

PROPONENTE:

 **Blusolar Chiaravalle 1** Srl

SOCIETA' APPARTENENTE AL GRUPPO

 **Carlo Maresca** Spa

## Progetto Definitivo

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA MASSIMA PARI A 41,54 MWp CON SISTEMA DI ACCUMULO ELETTROCHIMICO DI POTENZA PARI A 20 MW PER 4 ORE E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI CHIARAVALLE (AN)

**Rimodulazione Progetto con riduzione di potenza installata a 38,159 MW + 20 MW di accumulo in adeguamento alle Ossevazioni degli Enti**

TITOLO ELABORATO

## VERIFICA TECNICA PAI INTERFERENZE CON ELETTRDOTTO

CODICE ELABORATO

SCALA

FOGLIO

FORMATO

R. 03/GEOL

-

1 di 1

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	REVISIONATO	APPROVATO
01	01/07/2024		Mascitti A.		

PROGETTAZIONE:

**gae | studio**  
*geology architecture engineering*


<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato: <b>R.03</b>
		Data: <b>09/07/2024</b>
	<i>Verifica Tecnica di Compatibilità Idraulica          PAI elettrodotto</i>	Revisione: <b>01</b>
		Pagina: <b>1 di 37</b>

## INDICE

1.	Premessa.....	2
2.	Approfondimento Analisi di compatibilità idraulica P.A.I. Regionale .....	4
3.	VALUTAZIONI ed ANALISI.....	32
4.	CONCLUSIONI.....	35

 geology architecture engineering	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato: <b>R.03</b>
		Data: <b>09/07/2024</b>
	<i>Verifica Tecnica di Compatibilità Idraulica PAI elettrodotto</i>	Revisione: <b>01</b>
		Pagina: <b>2 di 37</b>

## 1. Premessa

Il presente documento costituisce la "Verifica Tecnica di Compatibilità Idraulica PAI" relativamente al progetto di "REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRO VOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 41,54 MWp" denominato "CHIARAVALLE", sito nel comune di Chiaravalle (AN) e nello specifico per il tratto in elettrodotto lungo via G.Leopardi in comune di Chiaravalle in corrispondenza del ponte lungo viabilità in esercizio, che interferisce con un'area sottoposta a tutela per pericolo di inondazione, qualificata come <Area a rischio di esondazione> con codice <E-12-0004>, contraddistinta dalla qualificazione di <Rischio molto elevato (R4)>, del quale si prevede l'attraversamento.

Il Produttore e Soggetto Responsabile, è la Società BLUSOLAR Chiaravalle 1 SRL, del Gruppo Carlo Maresca SpA, la quale dispone dell'autorizzazione all'utilizzo dell'area su cui sorgerà l'impianto in oggetto. La denominazione dell'impianto, prevista nell'iter autorizzativo, è "AV Chiaravalle".



Blusolar Chiaravalle 1 Srl - Via Caravaggio 125 - 65125 Pescara

Tel. +39 085 388801 - Fax +39 085 3888200

Reg. Imp. Pescara, C.F. e P. Iva 02276690688 - Cap. Soc. € 10.000 i.v.

Email info@carlomaresca.it - PEC blusolarchiaravalle1@legpec.it

Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento della "Carlo Maresca Spa" - www.carlomaresca.it

In particolare a seguito della richiesta di integrazioni documentali del AUBAC - Settore Gestione rischio idraulico trasmessa al MASE e registrata con prot. 0.0087075.13-05-2024, si analizza di seguito l'aspetto relativo al p.to 4 dell'istruttoria che si riporta di seguito integralmente correlato al p.to 3.

4. Circa i riferimenti agli elaborati normativi del Piano, si osserva e si riassume quanto segue:

le prescrizioni stabilite dalla pianificazione di bacino sono enucleabili con riferimento a quanto stabilito nelle Norme di Attuazione del PAI e nei relativi allegati, tra i quali rileva, ai fini dell'assetto idraulico, l'Allegato A "Indirizzi d'uso del territorio per la salvaguardia dai fenomeni di esondazione"; per quanto attiene al corpo principale dell'articolato normativo, all'ambito in esame si applica in primo luogo il Titolo II "Piano per l'assetto idraulico", cui si riferiscono gran parte degli articoli più avanti richiamati;

- secondo le risultanze cartografiche di cui al punto 2 della presente, una porzione delle opere di connessione è localizzata in corrispondenza della <fascia di territorio inondabile> di cui all'art. 7, comma 1 delle Norme, <assimilabile a piene con tempi di ritorno fino 200 anni e comprendente il relativo alveo di piena> così come definito nel citato "Allegato A";
- dal disposto dell'articolo 8, comma 1 delle stesse Norme si assume che la <fascia inondabile> si riferisce anche alla definizione di <fascia fluviale>, la quale risulta a sua volta <suddivisa in tronchi distinti in base ai livelli di rischio>, tra i quali figura il tronco denominato <AIN R4- Aree Inondabili a Rischio molto elevato> il quale interessa il più ampio quadrante territoriale in cui sono ubicate le opere di connessione dell'impianto in oggetto;
- gli interventi consentiti nella fascia inondabile sono esclusivamente quelli previsti dall'art. 7, comma 6, delle Norme, tra i quali si annotano in primo luogo, per quanto attinenti al caso in esame, quelli enucleati alla lettera b) del citato comma 6, ovvero <adeguamento, ai fini della mitigazione del rischio, delle strutture di attraversamento che determinano la pericolosità idraulica e interventi relativi a nuove infrastrutture tecnologiche a rete e viarie in attraversamento che non determinano pericolosità idraulica, previo parere vincolante della Autorità idraulica competente;

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato: <b>R.03</b>
		Data: <b>09/07/2024</b>
	<i>Verifica Tecnica di Compatibilità Idraulica PAI elettrodotto</i>	Revisione: <b>01</b>
		Pagina: <b>3 di 37</b>

- inoltre, ad abundantiam, concorre alla determinazione degli interventi ammissibili all'interno delle aree inondabili la disciplina integrativa di cui all'articolo 9, che individua una pluralità di ulteriori interventi di trasformazione consentiti tra i quali si richiamano, per quanto pertinenti al progetto in narrativa, quelli definiti alle lettere i) e j):

(i) <realizzazione ed ampliamento di infrastrutture tecnologiche o viarie, pubbliche o di interesse pubblico, nonché delle relative strutture accessorie; tali opere ( ... ) sono condizionate ad uno studio da parte del soggetto attuatore in cui siano valutate eventuali soluzioni alternative, la sostenibilità economica e la compatibilità con la pericolosità delle aree, previo parere vincolante della Autorità idraulica competente che nelle more di specifica direttiva da parte dell'Autorità può sottoporre alla stessa l'istanza>;

(j) <interventi per reti ed impianti tecnologici, per sistemazioni di aree esterne, recinzioni ed accessori pertinenziali agli edifici, alle infrastrutture ed attrezzature esistenti, purché non comportino la realizzazione di nuove volumetrie e non alterino il naturale deflusso delle acque>;

- ai fini della compatibilità si richiama inoltre la ottemperanza alle prescrizioni di cui al comma 2 dello stesso articolo 9, per cui tutti gli interventi consentiti, laddove non espressamente già previsto, sono subordinati ad una verifica tecnica, condotta anche in ottemperanza alle prescrizioni delle c.d. Norme Tecniche per le Costruzioni, <volta a dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto ed il livello di rischio dichiarato. Tale verifica, redatta e firmata da uno o più tecnici abilitati, deve essere allegata al progetto di intervento e valutata dall'Ente competente nell'ambito del rilascio dei provvedimenti autorizzativi>.

3. Considerando altresì le complementari previsioni della pianificazione distrettuale di cui alla Deliberazione della Conferenza Istituzionale Permanente n. 27 del 20-12-2021, ad oggetto <Art. 14 Direttiva 2007/60/CE -Adozione I aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto dell'Appennino Centrale ai sensi degli artt. 65 e 66 del D. Lgs. 152/2006> nonché al DPCM del 01-12-2022 di approvazione definitiva dello stesso Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), con riferimento ai bacini delle Marche (Unit of Management ITR111, Regionale Marche) l'area in esame risulta interessata dalle previsioni cartografiche di pericolosità e di rischio di cui alle corrispondenti elaborazioni, distinte con la denominazione di:

> Mappe della pericolosità (Tavole <ITR111 42 P> e <ITR111 43 P>), per cui la stessa area relativa alle opere di connessione rilevata al punto 2 risulta interessata da classe di pericolosità <P2 - media probabilità (alluvioni poco frequenti)>;

> Mappe del rischio (Tavole <ITR111 42 R> e <ITR111 43 R>), secondo cui il medesimo ambito in esame intercetta le classi di rischio <R4 - Rischio molto elevato> e <R1 - Rischio moderato o nullo> e lambisce un'area interessata da <R2 - Rischio medio>.

Pertanto in relazione alle opere previste di connessione alla rete ed in particolare della linea in elettrodotto poiché - > *un tratto delle opere di connessione interferisce con un'area sottoposta a tutela per pericolo di inondazione, qualificata come <Area a rischio di esondazione> con codice <E-12-0004>, contraddistinta dalla qualificazione di <Rischio molto elevato (R4)>, in corrispondenza dell'agglomerato urbano di Chiaravalle e dell'alveo del Fiume Esino del quale si prevede l'attraversamento* - si procederà di seguito all'analisi di compatibilità idraulica denominata ai sensi dell'art. 9 comma 2 delle NTA del PAI Regione Marche al quale il PGRA risulta adeguato “Verifica Tecnica” volta a dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto ed il livello di rischio dichiarato.

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato: <b>R.03</b>
		Data: <b>09/07/2024</b>
	<i>Verifica Tecnica di Compatibilità Idraulica PAI elettrodotto</i>	Revisione: <b>01</b>
		Pagina: <b>4 di 37</b>

## 2. Approfondimento Analisi di compatibilità idraulica P.A.I. Regionale

Sulla base della configurazione morfologica dell'area in esame, con lo scopo di constatare l'effettivo rischio di alluvionamento dell'opera in progetto in caso di piena del Fiume Esino e valutare la compatibilità idraulica dell'intervento ai sensi delle NTA del Piano di Assetto Idrogeologico Regionale, per le finalità sopra esposte, si sono consultati i recenti studi e modelli redatti da parte del Consorzio di Bonifica Marche in collaborazione con l'Università di Camerino (UNICAM) del 2017 e 2019:

- STUDIO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO, Analisi Idrologica ed Idraulica condotta sui bacini idrografici dei fiumi Misa, Esino, Musone, Potenza, Chienti e Tenna (2016); *Consorzio Bonifica Marche – UNICAM*;
- STUDIO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO, Indagine condotta sui bacini idrografici dei fiumi Misa, Esino, Musone, Potenza, Chienti e Tenna – 3B. Carta dei massimi livelli idrici raggiunti in corrispondenza delle sezioni fluviali considerate – Bacino Idrografico del Fiume Esino (2016); *Consorzio Bonifica Marche – UNICAM*.
- STUDIO IDROGEOLOGICO E DELLA QUALITA' AMBIENTALE DEI BACINI IDROGRAFICI DELLA REGIONE MARCHE – Analisi e valutazione dei processi in atto per la caratterizzazione dei principali corsi d'acqua secondo il sistema IDRAIM di ISPRA – PREVISIONE E INDIVIDUAZIONE DI AZIONI E INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELLA QUALITA' IDROMORFOLOGICA E MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI ESONDAZIONE – Bacino Idrografico del Fiume Esino (2019-2020); *Consorzio Bonifica Marche – UNICAM*.

I suddetti studi di approfondimento conoscitivo, idraulico e geomorfologico hanno suddiviso il bacino del f. Esino in ulteriori sottobacini di cui è stata calcolata la portata al colmo di piena per un tempo di ritorno di 50-100-200 anni utilizzando, per confronto, modelli numerici e formule empiriche. Tuttavia, sulla base dell'esperienza maturata nella fase precedente, in fase di modellazione si è scelto di non tener conto dei risultati ottenuti utilizzando ad esempio il Metodo di Giandotti per il calcolo della portata al colmo di piena in quanto sistematicamente più elevati e, seppur cautelativi, ritenuti meno affidabili dal punto di vista scientifico.

I dati di portata ottenuti dalla modellazione idrologica sono stati in seguito utilizzati per la verifica idraulica dei tratti scelti. Come già ribadito nella relazione della fase I, le verifiche presentate costituiscono un approccio metodologico per futuri studi di dettaglio e forniscono esclusivamente le altezze dei tiranti idrici per una prima valutazione quali-quantitativa del grado di pericolosità connessa a fenomeni di esondazione.

I dati di base utilizzati nella modellazione per la redazione delle diverse cartografie tematiche, utilizzate poi anche per l'esecuzione dei calcoli e delle valutazioni idrologiche e idrauliche sono i seguenti:

- a) DEM a scala 1:10,000 (pixel resolution 10m);
- b) shapefile (polylines) dei torrenti e dei corsi d'acqua fornito dal Consorzio di Bonifica;
- c) shapefile (polygons) dei perimetri dei bacini idrografici, fornito dal Consorzio di Bonifica e successivamente rielaborati.

Il modello idrologico dei vari bacini è stato costruito utilizzando il tool per ArcGis “HECGeoHMS” versione 10.1, uno strumento particolarmente potente e versatile sviluppato dall'U.S. Army Corps of Engineers, che permette di processare i dati territoriali (carta tecnica, uso del suolo, geologia, ecc.) e ricavarne caratteristiche dimensionali, morfologiche ed idrologiche dei bacini e di altri elementi quali tronchi e sezioni idrografiche. Tali dati sono stati poi successivamente utilizzati per la modellazione idrologica con il software HEC-HMS versione 4.2.1 e per la modellazione idraulica con il software HEC-RAS versione 5.0.3, anche essi sviluppati dall'U.S. Army Corps of Engineers.

I parametri geometrici sono stati utilizzati anche per calcolare la portata al colmo di piena di ogni sottobacino con la Formula di Giandotti, che come detto è stata determinata unicamente per confronto in quanto ha fornito valori sistematicamente più elevati. La Formula di Giandotti, si ricorda, è basata sull'utilizzo delle Curve Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica e risulta particolarmente semplice ed efficace quando applicato su bacini di piccola-media estensione (100-200 km<sup>2</sup>).

Step 1

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato: <b>R.03</b>
		Data: <b>09/07/2024</b>
	<i>Verifica Tecnica di Compatibilità Idraulica PAI elettrodotto</i>	Revisione: <b>01</b>
		Pagina: <b>5 di 37</b>

Il primo step è stato quello di effettuare un’operazione di “pre-processamento” del DEM originale, per ricavarne otto datasets aggiuntivi che descrivono collettivamente la tipologia di drenaggio e permettono la successiva delimitazione in tratti di reticolo e sottobacini. Il DEM originale, ritagliato su ogni singolo bacino, è stato quindi rielaborato secondo i seguenti passaggi:

- DEM Reconditioning (per rendere omogenea la topografia del DEM originale con l’andamento del reticolo idrografico fornito dal Consorzio);
- Fill Sinks (per creare un DEM idrologicamente corretto e senza depressioni che possano impedire la continuità del flusso in superficie);
- Flow direction (per definire la direzione del flusso secondo il massimo gradiente)
- Flow accumulation (per definire il numero di celle che “drenano” verso una data cella posta più a valle);
- Stream definition (per definire in base ad una soglia opportunamente scelta, le celle che andranno a costituire un tratto di reticolo);
- Stream segmentation (per creare i tratti di reticolo);
- Catchment grid delineation (per creare i sottobacini sulla base dei tratti di reticolo creati);
- Catchment polygon processing (per creare il relativo file vettoriale);
- Drainage line processing (per creare un file vettoriale dei corsi d’acqua);
- Watershed aggregation (per aggregare i diversi sottobacini alla confluenza).

Il numero dei sottobacini creati automaticamente dal sistema è stato poi opportunamente ridotto e organizzato anche sulla base delle indicazioni fornite dai rilevatori relativamente alle aree critiche.

### Step 2

Il secondo step è stato quello di calcolare i parametri geometrici caratteristici di ogni tratto di reticolo e di ogni sottobacino quali:

- lunghezza e pendenza dei tratti fluviali;
- lunghezza e pendenza dei sottobacini;
- posizione ed altezza del centro di massa di ogni sottobacino;

Questi parametri sono stati utilizzati per la stima del “tempo di corrivazione” che come noto rappresenta il tempo impiegato da una generica goccia d’acqua a percorrere la distanza fra lo spartiacque e la sezione di chiusura di un bacino. Essendo molteplici i metodi disponibili in letteratura, il valore del tempo di corrivazione è stato ottenuto calcolando la “media troncata” fra cinque dei sette metodi utilizzati e di seguito enunciati, escludendo il 40% dei valori dalla coda superiore ed inferiore (2 valori); la Formula di Viparelli non è stata presa in considerazione perché ha sistematicamente restituito valori troppo distanti dagli altri, mentre la Formula di Giandotti è stata utilizzata solo per i bacini con estensione > 100 km<sup>2</sup>.

