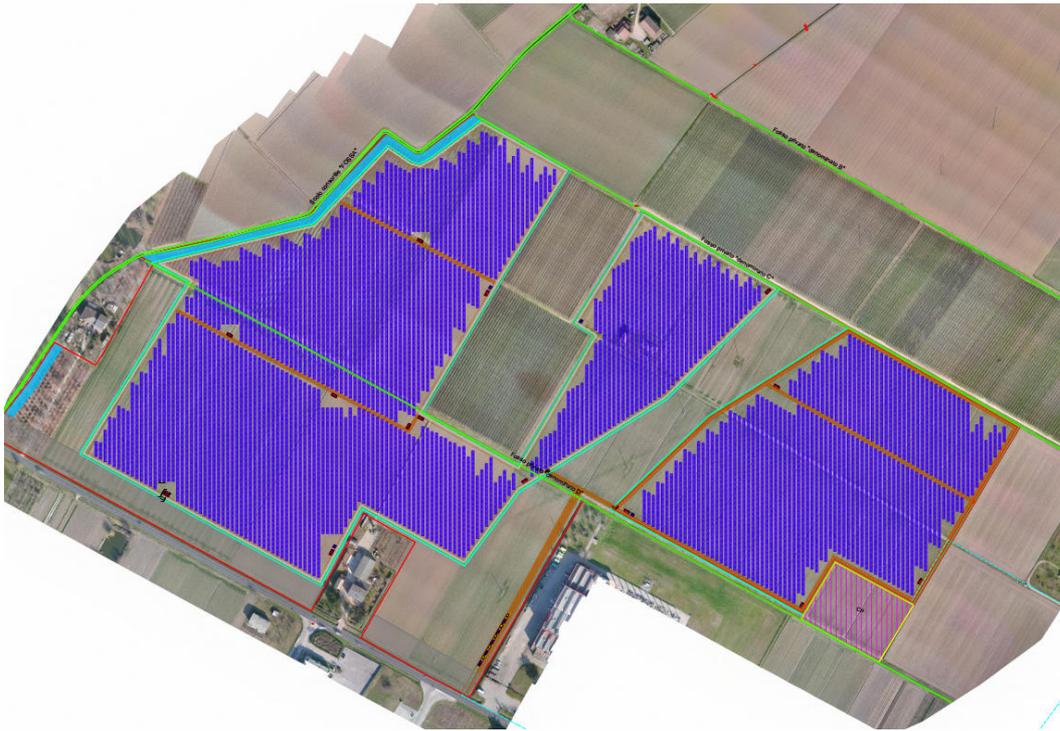


Figura 32. Planimetria di progetto. In rosso il perimetro dell'area di intervento, in blu le installazioni dei pannelli fotovoltaici, in verde le fasce di mitigazione, in marrone la viabilità permeabile interna.



Figura 33 Render tipologico dello stato di progetto del campo fotovoltaico.

6.2 Tombinamento fossati privati

I fossati privati trasversali al lotto di interesse vengono tombinati solamente ove strettamente necessario assicurando una sezione quanto il più possibile simile alla sezione dello stato di progetto.

Come riportato nell'analisi dello stato di fatto e nelle tavole allegate, la quota di massima derivazione si realizza nello scorrimento dei fossi a circa metà del loro sviluppo, indicativamente al confine con il lotto di intervento. Occorre quindi assicurare il mantenimento della stessa pendenza del fondo per permettere il prelievo irriguo da parte dei proprietari dei fondi a est dell'intervento.

Si opta quindi per la posa di condotte in CLS Ø80 cm, mantenendo le quote originale di valle e di monte del fosso da tombinare, rettificando la pendenza ad un valore costante. Si prevede il tombinamento del solo fosso indicato come D, in due tratti (est a monte e ovest a valle) per una lunghezza complessiva di 321 m. I dati dei tombinamenti sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 4 Caratteristiche geometriche e idrauliche dei fossati tombinati.

