

**STUDIO DI APPROFONDIMENTO MEDIANTE ANALISI BIDIMENSIONALE DEL TORRENTE TAVIOLO E DEL RIO LA FOSSETTA NELL'AMBITO DEI COMPARTI EDIFICATORI NUOVA QUOTA URBANA N. 16 (16a-16b) e ARTIGIANALE E COMMERCIALE D3 NEL COMUNE DI GABICCE MARE (PU).**

COMMITTENTE	L'IMMOBILE SRL, UGUCCIONI CLAUDIO ED ALTRI
PERIODO	2012
SERVIZIO	STUDIO IDRAULICO

**Premessa**

Il presente studio è relativo al comportamento idraulico del Torrente Taviolo e del Rio La Fossetta nel tratto antistante le aree di nuova edificazione denominate “NUOVA QUOTA URBANA N. 16 (16a-16b)” e “ARTIGIANALE E COMMERCIALE D3” con particolare riguardo agli interventi idraulici ipotizzati sul Rio La Fossetta e oggetto di realizzazione a cura dei lottizzanti. Trattasi di lavori di sistemazione idraulica atti a migliorare l'efficienza idraulica del corso d'acqua e a mitigare il livello di rischio a cui il territorio è esposto ricompresi nel progetto denominato “INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL CORSO D'ACQUA DEMANIALE DENOMINATO “LA FOSSETTA” IN COMUNE DI GABICCE MARE LOCALITA' CASE BADIOLI” redatto dallo STUDIO S.P.S. STUDIO PROFESSIONISTI ASSOCIATI di Pesaro.

Figura 1: Individuazione degli interventi di progetto (BLU) e area indicativa interessata dalle verifiche idrauliche (ROSSO)



Il presente studio si rende necessario per valutare gli effetti della sistemazione idraulica relativamente agli interventi che saranno effettivamente attuati dai lottizzanti, nel proseguo per comodità identificati come 1° STRALCIO e rappresentati con il tratteggio nella precedente Figura 1 rispetto al progetto

complessivo che prevede, così come si riscontra negli elaborati progettuali, oltre ai lavori lungo La Fossetta tra Via Francesca da Rimini compresa ed il rilevato della Strada Statale Adriatica n. 16, il proseguo degli stessi verso monte. In particolare quest'ultimi riguardano il tratto di Fossetta lungo l'area artigianale di progetto (definita nel PRG come “ZONE DI ESPANSIONE PER INDUSTRIA E ARTIGIANATO D2”) fino poco a valle del confine con l'area artigianale esistente di Via Artigianato in località di Case Badioli ove avverrà il raccordo dell'alveo di progetto con quello esistente che in questo tratto è rivestito in calcestruzzo. Questo studio è stato condotto anche in virtù del recente studio<sup>1</sup> redatto per conto dell'Autorità di Bacino Interregionale Marecchia - Conca e messo a disposizione da Codesto Spettabile Ente a seguito della richiesta effettuata dall'Amministrazione Comunale ed approfondisce i contenuti ed i risultati delle precedenti analisi idrauliche condotte dai tecnici incaricati a supporto delle scelte urbanistiche.

Vista la necessità di valutare gli effetti degli interventi di progetto ed in particolare di quelli del 1° STRALCIO, anche in virtù dello Studio dell'Autorità di Bacino Interregionale, si è deciso di aggiornare la serie storica delle precipitazioni e di ricorrere ad un'analisi bidimensionale per meglio analizzare il comportamento delle opere in progetto e verificarne l'effetto nei diversi scenari simulati. In particolare sono state individuate le aree potenzialmente esondabili in corrispondenza delle nuove edificazioni (con tempo di ritorno pari a 50 e 200 anni) comprese tra Via Francesca da Rimini ed il rilevato della Strada Statale Adriatica nello scenario dello stato di fatto, dello stato di progetto complessivo e di 1° STRALCIO. In questi ultimi due scenari sono pertanto rappresentati anche gli interventi idraulici sulla Fossetta, proposti dai progettisti dei Piani stessi, consistenti nella riprofilatura del corso d'acqua e nel suo aumento della capacità di deflusso.