Le formule utilizzate sono le seguenti:

- Formula di Giandotti
- Formula di Pezzoli
- Formula di Puglisi
- Formula di Ventura
- Formula di Kirpich
- Formula di Tournon
- Formula di Viparelli

per le cui enunciazioni si fa riferimento alla letteratura specifica.

### Step 3

Il terzo step ha riguardato la definizione delle caratteristiche di uso del suolo dei bacini, informazioni indispensabili per il calcolo dei quantitativi di infiltrazione e ruscellamento nel modello numerico.

Sia per il calcolo della “pioggia netta” che per la “trasformazione afflussi-deflussi” si è scelto di utilizzare i metodi proposti dal Soil Conservation Service degli Stati Uniti. Tali metodi prevedono la stima del Curve Number (CN), un parametro sintetico che esprime l’attitudine di una porzione di territorio a produrre deflusso diretto (superficiale). Il CN varia da zero a cento; più alto è il valore, maggiore è il deflusso prodotto a parità di precipitazione. Il CN varia in funzione di quattro diverse classificazioni:

- a) classificazione della permeabilità del suolo in quattro classi A, B, C e D , gruppi idrologici del suolo;

 geology architecture engineering	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato: <b>R.03</b>
		Data: <b>09/07/2024</b>
	<i>Verifica Tecnica di Compatibilità Idraulica PAI elettrodotto</i>	Revisione: <b>01</b>
		Pagina: <b>6 di 37</b>

- b) classificazione dell'uso del suolo e sistemazione della superficie (solchi dritti, solchi a reggipoggio, solchi a reggipoggio e terrazzamenti);
- c) condizione di drenaggio (cattiva, discreta, buona);
- d) condizioni iniziali di saturazione dei suoli (AMC - Antecedent Moisture Condition).

Per la classificazione del territorio è stato utilizzato il 2° livello della “Carta delle Province Pedologiche” in scala 1:250'000 della Regione Marche.

Per la classificazione invece dell'uso del suolo è utilizzato il II livello del Corine Land Cover 2012 (CLC\_2012).

Il file grid del Curve Number è stato quindi ricavato dall'unione dei due shapefile precedentemente creati, in seguito relazionati ad una “lookup table” creata in excel e contenente i valori guida del CN per ogni tipologia di uso del suolo. Il valore del Curve Number così ottenuto corrisponde alla condizione II delle Antecedent Moisture Conditions (AMC), ovvero a quella che prevede terreni mediamente saturi. Nelle successive modellazioni, che hanno richiesto l'utilizzo dell'idrogramma di progetto (su tempo di ritorno di 50-100-200 anni),

**La calibrazione dei modelli**, è stata tentata utilizzando i dati idrometrici associati all'evento reale del 10-14 novembre 2013, un evento particolarmente critico per tutto il settore centro-meridionale marchigiano; con dettaglio particolare per il Fiume Tronto, dove sono disponibili le scale di deflusso di due idrometri (Brecciarolo e Briglia Volpi), indispensabili per risalire alle portate in transito alla sezione corrispondente.

### Il modello meteorologico

Per la creazione del modello meteorologico del bacino sono stati utilizzati i dati di precipitazione forniti dal Centro Funzionale Multirischi della Protezione Civile della Regione Marche, relativi a 20 pluviometri (Fig.4) distribuiti in modo pressoché omogeneo su tutta l'area di studio. Più in particolare la scelta è caduta su quelle stazioni che riportano serie storiche di almeno 20 anni in modo da ottenere elaborazioni statisticamente significative. I dati raccolti, riguardano i dati cumulati giornalieri per la ricostruzione degli ietogrammi di eventi reali e i massimi quantitativi annuali registrati per le durate di 1, 3, 6, 12, e 24 ore, utilizzati poi per la costruzione delle Curve Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (CPP).

Sulla base dei valori ottenuti è stato quindi costruito lo ietogramma di progetto e, nello specifico, è stato scelto quello tipo “Chicago” uno ietogramma coerente con la curva di probabilità pluviometrica e adottato da Keifer e Chu nel 1957 in occasione della progettazione della fognatura di Chicago. Rispetto ad altri, questo rappresenta meglio alcune caratteristiche degli ietogrammi osservati, come la presenza del picco di intensità, le precipitazioni antecedenti e seguenti l'istante del picco e i volumi totali. Nello ietogramma Chicago, la massima altezza di precipitazione cumulata su qualsiasi durata  $t$  è sempre pari all'altezza di precipitazione dedotta dalla CPP per la medesima durata  $t$ .

Più nello specifico, per il calcolo della pioggia di progetto, si è scelto di utilizzare un intervallo temporale di 15 minuti di posizionare il picco di pioggia al 33% della durata dell'intero evento: tale scelta è conforme a quanto osservato in altri contesti in ambito nazionale ed internazionale.

Nelle aree di studio, lo ietogramma di progetto è stato quindi assegnato ad ogni pluviometro e distribuito sui singoli sottobacini utilizzando il metodo dei Poligoni di Thiessen (topoiet).

### La simulazione idrologica dei bacini con il software Hec-Hms

Le schematizzazioni dei bacini ottenute con il software HEC-GeoHMS sono state poi esportate per la successiva modellazione in Hec-Hms.

Il primo step ha riguardato il calcolo della pioggia netta o efficace ovvero del quantitativo di pioggia che partecipa effettivamente al deflusso (runoff). A tal fine è stato scelto il metodo del Soil Conservation Service che, utilizzando i valori del CN calcolato nelle fasi precedenti, permette di calcolare il volume di acqua trattenuto nel terreno in funzione del tipo di copertura e uso del suolo e del tipo di suolo: come già accennato, i valori di CN inseriti nel modello, corrispondono a quelli caratteristici di suoli a grado di saturazione medio-alto (CN III).

La scelta del metodo di formazione della piena (step 2) è caduta, coerentemente con la fase precedente, su quello dell'”Idrogramma unitario del Soil Conservation Service che prevede, a partire dal tempo di corrivazione, di calcolare il Tempo di ritardo (SCS Lag).

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato: <b>R.03</b>
		Data: <b>09/07/2024</b>
	<i>Verifica Tecnica di Compatibilità Idraulica PAI elettrodotto</i>	Revisione: <b>01</b>
		Pagina: <b>7 di 37</b>

Il terzo step prevede invece la scelta del metodo di propagazione della piena che avviene lungo i tronchi presenti nella schematizzazione di bacino utilizzata. In questo caso si è scelto di utilizzare il metodo del “Tempo di ritardo” (Lag time) con il quale la stima del tempo di ritardo alla sezione di chiusura è fatta con una semplice composizione degli idrogrammi dei singoli sottobacini. Tale metodo tuttavia presenta una grave limitazione nel fatto che la propagazione dei singoli idrogrammi lungo l’asta principale è indipendente dalle condizioni della stessa ed in pratica si trascura l’effetto di laminazione e concentrazione che può avere in realtà l’asta principale. D’altro canto il metodo è molto semplice ed immediato da applicare e, con una buona stima del tempo di ritardo dei singoli sottobacini, i risultati sono abbastanza soddisfacenti.

### **La modellazione idraulica dei bacini con il software Hec-RAS**

Una volta calcolati i valori di portata di progetto per ogni tempo di ritorno (50-100-200 anni), è stata effettuata la modellazione idraulica lungo tutta l’asta fluviale dei fiumi e torrenti previsti nell’ambito dello studio. L’analisi idraulica è stata effettuata utilizzando il codice open source Hec-Ras ver.5.0.3, messo a punto dall’U.S. Army Corps of Engineers che permette di simulare la propagazione dell’onda di piena lungo il reticolo idraulico e determinare quindi l’altezza che il livello idrico raggiunge nelle varie sezioni; in tal modo è possibile evidenziare possibili criticità del reticolo stesso e permettere con successive elaborazioni, di perimetrare le aree allagabili con diversi tempi di ritorno. Più in particolare il software Hec-Ras permette di modellare la propagazione di una corrente lungo un d’acqua utilizzando uno schema unidimensionale sia in condizioni di moto permanente che in condizioni di moto vario.

Il software Hec-Ras prevede l’inserimento di una serie di sezioni fluviali trasversali al flusso, la cui geometria può essere inserita a partire da rilievi topografici effettuati in loco o utilizzando i dati territoriali estratti da modelli digitali del terreno (DTM) a varia risoluzione. I dati di scabrezza (coefficiente di Manning) ed altri parametri idraulici, vengono invece solitamente stimati sulla base delle caratteristiche morfologico-sedimentologico-botaniche degli alvei o desunte da dati bibliografici: ove possibile possono essere ricavate indirettamente con procedure di calibrazione e attraverso metodi di back-analysis.

Per quanto riguarda il dato topografico, è stato utilizzato un DTM ad alta risoluzione (1m) (derivato da dati LIDAR forniti dal Consorzio di Bonifica) integrato laddove necessario dal DTM a risoluzione 10m.

Per ogni asta fluviale è stato quindi creato un adeguato numero di sezioni trasversali al flusso, comunque mai con intervallo superiore ai 150m; sempre in ambiente GIS sono state anche definite le sezioni di monte e di valle relative agli attraversamenti (ponti) e ai “limiti” dell’alveo (sponde e canale principale). Le geometrie degli attraversamenti (ponti e culverts) ed i parametri di scabrezza del canale e delle sponde sono stati invece inseriti direttamente in Hec-Ras. Al termine della schematizzazione sono stati quindi inseriti i valori di portata precedentemente calcolati in Hec-Hms ed avviata la simulazione in regime di moto permanente: tale modalità, come detto, permette di calcolare la massima altezza raggiunta dal tirante idrico in corrispondenza del picco di piena.

Una volta terminata la modellazione, i risultati sono stati nuovamente esportati in formato idoneo per essere visualizzati nel modulo RASMapper all’interno di Hec-RAS: in tal modo è stato possibile rappresentare con base DTM l’estensione e le altezze delle aree inondabili.

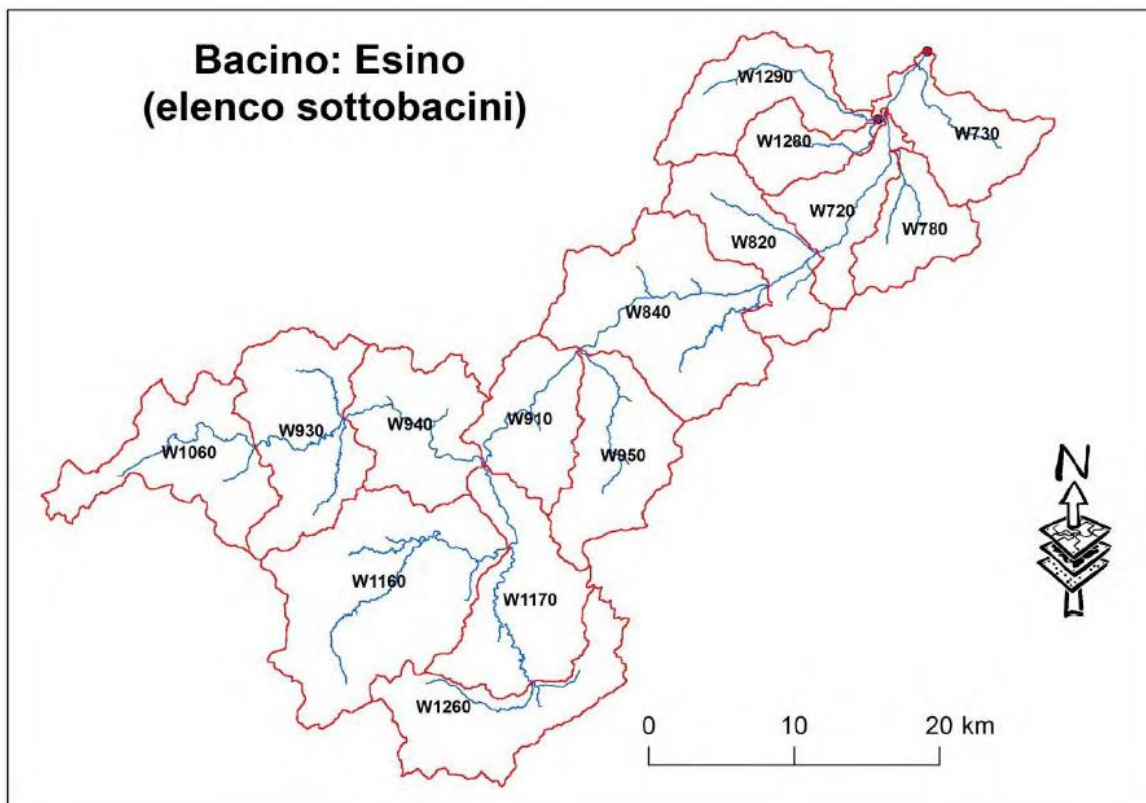


**BACINO DEL FIUME ESINO**

Caratteristiche Generali del Bacino

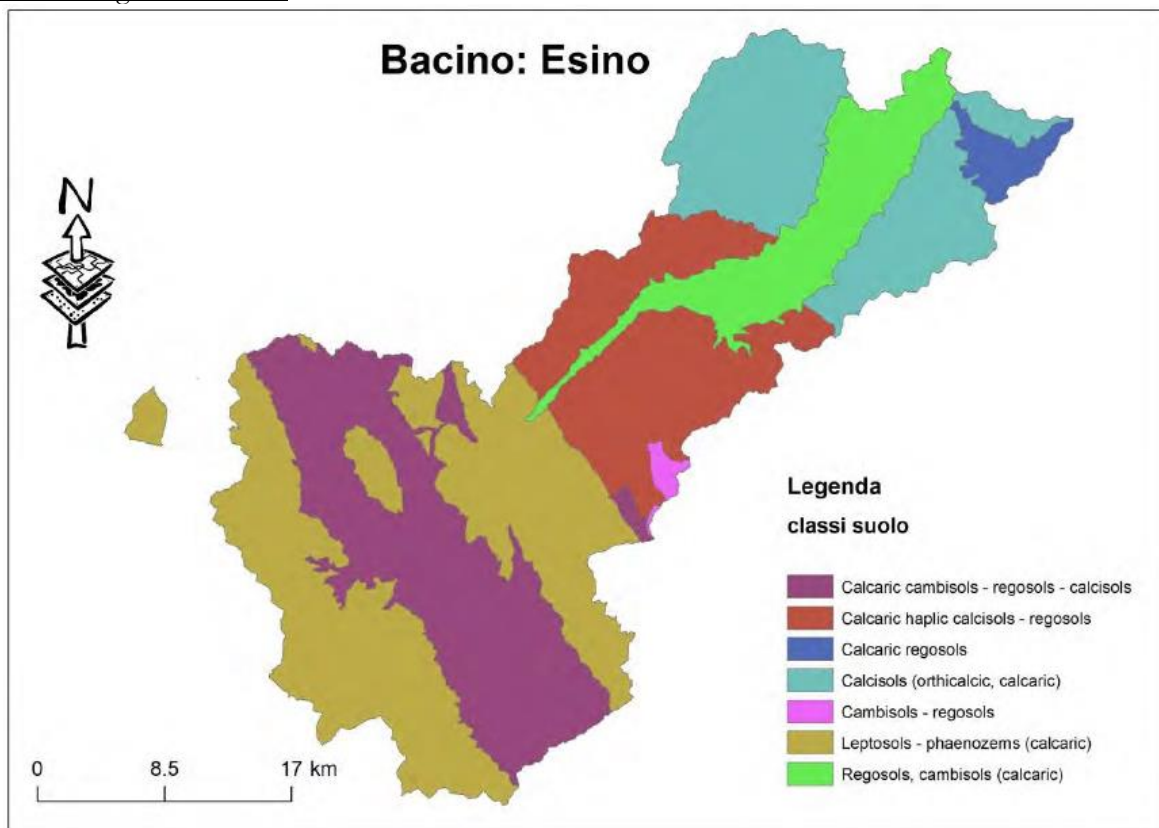
Bacino: <b>ESINO</b>							
<b>Area (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Perimetro (km)</b>	<b>L. Asta (km)</b>	<b>T-corr (h)</b>	<b>Pendenza bacino</b>	<b>Pendenza asta</b>	<b>CN bacino</b>	<b>C. runoff ( c )</b>
1219	356	101	16.77	0.09	0.0044	44	0.25

