

COMUNE DI VALLEFOGLIA  
PROVINCIA DI PESARO E URBINO



IL RESPONSABILE  
SETTORE TECNICO  
Dr. Gabriele Giorgi



**VARIANTE GENERALE AL PIANO REGOLATORE  
GENERALE DELLA CITTA' DI VALLEFOGLIA**

**Relazione idrologico idraulica**

ai sensi dell'art. 10 della L.R. 22/11 e della D.G.R. n. 53 del 27/01/2014,  
Titoli II e III

- Verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione del territorio

*Relativamente alle seguenti aree oggetto di variante:*

**SCHEDE:** n. 13 (Comparto MR16 Loc. Montecchio)  
n. 14 (Comparto MP8 loc. Montecchio)  
n. 15 (Comparto MR4 loc. Montecchio).

COMUNE DI VALLEFOGLIA  
ADOTTATO CON DELIBERA DI  
CONSIGLIO/GIUNTA COMUNALE

N° 7 DEL 31 GEN. 2019  
IL SEGRETARIO COMUNALE  
Dott. Romano Bartolucci



DATA:  
Agosto 2018

Dott. Geol. Roberto Romagna

Dott. Ing. Cristian Vescovi

Geom. Gabriele Marzi

COLLABORATORI:  
Dott. Geol. J. Tirincanti  
Geom. P. Pratelli

COMUNE DI VALLEFOGLIA  
APPROVATO CON DELIBERA DI  
CONSIGLIO/GIUNTA COMUNALE

N° 9 DEL 28 MAR. 2019  
IL SEGRETARIO COMUNALE  
Dott. Romano Bartolucci



Dott. Ing. Cristian Vescovi

Geom. Gabriele Marzi

Dott. Geol. Roberto Romagna

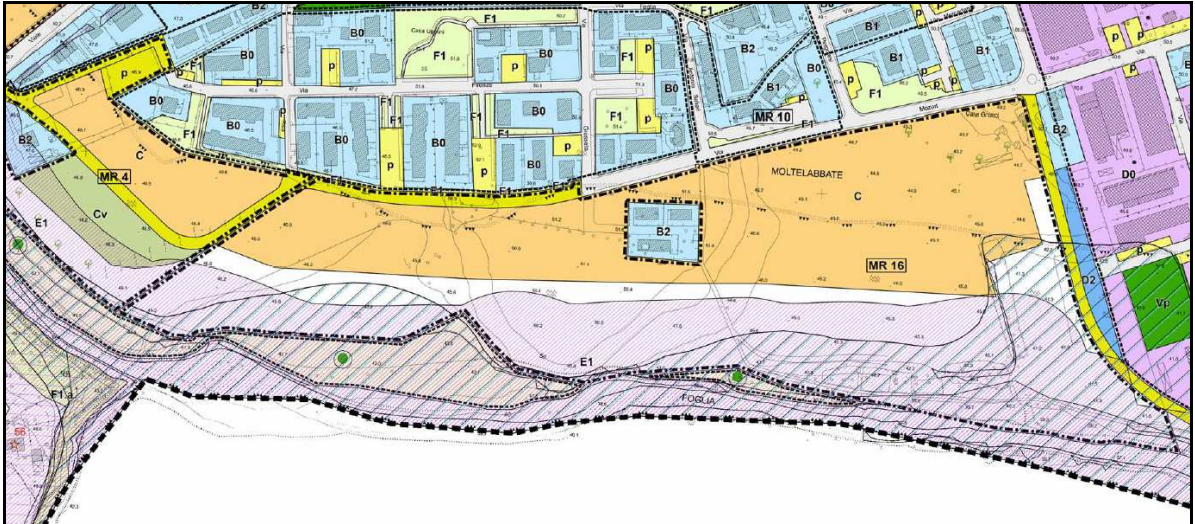
## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>SCOPI DEL DOCUMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI MORFODINAMICA STORICO-EVOLUTIVA DEL FIUME FOGLIA PER IL TRATTO INTERESSATO DALLE AREE IN VARIANTE. ....</b>	<b>6</b>
	DATI E CARTOGRAFIA STORICA. ....	6
	SINTESI DEI DATI RACCOLTI .....	14
	CONCLUSIONI.....	17
<b>4</b>	<b>ANALISI DELLE PORTATE DEL FIUME FOGLIA PER IL TRATTO OGGETTO DI STUDIO, DATI STORICI ED EVENTI DI PIENA RILEVANTI.....</b>	<b>18</b>
	STIMA DELLA PORTATA DEL FIUME FOGLIA. ....	18
	EVENTI DI PIENA RILEVANTI STORICI E RECENTI. ....	20
	NOTA SULLA SCELTA DEI COEFFICIENTI DI SCABREZZA (FORMULAZIONE DI MANNING) E SUGLI SCENARI DI CALCOLO.....	22
<b>5</b>	<b>ANALISI IDRAULICA DEL TRATTO DI FIUME FOGLIA OGGETTO DI STUDIO .....</b>	<b>24</b>
	TRATTO DI FIUME MODELLATO E RICOSTRUZIONE DELLA GEOMETRIA DELLE SEZIONI TRASVERSALI. ....	24
	MODELLO NUMERICO, DATI IN INGRESSO E CONDIZIONI AL CONTORNO. ....	27
	VALIDAZIONE DEL MODELLO. ....	30
	RISULTATI DEL CALCOLO. ....	34
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI SULLA COMPATIBILITA' IDRAULICA .....</b>	<b>43</b>
	<b>APPENDICE 1 (ASSEVERAZIONE) .....</b>	<b>45</b>

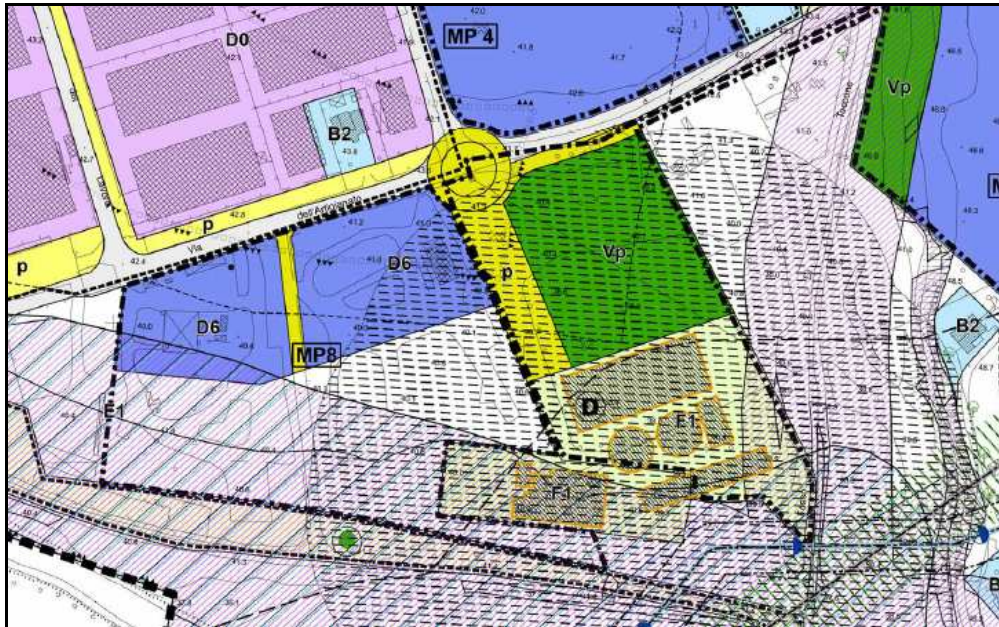
## 1 PREMESSA

La presente relazione viene redatta a corredo della documentazione relativa alla variante generale al vigente P.R.G. del comune di Vallefoglia, nello specifico questo documento rappresenta il II° e III° livello di approfondimento dello studio di compatibilità idraulica di I° livello già redatto dal Geol. Roberto Romagna. Tale verifica, volta all'ottenimento del parere di compatibilità idraulica, è relativa alle tre aree posizionate lungo il fiume Foglia ed identificate nell'elaborato denominato "SCHEDE DI VARIANTE" come:

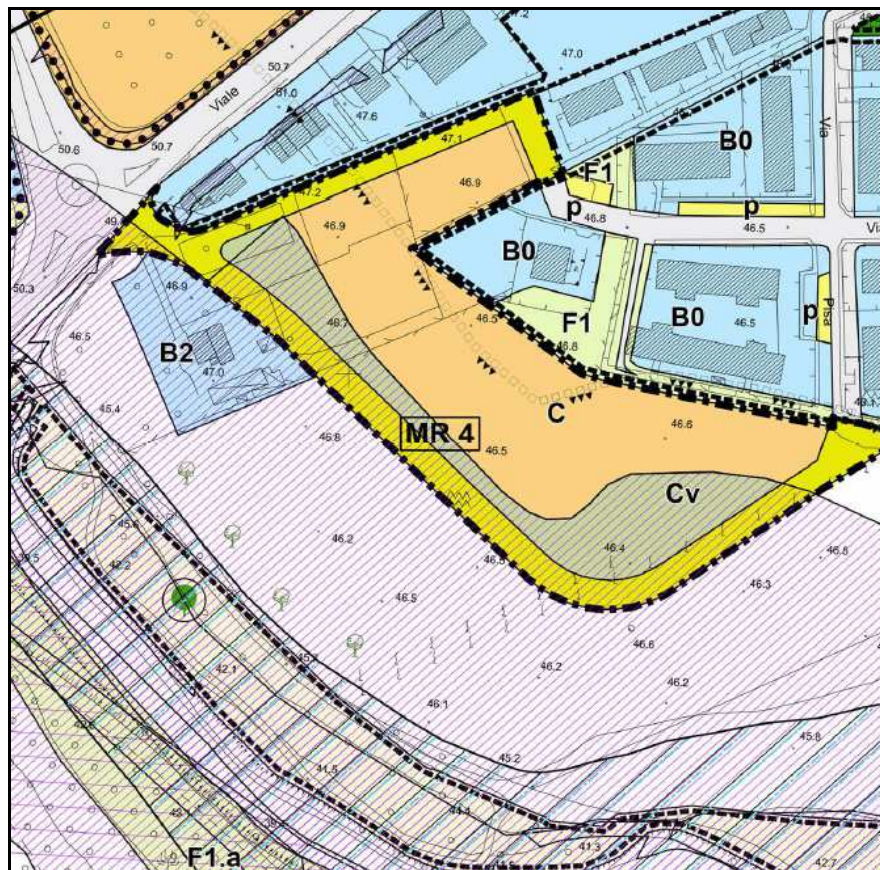
- **SCHEDA -13- Nuovo Comparto MR16, Località Montecchio (Tavola P3)**



- **SCHEDA -14- Nuovo comparto MP8, Montecchio (Tavola P3).**



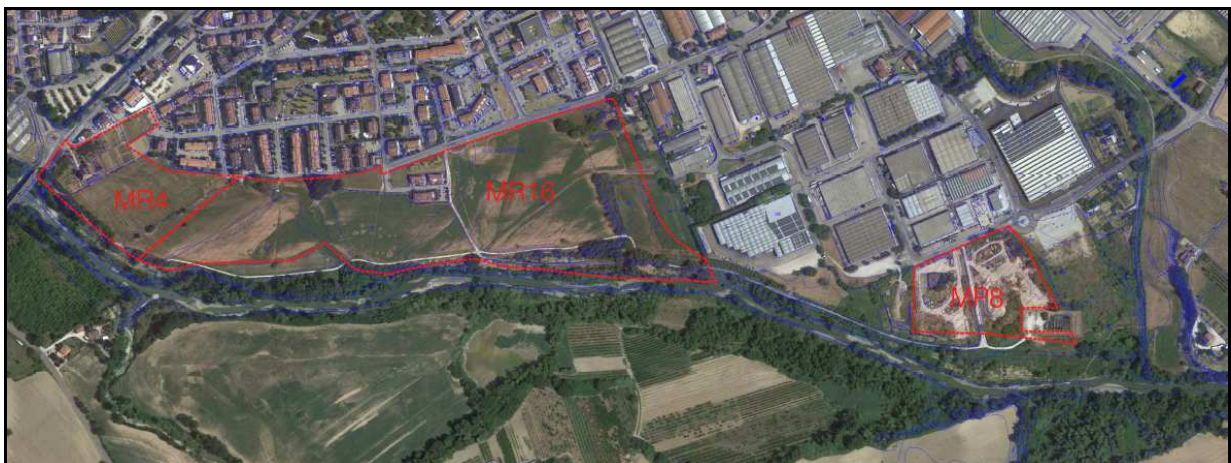
- **SCHEDA -15- Ampliamento comparto MR4, Montecchio (Tavola P3)**



Si rimanda al citato elaborato per la descrizione di dettaglio delle singole varianti proposte.

Le tre aree, come già riportato in precedenza, si trovano in sponda sinistra del corso del fiume Foglia.

In figura 1-1 si riporta una vista aerea recente con evidenziata l'ubicazione delle tre aree oggetto di studio. Per semplicità espositiva da qui in poi le tre aree verranno identificate col nome del comparto da P.R.G. come riportato nell'immagine sottostante.



**Figura 1-1 Vista aerea con evidenziate le aree in variante**

## **2 SCOPI DEL DOCUMENTO**

L'analisi idrologica-idraulica viene effettuata per la richiesta del prescritto parere di compatibilità idraulica ai sensi della L.R. 22/11 ed è eseguita ad integrazione e completamento dello studio geologico redatto dal Geol. Roberto Romagna per ottenere il parere di conformità geomorfologica ai sensi dell'art. 89 del D.P.R. 380/01.

Con l'entrata in vigore della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali di cui all'art. 10, commi 2 e 3, della L.R. 22/2011 e dei "criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), si è proceduto alla redazione di tale verifica atta a valutare la pericolosità presente e potenziale su ciascuna area in variante e le possibili alterazioni del regime idraulico. La verifica prevede anche delle soluzioni tecniche e sostenibili per l'assetto idraulico del territorio.

Tale verifica si sviluppa su più livelli di approfondimento e, a seconda del livello di sviluppo della stessa, deriva dall'integrazione dei seguenti dati/analisi:

- idrografici-bibliografici e storici: permettono di ottenere informazioni sugli effetti di precedenti eventi di inondazione, nonché sugli studi esistenti e sull'individuazione delle aree inondabili negli strumenti di programmazione esistenti, utili al fine di tarare le analisi geomorfologiche e idrauliche;

- geomorfologici: permettono di ottenere informazioni sulla porzione di territorio interessabile dalle dinamiche fluviali, sui processi geomorfologici predominanti e sugli elementi geomorfologici che delimitano le aree interessabili da fenomeni di piena, nonché sull'evoluzione nel tempo del corso d'acqua e delle aree di pertinenza fluviale;

- idrologici-idraulici: permettono di quantificare, in relazione a criteri fissati convenzionalmente (es: tempo di ritorno), le aree inondabili; in genere, salvo analisi di maggior impegno, tali verifiche si riferiscono a schematizzazioni geometriche statiche dell'alveo.

Ciascuno di questi tre gruppi di dati/analisi è utile ed importante al fine di definire nella maniera più possibile attinente alla realtà le aree interessabili dalle dinamiche fluviali e la Verifica di Compatibilità Idraulica risulterà dall'integrazione e sintesi ragionata dei suddetti dati, evidenziando la congruenza tra l'insieme delle informazioni raccolte e le analisi effettuate.

Il grado di approfondimento degli studi è in funzione dell'importanza della trasformazione territoriale prevista e della situazione della rete idrografica nel contesto in cui si colloca la trasformazione territoriale; indicativamente è più approfondito in funzione dell'ampiezza del bacino sotteso, della vicinanza al corso d'acqua, dell'esistenza di dati su precedenti eventi di allagamento/dissesto, della consistenza e del livello di attuazione della trasformazione territoriale.

Nel caso specifico, per le tre aree in variante oggetto di indagine, in relazione alle condizioni specifiche riscontrate ed analizzate come previsto dalla D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 è stata eseguita una verifica completa (analisi idrografica-bibliografica-storica, analisi geomorfologica ed analisi idrologico-idraulica).

Nel presente lavoro, si sono trattate globalmente le tre aree in variante, mentre per la loro descrizione è stata mantenuta la dicitura e la numerazione riportata negli elaborati di piano.

Le prescrizioni relative alla verifica di compatibilità circa gli interventi da eseguire sulle singole aree andranno interfacciate con quelle risultanti dallo studio geologico eseguito a supporto del presente lavoro, al fine di ottenere un quadro descrittivo generale relativo ad ogni singola zona oggetto di variante.

Infine il presente documento raccoglie ed illustra le valutazioni fatte in ordine alla verifica della compatibilità idraulica delle varianti urbanistiche proposte, il lavoro è articolato secondo la seguente successione di fasi:

- Analisi dell'evoluzione storica dell'alveo per valutare i fenomeni di divagazione dello stesso sulle aree di interesse;
- Analisi idraulica con modellazione in moto permanente del tratto di fiume interessato con portate relative ad un tempo di ritorno di 200 anni.
- Conclusioni.

Inoltre si precisa che a corredo della presente relazione sono stati prodotti i seguenti elaborati grafici:

**Allegato -1 CARTOGRAFIA STORICA:**

- CATASTO PONTIFICIO (sovrapposizione scala 1:5000)
- CARTOGRAFIA IGM 1894 (sovrapposizione scala 1:5000)
- CARTOGRAFIA IGM 1948 (sovrapposizione scala 1:5000)
- CARTOGRAFIA IGM 1994 (sovrapposizione scala 1:5000)
- IMMAGINE AEREA 1973 (sovrapposizione scala 1:5000)
- IMMAGINE AEREA 2000 (sovrapposizione scala 1:5000)
- IMMAGINE AEREA 2017 (sovrapposizione scala 1:5000)
- SINTESI CARTOGRAFIA STORICA (sovrapposizione scala 1:5000)

Tav.-01 RILIEVO TOPOGRAFICO con individuazione delle sezioni idrauliche rilevate;

Tav.-02/A SEZIONI DEL TERRENO;

Tav.-02/B SEZIONI DEL TERRENO;

Tav.-03/A DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA;

Tav.-03/B DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA;

Tav.-04/A SCENARI MODELLAZIONE IDRAULICA con individuazione delle sezioni idrauliche rilevate (Scenari WSE\_Plan\_01 e WSE\_Plan\_02 STATO ATTUALE) su base CTR 1:10.000;

Tav.-04/B SCENARI MODELLAZIONE IDRAULICA con individuazione delle sezioni idrauliche rilevate (Scenari WSE\_Plan\_04 e WSE\_Plan\_05 STATO PROGETTO) su base CTR 1:10.000;

Tav.-05 DETTAGLIO SCENARI MODELLAZIONE IDRAULICA con individuazione delle sezioni idrauliche rilevate (Scenari WSE\_Plan\_04 e WSE\_Plan\_05 STATO PROGETTO) su base CTR 1:10.000.

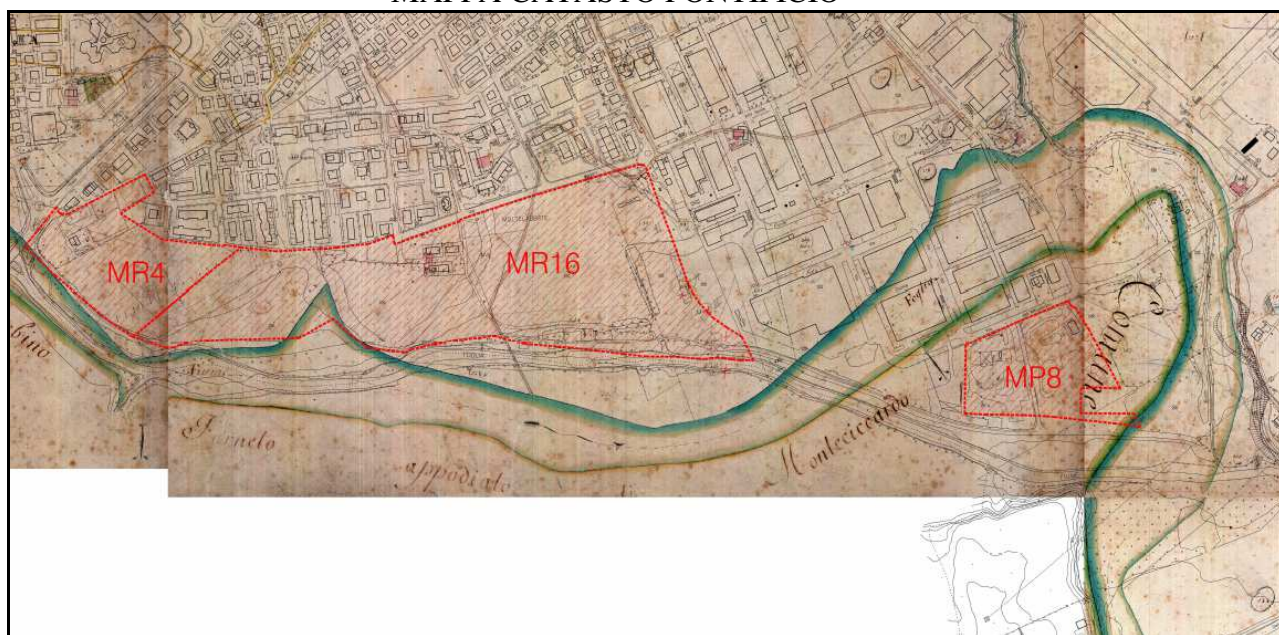
### **3 ANALISI MORFODINAMICA STORICO-EVOLUTIVA DEL FIUME FOGLIA PER IL TRATTO INTERESSATO DALLE AREE IN VARIANTE.**

#### ***Dati e cartografia storica.***

La prima fonte, in ordine temporale, da cui attingere informazioni circa l'evoluzione del corso del fiume Foglia è rappresentata dal Catasto Pontificio risalente al XIX secolo e conservato presso l'Archivio di Stato di Pesaro.

