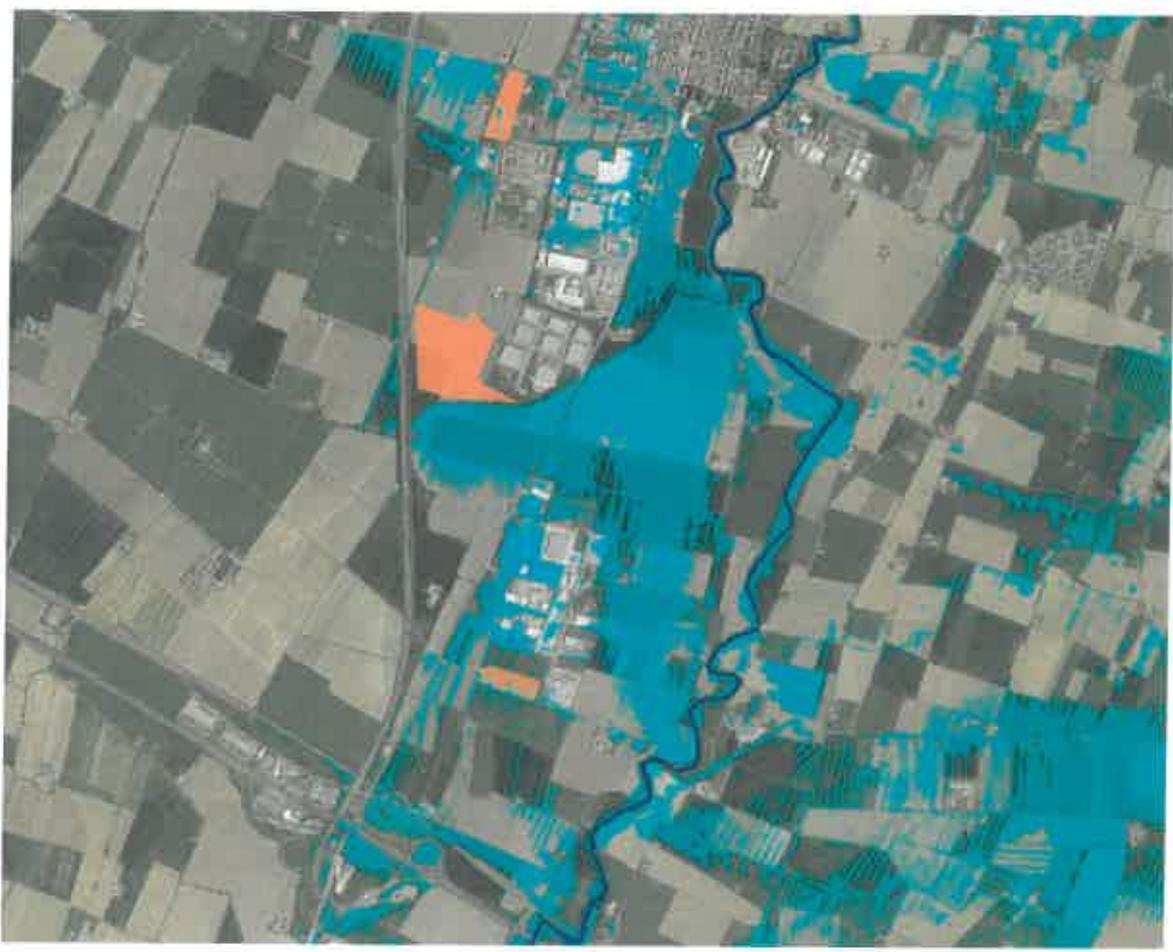


# STUDIO IDRAULICO DELLE DINAMICHE DI INONDAZIONE E MAPPATURA DELLE AREE ALLAGABILI A SUPPORTO DELLA VARIANTE 2019 AL PRG DI CORTEMAGGIORE



## Relazione finale

Prof. Ing. Armando Brath  
Ordinario di Costruzioni Idrauliche,  
Marittime e Idrologia  
Università di Bologna

Il Sindaco  
Gabriele Giametta



Il Sindaco  
sa Regondi



Febbraio 2020

IL RESPONSABILE DELL'UFFICIO  
TECNICO URBANISTICO  
(Geom. MASSIMO)



**Prof. Ing. Armando Brath**  
**Studio di Ingegneria Civile e Ambientale**  
**Via Spataro, 1 - 40134 Bologna**  
**Sede operativa:**  
**Via Bellinzona, 4 - 40135 Bologna**  
**Tel. 051-6153945**

**Collaborazioni:**  
**Dott. Luca Grimaldi**

## INDICE

1. PREMESSA .....	5
2. DESCRIZIONE DELLA VARIANTE.....	7
3. QUADRO CONOSCITIVO PREGRESSO SULLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELLE AREE DI INTERESSE	11
4. STRUTTURA DEL MODELLO MATEMATICO .....	19
5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI .....	27
5.1. Piena con tempo di ritorno T=200 anni.....	27
5.2. Piena con tempo di ritorno T=100 anni.....	31
5.3. Piena con tempo di ritorno T=50 anni.....	34
5.4. Piena con tempo di ritorno T=20 anni.....	37
6. CONCLUSIONI.....	41



## **1. PREMESSA**

Il Comune di Cortemaggiore ha in corso di svolgimento una procedura di adozione di una variante specifica al Piano Regolatore Generale (PRG) vigente. Essa comporta tre modifiche:

- la prima riguarda il cambio di destinazione urbanistica di un'area attualmente classificata dal PRG 2000 vigente come "zona agricola normale" in "zona produttiva di nuovo impianto";
- la seconda, al fine di bilanciare l'operazione di cui al precedente punto, prevede il declassamento di una zona produttiva a "zona agricola normale";
- infine, la terza modifica consiste nella ridefinizione di un breve tratto viabilistico del tracciato tangenziale, in allacciamento alla SS 587.

Nel seguito della presente relazione, tale variante al PRG vigente, adottata con atto di C.C. n. 25 del 30.07.2019, sarà indicata come Variante 2019.

A seguito di specifica richiesta di integrazioni formulata dalla Provincia di Piacenza, con nota sottoscritta dall'Arch. Elena Fantini (Rif. Prot. Comune di Cortemaggiore n. 10906 del 07.10.2019), l'Amministrazione Comunale di Cortemaggiore (PC), ha fatto eseguire e trasmesso agli Enti competenti uno studio riguardante le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche, geotecniche, sismiche ed idrauliche generali, a corredo della Variante 2019, redatto dal Dott. Mancioppi nell'ottobre 2019 e denominato "Variante 2019 al PRG. Analisi degli ambiti di trasformazione. Assetto geologico-sismico e geotecnico generale", di seguito indicato anche come "Relazione relativa all'assetto geologico-sismico".

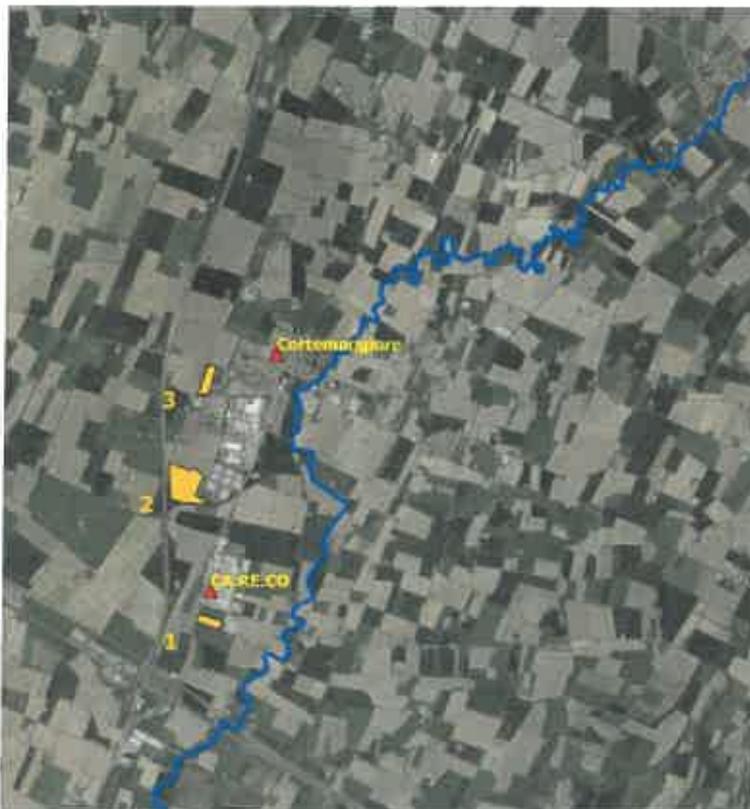
A seguito della presentazione di detto studio, la Regione Emilia-Romagna, Servizio Affluenti Area Po, ha espresso Parere di competenza in risposta al PG/2019/0055398 del 4/11/2019 (Prot. Comune di Cortemaggiore n.11945/2019), avente per oggetto la Delibera C.C. n.25 del 30/07/2019 di Adozione di n.2 varianti al vigente P.R.G. comunale. Nel citato parere, si evidenzia che la "Relazione relativa all'assetto geologico-sismico" prodotta a supporto della Variante 2019 fa riferimento ad uno Studio Idraulico "risalente al 2005 e non ricomprende tutte le numerose elaborazioni idrauliche che si sono susseguite nel tempo e che troveranno sintesi conclusiva nella variante al PAI che l'Autorità Distrettuale di Bacino del fiume Po sta attualmente conducendo". La Regione Emilia-Romagna richiede quindi un approfondimento, atto a incorporare le nuove conoscenze rese disponibili, al fine di aggiornare e attualizzare le "mappe dello studio idraulico del 2005".

A tal fine, nel mese di gennaio 2019, Finedil Srl ha conferito un incarico professionale allo scrivente, per la redazione di uno studio avente per oggetto gli approfondimenti richiesti dalla Regione Emilia-Romagna, Servizio Affluenti Area Po, di cui il presente elaborato rappresenta la relazione conclusiva.