Fosso	Lunghezza m	Quota di valle m	Quota di monte m	Pendenza %	Portata l/s	Coeff. udometrico l/s ha
D - monte	25	20.62	20.65	0.12	314	32.1
D - valle	296	20.27	20.51	0.08	354	33.4

Le condotte in CLS Ø80 cm permettono:

- di collettare o scolare un'ingente quantità di volumi irrigui o meteorici, per equivalenti coefficienti udometrici di 32-33 l/s ha;
- di realizzare uno scorrimento con pendenza costante, ricevendo i contributi laminati dello stato di progetto e i volumi dei lotti agricoli non oggetto di intervento;
- di garantire il ricoprimento necessario per la realizzazione delle opere nel lotto, quali bacini di laminazione, fossati di collettamento o viabilità.

7 CALCOLO DEI VOLUMI PER LA LAMINAZIONE

7.1 Parametri adottati

In considerazione di quanto precedentemente esposto ed al fine di non aggravare l'equilibrio idraulico dell'area con l'inserimento delle opere di progetto, nell'ambito della presente Valutazione di Compatibilità Idraulica la definizione dei volumi d'invaso compensativi degli effetti di impermeabilizzazione indotti con le future opere edili e di viabilità previste verrà effettuata utilizzando:

- evento di precipitazione di progetto definito per Tempo di Ritorno pari a **50 anni**;
- predisposizione di manufatto regolatore di portata, a valle del sistema di invaso, collettamento e scarico delle acque meteoriche, in grado di scaricare una portata specifica uscente di **8 l/s ha**.

7.2 Calcolo dei volumi da rendere disponibili per l'invaso

Noto il coefficiente di deflusso medio dell'area oggetto di studio e le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica si sono calcolate, per varie durate della precipitazione, le altezze di pioggia efficaci e quindi i volumi di afflusso complessivi relativi alla superficie afferente.

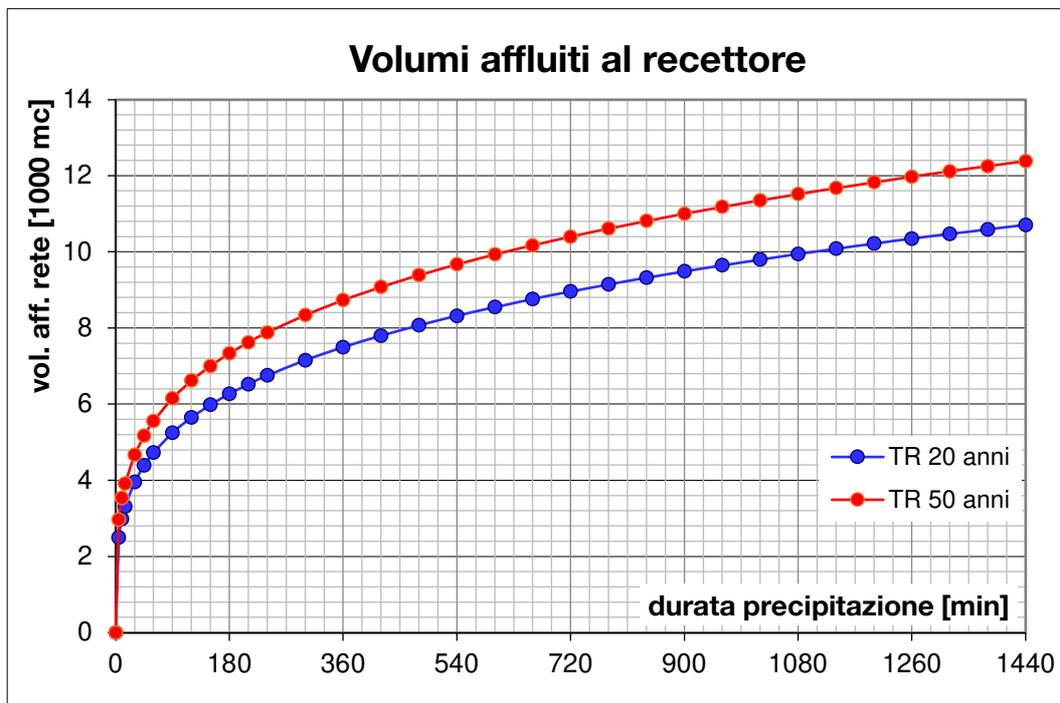


Figura 34 Volumi affluiti alla sezione di chiusura della rete di raccolta delle acque meteoriche per tempi di ritorno di 20 e 50 anni e per durate di pioggia crescenti da 5 minuti a 24 ore.

