

Comune



Comune di Ravarino
Provincia di Modena

Oggetto

Procedimento Unico ai sensi dell'Art. 53 L.R. 24/2017

Ampliamento stabilimento Fini Group Spa

Titolo Documento

Relazione invarianza idraulica

Numero Documento

GE 03

Committente



Gruppo Fini S.p.A a socio unico
Via Confine n.1583- 41017 Ravarino (MO)
Amm: Via Albareto n.211 – 41122 Modena

Progettista



hus
Via Sant'Agnese 12, 20123 Milano (MI)
Via Adige 1, 22079 Villa Guardia (CO)
www.hus.it

Geologo



GEO - GROUP SRL
Via per Modena, 12
41051 Castelnuovo Rangone

Termotecnico



STUDIO TERMOTECNICO DVR SRL
Via per Concordia, 30
41037 Mirandola (MO)

Antincendio



ZECCHINI & ASSOCIATI SRL
Via Basilicata, 4
41049 Sassuolo (MO)

Elettromeccanico



**STUDIO TECNICO
BORGHI Per. Ind. DANIELE**
Via Albarese, 25
40014 CREVALCORE (BO)

Consulenza idraulica



STUDIO ING. TERZI
Ing. Stefano Terzi
Via Stalingrado, 9 - 43123 PARMA (PR)
studio.ingterzi@gmail.com

Data | 04/03/2026

Rev | 00

Redatto | GV

Verifica | PD

Scala | -

Formato | A4

Comune di Ravarino
Provincia Modena
Regione Emilia-Romagna



Oggetto:

**Relazione invarianza idraulica a supporto
dell'ampliamento di uno stabilimento industriale Gruppo
Fini s.p.a. ai sensi dell'art. 53 L.R. 24/2017 sita in Via
Confine nel Comune di Ravarino (MO).**



Marzo 2026

Rif 875_25



Sede Legale: Via Padova, 160 - 41125 Modena
Uffici: Via Per Modena, 12 - 41051 Castelnuevo R. (MO)
Tel. 059 3967169
info@geogroupmodena.it
www.geogroupmodena.it
P.IVA 02981500362



Sommario

Sommario	2
1. PREMESSA.....	4
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TOPOGRAFICO	6
3. DATI PROGETTUALI	7
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROLOGICO E IDROGRAFICO DELL'AREA	10
5. NORMATIVA.....	14
5.1 Piano Stralcio per l'Assetto Idrologico (PAI)	16
5.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)	18
5.3 PTCP della Provincia di Modena	24
6. COMPATIBILITÀ IDRAULICA	26
6.1 Condizioni e potenziali criticità del reticolo secondario di pianura	26
6.2 Compatibilità con il reticolo idraulico principale	26
6.3 Prescrizioni derivanti dal PTCP	27
6.4 Valutazione complessiva delle misure di riduzione della vulnerabilità	27
7. STUDIO IDROLOGICO.....	28
7.1 Analisi geomorfologica del bacino e stima della portata di deflusso	30
7.2 Stima dei volumi minimi di invaso.....	35
8. CONCLUSIONI	40

Indice delle figure

Figura 1: Ripresa fotografica satellitare dell'area in studio.....	5
Figura 2: Ripresa fotografica di dettaglio dell'area in studio in dettaglio.....	5
Figura 3: profilo longitudinale del terreno.....	6
Figura 4: CTR.....	7
Figura 5: Area di nuovo insediamento.....	8
Figura 6: Estratto planimetria di progetto.	9
Figura 7: Prospetti e sezioni del fabbricato in progetto.....	9
Figura 8: Estratto della Carta geologica, tratta dal progetto CARG- Regione Emilia Romagna.	11
Figura 9: Distretto del Bacino del Fiume.....	12
Figura 10: inquadramento idrografico dell'area di intervento.....	13
Figura 11: Distretto Idrografico competente.....	15

Figura 12: Suddivisione del territorio italiano in distretti.....	15
Figura 13: Delimitazione schematica delle fasce fluviali.	17
Figura 14: Fasce fluviali del PAI presso l'area d'interesse.....	18
Figura 15: Scenari di pericolosità del PGRA.	19
Figura 16: Mappa delle aree allagabili complessive predisposte nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni RETICOLO PRINCIPALE.	20
Figura 17: Mappa delle aree allagabili complessive predisposte nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni RETICOLO SECONDARIO PIANURA.	21
Figura 18: Mappe delle Altezze Idriche nelle Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR), per lo scenario di Elevata probabilità H (Pericolosità P3).....	22
Figura 19: Mappe delle Altezze Idriche nelle Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR), per lo scenario di Media probabilità M (Pericolosità P2).....	22
Figura 20: Mappe delle Altezze Idriche nelle Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR), per lo scenario di Bassa probabilità L (Pericolosità P1).	23
Figura 21: Mappe del Rischio Alluvione.....	24
Figura 22: Estratto dalla Tavola 2_3_01 del PTCP della Provincia di Modena "Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica".....	25
Figura 23: Ubicazione della cella GB123.....	29
Figura 24: valori dei coeff. a e n in funzione al tempo di ritorno	29
Figura 25: Coefficienti di deflusso convenzionali.....	32
Figura 26: Aree di deflusso Ante Operam.	33
Figura 27: Aree di deflusso Post Operam.....	34
Figura 28: invarianza idraulica.....	38

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce lo Studio Idrologico e Idraulico redatto a supporto dell'intervento di **ampliamento dello stabilimento industriale Gruppo Fini S.p.A.**, ubicato nel **Comune di Ravarino (MO)**, in **Via Confine**, all'interno di un'area attualmente destinata a uso agricolo secondo la pianificazione urbanistica vigente.

L'intervento interessa un comparto posto in prossimità dell'attuale complesso produttivo esistente, caratterizzato da suoli agricoli e privo di precedenti urbanizzazioni. La presente relazione ha l'obiettivo di valutare le condizioni idrologiche e idrauliche dell'area oggetto di trasformazione, con particolare riferimento alla verifica della compatibilità idraulica delle nuove superfici impermeabili che deriveranno dall'ampliamento dello stabilimento industriale.

In tale contesto si analizzano gli effetti derivanti dalla variazione del bilancio idrologico rispetto alla configurazione preesistente, attualmente costituita da superfici permeabili agricole, e si considerano le modalità di gestione dei deflussi meteorici generati dalle nuove coperture e dalle aree pavimentate previste nel progetto.

Il presente studio tiene conto del quadro normativo di riferimento, con particolare attenzione ai criteri di gestione sostenibile delle acque meteoriche e al principio dell'invarianza idraulica, adottando un approccio volto a garantire che le portate meteoriche derivanti dal nuovo intervento vengano regolate mediante opere idrauliche capaci di smaltirle, trattenerle o, ove possibile, disperderle in sito, evitando incrementi significativi del carico idraulico sul sistema esistente.

A tal fine, lo studio si articola nelle seguenti fasi:

- **analisi idrologico-idraulica del reticolo superficiale e valutazione delle condizioni di deflusso dell'area interessata;**
- **determinazione dei volumi di laminazione e/o dispersione necessari per garantire la corretta gestione degli apporti meteorici**, secondo i criteri dell'invarianza idraulica e nel rispetto delle normative sovraordinate.

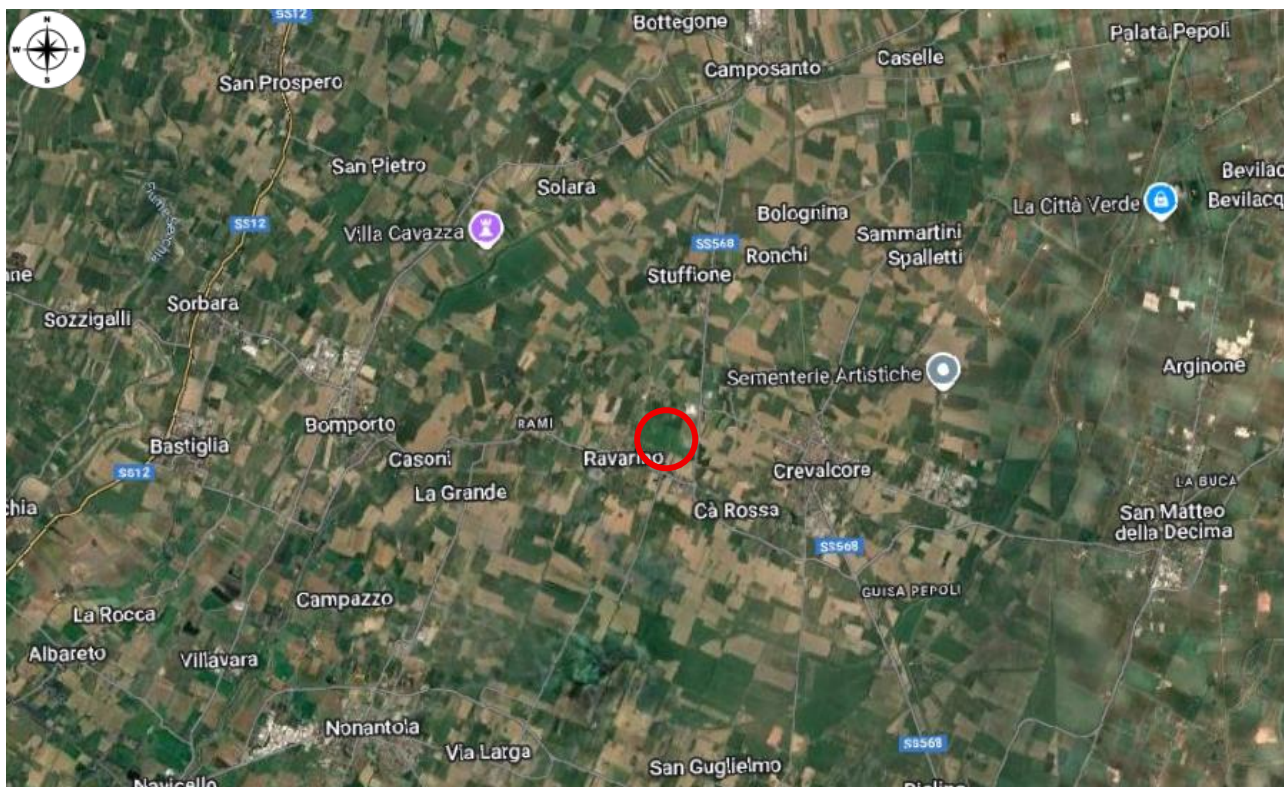


Figura 1: Ripresa fotografica satellitare dell'area in studio.



Figura 2: Ripresa fotografica di dettaglio dell'area in studio in dettaglio.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TOPOGRAFICO

L'area oggetto di intervento si trova nel Comune di Ravarino (MO), in Via Confine, all'interno della pianura emiliana. Il terreno presenta una **quota media di circa 21 m s.l.m.**, come riportato nelle indagini preliminari eseguite sul sito.

Le **coordinate del lotto**, espresse nel sistema **WGS84 / UTM 32N (EPSG:32632)**, sono:

- **E = 667519.454**
- **N = 4954611.505**

Il sito è caratterizzato da una morfologia **pianeggiante**, coerente con l'andamento naturale dei terreni agricoli della zona. Il contesto circostante è definito dalla presenza dello stabilimento Gruppo Fini sul margine est e da terreni agricoli e viabilità locale sui restanti lati. Il reticolo idrografico superficiale è costituito da **scoline e fossi agricoli minori**, con assenza di canali consortili principali immediatamente adiacenti all'area.

Dal **rilievo topografico** eseguito è stato ricostruito il **profilo longitudinale del terreno**, che conferma la regolarità del piano campagna e l'assenza di avvallamenti significativi.



Figura 3: profilo longitudinale del terreno

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geologiche, geofisiche e ambientali - Consulenze geologiche e geotecniche

□ Via Padova, 160 – 41125 Modena – □ Tel. 059/3967169 – Fax. 059/5960176 – ✉ e-mail: info@geogroupmodena.it

Le quote di riferimento e gli eventuali rialzi altimetrici saranno verificati in relazione al tirante idrico di progetto e alle condizioni imposte dal **PAI** e dal **PGRA** dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, al fine di garantire la compatibilità idraulica dell'intervento.