Nell'ambito dello studio è stato utilizzato un modello matematico bidimensionale di inondazione, attraverso il quale è stata studiata la propagazione della piena del torrente Arda a valle dell'invaso di Mignano e sono state simulate le dinamiche delle potenziali inondazioni che, per assegnati valori del tempo di ritorno, possono interessare le aree esterne all'alveo fluviale nei dintorni dell'abitato di Cortemaggiore, al fine di espletare l'approfondimento richiesto dalla Regione in merito alle dinamiche di allagamento dell'area inondabile di interesse.

## 2. DESCRIZIONE DELLA VARIANTE

Come già indicato, la Variante 2019 al PRG di Cortemaggiore si compone di tre modifiche. Le aree di interesse sono indicate nella Figura 1.



*Figura 1 - Inquadramento generale delle aree di modifica previste dalla Variante 2019 al PRG.*

La prima modifica prende origine dalla richiesta dell'azienda Finedil del 3.12.2018 di classificazione dell'area di proprietà quale "ambito produttivo consolidato", in linea con le previsioni del PUC adottato. Nella Figura 2 viene rappresentato un dettaglio, estratto del PRG vigente, delle previsioni di destinazione d'uso dell'area (riquadro di sx) e delle previsioni del PRG così come risulterebbe modificato secondo Variante 2019 (riquadro di dx); si fa osservare che la scala 1:5.000, indicata nelle didascalie delle due figure, estrapolate dalla documentazione a supporto della Variante 2019 al PRG, avendo operato una riduzione delle dimensioni, non è rappresentativa dell'effettiva scala spaziale di quanto riportato in Figura 2.

Come si desume dalla documentazione esistente ("Relazione illustrativa di variante del Comune di Cortemaggiore", datata giugno 2019 e "Verifica di assoggettabilità - Rapporto preliminare", datata ottobre 2019), l'espansione in oggetto si pone in adiacenza e in stretta continuità territoriale con l'esistente zona artigianale CA.RE.CO., attestandosi in corrispondenza del

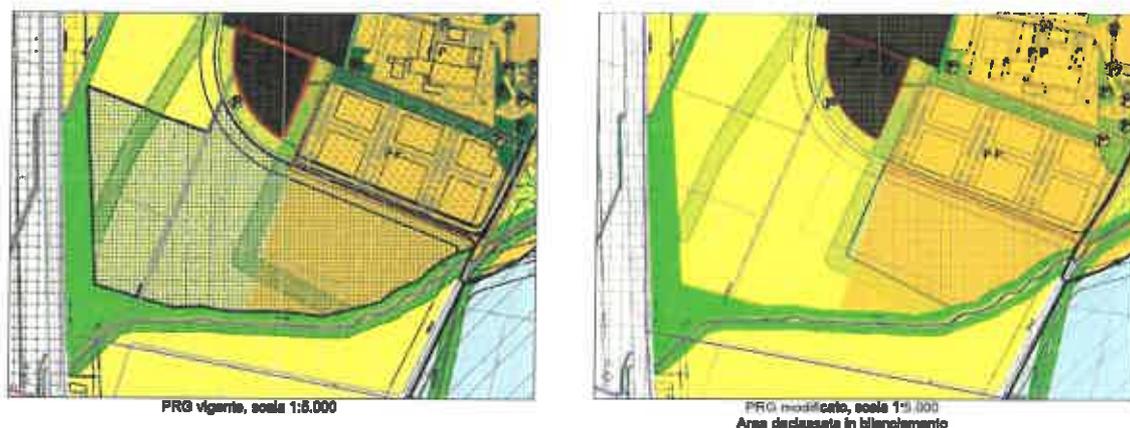
lato sud della stessa. L'area è stata individuata per la presenza di una richiesta di insediamento di una nuova azienda, che porterebbe a un significativo aumento della capacità occupazionale nel Comune di Cortemaggiore. La destinazione urbanistica attuale è "zona di rispetto dell'ambito fluviale protetta da infrastrutture lineari"; quella prevista "zona produttiva di nuovo impianto".



**Figura 2 - Modifica n.1 (area Finedli)**

A seguito della menzionata richiesta, che prevederebbe una nuova area produttiva per una superficie complessiva di 28.413 mq (dato desunto da quanto riportato nel documento di variante datato giugno 2019), la Variante 2019 ha previsto, a scopo di bilanciamento e compensazione, il declassamento di un'area di uguale tipologia, ubicata nella zona delle aree produttive di via Mattei-zona Tonoli, per una superficie complessiva di 166.854 mq (modifica n.2).

Nella Figura 3 viene rappresentata la situazione dell'area secondo il PRG vigente e secondo il PRG come risulterebbe modificato in base alla Variante 2019; anche in tal caso, la scala 1:5.000, indicata nelle didascalie delle due figure, non va considerata rappresentativa di quanto riportato in figura.



**Figura 3 – Modifica n.2 (declassamento ad area agricola)**

Infine, la modifica n.3 si origina a seguito della richiesta avanzata dal Sig. Marco Crotti, finalizzata alla modifica del tracciato viabilistico previsto sulla sua proprietà. Tale richiesta risulta in linea con la previsione del PSC adottato, che classifica l'area come ambito ad alta vocazione produttiva agricola. A tal fine, il tracciato della bretella di circonvallazione, inserito nel PRG vigente, che insiste sull'area di proprietà, viene lievemente modificato, rimuovendo così un vincolo Infrastrutturale che impedisce lo sviluppo aziendale.

La modifica è illustrata nella Figura 4, che riporta le previsioni insediative del PRG vigente e quelle del PRG come risulterebbe modificato secondo la Variante 2019; anche in tal caso, la scala 1:5.000, indicata nelle didascalie, non va considerata rappresentativa di quanto riportato in figura.



**Figura 4 - Modifica n.3 (tracciato viabilistico)**

A maggior chiarimento della modifica 3, nella Figura 5 si riporta una rappresentazione su ortofoto del tracciato dello svincolo previsto dal PRG vigente (in linea tratteggiata) e del tracciato previsto dalla Variante 2019 al PRG (in linea continua). La zona in colorazione rossa è quella interessata dal nuovo tracciato viabilistico, per la quale sarà valutata la potenziale pericolosità idraulica.



**Figura 5 - Modifica viabilistica. In linea continua il tracciato modificato dello svincolo previsto dalla Variante 2019 al PRG, in linea tratteggiata quello previsto dal PRG vigente.**

### **3. QUADRO CONOSCITIVO PREGRESSO SULLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA DELLE AREE DI INTERESSE**

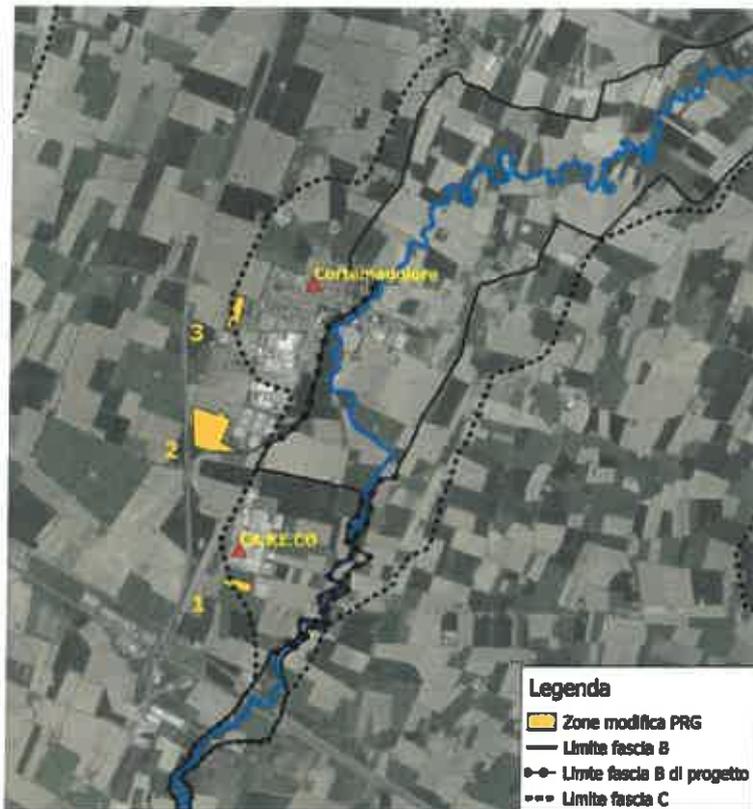
L'ubicazione delle aree oggetto di modifica è stata confrontata con le delimitazioni delle fasce fluviali previste dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (In seguito PAI), adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con Deliberazione n. 18 del 26 aprile 2001 e approvato con DPCM 4 maggio 2001. Si è utilizzata la versione più aggiornata delle fasce fluviali, che tiene conto delle modifiche introdotte con successive varianti.

Si ricorda come il PAI individui tre fasce. La più interna è la cosiddetta Fascia A, o fascia di deflusso della piena, costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente fluviale per la piena di riferimento, definita come la corrente avente una portata pari all'80% di quella di tempo di ritorno 200-ennale, ovvero la porzione di alveo che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

Esternamente alla fascia A, si colloca la cosiddetta fascia di esondazione (Fascia B), costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento, ovvero quella avente tempo di ritorno 200-ennale. 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. Una volta che dette opere siano state realizzate, i confini della Fascia B vengono ad essere automaticamente definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita.

Esternamente alla Fascia B si colloca la Fascia C, ovvero la cosiddetta area di inondazione per piena catastrofica, costituita dalla porzione di territorio che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quello di riferimento; a tal fine si considera la massima piena registrata se con tempo di ritorno maggiore di 200 anni o, in mancanza di essa, la piena cui può essere attribuito tempo di ritorno 500-ennale.