Il presente lavoro conferma le analisi idrauliche già allegate ai suddetti nuovi interventi edilizi e definisce con maggior accuratezza gli scenari di rischio legati ai fenomeni di piena del corso d'acqua e gli effetti derivanti dalla realizzazione delle opere di mitigazione e risulta così articolato:

- reperimento dei dati pluviometrici disponibili per la stazione di Cattolica e loro elaborazione statistica;
- individuazione dei bacini idrografici imbriferi con stima delle caratteristiche idrografiche principali (estensione, altezza media, tempo di corrivazione, ecc.) e delle portate;
- costruzione di un “modello” idrodinamico costituito essenzialmente dalla parte geometrico-topografica, dalle variabili idrauliche dei corsi d'acqua e dai dati delle portate scaturiti dall'elaborazione statistica dei valori storici di piovosità e costruzione di idrogrammi di piena sintetici;
- esecuzione di verifiche idrauliche in moto vario sul modello 2D creato utilizzando il software MIKE FLOOD (modello 1D MIKE 11 + modello 2D MIKE 21), sviluppato dal Danish Hydraulic Institute (DHI);

<sup>1</sup> Analisi idraulica mediante modellazione numerica monodimensionale dei torrenti Rio Melo e Fosso Taviolo, in regime di moto permanente per eventi di piena con tempo di ritorno di 50, 200 e 500 anni; DHI Italia, Maggio 2010

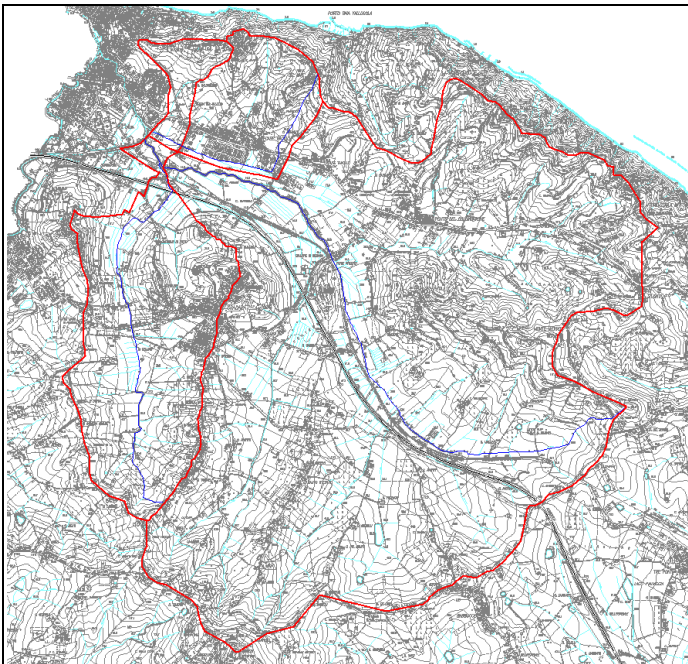
- redazione delle mappe di visualizzazione dell'estensione dell'inondazione, dell'altezza idrica e delle caratteristiche del deflusso in termini di velocità in conformità al Dlg.vo 23/02/2010, n. 49 "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni";
- Analisi e descrizione dei risultati.

### Analisi idrologica

Il bacino idrografico del Torrente Taviolo si estende nei territori dei Comuni di Gradara, Pesaro, Tavullia e Gabicce Mare, mentre quello de La Fossetta, suo tributario in destra idrografica, risulta interamente ubicato nel territorio Comunale di Gabicce Mare.