7

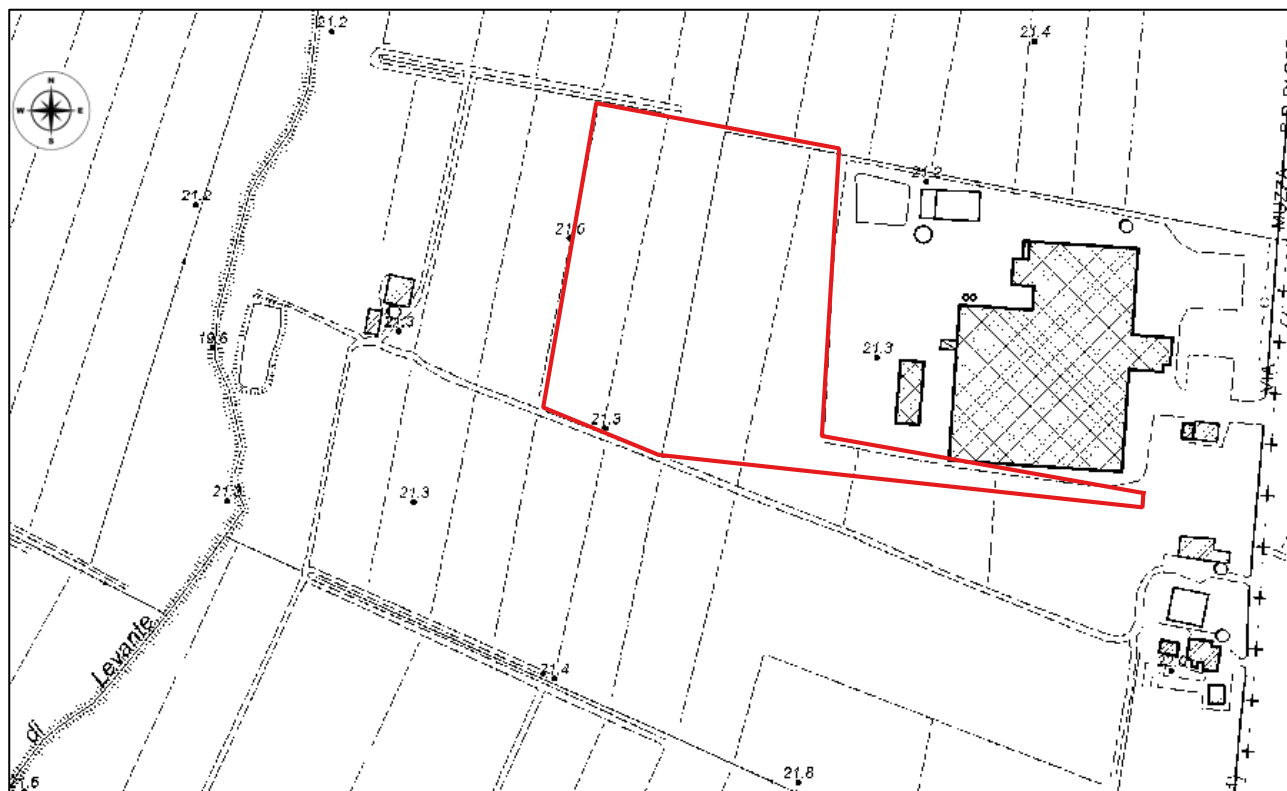


Figura 4: CTR

3. DATI PROGETTUALI

L'intervento riguarda l'ampliamento del complesso produttivo **Gruppo Fini S.p.A.** situato in Via Confine, nel Comune di Ravarino (MO). L'area interessata dall'espansione è costituita da terreni agricoli posti sul margine occidentale dello stabilimento esistente.

La superficie complessiva di proprietà riconducibile allo stabilimento, una volta completato l'ampliamento, sarà pari a circa **76.800 m²**, derivanti dalla seguente articolazione:

- **Lotto esistente**, comprendente il fabbricato industriale attuale e le relative pertinenze: circa **42.200 m²**.

Tale comparto risulta già urbanizzato e non è interessato da opere edilizie nell'ambito del presente progetto, come confermato dalla documentazione ambientale che ne descrive lo stato consolidato.

- **Lotto di ampliamento**, posto a ovest del complesso esistente e costituito da terreni agricoli rimasti invariati dal 1954 ad oggi: circa **34.600 m²**.

Quest'area è attualmente classificata come *zona agricola normale B1* secondo la Variante Specifica 2019 del PRG del Comune di Ravarino, e sarà oggetto delle trasformazioni previste dal progetto.



Figura 5: Area di nuovo insediamento.

Il lotto di ampliamento presenta una morfologia pianeggiante con lieve inclinazione verso nord-nordest e una quota media pari a circa 21 m s.l.m., come evidenziato dai profili topografici e dalle indagini geologiche preliminari.

La suddivisione delle superfici riportata nel presente capitolo ha lo scopo di definire il perimetro territoriale dell'intervento e la consistenza delle aree coinvolte. La parte già edificata **non** sarà oggetto di trasformazioni e verrà considerata esclusivamente nel quadro generale dell'assetto fondiario.

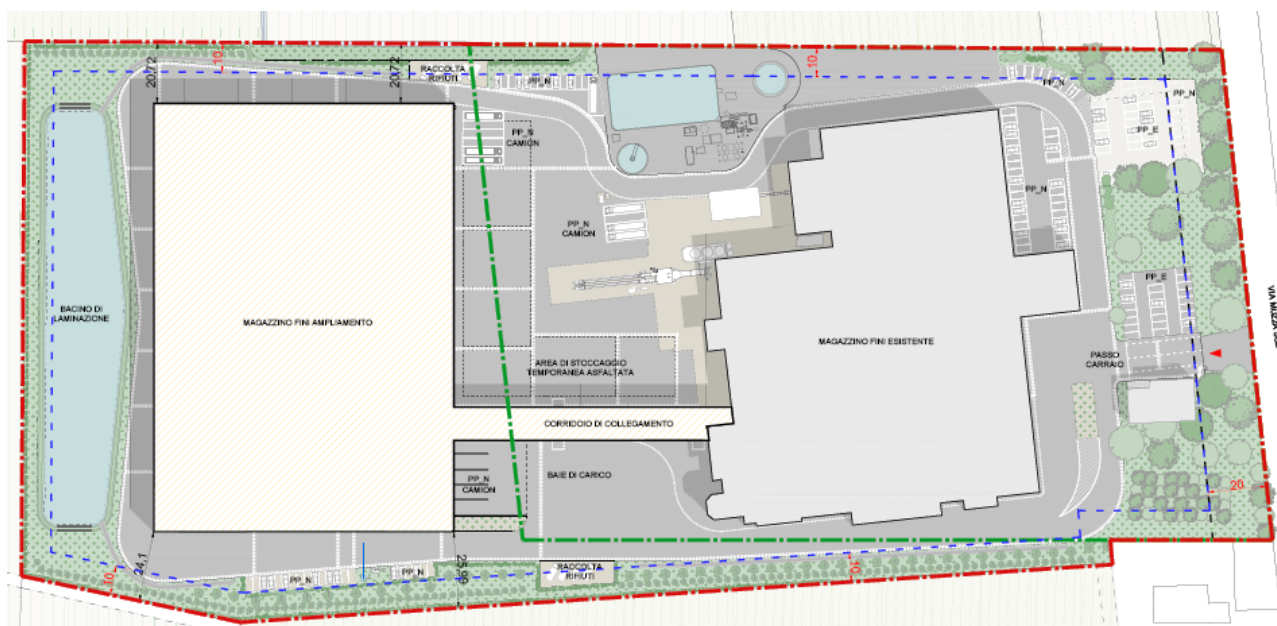


Figura 6: Estratto planimetria di progetto.



Figura 7: Prospetti e sezioni del fabbricato in progetto.

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geologiche, geofisiche e ambientali - Consulenze geologiche e geotecniche

□ Via Padova, 160 – 41125 Modena – □ Tel. 059/3967169 – Fax. 059/5960176 – ✉ e-mail: info@geogroupmodena.it

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROLOGICO E IDROGRAFICO

DELL'AREA

L'area interessata dall'intervento è ubicata all'interno della pianura emiliana e presenta una morfologia completamente pianeggiante, con pendenze molto contenute e quote medie intorno ai **21 m s.l.m.** Il territorio circostante è caratterizzato da terreni agricoli e dal complesso produttivo esistente del Gruppo Fini, mentre restano assenti elementi di rilievo morfologico.

Secondo la cartografia geologica regionale, il sito ricade nell'unità **AES8a – Unità di Modena**, riferibile ai depositi alluvionali recenti della pianura padana. Tale unità è costituita da:

- **limi e argille limose,**
- **sabbie e limi di terrazzo alluvionale,**
- terreno a **basso grado di alterazione,**
- spessori generalmente **inferiori ai 10 metri.**

Si tratta di litologie tipiche delle fasce distali delle conoidi alluvionali, caratterizzate da materiali fini in superficie e alternanza di sedimenti più grossolani a profondità crescenti.



Figura 8: Estratto della Carta geologica, tratta dal progetto CARG- Regione Emilia Romagna.

Dal punto di vista idrologico, il sito si inserisce nel **bacino idrografico del fiume Panaro**, appartenente al Distretto Idrografico del Po. La zona è caratterizzata da un regime di deflusso superficiale lento, tipico delle aree pianeggianti, con una naturale propensione allo sviluppo di ruscellamenti diffusi solo in caso di eventi di precipitazione intensa.

La permeabilità dei terreni, prevalentemente limoso-argillosi, determina una **limitata capacità di infiltrazione** nelle condizioni di saturazione, con conseguente tendenza a ristagni in assenza di un reticolo scolante efficiente.



GEO GROUP s.r.l.
Indagini geologiche, geofisiche e ambientali - Consulenze geologiche e geotecniche
 ☐ Via Padova, 160 – 41125 Modena – ☐ Tel. 059/3967169 – Fax. 059/5960176 – ✉ e-mail: info@geogroupmodena.it

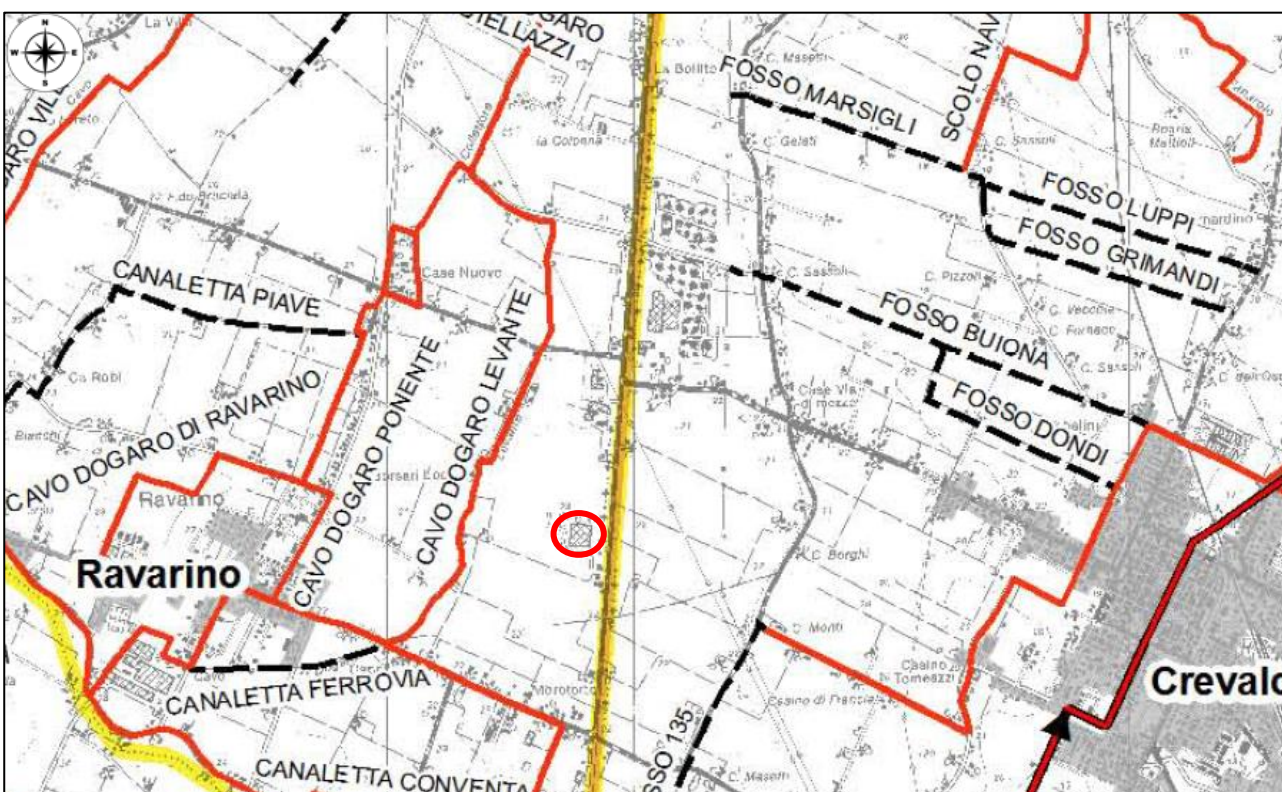


Figura 10: inquadramento idrografico dell'area di intervento.

L'area di intervento ricade nel contesto idrogeologico tipico della pianura emiliano-romagnola, caratterizzato dalla presenza di un sistema multistrato di acquiferi alluvionali sovrapposti, separati da livelli limoso-argillosi a bassa permeabilità. Nella porzione superficiale è presente un **acquifero freatico di pianura**, continuo e diffuso, costituito da sedimenti prevalentemente fini, come riportato nei modelli idrostratigrafici regionali.

Le indagini geognostiche condotte nell'area di Ravarino mostrano la presenza di un primo **livello di falda** a profondità prossima ai **2,50 m** dal piano campagna, come evidenziato dal valore GWL = 2,50 m riportato nei dati CPTU.

L'eventuale presenza di fasce di attenzione o vincoli idraulici specifici sarà verificata mediante consultazione del **Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** e del **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)** dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Po, strumenti ai quali il territorio comunale di Ravarino risulta assoggettato.