Nella Figura 6 vengono mostrati l'ubicazione delle tre aree interessate da modifica nell'ambito della Variante 2019, i confini delle fasce B e C e il limite di progetto fra fascia B e fascia C. Si nota come tutte e tre le aree oggetto di modifica nella Variante 2019 al PRG ricadano all'esterno della fascia B. In particolare, tutte e tre le aree risultano separate dal corso d'acqua dal confine di una fascia B di progetto. L'area 1 (area nuovo insediamento Finedil) ricade per la maggior parte in fascia C e, per la rimanente parte, all'esterno di quest'ultima. In una situazione analoga si trova l'area 3 (area di modifica della viabilità), mentre l'area 2 (area in declassamento) si trova interamente in fascia C.



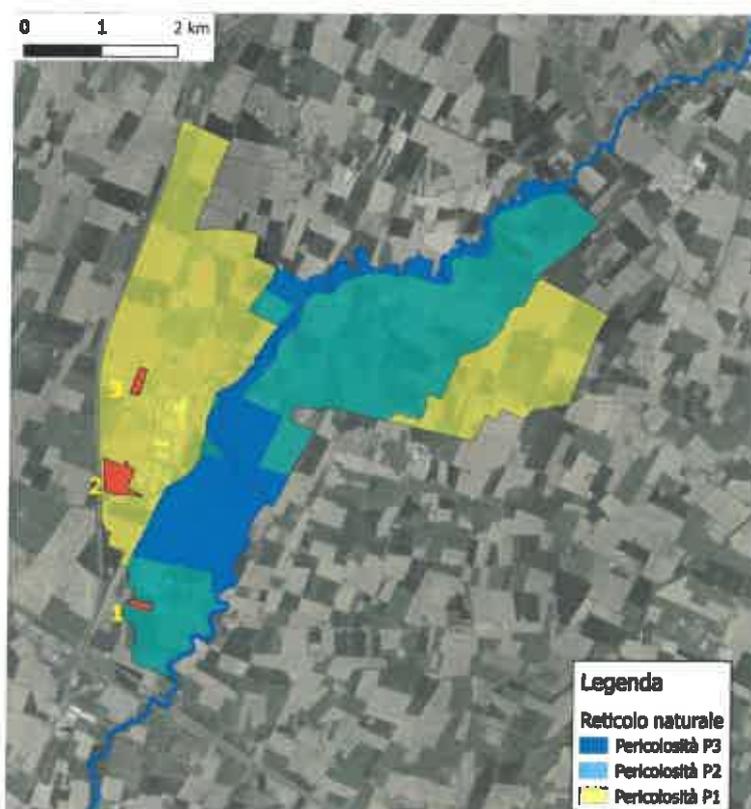
**Figura 6 - Ubicazione delle tre aree interessate dalla Variante e limiti delle fasce B, B di progetto e C previste dal PAI.**

Altra mappatura cui occorre fare riferimento è quella della perimetrazione delle aree a differente pericolosità idraulica, derivante dal Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, redatto ai sensi della Direttiva Europea 2007/60 e adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, con Deliberazione n. 4 del 17 dicembre 2015, come previsto dall'art.7, comma 8, del D.lgs. n. 49/2010 di recepimento della Direttiva comunitaria sulle alluvioni ("Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni") e s.m.i..

Come è noto, le mappe della pericolosità da alluvione contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo i seguenti scenari:

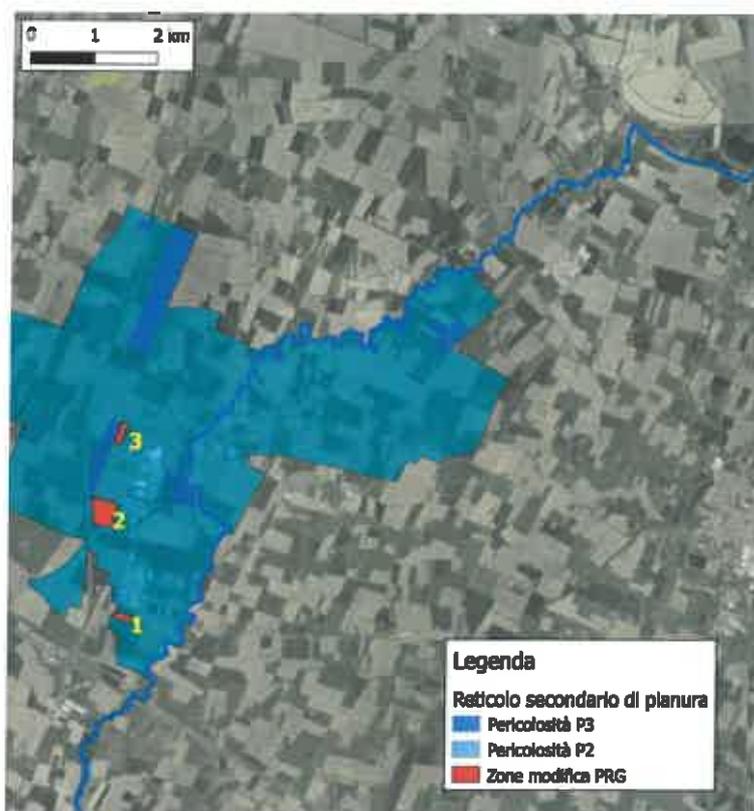
- a) scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (fascia P1);
- b) alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità, fascia P2);
- c) alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (elevata probabilità, fascia P3).

Per quanto riguarda le esondazioni dal reticolo naturale (principale e secondario), come si può notare dalla Figura 7, nessuna delle aree interessate dalle modifiche previste dalla Variante 2019 al PRG ricade in zone a elevata probabilità di inondazione (P3). L'area interessata dalla modifica n.1 ricade in fascia P2, quindi potrebbe essere interessata da inondazioni per eventi aventi tempo di ritorno fra 100 e 200 anni, mentre le aree interessate dalle modifiche n.2 e n.3 ricadono entrambe integralmente nella fascia P1, quindi potrebbero essere potenzialmente interessate da eventi aventi tempi di ritorno dell'ordine dei 500 anni.



**Figura 7 - Fasce di pericolosità P1, P2 e P3 del PGRA, relative al territorio del Comune di Cortemaggiore, per esondazioni dal reticolo principale e secondario. È indicata l'ubicazione delle modifiche previste dalla Variante 2019 al PRG.**

Per quanto riguarda invece le esondazioni dal reticolo secondario di pianura (rete artificiale di bonifica), come si può notare dalla Figura 8, tutte e tre le aree interessate dalle modifiche (n.1, n.2 e n.3) ricadono in area a pericolosità P2, anche se l'area interessata dalla modifica n.3 è proprio in adiacenza ad un'area ritenuta a elevata probabilità di inondazione (P3).



**Figura 8 - Fasce di pericolosità P2 e P3 del PGRA, relative al territorio del Comune di Cortemaggiore, per esondazioni dal reticolo secondario di pianura. È indicata l'ubicazione delle modifiche previste dalla Variante 2019 al PRG.**

Al fine di verificare l'assetto idraulico delle aree urbanizzate, il Comune di Cortemaggiore (PC), nel 2005 aveva predisposto e approvato uno studio idraulico redatto dall'Ing. Giovanni Zilli e dal Dott. Paolo Mancloppi, che ha avuto l'intesa con la Provincia di Piacenza (Approvazione Studio Idraulico Rif. D.C.C. n. 7 del 19.05.2005 – Intesa con la Provincia di Piacenza, elaborata ai sensi della disciplina PAI Prot. Prov. di PC n.43496 del 10.05.2005). Tale studio Idraulico era stato predisposto con lo scopo di individuare le aree a rischio idraulico lungo il corso del torrente Arda, con particolare attenzione al centro abitato di Cortemaggiore e alla zona CA.RE.CO., ai sensi di quanto previsto dalle Norme di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), adottato dall'Autorità di bacino del fiume Po e approvato con DPCM del 24.05.2001.

Lo Studio 2005 è stato utilizzato a supporto della Variante 2019 e in particolare le sue risultanze sono fatte integralmente proprie dalla citata "Relazione relativa all'assetto geologico-sismico", datata ottobre 2019. Da quest'ultima relazione si evince (pag.12) che lo studio idraulico del 2005 per l'area interessata dalla modifica n.1 (zona Careco) "evidenzia la possibilità in caso di

esondazione di un livello idrico per la maggior parte dell'area inferiore ai 30 cm mentre per la porzione più ad est compreso fra i 30 ed i 60 cm" (v. Figura 9).



**Figura 9 – Aree di esondazione a diverso tirante idrico nella zona interessata dalla modifica n.1 (Finedi, zona Careco) secondo lo studio Idraulico del Comune del 2005 (estratto da “Relazione relativa all’assetto geologico-sismico” di supporto alla Variante 2019, pag. 12).**

La “Relazione relativa all’assetto geologico-sismico”, a corredo della Variante 2019, conclude (pag. 13): “tenuto conto delle valutazioni eseguite si evidenzia che: dallo studio Idraulico approvato dal Comune di Cortemaggiore i cui contenuti hanno ottenuto l’intesa da parte della Provincia di Piacenza (Approvazione Studio Idraulico Rif. D.C.C. n. 7 del 19.05.2005 – Intesa con la Provincia di Piacenza, elaborata ai sensi della disciplina PAI Prot. Prov. di PC n. 43496 del 10.05.2005) si ritiene che la proposta di classificazione dell’Ambito 1 risulti compatibile con lo scenario di pericolosità P2”, evidenziando la necessità, per gli insediamenti che dovessero essere realizzati, di mettere in atto alcune misure di autoprotezione per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture in accordo con la DGR 1300/2016. In particolare, “tenuto conto che lo studio idraulico realizzato allegato al PRG vigente evidenzia la possibilità di un tirante idrico per la parte posta più a ridosso del T. Arda, valutato nell’ordine del 30/60 cm, sarà indispensabile procedere con la realizzazione di un muro perimetrale impermeabile che funga da barriera idraulica nel caso in cui una eventuale esondazione del T. Arda possa raggiungere l’area industriale esistente”.