Suddivisione in sottobacini

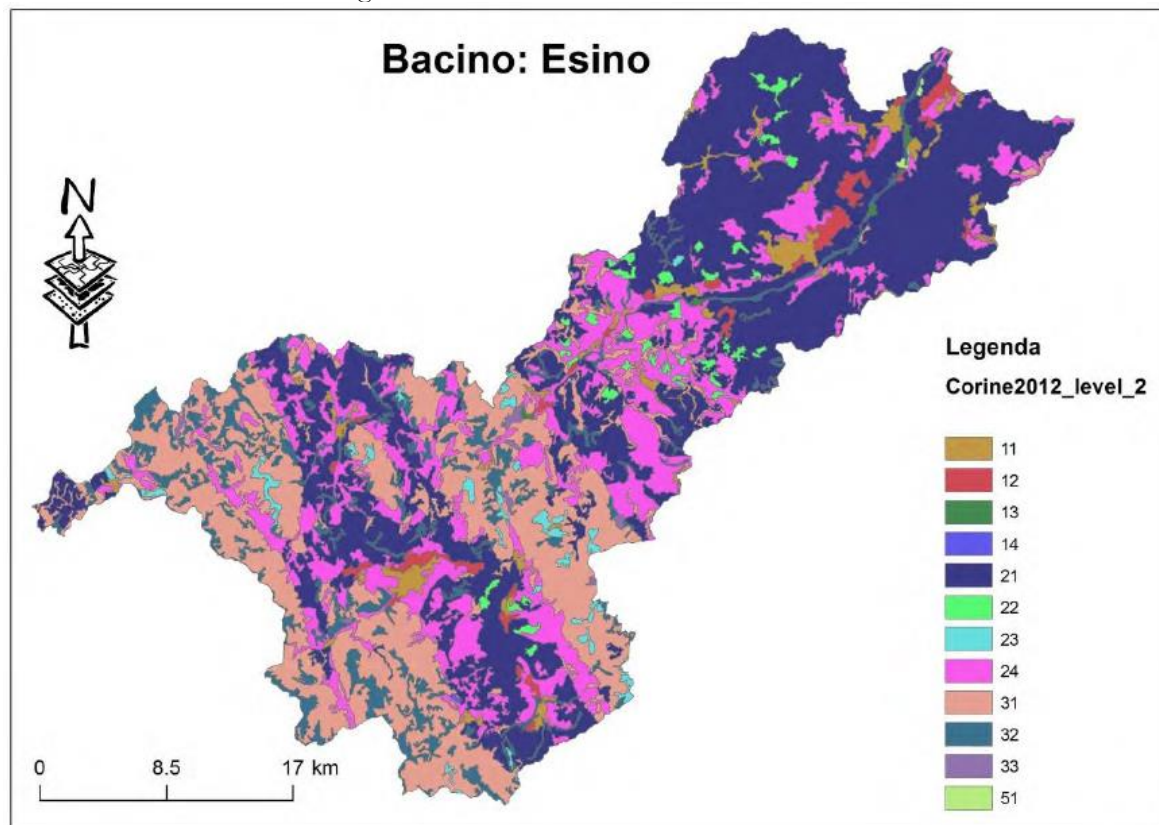


*Fig.1 – Bacino del fiume Esino : suddivisione in sottobacini (15) – Area di intervento sottobacino W720*

Modello idrologico del bacino



*Fig.2 – Bacino dell'Esino: carta delle classi di suolo*



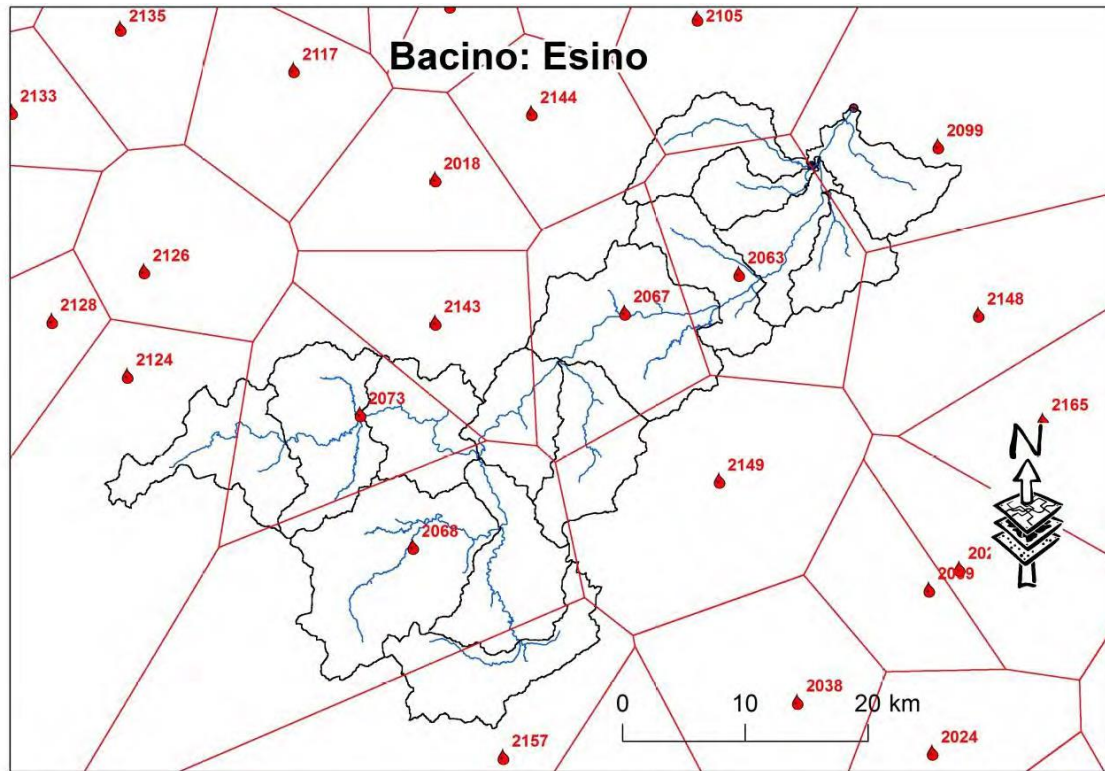
*Fig.3 – Bacino dell'Esino: carta dell'uso del suolo (CLC 2012)*



Fig.4 – Bacino dell'Esino: carta del Curve Number

Kirpich	Ventura	Pezzoli	Tournon	Puglisi	Viparelli	Tempo di corrivazione ( $T_c$ - medio) (h)	Subbasin
1.66	2.51	3.59	3.84	4.39	0.00	3.31	W200
4.10	5.19	11.66	5.80	7.10	0.00	6.03	W220
4.60	5.68	13.54	6.78	7.54	0.00	6.67	W230
3.10	3.89	8.11	5.74	5.87	0.00	5.16	W250
1.32	1.58	2.68	5.00	3.24	0.00	2.50	W270
1.59	1.89	3.41	5.46	3.64	0.00	2.98	W320
1.34	1.57	2.72	4.76	3.22	0.00	2.50	W340
2.88	4.28	7.37	9.03	6.25	0.00	5.97	W360
5.12	6.91	15.55	10.11	8.57	0.00	8.53	W370

Tempo di corrivazione (in ore) dei diversi sottobacini calcolato con differenti metodi



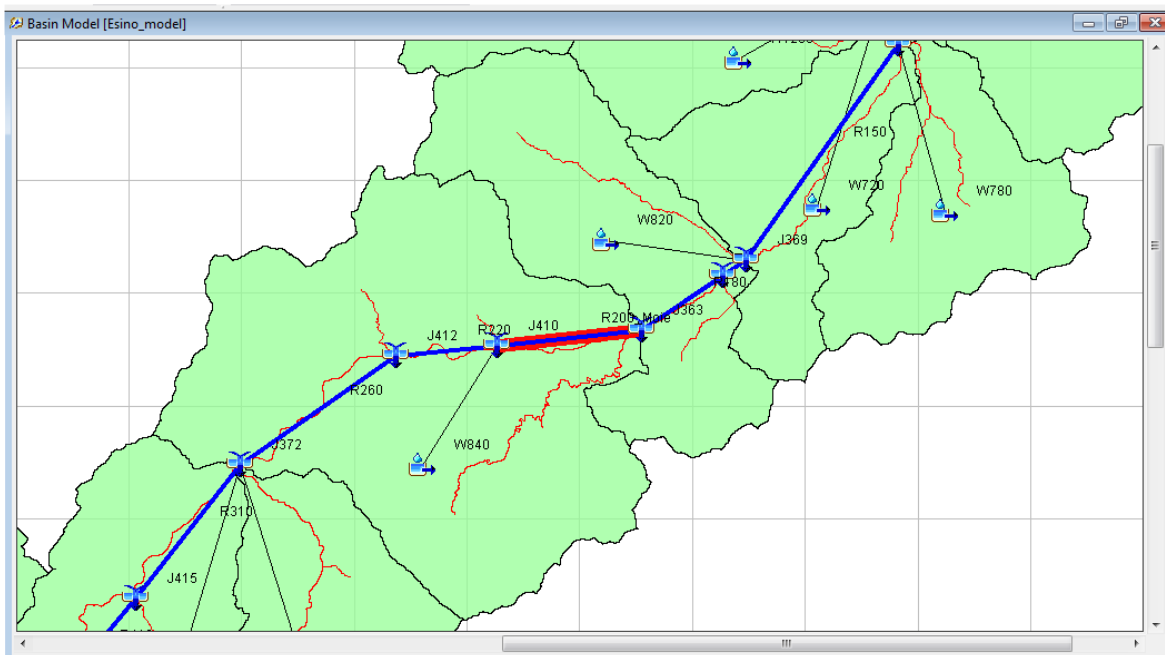
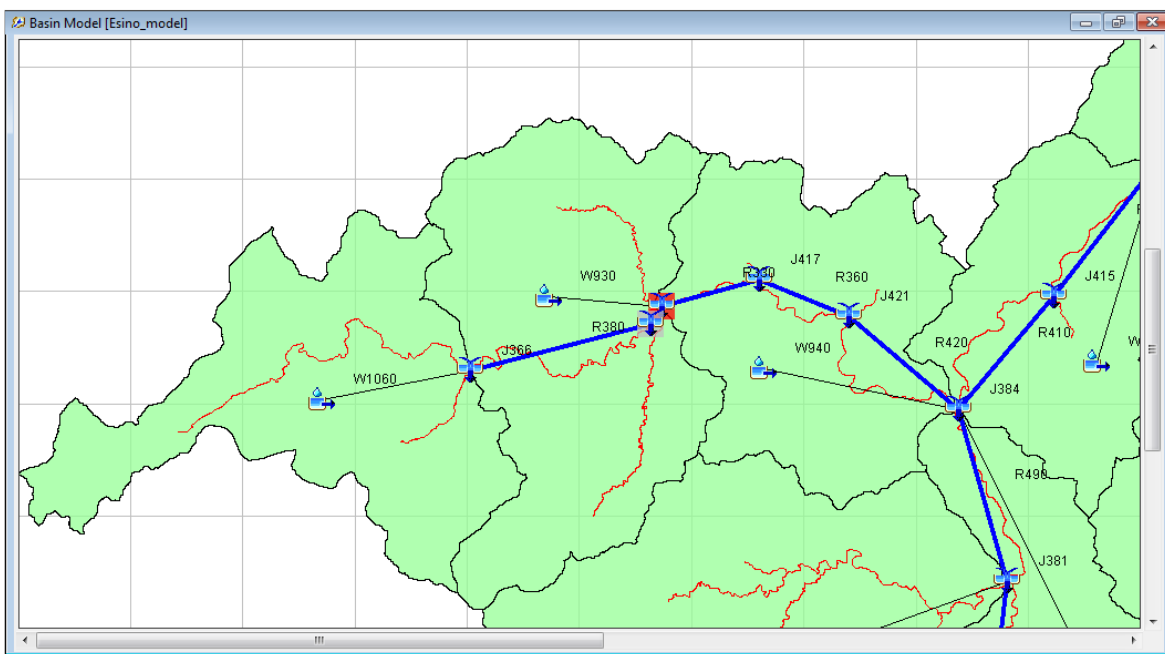
*Fig.5 - Distribuzione dei pluviometri nel bacino dell'Esino e relativi poligoni di Thiessen*

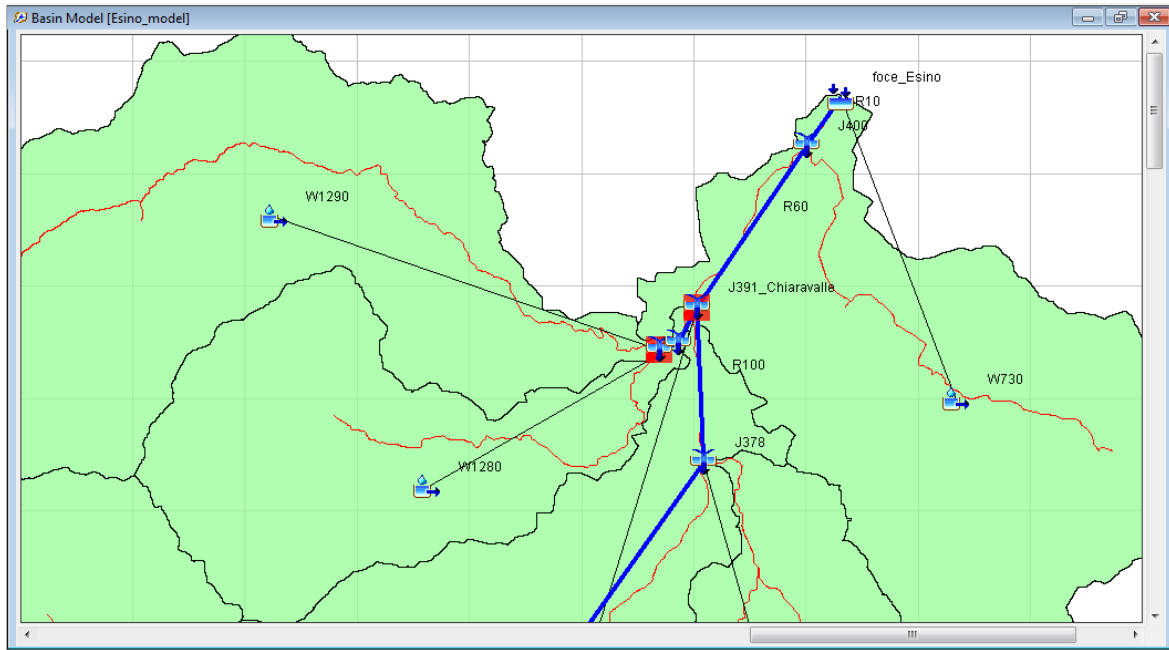
La simulazione idrologica in Hec-Hms

Anche nel caso del Fiume Esino la modellazione, per quanto preliminare, è stata portata a termine in modo soddisfacente. L'assenza di invasi artificiali infatti ha reso più semplice il processo di calibrazione, processo che è stato possibile grazie alla presenza di n.4 idrometri con relativa scala di deflusso posizionati a Colleponi, Moie e Chiaravalle lungo l'asta principale e a Monte San Vito lungo il Fosso Triponzio, tributario di sinistra (Fig. 6).