Nella figura di seguito riportata è visibile uno stralcio dell'Allegato -1 (facente parte della documentazione a corredo della presente relazione) in cui è stata fatta una sovrapposizione fra le mappe del catasto pontificio e la cartografia CTR più recente a disposizione, risalente al 2011, e posta a base del PRG.

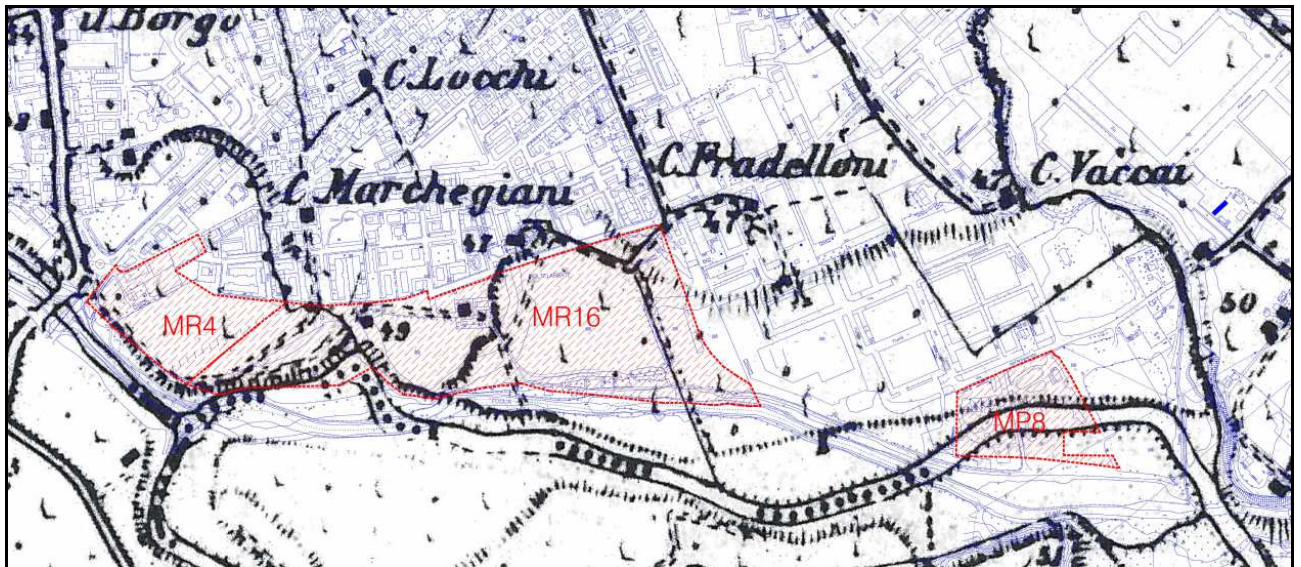
MAPPA CATASTO PONTIFICO



La configurazione geometrica del fiume Foglia al tempo dei rilievi delle mappe del catasto pontificio (1825) vedeva la presenza di un'ampia ansa fluviale che interessava l'attuale area industriale PIP e girava attorno all'ingombro attuale dell'area di PRG denominata MP8. Al limite Sud-Orientale dell'area MR16 il fiume scorreva più a Sud rispetto al tracciato attuale, si nota sul limite Sud-Ovest dell'area MR16 una zona in cui la sponda sinistra pare penetrare all'interno del perimetro del comparto mentre a destra si ha un percorso lineare. Per il tratto prospiciente l'area MR4 non si ravvisano differenze tra il percorso attuale e quello da mappa storica.

Nella figura di seguito riportata è visibile uno stralcio dell'Allegato -2 (facente parte della documentazione a corredo della presente relazione) in cui è stata fatta una sovrapposizione fra la mappa IGM del 1894 e la cartografia CTR più recente a disposizione, risalente al 2011, e posta a base del PRG.

IGM 1894

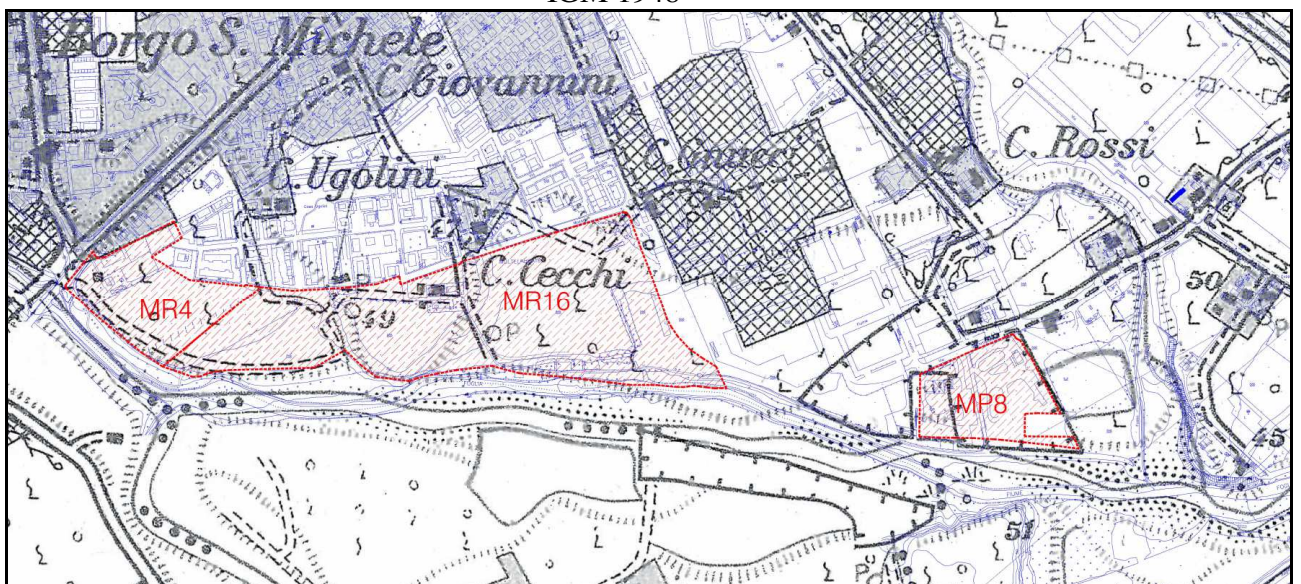


L'ansa che nella prima mappa girava attorno al comparto MP8 si è notevolmente traslata verso Sud, attraversando ora il comparto. Si nota dalla sovrapposizione che il Fosso Taccone una volta rettificato il corso del Foglia si è appropriato del tratto finale della vecchia ansa fino al punto di immissione.

Come indicazione cartografica aggiuntiva rispetto al catasto pontificio si apprezza come sul limite Sud-Orientale dell'area MR16, nella zona in cui la sponda sinistra pare penetrare all'interno del perimetro del comparto, è segnalata la presenza di una piccola ansa fluviale.

Nella figura di seguito riportata è visibile uno stralcio dell'Allegato -3 (facente parte della documentazione a corredo della presente relazione) in cui è stata fatta una sovrapposizione fra la mappa IGM del 1948 e la cartografia CTR più recente a disposizione, risalente al 2011, e posta a base del PRG.

IGM 1948



In corrispondenza dell'area MR16 si evidenzia come l'alveo abbia subito un processo di linearizzazione che ha portato ad una traslazione della sponda sinistra verso nord, la sinuosità

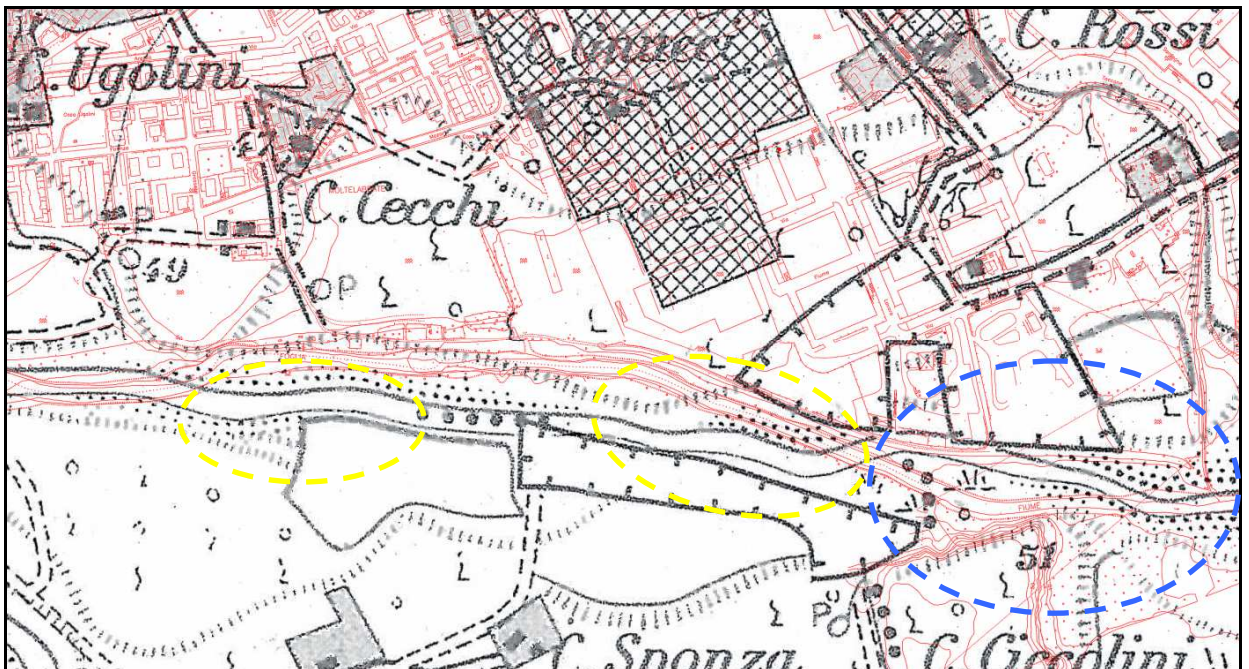


si è attenuata e in linea generale l'alveo appare più rettilineo, anche se si notano alcuni tratti caratterizzati da accenni di anse con dimensioni molto modeste (vedi dettagli entro ellisse giallo nella figura seguente); invece in corrispondenza dell'area MP8 il corso del Foglia continua a spostarsi verso sud a causa delle mutate condizioni di deflusso in alveo, forse a causa di modifiche antropiche (vedi dettagli entro ellisse blu nella figura seguente).

IGM 1894



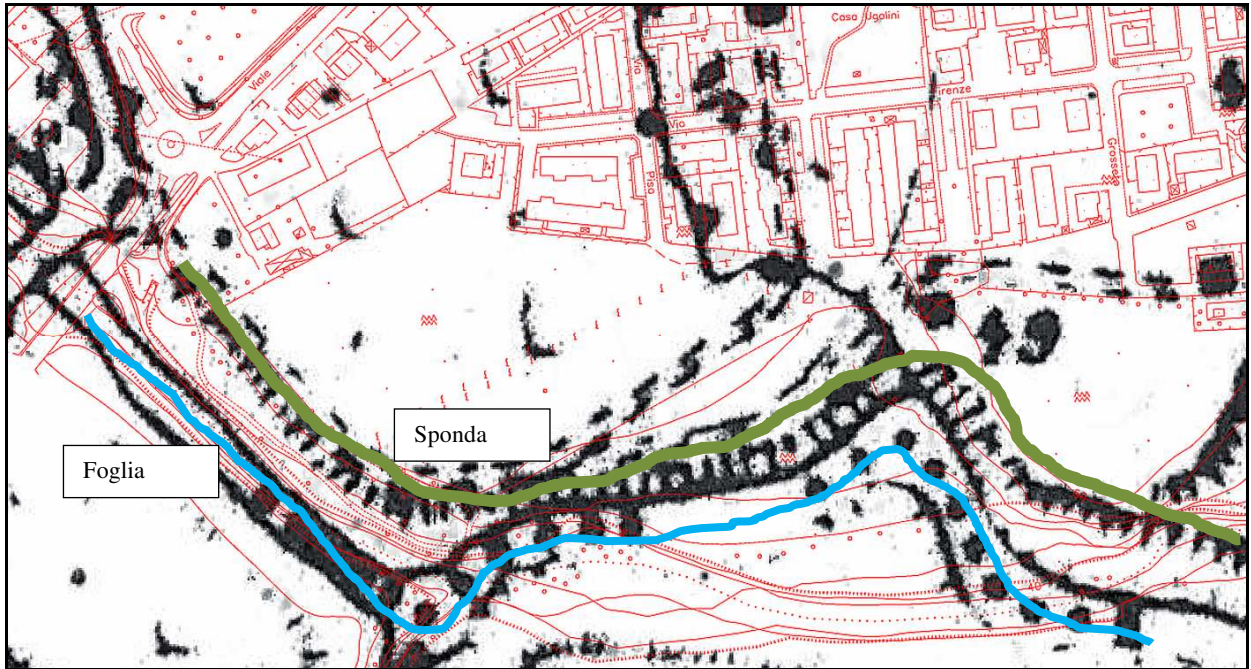
IGM 1948



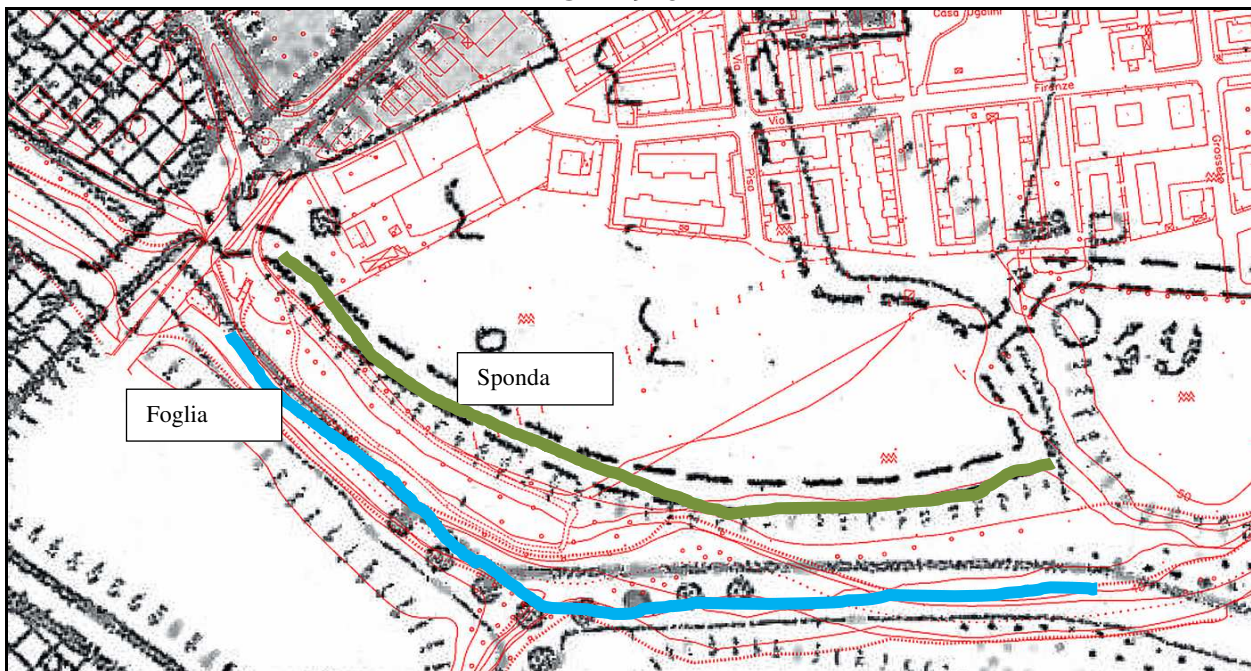
Nel tratto interessato dall'area MR4 allargando un po' il dettaglio si nota come anche in questa zona l'alveo abbia subito un processo di linearizzazione dell'alveo, anche se in misura modesta rispetto a quanto evidenziato per l'area precedente, che ha portato ad una traslazione della sponda sinistra verso nord mentre il corso del Foglia si è spostato verso sud perdendo la

sinuosità presente nella cartografia del 1894 alla confluenza col torrente Apsa, fenomeno evidenziato alla figura seguente.

IGM 1894



IGM 1948



Nella figura di seguito riportata è visibile uno stralcio dell'Allegato -5 (facente parte della documentazione a corredo della presente relazione) in cui è stata fatta una sovrapposizione fra una composizione di due viste aeree del 1973 e la cartografia CTR più recente a disposizione, risalente al 2011, e posta a base del PRG.

## FOTO AEREA 1973



Dalla foto aerea pare che nel tratto posto in corrispondenza dell'area MP8 il Foglia abbia continuato il suo processo di rettifica del corso perdendo completamente la scarsa sinuosità presente nella cartografia del 1948 (evidenziata con ellisse blu nella figura seguente), spostandosi verso nord in corrispondenza del primo capannone mentre nel tratto di valle si è spostato verso sud (vedi ellissi rosse nella figura seguente), il corso rettilineo del fiume Foglia in questo tratto ha una direzione ONO-ESE, per poi proseguire a valle con un andamento O-E e ricalca quasi perfettamente l'andamento della cartografia CTR del 2011.