Per quanto riguarda invece la modifica viabilistica (modifica n.3), la citata “Relazione relativa all’assetto geologico-sismico” a corredo della Variante 2019 al PRG, sempre basandosi sui risultati dello studio Idraulico del 2005, conclude (pag. 34) che “si evidenzia la possibilità in caso di

esondazione di un livello idrico compreso tra i 60 ed i 90 cm)” (v. anche Figura 10) e che, per la zona interessata da tale modifica “dallo studio Idrraulico approvato dal Comune di Cortemaggiore i cui contenuti hanno ottenuto l’intesa da parte della Provincia di Piacenza (Approvazione Studio Idrraulico Rif. D.C.C. n. 7 del 19.05.2005 – Intesa con la Provincia di Piacenza elaborata ai sensi della disciplina PAI Prot. Prov.Di PC n. 43496 del 10.05.2005) si ritiene che la proposta di classificazione ... risulti compatibile con lo scenario di pericolosità P2”.



**Figura 10 - Aree di esondazione a diverso tirante idrico nella zona interessata dalla modifica n.3 (modifica viabilità, richiesta Crotti) secondo lo studio idraulico del Comune del 2005 (estratto da “Relazione relativa all’assetto geologico-sismico” di supporto alla Variante 2019, pag. 34).**

La Regione Emilia-Romagna, Servizio Affluenti Area Po, nell’espressione di Parere di competenza in risposta al PG/2019/0055398 del 4/11/2019 (Prot. Comune di Cortemaggiore n.11945/2019), avente per oggetto la Delibera C.C. n.25 del 30/07/2019 di Adozione di n.2 varianti al vigente P.R.G. comunale, ha evidenziato che lo studio Idrraulico su cui si basa la richiesta di variante “risalente al 2005 non ricomprende tutte le numerose elaborazioni Idrrauliche che si sono susseguite nel tempo e che troveranno sintesi conclusiva nella variante al PAI che l’Autorità Distrettuale di Bacino del fiume Po sta attualmente conducendo”.

Il predetto parere della Regione conclude che: “appare pertanto quanto mai opportuno che le mappe dello studio idraulico del 2005 possano trovare conforto nei più recenti risultati derivanti dalle elaborazioni in corso ai fini della predetta variante al PAI, a vantaggio della pubblica incolumità e a

*tutela degli investimenti pubblici e privati conseguenti alla pianificazione, ed obiettivo della necessaria Intesa con la competente Provincia".*

In effetti, va rilevato che, successivamente alla redazione dello Studio idraulico del 2005, si sono resi disponibili numerosi approfondimenti conoscitivi, soprattutto in esito ad alcuni studi sul rischio idraulico del torrente Arda eseguiti o in corso di elaborazione da parte del sottoscritto. In particolare, il quadro conoscitivo è stato notevolmente aggiornato da due studi, completati successivamente al 2005, ovvero: lo "Studio delle attuali condizioni di rischio idraulico del Torrente Arda dalla Diga di Mignano fino alla confluenza nel Fiume Po", svolto per conto di AIPo e completato nell'anno 2012, e lo studio "Attività integrative per la definizione dell'assetto attuale e delle condizioni di rischio idraulico del torrente Arda dalla diga di Mignano alla confluenza nel fiume Po", svolto per conto della Regione Emilia-Romagna, Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica e completato nell'anno 2014.

Il primo studio ha significativamente aggiornato il quadro conoscitivo dell'informazione idrologica rispetto a quello disponibile all'epoca della redazione sia del PAI che dello studio idraulico 2005 e ha ridefinito il quadro conoscitivo del rischio di alluvione per esondazioni del torrente Arda. Il secondo studio ha fornito le conoscenze generali utilizzate per produrre le mappe di pericolosità del PGRA. Vi è poi da menzionare uno studio di ampia scala che lo scrivente sta sviluppando per conto dell'Autorità di Bacino del fiume Po e che sarà completato nell'arco di alcuni mesi, a valle del quale si ritiene che potranno essere avviate le procedure di analisi e di condivisione necessarie per predisporre la variante al PAI cui la Regione fa riferimento nel proprio parere.

Complessivamente quindi il quadro delle conoscenze disponibili è effettivamente notevolmente cambiato rispetto al 2005; tuttavia, nell'ambito di queste nuove conoscenze, non si disponeva a oggi di informazioni idrauliche di dettaglio relative alle aree interessate dalla Variante 2019 al PRG utili a supportare tecnicamente la variante stessa, così da soddisfare la richiesta di approfondimento avanzata dalla Regione. Infatti, la necessità di conoscenze puntuali presupposte dalla stessa Variante richiede di realizzare perimetrazioni di notevole dettaglio delle zone a diversa pericolosità, in modo da potere valutare la potenziale allagabilità delle aree interessate dalla Variante sulla base di mappature aventi scala spaziale particolareggiata.

Per tale motivo, è stato sviluppato un apposito, approfondito modello matematico bidimensionale di inondazione, che presenta particolare dettaglio nella caratterizzazione della topografia delle aree esterne all'alveo fluviale nei dintorni dell'abitato di Cortemaggiore, al fine di pervenire ad un approfondimento delle dinamiche di allagamento dell'area inondabile di interesse.

**Nel seguito della relazione, al capitolo 4, viene descritto tale modello matematico e, al capitolo 5, vengono illustrati i risultati delle simulazioni con esso ottenute.**

#### **4. STRUTTURA DEL MODELLO MATEMATICO**

Le attività pianificate nello studio prevedono, come anticipato in precedenza, l'uso di un modello matematico bidimensionale per la simulazione della propagazione delle onde di piena del torrente Arda. A tal fine si è utilizzato un modello realizzato dallo scrivente, che rappresenta la propagazione della piena per l'intera zona a valle della diga di Mignano, fino alla confluenza nel fiume Po. Esso prevede una modellazione di tipo monodimensionale per simulare la propagazione dell'onda di piena lungo l'asta del corso d'acqua e una modellazione bidimensionale per simulare la propagazione nelle aree esterne all'alveo del deflusso esondato da quest'ultimo, facendo interagire tali aree con l'alveo, mediante opportuno collegamento idraulico.

Il codice di calcolo utilizzato per la costruzione del modello è il noto software HEC-RAS che, nelle versioni più recenti, prevede la possibilità di eseguire modellazioni bidimensionali all'interno di simulazioni in regime di moto vario. L'algoritmo di modellazione bidimensionale consente di implementare sia schemi puramente 2D sia schemi combinati 1D/2D, quale è quello utilizzato per il presente studio. Il codice di calcolo risolve sia le equazioni 2D di diffusione dell'onda che quelle complete di de Saint Venant, secondo la scelta impostata dall'utente. Il risolutore delle equazioni di moto bidimensionale utilizza un algoritmo implicito ai volumi finiti. Tale approccio permette di sfruttare passi temporali maggiori rispetto ai metodi espliciti e inoltre di gestire in modo ottimale i processi di allagamento improvviso di aree inizialmente asciutte e il loro completo svuotamento.

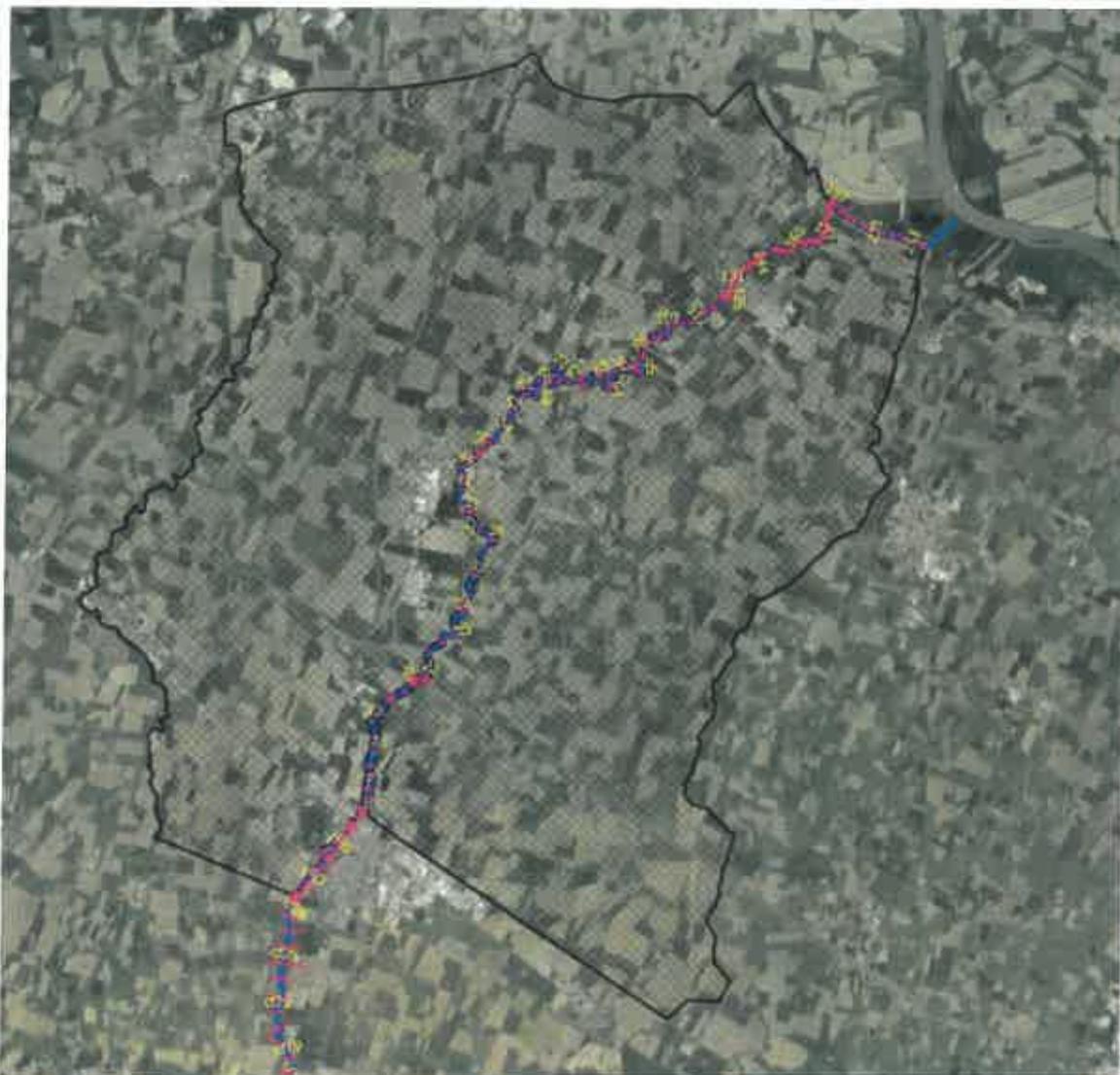
Nel caso in esame, si è effettuato un apposito affinamento modellistico, prevedendo una descrizione più dettagliata della geometria del terreno in corrispondenza della parte del Comune di Cortemaggiore potenzialmente interessata dall'allagamento.