Nello studio corrente sarà adottato quale criterio di dimensionamento per l'individuazione del volume d'invaso da realizzare al fine di limitare la portata scaricata ai ricettori finali il **metodo delle sole piogge**.

La portata uscente dal sistema è determinata per mezzo del coefficiente udometrico, valore di portata per superficie di intervento, fissato dal Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara (con delibera consorziale n. 61 del 04/12/2009) al fine di non sovraccaricare la rete in maniera eccessiva. Il rispetto del coefficiente udometrico permette di collettare in maniera uniforme le acque di un dato bacino o comprensorio, senza pregiudicare le aree terze. La portata si determina quindi come prodotto tra il coefficiente udometrico u [l/s ha] e la superficie di intervento S [ha],

$$Q_u = u \cdot S \quad \left[\frac{l}{s} \right]$$

Applicando un coefficiente pari a 8 l/s ha si ottiene quindi una portata scaricabile pari a 454 l/s.

Si possono calcolare così, tramite l'equazione seguente, i massimi volumi di invaso relativi ad una determinata durata τ della precipitazione.

$$W_i = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot \left[\frac{a}{(t+b)^c} \cdot t \right] - Q_u \cdot t$$

Dove W_i è il volume di invaso, W_e il volume in ingresso, W_u il volume in uscita, S la superficie scolante, φ il coefficiente di deflusso medio dell'area, t la durata della precipitazione.

La durata critica, ossia la durata per la quale si ha il massimo volume di invaso da rendere disponibile, si ottiene ponendo nulla la derivata prima, in funzione del tempo, dell'equazione sopra riportata. Si ottiene dunque:

$$t = \sqrt[3]{\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left[-\frac{c \cdot t}{t+b} + 1 \right]}} - b$$

che, a convergenza, porta a determinare:

$$t_{critico} = \sqrt[3]{\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left[-\frac{c \cdot t_{critico}}{t_{critico} + b} + 1 \right]}} - b$$

e conseguentemente:

$$W_i = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot \left[\frac{a}{(t_{critico} + b)^c} \cdot t_{critico} \right] - Q_u \cdot t_{critico}$$

L'applicazione di tale metodo, trascurando il processo di trasformazione afflussi deflussi che avviene nel bacino scolante, comporta una sopravvalutazione delle portate di piena in ingresso alla rete e conseguentemente dei volumi in invaso.

L'applicazione delle equazioni sopra riportate ha determinato i seguenti risultati.

RISULTATI METODO DELLE SOLE PIOGGE			
portata in uscita	Q_u	212.5	l/s
durata critica	t_c	2.25	ore
		135	min
vol. specifico	v	192	m^3/ha
volume	V	5098	m^3