5. NORMATIVA

Il presente studio è redatto in ottemperanza alle più recenti disposizioni in tema di rischio idraulico ed in particolare:

14

- R.D. 25/07/1904, n. 523 - “Testo unico delle disposizioni di alle opere idrauliche delle diverse categorie”;
- L.R. 15/05/1986, n. 27 - “Disciplina degli scarichi delle pubbliche fognature e degli scarichi degli insediamenti civili che non recapitano nelle pubbliche fognature e modifiche alla L.R. 18/06/1977, n. 39 e s.m.i.”.
- L. 18/05/1989, n. 183 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”;
- Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del fiume Po;
- D.lgs. 03/04/ 2006, n. 152 - “Norme in materia ambientale” e s.m.i.;
- D.lgs. 16/01/2008, n. 4 - “Codice dell’Ambiente” (modificazioni ed integrazioni al D.lgs. 152/2006, entrato in vigore il 13/02/2008);
- D.M. 16/06/2008, n. 131 - “Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici”;
- Delibera G.R. 06/08/2014. N. 231 “Direttiva 2007/60/CE. Linee di indirizzo strategico per l’elaborazione del Piano di gestione del rischio alluvioni e programma delle attività conoscitive”;
- Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.), Regione Emilia-Romagna - 2024;

L’area oggetto di intervento, situata nel **Comune di Modena (MO)**, cade all’interno del **Distretto Idrografico del Fiume Po** ed è soggetta alla **competenza dell’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po**

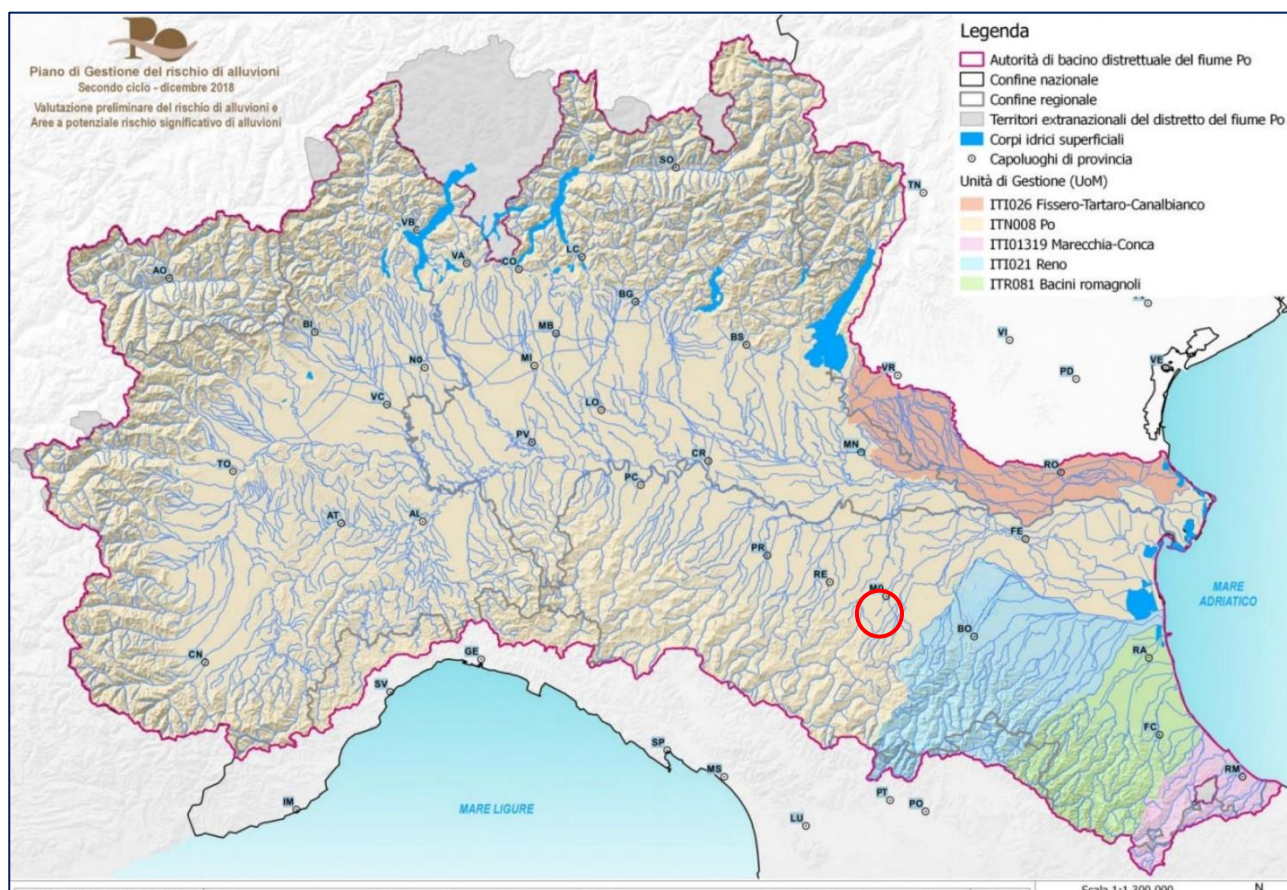


Figura 11: Distretto Idrografico competente.



Figura 12: Suddivisione del territorio italiano in distretti.

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geologiche, geofisiche e ambientali - Consulenze geologiche e geotecniche

□ Via Padova, 160 – 41125 Modena – □ Tel. 059/3967169 – Fax. 059/5960176 – ✉ e-mail: info@geogroupmodena.it

All'interno del **Distretto del Fiume Po**, l'area di studio ricade in una specifica Unità di Gestione idrografica (UoMITN008), che fa capo all'Autorità di Bacino Po. Gli strumenti principali per la valutazione del rischio idraulico vengono condotti attraverso le **mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni**, elaborate ai sensi del **D.Lgs. 49/2010**, in attuazione della **Direttiva Alluvioni 2007/60/CE**.

L'inquadramento idraulico dell'area è regolato dal **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del fiume Po**, che individua le zone potenzialmente soggette a inondazioni e disciplina gli interventi ammissibili in funzione del livello di pericolosità idraulica. Tale piano è stato adottato dall'Autorità di Bacino e recepito dalla **Regione Emilia-Romagna**, con successive integrazioni e aggiornamenti in coordinamento con il **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)**.

5.1 Piano Stralcio per l'Assetto Idrologico (PAI)

Il **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**, redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6-ter, della L. 183/1989, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/1998 (convertito con modificazioni dalla L. 267/1998) e dell'art. 1-bis del D.L. 279/2000 (convertito con modificazioni dalla L. 365/2000), rappresenta uno **strumento tecnico-operativo e normativo a valenza di Piano Territoriale di Settore**, finalizzato alla pianificazione delle azioni di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico sul territorio della Regione Emilia-Romagna.

Per l'area in esame, situata nel **Comune di Ravarino (MO)**, è stato preso in riferimento il **PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po**.

Tale piano ha il compito di individuare, classificare e normare le aree a rischio idraulico e geomorfologico, regolando gli interventi ammessi e le relative misure di mitigazione.

Secondo le indicazioni contenute nel PAI del Secchia, la gestione del rischio idraulico avviene attraverso la **suddivisione del territorio in fasce di pericolosità**, individuate in base a criteri idraulici, geomorfologici e ambientali. Le fasce fluviali sono così classificate:

- **Fascia A – di deflusso della piena**: comprende l'alveo attivo e le aree in cui si concentra il deflusso durante l'evento di piena di riferimento. Comprende anche le morfologie fluviali potenzialmente riattivabili.

- **Fascia B – di esondazione:** è l'area adiacente alla Fascia A, soggetta a inondazione in occasione della piena di progetto. In questa fascia si realizza la laminazione naturale dell'onda di piena, contribuendo alla riduzione della portata di colmo.
- **Fascia C – di inondazione per piena catastrofica:** si tratta della zona esterna alla Fascia B, interessabile in caso di eventi di piena eccezionali e con tempo di ritorno superiore a quello di progetto.

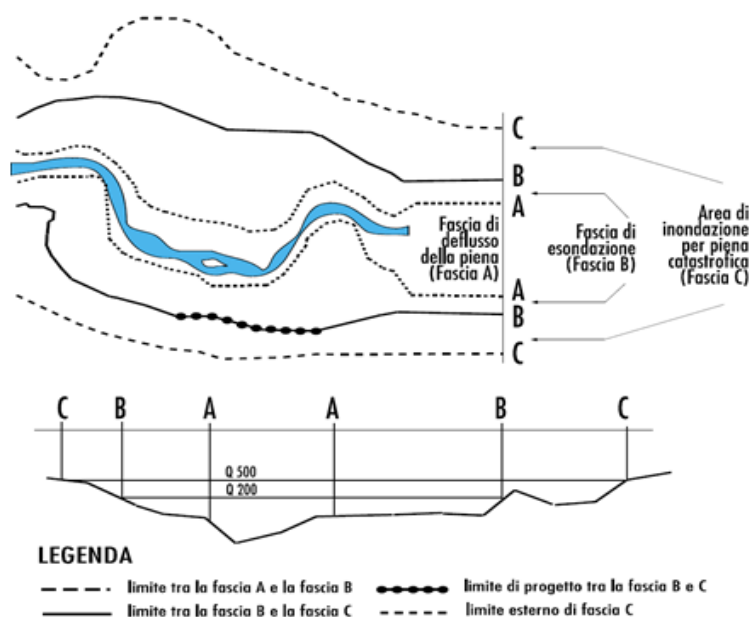


Figura 13: Delimitazione schematica delle fasce fluviali.

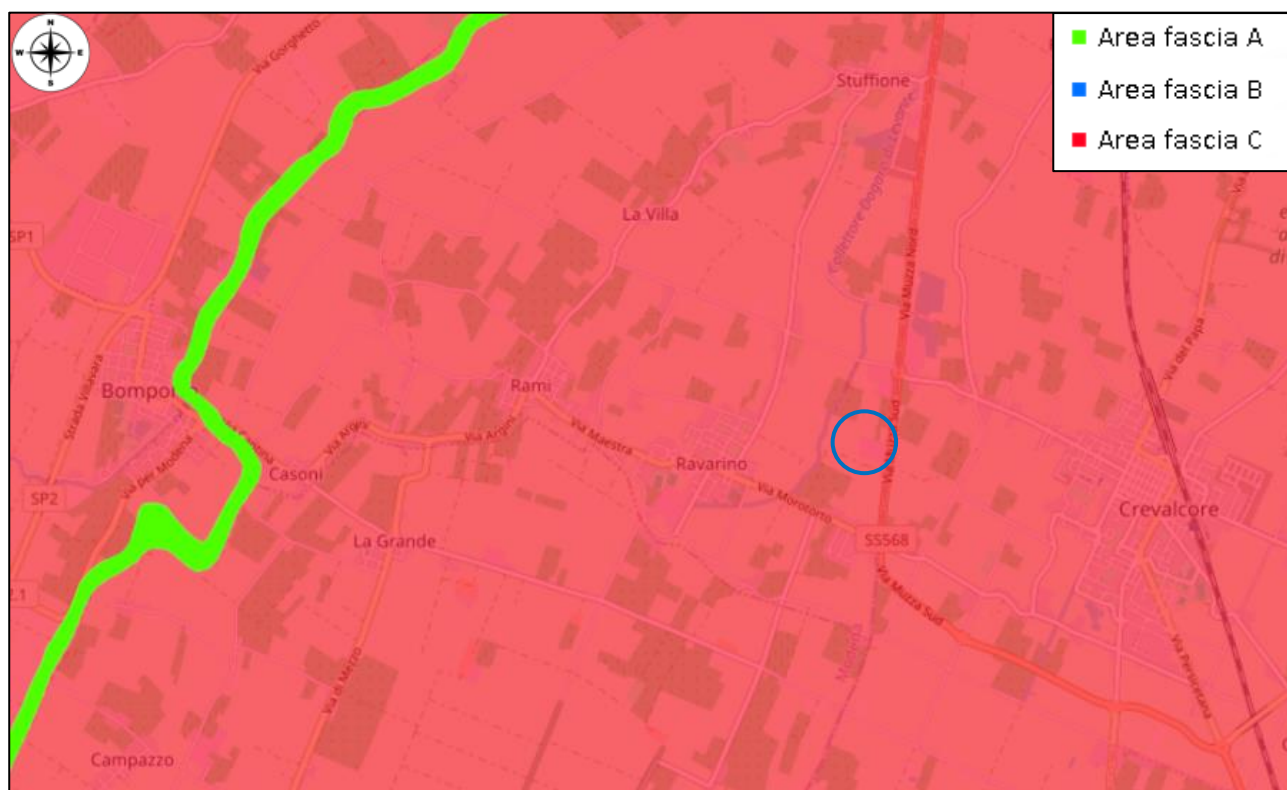


Figura 14: Fasce fluviali del PAI presso l'area d'interesse

Per quanto riguarda l'intervento in oggetto, **l'area ricade all'interno della Fascia C del PAI**, come riportato negli elaborati dell'Autorità di Bacino. Ciò indica che il sito può essere interessato da inondazioni esclusivamente in occasione di eventi di piena eccezionali, non riconducibili alla piena di progetto.

In tale contesto, l'intervento risulta compatibile con la pianificazione vigente, ferma restando l'adozione delle consuete misure di regimazione e gestione dei deflussi meteorici previste dalle normative regionali sull'invarianza idraulica.

5.2 Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

Le normative europee in materia di gestione del rischio idraulico, in particolare la **Direttiva 2007/60/CE**, recepita in Italia con il **D.Lgs. 49/2010**, prevedono per ciascun distretto idrografico la redazione di un **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)**. Tali piani si basano sulle mappe di pericolosità e rischio alluvionale, e definiscono le misure finalizzate a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni su popolazione, ambiente, beni economici e patrimonio culturale.

