

**CONSULENTE:****Asi Ingegneria Srl**

Sede legale: viale G.Matteotti, 39/4  
31044 Montebelluna (TV)  
C.F./P.I.: 05030930266  
C: +39 0423/765207  
e: info@asi-ingegneria.it

**COMMITTENTE :****AD Ravarino s.r.l.**

Sede legale: Vicolo Gumer 9,  
39100 - Bolzano (BZ)  
C.F./P.I.: 03207000211  
PEC: dgitaliaholding@legalmail.it

**PROGETTISTA :****Eliot Engineering Srl**

Sede legale: via G. Toniolo, 42,  
31027 Spresiano (TV)  
Sede operativa: via Panà, 56/Ter  
35027 Noventa Padovana (PD)  
P. IVA: 05158540269  
C: +39 049/7292491  
e: info@eliot-engineering.it

**TITOLO****PROGETTO DEFINITIVO**

Provincia di Modena - Comune di Ravarino

**IMPIANTO DI PRODUZIONE DA SOLARE FOTOVOLTAICO A TERRA DI POTENZA****PARI A 9.613,60 kWp ED OPERE DI UTENZA PER LA CONNESSIONE**

Impianto da realizzarsi in AREA IDONEA ai sensi del c.8 art.20 del D.Lgs.199/21

**Idraulica - Relazione di verifica di compatibilità idraulica**

REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
	00	30/04/2024	Prima emissione	M. Sonego	M. Lasen	S. Zambelli
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-

TIPOLOGIA DELL'ELABORATO		CODIFICA DELL'ELABORATO			
RELAZIONE		PP_269IRG01			
NOME DEL FILE	SCALA CAD	FORMATO	SCALA	FOGLIO	
PP_269IRG01.docx	1 unità = 1	A4	-	/	

**PROGETTO DEFINITIVO**

**IMPIANTO DI PRODUZIONE ED OPERE PER LA CONNESSIONE  
ALLA RETE ELETTRICA**

**RELAZIONE DI VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

**COMMITTENTE**

**AD RAVARINO s.r.l.**

Vicolo Gumer 9 – 39100 Bolzano (BZ)  
Cod. Fisc. e P. IVA 03207000211  
PEC: adravarino@legalmail.it

**PROGETTAZIONE**

**Eliot Engineering srl**

via G. Toniolo 41 – 31027 Spresiano (TV)  
Cell. 339.1817508 Tel. 049.7292491  
C.F. e P.IVA 05158540269

**Storia delle revisioni**

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato
00	30/04/2023	Prima emissione	Eliot Team	M.V.F.	S.Z.

ASI Ingegneria srl - viale G. Matteotti, 29/4 - 31044 Montebelluna (TV)  
Eliot Engineering srl - via G. Toniolo, 42 - 31027 Spresiano (TV)

## INDICE

1. Premessa .....	3
2. Inquadramento generale e descrizione delle opere previste in progetto .....	4
2.1 Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area in esame .....	5
2.1.1 Inquadramento geologico .....	5
2.1.2 Inquadramento geomorfologico .....	7
2.2 Inquadramento idraulico dell'area in esame.....	10
2.3 Analisi delle criticità idrauliche dell'area in esame .....	15
2.3.1 Piano Gestione Rischio Alluvioni .....	15
2.3.2 Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico .....	16
2.3.3 Criticità idrauliche nell'area in esame .....	17
2.4 Inquadramento dell'area dal Piano Regolatore Comunale.....	24
3. Contenuti della valutazione di compatibilità idraulica .....	26
3.1 Precipitazione di progetto.....	26
4. Provvedimenti per il contenimento dei deflussi e verifica di invarianza idraulica .....	28
4.1 AREA OVEST - Determinazione dei deflussi critici e dei volumi di compensazione idraulica.....	28
AREA OVEST - Verifica del volume di invaso minimo richiesto dal Consorzio di Bonifica.....	30
AREA OVEST - Verifica del volume di compenso minimo .....	31
AREA OVEST - Verifica idraulica del dispositivo di limitazione delle portate .....	32
AREA OVEST - Verifica idraulica sfioro di troppo pieno e capacità di smaltimento del ricettore.....	33
4.2 AREA EST - Determinazione dei deflussi critici e dei volumi di compensazione idraulica.....	33
AREA EST - Verifica del volume di invaso minimo richiesto dal Consorzio di Bonifica .....	35
AREA EST - Verifica del volume di compenso minimo .....	36
AREA EST - Verifica idraulica del dispositivo di limitazione delle portate .....	37
AREA EST - Verifica idraulica sfioro di troppo pieno e capacità di smaltimento del ricettore.....	37
4.3 Verifica della quota di imposta dei pannelli e delle cabine elettriche.....	38
5. Conclusioni.....	40

**1. PREMESSA**

La presente relazione tratta gli aspetti idraulici connessi alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica, da allocare sui terreni agricoli siti a Sud-Est della Zona Produttiva di Via F.lli Montanari, in Comune di Ravarino in Provincia di Modena.

L'impianto Fotovoltaico di tipo grid connected sarà suddiviso in varie sezioni, ognuna collegata alla rete di distribuzione in media tensione tramite cabina di ricezione e P.O.D. dedicati. L'impianto fotovoltaico sarà del tipo ad inseguimento automatico su un asse.

La conversione da continua in alternata, verrà effettuata per mezzo di inverter distribuiti in campo, disposti in modo da assicurare il miglior funzionamento relativo all'accoppiamento inverter-stringa e limitare le perdite.

Infine, verranno effettuate le connessioni degli inverter alle cabine di trasformazione e poi alle cabine di consegna previste da e-distribuzione, che permetteranno l'immissione dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico sulla rete del distributore. L'impianto in progetto sarà configurato per la cessione dell'energia elettrica in rete al netto di quella necessaria per i servizi di centrale.

Per i dettagli tecnici dell'impianto si rimanda alla documentazione progettuale.

Ai sensi delle Norme Tecniche di settore, la presente costituisce relazione sulla "valutazione di compatibilità idraulica" dell'intervento, volta a verificare che le condizioni di deflusso conseguenti alla realizzazione delle opere previste in progetto non siano più gravose di quelle attuali.

Al fine di non aggravare le condizioni della rete idraulica ricettrice saranno quindi individuati gli opportuni accorgimenti che consentano di assorbire l'effetto dei maggiori deflussi meteorici previsti secondo il principio dell'invarianza idraulica e recepire le indicazioni del Consorzio di Bonifica competente per l'area in esame

## **2. INQUADRAMENTO GENERALE E DESCRIZIONE DELLE OPERE PREVISTE IN PROGETTO**

L'area oggetto di intervento è ubicata a Sud del centro abitato di Ravarino seguendo via Morotorto (SP1), ad una quota altimetrica di c.a. 20 m sul livello medio del mare e si sviluppa a Sud della SP1, tra via Montegrappa ad Ovest e via Confine ad Est. Trattasi di un territorio soggetto a scolo naturale.

In prossimità dell'area oggetto di indagine è presente una piccola zona industriale ed un'azienda florovivaistica. Il territorio circostante è composto da campi coltivati e un tessuto residenziale sparso, tipico delle zone rurali della Pianura Padana. Dal punto di vista morfologico il terreno presenta andamento pianeggiante.



**Figura 1 - Fotopiano dell'area oggetto di intervento.**

L'intervento prevede la realizzazione di un parco fotovoltaico per la generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile dove i pannelli risultano montati su tracker rotanti.

Per struttura di sostegno dei pannelli fotovoltaici, si intende un sistema costituito dall'assemblaggio di profili metallici, in grado di sostenere e ancorare al suolo una struttura raggruppante un insieme di moduli fotovoltaici, nonché di ottimizzare l'esposizione di quest'ultimi nei confronti della radiazione solare.

Nello specifico, i moduli fotovoltaici verranno montati su strutture di sostegno ad inseguimento automatico su un asse (tracker monoassiali) e verranno ancorate al terreno mediante paletti di fondazione infissi nel terreno naturale esistente sino ad una profondità di 1,5/2 m circa.

Le strutture di sostegno saranno distanziate con un interasse, le une dalle altre, in direzione Nord-Sud, di circa 4,6 m per permettere il passaggio di mezzi tra le file e per evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco, che si manifestano nelle primissime ore e nelle ultime ore della giornata.

Ogni tracker si muove indipendentemente dagli altri, guidati dal proprio sistema di guida.

Il sistema tracker massimizza la densità di potenza sull'area di terra disponibile, aumentando la capacità di picco installabile rispetto ad altri inseguitori.

Tali strutture verranno fissate su pali di fondazione; il loro dimensionamento verrà calcolato, dal punto di vista statico e sarà stabilito definitivamente a seconda delle condizioni del suolo e dell'ubicazione. La profondità d'infissione di tali strutture verrà accuratamente valutata mediante prove dirette condotte in sito mediante dinamometro; tali prove consisteranno nella valutazione delle condizioni di rottura per taglio del terreno di sedime, raggiunte applicando una forza orizzontale in testa all'elemento e nella verifica allo sfilamento.

## **2.1 Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area in esame**

### **2.1.1 Inquadramento geologico**

Il territorio Comunale di Ravarino si sviluppa nell'area di media e bassa pianura modenese, in un settore deposizionalmente influenzato dalle alluvioni dei fiumi Secchia e Panaro.

Da un punto di vista geologico il Comune di Ravarino è interno ad un ampio bacino, fortemente subsidente ed attivo sin dal Plio-Pleistocenico, che si estende tra Carpi e Cento di Ferrara, denominato "Bacino di Carpi" o meglio noto come "Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia, collocata tra due grandi archi di pieghe, che costituiscono la porzione più esterna dell'Appennino settentrionale, rappresentati dalle "Zona delle pieghe pedeappenniniche", a Sud, più prossime alla catena appenninica, e dalla "Dorsale di Ferrara", a Nord; quest'ultima è caratterizzata da un'ampia struttura anticlinale molto evidente ed elevata, che corre da Massa Finalese a Mirandola, con direzione complessiva E/SE-N/NW e che, in corrispondenza di Novi di Modena e Correggio, subisce una decisa inflessione verso Sud, con andamento SE-NW. Lungo tali allineamenti, lo spessore dei depositi quaternari subisce una notevole riduzione, sino a poche decine di metri (80/90 m).

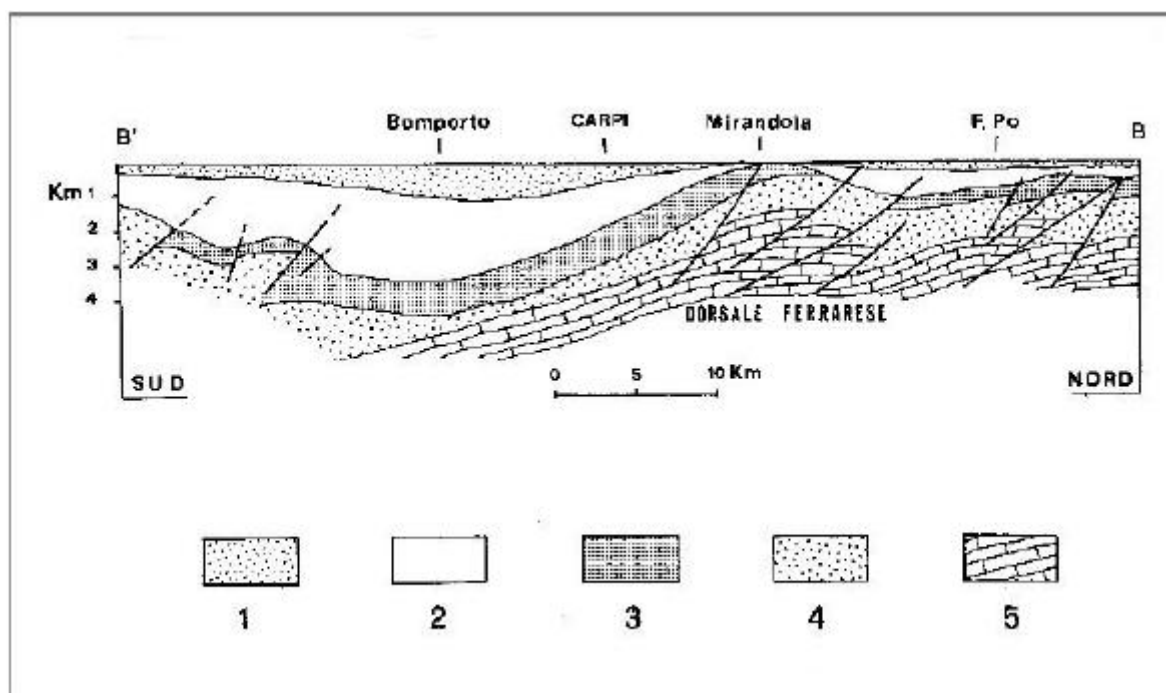
In termini generali ed in modo schematico possiamo individuare tre zone principali:

- "Zona delle pieghe pedeappenniniche", dal margine collinare alla Via Emilia, costituita da una successione di sinclinali ed anticlinali, con asse a vergenza appenninica, spesso fagiate e sovrascorse sul fianco Nord;
- "Zona della Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia", dove i depositi quaternari raggiungono il loro massimo spessore per tutta la pianura Padana;
- "Zona della Dorsale Ferrarese", alto strutturale costituito da una serie di pieghe associate a faglie dove, in talune culminazioni, lo spessore del Quaternario si riduce a poche decine di metri.

Il territorio comunale ricade nella zona della sinclinale di Bomporto.