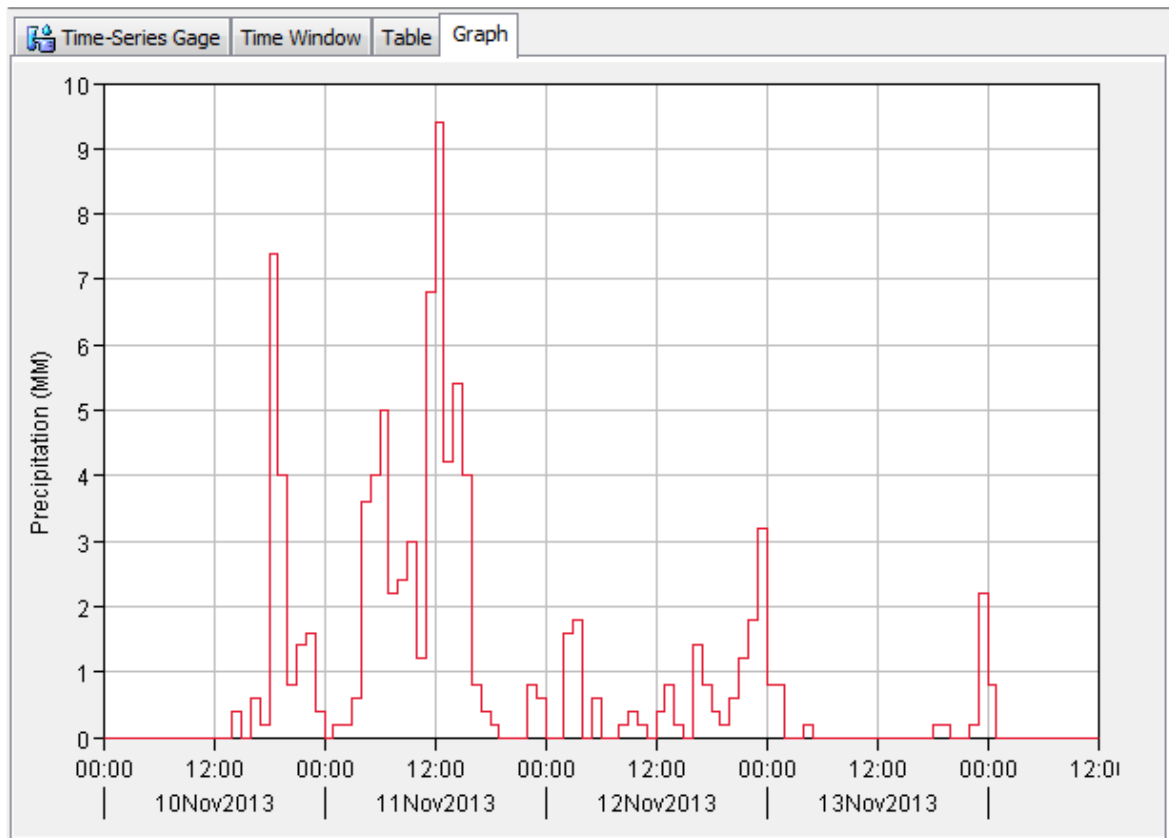
Utilizzando come nei casi precedenti i dati pluviometrici dell'evento di novembre 2013 (Fig.7 e Fig.8), si è arrivati ad un buon grado di calibrazione con le portate registrate in tutti e quattro gli idrometri; le differenze, peraltro contenute, osservate agli idrometri di Colleponi e Moie, sarebbero da imputare a letture "disturbate" durante l'evento di piena dalla presenza di detriti o materiali vari di ostacolo all'interno della sezione di deflusso (Fig.8).

I valori calibrati, e assimilati alle condizioni II delle AMC di media saturazione, sono stati poi utilizzati per la simulazione in condizioni sature (AMC III). Ietogramma di progetto triangolare tipo "Chicago" e durata dell'evento 12h (Fig.10) sono stati poi associati ad ogni pluviometro, mentre la distribuzione della pioggia è stata realizzata utilizzando il metodo dei poligoni di Thiessen.





*Fig. 6 - Ubicazione degli idrometri nel bacino del fiume Esino utilizzati per la calibrazione: nella prima immagine l'idrometro di Colleponi, nella seconda quello di Moie e nel terzo quelli di Monte San Vito e Chiaravalle.*



*Fig. 7 – L'evento pluviometrico di novembre 2013 (pluviometro di Jesi)*

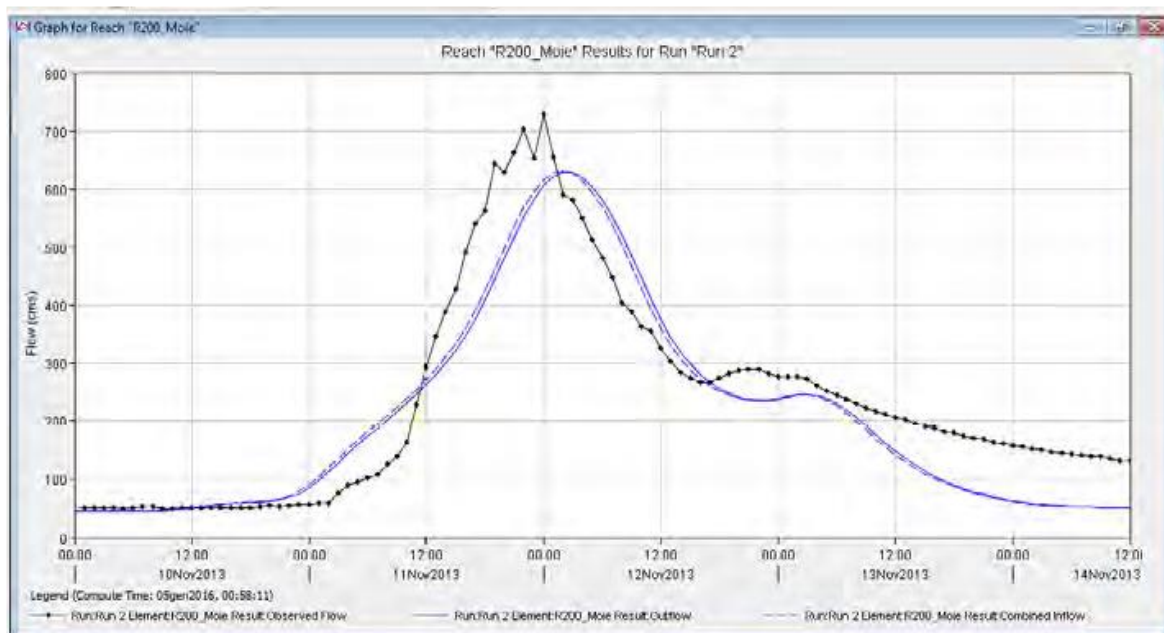
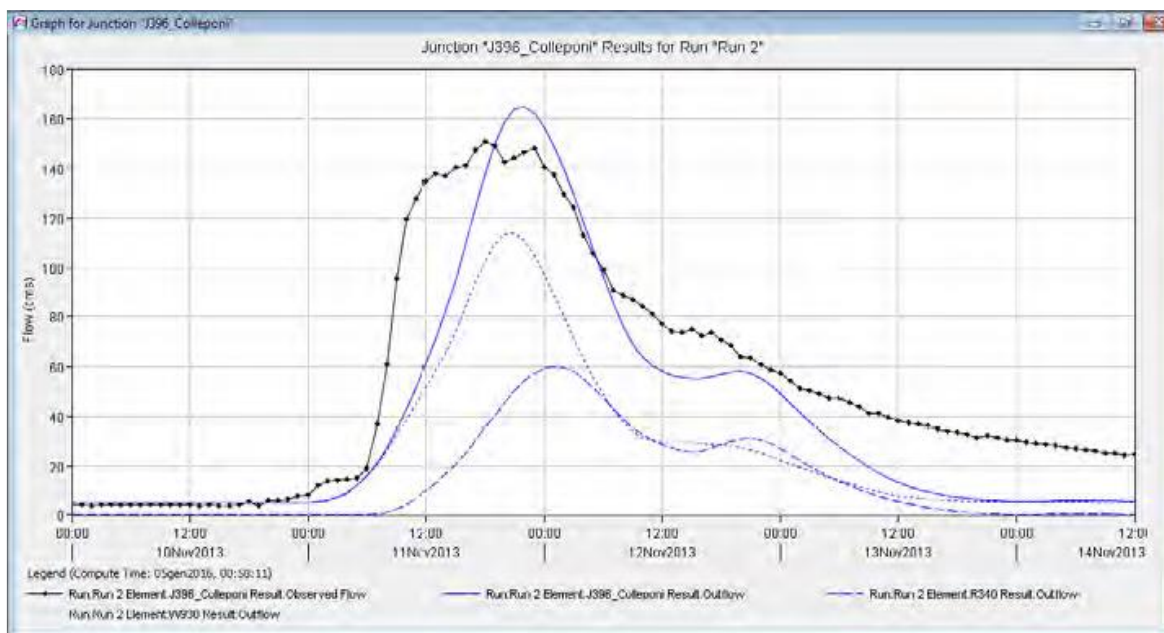
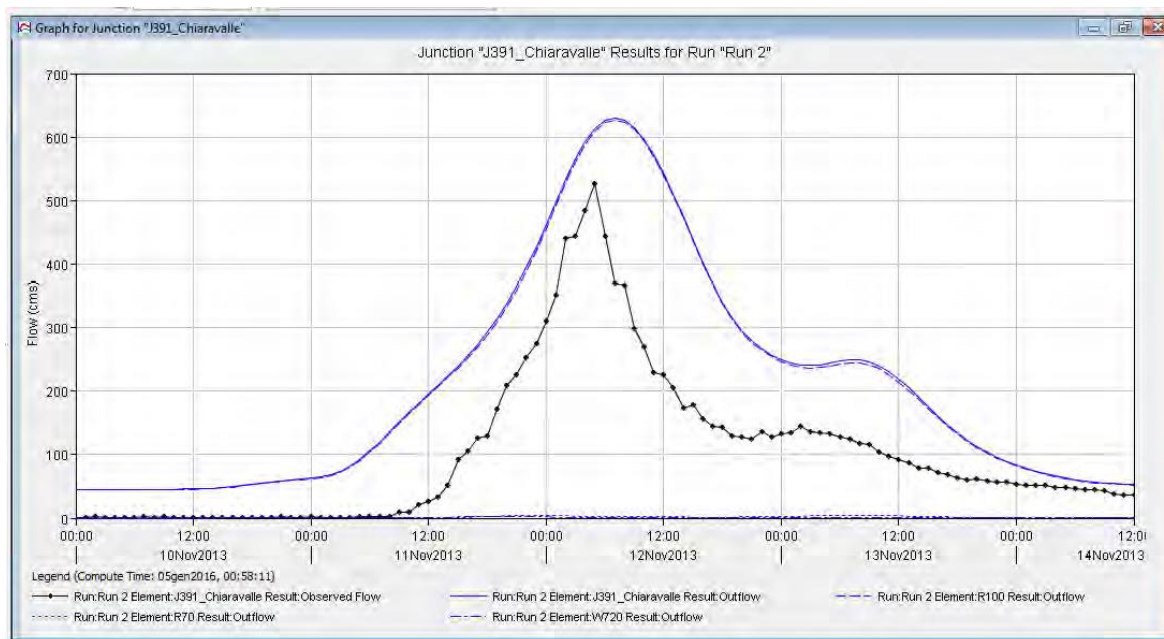
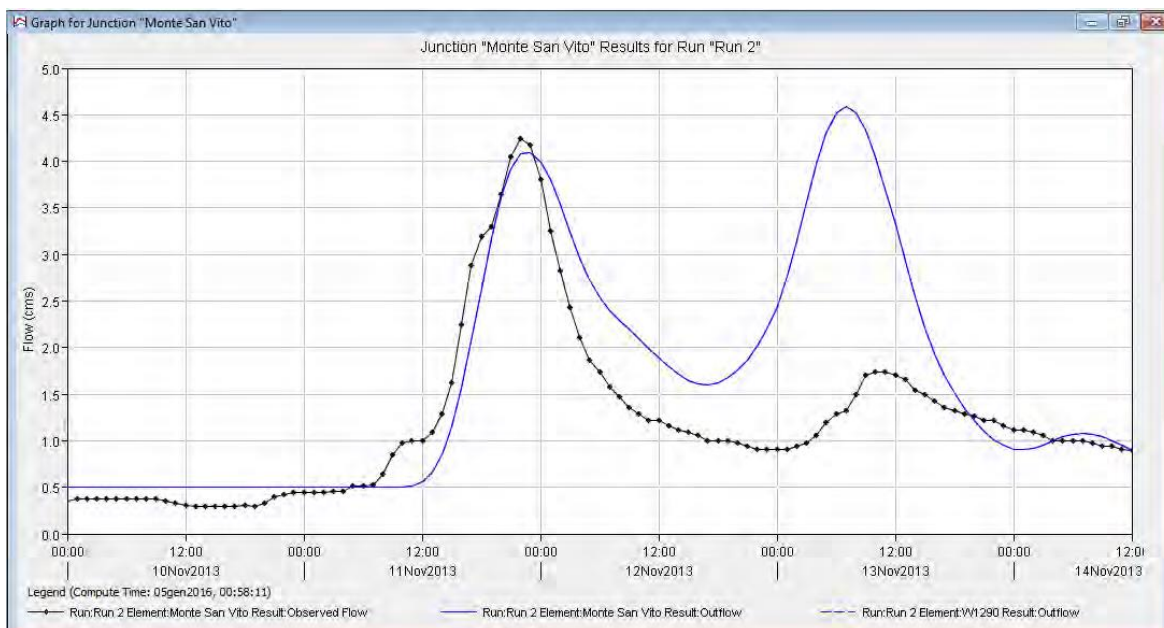


Fig. 8 – Confronto fra portate reali (in nero) e simulate agli idrometri di Colleponi e Moie



*Fig. 9 – Confronto fra portate reali (in nero) e simulate agli idrometri di Monte San Vito e Chiaravalle*



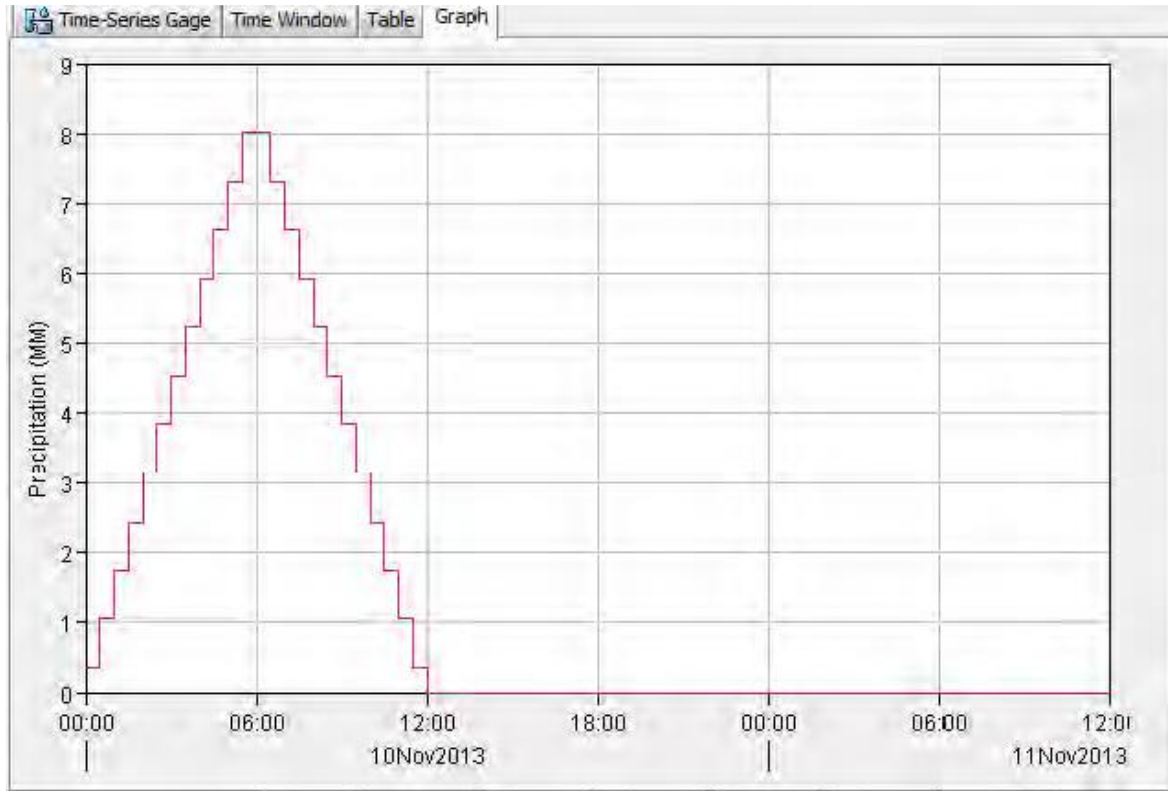


Fig. 10 – Ietogramma di progetto triangolare (12h) calcolato per il pluviometro di Jesi

Calcolati i valori di pioggia e completata la schematizzazione del modello (Fig. 11 e Fig.12) è stata avviata la simulazione.