L'articolo 6 della direttiva stabilisce tre **scenari di pericolosità** su cui condurre le valutazioni:

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geologiche, geofisiche e ambientali - Consulenze geologiche e geotecniche

□ Via Padova, 160 – 41125 Modena – □ Tel. 059/3967169 – Fax. 059/5960176 – ✉ e-mail: info@geogroupmodena.it

- **L-P1:** scenari a bassa probabilità di alluvione (tempo di ritorno > 500 anni);
- **M-P2:** scenari a media probabilità (tempo di ritorno tra 100 e 200 anni);
- **H-P3:** scenari ad alta probabilità (tempo di ritorno tra 20 e 50 anni).

Le mappe delle aree allagabili rappresentano l'estensione massima degli allagamenti conseguenti al verificarsi degli scenari riconducibili ad eventi di elevata, media e scarsa probabilità di accadimento, come riportato nella tabella seguente.

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)				
Scenario	TR (anni)		RP	RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata	10-20	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni	10 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media	100-200	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500	Em, Cn		Massimo storico registrato	>> 100 anni

Figura 15: Scenari di pericolosità del PGRA.

Sono stati consultati gli elaborati cartografici disponibili tramite il **Geoportale dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po**, che permettono l'inquadramento dell'area rispetto alla perimetrazione del PGRA sia per il **Reticolo Principale (RP)** che per il **Reticolo Secondario di Pianura (RSP)**.

Con riferimento al **Reticolo Principale (RP)**, e in particolare alle perimetrazioni del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, l'area di progetto **ricade all'interno delle aree allagabili associate allo scenario L-P1**, corrispondente agli eventi a **bassa probabilità di accadimento** (tempo di ritorno superiore a 500 anni).

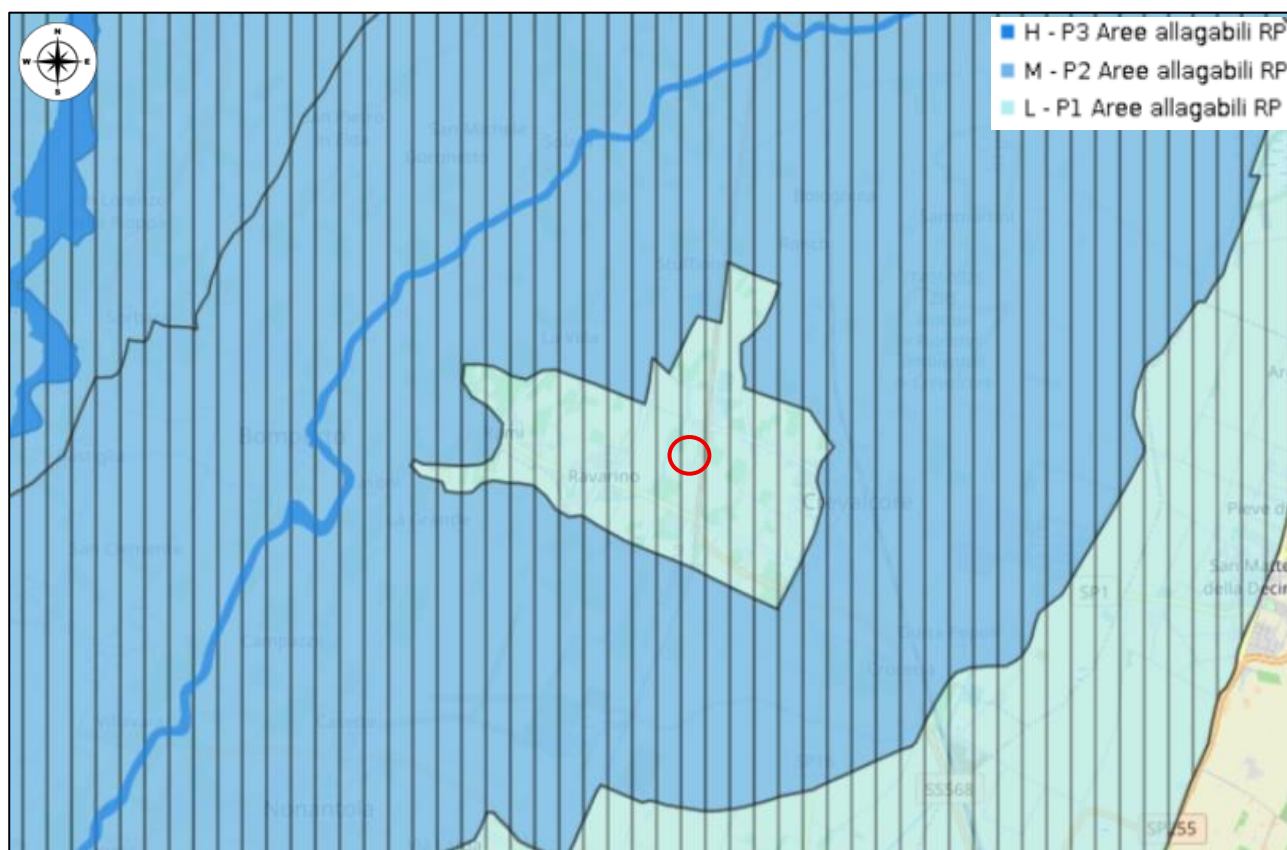


Figura 16: Mappa delle aree allagabili complessive predisposte nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni RETICOLO PRINCIPALE.

Con riferimento al **Reticolo Secondario di Pianura (RSP)**, come definito dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Po, l'area oggetto di intervento **ricade in una zona classificata a pericolosità idraulica MP2**, corrispondente agli **scenari di media probabilità di accadimento** (eventi con tempo di ritorno compreso tra 100 e 200 anni).

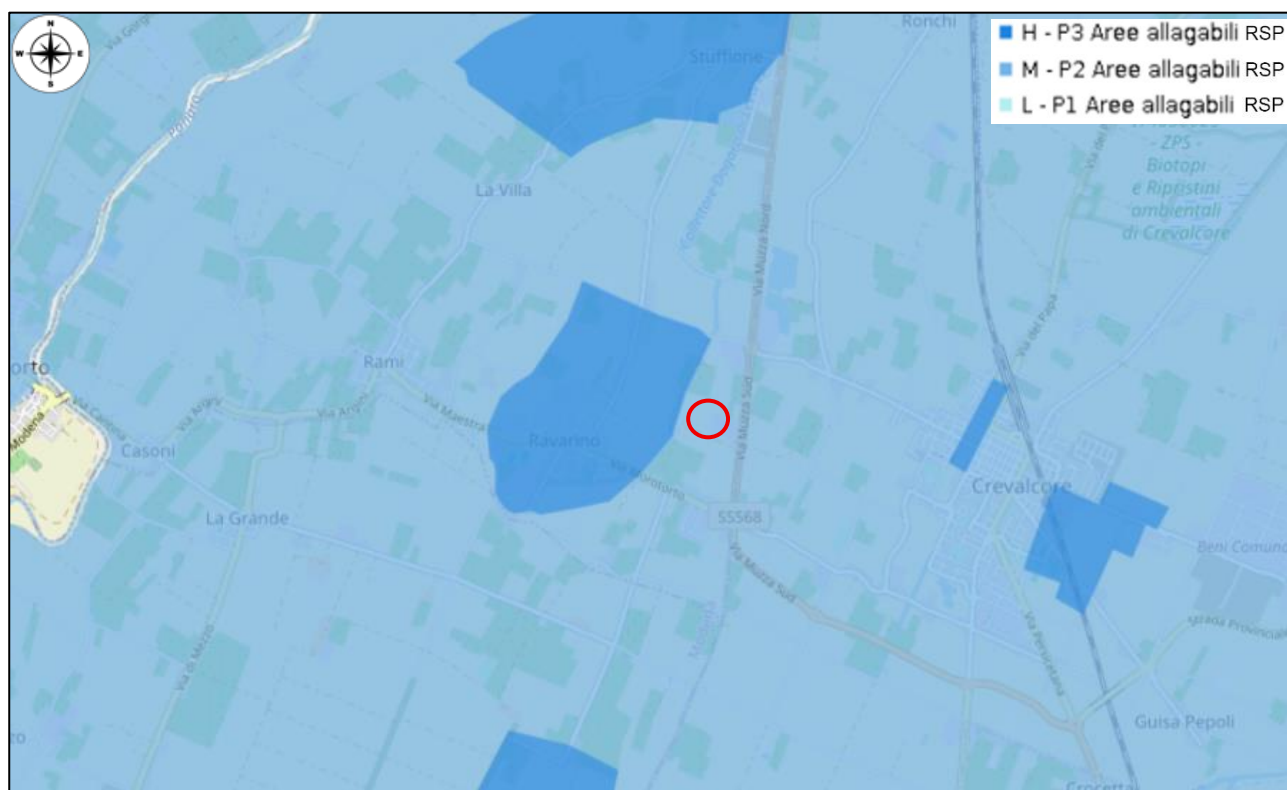


Figura 17: Mappa delle aree allagabili complessive predisposte nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni RETICOLO SECONDARIO PIANURA.

A seguito dell'analisi delle **mappe delle altezze idriche** pubblicate nell'ambito del **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)** per le **Aree a Potenziale Rischio Significativo di Alluvione (APSFR)**, sono state esaminate le condizioni previste per i tre scenari di pericolosità:

- **H-P3:** alta probabilità (tempo di ritorno 20–50 anni),
- **M-P2:** media probabilità (TR 100–200 anni),
- **L-P1:** bassa probabilità (TR > 500 anni).

Per quanto riguarda l'area oggetto di intervento, essa **ricade all'interno dello scenario L-P1**, risultando potenzialmente allagabile in caso di eventi di **bassa probabilità**. Le mappe PGRA associate allo scenario L-P1 mostrano tiranti idrici **pari o superiori a 2 m** nel comparto territoriale in cui ricade il lotto di progetto.

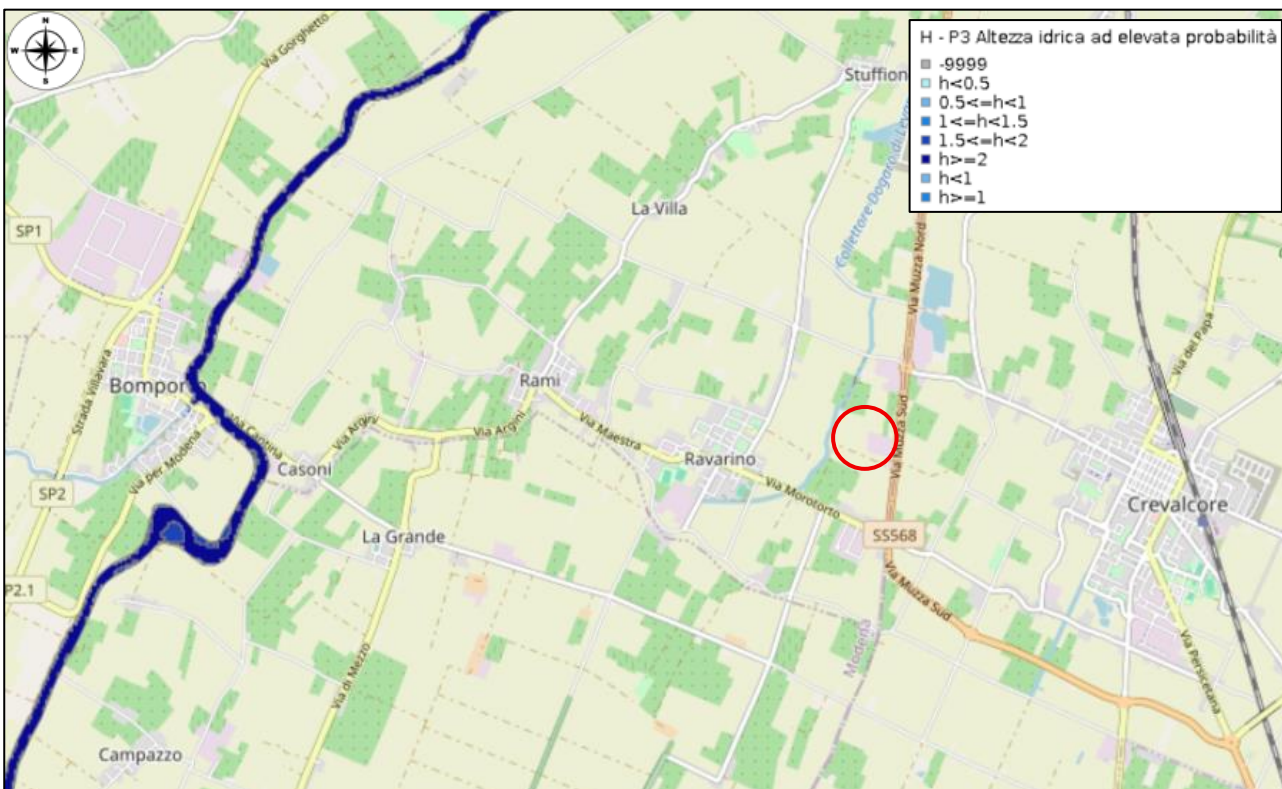


Figura 18: Mappe delle Altezze Idriche nelle Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR), per lo scenario di Elevata probabilità H (Pericolosità P3).