Il Taviolo confluisce, circa un chilometro prima della foce, nel Torrente Tavollo, ed è il suo più importante affluente; scorre con direzione circa da SE a NO ed i suoi affluenti principali sono: in destra idrografica il Fosso La Fossetta il cui punto di confluenza si trova a poche decine di metri a valle della S.S. 16 ed il Fosso San Carlo, mentre in sinistra idrografica il Fosso dei Tre Ponti e il Fosso Villarga.

Figura 2: Bacini relativi ai corsi d'acqua principali presenti nell'area in esame



Il territorio in esame è caratterizzato da un regime pluviometrico di tipo litoraneo (versante adriatico), che presenta un minimo principale estivo ed uno secondario meno accentuato alla fine dell'inverno, ed un massimo principale alla fine dell'autunno ed uno secondario in primavera. Per la caratterizzazione pluviometrica del bacino è stato possibile reperire la serie storica di dati pluviometrici disponibile per la stazione di misura di Cattolica (72 anni di dati).

Lungo le aste dei torrenti/fossi non sono presenti stazioni di misura idrometriche pertanto si è dovuto ricorrere a metodi indiretti di stima per le portate di piena di riferimento.

Per la stima delle portate di piena si è fatto ricorso in primo luogo all'uso del metodo razionale:

$$Q = \frac{\varphi \cdot h \cdot A \cdot}{3,6 \cdot T_c}$$

dove  $\varphi$  rappresenta il coefficiente di deflusso,  $A$  la superficie del bacino e  $h$  la precipitazione relativa al bacino con durata pari al tempo di corrivazione  $T_c$ . Le grandezze geomorfologiche principali sono state stimate a partire dall'informazione cartografica disponibile. Per la stima del tempo di corrivazione si è ricorso a diverse formulazioni quali Ventura, Pasini e Giandotti, assumendo come valore di calcolo il valore medio fra quelli ottenuti conducendo ad un valore di 1,09h per il Fosso la Fossetta e 3,33h per Torrente Taviolo, entrambi chiusi in corrispondenza della Strada Statale SS16.

Per la stima del coefficiente di deflusso di ciascun bacino, si è ricorsi alla carta dell'uso del suolo CORINE aggiornata al 2006 assumendo per ciascuna classe d'uso valori del coefficiente analoghi a quelli individuati nel citato Studio condotto dall'Autorità di Bacino Interregionale Marecchia - Conca per il Torrente Taviolo ove si riporta come la scelta dei valori del coefficiente di deflusso sia stata effettuata in maniera cautelativa.

Sulla base delle grandezze geomorfologiche e climatiche stimate per i bacini di interesse, sono state stimate le portate di piena corrispondenti ad eventi cinquantennali e duecentennali per le sezioni più rappresentative ovvero sezione a monte dell'attraversamento di Via Francesca da Rimini e della Strada Statale Adriatica 16 sia sul Fosso La Fossetta che sul Torrente Taviolo. I valori di portata calcolati confermano, salvo lievi scostamenti, i dati dei precedenti lavori per il Fosso La Fossetta nonché quelli sintetizzati nello studio redatto per conto dell'Autorità di Bacino Interregionale Marecchia - Conca per il Torrente Taviolo all'altezza dell'attraversamento su Via Francesca da Rimini.