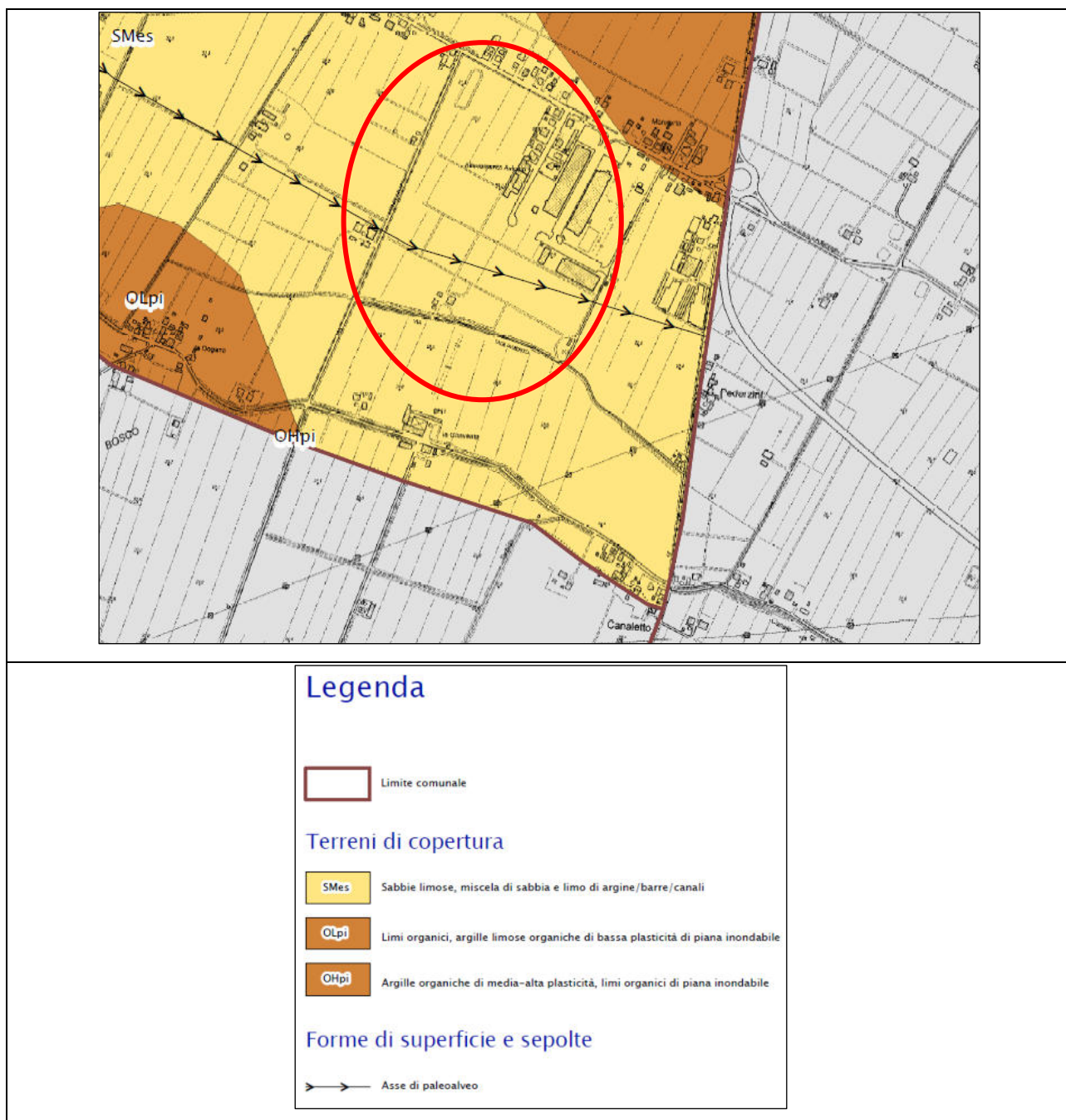
Lo spessore della successione plio-quaternaria, cioè dei sedimenti che si sono depositati negli ultimi 5 milioni di anni (dalla base del Pliocene ad oggi) raggiunge in tale zona spessori sino a 4.000 m.





**Figura 2 - Sezione geologica schematica, indicativa della situazione strutturale profonda della bassa pianura modenese.**  
**Legenda:** 1) depositi alluvionali; 2) sedimenti marini del Pliocene superiore e Quaternario; 3) sedimenti marini del Pliocene inferiore; 4) sedimenti marini del Paleocene-Miocene; 5) formazioni calcaree marine del Mesozoico.

Il riempimento della Pianura Padana ad opera dello smantellamento della catena alpina ed appenninica, ha portato quindi all'accumulo di depositi, dapprima marini e successivamente continentali di piana alluvionale, in un bacino sedimentario che ha subito una notevole azione di subsidenza. Modalità e tempi di deposizione dei materiali sono stati controllati principalmente dalla tettonica e, dal Pliocene medio-superiore ad oggi, dall'evoluzione delle pieghe-faglie descritte. Sabbie limose miscele di sabbia e limo di argine/barre/canali.



**Figura 3 - Estratto della carta geologica del Comune di Ravarino.**

Trattandosi di aree deposizionali con probabile presenza di falda superficiale, non sono ipotizzabili sistemi di dispersione sul suolo o sugli strati superficiali del sottosuolo.

### 2.1.2 Inquadramento geomorfologico

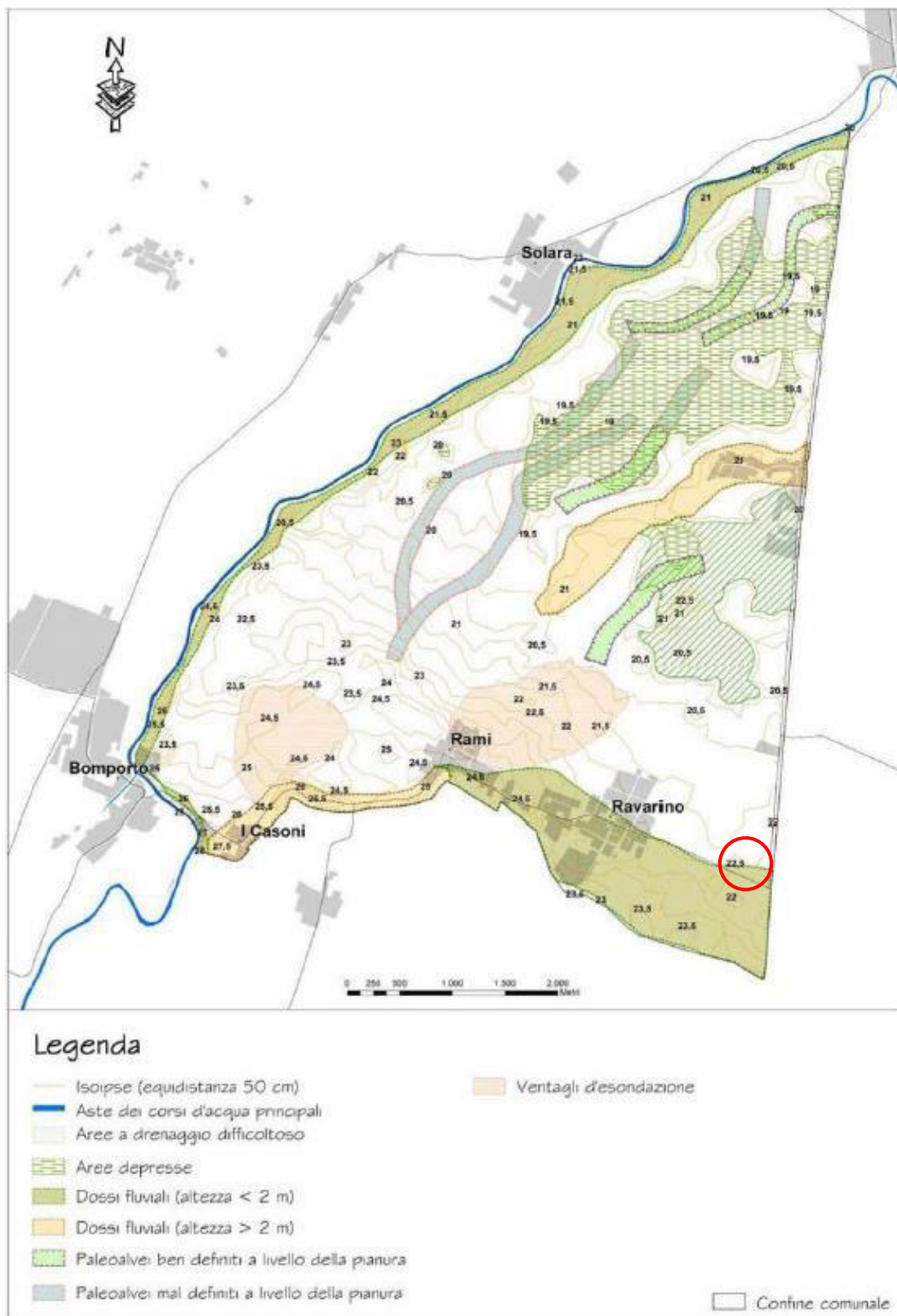
Il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza di forme lineari rilevate, dette “dossi”, corrispondenti ad alvei antichi od attuali pensili sulla pianura circostante e da zone morfologicamente depresse all'interno delle quali l'acqua tenderebbe



a ristagnare, se non allontanata dai canali di bonifica. I dossi e i paleodossi sono di forma generalmente allungata e sinuosa, poco rilevanti e dolcemente raccordanti alle superfici adiacenti.

La distribuzione dei dossi e, più in generale, delle unità geomorfologiche degli argini naturali e dei bacini interfluviali ha condizionato e condiziona tuttora sia l'assetto idraulico di superficie che la distribuzione degli insediamenti antropici, soprattutto storici: le strutture rilevate (dossi), vere e proprie direttrici geomorfologiche, sono state infatti sede preferenziale dello sviluppo insediativo e viario, a causa della migliore difesa dalle esondazioni e delle migliori condizioni geotecniche dei terreni; al contrario le aree depresse, specie nelle zone di vera e propria conca, sono state sede di paludi ed acquitrini fino alla avvenuta bonifica.

L'area di progetto rientra in parte in un dosso fluviale (altezza < 2 m) come si può vedere dalla figura successiva. Si ritiene perciò che, ai fini della compatibilità idraulica dell'intervento in oggetto si debba intervenire prevedendo la posa delle opere tecnologiche ad una quota tale da limitare la possibilità che i livelli idrici possano entrare in contatto con le apparecchiature elettriche e a garanzia dell'invarianza idraulica delle nuove opere occorrerà dimensionare e garantire il ricavo di un volume di invaso superficiale di compensazione idraulica.



**Figura 4 - Carta geomorfologica su base semplificata (Tratta da PSC-Ravarino).**

## **2.2 Inquadramento idraulico dell'area in esame**

Dal punto di vista idrografico l'area in esame ricade all'interno del bacino del fiume Panaro, la cui asta fluviale è posta a circa 4,7 km ad Ovest rispetto all'area in esame.

Il territorio in cui è presente l'area è di competenza del Consorzio della Bonifica Burana, in particolare essa è interna al bacino di scolo del Canale Collettore Acque Alte, il quale si immette nel fiume Panaro in Comune di Finale Emilia (MO).

Il Consorzio della Bonifica Burana gestisce 2.500 chilometri di canali, 52 impianti idrovori, 1 cassa di espansione, 67 stazioni di telerilevamento, 50 chilometri di fasce boscate e più di 2.000 manufatti.

Il sistema di bonifica è impostato sul principio della separazione tra le acque provenienti dai terreni alti e le acque provenienti dai terreni più depressi. Le Acque Basse, quando necessario, vengono immesse nei fiumi riceventi attraverso impianti idrovori; le Acque Alte sono regolate da chiaviche emissarie e/o impianti che recapitano nei fiumi riceventi, di norma, per gravità.

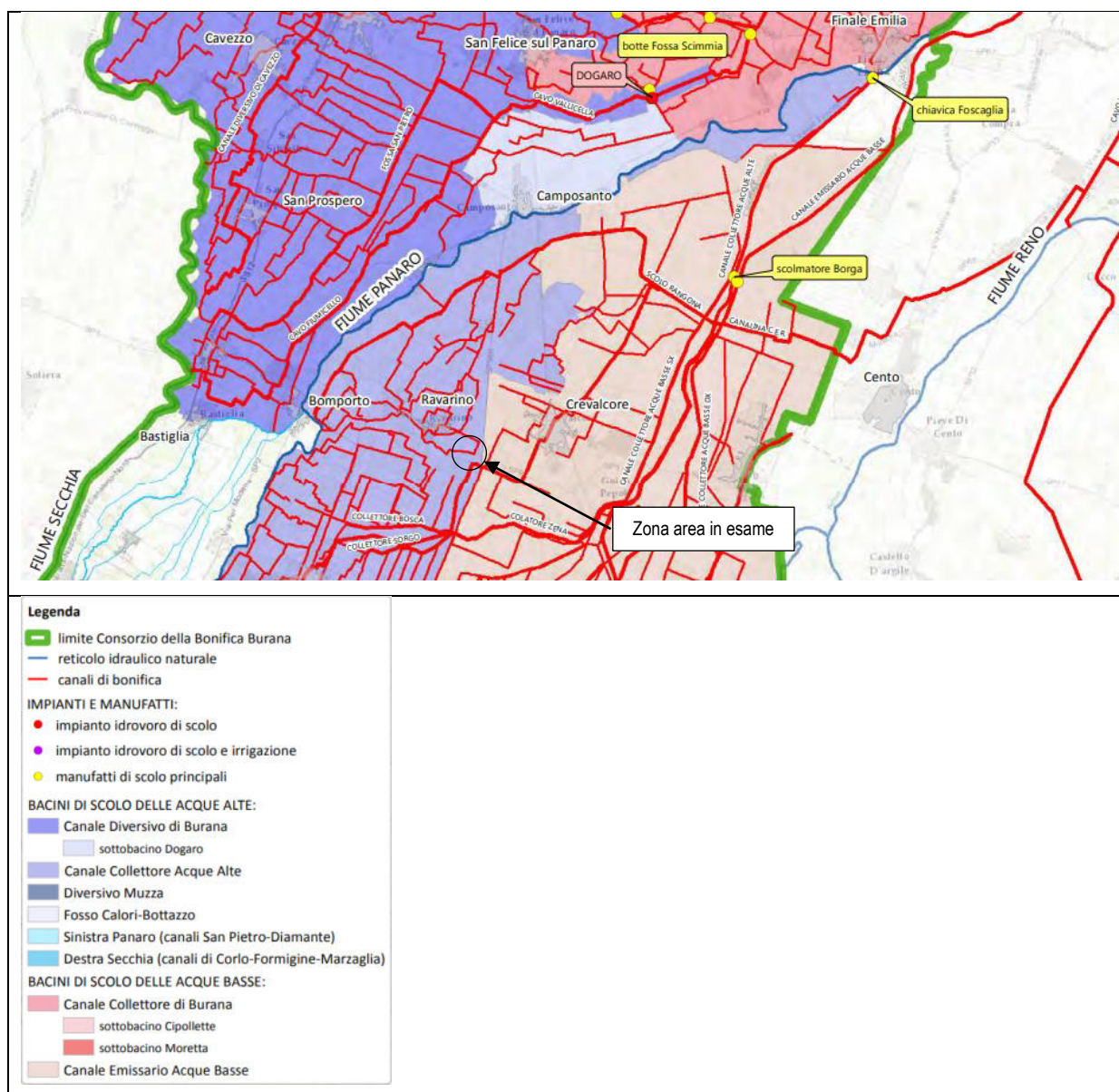
Il territorio di pianura è naturalmente ripartito in due grandi comprensori posti rispettivamente in sinistra ed in destra idraulica del fiume Panaro. Ognuno di questi sistemi idraulici è regolato da sistemi di scolo delle Acque Alte e delle Acque Basse facenti capo a canali collettori principali.

Ravarino ricade nel comprensorio in destra idrografica del fiume Panaro e rientra pertanto nel bacino del fiume Po attraverso i canali collettori affluenti del fiume Panaro.

Per quanto riguarda il percorso che seguono le acque meteoriche che afferiscono all'area in esame, esse vengono recapitate nella scolina denominata "Canaletta Principale", che costeggia il lato Ovest dell'area di progetto. Da qui le acque defluiscono in ordine: nel capofosso Dogaro Levante, nello Scolo Rangona, per finire poi nel Canale Collettore Acque Alte, che recapita le sue acque nel fiume Panaro a Finale Emilia.

Si rende noto inoltre che lungo il tracciato della "Canaletta Principale" è presente una condotta sotterranea denominata "Canaletta Conventa" dalla quale è opportuno tenere 3 metri di fascia di rispetto secondo le disposizioni del Consorzio.