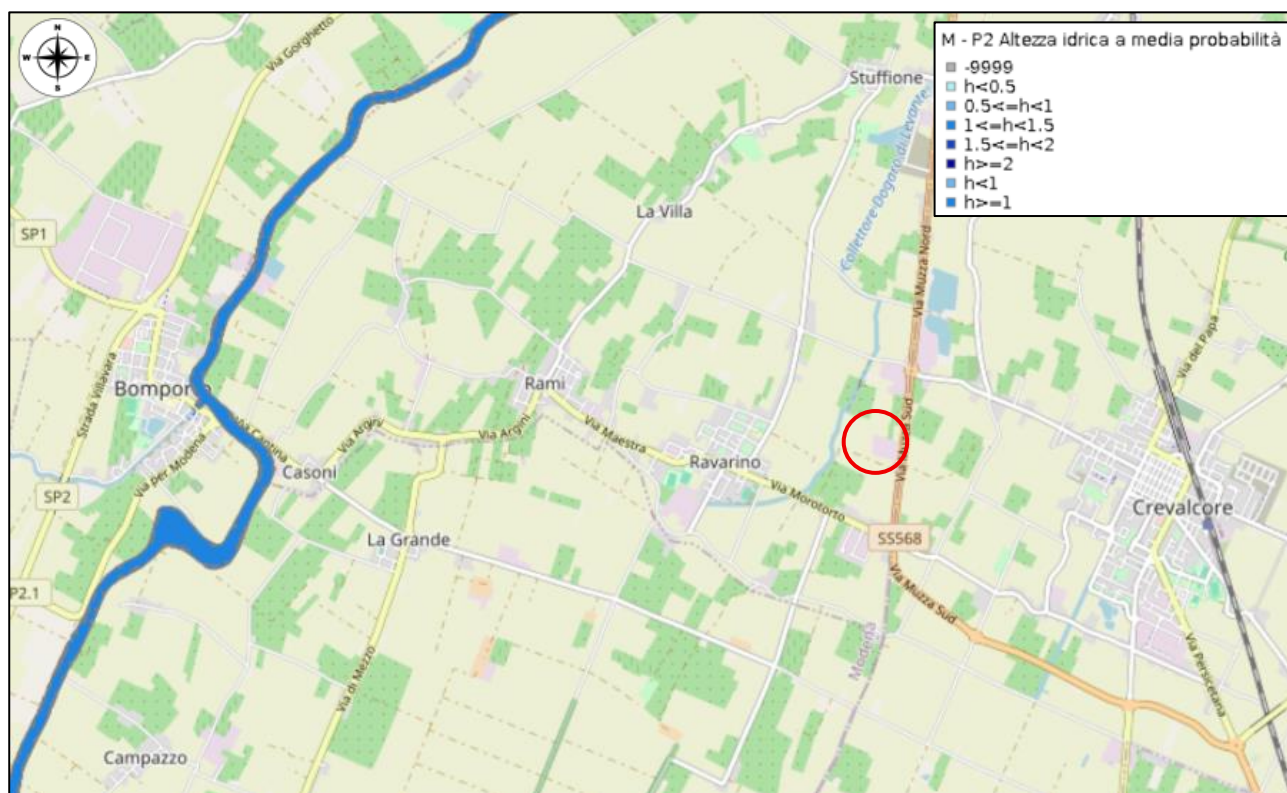


Figura 19: Mappe delle Altezze Idriche nelle Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR), per lo scenario di Media probabilità M (Pericolosità P2).

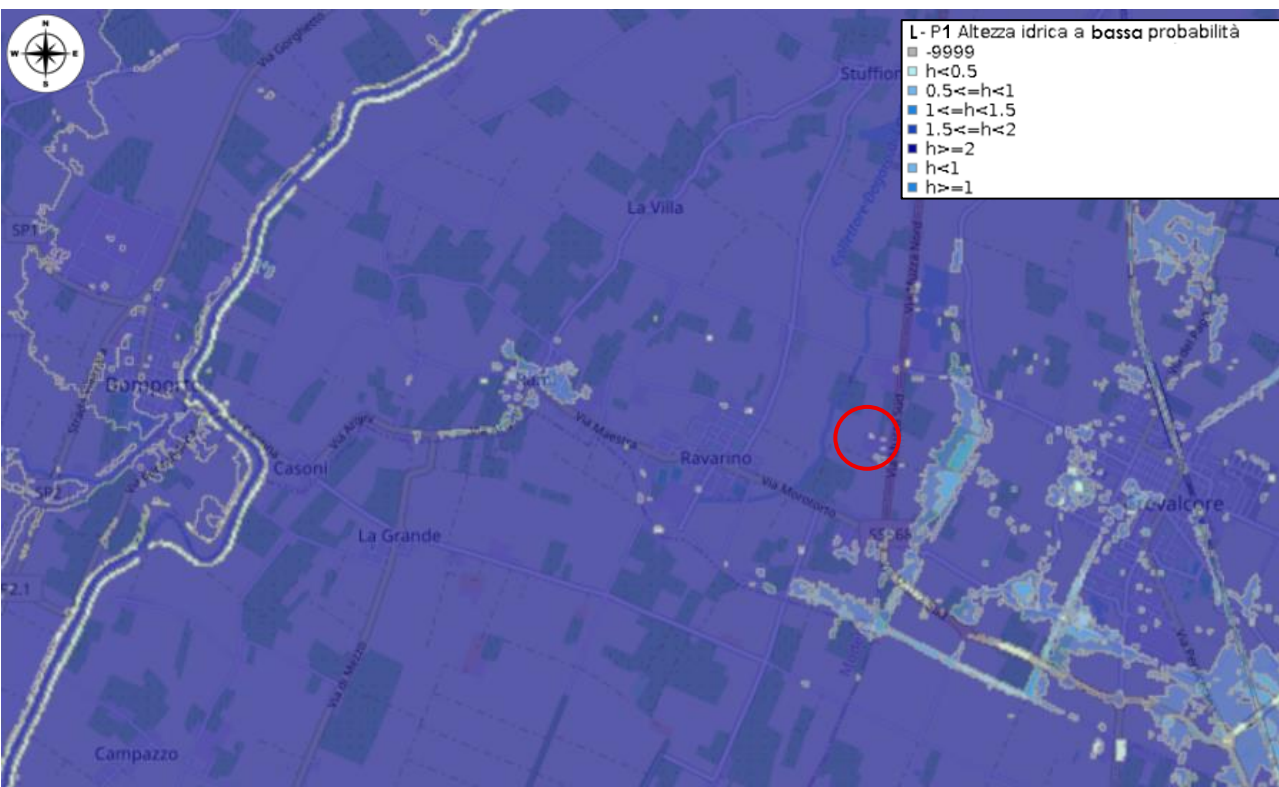


Figura 20: Mappe delle Altezze Idriche nelle Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR), per lo scenario di Bassa probabilità L (Pericolosità P1).

Il **territorio regionale** viene classificato, ai fini della gestione del rischio idraulico, sulla base della presenza e vulnerabilità degli elementi esposti, secondo i livelli seguenti:

- **R4 – Rischio molto elevato**
- **R3 – Rischio elevato**
- **R2 – Rischio medio**
- **R1 – Rischio moderato**

Dalla consultazione delle mappe di classificazione del rischio idraulico disponibili sul Geoportale dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, si rileva che **l'area oggetto di intervento ricade all'interno della classe R1 (rischio moderato).**

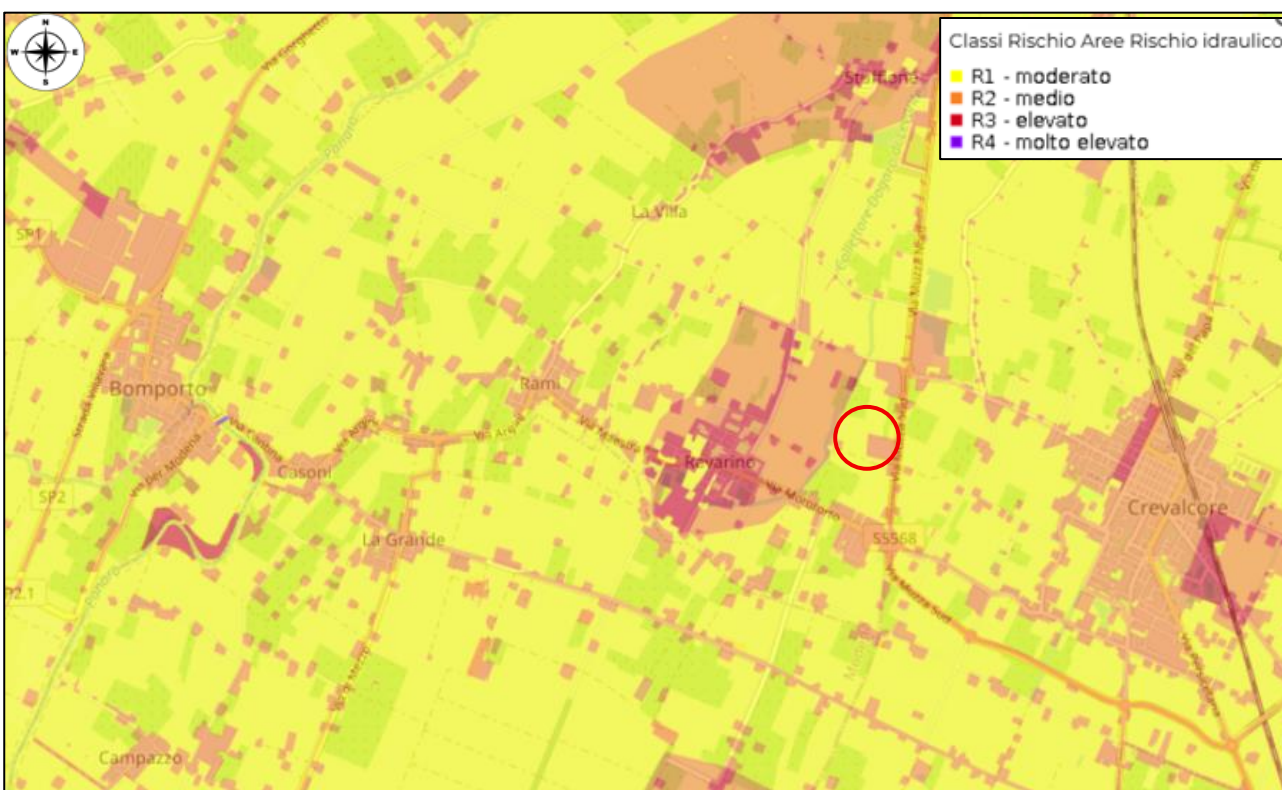


Figura 21: Mappe del Rischio Alluvione.

5.3 PTCP della Provincia di Modena

Dalla consultazione del **Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Modena** e delle relative **Norme di Attuazione**, con particolare riferimento alla Carta 2.3 "Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica", emerge che l'area di intervento ricade all'interno del **"limite delle aree soggette a criticità idraulica"**, definito dall'**articolo 11** del PTCP.

Come riportato nel PTCP, tale limite rappresenta l'estensione della **Fascia C del PAI**, ampliata fino a comprendere tutti i territori comunali caratterizzati da potenziale criticità idraulica, tra cui **il Comune di Ravarino** che risulta incluso integralmente in tale area.

All'interno di questo perimetro, il PTCP prevede che gli strumenti urbanistici e i nuovi interventi edilizi applichino misure specifiche di gestione del rischio idraulico, finalizzate alla mitigazione e alla corretta gestione del ciclo delle acque superficiali.

Il PTCP stabilisce inoltre, tramite le Norme di Attuazione agli artt. 9, 10 e 11, la presenza di **fasce di tutela** lungo il reticolo idrografico:

- **20 m** dal limite del reticolo idrografico secondario;

- **10 m** dal reticolo idrografico minore;
- **10 m** dalle scoline di bonifica e dal reticolo minore vallivo.

Queste fasce non coincidono con il sito di progetto, ma la loro presenza nel quadro normativo di riferimento conferma la necessità di valutare gli assetti idraulici e le interazioni con il reticolo di bonifica.

In conclusione, per quanto riguarda il PTCP:

- **l'area del progetto ricade dentro il "limite delle aree soggette a criticità idraulica" (Art. 11);**
- non sono presenti aree golenali, fasce A o B del PAI;
- la progettazione dovrà rispettare i principi di corretta gestione idraulica indicati dal PTCP, che saranno approfonditi nel capitolo dedicato alla **Compatibilità Idraulica**.