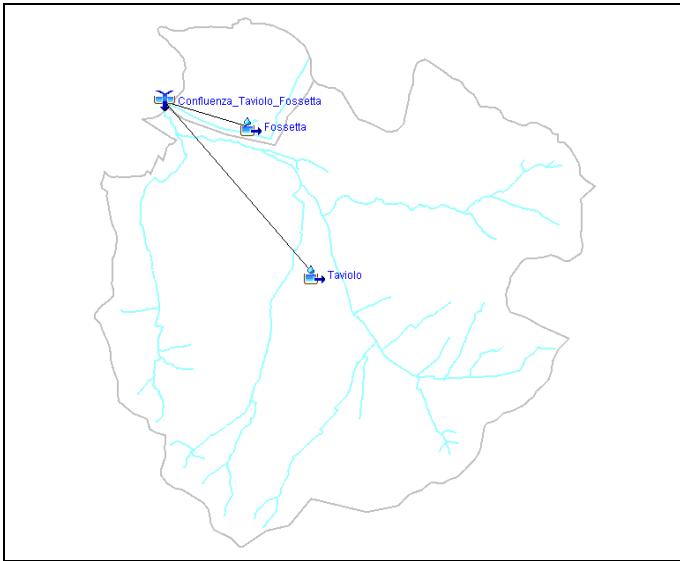
Nell'ambito della presente analisi al fine di procedere con un approfondimento di indagine si è ritenuto opportuno approfondire l'analisi procedendo ad alcune valutazioni circa i possibili idrogrammi di piena relativi alle portate al colmo stimate con il metodo precedentemente esposto.

Pertanto si è ricorso alla determinazione di idrogrammi di piena sintetici per i bacini idrografici del Torrente Taviolo e Fosso La Fossetta, mediante l'impiego del modello idrologico denominato HEC - HMS (Hydrologic Modeling System, aggiornato alla versione 3.5) sviluppato dalla Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers. Per la riproduzione dei fenomeni di deflusso si è ricorso al modello di Clark (Clark, 1945), i cui parametri sono stati stimati sfruttando le informazioni idrologiche desumibili dalle analisi precedenti per il Torrente Taviolo ed il Fosso La Fossetta.

Non essendo disponibili serie di dati di portate osservate che consentano una calibrazione del modello più accurata, si è assunta un'infiltrazione del suolo alquanto modesta, considerando pertanto la condizione cautelativa corrispondente all'ipotesi del verificarsi di un evento di piena significativo con condizioni del suolo pressoché saturo a seguito di piogge avvenute nei giorni precedenti. Il modello idrologico così schematizzato è stato sollecitato mediante eventi pluviometrici con associato tempo di ritorno di 50 e 200 anni consentendo di stimare i corrispondenti idrogrammi di piena.



Figura 3: Schema dei bacini implementati nel modello HEC-HMS



### Analisi idraulica

L'analisi è stata condotta mediante l'utilizzo di MIKE FLOOD approvato dalla US Federal Emergency Management Agency (FEMA) nel programma NFIP (National Flood Insurance Program), uno strumento integrato sviluppato dal DHI per lo studio dell'idrodinamica fluviale e delle aree di esondazione basato sulla combinazione del modello monodimensionale idrodinamico Mike 11 e del modello idrodinamico bidimensionale Mike 21.

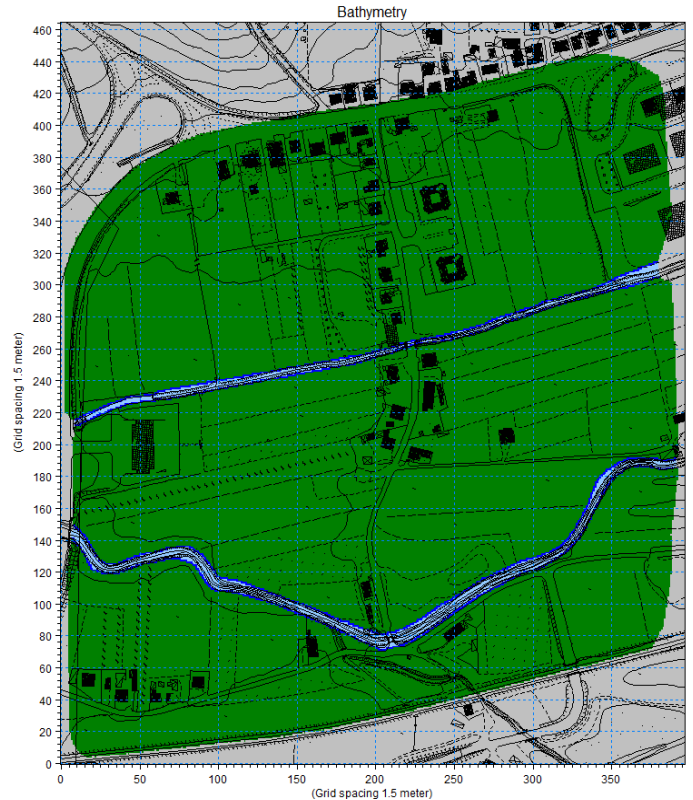
In particolare è stato analizzato un tratto con una lunghezza complessiva dei corsi d'acqua simulati pari a 1095 m per il Taviolo e 700 m per la Fossetta (di quest'ultimo gli interventi di progetto complessivo interessano il tratto tra la progressiva 42,04 e la progressiva 640,37 mentre quelli del progetto 1° STRALCIO il tratto tra la progressiva 238,76 e la progressiva 640,37) ricorrendo all'utilizzo di 46 sezioni nello stato di fatto e 40 sezioni nello stato di progetto ricostruite mediante il rilievo topografico disponibile condotto dallo STUDIO S.P.S. STUDIO PROFESSIONISTI ASSOCIATI di Pesaro.