Di seguito si riporta un estratto della tavola Allegato 6A "Bacini di scolo" del Piano di Classifica del Consorzio.



**Figura 5 - Estratto tavola dei “Bacini di scolo” (Allegato 6A) del Piano di Classifica del Consorzio della Bonifica Burana.**

L'area ricade all'interno della Zona Omogenea DXP6 “Bassa Pianura dx Panaro”, come si può osservare nella figura successiva.



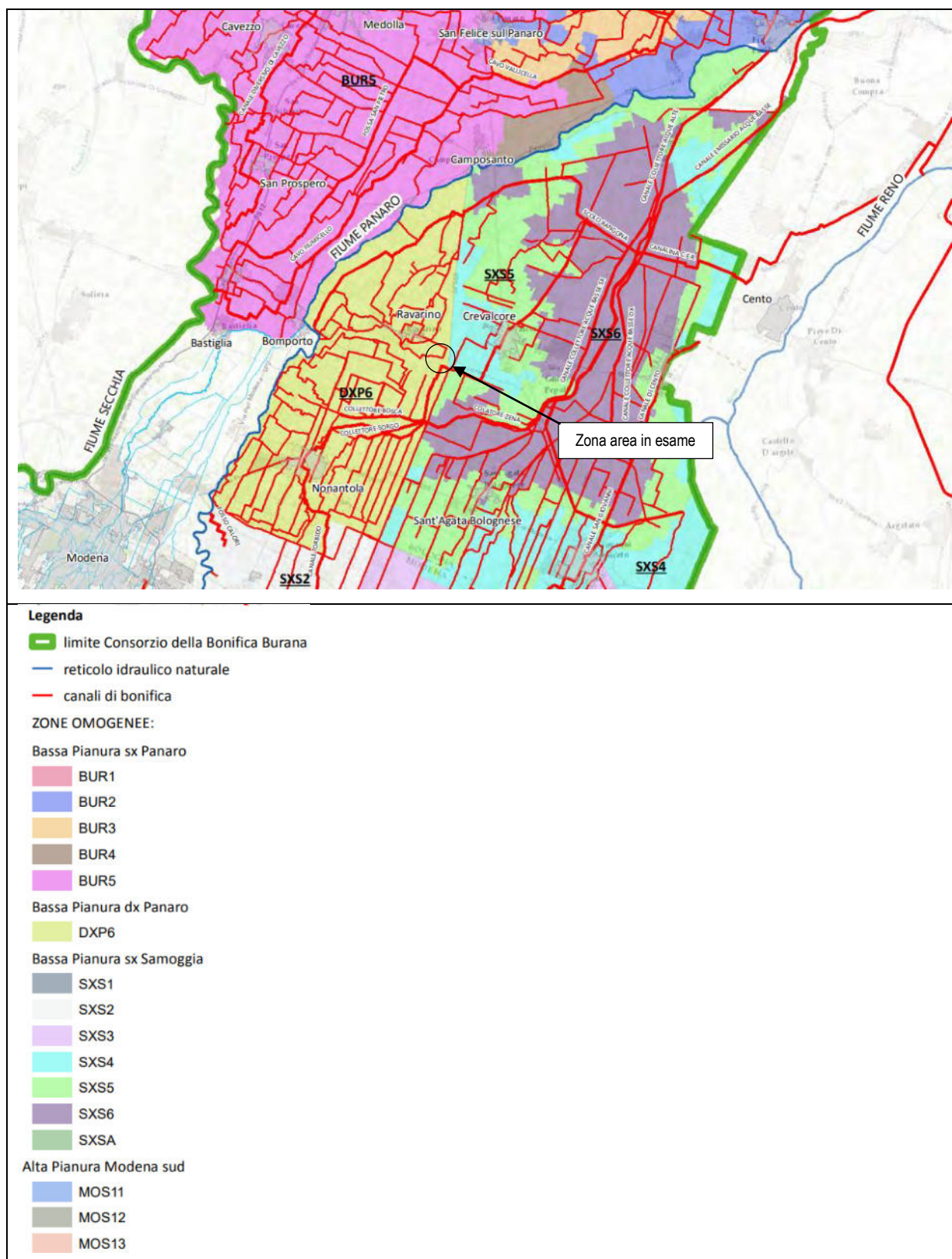
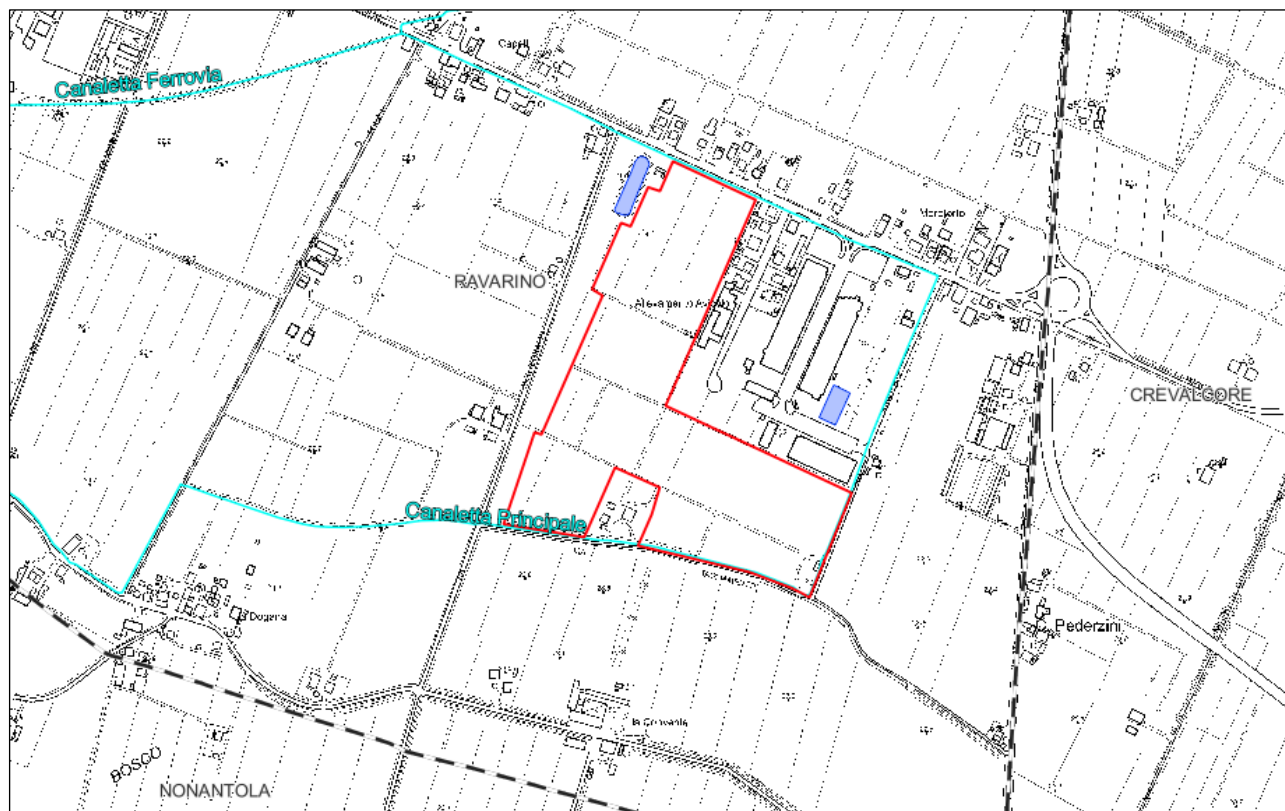
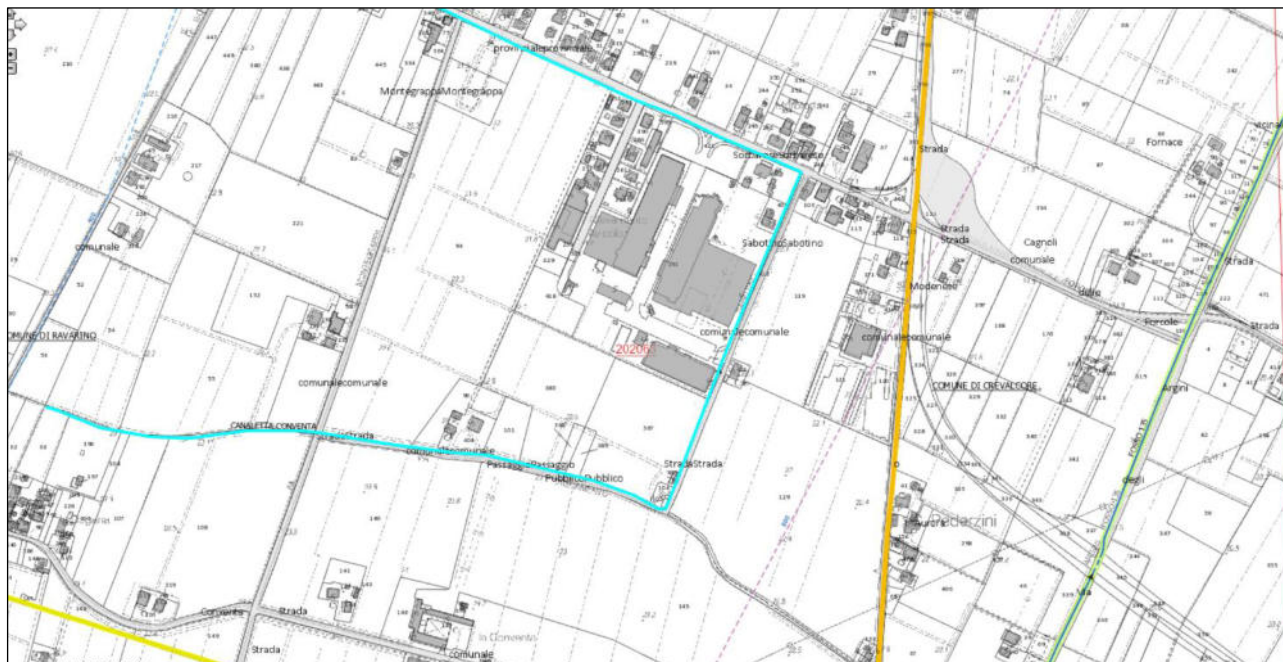


Figura 6 - Estratto tavola delle "Zone omogenee" (Allegato 6E) del Piano di Classifica del Consorzio della Bonifica Burana.





**Figura 7 - Tracciato canaletta Principale.**

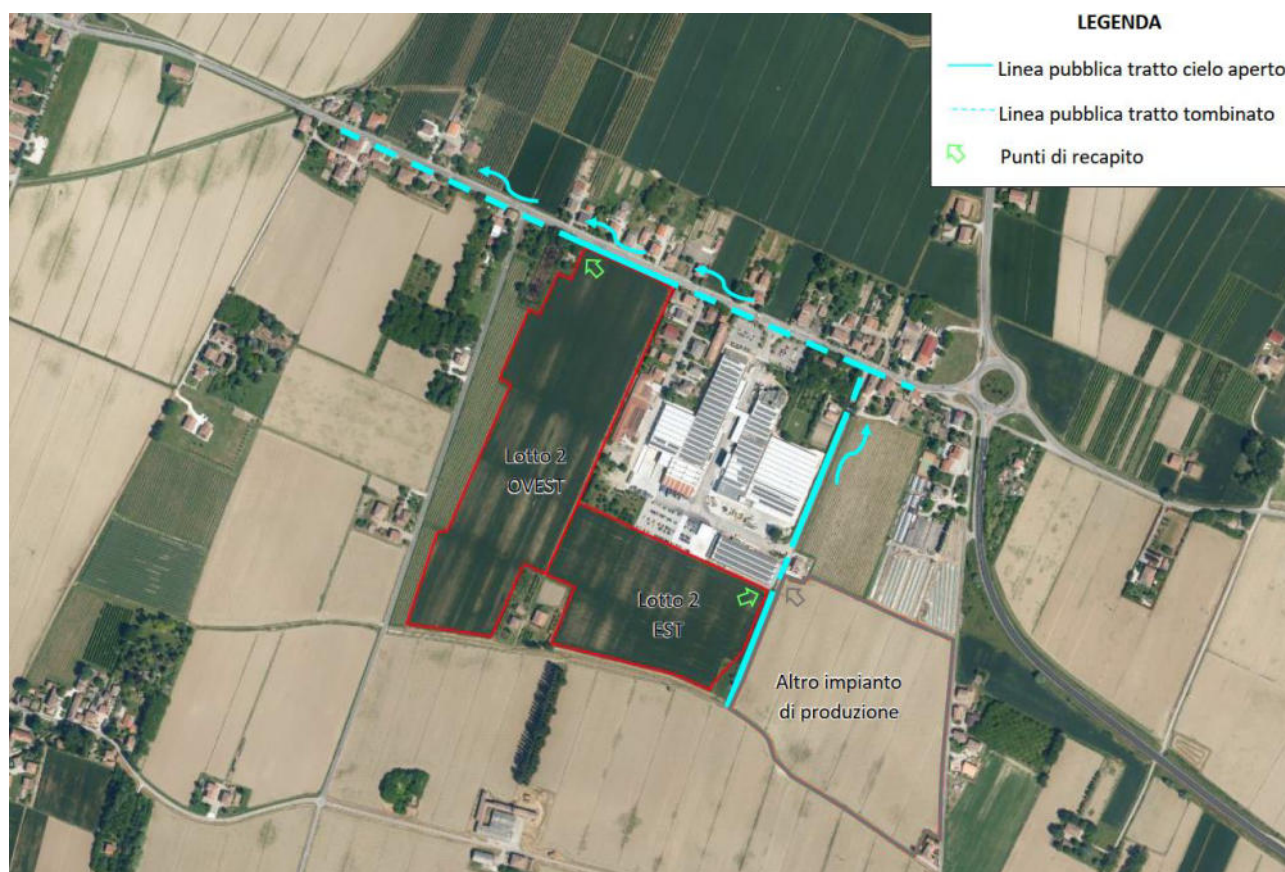


**Figura 8 - Traccia Canaletta "Conventa".**

Vista l'altimetria dell'area in esame, l'impianto sarà diviso in due lotti denominati "EST" e "OVEST" per dare migliore garanzia del funzionamento del sistema di invaso concepito.

Il lotto Ovest sarà collegato alla condotta stradale esistente sull'angolo Nord-Ovest appositamente rilevata. La condotta si sviluppa a Sud della Strada Provinciale SP1 via Morotorto e risulta in parte tombinata ed in parte a cielo aperto. Nel tratto di SP confinante con l'impianto risulta a cielo aperto per proseguire verso Ovest tombinata con una condotta in calcestruzzo Ø400 mm. Anche verso Est risulta tombinata ed è necessario prevederne la continuità degli scarichi.

Il lotto Est, permette il collettamento verso la scolina di raccolta delle acque a campagna che prosegue tombinata verso Nord e si raccorda alla linea di scarico di via Morotorto. Vista l'altimetria e la presenza di un altro impianto fotovoltaico ad Est del comparto in esame, si ritiene corretto proporre la medesima gestione degli invasi e dello scarico di questa porzione dell'area interessata dall'installazione dell'impianto.