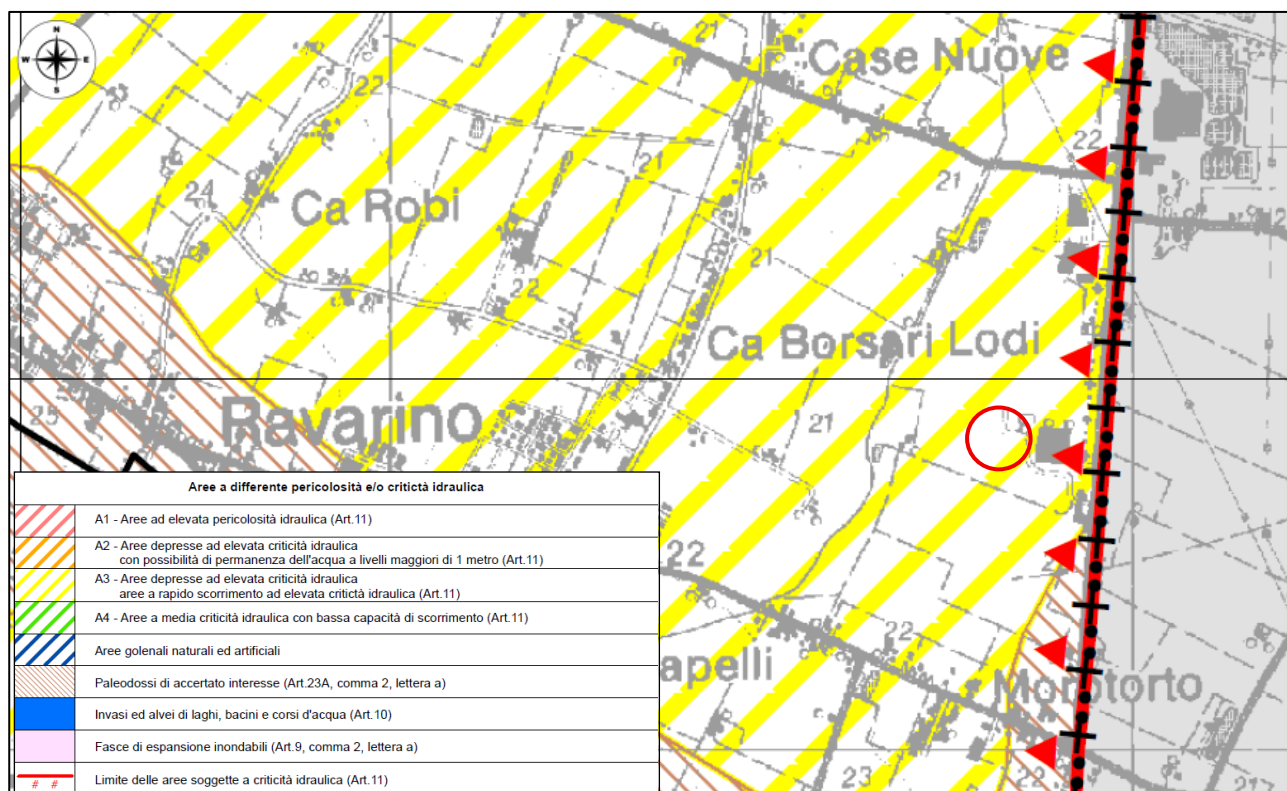


Figura 22: Estratto dalla Tavola 2_3_01 del PTCP della Provincia di Modena "Rischio idraulico: carta della pericolosità e della criticità idraulica"

6. COMPATIBILITÀ IDRAULICA

6.1 Condizioni e potenziali criticità del reticolo secondario di pianura

L'area di intervento è situata in prossimità del **Cavo Dogaro Levante**, canale del **Consorzio di Bonifica Burana** appartenente al Reticolo Secondario di Pianura. La morfologia completamente pianeggiante, unitamente alla natura limoso-argillosa dei terreni, può determinare, in caso di precipitazioni intense, condizioni di drenaggio lento e fenomeni di ristagno superficiale.

Dalla consultazione delle mappe PGRA, l'area ricade all'interno dello **scenario M-P2 (media probabilità)** per il Reticolo Secondario, il quale rappresenta eventi con **TR 100–200 anni**. Questa condizione non comporta vincoli di inedificabilità, ma richiede una progettazione attenta alla gestione del deflusso e alla riduzione della vulnerabilità locale.

In questo contesto è il caso di adottare misure progettuali coerenti con le indicazioni degli strumenti di pianificazione idraulica, privilegiando:

- il mantenimento di superfici permeabili e sistemi di drenaggio diffuso;
- la corretta gestione delle acque meteoriche secondo il principio dell'invarianza idraulica;
- accorgimenti costruttivi per contenere il rischio di ristagni localizzati nelle aree pavimentate.

Tali misure risultano adeguate considerando l'elevata vicinanza della falda freatica e la scarsa pendenza del piano campagna.

6.2 Compatibilità con il reticolo idraulico principale

Per quanto riguarda il Reticolo Principale (RP), l'area ricade nello **scenario L-P1**, cioè nelle zone potenzialmente interessabili da allagamenti esclusivamente in occasione di **eventi eccezionali** (TR > 500 anni), con **tiranti idrici ≥ 2 m**.

Questa classificazione non determina limitazioni dirette alla realizzabilità dell'intervento, in quanto non interessata dagli scenari a più alta probabilità (H-P3, M-P2). Tuttavia, essa conferma che l'area è parte delle zone di **Fascia C** del PAI, caratterizzate da possibile allagamento solo per eventi catastrofici ma comunque incluse nel quadro delle aree idraulicamente sensibili del territorio.

La progettazione può pertanto procedere, purché si adottino misure coerenti con le norme di pianificazione vigenti e con le buone pratiche di gestione del rischio.

6.3 Prescrizioni derivanti dal PTCP

Secondo quanto riportato dal PTCP della Provincia di Modena, l'area di Ravarino ricade interamente all'interno del **"limite delle aree soggette a criticità idraulica"** definito dall'**art. 11**.

Questo comporta la necessità di considerare:

- il principio di **invarianza idraulica**,
- la corretta regimazione delle acque meteoriche,
- la riduzione della portata e degli effetti del deflusso superficiale generato dalle nuove impermeabilizzazioni.

Non emergono fasce di tutela fluviale (artt. 9 e 10) direttamente interferenti con il lotto, ma l'appartenenza all'area di criticità idraulica impone un approccio prudentiale nella definizione delle quote di progetto e delle opere di drenaggio.

6.4 Valutazione complessiva delle misure di riduzione della vulnerabilità

Alla luce delle informazioni ottenute da **PAI, PGRA e PTCP**, l'intervento è **compatibile con il quadro idraulico sovraordinato**, a condizione che vengano adottate misure tecniche adeguate al contesto locale:

- **Sopraelevare i piani calpestabili** dei nuovi manufatti di almeno **+0,10 m** rispetto al piano campagna circostante, al fine di proteggere la struttura da eventuali ristagni superficiali generati da precipitazioni intense e dalle lente condizioni di smaltimento delle acque meteoriche.
- **Evitare il ricorso al sottosuolo** per vani tecnici o locali sensibili, considerando la presenza della falda superficiale (profondità rilevata ~2,5 m).
- **I principali quadri elettrici e gli elementi impiantistici sensibili dovranno essere installati ad una quota non inferiore a +2,00 m rispetto al piano campagna**, che nel presente caso corrisponde ad un'altezza minima di circa **22,50 m s.l.m.**, considerando la

quota di riferimento pari a **20,50 m s.l.m.**. Tale margine di sicurezza garantisce un'adeguata protezione degli impianti anche in presenza di scenari di allagamento estremi ($T_r \approx 500$ anni) derivanti dalle perimetrazioni PGRA. Realizzare adeguati **sistemi di drenaggio** e prevedendo opere di laminazione conformi al principio dell'invarianza idraulica (trattato nel capitolo successivo).

Tali misure risultano pienamente proporzionate all'intervento e idonee a garantire una condizione di **compatibilità idraulica** in coerenza con gli strumenti di pianificazione vigenti.

7. STUDIO IDROLOGICO

Al fine di valutare gli effetti dell'intervento sull'area di progetto, verranno analizzate le variazioni in termini di impermeabilizzazione delle superfici e di criticità idraulica del territorio, indotte dall'intervento stesso.

La determinazione della precipitazione di progetto si basa comunemente sulla ricostruzione preliminare di uno ietogramma sintetico. Questo processo deriva dall'analisi delle piogge intense registrate sia all'interno che nelle aree adiacenti al bacino da modellare. Tale analisi conduce alla creazione delle curve di possibilità pluviometrica, che collegano le altezze di precipitazione h con le corrispondenti durate T della pioggia per determinati tempi di ritorno. Queste curve sono essenziali per descrivere le caratteristiche pluviometriche del territorio in esame.

Il legame funzionale tra altezza di pioggia $h(t)$ e durata T viene di solito espresso da una relazione monomia del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

- **h** altezza di precipitazione (mm)
- **T** durata della precipitazione (ore)
- **a e n** parametri ottenuti da interpolazione

I parametri **a** ed **n** della curva di possibilità pluviometrica sono ricavabili dalla Griglia di discretizzazione delle Piogge Intense: (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO) da cui la cella significativa di calcolo risulta la **GB 123**:

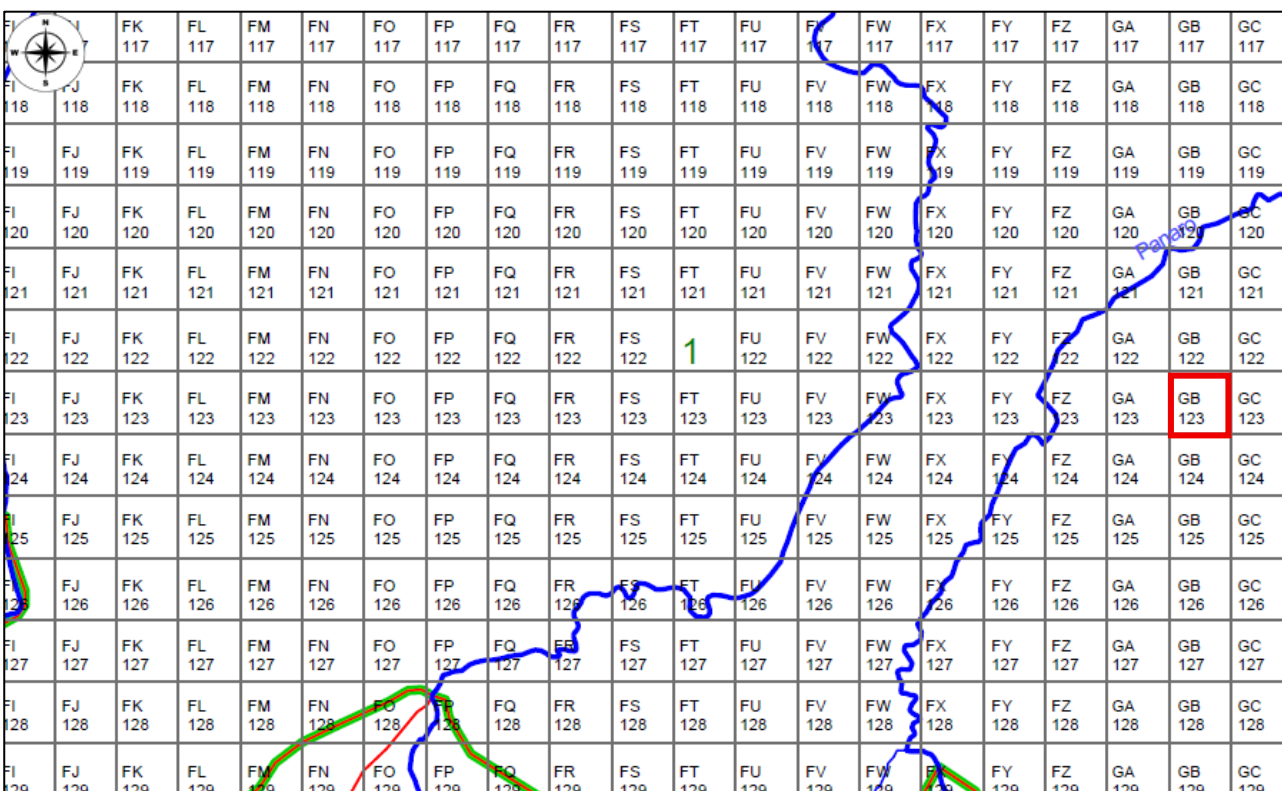


Figura 23: Ubicazione della cella GB123

Si riportano di seguito i parametri delle curve pluviometriche per i vari tempi di ritorno.

Cella	Coordinate cella EST	Coordinate cella NORD	α Tr 20	n Tr 20	α Tr 50	n Tr 50	α Tr 100	n Tr 100	α Tr 200	n Tr 200	α Tr 500	n Tr 500
GB123	867000,0	4855000,0	45,82	0,244	53,86	0,239	59,97	0,235	65,99	0,233	74,00	0,230

Figura 24: valori dei coeff. α e n in funzione al tempo di ritorno

7.1 Analisi geomorfologica del bacino e stima della portata di deflusso

Ai fini della valutazione idrologica e del dimensionamento delle opere di laminazione, il bacino idrografico di riferimento è stato identificato sulla base della configurazione funzionale delle superfici che contribuiranno al deflusso verso la vasca di laminazione prevista in progetto.

L'area complessiva della proprietà, costituita dal complesso produttivo esistente e dall'area di ampliamento, è pari a **76.470 m²**. Tuttavia, non tutte le superfici interne al lotto partecipano al deflusso convogliato verso il nuovo sistema di gestione delle acque meteoriche, in quanto alcune porzioni risultano gestite in modo autonomo o non conferiscono al sistema di laminazione.

In particolare, non vengono computate ai fini dell'invarianza idraulica:

- la **copertura del fabbricato esistente**, le cui acque meteoriche sono recapitate al sistema di trattamento interno;
- l'**area dell'impianto di depurazione**, che gestisce autonomamente le proprie acque;
- una **porzione del comparto est in corrispondenza dell'ingresso dello stabilimento esistente**, comprendente piazzale/parcheggi e superfici permeabili, il cui contributo non è convogliato alla vasca di laminazione ma al sistema di trattamento interno.