## IGM 1948

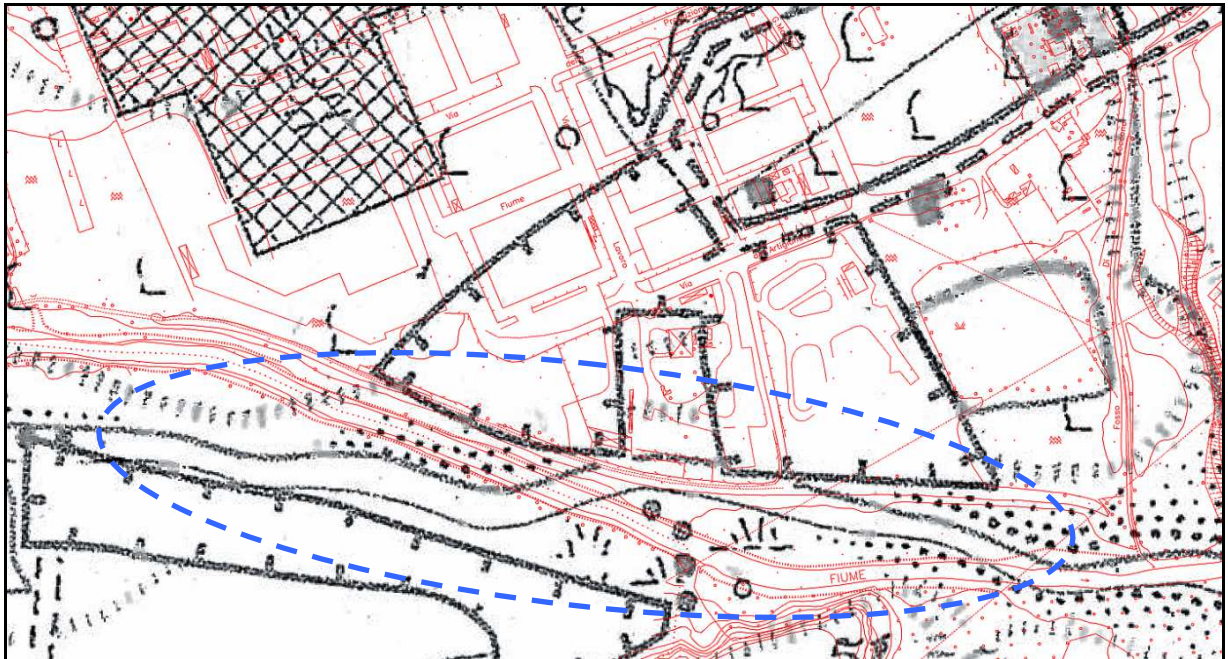
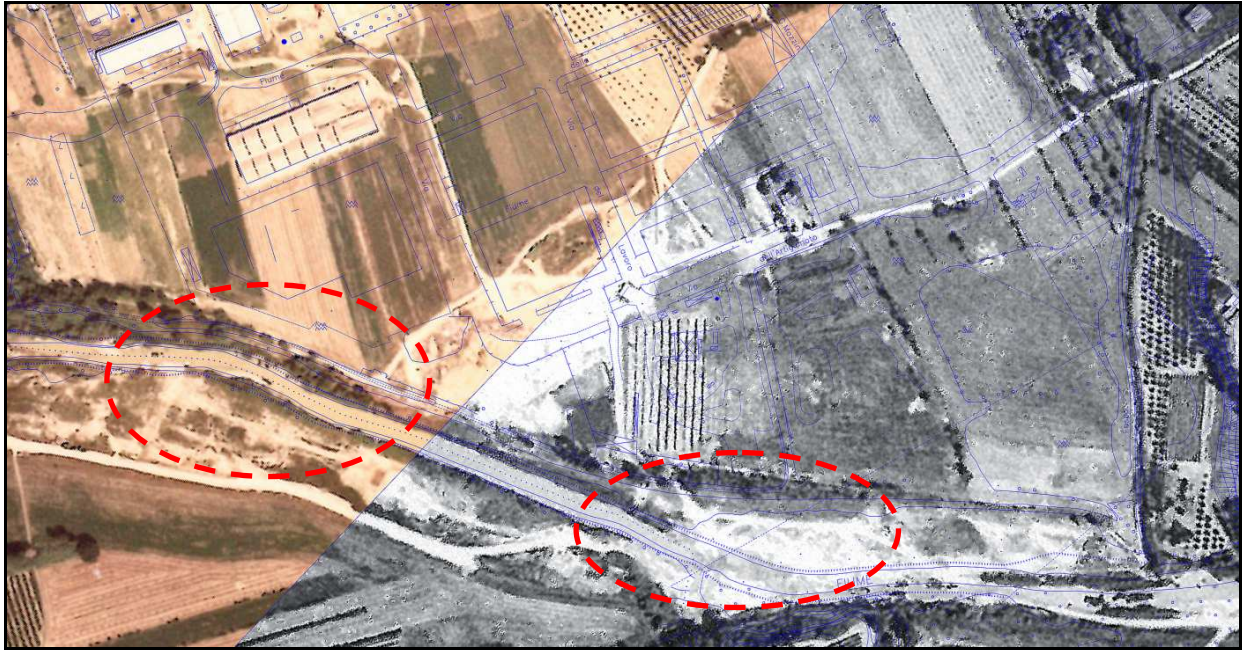


FOTO AEREA 1973



In corrispondenza dell'area MR16 il Foglia ha subito uno spostamento verso Nord, assumendo un tracciato allineato in direzione Est-Ovest che ricalca quasi perfettamente l'attuale posizione come evidenziato alla figura seguente.

IGM 1948

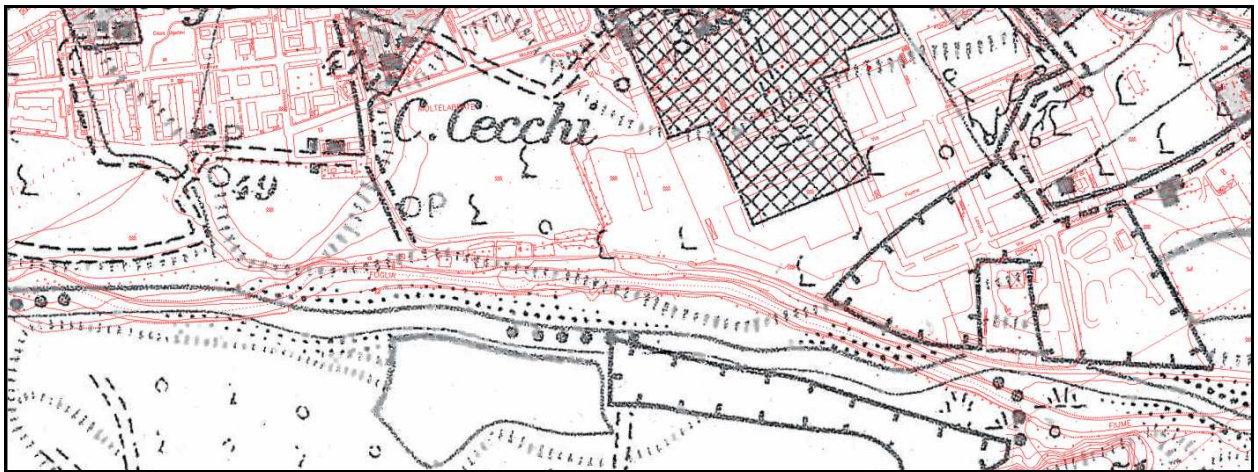
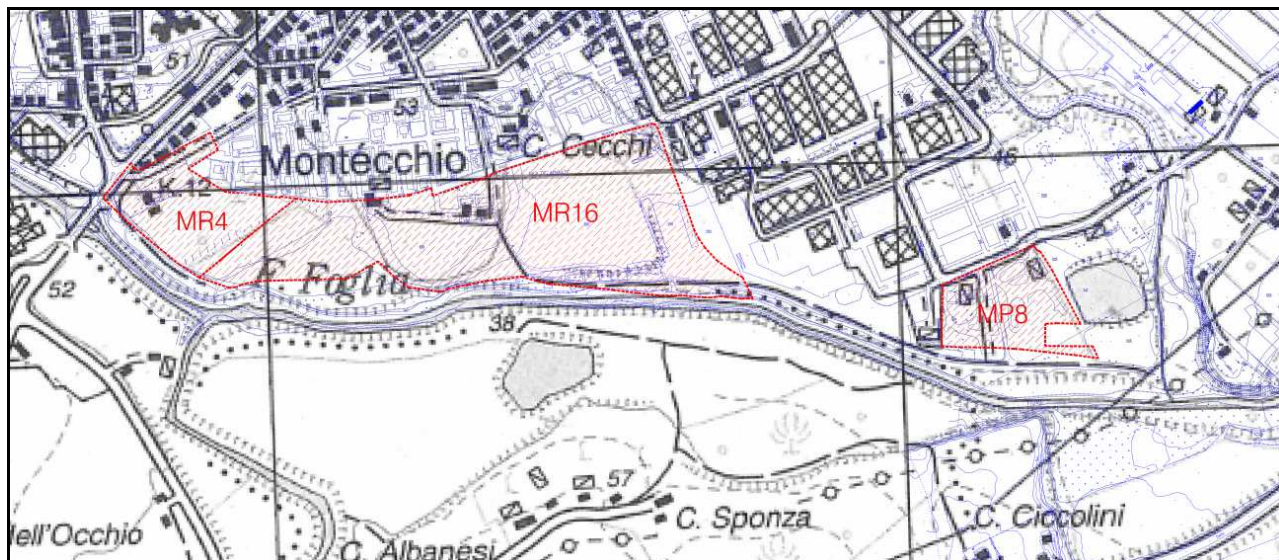


FOTO AEREA 1973



Nella figura di seguito riportata è visibile uno stralcio dell'Allegato -4 (facente parte della documentazione a corredo della presente relazione) in cui è stata fatta una sovrapposizione fra la mappa IGM 1994 e la cartografia CTR più recente a disposizione, risalente al 2011, e posta a base del PRG.

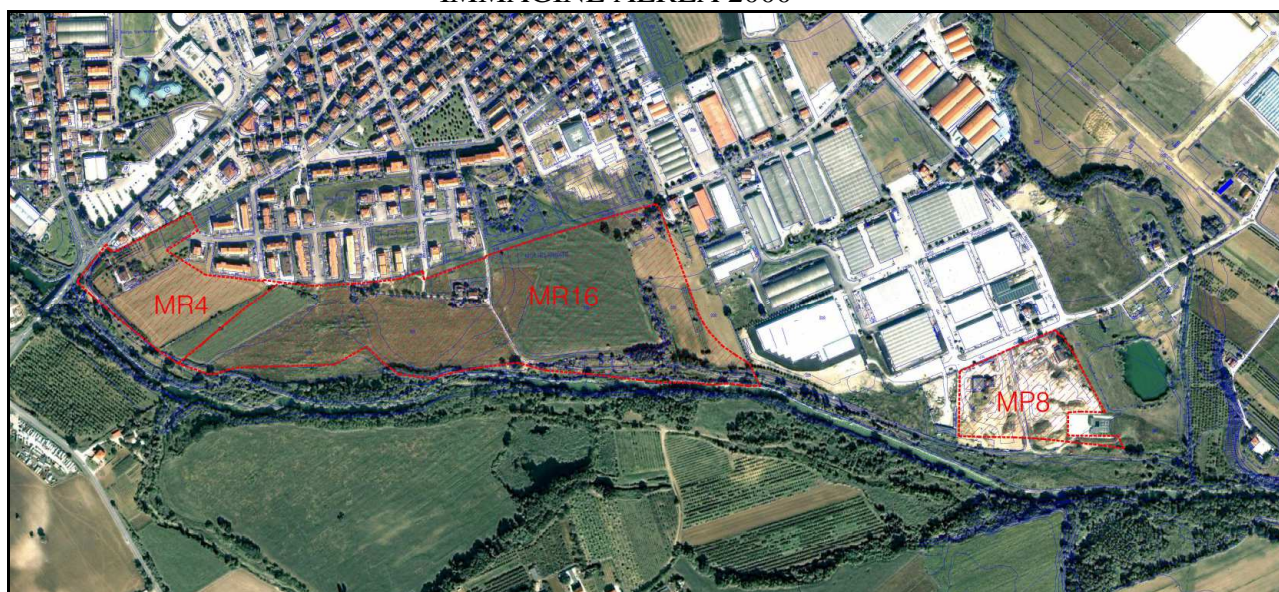
IGM 1994



Dalla consultazione della documentazione pare che in questo periodo non vi siano state modifiche sostanziali del corso del fiume Foglia, le uniche modifiche di entità minore hanno riguardato la zona di confluenza con il torrente Apsa.

Nella figura di seguito riportata è visibile uno stralcio dell'Allegato -6 (facente parte della documentazione a corredo della presente relazione) in cui è stata fatta una sovrapposizione fra una vista aerea del 2000 e la cartografia CTR più recente a disposizione, risalente al 2011, e posta a base del PRG.

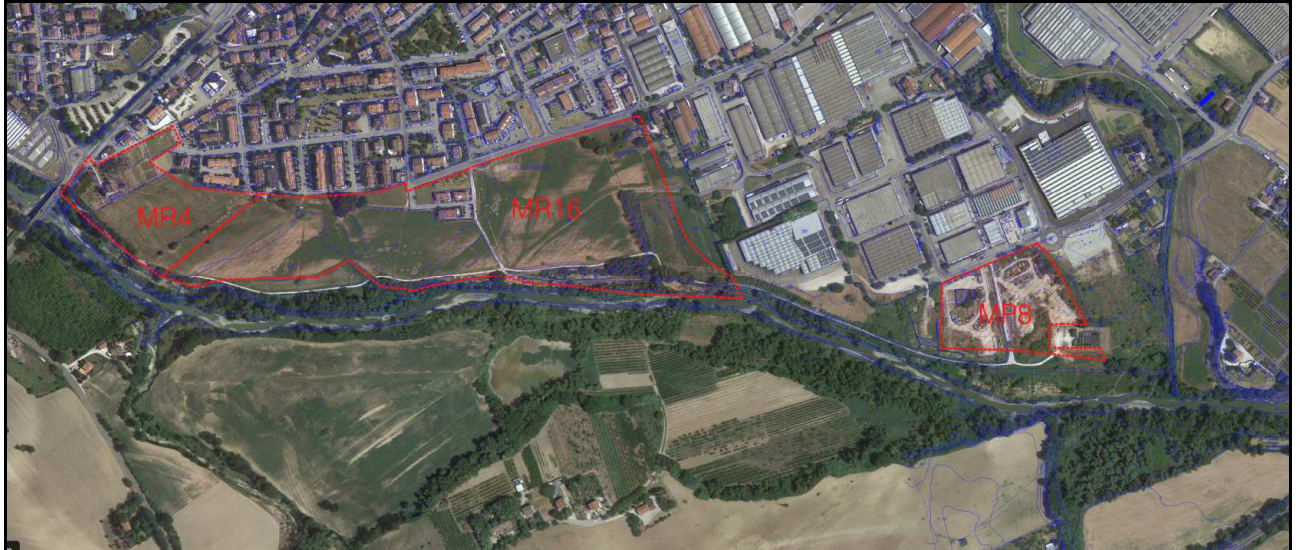
IMMAGINE AEREA 2000



Anche in questo periodo non si riscontrano modificazioni da segnalare.

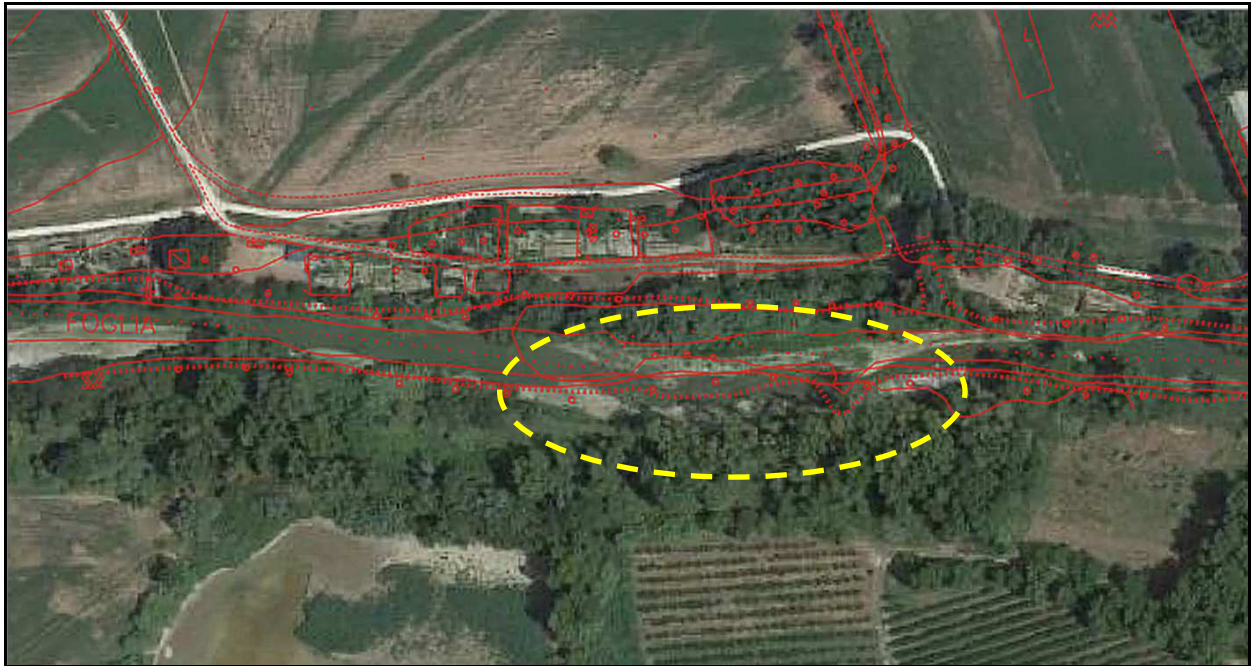
Nella figura di seguito riportata è visibile uno stralcio dell'Allegato -7 (facente parte della documentazione a corredo della presente relazione) in cui è stata fatta una sovrapposizione fra una vista aerea del 2017 e la cartografia CTR più recente a disposizione, risalente al 2011, e posta a base del PRG.

#### IMMAGINE AEREA 2017



Dall'analisi dell'immagine non si evidenziano modifiche consistenti dalla situazione precedentemente esposta, se non alcune modifiche puntuali, in cui appare come il Fiume Foglia abbia aumentato la propria sinuosità andando ad erodere rispettivamente la sponda sinistra e quella destra (quest'ultima in due casi), le due zone sono evidenziate alle figure seguenti con ellissi gialle.

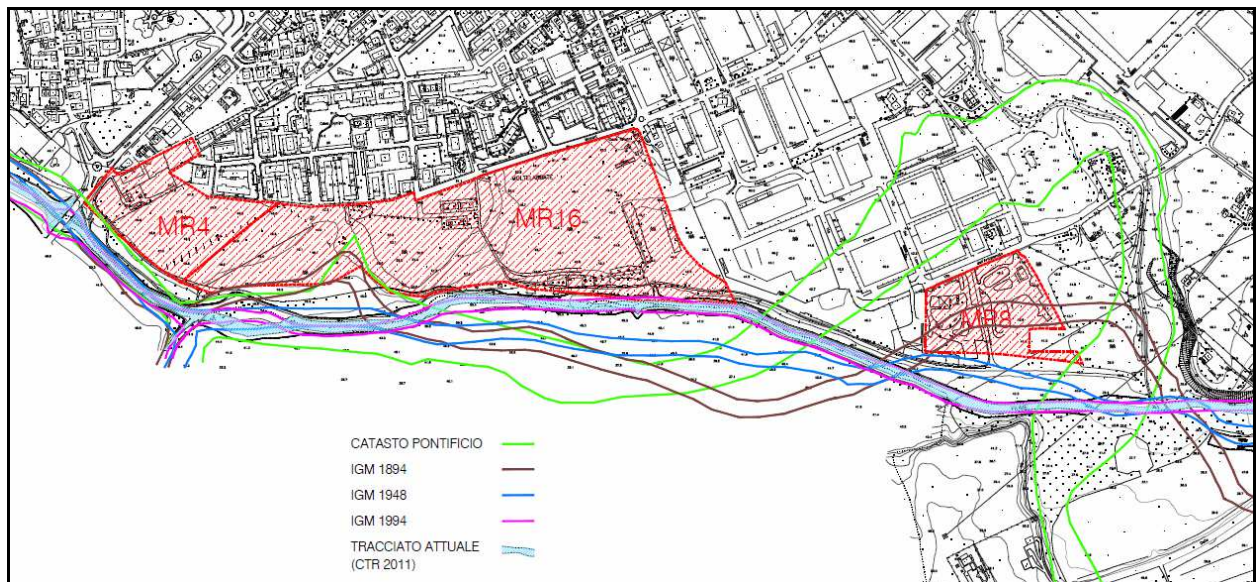




### *Sintesi dei dati raccolti.*

Per una sintesi finale nella figura di seguito riportata è visibile uno stralcio dell'Allegato -8 (facente parte della documentazione a corredo della presente relazione) in cui è stata fatta una sovrapposizione fra le sponde del Foglia desunte dalle cartografie storiche esaminate (Catasto Pontificio, IGM-1894, IGM 1948, IGM 1994) ed il tracciato desunto dalla cartografia CTR più recente a disposizione, risalente al 2011, e posta a base del PRG.