All'interno del tratto esaminato è stato schematizzato nello stato di fatto sia il ponte sul torrente Taviolo all'altezza di Via Francesca da Rimini avente dimensioni pari a circa 4,60 x 2,50 m (quello sulla Strada Statale Adriatica non interferisce con le piene) sia quelli per la Fossetta sempre su Via Francesca da Rimini avente dimensioni circolari pari a circa metri 1,90 nonché quello sulla Strada Statale Adriatica (3,50 x 4,75 m) che pur non interferendo con gli stati di piena è stato schematizzato per verificare le opere di progetto che costituiscono la sua prosecuzione verso monte. Nello stato di progetto invece che riguarda la sola Fossetta sono stati modificati il ponte su Via Francesca da Rimini avente le nuove dimensioni pari a 4,00 x 3,00 m nonché la prosecuzione verso monte dell'attraversamento sulla Strada Statale Adriatica avente dimensioni pari a 3,50 x 4,35 m.

Per l'utilizzo di MIKE 21 accoppiato a MIKE 11 in MIKE FLOOD sono state create 2 batimetrie distinte per lo stato di fatto e per lo stato di progetto Figura 5, entrambe con griglia a maglia

classica (griglia rettangolare uniforme in tutto il dominio di calcolo) di dimensioni 1,50 m x 1,50 m per un totale di 397 celle in direzione x e 465 celle in direzione y coprendo quindi una superficie di territorio pari a 415361,25 mq.

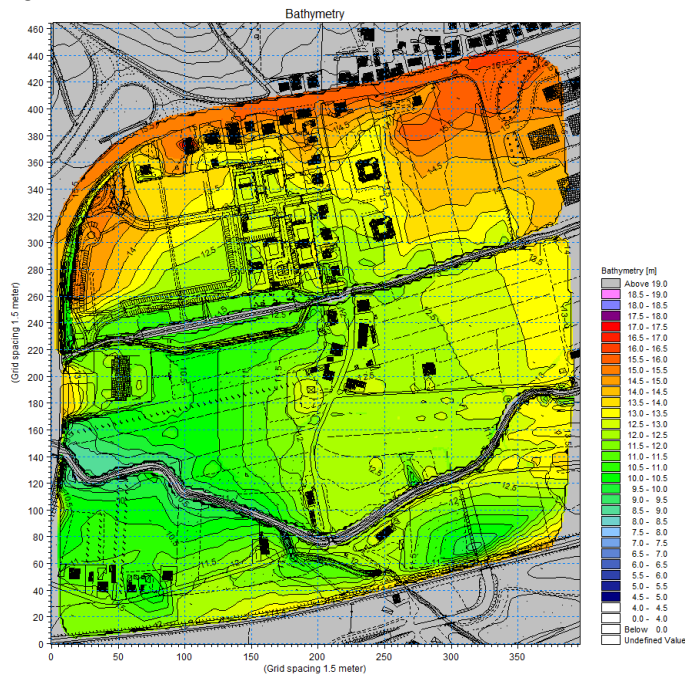
Figura 4: Accoppiamento MIKE 11 - MIKE 21 per il fosso Taviolo e Fossetta