Le acque meteoriche oggetto di raccolta e regimazione tramite il sistema previsto in progetto sono pertanto riconducibili a:

- **tutte le superfici dell'area di ampliamento**, pari a **33.336 m²**;
- le superfici di piazzale dello stabilimento esistente effettivamente recapitate alla vasca, con esclusione delle aree sopra indicate.

Sottratte le superfici escluse, la **superficie effettivamente insistente sul nuovo sistema di drenaggio** risulta pari a **49.596 m²**.

Tale superficie rappresenta il **bacino scolante di riferimento** e costituisce la base per il confronto dei deflussi ante-operam e post-operam, per la determinazione delle portate di progetto e per la definizione del volume di laminazione necessario al rispetto del principio di invarianza idraulica.

La morfologia locale, caratterizzata da pendenze molto modeste e da assenza di apporti esterni al lotto, consente di definire il bacino come totalmente autonomo. L'analisi plano-altimetrica conferma la mancanza di contributi da aree esterne ai confini della proprietà, grazie anche alla

presenza di opere e discontinuità fisiche che definiscono chiaramente il perimetro idraulico dell'area.

I parametri assunti per la caratterizzazione del bacino sono:

Parametro	Valore
Superficie del bacino (m ²)	49.596
Superficie del bacino (km ²)	0,049596
Lunghezza asta principale (m)	500
Pendenza media del bacino (m/m)	0,001 (0,1%)

La valutazione dell'**incremento della criticità idraulica del territorio** è stata effettuata attraverso un confronto tra i **deflussi superficiali ante-operam** e quelli **post-operam**, conseguenti alla realizzazione delle opere previste dal progetto. L'analisi, basata sul metodo afflussi-deflussi, ha l'obiettivo di **quantificare l'impatto delle trasformazioni sul regime idrologico locale** e di supportare il dimensionamento delle **misure di compensazione idraulica**.

In particolare, la **differenza tra la portata di deflusso preesistente e quella successiva all'intervento** rappresenta l'incremento imputabile all'effetto combinato dell'impermeabilizzazione e della riorganizzazione delle superfici.

Ai fini progettuali si è ritenuto opportuno, in un'ottica cautelativa, assumere come riferimento un **tempo di ritorno pari a 50 anni** come riferimento per la stima della portata di progetto

Per determinare la portata di deflusso, è fondamentale calcolare:

1. **Il tempo di corrivazione**, Il tempo di corrivazione rappresenta l'intervallo di tempo necessario affinché l'acqua meteorica caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura. A tal fine, è stata utilizzata la formula di Pasini, poiché risulta particolarmente adatta alle caratteristiche specifiche dell'area in esame.

$$T_c = 0.108 \cdot \left(\frac{(AL)^{0.333}}{I^{0.5}} \right)$$

Dove:

- A area (km²)
- L la distanza massima tra il punto più lontano dell'area e il punto di recapito finale dell'acqua (km)
- I pendenza media (m/m)

2. L'altezza di pioggia, valutata sulla base dei dati pluviometrici di riferimento, trovati precedentemente rappresenta la quantità di precipitazione che cade sull'area di intervento durante l'evento critico considerato

$$h_{(TR)} = \alpha * T_c^n$$

3. L'intensità di pioggia, per definire l'entità dell'evento di pioggia in termini di durata e intensità.

$$i = h/T_c$$

4. Coefficiente di deflusso, Il livello di permeabilità delle superfici viene espresso attraverso il coefficiente di deflusso ϕ , indice del volume meteorico efficace ai fini del deflusso, i cui valori sono convenzionalmente assunti come da tabella seguente.

SUPERFICIE	ϕ
aree agricole	0,10
superfici permeabili (aree verdi e inerbite)	0,20
superfici semipermeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta, ecc.)	0,60
superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade e piazzali asfaltati, ecc.)	0,90

Figura 25: Coefficienti di deflusso convenzionali

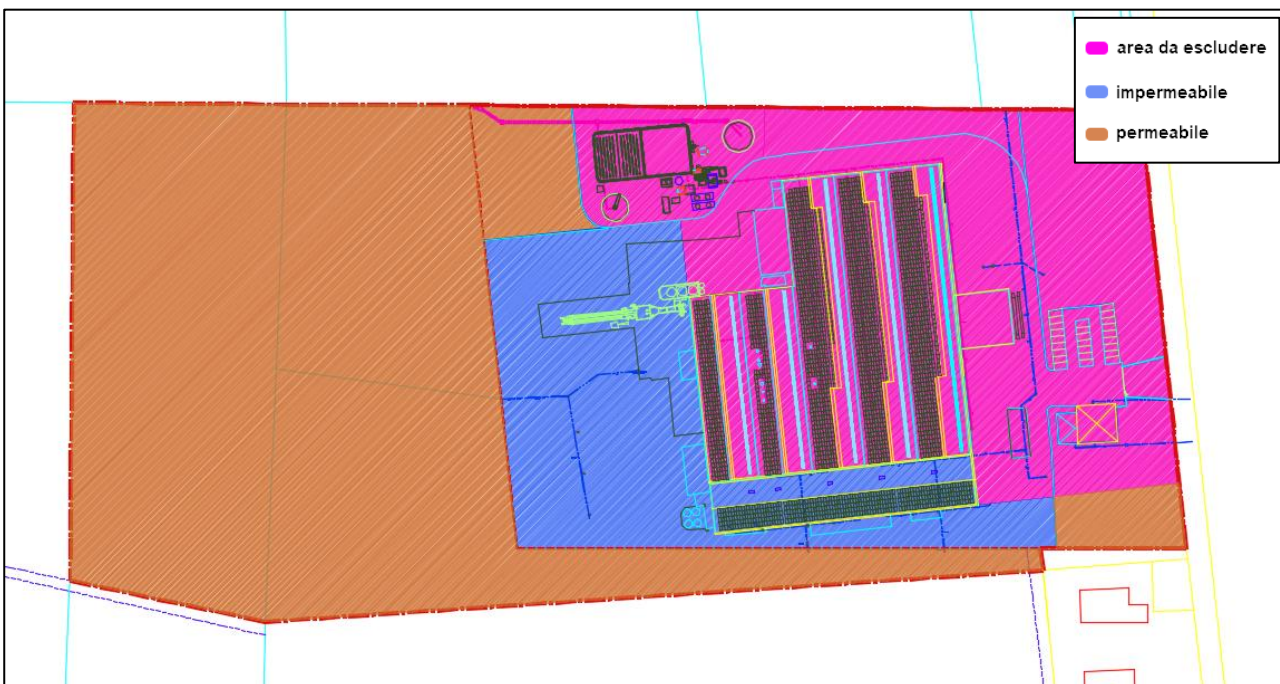


Figura 26: Aree di deflusso Ante Operam.

Nella condizione **ANTE-OPERAM** si ha un coefficiente di deflusso pari a:

Parametro	Area di progetto	Coefficiente di deflusso
Superficie impermeabile (m ²)	12.702	0,9
Superficie permeabile (m ²)	36.894	0,2
Superficie Totale (m ²)	49.596	0,379

Il coefficiente di deflusso medio ponderato nello scenario **ANTE-OPERAM** vale pertanto **0,379**.

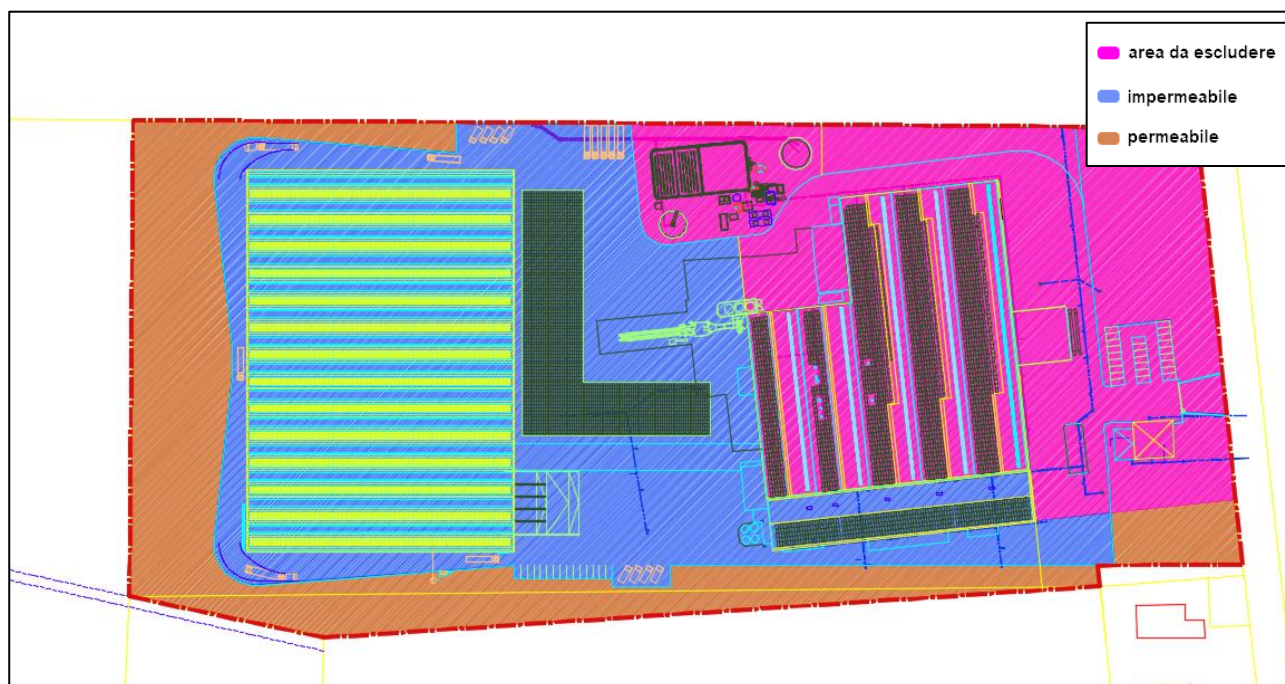


Figura 27: Aree di deflusso Post Operam.

Nella condizione **POST-OPERAM** c si ha un coefficiente di deflusso pari a:

Parametro	Area di progetto	Coefficiente di deflusso
Superficie impermeabile (m ²)	35.935	0,9
Superficie permeabile (m ²)	13.661	0,2
Superficie Totale (m ²)	49.596	0,707

Il coefficiente di deflusso medio ponderato nello scenario **POST-OPERAM** vale pertanto **0,707**

Sulla base dei coefficienti di deflusso stimati, si procede al calcolo della portata di deflusso necessaria per il dimensionamento dei sistemi di regimazione delle acque meteoriche. Successivamente, si determina il volume minimo d'invaso richiesto per garantire un'adeguata gestione delle acque di deflusso.

Il calcolo della portata defluente viene effettuato attraverso la formula:

$$Q = \frac{i \cdot A \cdot \varphi}{360} [m^3 / s]$$

con:

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geologiche, geofisiche e ambientali - Consulenze geologiche e geotecniche

□ Via Padova, 160 – 41125 Modena – □ Tel. 059/3967169 – Fax. 059/5960176 – ✉ e-mail: info@geogroupmodena.it

- i intensità di pioggia in mm/ora
- A superficie scolante in ha
- φ coefficiente di deflusso

Area	hc	ic	Tc	φ_{ANTE}	Q_{ANTE}	φ_{POST}	Q_{POST}	ΔQ
ha	mm	mm/h	ore	-	m ³ /s	-	m ³ /s	m ³ /s
4,96	53,82	53,98	0,997	0,379	0,282	0,707	0,526	0,244

A parità di intensità, il contributo idrico dell'area allo stato attuale è pari a **282 l/s**; in seguito agli interventi progettuali si ha invece **526 l/s**.

L'incremento dell'apporto idrico dovuto alle modifiche previste è pertanto aumentato e va ad alterare l'equilibrio idraulico di **244 l/s**.

Il **coefficiente udometrico** nella configurazione iniziale (rapporto fra la portata di deflusso e la superficie espressa in ettari) risulta **57 l/s*ha**; mentre per la condizione di progetto risulta **106 l/s*ha**.

7.2 Stima dei volumi minimi di invaso

Per rispettare il principio dell'**invarianza idraulica**, nell'area di intervento si rendono necessarie idonee misure compensative per l'attenuazione del rischio idraulico. Tali misure, in linea generale, vengono indicate dalla normativa nella predisposizione di volumi di invaso e devono garantire che la portata di deflusso rimanga costante fra lo stato antecedente e quello successivo alla realizzazione delle opere di progetto.

Considerando le trasformazioni urbanistiche previste, per garantire l'invarianza idraulica si propone una valutazione del volume compensativo calcolato sulle effettive caratteristiche idrologiche di impermeabilizzazione e di geometria del sito oggetto di intervento.

In tal senso, calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume affluito, il volume scaricato nella rete ricettrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il volume necessario alla laminazione dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di precipitazione.

Il valore così ottenuto rappresenta quindi il massimo per l'evento meteorico col periodo di ritorno valutato. I volumi di accumulo sono stati stimati con il **metodo delle sole piogge** per la curva di possibilità pluviometrica, con riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni.