### SOVRAPPOSIZIONE CARTOGRAFIE STORICHE

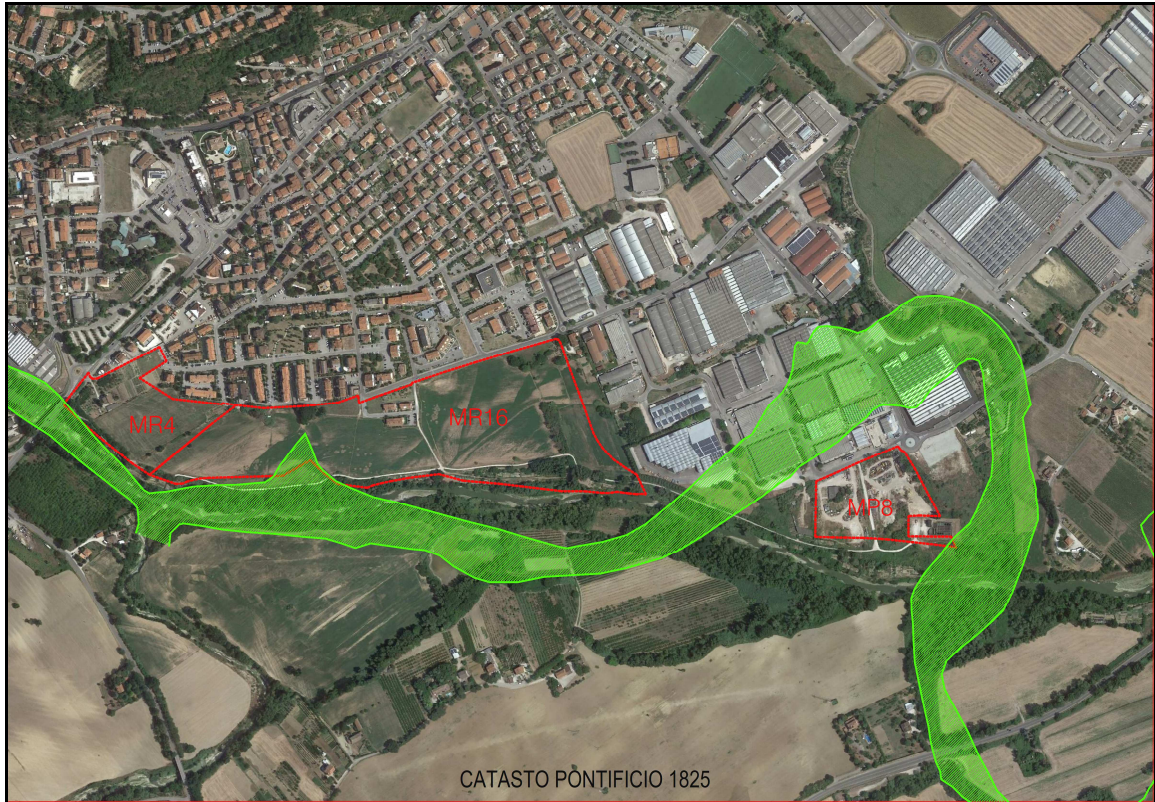


Storicamente si riscontrano i seguenti fenomeni:

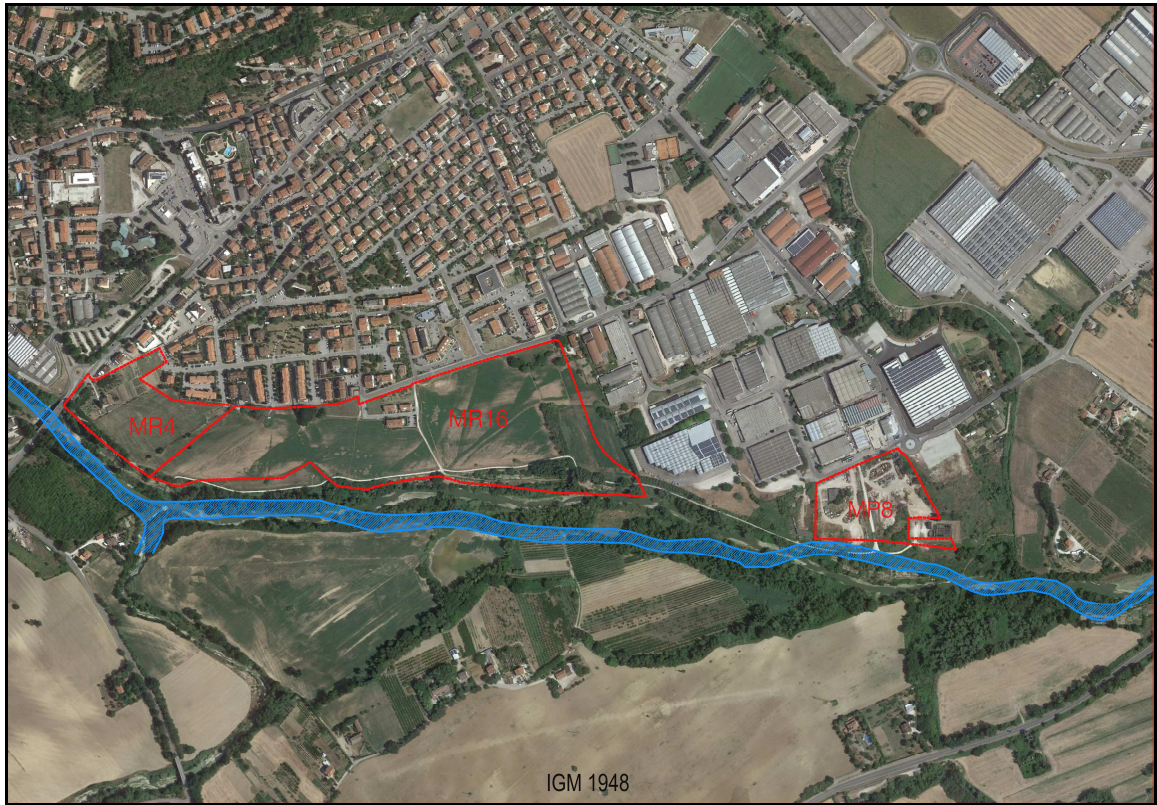
- un imponente fenomeno di salto di ansa in corrispondenza della posizione dell'area MP8, nella sequenza delle cartografie analizzate si vede il corso del fiume Foglia traslare costantemente verso sud fino alla posizione attuale;
- il tratto prospiciente il limite comparto MR16 che gradualmente assume un percorso abbastanza rettilineo in direzione Est-Ovest con traslazione verso Nord della parte di valle e verso Sud della parte di monte;

- alcuni spostamenti minori con rettifica di piccole anse o creazione di nuovi piccoli meandri.

Si propone una sequenza di immagini con base fotografica attuale per cogliere la sequenza dei movimenti del fiume Foglia nel tratto interessato dal 1825 ad oggi.









### ***Conclusioni.***

In sintesi si può affermare che il Fiume Foglia nel tratto interessato, in circa 192 anni di analisi, ha subito in linea generale modifiche del suo corso. Nel tratto più a valle, in corrispondenza del comparto MP8, tali modifiche sono risultate importanti con il salto dell'ansa avvenuto nel periodo intercorso fra 1825 ed il 1948 mentre nel tratto più a monte, in corrispondenza dei comparti MR4 ed MR16 sono risultate decisamente più contenute.

In relazione alla cartografia ed alle foto aeree disponibili, si osserva che a partire dall'anno 1948 l'alveo ha riacquisito una lieve e blanda sinuosità spostandosi in destra idrografica in corrispondenza del comparto MR8, lievemente in sinistra nel tratto prospiciente al comparto MR16 e di nuovo in destra nel settore più a monte dell'area in esame fra il comparto MR4 ed il comparto MR16.

Pertanto si può osservare come negli ultimi 70 anni l'alveo del fiume Foglia, nel tratto interessato, abbia subito solo lievi spostamenti o aggiustamenti acquisendo una sua blanda sinuosità ed in particolare negli ultimi 25 anni (dal 1994 ad oggi) non si osservano fenomeni di rilievo.

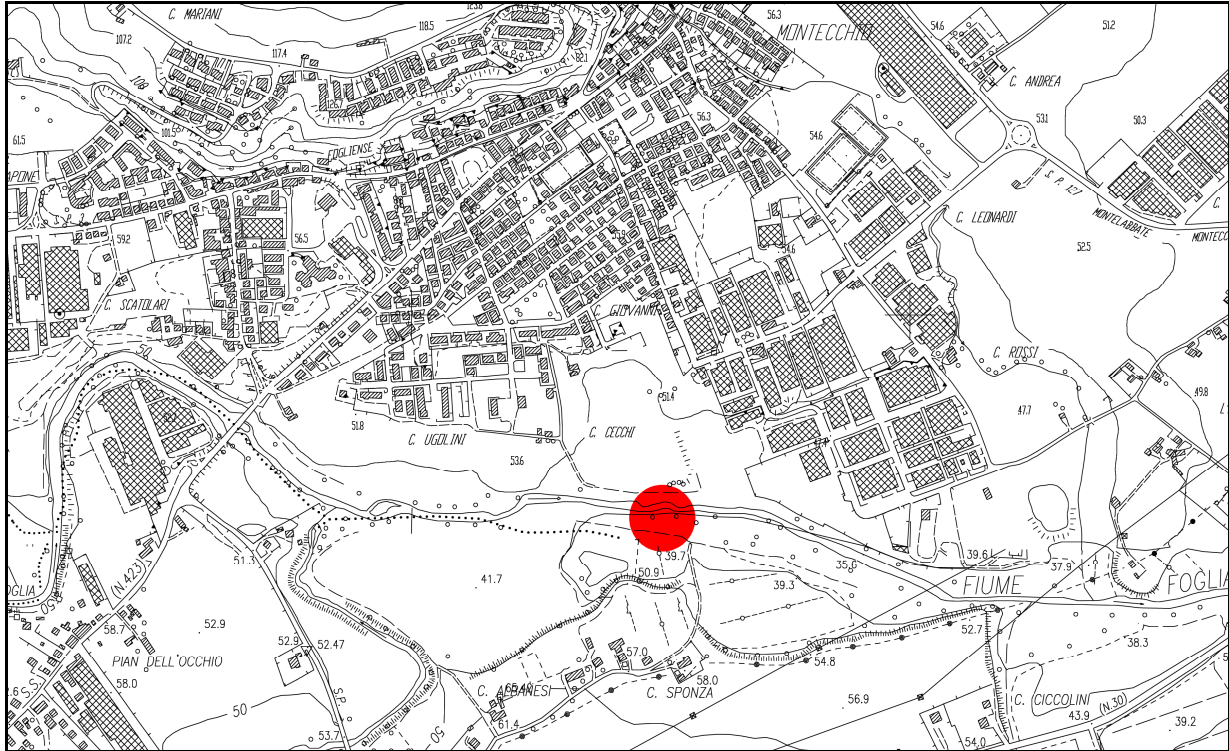
A tal riguardo si osserva che nei primi anni sessanta è stato realizzato l'invaso di Mercatale che ha contribuito ad una regolarizzazione del regime dei deflussi con un effetto di laminazione importante esercitato dall'invaso nei confronti delle portate al colmo degli eventi più ricorrenti.

Come ultima annotazione si segnala, a partire dalla foto aerea del 1973, un evidente aumento della vegetazione arbustiva ed arborea lungo le sponde e nelle aree golenali, fenomeno probabilmente dovuto anche ad un progressivo abbandono delle normali pratiche di manutenzione ed utilizzo delle aree golenali e spondali.

#### **4 ANALISI DELLE PORTATE DEL FIUME FOGLIA PER IL TRATTO OGGETTO DI STUDIO, DATI STORICI ED EVENTI DI PIENA RILEVANTI.**

##### ***Stima della portata del fiume Foglia.***

Le uniche indicazioni relative alle portate disponibili per il fiume Foglia sono quelle registrate dall'ex. Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (S.I.M.N.), Ufficio di Bologna, le osservazioni sono relative alla stazione di Montecchio, la cui posizione corrispondente alle coordinate UTM (fuso 32) long. 802871.5m, lat. 4862158.9m; è riportata alla figura seguente:



Per questa sezione idrometrica, che sottende un bacino di 603 km<sup>2</sup>, sono disponibili 43 valori della portata massima annuale al colmo di piena relativi agli anni compresi fra 1937 ed il 1984 il cui valore massimo è pari a 805 m<sup>3</sup>/sec registrato nel 1955.

La portata del fiume Foglia è stata oggetto nel corso degli ultimi anni di numerosi studi e valutazioni che, muovendo dai pochi dati a disposizione hanno cercato di determinare con analisi probabilistiche una stima del valore della portata massima attesa associata a tempi di ritorno generalmente compresi tra 50 e 200 anni.

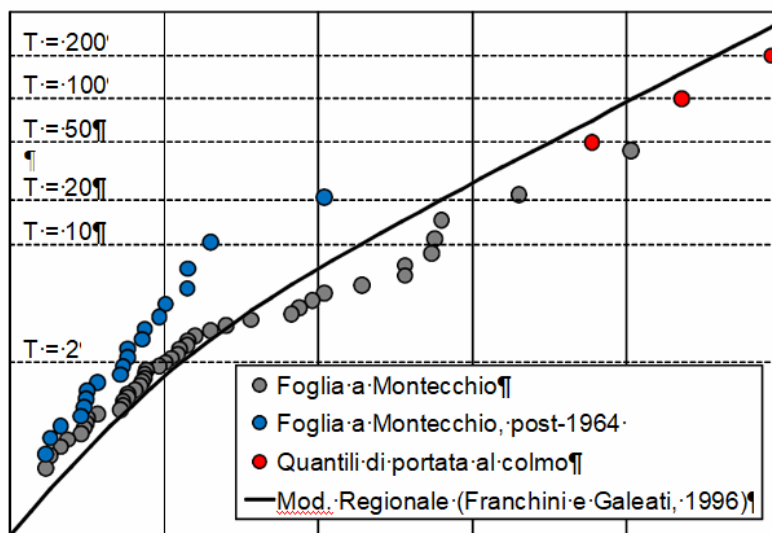
Per la presente trattazione si ritiene di poter far riferimento ai valori di portata determinati dalla Provincia di Pesaro e Urbino all'interno dello studio idrologico-idraulico per il progetto di “Interventi di riqualificazione territoriale e mitigazione del rischio idraulico attraverso la realizzazione di una prima cassa di espansione alla confluenza torrente Apsa-fiume Foglia località Montecchio” poiché si tratta di uno studio recente (Agosto 2012) e relativo ad un tratto di fiume Foglia esattamente corrispondente a quello oggetto del presente lavoro.

Senza ripercorrere tutte le elaborazioni fatte, sui dati a disposizione, dalla Provincia di Pesaro e Urbino ed alla cui documentazione si rimanda per dettagli, si espongono qui di seguito brevemente i risultati ottenuti puntualizzando i valori dei parametri fondamentali presi a base del presente studio.

La Figura allegata qui di seguito, ed estrapolata dallo studio citato, illustra in carta di Gumbel la funzione di probabilità di non superamento campionaria, desunta a partire dalle 43 osservazioni disponibili sull'intero periodo di osservazione applicando la plotting-position indistorta di Weibul. Il diagramma mostra anche la stessa funzione sperimentale costruita a

partire dalle 20 osservazioni raccolte tra il 1965 ed il 1984 (rappresentativa del periodo post costruzione dell'invaso artificiale di Mercatale). Sempre sulla stessa figura è riportata anche l'applicazione del modello probabilistico regionale proposto da Franchini e Galeati (1996) al bacino del fiume Foglia sotteso dalla sezione di Montecchio.<sup>1</sup>

Inoltre nella figura seguente sono riportate (con punti rossi) le stime dei valori di portata al colmo di piena associate ai tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni considerati nella presente indagine e pari rispettivamente a: 754, 870 e 987 m<sup>3</sup>/s.



*Foglia a Montecchio, funzione di probabilità di non superamento in carta probabilistica di Gumbel: osservazioni (serie completa e osservazioni raccolte tra il 1965 ed il 1984), modello regionale proposto da Franchini e Galeati (1996), quantili con tempo di ritorno  $T=50, 100$  e  $200$  anni adottati nello studio.*

A completamento delle valutazioni sulla portata del fiume Foglia a Montecchio, è bene sottolineare in questo contesto che la porzione montana del bacino del Foglia è attualmente interessata dalla presenza di un vaso artificiale (vaso di Mercatale), dalla sua entrata in funzione, l'vaso ha avuto un impatto sul regime dei deflussi in condizioni di piena del Foglia, il confronto tra la serie post-'64 e l'intera serie mostra l'effetto di laminazione importante esercitato dall'vaso nei confronti delle portate al colmo degli eventi più ricorrenti. Il confronto mostra anche che al crescere dell'importanza dell'evento l'effetto di laminazione diviene via via meno marcato, evidenziando una tendenza della serie più recente ad assumere l'andamento caratteristico della serie storica o del modello regionale per valori elevati del tempo di ritorno (superiori a 20 anni).

*L'invaso ha quindi avuto effetti sulle modeste piene che compongono gran parte delle massime piene annuali. Il valore medio delle portate al colmo di piena annuale è disceso da*

<sup>1</sup> Questo modello si fonda su di un numero molto ampio di osservazioni del massimo annuale della portata al colmo di piena, raccolte tra il 1931 ed i primi anni ottanta sull'intero compartimento di competenza dell'Ufficio di Bologna del S.I.M.N. (area geografica occupata dalla Romagna e dalle Marche), giudicato dagli Autori come zona idrologicamente omogenea nei confronti del regime di frequenza delle portate di piena. Proprio in virtù della mole di dati utilizzata, il modello regionale risulta essere molto più affidabile delle serie storiche locali (in questo caso quella relativa alla sezione di Montecchio) per ottenere indicazioni riguardo all'andamento della funzione di probabilità per valori del tempo di ritorno elevati, o comunque decisamente maggiori della lunghezza della serie storica disponibile per il sito di interesse.

352 m<sup>3</sup>/s nel periodo 1937-1964, precedente la costruzione dell'invaso di Mercatale (pre 1964), a 156 m<sup>3</sup>/s nel periodo di misure successivo 1965-1984.

Considerando le sole portate pre-invaso nel campione su cui stimare la portata di piena con il modello regionale le portate (nel bacino naturale) risulterebbero superiori di un 25% a quelle indicate in precedenza. A queste portate andrebbe sottratto oggi l'effetto di laminazione dell'invaso, che comparando le portate di pari ricorrenza nei periodi pre e post '64 per tempi di ritorno fra 5 e 20 anni è stimabile in circa 300 m<sup>3</sup>/s. Per gli eventi estremi valutando l'effetto, che dipende in realtà dalla regola di rilascio delle portate dall'invaso, pensando che sia trattenuto nell'invaso il solo colmo di piena, si ottengono valori numericamente uguali certamente approssimati per eccesso. In pratica si può ritenere che effetto di laminazione dell'invaso e scostamento della statistica desunta da tutti i dati pre e post '64 si compensino essendo le due correzioni circa uguali. I valori di portata al colmo desunti dalla relazione regionale e indicati per consuetudine anche in precedenti lavori, possono quindi essere considerati attendibili (vedi Tabella seguente):

	$T_r$ , anni	50	100	200
Valori alla stazione di Montecchio	$Q_{colmo}$ , [m <sup>3</sup> /s]	730	844	958
Valori di portata utilizzati per consuetudine	$Q_{colmo}$ , [m <sup>3</sup> /s]	754	871	987

*Valori di portata per differenti valori del tempo di ritorno*

In conclusione, sulla base delle considerazioni fino a qui esposte, i tre valori di riferimento illustrati sono caratteristici del bacino naturale del fiume Foglia, cioè delle condizioni antecedenti la realizzazione dell'invaso. Ciononostante, dati i tempi di ritorno piuttosto alti considerati nello studio, gli stessi tre valori di portata al colmo di piena possono costituire un utile riferimento anche nella condizione odierna, specie nell'ipotesi in cui l'invaso di Mercatale si trovi prossimo alla condizione di massimo invaso al verificarsi dell'evento di piena.

**Le verifiche numeriche sul modello di calcolo sono state condotte con una portata, relativa ad un tempo di ritorno di 200 anni, pari a 987 m<sup>3</sup>/sec.**

#### ***Eventi di piena rilevanti storici e recenti.***

Per la sezione idrometrica di Montecchio i tre maggiori eventi di piena storicamente osservati sono stati i seguenti:

settembre 1955           (portata al colmo di piena: 805 m<sup>3</sup>/s);  
 maggio-giugno 1939   (portata al colmo di piena: 660 m<sup>3</sup>/s);  
 dicembre 1946         (portata al colmo di piena: 559 m<sup>3</sup>/s).

La modellazione idraulica in moto permanente non necessita di ricostruzione dell'idrogramma di piena e quindi non vengono riportate ulteriori elaborazioni circa questo aspetto.

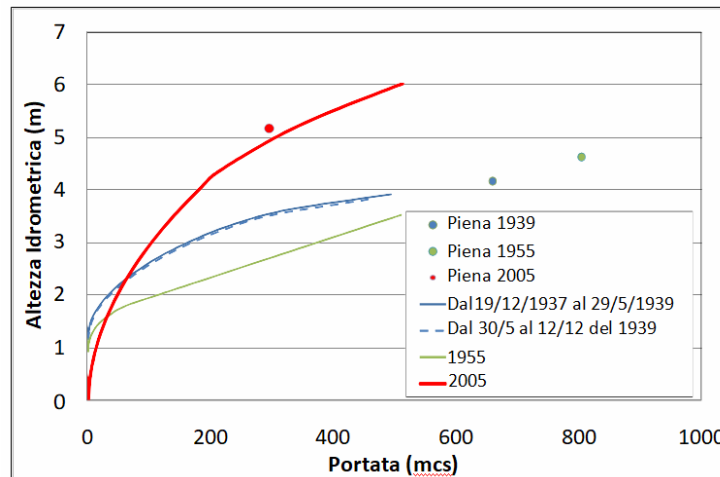
Il fiume Foglia è stato recentemente dotato di una stazione idrometrica in località Montelabbate, la stazione è di competenza della Regione Marche ed è localizzata circa 2 km a valle della stazione storica del S.I.M.N. del Foglia a Montecchio.

L'esigua numerosità campionaria della serie storica disponibile alla stazione idrometrica di Montelabbate non consente alcuna elaborazione di tipo statistico è altresì opportuno fare

alcune considerazioni circa le osservazioni disponibili relative al significativo evento di piena del novembre 2005 (v. Reg. Marche 2005a, e 2005b).