A tal fine si è fatto ricorso al rilievo condotto dallo STUDIO S.P.S. STUDIO PROFESSIONISTI ASSOCIATI di Pesaro opportunamente integrato, per le parti scoperte dal rilievo poste al di fuori dell'area effettiva di studio, dai supporti cartografici disponibili agganciati al suddetto rilievo per definire le condizioni al contorno del modello idraulico. Le quote cartografiche dell'area artigianale di progetto attualmente in fase di realizzazione (definita nel PRG come "ZONE DI ESPANSIONE PER INDUSTRIA E ARTIGIANATO D2") e delimitata tra Via Francesca da Rimini, la Fossetta, l'area artigianale esistente e la Statale Adriatica sono state aumentate fino a raggiungere quelle della limitrofa area artigianale esistente posta immediatamente a monte.

I corsi d'acqua considerati sono caratterizzati da dinamiche di formazione di piena differenti dovute principalmente dalla diversa estensione dei bacini dai quali ne deriva da una lato una diversa intensità e durata degli eventi critici, dall'altra uno sfasamento dei picchi di piena. Tuttavia per consentire un'analisi complessiva dei possibili fenomeni di piena che interessano l'area oggetto di studio, è stata considerata una simultaneità degli eventi con un sincronismo dei picchi di piena anche se tale situazione risulta essere poco probabile. Per il dimensionamento dei manufatti di progetto si è invece utilizzato il solo idrogramma di piena per il Fosso La Fossetta.

Figura 5: Batimetria dello STATO DI PROGETTO



**Analisi dei risultati e considerazioni conclusive**

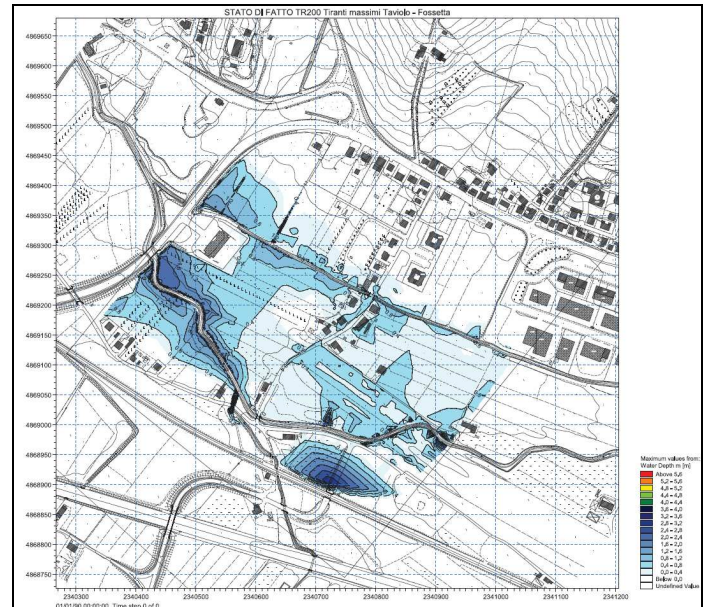
Le verifiche mettono in luce, come noto, che la piana alluvionale tra i due corsi d’acqua è interessata da fenomeni di allagamento più importanti con il crescere del tempo di ritorno specie sull’edificato esistente posto lungo Via Francesca da Rimini. Per effettuare un’analisi complessiva cautelativa dei possibili fenomeni di piena che interessano l’area oggetto di studio, è stata considerata dapprima (CASO 5.3) una simultaneità degli eventi con un sincronismo dei picchi di piena, situazione poco probabile ma utile per le considerazioni sulle quote di imposta dei piani urbanistici in oggetto, quindi per la verifica dimensionale dei manufatti di progetto, si è utilizzato il solo picco di piena della Fossetta ed una portata di morbida per il Taviolo (CASO 6.3).