**Figura 9 - Punti di recapito nella rete pubblica previsti per le aree in esame.**

## **2.3 Analisi delle criticità idrauliche dell'area in esame**

### **2.3.1 Piano Gestione Rischio Alluvioni**

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale.

In data 20 dicembre 2021 con Delibera 5/2021, la Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di Bacino del fiume Po ha adottato l'aggiornamento del PGRA ai sensi degli art. 65 e 66 del D. Lgs. 152/2006.

Le norme tecniche di attuazione del Piano, con le relative cartografie, sono poste in salvaguardia ed entrano in vigore il giorno successivo alla pubblicazione dell'avviso della delibera di adozione sulla Gazzetta Ufficiale.

Il Piano ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, tecnico-operativo e normativo che:

- individua e perimetra le aree allagabili per diversi scenari di pericolosità idraulica e le aree a rischio, pianificando e programmando le azioni e le norme d'uso sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato;

- coordina la disciplina prevista dagli altri strumenti della pianificazione di bacino presenti nel distretto idrografico dell'AdB Po.

Il Piano persegue finalità prioritarie di incolumità e di riduzione delle conseguenze negative da fenomeni di pericolosità idraulica ed esercita la propria funzione per tutti gli ambiti territoriali che potrebbero essere affetti da fenomeni alluvionali anche con trasporto solido.

Per il perseguimento delle finalità del Piano l'Autorità di bacino distrettuale può emanare direttive che individuano criteri e indirizzi per:

- a. la perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica e delle aree a rischio;
- b. la progettazione e l'attuazione di interventi di difesa per i dissesti idraulici;
- c. l'attuazione delle norme e dei contenuti del Piano.

### **2.3.2 Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico**

Il "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico" (PAI), adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n.1 in data 11/05/1999, rappresenta lo strumento di governo con la tempestività e l'agilità richieste dall'urgenza dei problemi di natura idraulica ed idrogeologica, che non possono invece essere garantite dai tempi, necessariamente più lunghi, di approvazione del Piano di bacino complessivo. Esso rappresenta l'atto di pianificazione, per la difesa del suolo dal rischio idraulico e idrogeologico o, conclusivo e unificante dei due strumenti di pianificazione precedentemente approvati:

- il "Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione" (PS 45), realizzato a seguito della piena del novembre 1994;
- il "Piano Stralcio delle Fasce Fluviali" (PSFF), relativo alla rete idrografica principale del sottobacino del Po sotteso alla confluenza del Tanaro (territorio della Regione Piemonte e Valle d'Aosta) e, per la restante parte del bacino, all'asta del Po e agli affluenti emiliani e lombardi, limitatamente ai tratti arginati.

Rispetto ai Piani stralcio in precedenza adottati, il PAI contiene pertanto, per l'intero bacino:

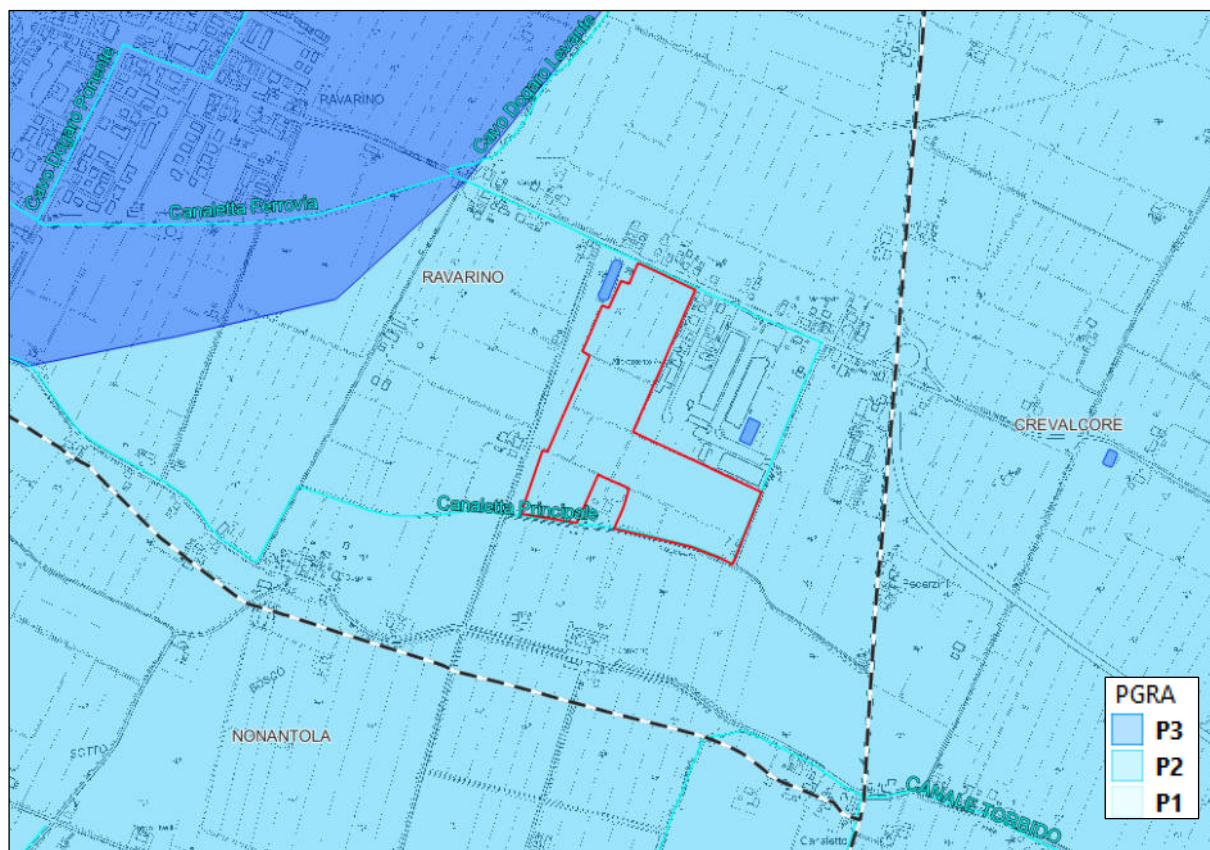
- il completamento del quadro degli interventi strutturali a carattere intensivo, sui versanti e sui corsi d'acqua, rispetto a quelli individuati nel PS 45 e che non trovano copertura finanziaria nell'ambito delle leggi collegate (leggi 22/95, 35/95, 185/92) e negli Schemi Previsionali e Programmatici citati;
- l'individuazione del quadro degli interventi strutturali a carattere estensivo;
- la definizione degli interventi a carattere non strutturale, costituiti principalmente dagli indirizzi e dalle limitazioni d'uso del suolo nelle aree a rischio idraulico e idrogeologico:
  - a completamento della delimitazione delle fasce fluviali ai rimanenti corsi d'acqua principali del bacino, per i quali assume la normativa relativa alla regolamentazione degli usi del suolo e degli interventi nei territori fluviali delimitati già approvata nell'ambito del PSFF;



- con riferimento all'individuazione e alla perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, nella restante parte del territorio collinare e montano, conformemente a quanto previsto dal testo del decreto-legge 11 giugno 1998, n 180, coordinato con la legge di conversione 3 agosto 1998, n 267.

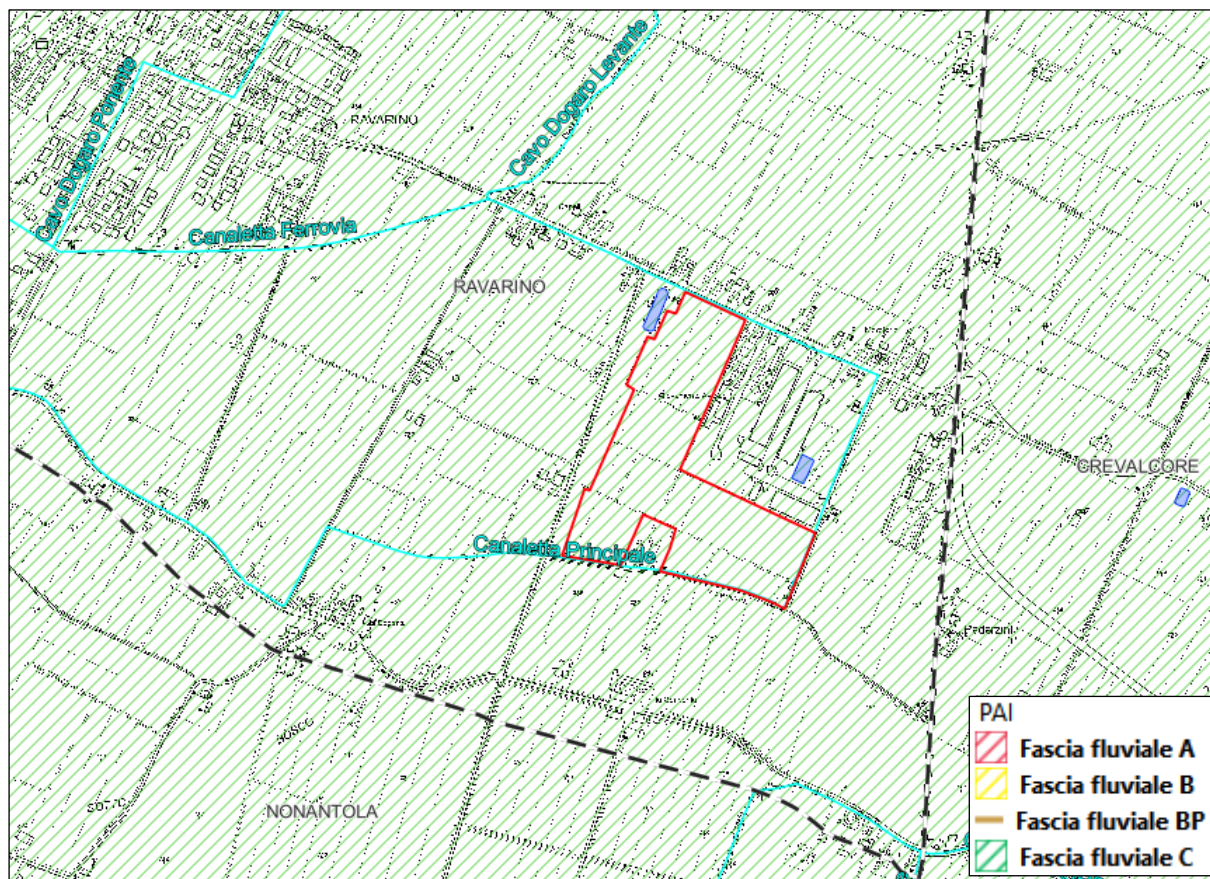
### **2.3.3 Criticità idrauliche nell'area in esame**

Si riportano nelle figure seguenti gli estratti delle mappe delle aree allagabili del PGRA e delle fasce fluviali del PAI.

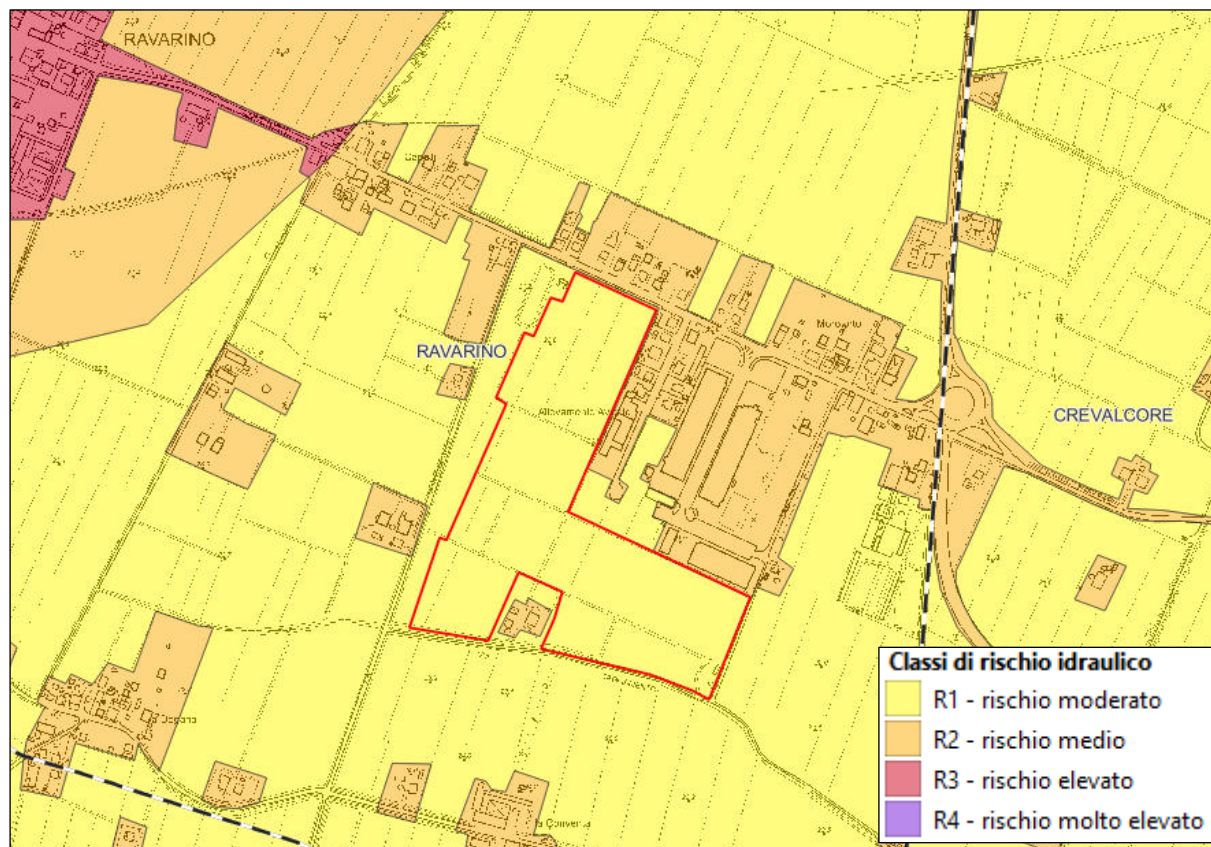


**Figura 10 - Estratto elaborato di progetto con tematismo delle aree allagabili del PGRA Po.**





**Figura 11 - Estratto elaborato di progetto con tematismo delle fasce fluviali del PAI Po.**



**Figura 12 Estratto Classi di Rischio idraulico PGRA fiume Po.**

L'area risulta quindi perimetrata a Pericolosità P2 o aree interessate da alluvione poco frequente ed interessa l'ambito territoriale RSP (Reticolo Secondario di Pianura). Inoltre l'area risulta anche interna alla Fascia fluviale C del PAI Po e ricade in area a rischio idraulico R1.