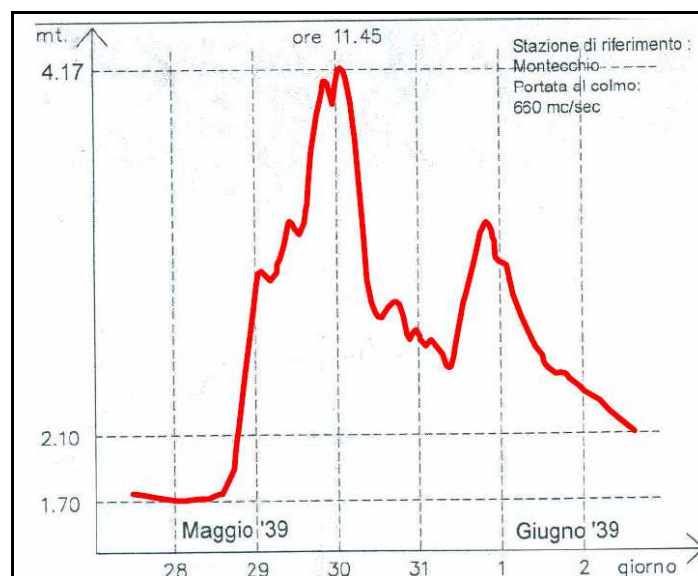
Detto evento è stato indotto da precipitazioni di importanza ragguardevole nella parte alta del bacino a cui si sono sommati i volumi idrici conseguenti allo scioglimento repentino del manto nevoso, indotto dall'innalzamento delle temperature, la portata al colmo di piena alla sezione di Montelabbate è stata valutata in circa  $300 \text{ m}^3/\text{s}$ , sulla base della scala di deflusso disponibile per la sezione stessa.

*Scala di deflusso costruita per la sezione idrometrica di Montelabbate (2005) e confronto con le scale di deflusso storiche per la sezione di Montecchio (1939, 1955).*



L'evento di piena del 2005 è interessante in quanto rappresentativo delle condizioni attuali del bacino del fiume Foglia, già dall'analisi dei dati storici raccolti dal Servizio Idrografico alla stazione di Montecchio è possibile dedurre come l'alveo abbia subito significative variazioni, sono di interesse per il presente studio gli effetti di queste variazioni sui livelli di piena.

Dall'esame delle quote idrometriche relative ai principali eventi di piena si è visto come le piene del '39 e del '55 corrispondono alla stessa scala di deflusso mentre invece l'evento di massima portata, quello del 1955 (corrispondente a  $805 \text{ m}^3/\text{s}$  transitanti con altezza idrometrica di 4.51 m), è diverso da quello che ha determinato la massima quota: quello del 1979 durante il quale ad una portata al colmo stimata di  $408 \text{ m}^3/\text{s}$  è corrisposta la quota idrometrica di 5.11 m. Pur con una portata dimezzata la quota idrometrica risulta superiore di 0,5 m.



*Esempio di diagramma della quota idrometrica in funzione del tempo relativo all'evento di piena del 1939.*

Nell'evento del 2005, confrontando le immagini (fornite dalla Regione Marche) della stazione del servizio idrografico datate prima e dopo il colmo di piena, con l'idrogramma registrato alla nuova e vicina stazione di Montelabbate, si può stimare (si ritengono corrispondenti quote di ugual durata) che al colmo della piena con circa 300 m<sup>3</sup>/s si sia raggiunta a Montecchio la quota idrometrica 4.40 – 4.60 m circa, mentre quella registrata a Montelabbate è stata 5.14 m. complessivamente quindi i dati mostrano come, mentre dal '39 al '55 la scala di deflusso è rimasta abbastanza stabile, dopo il '55 si registra una progressiva e sensibile perdita di officiosità dell'alveo, con aumento di quota a parità di portata.

È stato interpretato questo comportamento come l'effetto dello sviluppo di vegetazione in alveo ed in golena, dapprima rapido (1955-79) poi più lento (1979-2005), lo studio citato fa notare che inoltre ciò è avvenuto più o meno contemporaneamente alla realizzazione dell'invaso di Mercatale, così che il beneficio della riduzione delle portate di piena ordinaria non è stato percepito e, parimenti forse, non è stata percepita la perdita di officiosità dell'alveo che invece sembrerebbe documentata dall'analisi dei dati disponibili.

Come diretta conseguenza di quanto sopra riportato si ha che una portata associata ad un tempo di ritorno secolare, quale quella del 1955, nell'alveo attuale determinerebbe molto probabilmente quote assai superiori alle massime storiche registrate.

***Nota sulla scelta dei Coefficienti di scabrezza (formulazione di Manning) e sugli scenari di calcolo.***

In linea con quanto emerso dai più recenti ed approfonditi studi circa l'evoluzione delle portate e delle scale di deflusso del fiume Foglia nella zona oggetto del presente lavoro, in particolare quello citato della Provincia di Pesaro e Urbino, anche in questa modellazione idraulica sono state fatte due distinte ipotesi:

**SCENARIO 1** - FIUME CON BASSA – MOLTO BASSA OFFICIOSITÀ IDRAULICA PER SIMULARE IL COMPORTAMENTO ATTUALE (POST PERIODO 1979 - 2005);

**SCENARIO 2** - FIUME CON NORMALE – ALTA OFFICIOSITÀ IDRAULICA (ANTE PERIODO 1979 - 2005).

Attraverso analisi effettuate in moto vario utilizzando gli idrogrammi aventi tempo di ritorno pari a 50, 100 e 200 anni oltre a quello dell'evento osservato del 2005, sono state effettuate calibrazioni (principalmente basate sulla ricostruzione delle scale di deflusso disponibili per gli eventi notevoli documentati) volte a stimare valori dei coefficienti di scabrezza (Manning) per le varie zone delle sezioni trasversali, alveo, golena, extragolena, maggiormente precisi rispetto a quanto usualmente reperibile in letteratura.

La modellazione eseguita ai fini del presente studio è stata impostata prendendo a riferimento i valori dei coefficienti di scabrezza determinati nello studio sopra citato apportando leggeri aggiustamenti ritenuti opportuni in base alle condizioni locali del tratto di fiume modellato.

Nelle tabelle riportate nella pagina seguente sono elencati i coefficienti di scabrezza utilizzati.

*SCENARIO 1 - Valori dei coefficienti di scabrezza assunti nei diversi tratti*

Manning extra golena $n$ ( $m^{-1/3}$ s) sx dx		Manning golena $n$ ( $m^{-1/3}$ s) sx dx		Manning alveo $n$ (m-1/3 s)	SEZIONI
0.05	0.05	0.12	0.1	0.05	1-074 (29.76) 1-081 (1858.19)
0.05	0.05	0.08	0.06	0.045	1-082 (2067.33) 1-086 (2885.37)

*SCENARIO 2 - Valori dei coefficienti di scabrezza assunti nei diversi tratti*

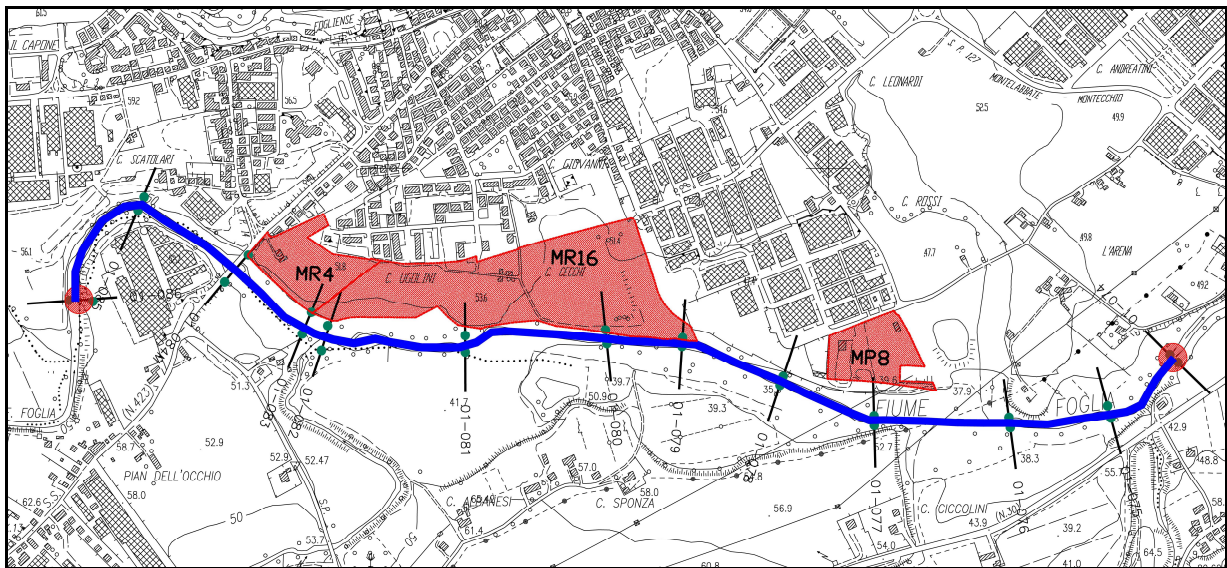
Manning extra golena $n$ ( $m^{-1/3}$ s) sx dx		Manning golena $n$ ( $m^{-1/3}$ s) sx dx		Manning alveo $n$ (m-1/3 s)	SEZIONI
0.07	0.07	0.045	0.045	0.035	1-074 (29.76) 1-081 (1858.19)
0.05	0.05	0.045	0.045	0.035	1-082 (2067.33) 1-086 (2885.37)



## 5 ANALISI IDRAULICA DEL TRATTO DI FIUME FOGLIA OGGETTO DI STUDIO

### *Tratto di fiume modellato e ricostruzione della geometria delle sezioni trasversali.*

La modellazione idraulica ha riguardato un tratto del fiume Foglia di lunghezza pari a circa 2,8 km, comprensiva di tutto il tratto relativo alle aree in studio maggiorato di circa 550 m a monte ed a valle delle aree stesse in modo da limitare gli effetti delle condizioni al contorno sulle sezioni poste alle estremità del modello matematico per la zona di maggiore interesse. Il tratto modellato è evidenziato nella figura seguente con la polilinea blu. Sempre nella figura seguente sono indicate le aree in studio, poste tutte in sponda sinistra, e l'indicazione delle sezioni di cui al "Rilievo delle aste fluviali della Provincia di Pesaro e Urbino" commissionato dal Servizio lavori pubblici Ufficio difesa del suolo della Regione Marche e datato 2002.



Il tratto modellato è compreso tra le sezioni denominate 01-086 (a monte) e 01-074 (a valle).

La modellazione si è avvalsa di una ricostruzione geometrica delle caratteristiche del tratto del fiume Foglia interessato ottenuta attraverso le seguenti operazioni:

- Acquisizione di rilievo LIDAR per la zona interessata reso disponibile dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare: il LIDAR è un sensore Laser, che rileva la distanza relativa tra il target ed il sensore, in abbinamento con una piattaforma IMU (GPS+INS) che permette la georeferenziazione 3D dei suddetti punti. Scansionando la superficie, viene creata una nuvola di punti che discriminano i punti relativi al terreno (DTM) e quelli relativi agli "oggetti" presenti sul terreno (DSM). Misurando la coltre vegetativa, penetrando fino al suolo, si ottengono informazioni sul terreno e sulle quote, con un'accuratezza centimetrica. I prodotti ottenuti dai rilievi LIDAR forniscono le informazioni fondamentali per rappresentare puntualmente la morfologia delle aree di pericolosità idrogeologica, costituiscono quindi un supporto basilare per le attività di modellazione idraulica, per la perimetrazione delle aree di potenziale esondazione dei principali corsi d'acqua, e per la modellazione idrologica e di individuazione delle aree maggiormente esposte a pericolo in caso di eventi alluvionali. La densità dei punti del rilievo è superiore a 1,5 punti per m<sup>2</sup>. Il DTM presenta un'accuratezza altimetrica corrispondente a  $\pm 1s$  (scarto quadratico medio), corrispondendo ad un errore inferiore  $\pm 15$  cm. Mentre l'accuratezza planimetrica è di

(2s) cioè l'errore deve essere contenuto entro  $\pm 30$  cm. I dati del rilievo LIDAR acquisito sono aggiornati al 2011.

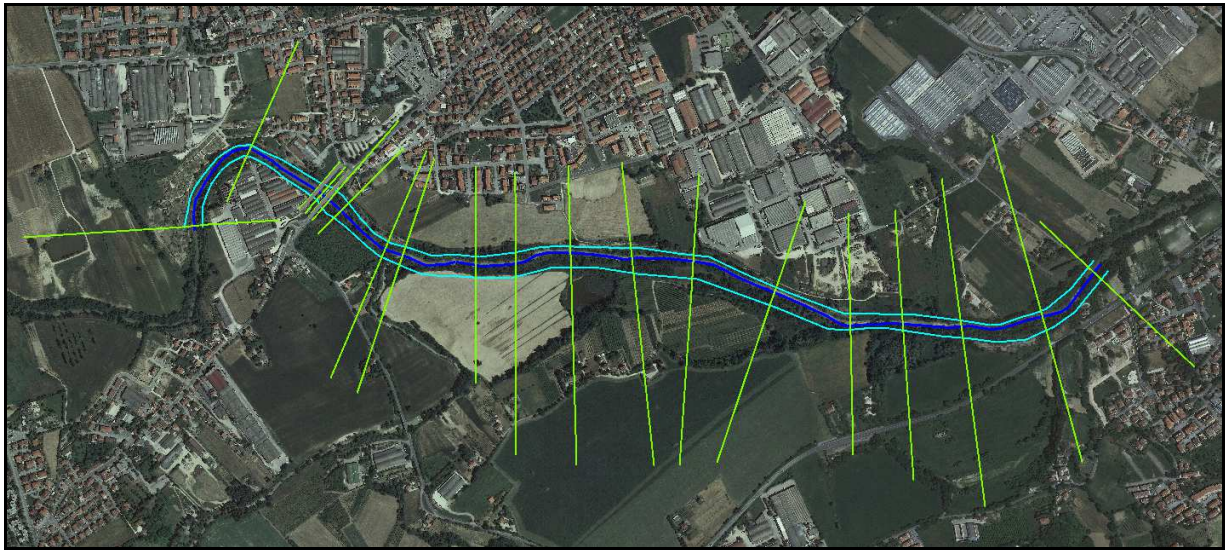
- Il rilievo LIDAR non contempla la ricostruzione del profilo del fondo dell'alveo sotto il pelo libero dell'acqua, il dato LIDAR è stato quindi integrato con il profilo di fondo estrapolato dalle sezioni di cui al "*Rilievo delle aste fluviali della Provincia di Pesaro e Urbino*" commissionato dal Servizio lavori pubblici Ufficio difesa del suolo della Regione Marche e datato 2002.
- Una volta costruite le sezioni di cui ai due punti precedenti è stato eseguito un rilievo topografico di dettaglio, focalizzato sulla zona delle aree in studio e precisamente (con riferimento alle sezioni del "*Rilievo delle aste fluviali della Provincia di Pesaro e Urbino*" sulle sezioni 01-082, 01-081, 01-080, 01-079, 01-077 e su altre due sezioni ad esse intermedie 01-081/5 (intermedia fra 01-082 e 01-081) e 01-080/5 (intermedia fra 01-081 e 01-080). Questo passaggio ha permesso di verificare la rispondenza del rilievo LIDAR (anno 2011) alla configurazione odierna del tratto di fiume in studio e di correggere in due situazioni (corrispondenti alle sezioni 01-080 e 01-081) il profilo ottenuto che risultava essere interessato da uno spostamento dell'alveo verso la sponda destra di alcuni metri, spostamento avvenuto in occasione di alcuni eventi recenti di piena. Per la corretta modellazione del ponte su via Roma, che presenta una briglia subito a monte del ponte stesso, sono state predisposte apposite sezioni ricavate attraverso i dati relativi a precedenti rilievi topografici a disposizione dei tecnici incaricati.

In definitiva la ricostruzione planoaltimetrica del tratto di fiume interessato dalla modellazione idraulica è confluita in 20 sezioni trasversali (più briglia e ponte) come riportato alla seguente tabella in cui sono riportate le progressive nella colonna di sinistra e l'eventuale corrispondenza con le sezioni del "*Rilievo delle aste fluviali della Provincia di Pesaro e Urbino*"

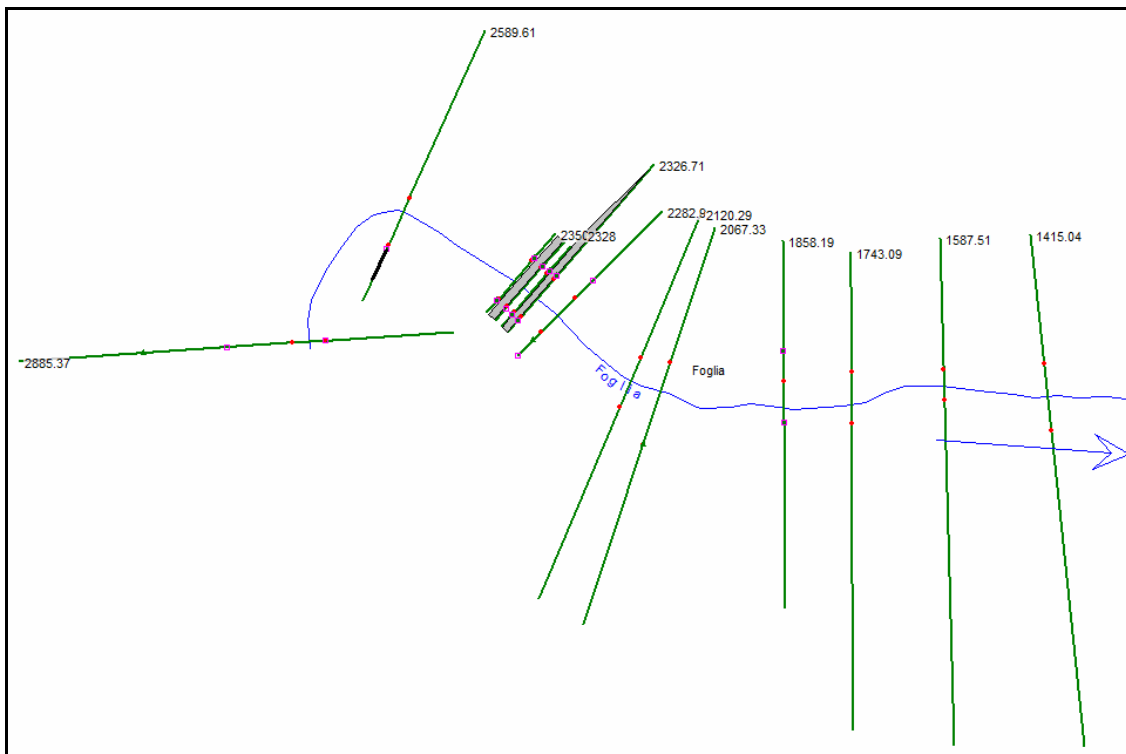
<b>Nome HEC-RAS (progressiva in metri)</b>	<b>Corrispondenza Regione Marche 2002</b>
2885.37	01-086
2589.61	01-085
2350	-
2345 - briglia-	-
2340	-
2330	-
2328 -ponte-	-
2326.71	01-084
2282.9	-
2120.29	01-083
2067.33	01-082
1858.19	-
1743.09	01-081
1587.51	-
1415.04	01-080
1242.69	01-079

1000.25	01-078
768.43	01-077
622.27	-
459.85	01-076
228.89	01-075
29.76	01-074

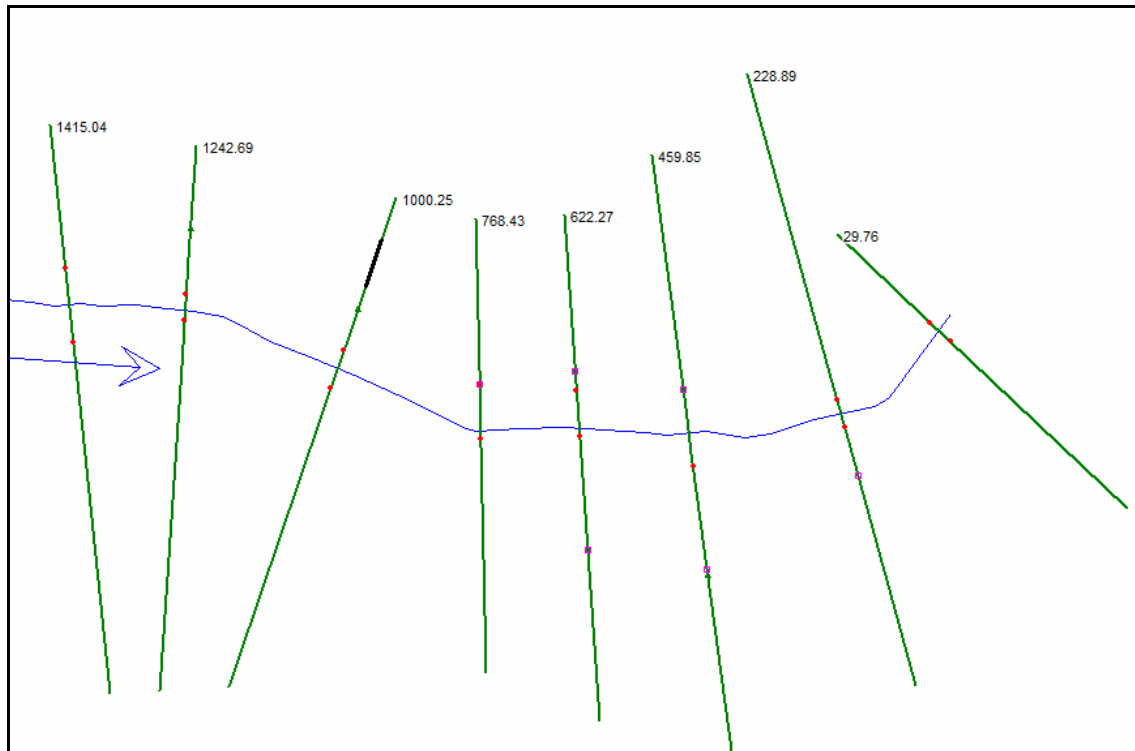
La figura seguente illustra su vista aerea il tratto di fiume modellato con le tracce delle sezioni trasversali utilizzate.