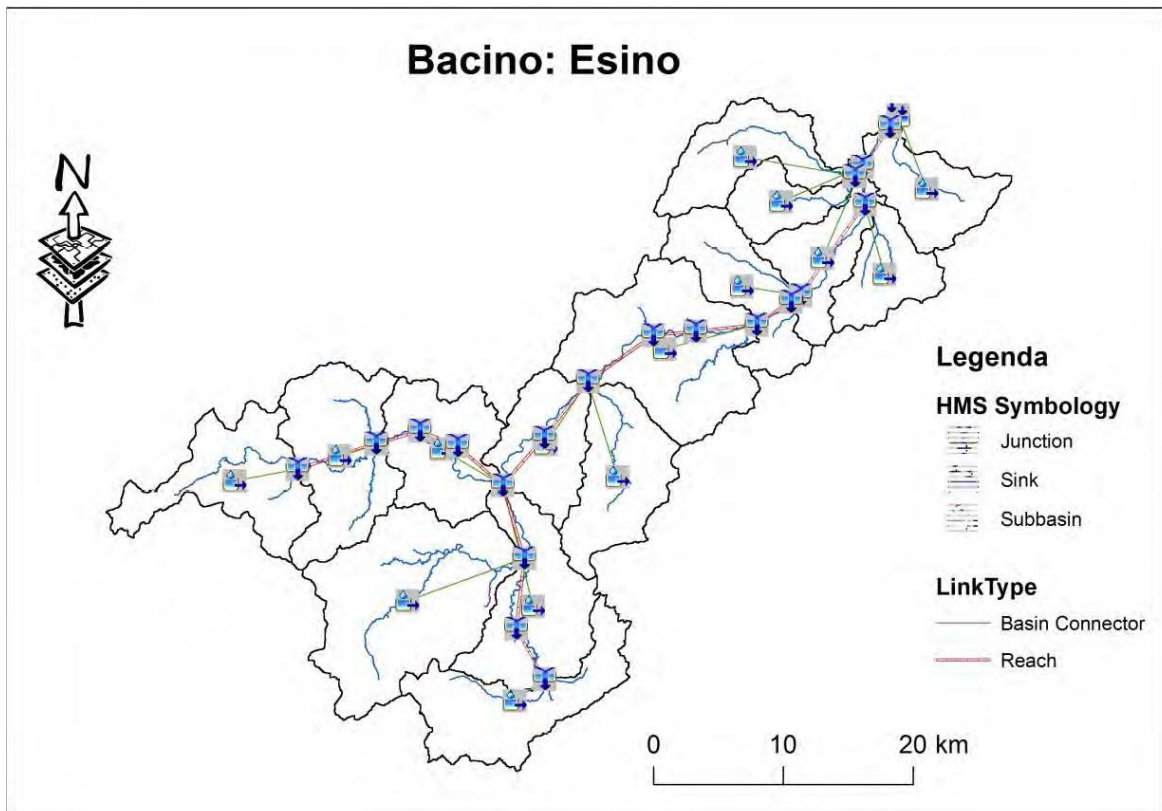


Fig. 11 – Schematizzazione in HEC-GeoHMS del modello di bacino: suddivisione in sottobacini e confluenze

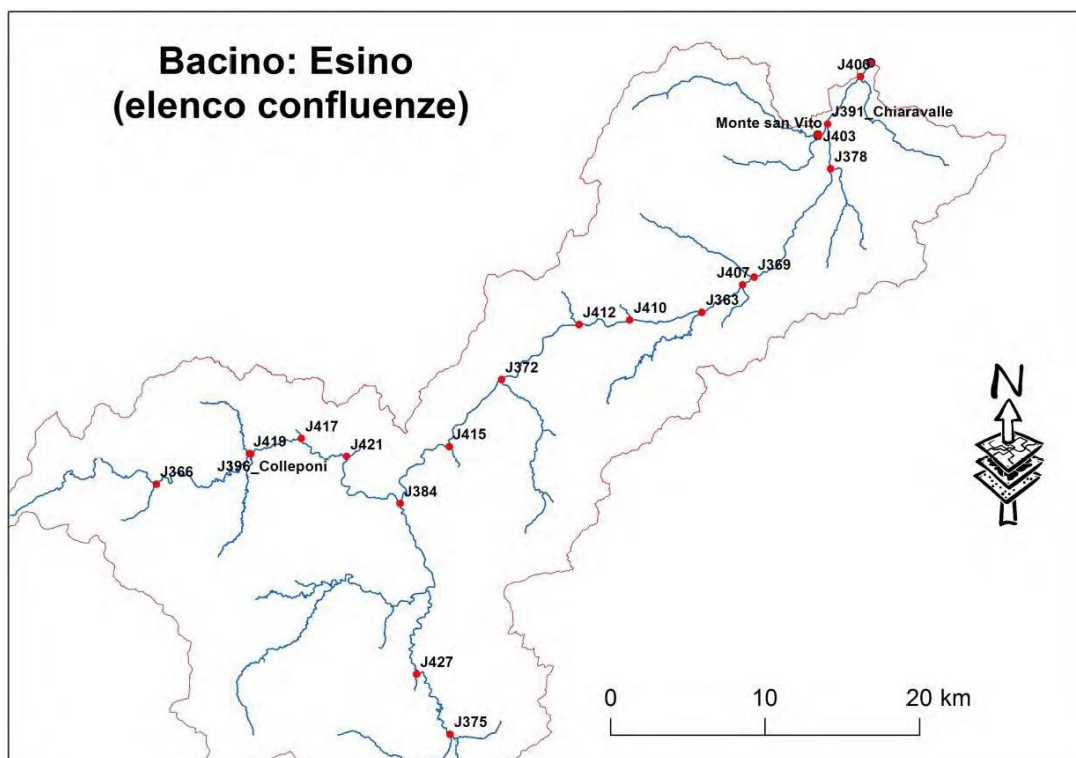


Fig. 12 – Particolare delle confluenze utilizzate nella modellazione

I risultati sono riportati in Fig.13.

Subbasin	$Q_{\max 50}$ Giandotti (Rational method) ( $m^3/s$ )	$Q_{\max 50}$ HEC_HMS SCS method ( $m^3/s$ )	Junction	$Q_{\max 50}$ (HEC-HMS) calib ( $m^3/s$ )
W1060	101.99	75.8	J363	876.7
W1160	153.80	177.2	J366	75.8
W1170	81.51	88.9	J369	883
W1260	108.67	106.1	J372	772.3
W1280	33.58	14.1	J375	106.1
W1290	67.43	81.6	J378	884.2
W720	46.76	19.9	J381	280.1
W730	61.72	69.2	J384	666.5
W780	52.14	27.8	J391_Chiaravalle	938.5
W820	64.08	29.5	J396_Colleponi	200.5
W840	112.78	127.0	J400	937.2
W910	73.30	91.9	J403	94.7
W930	179.55	133.4	J407	876
W940	121.92	149.4	J410	876.8
W950	117.09	60.4	J412	772.3
			J415	666.2
			J417	200.2
			J419	75.8
			J421	200.2
			J427	106.1
			Monte San Vito	81.6
			foce Esino	944

Fig. 13 – Valori di portata ottenuti dalla modellazione e relativi ai sottobacini ed alle maggiori confluenze

Dal confronto fra le portate calcolate utilizzando la Formula di Giandotti (e un coefficiente di deflusso di 0.25) e quelli ottenuti con il metodo SCS, emerge una sostanziale analogia; le differenze maggiori, come spesso accade, sono state rilevate in corrispondenza di bacini con areali considerevoli e bassi valori del Curve Number. Le portate simulate tuttavia appaiono ragionevoli, proprio in virtù del numero di idrometri utilizzati per la simulazione e per la loro discreta distribuzione all'interno del bacino.

Report e Dettaglio Analitico Modello Idraulico – F.Esino tratto di Chiaravalle

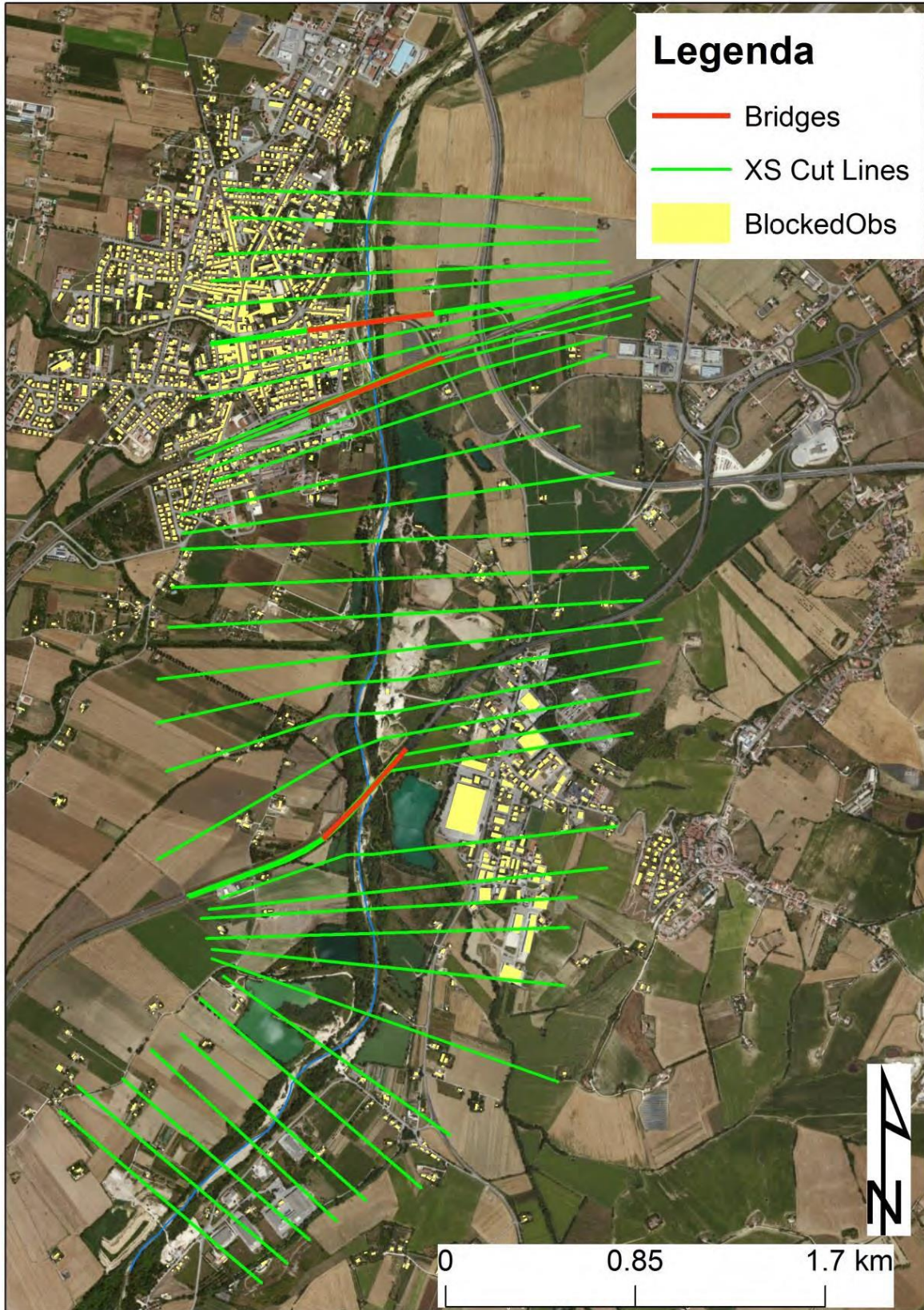
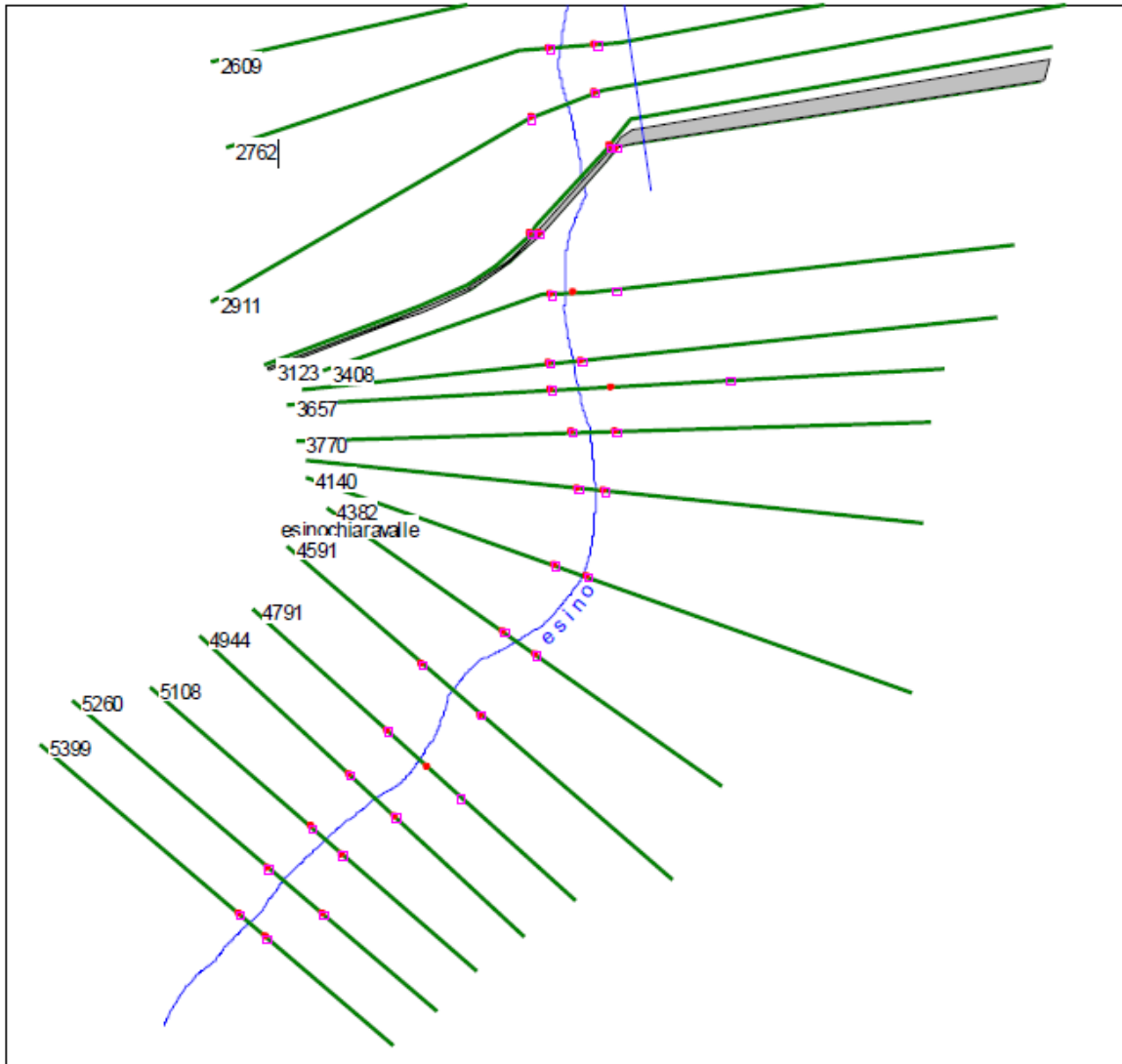


Fig.14 – Schematizzazione del tratto analizzato, subito a monte dell’abitato di Chiaravalle



*Fig.15 – Schematizzazione e numerazione delle sezioni realizzate per l'analisi: primo tratto*

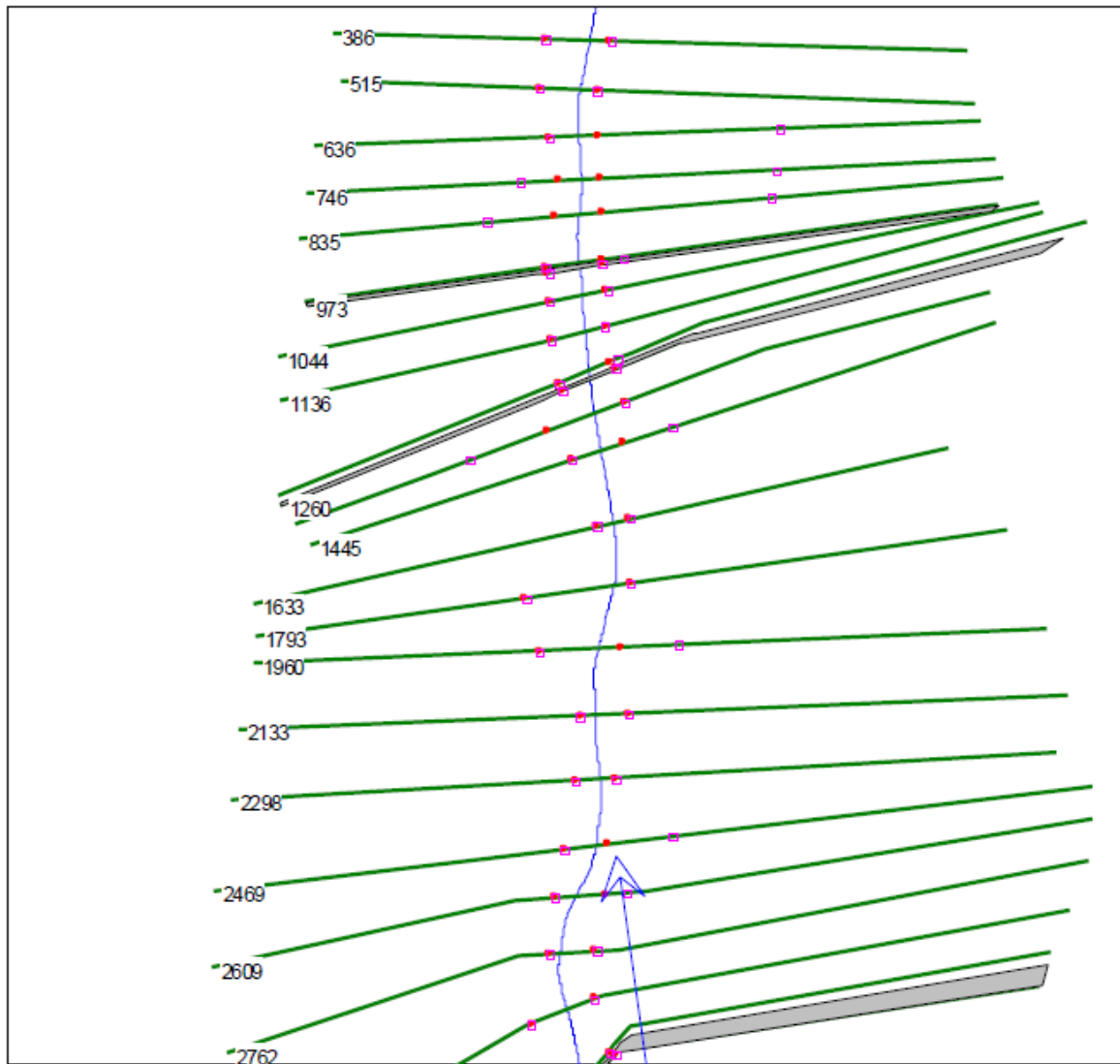


Fig.16 – Schematizzazione e numerazione delle sezioni realizzate per l'analisi: tratto terminale (Sez. 973 di intervento)