Per la descrizione della geometria del corso d'acqua, si è fatto riferimento alle informazioni utilizzate negli studi svolti dallo scrivente nel 2012 e nel 2014, in precedenza citati. Le caratteristiche delle sezioni, in termini di geometria e scabrezza, e dei vari manufatti idraulici presenti lungo l'asta del torrente (ponti, briglie, chiuse) sono state desunte dal precedente modello matematico, messo a punto nell'ambito di tali studi. Pertanto, l'ubicazione planimetrica delle sezioni è rimasta invariata. La geometria del modello è stata però in larga parte aggiornata, in modo da tenere conto del più recente rilievo 2019, relativo al tratto di alveo compreso tra Cortemaggiore e Villanova (sezioni 38-98). In tale tratto, infatti, sono stati eseguiti recenti interventi di consolidamento, ripristino arginale e costruzione di nuovi rilevati, da parte del Servizio Area Affluenti Po della Regione Emilia-Romagna. Per tale ragione, si è provveduto a correggere le quote di contenimento nel tratto compreso tra Cortemaggiore e Villanova, utilizzando i rilievi topografici del 2019. La correzione è consistita

nell'inserimento di lateral structures, tramite l'editor dedicato: sulla base delle quote di contenimento individuate sulle sezioni, è stato ipotizzato un andamento lineare dell'argine nei punti intermedi, andamento che è stato dunque assegnato agli elementi sfioranti, ignorando le informazioni del terreno sottostante. Altre modifiche sono state effettuate utilizzando le informazioni desumibili dal modello digitale del terreno (Digital Terrain Model, DTM) a risoluzione 1 m. L'adeguamento della geometria sulla base del DTM è stato indispensabile per garantire coerenza nei collegamenti e trasferimenti d'acqua tra l'area del tronco fluviale, modellata con uno schema 1D, e quella delle aree inondabili, modellata con uno schema 2D.

L'accuratezza di un modello bidimensionale è condizionata dalla possibilità di utilizzare un modello digitale del terreno che risulti sufficientemente dettagliato da descrivere accuratamente la geometria delle aree potenzialmente inondabili, in modo da ottenere una fedele rappresentazione dei fenomeni di deflusso. A tale scopo, si è fatto uso degli esistenti modelli digitali del terreno, a passo 1 m, che sono stati integrati fra loro in modo da rappresentare l'intera zona potenzialmente allagabile per effetto di esondazioni da parte del torrente Arda.

Sono state quindi individuate due aree per lo sviluppo del modello bidimensionale, una in sinistra e l'altra in destra idraulica del torrente Arda, che si estendono dall'abitato di Fiorenzuola fino al tratto terminale dell'Arda e delimitate, rispettivamente, dal torrente Chiavenna e dal torrente Ongina (v. Figura 11).



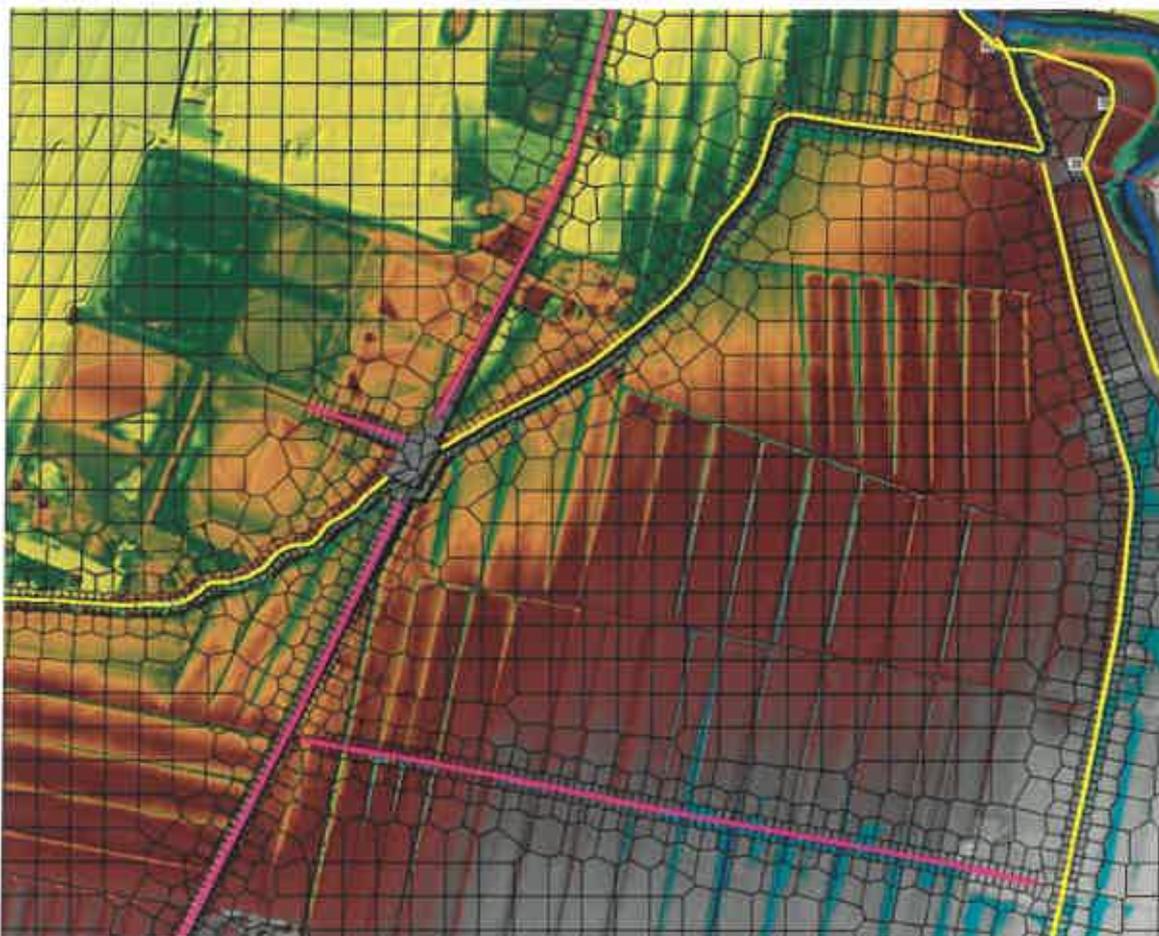
**Figura 11 - Ubicazione delle sezioni trasversali lungo il torrente Arda e limiti delle due aree di simulazione 2D delle possibili esondazioni, poste in sinistra e in destra idraulica del corso d'acqua.**

In entrambe le aree, è stata quindi creata una mesh di calcolo per la simulazione delle potenziali inondazioni al loro interno. L'algoritmo ai volumi finiti utilizzato dal modello consente di utilizzare sia mesh strutturate che non strutturate. E' possibile quindi operare facendo coesistere elementi geometrici di diversa geometria: triangoli, quadrati ecc., fino ad un massimo di otto lati. La generazione della mesh avviene inizialmente definendo le dimensioni nominali di una griglia a maglie rettangolari, che viene distribuita su tutta l'area; la griglia può essere modificata localmente in un secondo momento, cambiando forma e dimensione alle singole celle. Le aree di possibile esondazione sono state poi connesse al corso d'acqua mediante "lateral structures" (LS), ossia elementi che simulano il comportamento di sfioratori laterali e consentono il passaggio d'acqua bidirezionale tra il tronco 1D e le aree esterne 2D. L'andamento planimetrico delle LS coincide con

quello delle sommità arginali o, ove non fossero presenti argini, con quello delle sponde, mentre le quote sommitali sono state dedotte interrogando il DTM in una serie di punti prestabiliti.

E' stata quindi condotta una successiva, approfondita fase di affinamento della mesh di calcolo, modificando opportunamente la mesh iniziale, generata automaticamente dal modello, al fine di rappresentare correttamente la presenza dei principali elementi morfologici, ubicati all'interno dell'area, che possono significativamente ostacolare o orientare il deflusso, quali rilevati stradali, argini di canali minori, etc.; espletata tale fase, è stata condotta un'ulteriore elaborazione, al fine di riprodurre nella geometria del modello di calcolo le discontinuità eventualmente presenti in tali elementi morfologici (quali varchi, sottopassaggi stradali, etc), la cui rappresentazione è di grande importanza per riprodurre correttamente il passaggio d'acqua tra le varie celle.