La figura seguente illustra la parte di monte della modellazione con l'indicazione delle progressive delle sezioni.



La figura seguente illustra la parte di valle della modellazione con l'indicazione delle progressive delle sezioni.



***Modello numerico, dati in ingresso e condizioni al contorno.***

In generale il problema del calcolo del profilo liquido, assegnata una portata  $Q$ , può essere affrontato secondo le equazioni dell'idraulica con diversi modelli di calcolo:

- moto uniforme
- moto permanente
- moto vario.

Nello schema di moto vario sia le portate sia i profili liquidi variano nello spazio e nel tempo, è il modello più complesso con cui descrivere la propagazione dell'onda di piena lungo l'alveo, data la difficoltà di impostare un simile modello vi si ricorre esclusivamente per affrontare problemi specifici in cui la portata varia rapidamente nel tempo, come per esempio lo studio degli effetti del crollo di una diga.

Nello schema a moto permanente si accetta la semplificazione, rispetto al moto vario, per cui la portata è costante rispetto al tempo, i profili liquidi sono quindi determinati in funzione solamente della geometria delle sezioni del canale che si succedono lungo l'asse dello stesso.

Lo schema a moto uniforme ipotizza inoltre, rispetto al moto permanente, che la geometria del canale rimanga uguale lungo il percorso, in tal caso il livello è costante per tutte le sezioni ed il profilo di corrente è parallelo al fondo dell'alveo.

Nella realtà la variabilità delle sezioni, per forma, dimensioni e pendenze e la presenza di singolarità (come possono essere i manufatti in alveo) rendono impropria la modellazione in moto uniforme, nella maggior parte dei casi pratici è quindi necessario ricorrere alla schematizzazione secondo le equazioni del moto permanente.

Per la modellazione e risoluzione del calcolo idraulico in moto permanente del tratto di fiume Foglia oggetto di studio nel presente lavoro si è utilizzato il codice di calcolo HEC-RAS (versione 5.05 giugno 2018) sviluppato dal Hydrologic Engineering Center del U.S. Army

Corps of Engineer per il calcolo dei profili di rigurgito per una rete idrica costituita indifferentemente da corsi d'acqua naturali e da canali artificiali.

Il programma permette di calcolare i profili idraulici unidimensionali sia in moto permanente che in moto vario, modellando anche l'inserimento di manufatti (come ponti, tombini, argini ecc) che possono interagire con il deflusso.

Le simulazioni possono contemplare sia il caso di corrente lenta sia di corrente veloce oppure anche il caso di corrente mista con procedure iterative di risoluzione delle equazioni di equilibrio della quantità di moto atte a gestire il passaggio da corrente veloce a corrente lenta.

Le perdite valutate sono quelle per attrito secondo la formulazione di Manning e quelle causate da contrazione ed espansione del flusso.

Per il caso in esame si è ricorsi allo schema di moto permanente ipotizzando il moto gradualmente variato e la portata costante.

Nello specifico il codice di calcolo risolve l'equazione del moto:

$$Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_e$$

dove

$Y_1, Y_2$  livelli liquidi nella sezione 1 e 2;

$Z_1, Z_2$  quota del talweg nelle sezioni 1 e 2;

$V_1, V_2$  velocità media nelle sezioni 1 e 2;

$\alpha_1, \alpha_2$  coefficiente di correzione della velocità nelle sezioni 1 e 2;

$h_e$  perdite di carico fra la sezione 1 e 2;

Il programma ricorre all'utilizzo dell'equazione del momento in casi particolari, quando il moto risulta non gradualmente variato.

Il programma permette anche la modellazione di manufatti quali i tombini, come vengono chiamati i tubi in cui viene convogliato il deflusso in corrispondenza di attraversamenti stradali, le perdite di carico provocate da tali manufatti sono dovute essenzialmente alle perdite di imbocco, di sbocco e a quelle distribuite.

Le perdite di imbocco si hanno a monte del manufatto dove il flusso viene costretto ad entrare nel manufatto; le perdite di sbocco si hanno all'uscita della struttura, dove si ha un'espansione del flusso; infine le perdite distribuite sono quelle causate dall'attrito del fluido con le pareti del tubo o eventualmente del ponte qualora il livello liquido superasse la quota del ponte.

Il modello generale del corso d'acqua richiede in ingresso profili e sezioni trasversali, i dati di portata immessa alla prima sezione ed in tutte le sezioni in cui siano definibili variazioni della portata stessa, oltre alle condizioni al contorno dipendenti dal regime di moto della corrente.

Nella modellazione si sono simulate le due condizioni di bassa e alta officiosità del fiume, come descritte nel capitolo 3 e si sono considerate le due condizioni di stato attuale e di progetto. Nello stato di progetto si sono riprodotte le prescrizioni relative al comparto MP8.

I parametri fondamentali della modellazione idraulica eseguita sono i seguenti:

<b>Tipo di analisi:</b>	<b>moto permanente</b>
<b>Tempo di ritorno:</b>	<b>200 anni</b>
<b>Portata in ingresso:</b>	<b>987,09 m<sup>3</sup>/sec sulla sezione di monte (2885,37)</b>
<b>Scenari di progetto:</b>	<b>WSE_PLAN 01- alta officiosità e stato di fatto WSE_PLAN 02- bassa officiosità e stato di fatto</b>

**WSE\_PLAN 04- bassa officiosità e stato di progetto**  
**WSE\_PLAN 05- alta officiosità e stato di progetto**

**Condizione al contorno sezione di ingresso: Normal depth 0,002**

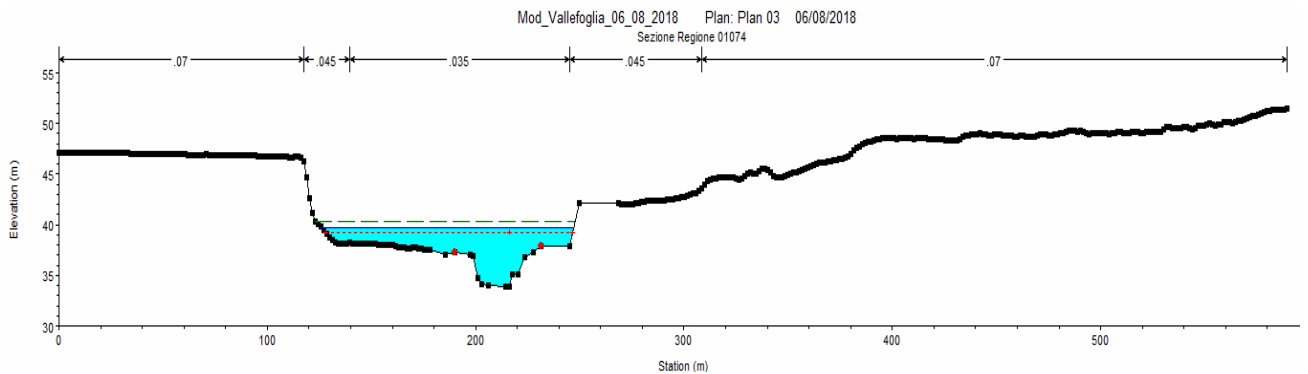
**Condizione al contorno sezione di uscita: Normal depth 0,003**

Alla presente relazione sono allegati i tabulati di HEC-RAS contenenti i parametri di modellazione per tutte le sezioni e i risultati dell'elaborazione eseguita a cui si rimanda per dettagli.

Si riportano qui di seguito le tabelle dei coefficienti di scabrezza (formulazione di Manning) utilizzati per la definizione degli scenari:

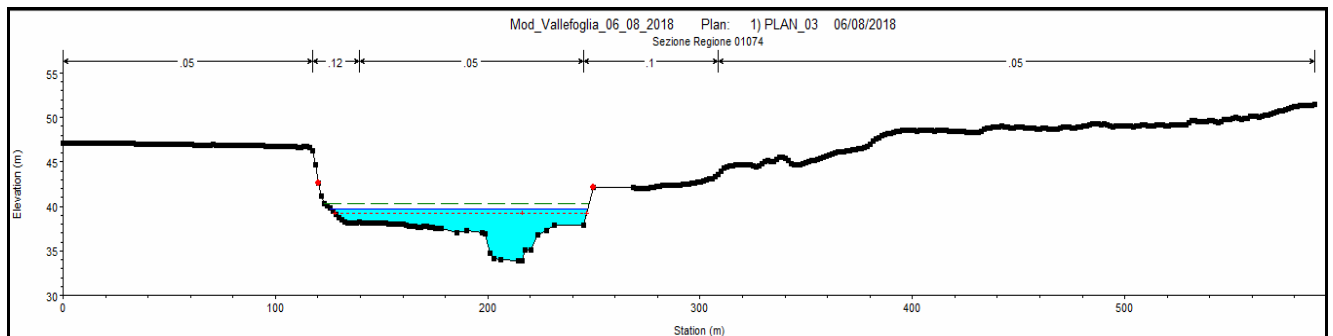
Edit Manning's n or k Values							
River:	Foglia				Channel n Values have a light green background		
Reach:	Foglia	All Regions					
Selected Area Edit Options							
Add Constant ...		Multiply Factor ...		Set Values ...		Replace ...	
Reduce to L Ch R ...							
River Station	Frctn (n/k)	n #1	n #2	n #3	n #4	n #5	
1	2885.37	n	0.05	0.045	0.035	0.045	0.05
2	2589.61	n	0.05	0.045	0.035	0.045	0.05
3	2350	n	0.05	0.045	0.035	0.045	0.05
4	2345	Inl Struct					
5	2340	n	0.05	0.045	0.035	0.045	0.05
6	2330	n	0.05	0.045	0.035	0.045	0.05
7	2328	Bridge					
8	2326.71	n	0.05	0.045	0.045	0.045	0.05
9	2282.9	n	0.05	0.045	0.035	0.045	0.05
10	2120.29	n	0.05	0.045	0.035	0.045	0.05
11	2067.33	n	0.05	0.045	0.035	0.045	0.05
12	1858.19	n	0.07	0.045	0.035	0.045	0.07
13	1743.09	n	0.07	0.045	0.035	0.045	0.07
14	1587.51	n	0.07	0.045	0.035	0.045	0.07
15	1415.04	n	0.07	0.045	0.035	0.045	0.07
16	1242.69	n	0.07	0.045	0.035	0.045	0.07
17	1000.25	n	0.07	0.045	0.035	0.045	0.07
18	768.43	n	0.07	0.045	0.035	0.045	0.07
19	622.27	n	0.07	0.045	0.035	0.045	0.07
20	459.85	n	0.07	0.045	0.035	0.045	0.07
21	228.89	n	0.07	0.045	0.035	0.045	0.07
22	29.76	n	0.07	0.045	0.035	0.045	0.07

Coefficients di scabrezza scenario Alta Officiosità



Edit Manning's n or k Values							
River:	Foglia			<input checked="" type="checkbox"/> Edit Interpolated XS's		Channel n Values have a light green background	
Reach:	Foglia	All Regions					
Selected Area Edit Options							
Add Constant ...		Multiply Factor ...		Set Values ...		Replace ...	
Reduce to L Ch R ...							
	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3	n #4	n #5
1	2885.37	n	0.05	0.08	0.045	0.06	0.05
2	2589.61	n	0.05	0.08	0.045	0.06	0.05
3	2350	n	0.05	0.08	0.045	0.06	0.05
4	2345	Inl Struct					
5	2340	n	0.05	0.08	0.045	0.06	0.05
6	2330	n	0.05	0.08	0.045	0.06	0.05
7	2328	Bridge					
8	2326.71	n	0.05	0.08	0.045	0.06	0.05
9	2282.9	n	0.05	0.08	0.045	0.06	0.05
10	2120.29	n	0.05	0.08	0.045	0.06	0.05
11	2067.33	n	0.05	0.08	0.045	0.06	0.05
12	1858.19	n	0.05	0.12	0.05	0.1	0.05
13	1743.09	n	0.05	0.12	0.05	0.1	0.05
14	1587.51	n	0.05	0.12	0.05	0.1	0.05
15	1415.04	n	0.05	0.12	0.05	0.1	0.05
16	1242.69	n	0.05	0.12	0.05	0.1	0.05
17	1000.25	n	0.05	0.12	0.05	0.1	0.05
18	768.43	n	0.05	0.12	0.05	0.1	0.05
19	622.27	n	0.05	0.12	0.05	0.1	0.05
20	459.85	n	0.05	0.12	0.05	0.1	0.05
21	228.89	n	0.05	0.12	0.05	0.1	0.05
22	29.76	n	0.05	0.12	0.05	0.1	0.05

Coefficients di scabrezza scenario Bassa Officiosità



Sezione tipo (29.76 prima sezione di valle)

**N.B.** con la dicitura “**Stato di progetto**” si intende che nella modellazione sono state recepite le prescrizioni formulate circa la quota di imposta della porzione edificabile del comparto MP8, che prevedono di rialzare il piano di imposta dei fabbricati alla quota di +43,10 m s.l.m.

### *Validazione del modello.*

Per avere una validazione del modello matematico del tratto di Fiume indagato si propone in prima battuta una valutazione qualitativa della previsione del modello su un caso reale di cui si hanno immagini a disposizione. Si è valutata la simulazione dell'evento di piena del 2005 il cui colmo di portata è stato stimato in 325 m<sup>3</sup>/sec (vedi la citata relazione della Provincia di Pesaro e Urbino relativa al progetto di “*Interventi di riqualificazione territoriale e mitigazione del rischio idraulico attraverso la realizzazione di una prima cassa di espansione alla confluenza torrente Apsa-fiume Foglia località Montecchio*”), inserendo in ingresso questo

valore di portata sulla sezione di monte si ottiene lo scenario di allagamento di cui alla figura seguente:



Avendo a disposizione l'immagine ripresa alle ore 8:30 del 28/11/2005 (provenienza Provincia di Pesaro e Urbino e riportata qui di seguito) che rappresenta la situazione dopo il passaggio del colmo di piena sulla stazione idrometrica di Montecchio è possibile esprimere una prima serie di valutazioni qualitative sull'efficacia del modello.



L'immagine riprende una staccionata visibile ed evidenziata anche sulle immagini aeree attuali ed evidenziata alla figura seguente, l'evento di piena del 2005 ha avuto un livello idrometrico tale da allagare il recinto per tutta la sua estensione ma non è arrivato a trascinare oltre la quota della pista ciclabile bianca (sempre visibile in figura) che si trova a quota di circa 1 metro superiore.





Il fenomeno di piena sembra essere riprodotto in maniera abbastanza fedele, almeno dal punto di vista qualitativo, per la zona esaminata. Nella figura col risultato del modello la posizione del recinto è indicata da un cerchio perimetrato in rosso con fondo bianco.

Volendo esprimere qualche valutazione quantitativa sulla affidabilità del modello possiamo confrontarlo con le previsioni del modello contenuto nello studio della provincia di Pesaro e Urbino citato sopra in cui è stato ricostruito con una simulazione a moto vario anche l'evento di piena del 2005, modello che ha usato anche l'idrogramma di piena in questione per calibrare i parametri di modellazione.

I risultati della modellazione a moto vario della provincia di Pesaro e Urbino per la sezione 01-080, che corrisponde alla sezione 1415.04 del nostro modello, offre i seguenti risultati:

- portata in ingresso 324.56 m<sup>3</sup>/sec
- quota fondo sezione 36,98 m
- quota acqua 42,56 m

Gli stessi parametri, per la sezione 1415.04 del nostro modello, sono:

- portata in ingresso 325 m<sup>3</sup>/sec
- quota fondo sezione 36,50 m
- quota acqua 41,94 m

le altezze idrometriche, valutate sono pari quindi a 5,58 m per la modellazione in moto vario della provincia di Pesaro e Urbino e a 5,44 m per il nostro modello.

Si ritiene quindi il modello proposto sufficientemente rappresentativo del tratto di Fiume ricostruito sia dal punto di vista qualitativo che dal punto di vista quantitativo per le finalità di cui al presente lavoro.

Si allegano qui di seguito la tabella dei risultati per la sezione in esame (che risulta essere quella più vicina alla stazione idrometrica di Montecchio) della modellazione della provincia di Pesaro e Urbino e la tabella per il modello di cui al presente lavoro con portata in ingresso 325 m<sup>3</sup>.

	TR2005	var_SF_Tr2005_SC05_3_E2										
	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
01-082 (ex A-A)	20.99965	Max WS	324.93	37.1	44.08		44.28	0.002735	2.23	251.36	123.21	0.29
01-081 (ex D-D)	20.67607	Max WS	324.78	37.03	43.62		43.66	0.001181	1.04	477.18	294.39	0.15
F-F	20.5053	Max WS	324.73	35.8	43.19		43.34	0.005698	1.8	221.91	77.65	0.27
01-080 (ex H-H)	20.33071	Max WS	324.56	36.98	42.56		42.69	0.00571	1.81	260.89	98.66	0.27
01-079 (ex L-L)	20.15574	Max WS	324.43	35.05	41.87		42.08	0.003073	2.29	253.53	105.86	0.31
01-078 (ex N-N)	19.91652	Max WS	324.34	35.79	41.42		41.57	0.001788	2.04	280.58	142.29	0.3

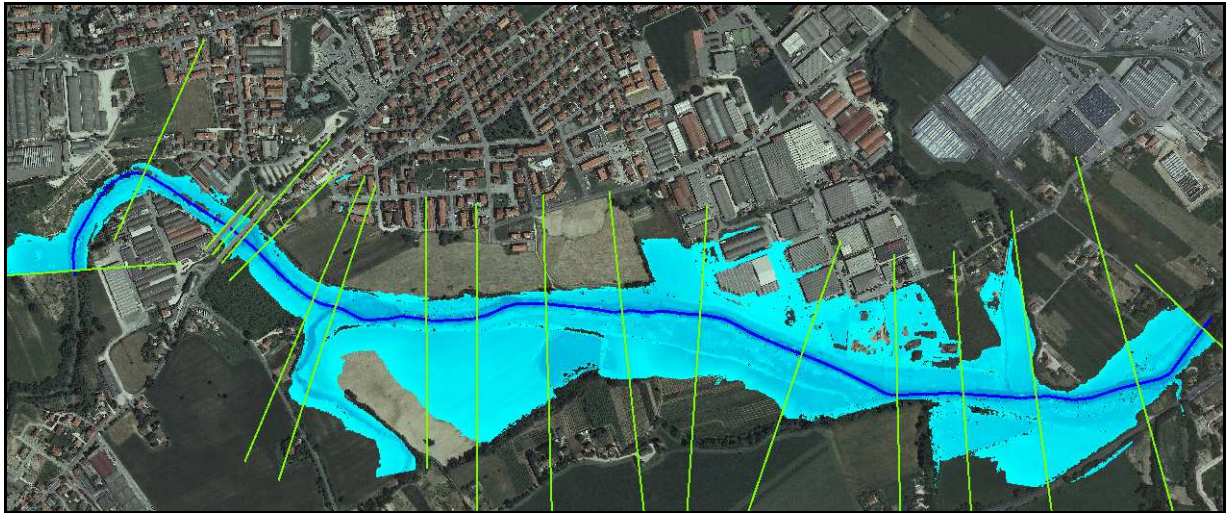
Tabella modellazione provicia di Pesaro e Urbino (si faccia riferimento alla sez. 01-080)

Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
40.41	46.7	44.45	46.75	0.001781	0.97	333.98	253.02	0.27
38.86	45.07	44.2	45.77	0.006489	3.71	87.6	35.73	0.76
40.56	45.16	42.44	45.22	0.000573	1.1	294.69	80.54	0.18
40.78	45.08	42.36	45.14	0.00058	1.11	292.99	80.27	0.19
40.78	45.07	42.36	45.14	0.000585	1.11	292.11	80.24	0.19
39.14	44.39	41.63	44.45	0.000566	1.15	283.36	79.55	0.19
39.23	44.19	42.39	44.4	0.001901	2.04	158.95	59.02	0.4
37.2	43.92	41.3	44.09	0.001756	1.82	178.4	76.39	0.38
37.23	43.96	40.71	44	0.000605	0.88	370.92	242.68	0.23
38.42	43.4	41.5	43.59	0.008263	1.93	168.15	163.24	0.37
36.41	42.63	39.53	42.72	0.006667	1.36	238.48	142.92	0.34
37.02	42.25	40.39	42.29	0.001412	0.85	382.84	209.93	0.2
36.5	41.94	39.59	42.03	0.001545	1.34	243.14	130.5	0.31
35.47	41.66	39.69	41.73	0.001868	1.23	263.66	187.94	0.33
35.79	41.3	39.68	41.36	0.001263	1.06	307.79	142.58	0.23
35.7	40.84	39.25	40.93	0.002834	1.38	235.31	156.44	0.36
35.39	40.47	39.29	40.52	0.002668	0.96	338.98	193.39	0.23
34.62	40.15	38.5	40.21	0.001403	1.1	296.45	316.62	0.3
34.13	39.66	37.8	39.74	0.00314	1.28	253.96	133.11	0.3
33.85	39.02	37.57	39.13	0.003001	1.43	227.25	117.58	0.33

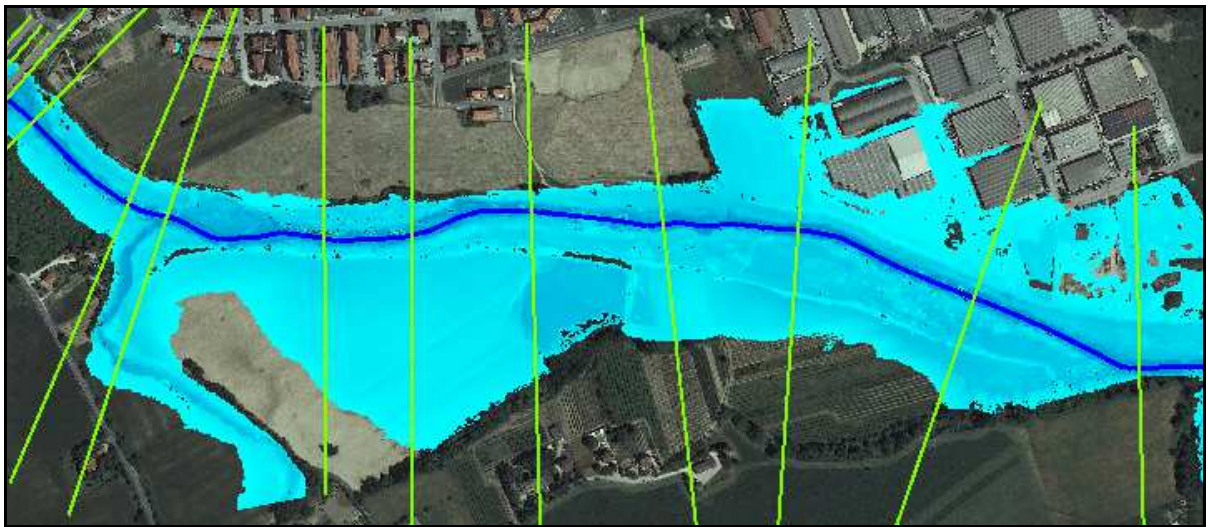
Tabella modellazione corrente (si faccia riferimento alla sez. 1415,04)

***Risultati del calcolo.***

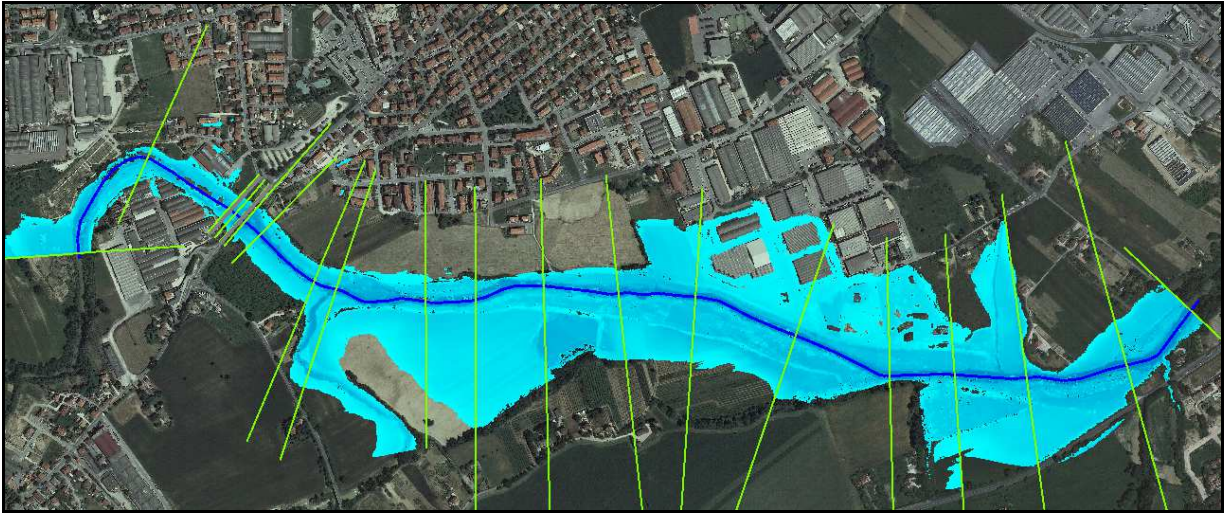
Vengono qui di seguito evidenziati, in via grafica, i risultati dell'elaborazione numerica eseguita per i quattro scenari computati, per ogni elaborazione numerica sono riportate sia una planimetria generale col perimetro di allagamento sia un particolare della zona strettamente interessata dalle aree in variante.



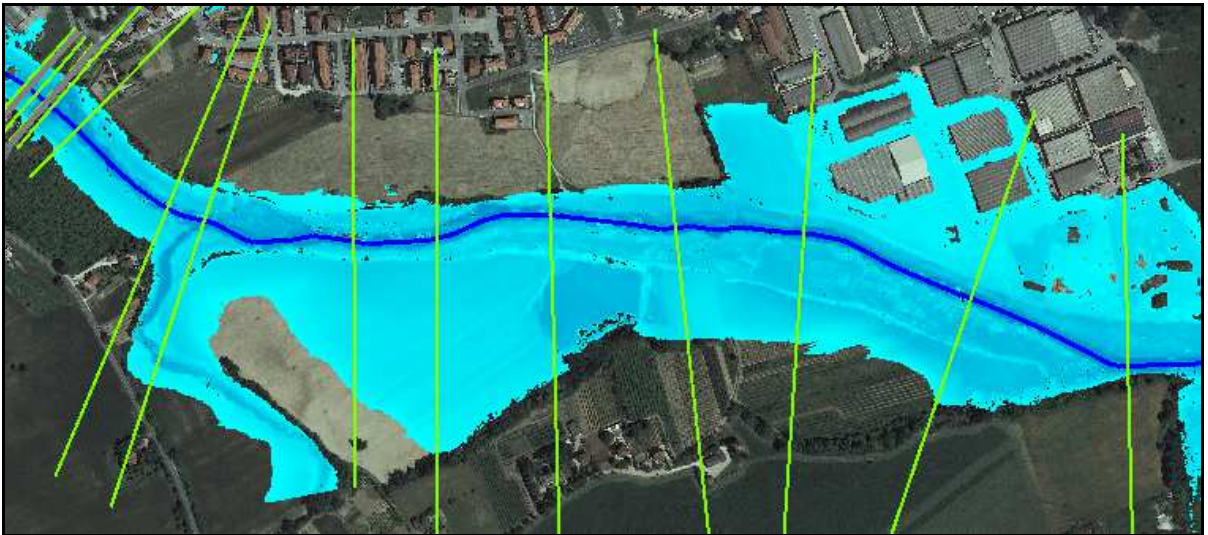
Scenario -1 stato di fatto – alta officiosità (vista generale)



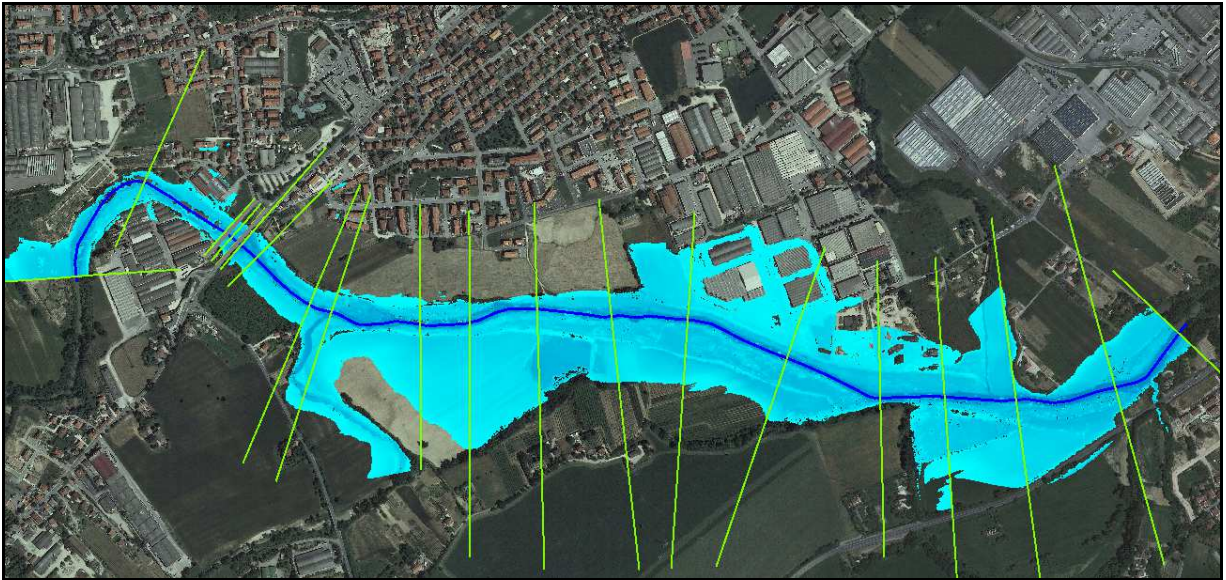
Scenario -1 stato di fatto – alta officiosità (dettaglio)



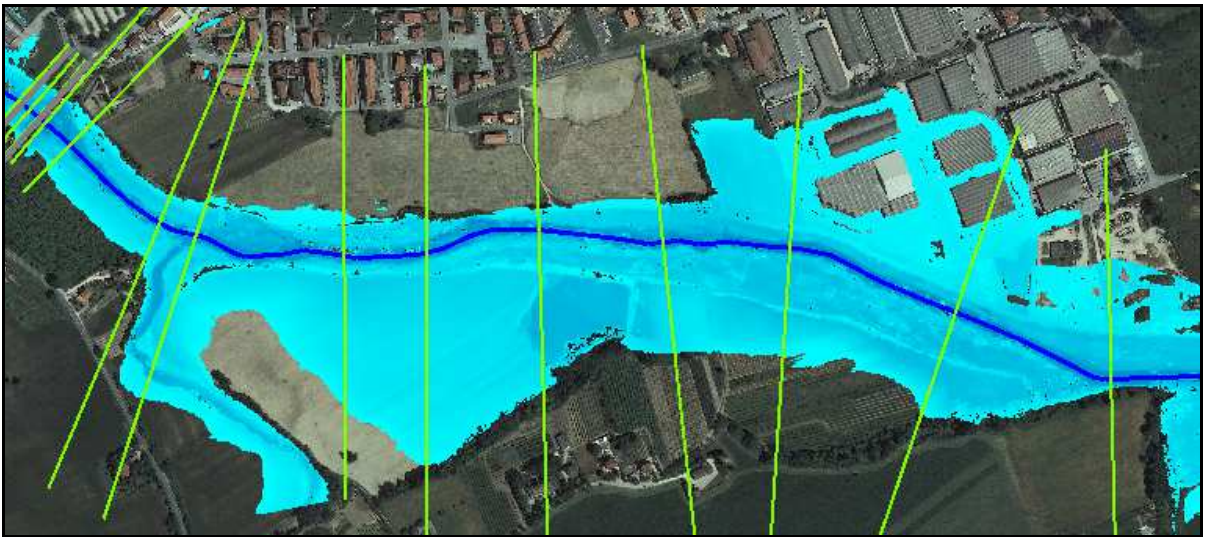
Scenario -2 stato di fatto – bassa officiosità (vista generale)



Scenario -2 stato di fatto – bassa officiosità (dettaglio)



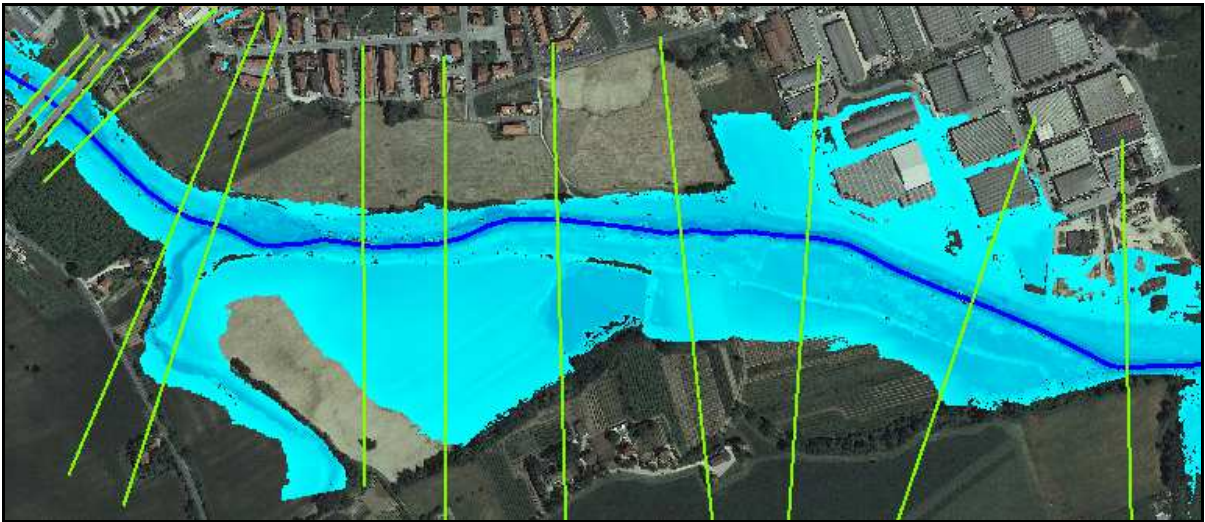
Scenario -3 stato di progetto – bassa officiosità (vista generale)



Scenario -3 stato di progetto – bassa officiosità (dettaglio)



Scenario -4 stato di progetto – alta officiosità (vista generale)



Scenario -4 stato di progetto – alta officiosità (dettaglio)

Si riporta qui di seguito una tabella riassuntiva dei valori ottenuti dal calcolo per le sezioni modellate negli scenari prefigurati, per ulteriori dettagli numerici si rimanda all'allegato contenente i tabulati:

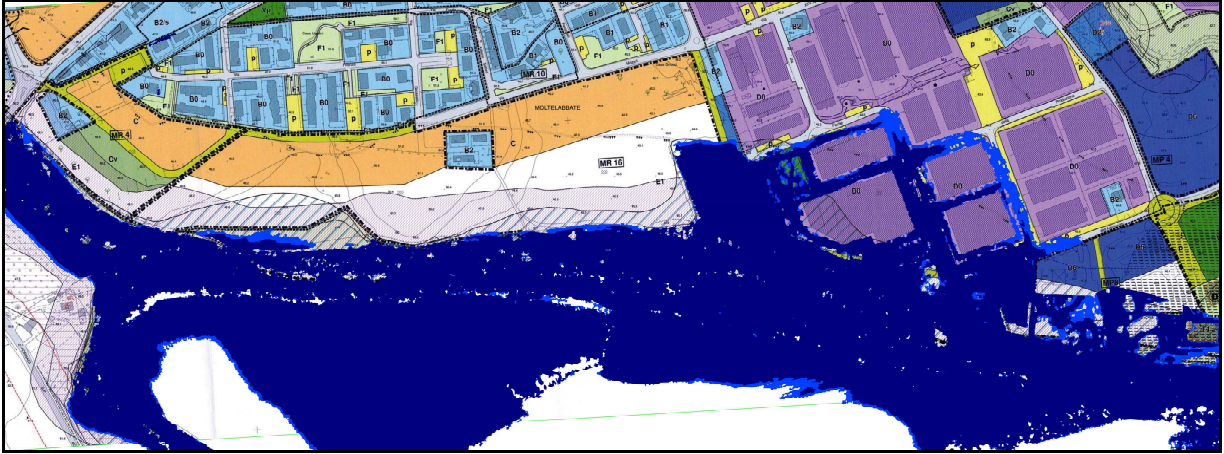
SEZIONE	SCENARIO	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	Vel Chnl
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)
2885.37	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	40.41	48.65	46.61	1.19
2885.37	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	40.41	48.74	46.53	1.1
2885.37	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	40.41	48.74	46.53	1.1
2885.37	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	40.41	48.65	46.61	1.19
2589.61	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	38.86	46.84	46.84	5.01
2589.61	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	38.86	47.55	46.84	3.87
2589.61	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	38.86	47.55	46.84	3.88
2589.61	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	38.86	46.84	46.84	5.01
2350	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	40.56	47.01	43.91	2.21
2350	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	40.56	47.28	43.91	2.1
2350	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	40.56	47.28	43.91	2.1

2350	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	40.56	47.01	43.91	2.21
2345		Inl Struct				
2340	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	40.78	46.79	43.85	2.28
2340	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	40.78	47.1	43.85	2.14
2340	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	40.78	47.1	43.85	2.15
2340	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	40.78	46.79	43.85	2.28
2330	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	40.78	46.78	43.85	2.28
2330	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	40.78	47.08	43.85	2.15
2330	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	40.78	47.08	43.85	2.16
2330	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	40.78	46.78	43.85	2.28
2328		Bridge				
2326.71	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	39.14	46.09	43.31	2.35
2326.71	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	39.14	46.4	43.31	2.21
2326.71	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	39.14	46.4	43.31	2.22
2326.71	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	39.14	46.09	43.31	2.35
2282.9	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	39.23	45.34	44.62	4.16
2282.9	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	39.23	45.91	44.62	3.47
2282.9	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	39.23	45.89	44.62	3.51
2282.9	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	39.23	45.34	44.62	4.16
2120.29	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	37.2	44.64	44.2	4.17
2120.29	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	37.2	44.99	44.2	3.69
2120.29	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	37.2	44.99	44.2	3.69
2120.29	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	37.2	44.64	44.2	4.16
2067.33	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	37.23	45.08	43.94	1.49
2067.33	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	37.23	45.29	43.94	1.37
2067.33	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	37.23	45.29	43.94	1.37
2067.33	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	37.23	45.08	43.94	1.49
1858.19	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	38.42	44.55	43.63	2.05
1858.19	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	38.42	44.78	43.63	1.83
1858.19	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	38.42	44.77	43.63	1.84
1858.19	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	38.42	44.55	43.63	2.04
1743.09	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	36.41	43.97	42.66	1.73
1743.09	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	36.41	44.39	42.66	1.4
1743.09	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	36.41	44.38	42.66	1.4
1743.09	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	36.41	43.99	42.66	1.71
1587.51	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	37.02	43.58	41.49	1.42
1587.51	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	37.02	44.12	41.49	1.2
1587.51	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	37.02	44.11	41.49	1.2
1587.51	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	37.02	43.63	41.49	1.4
1415.04	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	36.5	43.19	41.86	2.05
1415.04	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	36.5	43.79	41.86	1.63
1415.04	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	36.5	43.78	41.86	1.64

1415.04	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	36.5	43.25	41.86	1.99
1242.69	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	35.47	42.95	41.67	1.77
1242.69	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	35.47	43.51	41.67	1.38
1242.69	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	35.47	43.49	41.67	1.39
1242.69	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	35.47	43.04	41.67	1.69
1000.25	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	35.79	42.57	40.79	1.77
1000.25	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	35.79	43.1	40.79	1.4
1000.25	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	35.79	43.06	40.79	1.42
1000.25	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	35.79	42.7	40.79	1.67
768.43	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	35.7	41.93	41.01	1.99
768.43	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	35.7	42.59	41.01	1.51
768.43	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	35.7	42.51	40.94	1.89
768.43	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	35.7	41.94	40.94	2.33
622.27	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	35.39	41.5	40.08	1.82
622.27	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	35.39	42.28	40.08	1.32
622.27	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	35.39	42.28	40.08	1.32
622.27	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	35.39	41.5	40.08	1.82
459.85	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	34.62	41.24	40.04	1.74
459.85	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	34.62	42.16	40.04	0.82
459.85	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	34.62	42.16	40.04	0.82
459.85	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	34.62	41.24	40.04	1.74
228.89	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	34.13	40.62	39.49	2.52
228.89	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	34.13	41.78	39.49	1.74
228.89	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	34.13	41.78	39.49	1.74
228.89	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	34.13	40.62	39.49	2.52
29.76	SDF/ALTA OFFIC.	987.09	33.85	39.95	39.02	2.91
29.76	SDF/BASSA OFFIC.	987.09	33.85	41.1	39.02	2.05
29.76	SDP/BASSA OFFIC.	987.09	33.85	41.1	39.02	2.05
29.76	SDP/ALTA OFFIC.	987.09	33.85	39.95	39.02	2.91

Di particolare interesse è l'analisi dei risultati dello scenario allo stato di progetto, è stata preparata la figura seguente in cui si riporta una sovrapposizione della tavola di PRG (Tav. P3 Montecchio) completa delle indicazioni delle destinazioni d'uso delle aree con il perimetro delle aree allagate nella condizione di portata del Foglia associata ad un tempo di ritorno di 200 anni (987 m<sup>3</sup>/sec). Nella figura il retino blu chiaro si riferisce alle aree allagate nella condizione di bassa officiosità dell'alveo (area in più rispetto alla condizione di alta officiosità).