Per quanto riguarda l'area allagabile P2, la Variante alle Norme di Attuazione del PAI e del PAI Delta (Allegato n.1 alla Deliberazione di Comitato Istituzionale n.5 del 7 dicembre 2016) alla Parte Seconda, Parte III (Norme in materia di coordinamento tra il PAI Delta e il PGRA) riporta quanto segue:



## RELAZIONE DI VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Codifica

PD\_269IRG01

Rev. 00

del 30/04/2024

Pag. 20 di 40

### Art. 21

**Mappe della pericolosità, degli elementi esposti a rischio e del rischio di alluvione (Mappe PGRA). Coordinamento dei contenuti delle Mappe PGRA con il previgente quadro conoscitivo del PAI Delta, ai sensi dell'art. 9 del D. lgs. n. 49/2010.**

1. Gli elaborati cartografici rappresentati dalle Mappe della pericolosità, Mappe degli elementi esposti a rischio e Mappe del rischio di alluvione (di seguito brevemente definite Mappe PGRA) costituiscono integrazione al quadro conoscitivo del PAI Delta. 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);
  - le relative mappe degli elementi esposti al rischio di alluvioni;
  - le mappe del livello di rischio 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 Mappe 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 Delta ai sensi del precedente articolo 4, comma 5 delle presenti Norme con riguardo, in particolare, all'Elaborato n. 4 (Delimitazione delle fasce fluviali – cartografia alla scala 1:10.000 e 1:100.000) del presente Piano.
4. Al fine di assicurare, ove necessario, il più tempestivo aggiornamento dell'Elaborato 4 del presente Piano, il Segretario Generale è delegato ad approvare, previo parere del Comitato Tecnico, le varianti alle perimetrazioni delle Fasce fluviali ai fini del loro adeguamento al nuovo quadro conoscitivo del PAI Delta risultante dalle integrazioni introdotte dalle Mappe PGRA.
5. Le suddette Mappe PGRA costituiscono altresì necessario quadro di riferimento per la stipulazione delle Intese di cui al precedente art. 4bis, comma 5 delle presenti Norme di Attuazione nonché, laddove ciò occorra, per l'aggiornamento delle Intese già stipulate in adempimento al medesimo art. 4bis, comma 5.

### Art. 22

**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 della Parte III delle presenti NA, emanano, ove necessario, disposizioni concernenti l'attuazione del PGRA nel settore urbanistico, integrative rispetto a quelle già assunte ai sensi dell'articolo 4bis delle presenti Norme. Decorso tale termine, gli enti territorialmente interessati dal Piano sono comunque tenuti ad adottare gli adempimenti relativi ai propri strumenti urbanistici ai fini dell'attuazione del PGRA, con particolare riguardo 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 Delta. 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:
  - **Reticolo principale di pianura (RP):** nelle aree interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare, alle disposizioni di cui agli artt. 11bis, 11ter e 11quater;
  - **Reticolo secondario di pianura (RSP) e Aree costiere marine (ACM):** nelle aree interessate da alluvioni frequenti, poco frequenti e rare, compete alle Regioni e agli Enti locali, 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 L. 24 febbraio 1992, n. 225 e s. m. i.
3. Nell'ambito delle misure di cui ai commi precedenti le Regioni, sulla base del nuovo quadro conoscitivo risultante dalle Mappe PGRA, provvedono altresì a dare attuazione agli indirizzi di cui all'art. 13 (Procedure a favore della rilocalizzazione degli edifici siti nelle Fasce A-B e C1) delle presenti NA, in conformità con quanto

Nella DGR 1300/2016 "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di gestione del rischio di alluvioni nel settore urbanistico" al punto 5 – Reticolo Secondario di Pianura (RSP) si può leggere quanto segue:

Il Reticolo secondario di pianura (RSP) è costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio - bassa pianura padana.

La perimetrazione delle aree potenzialmente allagabili è stata effettuata con riferimento agli scenari di alluvione frequente (P3) e poco frequente (P2) previsti dalla Direttiva.

Il metodo di individuazione delle aree soggette ad alluvioni è stato di tipo prevalentemente storico - inventariale e si è basato sugli effetti di eventi avvenuti generalmente negli ultimi 20-30 anni in quanto ritenuti maggiormente rappresentativi delle condizioni di pericolosità connesse con l'attuale assetto del reticolo di bonifica e del territorio.

A questa tipologia di aree si aggiungono limitate zone individuate mediante modelli idrologico - idraulici e aree delimitate sulla base del giudizio esperto degli enti gestori in relazione alla incapacità, più volte riscontrata, del reticolo a far fronte ad eventi di precipitazione caratterizzati da tempi di ritorno superiori (in media) a 50 anni (individuato come tempo di ritorno massimo relativo allo scenario P3). **Stante le caratteristiche proprie del reticolo, nello scenario di alluvione poco frequente (P2), l'involuppo delle aree potenzialmente allagabili, coincidente con gran parte dei settori di pianura dei bacini idrografici, ha carattere indicativo e necessita di ulteriori approfondimenti di tipo conoscitivo. Ne deriva che l'estensione delle aree interessate da alluvioni rare (P1) è ricompresa, di fatto, nello scenario P2.**

Le alluvioni dovute ad esondazione del reticolo artificiale di bonifica, seppure caratterizzate da alta frequenza, presentano tiranti e velocità esigui che danno origine a condizioni di rischio medio (R2) e moderato/nulla (R1) e in casi limitati, prevalentemente situati in zone urbanizzate e insediate interessate da alluvioni frequenti, a condizioni di rischio elevato (R3).

La mitigazione delle condizioni di rischio per il patrimonio edilizio esistente si fonda su azioni di protezione civile ed eventualmente di autoprotezione e di protezione passiva.

Per quanto riguarda gli interventi edilizi nel seguito dettagliati si fa riferimento alle disposizioni specifiche sotto riportate.

## 5.2 Disposizioni specifiche

In relazione alle caratteristiche di pericolosità e rischio descritte nel paragrafo precedente, nelle aree perimetrate 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.

Si deduce quindi che per aree P2 in ambito territoriale RSP la normativa vigente stabilisce che compete alle Regioni ed agli Enti locali regolamentare le attività consentite in queste aree. Inoltre, qualora gli strumenti urbanistici territoriali non diano specifiche disposizioni, devono essere garantite misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte e 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.

Per quanto riguarda la fascia fluviale C gli art. 28 e 31 del PAI Po definiscono la fascia fluviale C, mentre l'38 tratta gli interventi di realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico. Di seguito si riportano i suddetti articoli:

#### **Art. 28. Classificazione delle Fasce Fluviali**

1. Apposito segno grafico, nelle tavole di cui all'art. 26, individua le fasce fluviali classificate come segue.

- 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.

- 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.

- 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.**

**Art. 38. Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico**

1. Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine **i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità**, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui al comma successivo, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.

2. L'Autorità di bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità e alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini d'impatto sull'assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere di cui al comma 1 sarà espresso dalla stessa Autorità di bacino.

3. Le nuove opere di attraversamento, stradale o ferroviario, e comunque delle infrastrutture a rete, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino.

Dalla normativa vigente si evince che nei territori in fascia C, i Comuni sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di limitare le stesse, ad applicare anche parzialmente, fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle NTA del PAI relative alla Fascia B. Inoltre si nota che è consentita la realizzazione di opere di interesse pubblico in territori in fascia C, purché essi vengano corredati da uno studio di compatibilità idraulica.

## **2.4 Inquadramento dell'area dal Piano Regolatore Comunale**

Dalla tavola 1 "Zonizzazione" del PRG del Comune di Ravarino (Variante specifica 2019), di cui si riporta un estratto nella figura successiva, si osserva che l'area in esame ricade in una "Zona agricola normale B1".

All'art. 19 "Zone territoriali Omogenee – Zone Agricole" comma 9 delle NTA del PRG del Comune di Ravarino (variante specifica 2019), si legge:

### *B) Zone agricole normali*

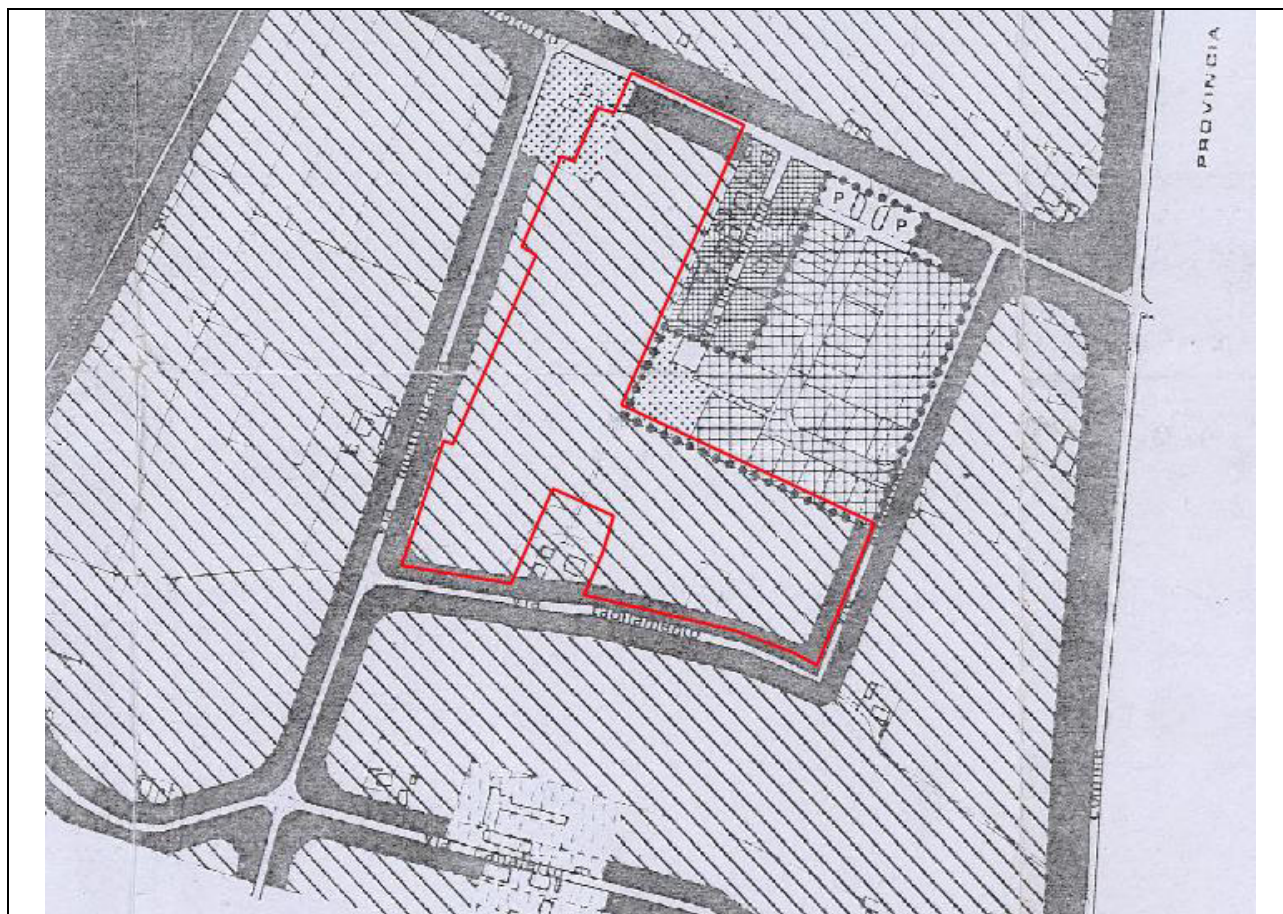
*Definite come zone agricole destinate a sviluppare le proprie potenzialità produttive senza che siano necessarie particolari misure di tutela. Tali zone sono differenziate, a seconda delle prevalenti vocazioni produttive, nelle seguenti sottozone individuate cartograficamente: B1 e B2.*

Mentre, al comma 11 dello stesso articolo sono invece riportati gli interventi ammessi nelle zone agricole normali B:

*Le zone agricole tipo B) sono le zone destinate a sviluppare le loro elevate potenzialità produttive, in funzione dei più opportuni usi agricoli. In tutte le sottozone delle zone agricole normali sono ammessi gli interventi di tipo a), b.2), c.2), c.3), h), e), f), i), l), m) e p). Inoltre per la sottozona di tipo B.1) sono ammessi anche gli interventi di tipo d).*

Osservando il comma 2 "Definizione degli interventi nelle zone agricole" dell'art.19 si osserva che non si fa cenno ad interventi di realizzazione di infrastrutture tecnologiche quali ad esempio impianti di tipo fotovoltaico. La pianificazione urbanistica comunale non fornisce quindi dettagli per questo genere di strutture.

Tuttavia, con la recente D.G.R. n. 214 del 13/02/2023 riguardante la "Specificazione dei criteri localizzativi per garantire la massima diffusione degli impianti fotovoltaici e per tutelare i suoli agricoli e il valore paesaggistico e ambientale del territorio" viene espresso che, nei terreni definiti idonei, è consentita l'installazione di impianti fotovoltaici su terreno agricolo.



ZONA A PREVALENTE DESTINAZIONE RESIDENZIALE		ZONE DI USO PUBBLICO DI INTERESSE GENERALE	
-----	ZONA TERRITORIALE OMOGENEA A-ZONA CENTRALE AMBIENTALE	[Pattern]	ZONE TERRITORIALI OMOGENEE FeG-ZONE DESTINATE A SPAZI PUBBLICI ATTREZZATI A PARCO, PER IL GIOCO E LO SPORT
[Pattern]	ZONA TERRITORIALE OMOGENEA B-ZONA EDIFICATA A PREVALENTE DESTINAZIONE RESIDENZIALE	[Pattern]	ZONE TERRITORIALI OMOGENEE FeG - ZONE DESTINATE AD ATTREZZATURE E SERVIZI PUBBLICI: ISTRUZIONE, ASILI, SCUOLE MATERNE, CANTIERI
[Pattern]	ZONA TERRITORIALE OMOGENEA B-ZONA SIGHERIFICIO	[Pattern]	ZONE DESTINATE ALLA VIABILITA' E PARCHEGGI
[Pattern]	ZONA TERRITORIALE OMOGENEA C-ZONA PER NOVI INSEDIAMENTI RESIDENZIALI	[Pattern]	
ZONA A PREVALENTE DESTINAZIONE PRODUTTIVA		[Pattern]	ZONE A VINCOLO SPECIALE
[Pattern]	ZONA TERRITORIALE OMOGENEA D-ZONA DESTINATA AD INSEDIAMENTI PRODUTTIVI DI COMPLETAMENTO	[Pattern]	ZONE D'ACQUA
[Pattern]	ZONA TERRITORIALE OMOGENEA D-ZONA DESTINATA AD INSEDIAMENTI PRODUTTIVI DI ESPANSIONE	[Pattern]	ZONE DI RISPETTO STRADALE
ZONA TERRITORIALE OMOGENEA E-ZONE AGRICOLE			
[Pattern]	ZONA AGRICOLA DI RISPETTO DEI FIUMI, DEI TORRENTI E DEI GRANDI CANALI-FASCIA DI TUTELA ALLARGATA		
[Pattern]	ZONA AGRICOLA DI RISPETTO DEI CIMITERI		
[Pattern]	ZONA AGRICOLA DI RISPETTO DEI BENI AMBIENTALI		
[Pattern]	ZONA AGRICOLA DI RISPETTO DEI CENTRI ABITATI		
[Pattern]	ZONA AGRICOLA NORMALE R1		
[Pattern]	ZONA AGRICOLA NORMALE R2		
[Pattern]	ZONA AGRICOLA DI RISPETTO DEI FIUMI, DEI TORRENTI E DEI GRANDI CANALI-FASCIA DI TUTELA RIDOTTA		
		[Pattern]	PERIMETRO TERRITORIO URBANIZZATO
		[Pattern]	PERIMETRO COMPARTO DI ATTUAZIONE
		[Pattern]	PERIMETRO AREE P.E.E.P.
		[Pattern]	LINEE DI SOSTITUZIONE DEL LOTTO, ALTERNATIVE
		*** 1a-b	RIF. ART.19 COMMA 16

**Figura 13 - Estratto della tavola 1 "Zonizzazione" del PRG del Comune di Ravarino.**



### 3. CONTENUTI DELLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Per quanto concerne il contenuto dello studio idraulico in questione si fa riferimento alle indicazioni del Consorzio di Bonifica Burana, che richiede venga applicato il principio di invarianza idraulica alle opere di progetto. Le opere d'invarianza idraulica saranno dimensionate in analogia a quanto previsto per l'impianto fotovoltaico limitrofo denominato "Ravarino 1".