Per quanto riguarda la rappresentazione degli elementi morfologici che sono in grado di creare discontinuità o orientamento preferenziale nel deflusso dell'esondazione, in corrispondenza di essi si è provveduto a tracciare le cosiddette "break lines" o linee di discontinuità. Si tratta di polilinee, da tracciare manualmente nelle aree 2D di esondazione, che hanno come funzione principale quella di forzare l'orientamento delle celle della mesh di calcolo, in modo tale che una delle facce risulti allineata lungo la break line stessa, assumendone anche la quota. In questo modo, una break line che descriva una serie di punti alti del terreno, impedisce che si verifichi trasferimento d'acqua oltre l'ostacolo e consente di direzionare il deflusso in modo corretto. Inoltre, in prossimità delle break lines, è possibile definire una diversa dimensione delle celle, rispetto a quella delle maglie principali, per rendere la mesh localmente più fitta e migliorare ulteriormente la descrizione dell'altimetria del terreno. Partendo dalla descrizione geometrica iniziale, sono state quindi inserite numerose break lines, prima in corrispondenza dei principali rilevati (autostrade e linee ferroviarie), poi via via in corrispondenza degli argini e delle sponde di canali secondari e dei rilevati di strade minori. Un esempio di tracciamento di break lines è rappresentato nella Figura 12.



*Figura 12 - Particolare di alcune break lines, posizionate in corrispondenza di rilevati stradali (linee di colore magenta), e di alcuni sfioratori, posizionate in corrispondenza di rilevati arginali o stradali (linee di colore giallo).*

Particolare attenzione è stata posta nella descrizione geometrica dell'area di possibile esondazione di Cortemaggiore. In questa zona, oltre ad avere posto una ancora maggiore cura nella rappresentazione delle singolarità e delle break lines, si è approfondita la descrizione geometrica e funzionale dell'argine di contenimento, posto a protezione dell'abitato di Cortemaggiore, realizzato sul canale Pizzabella, che si immette nell'Arda nel tratto compreso tra le sezioni 38 e 40. Per riprodurre nel modello la discontinuità dovuta alla presenza dell'argine sinistro del Pizzabella, che protegge Cortemaggiore, non è stata utilizzata una break line, bensì una connessione interna, che ha permesso di modellare tale argine come uno sfioratore; questo approccio consente di monitorare la portata che dovesse eventualmente sormontare l'argine (cosa che non risulta possibile se si utilizza una break line) e andare quindi ad interessare l'abitato di Cortemaggiore. In tal modo, è possibile avere un più preciso riscontro dei volumi di esondazione in gioco. Le quote dell'argine assegnate allo sfioratore sono state dedotte da quelle del terreno valutate in ambiente RAS Mapper sulla base del DTM disponibile. Inoltre, lungo l'argine sinistro del canale Pizzabella, un'attenta analisi in ambiente

RAS Mapper dell'andamento del terreno, unita a un'accurata disamina delle ortofoto, ha permesso di evidenziare l'esistenza di un muretto (Indicato in Figura 13), utilizzato per il sovralzato e la messa in quota dell'argine, e di accertare inoltre che tale muretto risulta attualmente interrotto, per una larghezza di circa 6 metri, in modo da consentire l'accesso ad una proprietà (v. il varco indicato in Figura 13).



*Figura 13 - Particolare del tratto terminale del canale Pizzabella e della sua immissione in Arda (freccie gialle); si notano il muretto di sovralzato arginale e il varco in esso presente.*

Nella fase di modellazione, tale varco è stato considerato aperto, in quanto si ritenuto di dovere fare riferimento alle condizioni relative allo stato di fatto; la possibilità che il varco venga chiuso in occasione delle piene non è stata contemplata nella modellazione, in quanto si è ritenuto che tale chiusura non risulti garantita con certezza. Si segnala comunque che i risultati di alcune specifiche simulazioni, effettuate per completezza con riferimento allo scenario di varco chiuso, pur evidenziando una modifica della dinamica dell'inondazione, non mostrano nella sostanza significativi cambiamenti nell'entità dei tiranti idrici che potenzialmente possono verificarsi nelle aree oggetto di modifica da parte della Variante 2019 al PRG.

In un secondo tempo, è stata condotta una specifica fase di modifica della mesh di calcolo al fine di riprodurre nella geometria del modello le discontinuità (quali varchi, sottopassaggi stradali,

etc.), presenti negli elementi morfologici di confinamento o orientamento del deflusso esistenti sul territorio; come già indicato, la rappresentazione di tali discontinuità è di grande importanza per riprodurre correttamente il passaggio d'acqua tra le varie celle. Infatti, come già accennato, nel DTM disponibile generalmente non sono rappresentati in maniera appropriata varchi, tombini e sottopassaggi stradali. Ciò implica che un passaggio d'acqua, che si verifica nella realtà al di sotto di un rilevato stradale, risulterebbe invece impedito nella modellazione. Un'attenta analisi del territorio ha portato a individuare la presenza dei principali sottopassi, che sono stati quindi riprodotti nella geometria del modello, modificando con opportune modalità la mesh di calcolo.



## **5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI**

Nel presente capitolo vengono illustrati e discussi i risultati delle simulazioni, condotte per i tempi di ritorno 20, 50, 100 e 200 anni. Le figure seguenti mostrano dapprima i risultati ottenuti in termini di mappe generali delle aree interessate da allagamento per i vari scenari; di seguito, si fornisce il dettaglio per le tre aree interessate dalla Variante al PRG.

Per quanto riguarda le onde di piena con cui si è considerato sollecitato il tratto di corso d'acqua, si è fatto riferimento agli idrogrammi aventi tempo di ritorno  $T=20, 50, 100$  e  $200$  anni, che sono stati desunti dallo Studio 2014, svolto dallo scrivente; si ricorda che, in base ai risultati di tale studio, sono state costruite le mappe di pericolosità del PGRA. Per ciascun tempo di ritorno, sono state considerate in ingresso al modello l'onda stimata per la sezione iniziale (posta immediatamente a valle dell'invaso di Mignano) e i contributi laterali dovuti ai vari interbacini posti a valle di valle, fino a Fiorenzuola.

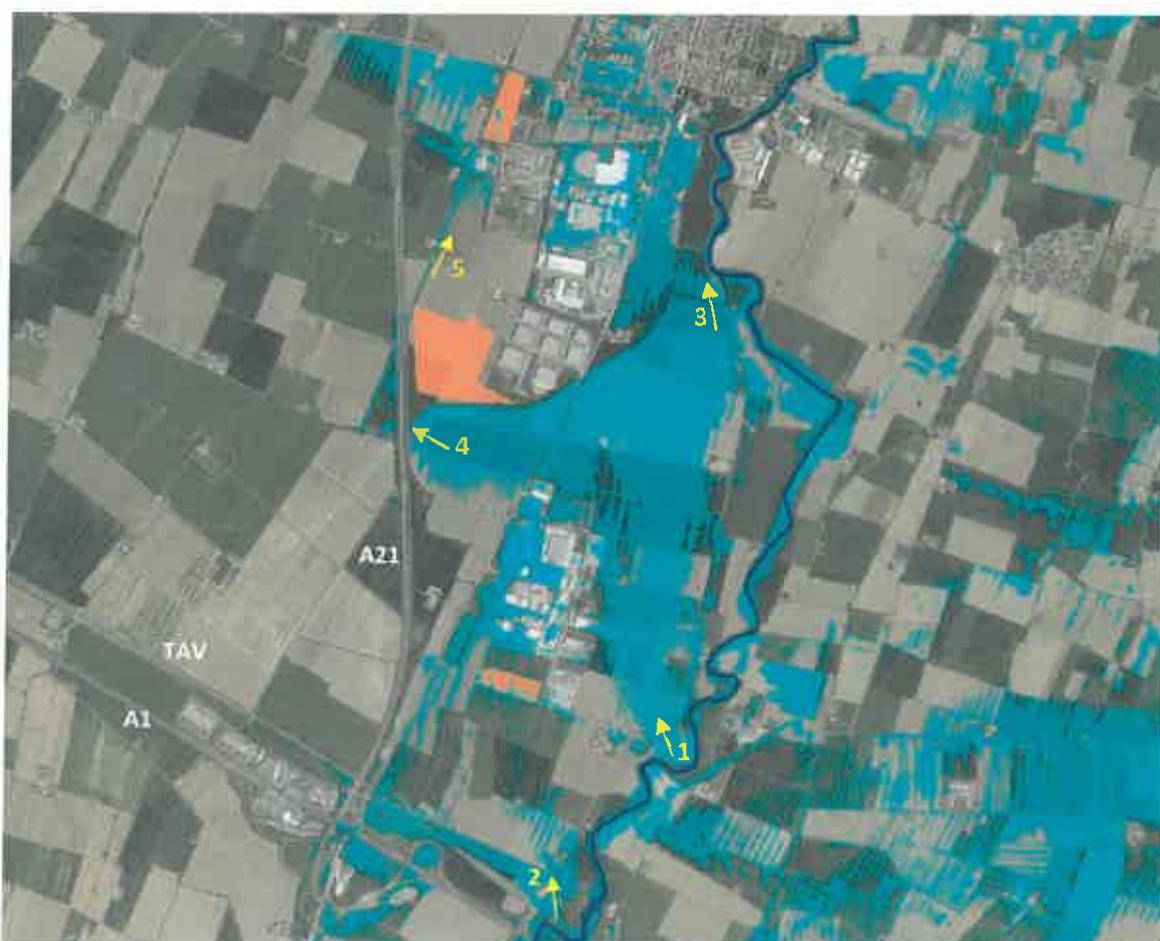
### **5.1. Piena con tempo di ritorno $T=200$ anni**

La Figura 14 riporta la mappa delle aree allagate a seguito del verificarsi di una piena 200-ennale nel torrente Arda. Nella figura sono riportate anche alcune indicazioni, utili a meglio comprendere la descrizione della dinamica dell'allagamento che viene di seguito illustrata.