Analizzando il dettaglio relativo alla zona prospiciente al comparto MR4 (figura seguente) si vede come il comparto non sia interessato da pericolosità dovute a possibile allagamento e quindi per l'area non vengono formulate prescrizioni al fine della compatibilità idraulica della trasformazione prevista.

La zona edificabile del comparto è posta a quota minima pari a 46,40 m e presenta un franco di sicurezza minimo di circa 1 m rispetto alla quota di massima piena stimata pari a 45,30 m (sez. 2067,33).

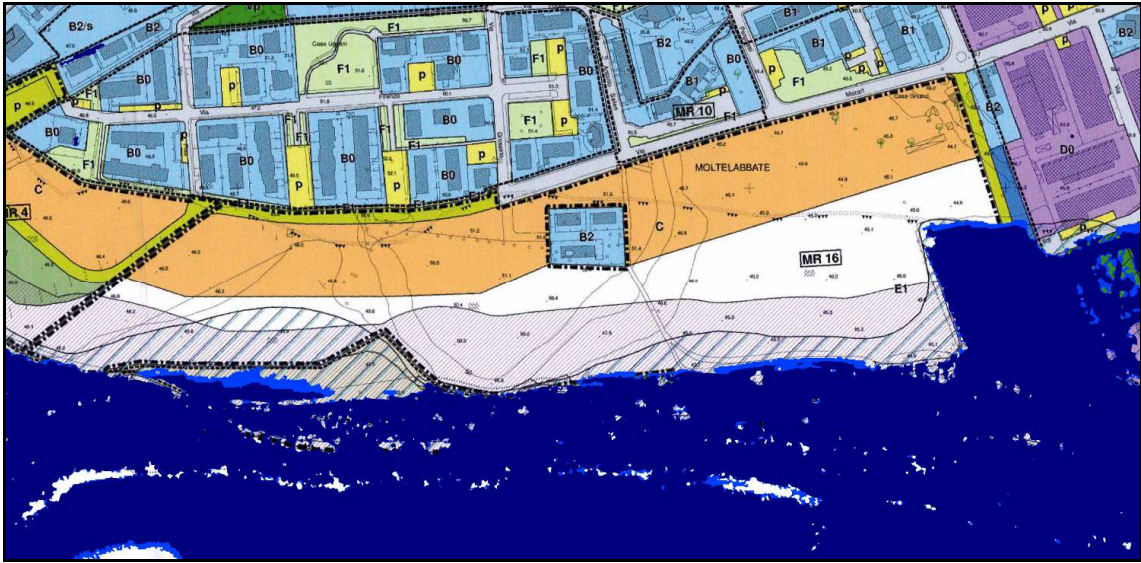


Analizzando il dettaglio della zona prospiciente il comparto MR16 (figura seguente) si vede come il comparto, per la parte interessata dalla quota edificabile non sia interessato da pericolosità dovute a possibile allagamento e quindi per l'area non vengono formulate prescrizioni al fine della compatibilità idraulica della trasformazione prevista.

La zona edificabile del comparto è posta a quota minima pari a circa 46,20 per la parte ovest e pari a circa 45,00 per la zona centrale ed Est e presenta:

- un franco di sicurezza minimo pari a 1,42 m per la parte Ovest rispetto alla quota di massima piena stimata pari a 44,78 m (sez. 1858,19);
- un franco di sicurezza minimo pari a 0,88 m per la parte centrale rispetto alla quota di massima piena stimata pari a 44,12 m (sez. 1587,51);

- un franco di sicurezza minimo pari a 1,50 m per la parte Est rispetto alla quota di massima piena stimata pari a 43,50 m (sez. 1243,69);



Analizzando il dettaglio della zona prospiciente il comparto MP8 (figura seguente, con perimetro comparto evidenziato con polilinea rossa) si vede come il comparto, allo stato attuale e per la parte interessata dalla quota edificabile sia interessato da pericolosità dovute a possibile allagamento e quindi per l'area vengono formulate prescrizioni al fine della compatibilità idraulica della trasformazione prevista.

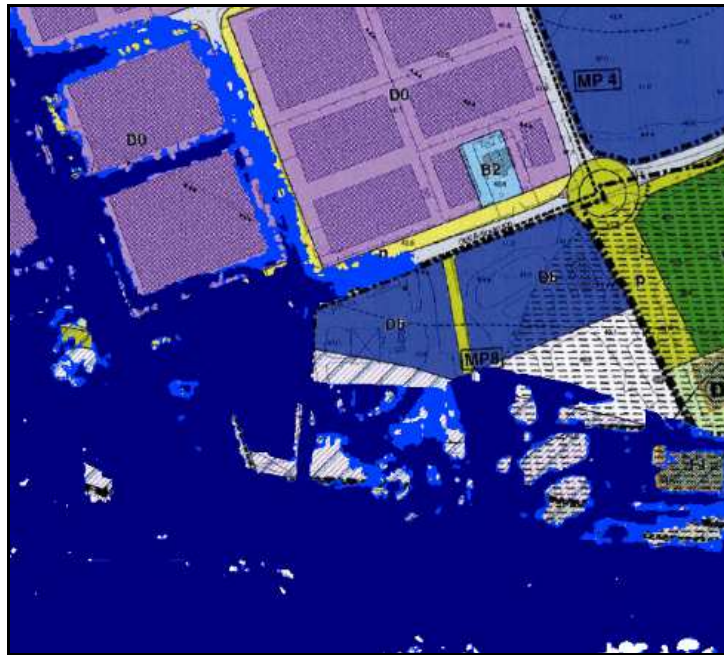
La zona edificabile del comparto è posta attualmente a quota minima pari a circa 40,00 m per la parte ovest e pari a circa 41,00 per la zona centrale ed Est a fronte di una quota di esondazione pari a 42,59 m (sez. 768,43):



**Vengono quindi formulate le seguenti prescrizioni come interventi di mitigazione al fine di garantire la compatibilità idraulica della trasformazione proposta con le condizioni derivate dalla simulazione idraulica effettuata:**

1. **La zona edificabile del comparto dovrà essere rialzata alla quota minima di imposta pari a 43,50 m garantendo un franco di sicurezza minimo pari a 90 cm rispetto alla quota di allagamento derivante dal calcolo pari a 42,59 m (sez. 768,43);**
2. **Divieto di realizzare volumi interrati;**

A seguito delle prescrizioni formulate la simulazione idraulica dello scenario corrispondente offre la situazione riportata alla figura seguente, da cui si evince come il comparto MP8 verrà a trovarsi in condizioni di sicurezza.



## 6 CONCLUSIONI SULLA COMPATIBILITA' IDRAULICA

Dall'analisi dei risultati delle elaborazioni eseguite e delle ricostruzioni cartografiche effettuate, possono trarsi le seguenti conclusioni.

Il Fiume Foglia nel tratto interessato, in circa 192 anni di analisi, ha subito in linea generale modifiche del suo corso che nel tratto più a valle, in corrispondenza del comparto MP8, sono risultate importanti con il salto dell'ansa avvenuto nel periodo intercorso fra 1825 ed il 1948 mentre nel tratto più a monte, in corrispondenza dei comparti MR4 ed MR16 sono risultate decisamente più contenute.

In relazione alla cartografia ed alle foto aeree disponibili, si osserva che a partire dall'anno 1948 l'alveo ha riacquisito una lieve e blanda sinuosità spostandosi in destra idrografica in corrispondenza del comparto MP8, lievemente in sinistra nel tratto prospiciente il comparto MR16 e di nuovo in destra nel settore più a monte dell'area in esame fra il comparto MR4 ed il comparto MR16. Si può osservare come negli ultimi 70 anni l'alveo del fiume Foglia, nel tratto interessato, abbia subito solo lievi spostamenti o aggiustamenti acquisendo una sua blanda sinuosità ed in particolare negli ultimi 25 anni (dal 1994 ad oggi) non si osservano fenomeni di rilievo.

A tal riguardo si osserva che nei primi anni sessanta è stato realizzato l'invaso di Mercatale che ha contribuito ad una regolarizzazione del regime dei deflussi con un effetto di laminazione importante esercitato dall'invaso nei confronti delle portate al colmo degli eventi più ricorrenti.

Si segnala, a partire dalla foto aerea del 1973, un evidente aumento della vegetazione arbustiva ed arborea lungo le sponde e nelle aree golenali, fenomeno probabilmente dovuto anche ad un progressivo abbandono delle normali pratiche di manutenzione ed utilizzo delle aree golenali e spondali.

Analizzando i risultati delle analisi idrauliche su modello numerico per i tre comparti analizzati si conclude che:

Il comparto MR4 (figura seguente) non è interessato da pericolosità dovute a possibile allagamento e quindi per l'area non vengono formulate prescrizioni al fine della compatibilità idraulica della trasformazione prevista.

La zona edificabile del comparto è posta a quota minima pari a 46,40 m e presenta un franco di sicurezza minimo di circa 1 m rispetto alla quota di massima piena stimata pari a 45,30 m (sez. 2067,33).

Il comparto MR16 per la parte interessata dall'area edificabile non è interessato da pericolosità dovute a possibile allagamento e quindi per l'area non vengono formulate prescrizioni al fine della compatibilità idraulica della trasformazione prevista.

La zona edificabile del comparto è posta a quota minima pari a circa 46,20 per la parte ovest e pari a circa 45,00 per la zona centrale ed Est e presenta:

- un franco di sicurezza minimo pari a 1,42 m per la parte Ovest rispetto alla quota di massima piena stimata pari a 44,78 m (sez. 1858,19);
- un franco di sicurezza minimo pari a 0,88 m per la parte centrale rispetto alla quota di massima piena stimata pari a 44,12 m (sez. 1587,51);
- un franco di sicurezza minimo pari a 1,50 m per la parte Est rispetto alla quota di massima piena stimata pari a 43,50 m (sez. 1243,69).

Il comparto MP8, allo stato attuale e per la parte interessata dalla quota edificabile è interessato da pericolosità dovute a possibile allagamento e quindi per l'area vengono formulate prescrizioni al fine della compatibilità idraulica della trasformazione prevista.

La zona edificabile del comparto è posta attualmente a quota minima pari a circa 40,00 m s.l.m. per la parte ovest e pari a circa 41,00 m s.l.m. per la zona centrale ed Est a fronte di una quota di esondazione pari a 42,59 m s.l.m. (sez. 768,43) **vengono quindi formulate le seguenti prescrizioni come interventi di mitigazione al fine di garantire la compatibilità idraulica della trasformazione proposta con le condizioni derivate dalla simulazione idraulica effettuata:**

1. **La zona edificabile del comparto dovrà essere rialzata alla quota minima di imposta pari a 43,10 m garantendo un franco di sicurezza minimo pari a 50 cm rispetto alla quota di allagamento derivante dal calcolo pari a 42,59 m (sez. 768,43);**
2. **Divieto di realizzare volumi interrati;**

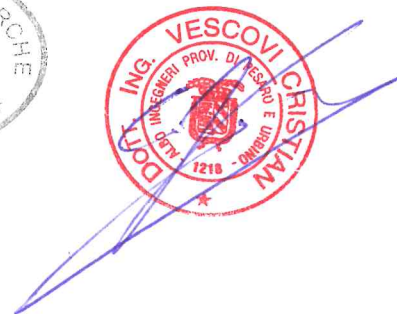
*Pertanto, a seguito della verifica di compatibilità idraulica, redatta ai sensi dell'art.10, comma 4 della L.R. 22/2011, approvato con D.G.R. Marche n. 53 del 27/01/2014, le tre aree di trasformazione urbanistica corrispondenti ai comparti MR4, MR16 e MP8, tenuto anche conto delle prescrizioni formulate per il comparto MP8, risultano esenti da possibili pericolosità idrauliche o potenziali.*

Infine per quanto concerne l'invarianza idraulica nelle trasformazioni urbanistiche, come previsto dall'art. 10 della L.R. 22/11 comma 3 e D.G.R. n. 53 del 27/01/2014, Titolo III, al fine di evitare effetti negativi sul coefficiente di deflusso delle superfici impermeabilizzate, ogni trasformazione del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative rivolte al principio dell'invarianza idraulica.

Si ricorda che il presente studio è redatto a supporto della Variante Generale al P.R.G. vigente del comune di Vallefoglia e ad oggi non sono definite le caratteristiche progettuali ne delle opere di urbanizzazione che degli eventuali edifici, progetti che saranno redatti nelle successive fasi di attuazione. A tal proposito si rimanda all'elaborato denominato: "Variante generale al P.R.G. del comune di Vallefoglia relazione idrologico-idraulica ai sensi dell'art. 10 della L.R. 22/11 e della D.G.R. n. 53 del 27/01/2014, titoli II e III" per le considerazioni già espresse in merito al principio dell'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali.

Vallefoglia, Agosto 2018.

I Tecnici



**APPENDICE 1 (ASSEVERAZIONE)**

**REGIONE MARCHE – L.R. 22 DEL 23/11/2011, ART. 10  
COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI  
DGR N. 53 DEL 27/01/2014**

**ASSEVERAZIONE SULLA  
COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI  
(Verifica di Compatibilità Idraulica e/o Invarianza Idraulica)**

I sottoscritti:

Dott. Ing. Cristian Vescovi, nato a URBINO (PU) il 25/01/1974, Residente a Vallefoglia (PU),  
via Pisa n.18.

Dott. Geol. Roberto Romagna, nato a Cattolica (RN) il 10/10/1963, residente a Gabicce  
Mare, via Dolce Colle n 45/B

in qualità di:  tecnico dell'Ente .....  Liberi professionisti

in possesso rispettivamente di laurea in *Ingegneria* e di laurea in *Scienze Geologiche* ed  
incaricati, nel rispetto delle vigenti disposizioni che disciplinano l'esercizio di attività  
professionale/amministrativa, da (ente pubblico o altro soggetto), proprietari delle aree  
interessate

*(selezionare le voci secondo i casi trattati: sola verifica di compatibilità idraulica, sola invarianza idraulica,  
entrambe)*

**di redigere la Verifica di Compatibilità Idraulica del seguente strumento di  
pianificazione del territorio, in grado di modificare il regime idraulico:**

VARIANTE AL PIANO REGOLATORE GENERALE DEL COMUNE DI VALLEFOGLIA.

Proprietà: Varie - Committente: Comune di Vallefoglia

Schede sotto elencate

SCHEDA n. 13	Località Montecchio	Comparto MR16
SCHEDA n. 14	Località Montecchio	Comparto MP8
SCHEDA n. 15	Località Montecchio	Comparto MR4

**di definire le misure compensative rivolte al perseguimento dell'invarianza  
idraulica, per la seguente trasformazione/intervento che può provocare una variazione  
di permeabilità superficiale**

## DICHARANO

di aver redatto la Verifica di Compatibilità Idraulica prevista dalla L.R. n. 22/2011 conformemente ai criteri e alle indicazioni tecniche stabilite dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge.

che la Verifica di Compatibilità Idraulica ha almeno i contenuti minimi stabiliti dalla Giunta Regionale.

di aver ricercato, raccolto e consultato le mappe catastali, le segnalazioni/informazioni relativi a eventi di esondazione/allagamento avvenuti in passato e dati su criticità legate a fenomeni di esondazione/allagamento in strumenti di programmazione o in altri studi conosciuti e disponibili.

che le aree interessate dallo strumento di pianificazione  
 non ricadono /  ricade parzialmente /  ricade integralmente, nelle aree mappate nel Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI - ovvero da analoghi strumenti di pianificazione di settore redatti dalle Autorità di Bacino/Autorità di distretto).

di aver sviluppato i seguenti livelli/fasi della Verifica di Compatibilità Idraulica:

- Preliminare  
 Semplificata;  
 Completa. **relativamente alle seguenti schede**

<b>SCHEDA n. 13</b>	Località Montecchio	Comparto MR16
<b>SCHEDA n. 14</b>	Località Montecchio	Comparto MP8
<b>SCHEDA n. 15</b>	Località Montecchio	Comparto MR4

di avere adeguatamente motivato, a seguito della Verifica Preliminare, l'esclusione dai successivi livelli di analisi della Verifica di Compatibilità Idraulica

di avere adeguatamente motivato l'utilizzo della sola Verifica Semplificata, senza necessità della Verifica Completa.

in caso di sviluppo delle analisi con la Verifica Completa, di aver individuato la pericolosità idraulica che contraddistingue l'area interessata dallo strumento di pianificazione secondo i criteri stabiliti dalla Giunta Regionale **per le seguenti schede.**

<b>SCHEDA n. 13</b>	Località Montecchio	Comparto MR16
<b>SCHEDA n. 14</b>	Località Montecchio	Comparto MP8
<b>SCHEDA n. 15</b>	Località Montecchio	Comparto MR4

che lo strumento di pianificazione/trasformazione/intervento ricade nella seguente classe (rif. Tab. 1, Titolo III, dei criteri stabiliti dalla Giunta Regionale) – barrare quella maggiore:

- trascurabile impermeabilizzazione potenziale  
 modesta impermeabilizzazione potenziale  
 significativa impermeabilizzazione potenziale  
 marcata impermeabilizzazione potenziale.

di aver definito le misure volte al perseguimento dell'invarianza idraulica, conformemente ai criteri stabiliti dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge.



che la valutazione delle misure volte al perseguimento dell'invarianza idraulica ha almeno i contenuti minimi stabiliti dalla Giunta Regionale.

che le misure volte al perseguimento dell'invarianza idraulica sono quelle migliori conseguibili in funzione delle condizioni esistenti, ma inferiori a quelli previsti per la classe di appartenenza (rif. Tab. 1, Titolo III), ricorrendo le condizioni di cui al Titolo IV, Paragrafo 4.1.

#### ASSEVERANO

la compatibilità tra lo strumento di pianificazione e le pericolosità idrauliche presenti, secondo i criteri stabiliti dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge **per le seguenti schede:**

SCHEDA n. 13	Località Montecchio	Comparto MR16
SCHEDA n. 14	Località Montecchio	Comparto MP8
SCHEDA n. 15	Località Montecchio	Comparto MR4

che per ottenere tale compatibilità sono previsti interventi per la mitigazione della pericolosità e del rischio, dei quali è stata valutata ed indicata l'efficacia. Relativamente alla sola SCHEDA n. 14 (Comparto MP8).

la compatibilità tra la trasformazione/intervento previsto e il perseguimento dell'invarianza idraulica, attraverso l'individuazione di adeguate misure compensative, secondo i criteri stabiliti dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge.

Agosto, 2018

I dichiaranti

The image shows two professional stamps and two signatures. The first stamp is from the 'ORDINE DEI GEOLOGI DELLE EMILIA ROMAGNA' (Order of Geologists of Emilia Romagna), identifying Roberto ROMAGNA as a 'Geologo Specialista' (Specialist Geologist) with registration number N. 292, belonging to 'ALDO SEZIONE A'. The second stamp is from the 'ING. VESCOVI CRISTIAN' (Engineer Cristian Vescovi), with registration number 7218, from the 'PROV. DI PESARO E UMBRIA'. Both stamps are crossed out with blue ink lines. Below the stamps are two blue ink signatures.