L'intervento non prevede opere che andranno a ridurre in maniera sostanziale l'impermeabilizzazione dell'area in quanto l'area rimarrà a verde e le pannellature saranno di tipo mobile. È opportuna comunque una specifica analisi dell'area a garanzia della corretta gestione dei deflussi meteorici, in quanto sono previste opere di servizio quali viabilità di accesso, cabine elettriche e convenzionalmente, per le aree in cui è prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici con uso del terreno agricolo, si considera un coefficiente di deflusso medio pari a 0,4 in luogo allo 0,1 utilizzato per le aree a coltivo tradizionali. Si ritiene perciò che, ai fini della compatibilità idraulica dell'intervento in oggetto, si debba intervenire garantendo il potenziamento e la continuità idraulica degli scolì privati esistenti del comparto in esame, il ricavo di un volume di invaso opportunamente dimensionato sulla superficie territoriale e la realizzazione di un manufatto di regolazione dei deflussi verso la rete superficiale demaniale, con la funzione di regolazione dei flussi idrici verso valle.

Si prevede pertanto di analizzare il regime idraulico e verificare i volumi di laminazione minimi atti a garantire e migliorare il funzionamento del sistema idraulico ricettore.

Per far ciò si segue il seguente processo:

- analisi del grado di rischio e di pericolosità idraulica dell'area: esposto nei capitoli che precedono;
- analisi degli eventi piovosi e determinazione di quello più gravoso per l'area in esame, in funzione del tempo di corrivazione, della durata dell'evento e del suo tempo di ritorno;
- bilancio idrico per la verifica del sistema idraulico con un tempo di ritorno di 100 anni;
- dimensionamento del volume di compensazione minimo richiesto dal Consorzio di Bonifica;
- definizione della quota minima di salvaguardia idraulica;
- formulazione delle prescrizioni, da adottare nei riguardi dei realizzatori delle opere, affinché gli interventi di progetto non aggravino la situazione idraulica preesistente.

Vista l'altimetria dell'area in esame, come già anticipato, l'impianto sarà diviso in due lotti denominati "EST" e "OVEST" per dare migliore garanzia del funzionamento del sistema di invaso concepito.

#### 3.1 Precipitazione di progetto

Le equazioni di possibilità pluviometrica sono state ricavate dallo "STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA SULLA RETE DI FOGNATURA DI NONANTOLA". Il comune di Nonantola è posto circa 5 km a Sud-Ovest del centro di Crevalcore.

Dall'analisi di tale studio risulta che la linea segnalatrice di possibilità pluviometrica è stata determinata sulla base dello "Studio dell'adeguamento del reticolo idraulico di bonifica alle mutate esigenze territoriali, Regime delle piogge intense nel comprensorio della Bonifica di Burana" commissionato dal Consorzio di Bonifica Burana Leo-Scotenna-Panaro al DISTART dell'Università di Bologna.

Se ne riassumono di seguito i principali risultati.

Lo studio ha preso in considerazione 30 stazione pluviometriche (dati di precipitazioni massime di più giorni consecutivi) e 11 stazioni pluviografiche (dati di precipitazioni massime di più ore consecutive) con almeno 15 anni di osservazioni disponibili. Considerato un certo tempo di ritorno, i valori di altezza di precipitazione sono posti in relazione con la durata della precipitazione attraverso un legame funzionale che prende il nome di linea segnalatrice di possibilità pluviometrica.

Tale curva viene espressa analiticamente da un'equazione a due parametri nella forma  $h = a \cdot t^n$  in funzione del tempo di ritorno secondo l'impostazione di "Gumbel".

Si riportano nella tabella seguente i valori medi calcolati di  $a(T)$  e  $n(T)$  validi su tutta l'area di pianura del Consorzio di Bonifica per piogge di durata oraria e giornaliera:

**Tabella 1 - Parametri curve di possibilità pluviometrica validi per la pianura del Consorzio di Bonifica Burana.**

<b><i>T</i></b> <b>(anni)</b>	<b><i>t</i> in ore</b>		<b><i>t</i> in giorni</b>	
	<b><i>a</i></b> <b>(mm/ora)</b>	<b><i>n</i></b>	<b><i>a</i></b> <b>(mm/g)</b>	<b><i>n</i></b>
2	20.7	0.278	47.9	0.271
5	30.8	0.257	62.9	0.272
10	36.9	0.249	72.7	0.273
20	42.7	0.243	82.2	0.273
50	50.2	0.237	94.5	0.274
100	55.9	0.233	103.7	0.274
200	61.5	0.231	112.8	0.274

Assunto un tempo di ritorno pari a 100 anni l'equazione utilizzata nei calcoli di dimensionamento è:  $h = 55,9 \cdot t^{0,233}$ .

Tutti calcoli esposti nei capitoli seguenti faranno pertanto riferimento ad un tempo di ritorno di progetto pari a 100 anni.



#### 4. PROVVEDIMENTI PER IL CONTENIMENTO DEI DEFLUSSI E VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA

Il principio di invarianza idraulica richiede che vengano individuate le aree cui attribuire funzioni compensative o mitigative, in modo che la trasformazione dell'area non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa.

Come abbiamo già anticipato, date le caratteristiche del sottosuolo e la natura geologica dei terreni, non è auspicabile prevedere sistemi di dispersione nel suolo mediante pozzi o trincee/fossati drenanti. Nel seguito saranno calcolati i volumi di compensazione idraulica che permetteranno la laminazione dei maggiori deflussi di piena previsti.

##### 4.1 AREA OVEST - Determinazione dei deflussi critici e dei volumi di compensazione idraulica

In considerazione della forma e dell'estensione della superficie scolante, la valutazione della portata generata dal bacino è stata eseguita con il metodo cinematico. Applicando tale metodo, si ipotizza che la portata in una ipotetica sezione terminale cresca e si esaurisca linearmente nel tempo, come se l'intero bacino fosse costituito da una superficie rettangolare piana, investita da una precipitazione di intensità  $j = h / t$  costante nel tempo.

La portata massima è espressa nella forma:

$$Q_{\psi\varphi} = \frac{Sh}{t}$$

Per valutare il coefficiente di deflusso medio  $\varphi$ , sono state individuate le aree con caratteristiche omogenee assegnando a ciascuna di esse un prefissato valore convenzionale del coefficiente di deflusso previsto dalla delibera regionale. In funzione della loro estensione, il valore di  $\varphi$  è stato valutato con una media ponderale sull'area.

Per poter definire l'incidenza della copertura delle pannellature in funzione dell'inclinazione delle stesse è stata calcolata una media pesata sulla durata delle varie posizioni dei pannelli nell'arco della giornata tipo.

**Tabella 2 - Definizione del coefficiente di deflusso per l'area di impianto fotovoltaico.**

Posizione	Ore	Percentuale di copertura	Percentuale di verde	Media pesata del coefficiente di deflusso
		coef. Deflusso 0.9	coef. Deflusso 0.1	
-45°	3.5	28.63%	71.37%	0.33
0°	5	50.11%	49.89%	0.50
+45°	3.5	28.63%	71.37%	0.33
<b>Media pesata globale</b>				<b>0.40</b>

Risulta quindi un coefficiente di deflusso specifico medio pari a 0,4.

Il tempo di corrivazione, e analogamente, il valore del coefficiente di ritardo  $\psi$  sono stati stimati in funzione della dimensione dell'area, della pendenza media della stessa e del coefficiente di deflusso.

Lo stato finale dell'area interessata dai lavori è sintetizzato, per l'analisi delle impermeabilizzazioni, nella tabella di seguito esposta dove la sola superficie interessata dall'impianto che pesa per l'80,1% del totale.

**Tabella 3 – AREA OVEST - Stato di progetto superficie contribuente ai deflussi.**

tipo di superficie	tipo di pavimentazione	Superficie		$\phi$ [-]
		[m <sup>2</sup> ]	[%]	
Area Parco Fotovoltaico	mista	54106,7	79,2%	0,4
Area pertinenza cabine e viabilità	drenante	1641,5	2,4%	0,6
Area Cabina 1 e 2	impermeabile	47,5	0,1%	0,9
Area Cabina di consegna	impermeabile	34,2	0,1%	0,9
Area a verde	permeabile	12461,1	18,2%	0,2
<b>Totale</b>		<b>68291</b>	<b>100%</b>	
<b>Coefficiente di deflusso medio</b>			<b><math>\phi</math></b>	<b>0,369</b>

Curve segnalatrici a 2 parametri, Tr = 100 anni				
Nonantola	(fonte: compatibilità idraulica rete fognatura di nonantola)			
	a=	55,90		
	n=	0,233		
<u>Tempo di corrivazione</u>				
	t=	28,80	[min]	
<u>Altezza di precipitazione</u>				
	h=	47,1	[mm]	
<u>Intensità di precipitazione</u>				
	i=	98,2	[mm/ora]	
<u>Coefficiente di ritardo</u>				
	$\psi$ =	0,54		
<u>Portata</u>				
	Q=	0,371	[m <sup>3</sup> /s]	
		1334,5	[m <sup>3</sup> /ora]	
<u>Coefficiente udometrico</u>				
	u=	54,3	[l/s,ha]	

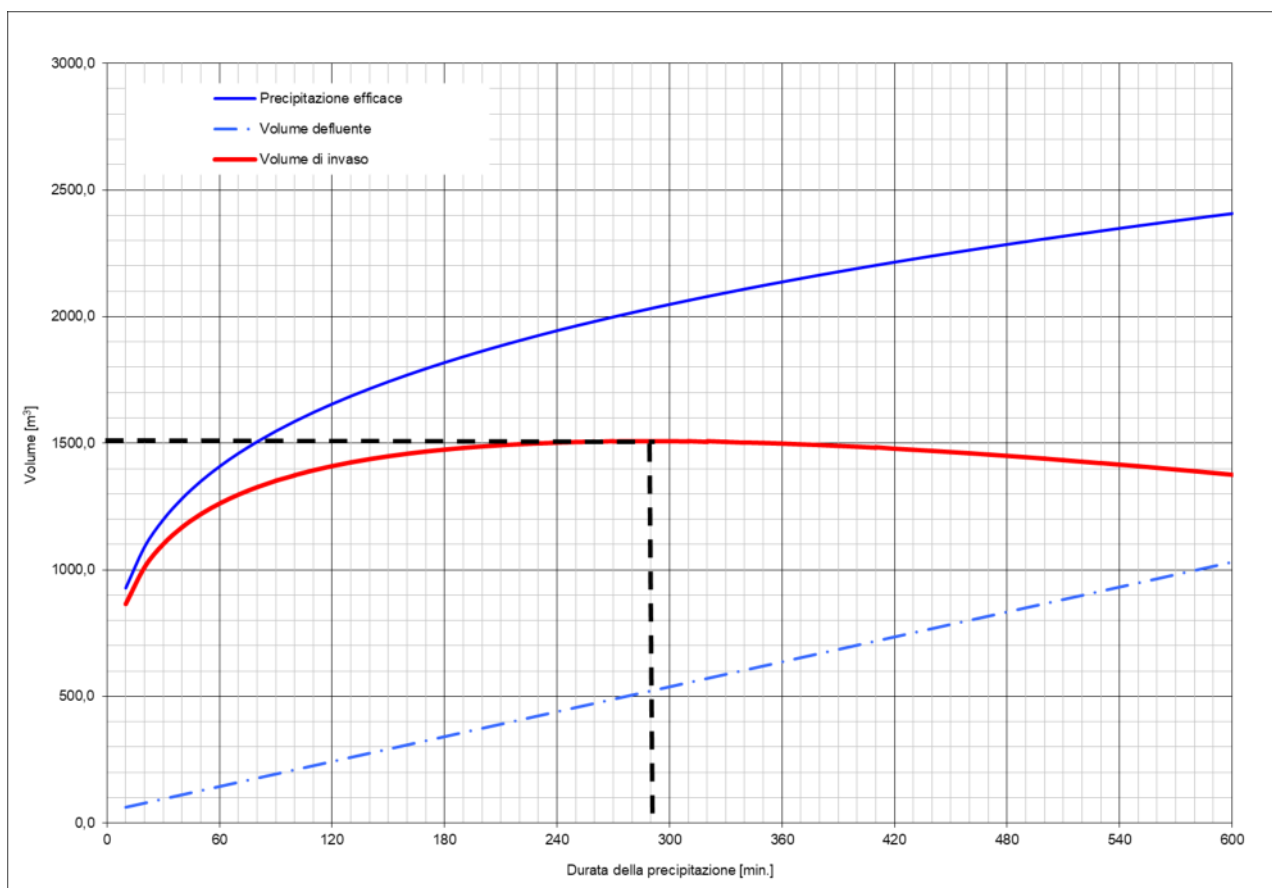
La portata massima generata con un tempo di ritorno pari a 100 anni dal bacino in esame è calcolata in 371 l/s, con un tempo di corrivazione di circa 29 minuti.

Trattandosi di un'area attualmente agricola, viste le criticità rilevate, il coefficiente udometrico imposto allo scarico viene assunto pari a 4 l/(s ha).

Al fine di soddisfare il principio dell'invarianza idraulica si determina quindi la durata dell'evento meteorico che, per un tempo di ritorno di progetto pari a 100 anni massimizza il valore dei volumi complessivi al servizio dell'intero comparto.

Il massimo volume di invaso è stato quindi dimensionato (con il metodo cinematico) variando la durata della precipitazione da 10 minuti a 12 ore ricercando l'evento temporale con TR 100 anni che massimizza il volume.

La figura seguente illustra e riassume i risultati ottenuti dal calcolo idraulico.



**Figura 14 – AREA OVEST - Volume da invasare in funzione della durata della precipitazione.**

Il volume di compenso richiesto dal calcolo del bilancio idrico tra afflussi e deflussi è di 1510,4 mc per una durata di precipitazione critica di 290 minuti.

#### **AREA OVEST - Verifica del volume di invaso minimo richiesto dal Consorzio di Bonifica**

Il consorzio di Bonifica Burana richiede che venga garantito un volume minimo di 700 mc/ha di superficie impermeabilizzata da dedicare all'invaso delle acque meteoriche.