Nel CASO 5.3 le verifiche evidenziano come la Fossetta, sia nello stato di fatto e ancor di più in quello di progetto a causa della sua maggior officiosità idraulica derivante dagli interventi ipotizzati dai progettisti, funga da ricettore delle acque di esondazione del Taviolo. Visibile risulta essere il miglioramento idraulico sia per gli interventi di progetto che per quelli di 1° STRALCIO specie per le aree poste in destra del Fosso La Fossetta mitigate grazie all’aumento della sua capacità di deflusso. Nel CASO 6.3, simulazioni effettuate per verificare le opere progettuali sulla Fossetta nonché la loro suddivisione in stralci, il miglioramento è ancora più visibile, fatti salvi naturalmente eventuali fenomeni che si originano ancor più a monte della zona oggetto d’intervento.

Lo studio e le verifiche eseguite, nel confermare in linea di massima i risultati degli studi idraulici precedenti, per il CASO 5.3 definiscono nello stato di fatto per la Tr = 200 anni la quota di esondazione immediatamente a monte di Via Francesca da Rimini e immediatamente a valle. Si sottolinea che il perimetro degli allagamenti è generalmente indicativo e utile per valutazioni a scala di bacino anche a causa dell’orografia dei

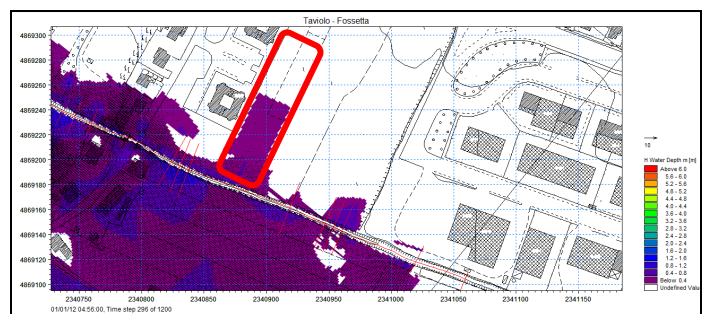
luoghi caratterizzata da quote praticamente pianeggianti che quindi non consentono l’individuazione di perimetri certi specie nelle zone di confine tra le aree allagate e non e di contorno (inizio e fine) del modello.

Figura 6: Tiranti massimi nello STATO DI FATTO Tr200 CASO 5.3



Si ricorda che fra le ipotesi e condizioni al contorno assunte nelle simulazioni, i parametri di calcolo fissati impediscono ad un punto di essere "inondato" se le profondità di allagamento nel suo intorno è inferiore a 0,15 m; inoltre il piano campagna dell’intera area artigianale di progetto D2 è stato assunto con le medesime quote dell’area artigianale limitrofa esistente (se le aree poste in prossimità dell’edificato residenziale di Via Francesca da Rimini - Figura 7 - mantenessero le attuali quote cartografiche le stesse risulterebbero allagabili).

Figura 7: STATO DI FATTO – Tr = 200 anni “TAVIOLO–FOSSETTA”



L’eventuale acquisizioni di dati su campo e quindi di un supporto alla taratura del modello idrologico ed idraulico, determinerebbero una progressiva diminuzione delle incertezze che inevitabilmente gravano sui risultati. Inoltre eventuali modifiche e aggiornamenti al “piano campagna e ai corsi d’acqua” rispetto a quanto estratto dal rilievo, dagli strumenti cartografici disponibili e dalle ipotesi assunte, possono determinare variazioni alle linee di deflusso e alle aree di allagamento anche importanti con la necessità di aggiornare le mappe di esondazione e delle velocità.