Il **volume di pioggia entrante (affluente)** nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere tramite la seguente relazione:

$$V_E = S \cdot \varphi \cdot h(t) = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n$$

dove:

- S = superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso
- φ = coefficiente di deflusso medio
- h = altezza di pioggia
- a, n = coefficienti della curva pluviometrica
- t = durata della precipitazione

Il **volume in uscita (effluente)** dal sistema nello stesso intervallo t di tempo è:

$$V_U = Q_U \cdot t = S \cdot u \cdot t$$

dove:

- Q_U = portata imposta allo scarico
- u = coefficiente udometrico imposto allo scarico

Il **volume da invasare** al tempo t è dato dalla differenza dei volumi in entrata e in uscita dal sistema:

$$V_{\text{INVASO}} = V_E - V_U$$

Il volume di invaso minimo da predisporre per la laminazione del nuovo carico idraulico prodotto dagli interventi in progetto è stato determinato recependo la metodologia proposta dai Consorzi di Bonifica, confrontando i volumi di precipitazione raccolti nelle nuove trasformazioni con i volumi scaricati nel ricettore per differenti durate di precipitazione ed assumendo il valore che massimizza la loro differenza.

Il coefficiente udometrico ante-operam prescritto dal Consorzio della Bonifica di Burana è:

$$U_{\text{lim}} = 3 \text{ l/s*ha fondiaria}$$

Tale coefficiente, per consentire l'invarianza idraulica sarà rispettato anche in condizioni di progetto per l'area impermeabilizzata. Per cui si avrà che per tale area la portata uscente sarà:

GEO GROUP s.r.l.

Indagini geologiche, geofisiche e ambientali - Consulenze geologiche e geotecniche

□ Via Padova, 160 – 41125 Modena – □ Tel. 059/3967169 – Fax. 059/5960176 – ✉ e-mail: info@geogroupmodena.it

$$Q_{u,lim} = U_{lim} * S_p = 14,88 \text{ l/s}$$

Dall'analisi dei volumi ottenuti si individuano due valori distinti:

- **2807 m³**, derivante dall'utilizzo del coefficiente udometrico massimo ammissibile allo scarico pari a **3 l/s per ettaro**;
- **2454 m³**, derivante dall'adozione del coefficiente udometrico **700 m³ per ettaro di superficie impermeabile**.

A fini progettuali, e nell'ottica di garantire una maggiore sicurezza idraulica, si adotta il valore più elevato tra i due.

Pertanto, il volume di invaso di riferimento risulta pari a **2807 m³**, assumendo tale valore come cautelativo e quindi idoneo alla verifica del principio di invarianza idraulica.

DIMENSIONAMENTO DI UNA CASSA CON IL METODO DELLE SOLE PIOGGIE									
dati in INPUT da inserire nelle caselle bordate									
LOCALITA'	RAVARINO		CORSO RICEVENTE		Dogaro Levante		Burana		
ALGORITMI utilizzati: $V_{\text{entrante}} = \text{psixSxaxt}^n$; $V_{\text{uscente}} = \text{uxSxt}$; $V_{\text{cassa}} = V_{\text{entrante}} - V_{\text{uscente}}$; variando "t" il V_{cassa} varia: quello massimo si ha per $t = ((\text{uxS}) / (\text{nxpsixSxa}))^{1/(n-1)}$									
coeff. idrometrico max ammissibile in scarico			3		l/ha s		u		
superficie territoriale da urbanizzare			4.9596		ha		S		
coefficiente di deflusso medio			0.71		psi		psi		
Qu,lim			14.88		l/s				
CASO A) EVENTI INFERIORI AD 1 ORA: inserire i dati della curva di possibilità pluviometrica									
CPP	PAI	periodo di ritorno T		50		località		Ravarino	
a	coefficiente per il tempo		53.86						
n	esponente del tempo		0.239						
h	profondità media cassa		1		(questo dato serve solo per la superficie cassa)				
Sviluppo dei calcoli in modo analitico al variare del tempo di durata della pioggia t, validità < un'ora:									
t(ore)	A (ha)	pioggia(mm)	coeff.defl.	V (mc)	scarico(mc/s)	Vuscente	Vcassa	SUPER(mq)	
0.10	4.96	31	0.707	1089.262153	0.0148788	5.356368	1084	1084	
0.20	4.96	37	0.707	1285.519246	0.0148788	10.712736	1275	1275	
0.30	4.96	40	0.707	1416.329804	0.0148788	16.069104	1400	1400	
0.40	4.96	43	0.707	1517.136833	0.0148788	21.425472	1496	1496	
0.50	4.96	46	0.707	1600.244139	0.0148788	26.78184	1573	1573	
0.60	4.96	48	0.707	1671.516096	0.0148788	32.138208	1639	1639	
0.70	4.96	49	0.707	1734.246576	0.0148788	37.494576	1697	1697	
0.80	4.96	51	0.707	1790.485965	0.0148788	42.850944	1748	1748	
0.90	4.96	53	0.707	1841.604527	0.0148788	48.207312	1793	1793	
1.00	4.96	54	0.707	1888.567076	0.0148788	53.56368	1835	1835	
Durata della precipitazione critica						fuori curva	ore	tc	
Altezza della precipitazione nel tempo critico						fuori curva	mm	h	
Volume cassa di progetto						fuori curva	mc	Vcassa	
CASO B) EVENTI SUPERIORI AD 1 ORA: inserire i dati della curva di possibilità pluviometrica									
CPP	PAI	periodo di ritorno T		50		località		Ravarino	
a	coefficiente per il tempo		53.86						
n	esponente del tempo		0.239						
h	profondità media cassa		1		(questo dato serve solo per la superficie cassa)				
Qc	Portata al colmo		62.25439331		l/s				
Sviluppo dei calcoli in modo analitico al variare del tempo di durata della pioggia t, validità > un'ora:									
1.00	4.96	54	0.707	1888.567076	0.0148788	53.56368	1835	1835	
1.25	4.96	57	0.707	1992.020976	0.0148788	66.9546	1925	1925	
1.50	4.96	59	0.707	2080.74196	0.0148788	80.34552	2000	2000	
1.75	4.96	62	0.707	2158.830314	0.0148788	93.73644	2065	2065	
2.00	4.96	64	0.707	2228.838409	0.0148788	107.12736	2122	2122	
2.25	4.96	65	0.707	2292.471979	0.0148788	120.51828	2172	2172	
2.50	4.96	67	0.707	2350.932048	0.0148788	133.9092	2217	2217	
2.75	4.96	69	0.707	2405.098835	0.0148788	147.30012	2258	2258	
3.00	4.96	70	0.707	2455.638276	0.0148788	160.69104	2295	2295	
3.25	4.96	71	0.707	2503.067362	0.0148788	174.08196	2329	2329	
3.50	4.96	73	0.707	2547.796149	0.0148788	187.47288	2360	2360	
Durata della precipitazione critica						16.46	ore	tc	
Altezza della precipitazione nel tempo critico						105.19	mm	h	
Volume cassa di progetto						2807	mc	Vcassa	
w0							801	mc/ha	
tempo svuotamento							52.40	ore	
vol specifico Burana							700	mc/ha,imp	
Burana							2454.51	mc	
Nota Bene: in alcuni casi il massimo della funzione $V_{\text{cassa}}(t)$ si ottiene al di fuori dei campi di validità delle CPP; ciò significa che analiticamente il massimo esiste ma idrologicamente non si manifesta; allora occorre assumere il V_{cassa} max fra i due calcolati analiticamente con $t=1$ ora									

Figura 28: invarianza idraulica

Per rispettare il principio di invarianza idraulica, relativamente alle acque meteoriche, le norme richiedono, in ordine decrescente di priorità, di:

- **recuperarle** ai fini del riutilizzo;
- **infiltrarle** al suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche idrogeologiche locali dei terreni;
- **scaricarle in corpo idrico superficiale** naturale o artificiale con limiti di portata prestabiliti (3 l/s-ha di superficie scolante impermeabile);
- **scaricarle in fognatura** naturale o artificiale con limiti di portata prestabiliti (5-10-20 l/s-ha di superficie scolante impermeabile oppure secondo le indicazioni del gestore del recettore).

Per garantire il rispetto del **principio di invarianza idraulica**, il deflusso delle acque meteoriche sarà regolato attraverso la realizzazione di **opere di laminazione**, finalizzate a trattenere temporaneamente il volume eccedente generato in occasione di eventi meteorici intensi, con rilascio controllato verso il sistema di scolo consortile adiacente.

Sulla base delle elaborazioni condotte, la **durata della pioggia critica** è risultata pari a **16,46 ore**, con un'altezza di precipitazione cumulata di **105 mm**. Da tale evento deriva un **volume minimo da compensare pari a 2807 m³**, che rappresenta il riferimento progettuale per la definizione delle opere di regimazione idraulica.

Considerato che il terreno dell'area di nuova edificazione presenta una quota media pari a circa 19,70 m s.l.m., mentre il piano del piazzale esistente risulta attestato a quota 20,50 m s.l.m., il piano di calpestio del nuovo fabbricato dovrà essere posizionato ad una quota non inferiore a +0,20 m rispetto al piano del piazzale, considerando una **precipitazione cumulata di 105 mm**, al fine di garantirne la piena efficienza anche in caso di eventi intensi.

Nel caso in esame, si rimanda a specifica tavola di progetto, a cura dei progettisti, la modalità di compensazione dei **2807 m³** di volume di minimo invaso.

8. CONCLUSIONI

Alla luce delle analisi idrologiche e idrauliche condotte e dei riferimenti normativi richiamati, l'intervento di ampliamento dello stabilimento Gruppo Fini S.p.A., ricadente nel territorio comunale di Ravarino, risulta **idraulicamente compatibile** con il quadro pianificatorio vigente, purché vengano attuate le prescrizioni progettuali individuate nel presente studio.

L'area oggetto di trasformazione presenta una superficie scolante effettiva pari a **49.596 m²**, risultante dall'integrazione tra le superfici del nuovo ampliamento e le porzioni di piazzale dello stabilimento esistente che saranno convogliate verso la futura vasca di laminazione. La morfologia pianeggiante, la natura limoso-argillosa dei terreni e la presenza di falda superficiale a profondità di 2,50 m costituiscono elementi che impongono un'attenzione particolare nella definizione delle opere di regimazione idraulica.

L'inquadramento normativo evidenzia che:

- l'area ricade all'interno della **Fascia C** del PAI, associata a eventi di piena catastrofici con TR > 500 anni;
- per il PGRA, la zona è classificata:
 - **L-P1** per il Reticolo Principale (RP),
 - **M-P2** per il Reticolo Secondario di Pianura (RSP),con tiranti idrici attesi ≥ 2 m negli scenari di bassa probabilità;
- secondo il PTCP, l'intero Comune di Ravarino ricade all'interno del **"limite delle aree soggette a criticità idraulica"**, rendendo necessario garantire la corretta gestione dei deflussi meteorici e il rispetto del principio dell'invarianza idraulica.

Dal confronto tra il regime ante-operam e post-operam emerge un incremento della portata al colmo pari a **+243 l/s**, dovuto alla trasformazione del coefficiente di deflusso da 0,379 a 0,707. Sulla base della metodologia afflussi-deflussi, utilizzando un tempo di ritorno pari a **50 anni**, è stato calcolato il volume minimo di invaso necessario per la laminazione, pari a:

$$V = 2.807 \text{ m}^3$$

tale valore rappresenta il massimo differenziale tra i volumi affluenti ed effluenti valutati sul bacino di riferimento. Tale volume costituirà il parametro progettuale per la definizione della vasca di laminazione o di eventuali sistemi equivalenti di compensazione idraulica.

Le verifiche condotte mostrano che l'intervento non determina aggravio delle condizioni idrauliche né sul lotto né sul reticolo consortile recettore (Cavo Dogaro Levante), a condizione che:

- i sistemi di smaltimento siano dimensionati per garantire una portata regolata coerente con il coefficiente udometrico assunto nel calcolo **(14,88 l/s)**;
- siano mantenute adeguate superfici permeabili e sistemi di drenaggio diffuso;
- il piano di calpestio dei nuovi corpi edilizi sia posto a quota $\geq$ **+0,20 m** rispetto al piano del piazzale esistente, assunto come riferimento altimetrico per la prevenzione di ristagni superficiali;
- gli elementi impiantistici sensibili, quali quadri elettrici principali, siano collocati ad una quota non inferiore a **+2,00 m rispetto al piano campagna** dell'area di nuova edificazione (quota media pari a circa 19,70 m s.l.m.), corrispondente ad una quota altimetrica minima di circa **21,70 m s.l.m.**, in coerenza con gli scenari PGRA L-PI;
- Vengano predisposte opere idrauliche atte a garantire la compensazione del volume di 2.807 m³.

Sulla base degli esiti dello studio idrologico-idraulico e tenuto conto del quadro normativo sovraordinato (PAI, PGRA, PTCP), **l'intervento può essere ritenuto compatibile dal punto di vista idraulico**, a condizione che le opere di regimazione siano progettate e realizzate secondo quanto definito nel presente documento.

Per gli aspetti progettuali relativi alla vasca di laminazione e alle opere di regimazione delle acque meteoriche si rimanda alle specifiche tavole progettuali allegate.

Modena, 04 Marzo 2026

GEO GROUP SRL

Dott. Geol. Pier Luigi Dallari

42