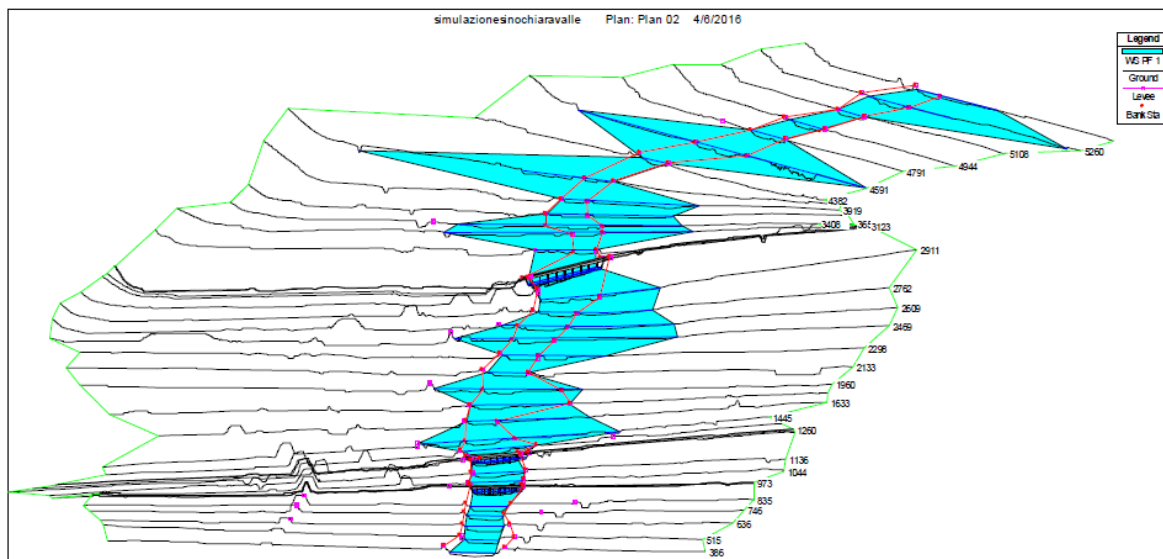


Fig. 17 – Visualizzazione tridimensionale dei risultati delle modellazione

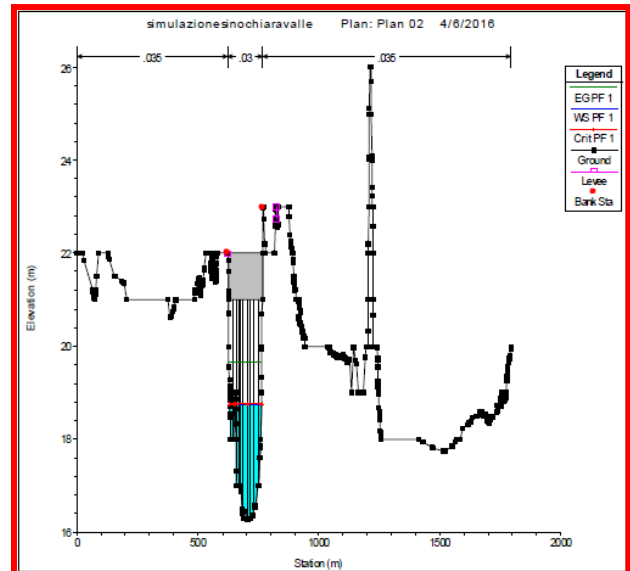
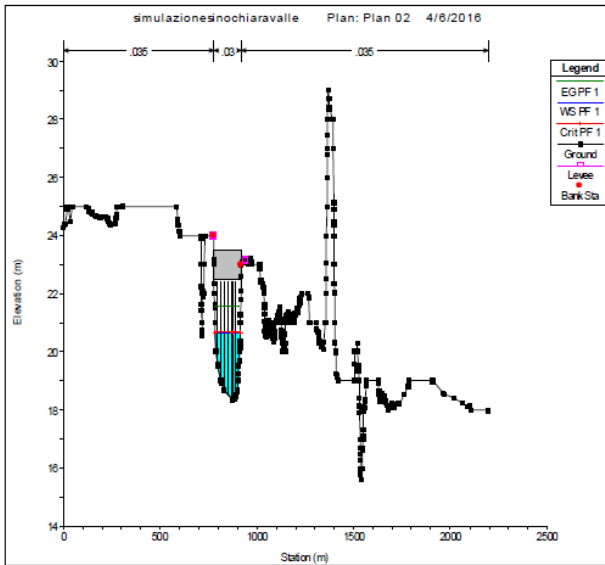
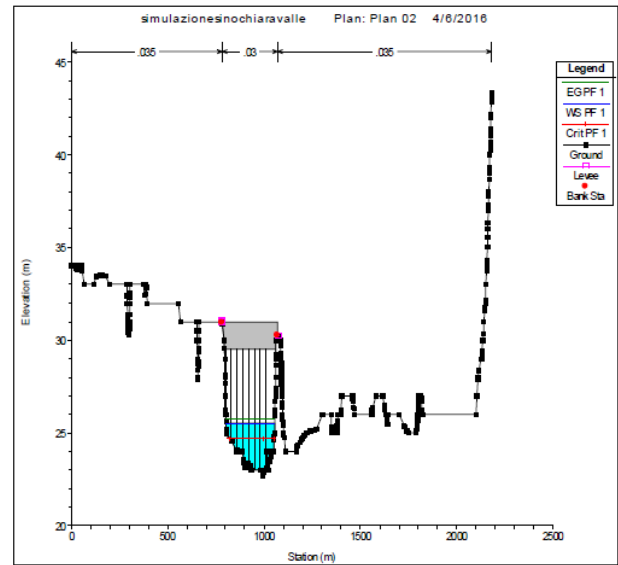
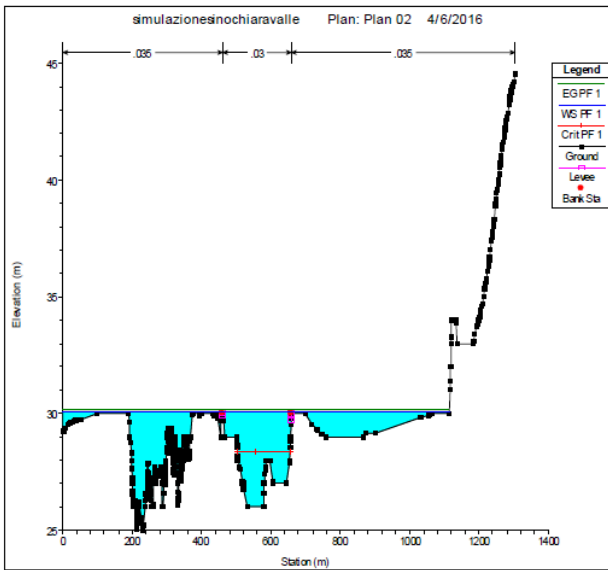


Fig.18 – Particolare dei tiranti idrici raggiunti in corrispondenza della sezione n.4591 (tratto iniziale) e di quelle n. 3112, 1250 e 967 (sezione di riferimento per il presente studio) poste a valle dei maggiori attraversamenti (ponti)

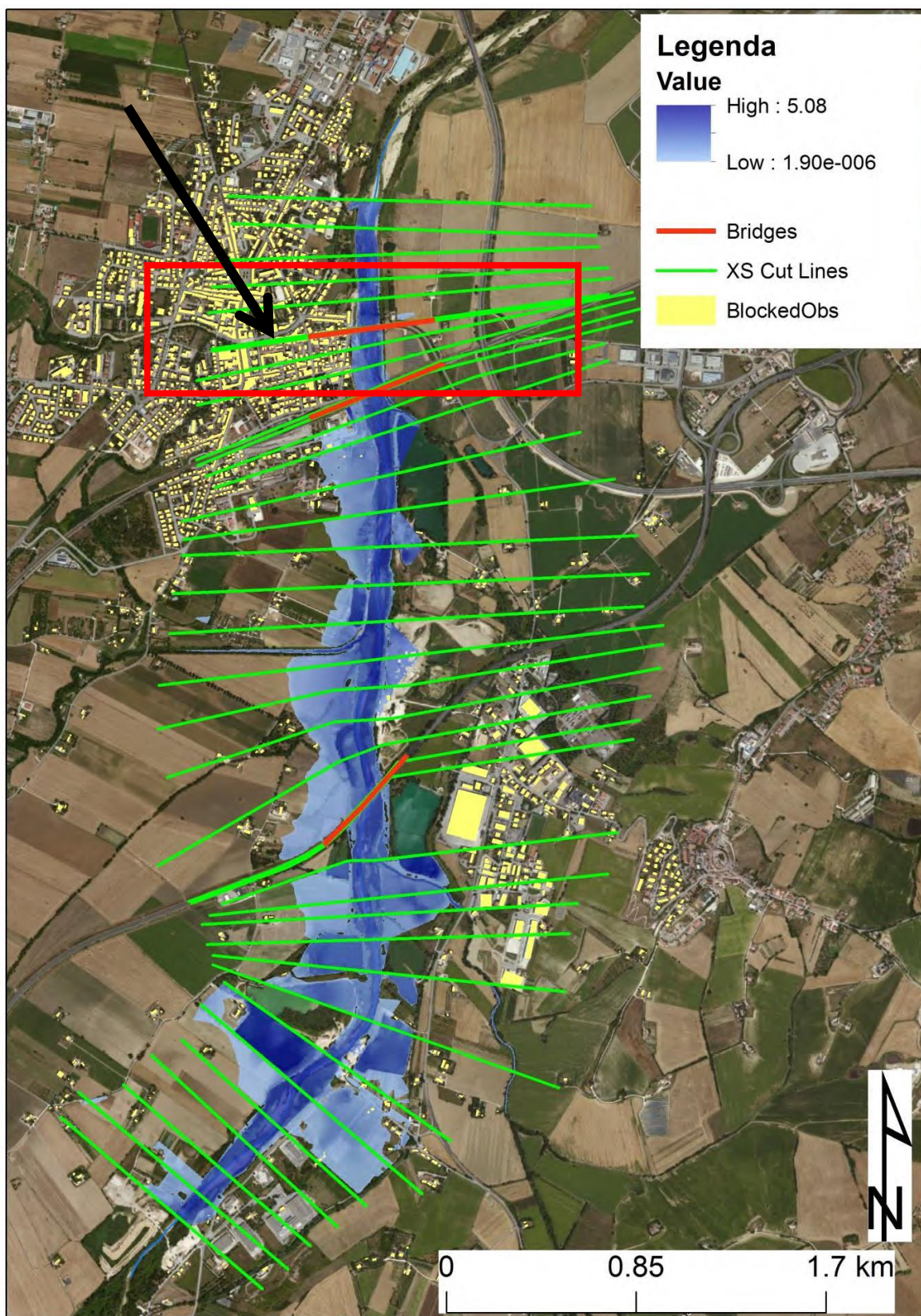


Fig.19 – Mappa delle aree potenzialmente esondabili nel tratto esaminato con indicata la sezione di riferimento (967) (Tr 50-100-200 anni)

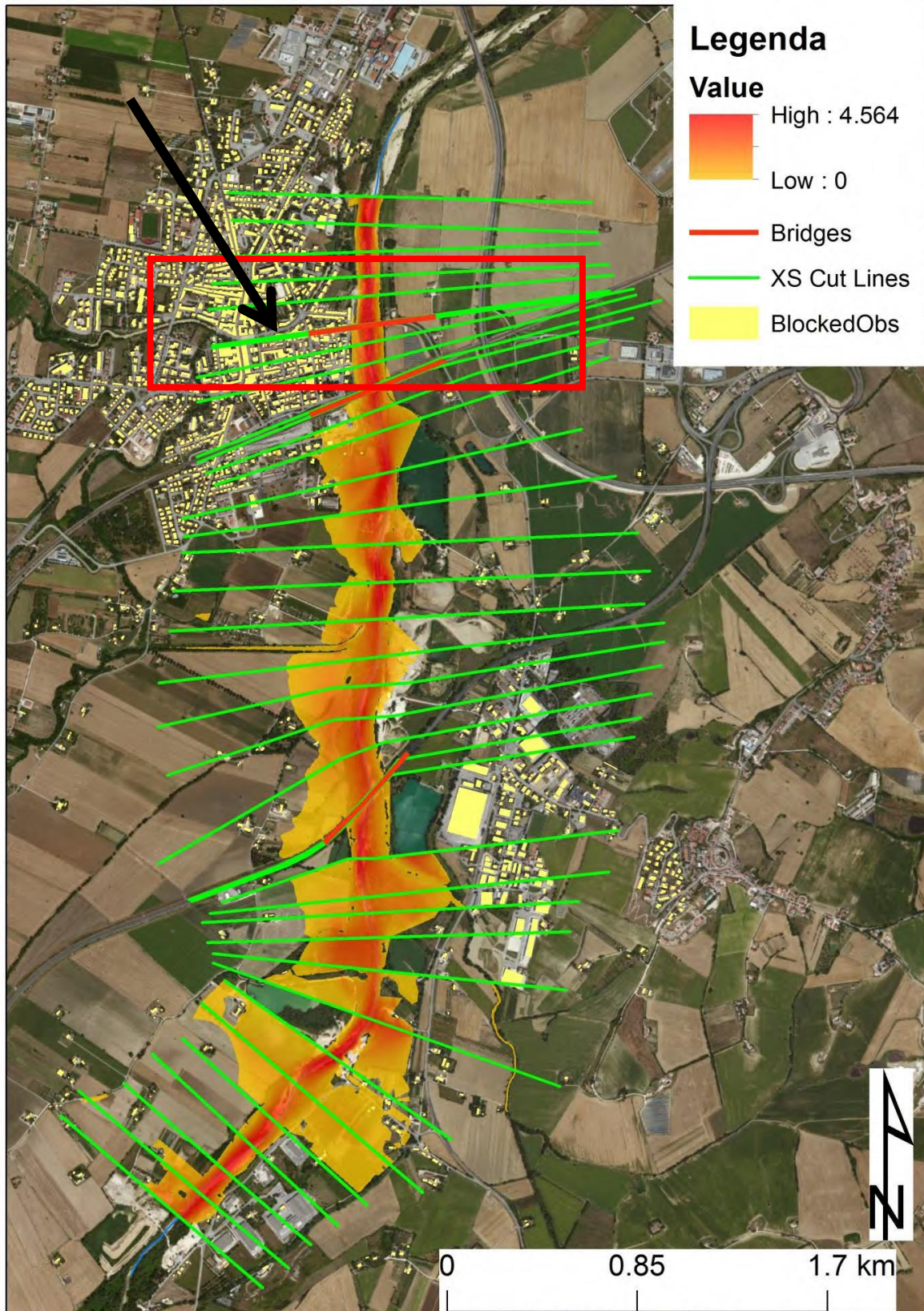


Fig.20 – Mappa delle velocità della corrente con indicata la sezione di riferimento (967) (T50-100-200 anni)