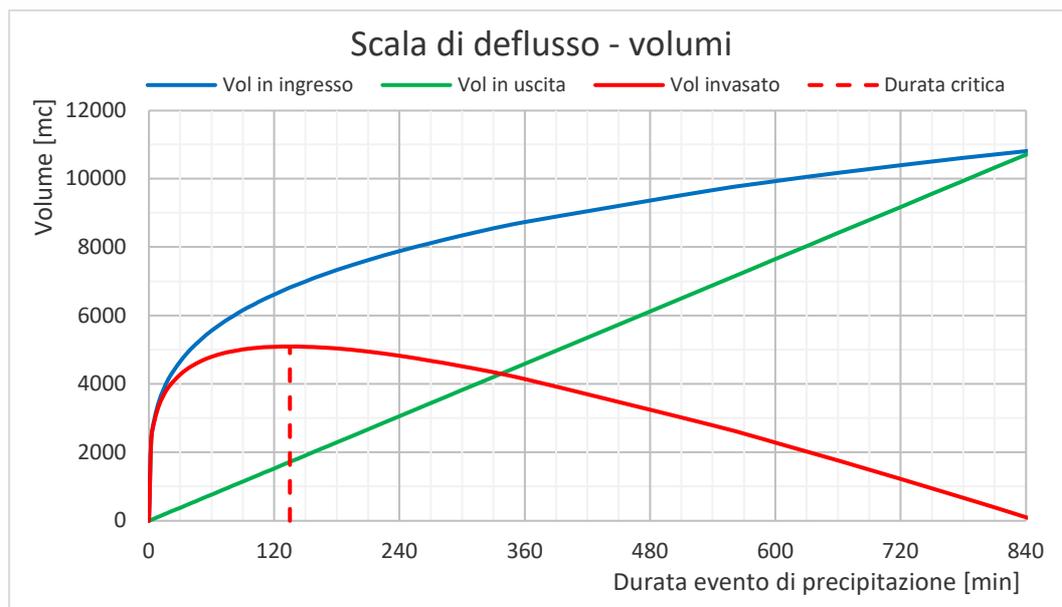


Figura 35 Scala di deflusso in volumi: in blu entrante nel sistema, in verde uscente, in rosso il volume invasato, per le differenti durate di precipitazione.

La tabella riporta il calcolo dei volumi di invaso per diverse durate di precipitazione ed evidenzia il volume massimo in corrispondenza di durate pari a **2.25 ore**.

Tabella 5 Calcolo dei volumi di invaso per diverse durate di precipitazione.

tp		h	Volume in ingresso	Volume in uscita	Volume invasato
min	ore	mm	mc	mc	mc
5	0.08	27.43	2970.76	63.75	2907.01
10	0.17	32.66	3538.05	127.50	3410.55
15	0.25	36.18	3918.86	191.25	3727.61
30	0.50	43.09	4667.19	382.50	4284.69
60	1.00	51.32	5558.42	765.01	4793.41
90	1.50	56.84	6156.69	1147.51	5009.18
120	2.00	61.11	6619.83	1530.01	5089.82
135	2.25	62.96	6819.36	1721.26	5098.10
150	2.50	64.65	7002.93	1912.51	5090.42
180	3.00	67.69	7332.35	2295.02	5037.33
240	4.00	72.79	7883.93	3060.02	4823.91
300	5.00	77.00	8340.18	3825.03	4515.16
360	6.00	80.62	8732.50	4590.03	4142.47
540	9.00	89.30	9672.42	6885.05	2787.36

Ai fini del mantenimento delle condizioni idrauliche esistenti, ovvero per garantire l'invarianza idraulica dell'intervento per un nuovo intervento con superficie tra il nuovo intervento ***si dovranno prevedere volumi d'invaso di compensazione non inferiori a:***

- 350 mc/ha di superficie di intervento
- 500 mc/ha di superficie impermeabilizzata

Nel caso specifico di un impianto fotovoltaico con superfici a verde non si applica il volume minimo sulla superficie di intervento ma il solo volume minimo per le superfici impermeabilizzate, applicato alla superficie netta dei pannelli fotovoltaici e alle coperture degli annessi tecnici. Si ottiene in questo modo un volume minimo pari a

$$V_{min} = 500 \cdot \frac{(101\,979 + 215)}{10000} = 5110 \text{ mc}$$

Il volume di invaso di progetto considerato è il maggiore tra i due calcolati e coincide quindi con 5110 mc.

7.3 Descrizione della soluzione progettuale

Nella soluzione allo stato di fatto si è optato per suddividere il lotto in comparti poiché non si prevede in fase costruttiva di egemonizzare le quote presenti ma si sfrutteranno le baulature già in essere allo stato di fatto. I porzionamenti in comparti tengono quindi conto dei deflussi determinati dalle quote allo stato di fatto e dagli ostacoli che si verranno a determinare nello stato di progetto con la realizzazione della viabilità interna che, come anticipato, sarà rialzata di 10-20 cm rispetto il ciglio dei bacini di invaso.

Si opta quindi per la realizzazione di 5 bacini di laminazione realizzati come aree depresse estese su ampie superfici all'interno delle aree riservate ai tracker. Non viene realizzato alcun intervento nelle fasce di rispetto per la mitigazione, per i fossi consortili, per l'elettrodotta, per il metanodotto.

Al fine di definire la dimensione dei bacini per ciascun comparto si suddivide il lotto di intervento nelle 5 superfici scolanti, come indicato precedentemente e riportate nella figura seguente. Per ciascun comparto si determina quindi un valore rappresentante la percentuale di area collettata, da cui si escludono le fasce di rispetto e la viabilità interna. I pesi così calcolati vengono quindi attribuiti al volume di invaso complessivo calcolato, definendo così i volumi da garantire per ciascun comparto. Parimenti viene realizzato per la laminazione nel definire la portata scaricabile.