#### **VERIFICA VOLUME MINIMO CONSORZIO**

Minimo volume di invaso	700	mc/ha
Superficie impermeabilizzata	25193,3	mq
Volume minimo	1763,5	mc

Viene richiesto pertanto un volume di invaso minimo pari a 1763,5 mc > 1510,4 mc ricavato dal calcolo idraulico.

Dovrà pertanto essere verificato il volume minimo di invaso di 1763,5 mc.

**AREA OVEST - Verifica del volume di compenso minimo**

L'invaso sarà ricavato mediante lo scavo due fossati perimetrali sui lati Sud ed Est. L'invaso sarà completato dalla sagomatura di una area a verde allagabile posta a Nord del comparto in esame. I fossati saranno collegati da tubazioni in calcestruzzo Ø600 mm che permetteranno l'accessibilità e la transitabilità dell'area.

Nella tabella seguente sono riassunti i volumi di vaso della nuova rete a servizio dell'impianto che saranno concretizzati all'interno dell'area di proprietà.

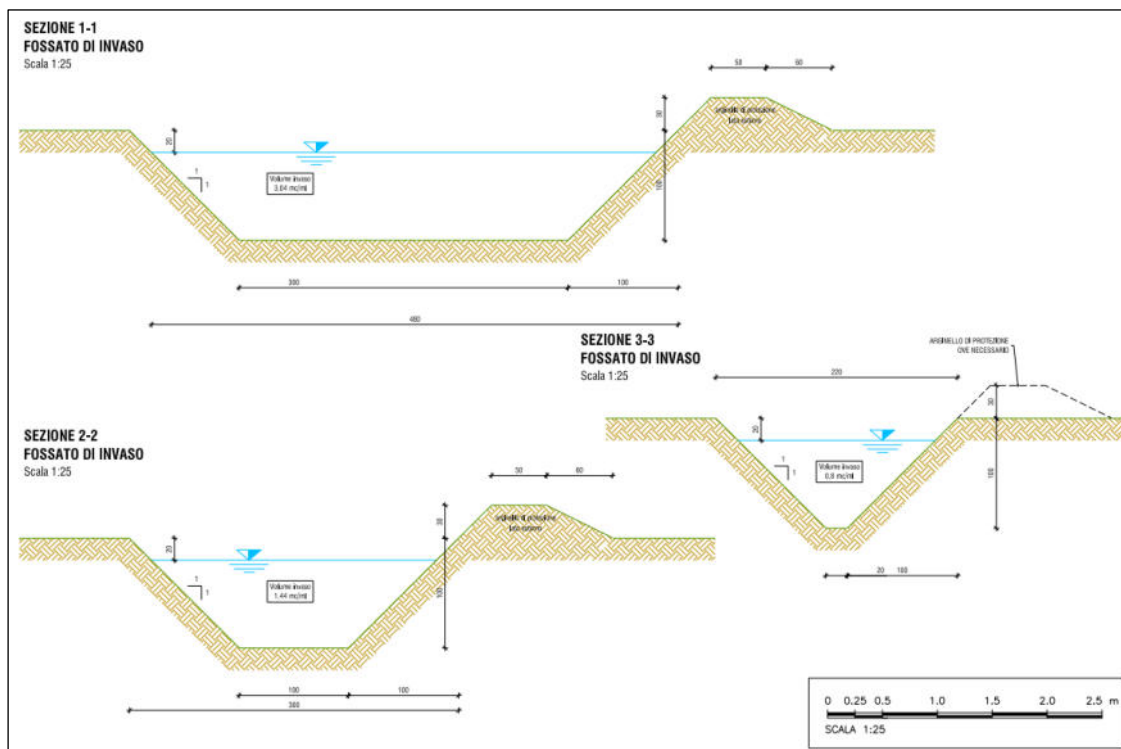
**Tabella 4 – AREA OVEST - Individuazione invasi di progetto per l'invarianza idraulica.**

Sub.	descrizione vaso	numero elementi	Invaso utile	sviluppo	Volume di vaso
		[n.]	[m <sup>3</sup> /m]	[m - m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
<i>Rete superficiale</i>					
Fossato - Tratto 3-4	condotta Ø600 mm		0,283	32,5	9,2
Fossato - Tratto 4-7	nuovo fossato superficiale		0,800	135,4	108,3
Fossato - Tratto 7-8	condotta Ø600 mm		0,283	15,0	4,2
Fossato - Tratto 8-12	nuovo fossato superficiale		0,800	192,0	153,6
Fossato - Tratto 12-13	condotta Ø600 mm		0,283	47,0	13,3
Fossato - Tratto 13-15	nuovo fossato superficiale		1,450	97,0	140,7
Fossato - Tratto 15-16	nuovo fossato superficiale		3,040	87,0	264,5
Area a verde lato nord	bacino centrale		1720,000	0,6	1032,0
	trapezio laterale		220,000	0,2	39,6
Manufatto di controllo delle portate		1	0,810		0,8
pozzetto di ispezione 1,0x1,0		2	0,900		1,8
TOTALE					1768,0

Il volume di vaso previsto è pari a 1768,0 mc > 1.763,5 mc minimi richiesti dal Consorzio di Bonifica.

Nella figura seguente è riassunta la geometria della sezione tipica dei fossati di vaso.





**Figura 15 - Sezione tipica dei fossati di invaso.**

Nell'elaborato grafico allegato è riportato lo schema planimetrico della rete di smaltimento delle acque meteoriche con l'individuazione degli invasi di progetto.

In fase di esecuzione è facoltà della Direzione dei Lavori effettuare piccole varianti alla rete di raccolta, invaso e scarico delle acque meteoriche senza modificare il volume minimo da garantire. Tali varianti dovranno essere certificate al termine dei lavori con apposita dichiarazione ed, eventualmente, approvate dagli Enti competenti se trattasi di varianti sostanziali alle opere previste in progetto.

## **AREA OVEST - Verifica idraulica del dispositivo di limitazione delle portate**

Prima dello scarico è prevista la realizzazione di un manufatto di regolazione delle portate costituito da un pozzetto in calcestruzzo 150x150 cm dotato di un setto di separazione con bocca tarata.

Le dimensioni geometriche del foro di scarico sono state calcolate in modo da scaricare al ricettore la massima portata ammissibile corrispondente al valore di 4 l/(s ha) e risulta quindi pari a  $68.291 \times 4 / 10.000 = 27,1$  l/s.

Il dimensionamento del foro di scarico è stato eseguito con le formule della foronomia. Il carico idraulico è stato determinato ipotizzando a monte un livello idrometrico pari alla soglia di sfioro, mentre a valle uno scarico libero.

Un foro circolare di diametro pari a 140 mm può far transitare a valle con il carico idraulico di c.a. 54 cm la massima portata ammissibile. Applicando le relazioni della foronomia, con un coefficiente di deflusso pari a 0,51 la portata scaricata risulta pari a:

$$Q_s = 0,51 \cdot \frac{\pi \cdot 0,170^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,17} = 0,0253 \text{ m}^3/\text{s} = 25,3 \text{ l/s.}$$

Tale valore è compatibile con la portata massima scaricabile di 27,1 l/s (4 l/s ha) indicata nelle norme tecniche di riferimento per il calcolo dell'invarianza idraulica.

La strozzatura introdotta, in caso di precipitazioni meteoriche intense, creerà un aumento del livello nel pozzetto e nella rete che, in caso di necessità, sarà smaltito attraverso uno sfioro di troppo pieno verso lo scolo.

Al termine dell'evento di pioggia, quando le condizioni del ricettore lo permetteranno, gli invasi potranno vuotarsi per gravità attraverso il foro di scarico.

#### **AREA OVEST - Verifica idraulica sfioro di troppo pieno e capacità di smaltimento del ricettore**

Nella tavola di progetto allegata sono descritte le dimensioni geometriche dello sfioro di troppo pieno, che deve poter far fronte ad un evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni considerando, a favore della sicurezza, l'intera estensione dell'area:

Larghezza dello sfioro: 1,5 m

Portata di piena con Tr 100 anni: 371,0 l/s.

La portata scaricata dallo sfioro di troppo pieno è stata stimata con le formule della foronomia. La tipologia della soglia può essere assimilata ad uno stramazzo in parete grossa a vena aderente senza contrazione laterale, in questo caso il coefficiente di deflusso può essere assunto pari a 0,385.

Note le caratteristiche geometriche del manufatto e la portata da scaricare a valle, è possibile stimare l'altezza di sfioro e verificare se è compatibile con la giacitura altimetrica della rete e dei manufatti idraulici:

$$h = \left( \frac{0,519}{0,4 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} \right)^{2/3} = 0,27 \text{ m.}$$

Nel caso si verifichi la condizione di invaso saturo e di precipitazione massima, la portata di progetto con tempo di ritorno di 100 anni (371 l/s) verrà scaricata verso il ricettore con un carico massimo sullo stramazzo pari a c.a. 27 cm; valore compatibile per le caratteristiche della rete e dei manufatti di drenaggio.

Il dimensionamento del tratto terminale di scarico verso lo scolo ricettore è stato condotto anch'esso per la portata con tempo di ritorno di 100 anni, assumendo a base di calcolo i seguenti parametri:

Diametro condotta: Ø 600 mm

Pendenza collettore minima: 0,4 %

Coefficiente di scabrezza (Strickler): 75 m<sup>1/3</sup>/s

In condizioni di moto uniforme, la portata di calcolo viene convogliata con un tirante liquido pari a circa 0,48 m, vale a dire con un grado di riempimento della condotta del 80%.

È quindi verificata la capacità di scarico dello sfioro di troppo pieno e del tronco terminale di scarico al ricettore.

#### **4.2 AREA EST - Determinazione dei deflussi critici e dei volumi di compensazione idraulica**

In analogia al lotto OVEST, la valutazione della portata generata dal bacino è stata eseguita con il metodo cinematico. Applicando tale metodo, si ipotizza che la portata in una ipotetica sezione terminale cresca e si esaurisca linearmente nel

tempo, come se l'intero bacino fosse costituito da una superficie rettangolare piana, investita da una precipitazione di intensità  $j=h/t$  costante nel tempo.

La portata massima è espressa nella forma:

$$Q = \psi \varphi \frac{S h}{t}$$

Il tempo di corrivazione, e analogamente, il valore del coefficiente di ritardo  $\psi$  sono stati stimati in funzione della dimensione dell'area, della pendenza media della stessa e del coefficiente di deflusso.

**Tabella 5 – AREA EST - Stato di progetto superficie contribuente ai deflussi**

tipo di superficie	tipo di pavimentazione	Superficie		$\varphi$ [-]
		[m <sup>2</sup> ]	[%]	
Area Parco Fotovoltaico	mista	28618,6	74,4%	0,4
Area pertinenza cabine e viabilità	drenante	1155,6	3,0%	0,6
Area Cabina 3 e 4	impermeabile	47,5	0,1%	0,9
Locali tecnici 1, 2, 3, 4 e 5	impermeabile	84,0	0,2%	0,9
Area a verde	permeabile	8564,6	22,3%	0,2
<b>Totale</b>		<b>38470</b>	100%	
<b>Coefficiente di deflusso medio</b>			<b><math>\varphi</math></b>	<b>0,363</b>

Curve segnalatrici a 2 parametri, Tr = 100 anni				
Nonantola (fonte: compatibilità idraulica rete fognatura di nonantola)				
	a=	55,90		
	n=	0,233		
<u>Tempo di corrivazione</u>				
	t=	22,30	[min]	
<u>Altezza di precipitazione</u>				
	h=	44,4	[mm]	
<u>Intensità di precipitazione</u>				
	i=	119,4	[mm/ora]	
<u>Coefficiente di ritardo</u>				
	$\psi$ =	0,59		
<u>Portata</u>				
	Q=	0,273	[m <sup>3</sup> /s]	
		984,5	[m <sup>3</sup> /ora]	
<u>Coefficiente udometrico</u>				
	u=	71,1	[l/s, ha]	

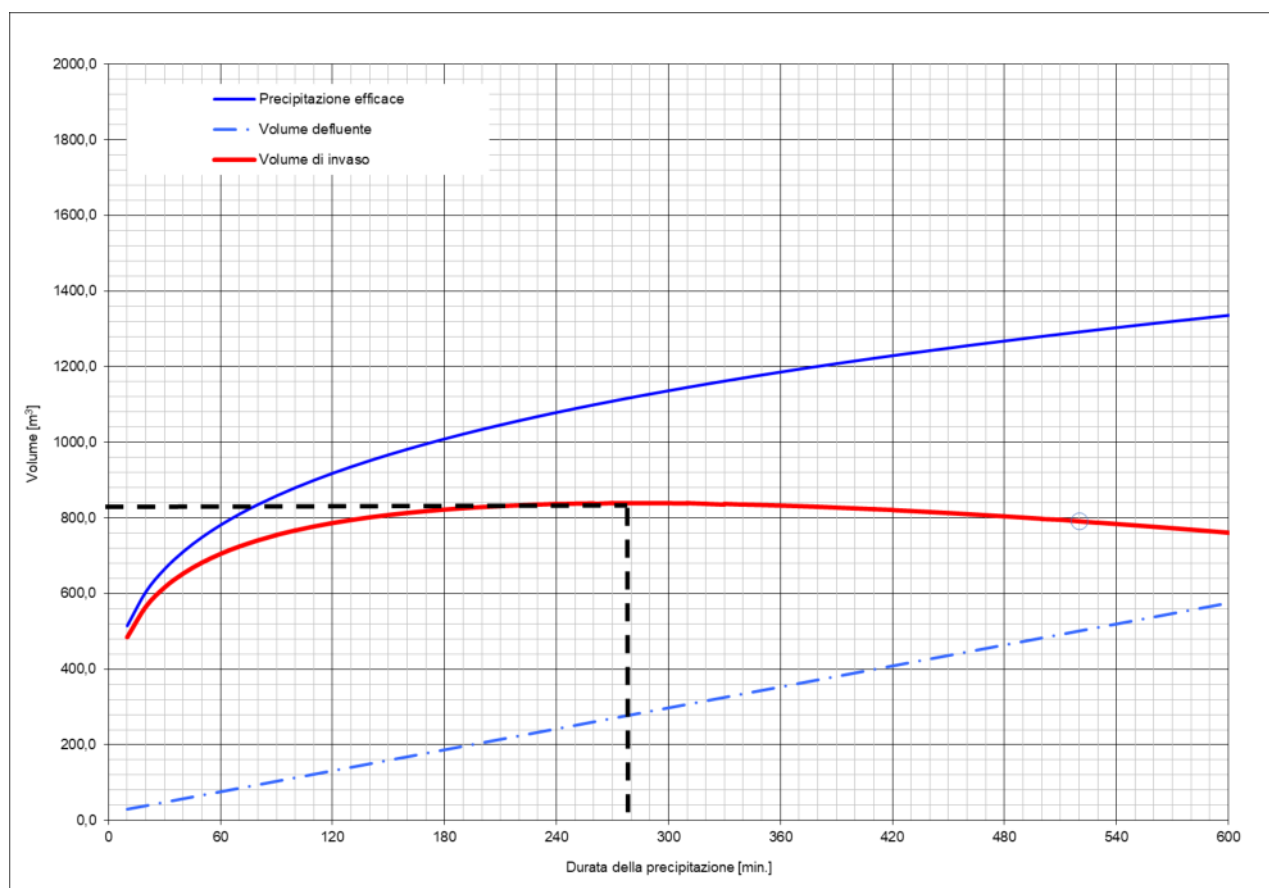
La portata massima generata con un tempo di ritorno pari a 100 anni dal bacino in esame è calcolata in 273 l/s, con un tempo di corrivazione di circa 22 minuti.