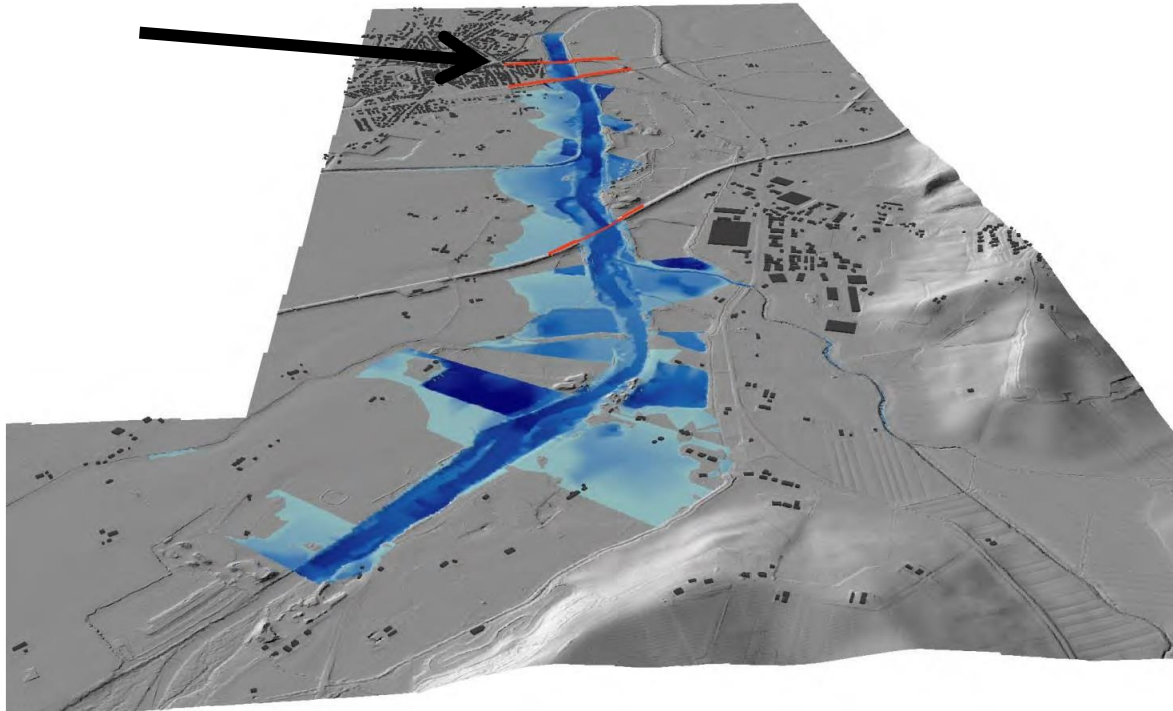


Fig.21 – DEM del tratto analizzato con indicazione delle aree esondabili, dei centri abitati e dei principali attraversamenti con indicazione della sezione di riferimento (967)

### PARAMETRI E RISULTATI DELLA MODELLAZIONE (2016)

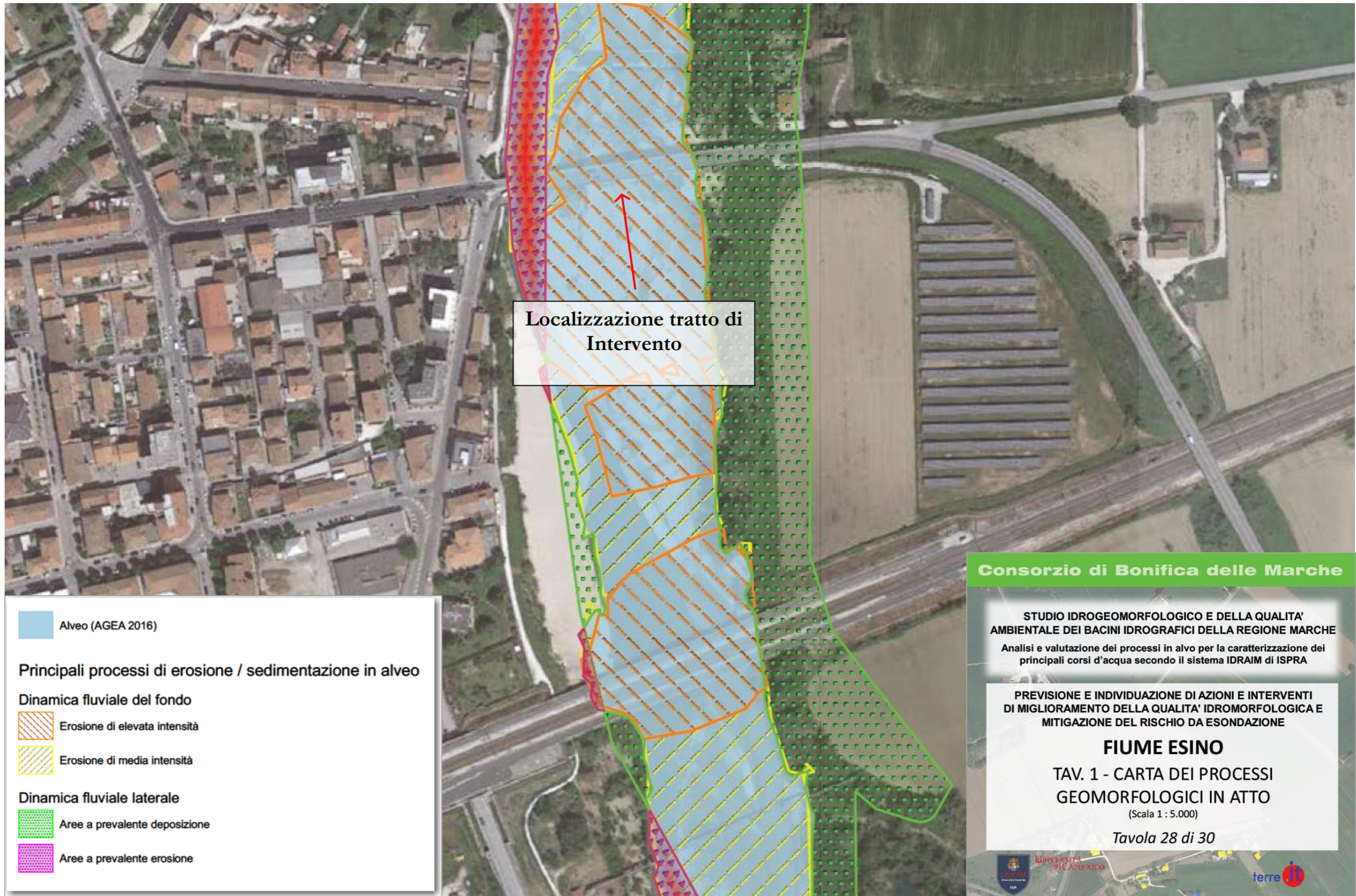
Portata di progetto ( $T_r = 50$  yrs): 883 m<sup>3</sup>/sec

n. sezioni non verificate: 16 (5399, 5260, 4944, 4591, 3919, 3770, 3657, 3585, 2911, 2762, 2609, 2469, 2298, 1960, 1633, 1445)

**Risultati:** Molte delle sezioni analizzate e poste a monte del centro abitato di Chiaravalle non verificano la portata di progetto, anche per la presenza, in molti tratti, di argini bassi e discontinui: di contro, l'attraversamento ubicato in località Piane sembra contenere agevolmente la portata simulata. Il rischio in questo tratto è tuttavia relativamente alto sebbene alcune abitazioni, ubicate nella porzione di piana alluvionale ad uso agricolo limitrofa al corso d'acqua, possano essere messo a rischio da un evento particolarmente intenso. Apparentemente migliore è la situazione all'interno dell'abitato di Chiaravalle dove il corso d'acqua, che scorre in un alveo particolarmente inciso ed arginato, non crea condizioni di particolare criticità né alle abitazioni né ai due attraversamenti (ponti) ubicati all'interno del contesto urbano.

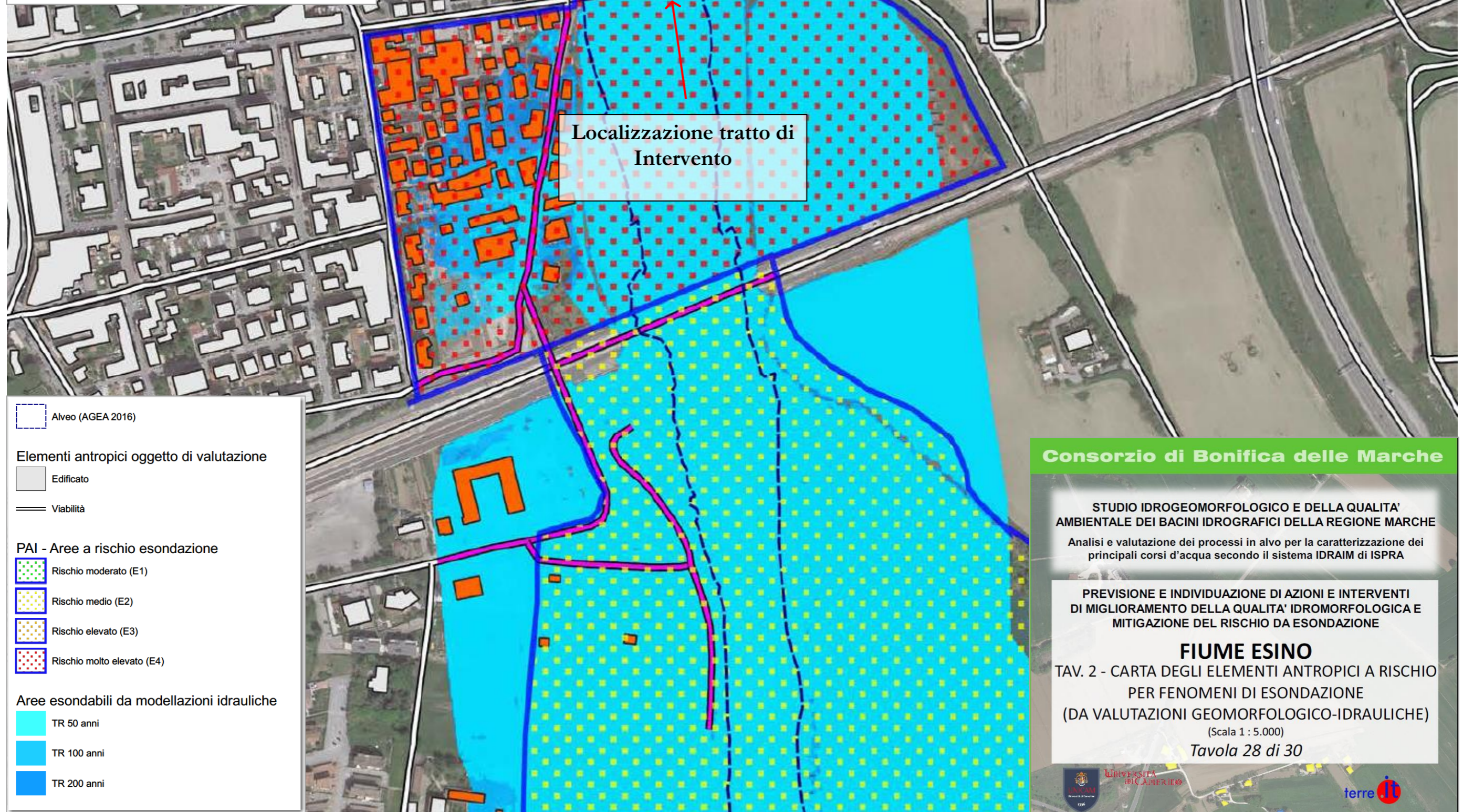
	BACINO	PORTATA
<b>A</b>	Esino chiusura a Chiaravalle	1261,09 m <sup>3</sup> /sec
<b>B</b>	Esino chiusura a Jesi	1119,85 m <sup>3</sup> /sec
<b>C</b>	Esino chiusura a Moie	1018,84 m <sup>3</sup> /sec
<b>D</b>	Esino chiusura a Mergo	997,53 m <sup>3</sup> /sec


Valori di riferimento per la portata con  $T_r$  200 anni del f. Esino al variare della sezione di chiusura del Bacino (Studio 2019)




Elementi antropici a rischio  
(PAI e modellazioni idrauliche TR 200 anni)

-  Edifici
-  Tratti di viabilità







 Alveo (AGEA 2016)



Elementi antropici oggetto di valutazione

-  Edificato
-  Viabilità

PAI - Aree a rischio esondazione

-  Rischio moderato (E1)
-  Rischio medio (E2)
-  Rischio elevato (E3)
-  Rischio molto elevato (E4)

Aree esondabili da modellazioni idrauliche

-  TR 50 anni
-  TR 100 anni
-  TR 200 anni

**Consorzio di Bonifica delle Marche**

STUDIO IDROGEOMORFOLOGICO E DELLA QUALITA' AMBIENTALE DEI BACINI IDROGRAFICI DELLA REGIONE MARCHE

Analisi e valutazione dei processi in alvo per la caratterizzazione dei principali corsi d'acqua secondo il sistema IDRAIM di ISPRA

PREVISIONE E INDIVIDUAZIONE DI AZIONI E INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELLA QUALITA' IDROMORFOLOGICA E MITIGAZIONE DEL RISCHIO DA ESONDAZIONE