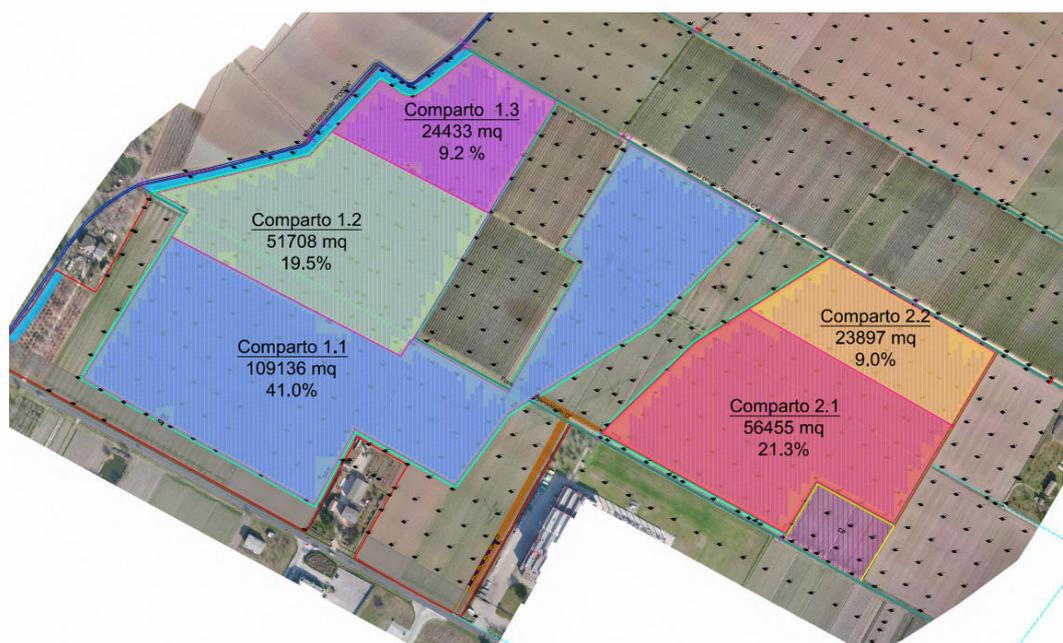


Figura 36 Porzionamento dell'area di intervento in comparti idraulici.

Si riportano di seguito i valori delle superfici individuate, il peso di ciascuna, il volume e la portata calcolati di conseguenza.

Tabella 6 Valore dei comparti, volumi e portate per comparto.

Comparto	Superficie	Porzione	Volume invaso	Portata laminata
	mq	%	mc	l/s
Comparto 1.1	109136	41.0%	2100	87.3
Comparto 1.2	51708	19.5%	996	41.4
Comparto 1.3	24433	9.2%	470	19.6
Comparto 2.1	56455	21.3%	1088	45.3
Comparto 2.2	23897	9.0%	460	19.1
Totale	265 629	100%	5114	212.7

Si determina così il volume di invarianza da assicurare per ciascun comparto.

Il collettamento dalla superficie viene garantito da fossati con sezione a "V" di larghezza 0.50 m e profondità 0.25 m, realizzati a ridosso della viabilità, intercettando le acque meteoriche superficiali seguendo la baulatura già presente sul lotto. Il volume di questi fossi non viene conteggiato nel volume di invarianza. L'acqua viene quindi collettata verso i bacini di laminazione e quindi scaricata, tramite manufatto con bocca tarata, verso i fossi privati, a loro volta confluenti nello scolo consortile "Fossa".