Trattandosi di un'area attualmente agricola, viste le criticità rilevate, il coefficiente udometrico imposto allo scarico viene assunto pari a 4 l/(s ha).

Anche in questo caso, al fine di soddisfare il principio dell'invarianza idraulica, si determina quindi la durata dell'evento meteorico che, per un tempo di ritorno di progetto pari a 100 anni massimizza il valore dei volumi complessivi al servizio dell'intero comparto.

Il massimo volume di invaso è stato quindi dimensionato (con il metodo cinematico) variando la durata della precipitazione da 10 minuti a 12 ore ricercando l'evento temporale con TR 100 anni che massimizza il volume.

La figura seguente illustra e riassume i risultati ottenuti dal calcolo idraulico.



**Figura 16 – AREA EST - Volume da invasare in funzione della durata della precipitazione.**

Il volume di compenso richiesto dal calcolo del bilancio idrico tra afflussi e deflussi è di 839,2 mc per una durata di precipitazione critica di 290 minuti.

#### **AREA EST - Verifica del volume di invaso minimo richiesto dal Consorzio di Bonifica**

Il consorzio di Bonifica Burana richiede che venga garantito un volume minimo di 700 mc/ha di superficie impermeabilizzata da dedicare all'invaso delle acque meteoriche.



**VERIFICA VOLUME MINIMO CONSORZIO**

Minimo volume di invaso	700	mc/ha
Superficie impermeabilizzata	13972,1	mq
Volume minimo	978,0	mc

Viene richiesto pertanto un volume di invaso minimo pari a 978,0 mc > 839,2 mc ricavato dal calcolo idraulico.

Dovrà pertanto essere verificato il volume minimo di invaso di 978 mc.

**AREA EST - Verifica del volume di compenso minimo**

L'invaso sarà ricavato mediante lo scavo di fossati perimetrali sui lati Sud, Est e Nord. I fossati saranno collegati da tubazioni in calcestruzzo Ø600 mm che permetteranno l'accessibilità e la transitabilità dell'area.

Nella tabella seguente sono riassunti i volumi di invaso della nuova rete a servizio dell'impianto che saranno concretizzati all'interno dell'area di proprietà.

**Tabella 6 – AREA EST - Individuazione invasi di progetto per l'invarianza idraulica.**

Sub.	descrizione invaso	numero elementi	Invaso utile	sviluppo	Volume di invaso
		[n.]	[m <sup>3</sup> /m]	[m - m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
<i>Rete superficiale</i>					
Fossato - Tratto E1-E11	nuovo fossato superficiale		0,800	216,0	172,8
Fossato - Tratto E11-E12	nuovo fossato superficiale		1,450	44,0	63,8
Fossato - Tratto E1-E3	nuovo fossato superficiale		1,450	92,0	133,4
Fossato - Tratto E3-E5	condotta Ø600 mm		0,283	56,6	16,0
Fossato - Tratto E5-E9	nuovo fossato superficiale		3,030	198,0	599,9
					0,0
Manufatto di controllo delle portate		1	0,810		0,8
TOTALE					986,8

Il volume di invaso previsto è pari a 986,8 mc > 978,0 mc minimi richiesti dal Consorzio di Bonifica.

La geometria degli invasi prevista è analoga a quella del lotto OVEST descritta nella specifica figura allegata in precedenza.

Nell'elaborato grafico allegato è riportato lo schema planimetrico della rete di smaltimento delle acque meteoriche con l'individuazione degli invasi di progetto.

Anche in questo caso, in fase di esecuzione è facoltà della Direzione dei Lavori effettuare piccole varianti alla rete di raccolta, invaso e scarico delle acque meteoriche senza modificare il volume minimo da garantire. Tali varianti dovranno essere certificate al termine dei lavori con apposita dichiarazione ed, eventualmente, approvate dagli Enti competenti se trattasi di varianti sostanziali alle opere previste in progetto.

**AREA EST - Verifica idraulica del dispositivo di limitazione delle portate**

Prima dello scarico è prevista la realizzazione di un manufatto di regolazione delle portate costituito da un pozzetto in calcestruzzo 150x150 cm dotato di un setto di separazione con bocca tarata.

Le dimensioni geometriche del foro di scarico sono state calcolate in modo da scaricare al ricettore la massima portata ammissibile corrispondente al valore di 4 l/s ha) e risulta quindi pari a  $38.470 \times 4 / 10.000 = 15,4$  l/s.

Il dimensionamento del foro di scarico è stato eseguito con le formule della foronomia. Il carico idraulico è stato determinato ipotizzando a monte un livello idrometrico pari alla soglia di sfioro, mentre a valle uno scarico libero.

Un foro circolare di diametro pari a 98 mm può far transitare a valle con il carico idraulico di c.a. 84 cm la massima portata ammissibile. Applicando le relazioni della foronomia, con un coefficiente di deflusso pari a 0,51 la portata scaricata risulta pari a:

$$Q_s = 0,51 \cdot \frac{\pi \cdot 0,170^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1,17} = 0,0153 \text{ m}^3/\text{s} = 15,3 \text{ l/s.}$$

Tale valore è compatibile con la portata massima scaricabile di 15,4 l/s (4 l/s ha)) indicata nelle norme tecniche di riferimento per il calcolo dell'invarianza idraulica. La tecnica idraulica sconsiglia di realizzare strozzatura di dimensione inferiori a 12 cm per non creare situazioni di intasamento di difficile gestione. Si propone pertanto di realizzare una strozzatura con un diametro di 12 cm.

La strozzatura introdotta, in caso di precipitazioni meteoriche intense, creerà un aumento del livello nel pozzetto e nella rete che, in caso di necessità, sarà smaltito attraverso uno sfioro di troppo pieno verso lo scolo.

Al termine dell'evento di pioggia, quando le condizioni del ricettore lo permetteranno, gli invasi potranno vuotarsi per gravità attraverso il foro di scarico.

**AREA EST - Verifica idraulica sfioro di troppo pieno e capacità di smaltimento del ricettore**

Nella tavola di progetto allegata sono descritte le dimensioni geometriche dello sfioro di troppo pieno, che deve poter far fronte ad un evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni considerando, a favore della sicurezza, l'intera estensione dell'area:

Larghezza dello sfioro: 1,5 m

Portata di piena con Tr 100 anni: 273,0 l/s.

La portata scaricata dallo sfioro di troppo pieno è stata stimata con le formule della foronomia. La tipologia della soglia può essere assimilata ad uno stramazzone in parete grossa a vena aderente senza contrazione laterale, in questo caso il coefficiente di deflusso può essere assunto pari a 0,385.

Note le caratteristiche geometriche del manufatto e la portata da scaricare a valle, è possibile stimare l'altezza di sfioro e verificare se è compatibile con la giacitura altimetrica della rete e dei manufatti idraulici:

$$h = \left( \frac{0,519}{0,4 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} \right)^{2/3} = 0,225 \text{ m.}$$

Nel caso si verifichi la condizione di invaso saturo e di precipitazione massima, la portata di progetto con tempo di ritorno di 100 anni (267 l/s) verrà scaricata verso il ricettore con un carico massimo sullo stramazzo pari a c.a. 22,5 cm; valore compatibile per le caratteristiche della rete e dei manufatti di drenaggio.

Il dimensionamento del tratto terminale di scarico verso lo scolo ricettore è stato condotto anch'esso per la portata con tempo di ritorno di 100 anni, assumendo a base di calcolo i seguenti parametri:

Diametro condotta: Ø 600 mm

Pendenza collettore minima: 0,4 %

Coefficiente di scabrezza (Strickler): 75 m<sup>1/3</sup>/s

In condizioni di moto uniforme, la portata di calcolo viene convogliata con un tirante liquido pari a circa 0,37 m, vale a dire con un grado di riempimento della condotta del 63%.

È quindi verificata la capacità di scarico dello sfioro di troppo pieno e del tronco terminale di scarico al ricettore.

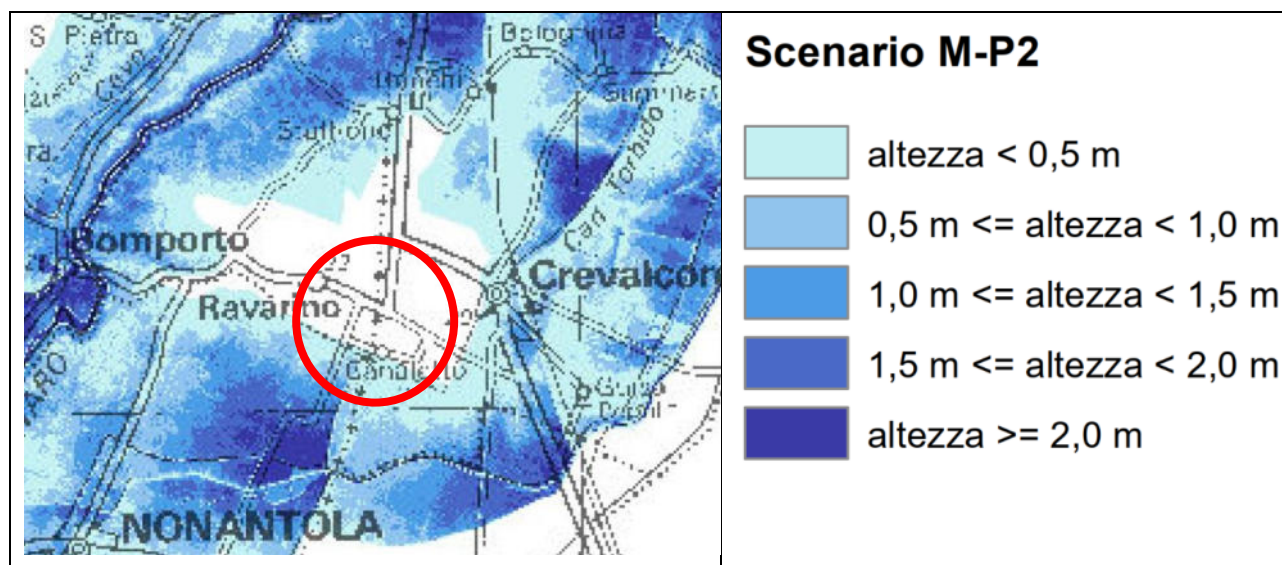
#### **4.3 Verifica della quota di imposta dei pannelli e delle cabine elettriche**

L'area risulta perimetrata a Pericolosità P2 o aree interessate da alluvione poco frequente ed interessa l'ambito territoriale RSP (Reticolo Secondario di Pianura). Risulta interna alla Fascia fluviale C del PAI Po e ricade in area a rischio idraulico R1.

Per garantire che le apparecchiature non sia soggette ad allagamento, o quantomeno non possano essere raggiunte interessate da alti livelli idrometrici con tempi di ritorno ridotti, è necessario prevedere una regolarizzazione della quota finita del piano medio campagna o, meglio, definita la quota di imposta delle cabine e delle apparecchiature tale da limitare il rischio di livelli idrometrici tali da non rendere problematica la gestione dell'impianto.

L'analisi delle mappe di allagamento riportate nelle carte dell'APSFR arginate di rango distrettuale evidenziano i tiranti idrici per lo scenario con media probabilità (M-P2).

La difficoltà di lettura della mappa per l'alta scala di rappresentazione, sembra indicare al massimo una quota di allagamento compresa tra 0 e 50 cm. Comunque inferiore a 50 cm.



**Figura 17 - Estratto Carta dei tiranti per lo scenario di media probabilità (M-P2).**

Gli scavi previsti per la realizzazione dei fossati di compensazione idraulica genereranno dei volumi di terreno da riutilizzare.

Questo materiale, previa le verifiche previste dalla specifica normativa di settore, potrà essere recuperato per la regolarizzazione del piano campagna nelle zone maggiormente depresse a seguito di lavorazioni meccaniche del terreno. Si ritiene che la regolarizzazione della quota del piano campagna e la previsione di posa delle cabine e delle apparecchiature elettriche a quota +80 cm da quest'ultima possa dare garanzia di una corretta gestione dell'impianto anche in occasione di eventi meteorici che potrebbero generare allagamenti.

È comunque opportuno che i cavi elettrici e le apparecchiature (pannellature, inverter, etc.) presentino un idoneo grado di protezione per far sì che in caso di allagamenti le apparecchiature non risentano della permanenza in acqua per tempi dell'ordine di qualche giorno consecutivo.

In casi estremi di allagamento dell'area, al di sotto delle pannellature, gli ingombri delle strutture di supporto, presentano comunque una volumetria trascurabile garantendo il volume di espansione delle acque e fungere da volano alle portate in arrivo da monte consentendo un lento rilascio verso valle. Tale aspetto consente di dare garanzia anche alle aree limitrofe che non avranno, a seguito della realizzazione dell'opera, un peggioramento alle condizioni di deflusso.



**5. CONCLUSIONI**

Per quanto concerne le analisi di compatibilità idraulica condotte per l'intervento in esame risulta necessario dividere l'ambito di progetto in due lotti denominati: OVEST ed EST.

I volumi resi disponibili a seguito della risagomatura dei fossati perimetrali e di una piccola area a verde allagabile per il lotto OVEST permetteranno la compensazione delle opere di progetto secondo il principio dell'invarianza idraulica.

Per quanto concerne l'ubicazione dell'impianto in un'area allagabile, visto il grado di allagamento indicato per lo scenario di media probabilità (M-P2), la tipologia dell'opera prevista e la garanzia che le apparecchiature saranno poste ad una quota di sicurezza di +80 cm rispetto alla quota del piano finito dell'area, si ritiene l'intervento idraulicamente compatibile e sostenibile per il territorio in esame.

Si raccomanda per la fase di progettazione esecutiva di:

1. Verificare la possibilità di creare delle sezioni di deflusso dei fossati con andamento naturaliforme che preveda la differenziazione tra la sezione magra e la sezione golenale;
2. verificare in fase di esecuzione le quote di scorrimento dei collettori di invaso e dei ricettori per garantire una corretta gestione degli scarichi;
3. verificare le dimensioni minime e le pendenze delle condotte per garantire lo scarico delle portate meteoriche verso valle;
4. realizzare un piano di campagna finito in prossimità dei confini compatibile con le quote del terreno esistenti in altra proprietà;
5. verificare la posizione delle reti irrigue in pressione del Consorzio di Bonifica e garantire le fasce di rispetto indicate dal Consorzio di Bonifica Burana;
6. provvedere alla corretta pulizia e manutenzione dei fossati e degli invasi che devono garantire la continuità dei deflussi verso la rete ricettrice di valle.

Ravarino, 30 aprile 2024

Il professionista

ing. Marco Lasen

DOCUMENTO FIRMATO DIGITALMENTE