Per tempo di ritorno  $T=200$  anni, le esondazioni che interessano il territorio del Comune di Cortemaggiore (ad esse si limita la descrizione riportata nel seguito) hanno, nella fase iniziale, origine in corrispondenza della sezione 27, poco a valle della linea ferroviaria TAV (freccia gialla in corrispondenza del punto 1 di Figura 14). L'esondazione si propaga verso valle, raggiungendo il canale Pizzabella; questo canale è arginato solo in sinistra idraulica, per proteggere l'abitato di Cortemaggiore da esondazioni che possono essere originate dal canale stesso a causa del rigurgito provocato in tale canale dai livelli di piena del torrente Arda. L'effetto di barriera, esercitato dall'argine sinistro del Pizzabella nei confronti dell'incedere verso valle dell'esondazione a campagna, e contemporaneamente il rigurgito nello stesso canale, causato dal deflusso della piena dell'Arda, determinano la formazione di un vasto allagamento a monte del canale, con profondità che raggiungono valori dell'ordine di  $0.7 - 1$  m. L'allagamento si sviluppa dapprima in adiacenza del tratto terminale del canale, per poi dopo risalire verso monte allargandosi nel contempo in direzione ovest verso il tronco autostradale A21. Nel frattempo, si verifica una seconda esondazione dall'Arda, tra le sezioni del ponte autostradale A1 e del ponte ferroviario TAV e anche immediatamente a valle di quest'ultimo (quindi complessivamente tra le sezioni 19 e 22; freccia in giallo in corrispondenza del

punto 2); quest'ultima esondazione si dirige verso la zona artigianale CA.RE.CO. Gli accumuli che si determinano in tale zona sono comunque relativamente piccoli, dato che i tiranti massimi sono al più dell'ordine di poche decine di cm (dai 10 ai 50 cm); i valori più alti risultano peraltro confinati a porzioni di territorio di modesta dimensione.

Nella zona del nuovo insediamento Finedll, che si trova nella parte di monte dell'area CA.RE.CO., i tiranti idrici, come si vedrà meglio più avanti, sono ancora più modesti rispetto ai valori medi prima indicati. Tali tiranti risultano peraltro più contenuti di quelli che si verificano in altre zone dell'area CA.RE.CO., nelle quali sono ubicati diversi insediamenti produttivi già esistenti; essi sono prevalentemente dovuti a effetti di risalita dell'acqua nei canali di scolo minori.

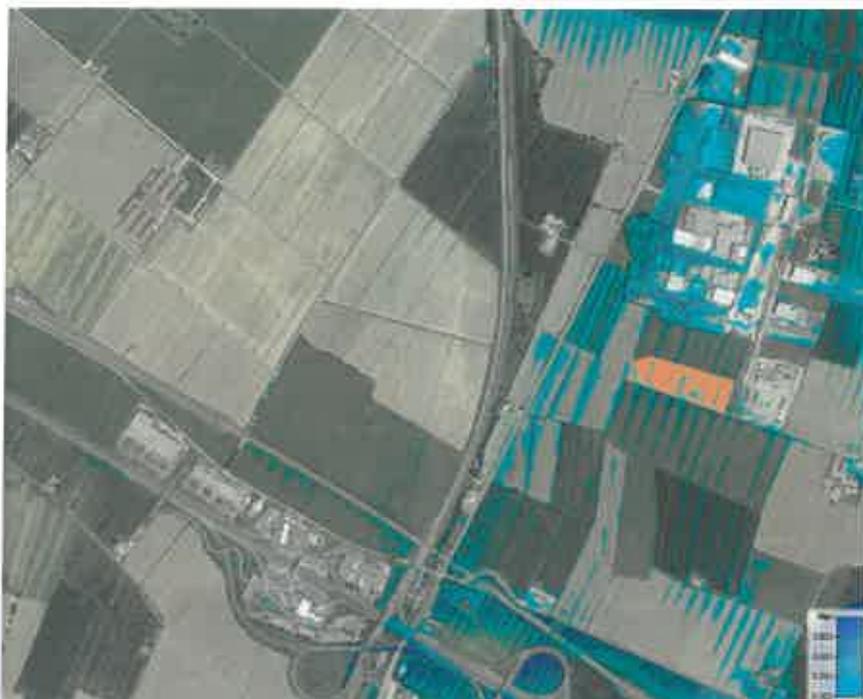


*Figura 14 – Mappa delle aree allagate per tempo di ritorno  $T=200$  anni.*

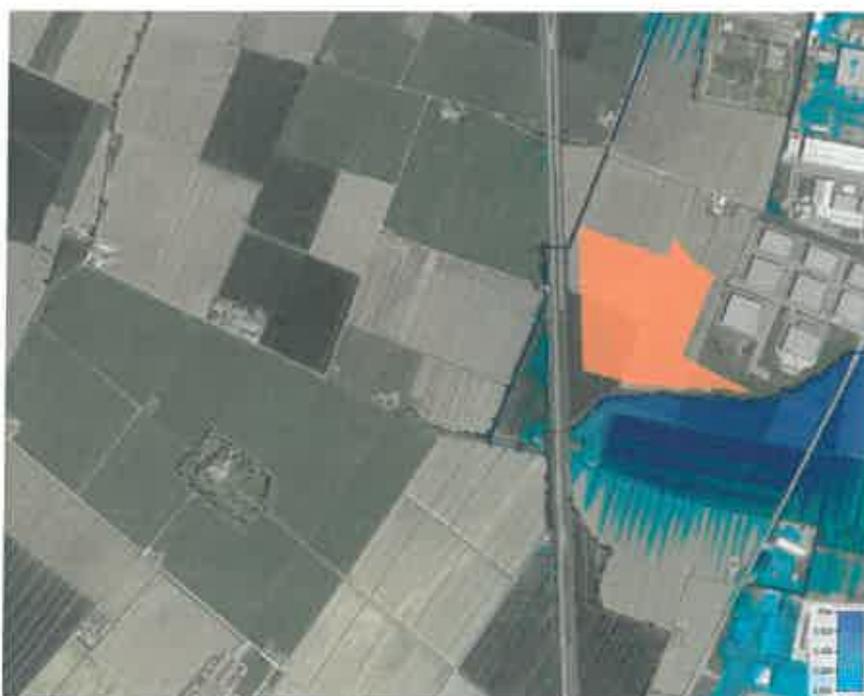
Successivamente, una parte dell'acqua accumulata a ridosso dell'argine del canale Pizzabella, attraversa il varco in esso presente (freccia gialla in corrispondenza del punto 3) e di cui si è discusso in precedenza (v. Figura 13); l'allagamento finisce quindi per interessare anche l'abitato di

Cortemaggiore. Nel frattempo, l'acqua che ha raggiunto l'autostrada A21, attraversato un varco (posizione 4), si propaga verso valle lungo la via Tre Case (freccia gialla in posizione 5), e risale quindi sul terreno a causa del rigurgito di canali minori; l'esonazione si propaga fino a incontrare il rilevato della SS587, dando luogo ad un modesto allagamento a monte, con tiranti massimi che vanno da pochi centimetri fino a circa 30 cm (tiranti superiori si registrano solo in prossimità dei canali). In tale area si trova la zona della modifica viabilistica (modifica n.3 della Variante 2019 al PRG), che risulta solo parzialmente interessata dall'esonazione e comunque con tiranti molto modesti.

Nel seguito si forniscono gli elementi utili per una caratterizzazione di maggiore dettaglio degli allagamenti che potenzialmente, nello scenario di piena 200-ennale, possono interessare le tre aree di modifica previste nella Variante 2019 al PRG. Nella Figura 15 è mostrato il dettaglio del risultato delle simulazioni, relativo all'area interessata dalla modifica 1 (Finedil), rappresentata in colorazione rossa nella figura medesima. Come si vede, i tiranti idrici sono molto modesti e l'allagamento è localizzato e confinato alle sole zone influenzate dall'effetto di risalita nei canali del reticolo minore di scolo; la risalita determina tiranti sul terreno contenuti entro i 10 cm, che comunque si verificano esclusivamente in prossimità dei canali stessi. Nella Figura 16 è riportata la situazione dell'allagamento per T=200 anni, nella zona interessata dalla modifica 2 (declassamento, area in rosso); si evidenzia come la zona non si allaghi. Infine, nella Figura 17 è riportato quanto avviene nella zona di modifica della viabilità, che risulta solo marginalmente interessata dall'allagamento e comunque sempre con tiranti molto modesti; tali tiranti sono infatti compresi tra i 5 e i 30 cm e si verificano solo in una zona di modesta estensione, ove il terreno risulta particolarmente depresso.



**Figura 15 - Particolare delle aree allagate per T=200 anni in corrispondenza della zona della modifica 1 (Finedil) della Variante 2019 al PRG.**



**Figura 16 - Particolare delle aree allagate per T=200 anni in corrispondenza della zona della modifica 2 (declassamento) della Variante 2019 al PRG.**



**Figura 17 - Particolare delle aree allagate per T=200 anni in corrispondenza della zona della modifica 3 (modifica viabilità) della Variante 2019 al PRG.**

## **5.2. Piena con tempo di ritorno T=100 anni**

Nel caso di una piena 100-ennale in transito nel torrente Arda, la dinamica dell'esonazione e l'estensione delle aree allagate sono molto simili a quelle descritte per la piena avente T=200 anni, anche se in tal caso, per la minore intensità del fenomeno, si riscontrano tiranti leggermente inferiori. Nella Figura 18 si riporta la mappa delle aree allagate, a seguito del verificarsi nel torrente Arda di un evento di piena di tali caratteristiche.



**Figura 18 - Mappa delle aree allagate per tempo di ritorno  $T=100$  anni.**

Venendo al dettaglio delle aree interessate dalla Variante 2019 al PRG, la Figura 19 mostra il risultato delle simulazioni della piena 100-ennale per l'area interessata dalla modifica 1 (Finedii), riportata in colorazione rossa; come nel caso 200-ennale, i tiranti idrici sono molto modesti e l'allagamento è limitato alla risalita dell'acqua nei canali del reticolo minore di scolo.

La Figura 20 si riferisce alla zona interessata dalla modifica 2 (declassamento, area in rosso); tale area, che già non si allagava per lo scenario 200-ennale, ovviamente non è interessata dal fenomeno di esondazione nemmeno per piena 100-ennale.

Infine, la Figura 21 rappresenta le esondazioni per la piena 100-ennale nella zona in cui è ubicata l'area interessata dalla prevista modifica della viabilità (area in rosso); si può notare che tale area è solo localmente interessata dall'allagamento e con tiranti molto modesti, al massimo di una decina di cm, che, come nel caso 200-ennale, sono limitati ad una ristretta zona dove il terreno si presenta più depresso.