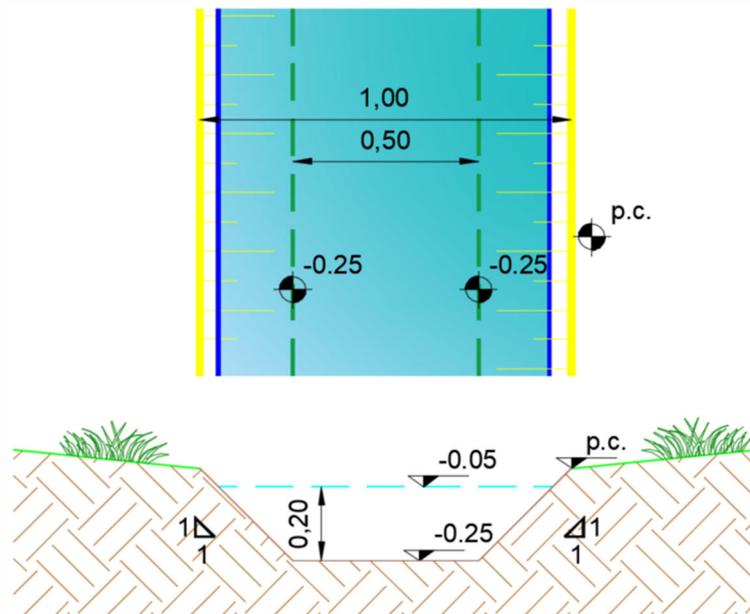


Figura 37 Sezione tipologica del fosso di collettamento.

Tabella 7 Parametri di dimensionamento del fosso di collettamento.

Parametro		
scarpa	-	1.00
Ks	m ^{1/3} /s	30.00
i	-	0.10%
B	m	1.00
b	m	0.50
H	m	0.25
franco	m	0.05
y	m	0.20
A	cm ²	1400
Q	l/s	34.32

Gli stessi bacini, per garantire un deflusso delle acque invase, presenteranno una pendenza trasversale pari allo 0.08÷0.12%.

Per la posizione dei bacini di invaso e laminazione si rimanda alle tavole allegate.

7.4 Dimensionamento delle opere di invarianza

Nel rispetto delle prescrizioni del Consorzio, sulla base di quanto esposto al paragrafo precedente, si procede al dimensionamento dei bacini di laminazione, come da tabella seguente.

Tabella 8 Caratteristiche geometriche del bacino di laminazione.

BACINI DI INVASO E LAMINAZIONE						
Identificativo bacino	-	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2
Area bacino su piano campagna	mq	8640	4806	2078	4496	1946
Area fondo bacino	mq	8373	4614	1947	4310	1792
Area liquida	mq	8562	4742	2038	4434	1911
Scarpa O/V	-	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Quota media piano campagna	m slm	21.55	21.32	21.67	22.10	22.20
Quota media fondo bacino	m slm	21.20	20.97	21.32	21.75	21.85
Quota tirante	m slm	21.45	21.22	21.57	22.00	22.10
Tirante idrico	m	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Franco di sicurezza	m	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Profondità di scavo	m	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Volume richiesto per minimo	mc	2100	996	470	1088	460
VOLUME INVASATO BACINO	mc	2117	1169	498	1093	463

I volumi così calcolati sono quindi superiori a quanto calcolato per ciascun comparto, in una percentuale compresa tra l'1% e il 17 %.

Nel complesso risulta quindi assicurato un volume di 5340 m, superiore a quanto richiesto dal calcolo del volume minimo, come riassunto nella tabella seguente.

Tabella 9 Riepilogo complessivo dei volumi invasati dai bacini

Volume da invasare	5110	mc
Comparto 1.1	2117	mc
Comparto 1.2	1169	mc
Comparto 1.3	498	mc
Comparto 2.1	1093	mc
Comparto 2.2	463	mc
Volume invasato bacini	5340	mc
Volume assicurato in eccesso	230	mc

A favore di sicurezza, non sono stati conteggiati nei volumi recuperabili i volumi utili del fosso di collettamento.

8 DESCRIZIONE DEI MANUFATTI DI REGOLAZIONE E SCARICO

In accordo con le Linee Guida del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, per la Valutazione di Compatibilità Idraulica, occorre garantire di non eccedere la massima portata di scarico consentita tramite la realizzazione di manufatti di laminazione. Questi sono costituiti da pozzetti, opportunamente dimensionati, con un setto di altezza tale che permetta di sfiorare, con funzionamento a stramazzo, fino alla portata corrispondente ad un TR di 50 anni. Una luce di fondo a quota di scorrimento consente di laminare la portata fissata secondo il coefficiente udometrico di 8 l/s ha.

La soglia sfiorante viene dimensionata per garantire il mantenimento del volume di invaso nel bacino di laminazione, ossia pari ad una quota di -0.15 m rispetto il ciglio dei bacini. Viene posta quindi la soglia sfiorante alla massima quota di invaso.

La dimensione del foro della luce a battente è stata calcolata mediante le equazioni della foronomia

$$Q = c_c \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

attribuendo al coefficiente di contrazione c_c un valore pari a 0.55.

La laminazione si effettua sfruttando l'installazione di condotte in PVC di diametro adeguato, con scorrimento pari allo scorrimento del bacino di laminazione. Il diametro risultante dalle equazioni per determinata soglia di altezza al fine di garantire la non eccedenza della portata da laminare è riportata nella tabella seguente.

Tabella 10 Dimensionamento dei manufatti di laminazione

Comparto	Portata laminata	Quota tirante	Quota luce di fondo	Altezza soglia	Condotte PVC
	l/s	m rif	m rif	m	mm
1.1	87.3	21,45	20,90	0,55	Ø 250
1.2	41.4	21,22	20,50	0,72	Ø 160
1.3	19.6	21,57	21,00	0,57	Ø 125
2.1	45.3	22,00	21,33	0,67	Ø 160
2.2	19.1	22,10	21,53	0,57	Ø 125

Al fine di ridurre la possibilità di intasamento della luce di fondo, si predispone una griglia fermaerbe a monte della luce stessa. Inoltre, il pozzetto contenente la soglia avrà un fondo ribassato di 0.10 cm per consentire il deposito di sabbie e limi. Sarà necessaria e fondamentale la periodica pulizia del manufatto per mantenere la completa efficienza del sistema.

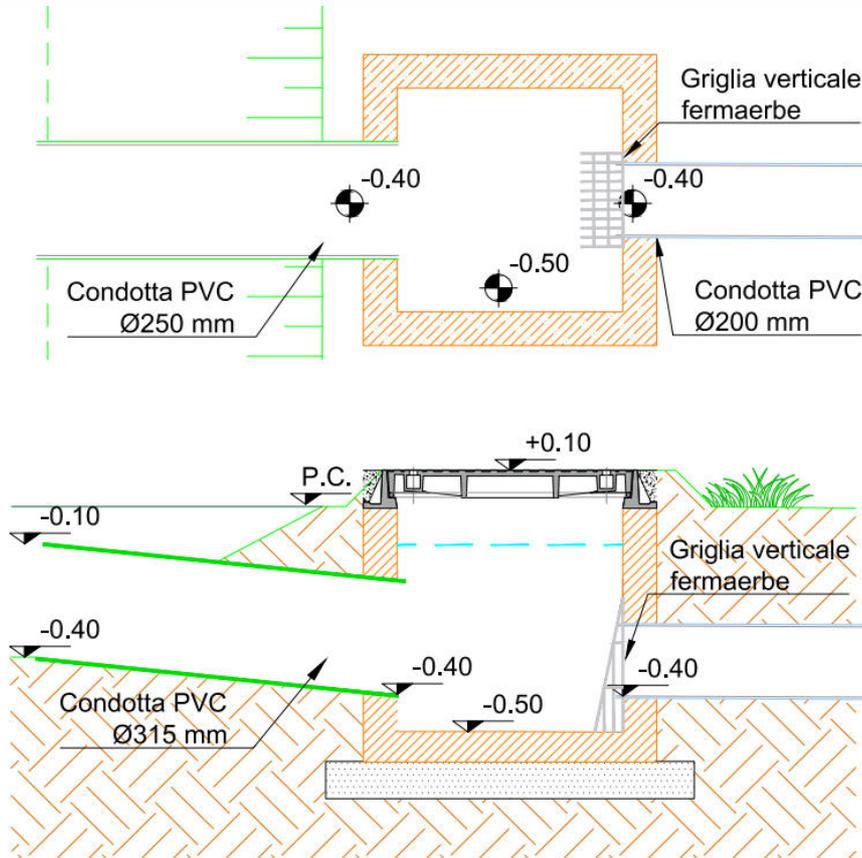


Figura 38 Pianta e sezioni tipologiche del manufatto di laminazione.