**Figura 19 - Particolare delle aree allagate per T=100 anni in corrispondenza della zona della modifica 1 (Finedil) della Variante 2019 al PRG.**



**Figura 20 - Particolare delle aree allagate per T=100 anni in corrispondenza della zona della modifica 2 (declassamento) della Variante 2019 al PRG.**



*Figura 21 - Particolare delle aree allagate per T=100 anni in corrispondenza della zona della modifica 3 (modifica viabilità) della Variante 2019 al PRG.*

### **5.3. Piena con tempo di ritorno T=50 anni**

Nel caso di deflusso in Arda di una piena 50-ennale, la dinamica dell'esondazione si mantiene sostanzialmente simile a quella dettagliatamente descritta in precedenza per le piene aventi tempo di ritorno più elevato. In tal caso, però, l'estensione delle aree allagate si riduce significativamente e, nelle zone che rimangono soggette a esondazioni, i tiranti risultano sensibilmente inferiori. Nella Figura 18, si riporta la mappa delle aree allagate a seguito del verificarsi dell'evento 50-ennale nel torrente Arda.



**Figura 22 - Mappa delle aree allagate per tempo di ritorno  $T=50$  anni.**

Per quanto riguarda il dettaglio di ciò che avviene nelle aree interessate dalle modifiche al PRG previste dalla Variante 2019, la Figura 23 mostra il risultato delle simulazioni modellistiche per l'area Interessata dalla modifica 1 (Finedil). Come nei casi precedenti, le zone interessate dall'allagamento sono sostanzialmente limitate alle aree interessate dai canali del reticolo minore di scolo e al più alle loro immediate adiacenze. Tuttavia, questa volta la loro estensione si riduce significativamente e generalmente l'acqua rimane all'interno dei canali, al di sotto delle sponde.

La Figura 24 mostra il dettaglio degli allagamenti nei dintorni dell'area Interessata dalla modifica 2 (declassamento, area in rosso); tale area non risulta essere interessata da allagamenti. Infine, la Figura 25 mostra la situazione nei dintorni dell'area Interessata dalla prevista modifica della viabilità (area in rosso); si può notare che, per lo scenario 50-ennale, tale area non è interessata da allagamenti.



**Figura 23 - Particolare delle aree allagate per T=50 anni in corrispondenza della zona della modifica 1 (Finedll) della Variante 2019 al PRG.**



**Figura 24 - Particolare delle aree allagate per T=50 anni in corrispondenza della zona della modifica 2 (declassamento) della Variante 2019 al PRG.**



**Figura 25 - Particolare delle aree allagate per T=50 anni in corrispondenza della zona della modifica 3 (modifica viabilità) della Variante 2019 al PRG.**

#### **5.4. Plena con tempo di ritorno T=20 anni**

Nella Figura 26 si riporta la mappa delle aree allagate a seguito del verificarsi dell'evento 20-ennale nel torrente Arda. In tal caso, le esondazioni si riducono notevolmente in volume e, come si può notare dalla Figura 26, anche l'estensione delle aree allagate risulta notevolmente ridimensionata rispetto ai casi precedenti.



**Figura 26 - Mappa delle aree allagate per tempo di ritorno T=20 anni.**

Dalla stessa Figura 26 si nota come nessuna delle tre aree interessate dalle modifiche al PRG sia oggetto di allagamento. La medesima conclusione si può desumere dall'analisi delle figure riportate nel seguito che rappresentano il dettaglio delle varie aree interessate dalla Variante 2019 al PRG. In particolare, la Figura 27 mostra il risultato delle simulazioni per l'area della modifica 1 (Finedil), la Figura 28 si riferisce alla zona nei dintorni dell'area interessata dalla modifica 2 (declassamento, area in rosso) mentre la Figura 29 riporta la situazione nei dintorni dell'area interessata dalla prevista modifica della viabilità (modifica 3, area in rosso).



**Figura 27 - Particolare delle aree allagate per T=20 anni in corrispondenza della zona della modifica 1 (Finedil) della Variante 2019 al PRG.**



**Figura 28 - Particolare delle aree allagate per T=20 anni in corrispondenza della zona della modifica 2 (declassamento) della Variante 2019 al PRG.**



**Figura 29 - Particolare delle aree allagate per T=20 anni in corrispondenza della zona della modifica 3 (modifica viabilità) della Variante 2019 al PRG.**

## 6. CONCLUSIONI

Nel presente studio è stata svolta un'analisi di dettaglio sulla potenziale pericolosità idraulica delle tre aree in cui sono previste modifiche dalla Variante 2019 al PRG di Cortemaggiore.

Tale analisi si è resa necessaria per espletare l'approfondimento di studio in merito alle dinamiche di allagamento delle aree inondabili, richiesto dalla Regione Emilia-Romagna, Servizio Affluenti Area Po, nella già citata espressione di Parere di competenza in sede di esame della Variante 2019, nella quale era evidenziato che lo studio idraulico su cui si basava la richiesta di variante *"risalente al 2005 non ricomprende tutte le numerose elaborazioni idrauliche che si sono susseguite nel tempo e che troveranno sintesi conclusiva nella variante al PAI che l'Autorità Distrettuale di Bacino del fiume Po sta attualmente conducendo"*. Detto parere richiedeva quindi l'esecuzione di un approfondimento di studio, atto a incorporare le nuove conoscenze rese disponibili, al fine di aggiornare e attualizzare le *"mappe dello studio idraulico del 2005"*.

A tal fine, nel presente studio si è innanzitutto tenuto conto delle nuove conoscenze sull'idrologia di piena del torrente Arda intervenute dopo il 2005 e inoltre è stato utilizzato un accurato modello matematico bidimensionale di inondazione, aggiornato allo stato dell'arte, attraverso il quale è stata studiata la propagazione della piena del torrente Arda a valle dell'invaso di Mignano e sono state simulate le dinamiche delle potenziali esondazioni che, per assegnati valori del tempo di ritorno, possono interessare le aree esterne all'alveo fluviale nei dintorni dell'abitato di Cortemaggiore.

Le analisi condotte, i cui risultati sono stati dettagliatamente descritti in precedenza, hanno consentito di valutare i potenziali tiranti idrici di allagamento per le tre aree oggetto di modifica nella Variante 2019 al PRG, con riferimento a scenari di piena nel torrente Arda relativi ai tempi di ritorno  $T = 20, 50, 100$  e  $200$  anni.

Rimandando per il dettaglio dei risultati al corpo della relazione, in sede di conclusioni si può sottolineare che le più approfondite analisi e modellazioni condotte in questa sede hanno consentito di evidenziare che le aree interessate dalle modifiche nella Variante 2019 al PRG possono essere interessate, con riferimento allo scenario 200-ennale, al più da tiranti idrici di modesta entità, dell'ordine di qualche decina di cm.

Pertanto, alla luce dei risultati ottenuti con la presente analisi di maggior dettaglio, le previsioni contenute nei documenti a supporto della Variante 2019 al PRG relative alla zona di modifica 1 Finedil (*"...possibilità in caso di esondazione di un livello idrico per la maggior parte*

dell'area inferiore ai 30 cm mentre per la porzione più ad est compreso fra i 30 ed i 60 cm") e alla zona di modifica della viabilità (modifica n.3) ("...possibilità in caso di esondazione di un livello idrico compreso tra i 60 ed i 90 cm"), possono essere ritenute cautelative.

Di conseguenza, anche le prescrizioni e gli accorgimenti costruttivi indicati negli studi svolti nell'ambito della Variante 2019 (e in particolare nel documento "Variante PRG 2019. Analisi degli ambiti di trasformazione proposti. Assetto geologico-sismico e geotecnico generale") possono essere ritenute adeguate e prudentiali.

Tale considerazione vale in particolare, per quanto riguarda l'area di modifica n.1 (Finedil), per le prescrizioni indicate a pag. 13 di detto documento (secondo cui ".....sarà indispensabile procedere con la realizzazione di un muro perimetrale impermeabile che funga da barriera idraulica nel caso in cui una eventuale esondazione del T. Arda possa raggiungere l'area industriale esistente") e anche per le ulteriori prescrizioni, riprese dall'art.5.2 della D.G.R. 1300/2016 ("Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico, ai sensi dell'art. 58 elaborato n. 7 Norme di attuazione e dell'art. 22 elaborato n. 5 Norme di attuazione del Progetto di Variante al PAI e al PAI Delta, adottato dal Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con deliberazioni n. 5/2015"), relative alle "misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture".

Bologna, febbraio 2020

**Prof. Ing. Armando Brath**  
*Ordinario di Costruzioni Idrauliche,  
Marittime e Idrologia  
Università di Bologna*



## Dike GoSign - Esito verifica firma digitale

Verifica effettuata in data 2020-04-27 08:12:49 (UTC)

File verificato: C:\Users\davide\Desktop\Variante PRG 2019\Studio Idraulico delle dinamiche di Inondazione.p7m

Esito verifica: **Verifica completata con successo**

### Dati di dettaglio della verifica effettuata

Firmatario 1: BRATH ARMANDO LUIGI MARIA

Firma verificata: OK

Verifica di validità online: Effettuata con metodo OCSP. Timestamp della risposta del servizio 27/04/2020 08:00:32

### Dati del certificato del firmatario BRATH ARMANDO LUIGI MARIA:

Nome, Cognome: ARMANDO LUIGI MARIA BRATH

Numero identificativo: 20746179

Data di scadenza: 17/12/2022 23:59:59

Autorità di certificazione: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3, ArubaPEC S.p.A.,  
Certification AuthorityC,  
, IT

Documentazione del  
certificato (CPS): <https://ca.arubapec.it/cps.html>

Identificativo del CPS: OID 1.3.6.1.4.1.29741.1.1.1

Identificativo del CPS: OID 1.3.76.16.6

### Fine rapporto di verifica