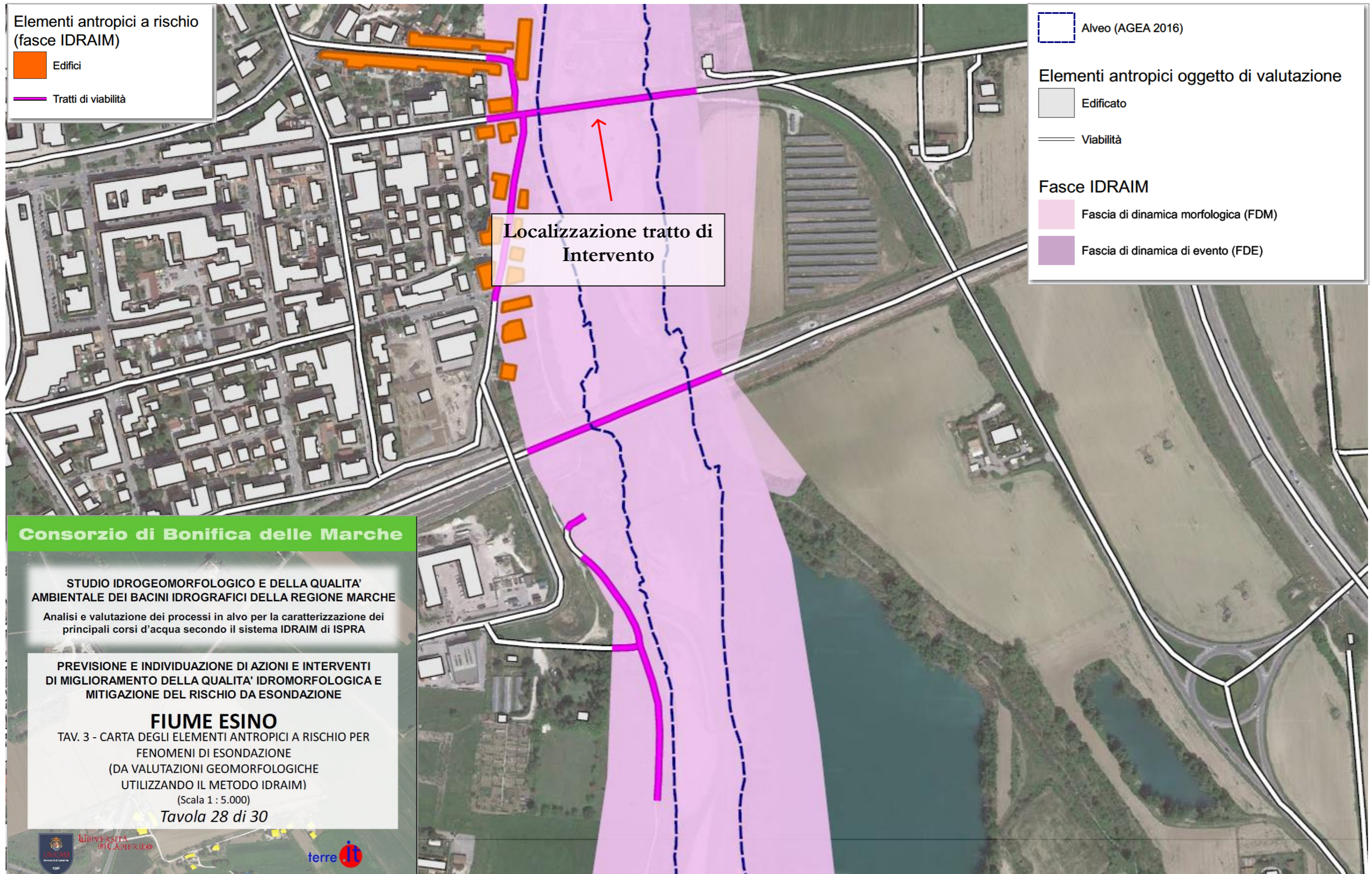
**FIUME ESINO**

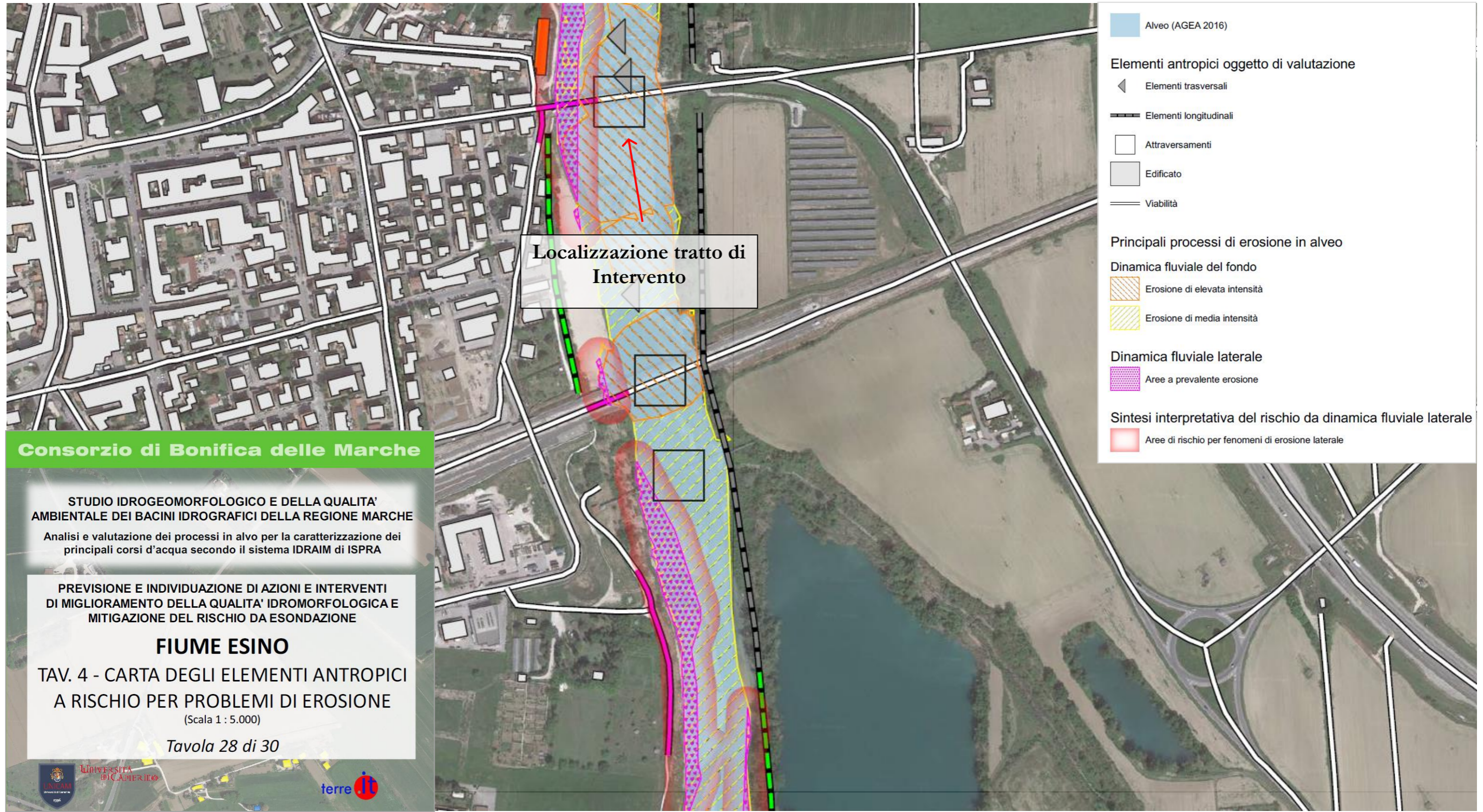
TAV. 2 - CARTA DEGLI ELEMENTI ANTROPICI A RISCHIO PER FENOMENI DI ESONDAZIONE (DA VALUTAZIONI GEOMORFOLOGICO-IDRAULICHE)

(Scala 1 : 5.000)

Tavola 28 di 30







**Consorzio di Bonifica delle Marche**

STUDIO IDROGEOMORFOLOGICO E DELLA QUALITA' AMBIENTALE DEI BACINI IDROGRAFICI DELLA REGIONE MARCHE

Analisi e valutazione dei processi in alveo per la caratterizzazione dei principali corsi d'acqua secondo il sistema IDRAIM di ISPRA

PREVISIONE E INDIVIDUAZIONE DI AZIONI E INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELLA QUALITA' IDROMORFOLOGICA E MITIGAZIONE DEL RISCHIO DA ESONDAZIONE

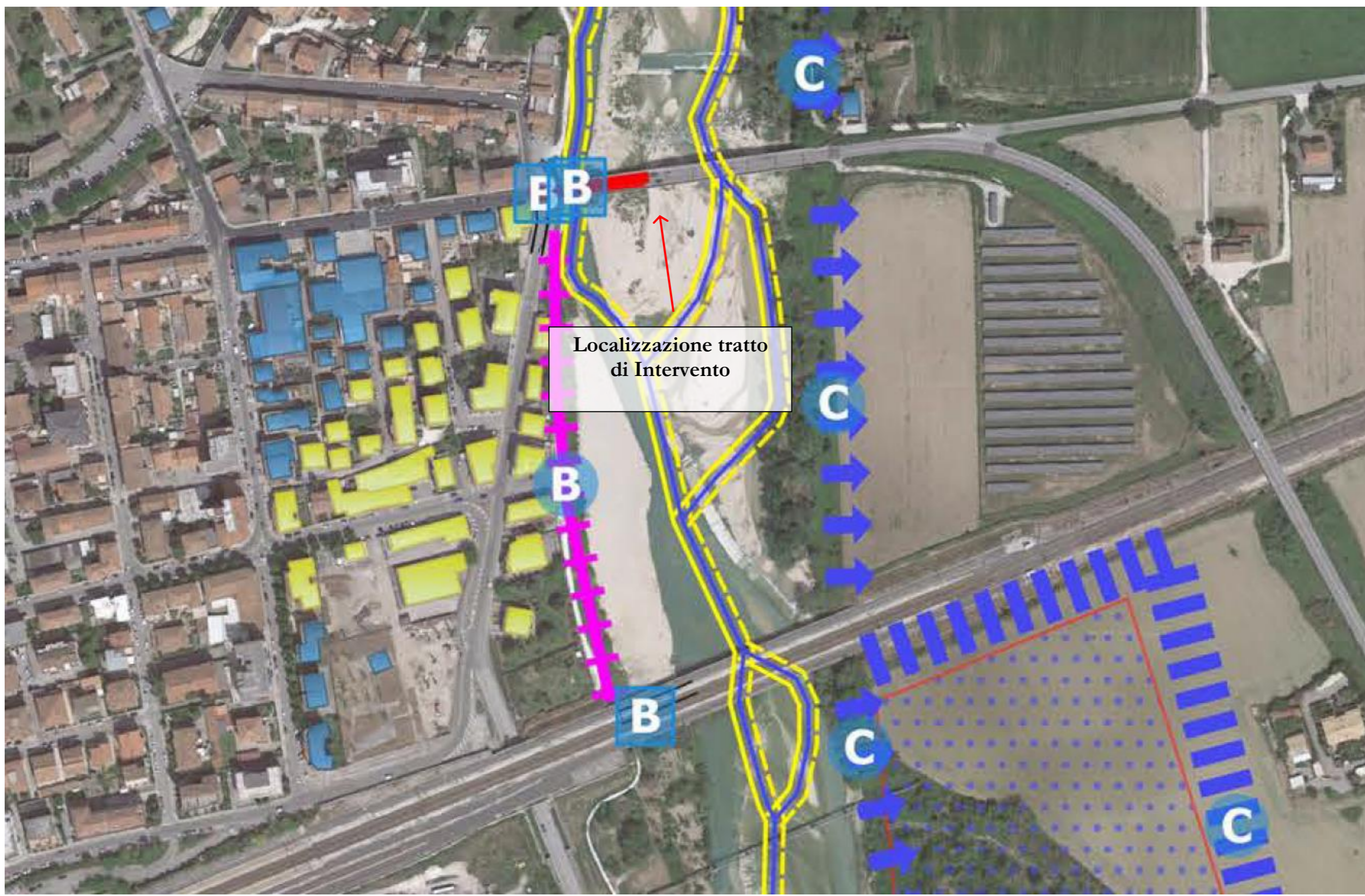
**FIUME ESINO**

TAV. 4 - CARTA DEGLI ELEMENTI ANTROPICI A RISCHIO PER PROBLEMI DI EROSIONE

(Scala 1 : 5.000)

Tavola 28 di 30





**Consorzio di Bonifica delle Marche**

**STUDIO IDROGEOMORFOLOGICO E DELLA QUALITA' AMBIENTALE DEI BACINI IDROGRAFICI DELLA REGIONE MARCHE**

**Analisi e valutazione dei processi in alvo per la caratterizzazione dei principali corsi d'acqua secondo il sistema IDRAIM di ISPRA**

**PREVISIONE E INDIVIDUAZIONE DI AZIONI E INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DELLA QUALITA' IDROMORFOLOGICA E MITIGAZIONE DEL RISCHIO DA ESONDAZIONE**

**FIUME ESINO**

**TAV. 5 - CARTA DEGLI INTERVENTI**

(Scala 1:5.000)

*Tavola 28 di 30*







**Azioni e interventi di mitigazione del rischio da esondazione e da dinamica morfologica**

- B** Interventi finalizzati alla riduzione del rischio erosione e danneggiamento della viabilità.
- B** Interventi finalizzati a ridurre il rischio erosione su opere antropiche longitudinali esistenti.
- B1** Interventi finalizzati a ridurre il rischio erosione mediante la realizzazione di opere longitudinali.
- B2** Interventi finalizzati a ridurre il rischio erosione mediante la realizzazione di opere trasversali.
- E** Interventi finalizzati alla riduzione del rischio scalzamento di opere antropiche trasversali esistenti.
- C** Interventi finalizzati alla riduzione della pericolosità da esondazione attraverso il contenimento in alveo di maggiori portate.
- D** Interventi finalizzati alla laminazione delle portate di piena (casce di espansione, diversivi, scolmatori, ecc).
- Ri** Valutazione per la rimozione di opere esistenti (briglie, difese di sponda, ecc), finalizzata al ripristino dei processi naturali dell'alveo.





- interventi lineari**
-  rivestimenti fondo alveo
  -  arretramento argine
  -  innalzamento argine
  -  mobilitazione materiale detritico litoide
  -  rimozione argine
  -  rimozione vegetazione morta in alveo
  -  realizzazione opere per la riduzione dell'erosione laterale
  -  realizzazione opere per la riduzione dell'erosione lineare
  -  rimozione opere antierosione









**Azioni e interventi di miglioramento della qualità idromorfologica finalizzati anche alla riduzione del rischio di esondazione**





- A** Interventi finalizzati alla riduzione della pericolosità da esondazione attraverso la rimozione di materiali di ostacolo al deflusso.
- DL** Interventi finalizzati alla laminazione delle portate di piena (aree di laminazione, ecc).
- R<sub>(n)</sub>** Interventi di "ricostruzione morfologica":  
 (1) - allargamento alveo;  
 (2) - ricreazione meandri e incremento sinuosità;  
 (3) - ricostruzione o riconnessione canali secondari;  
 (4) - ricreazione plana inondabile, ecc.
- S** Interventi finalizzati alla stabilizzazione del fondo e alla riduzione dei fenomeni erosivi (rivestimenti, rampe)
- M** Interventi finalizzati alla rimozione/mobilitazione del materiale detritico in alveo.
- L** Interventi finalizzati a ridurre il materiale legnoso potenzialmente mobilizzabile (taglio vegetazione e/o rimozione legno).
- V** Ricreazione/diversificazione delle unità morfologiche, Ingegneria naturalistica inclusa l'introduzione di materiale legnoso e vegetale, ecc.





- Individuazione di aree di ricostruzione morfologica**
-  Area idonea alla realizzazione d'interventi finalizzati alla laminazione delle portate di piena
  -  Area idonea al recupero morfologico naturale dell'alveo

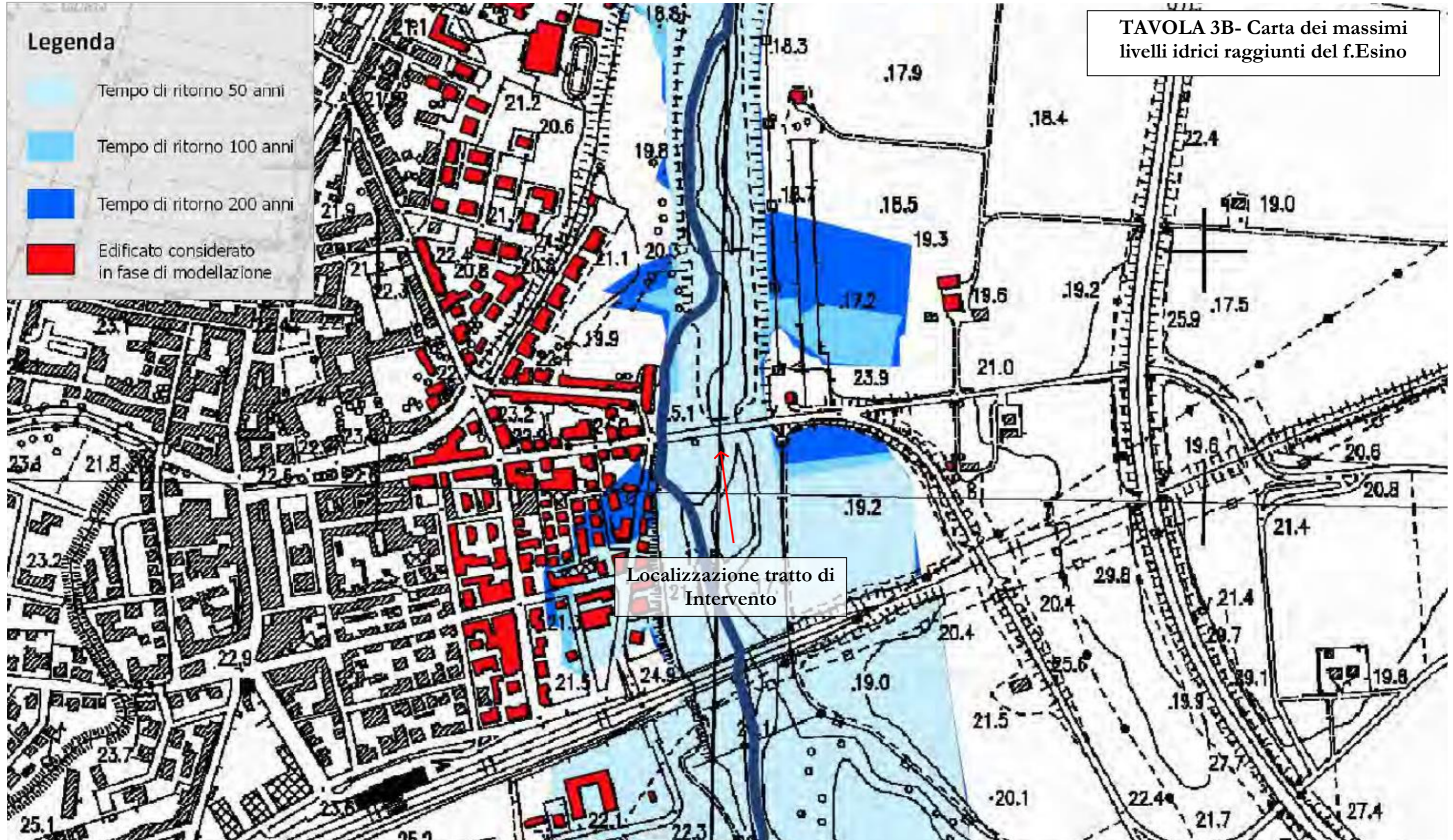
- INDICI IDRAIM**
- IQM**
-  Pessimo
  -  Scadente o Scarso
  -  Moderato o Sufficiente
  -  Buono
  -  Elevato

- IDM**
-  Molto elevata
  -  Elevata
  -  Media
  -  Bassa
  -  Molto bassa

- SCHEMA INTERVENTI SU INFRASTRUTTURE E OPERE:**
- viabilità**
-  SC
  -  SCG
  -  SCV
  -  SP
  -  SS
  -  A
  -  FS
  -  SCP

- opere longitudinali**
-  Ingegneria Naturalistica
  -  pennelli
  -  scogliera
  -  muro
  -  argini
- attraversamenti**
- 

- EDIFICATO A RISCHIO ESONDAZIONE**
-  Tr=200 anni
  -  PAI Regione Marche
  -  confine Regione Marche
  -  Bacini artificiali



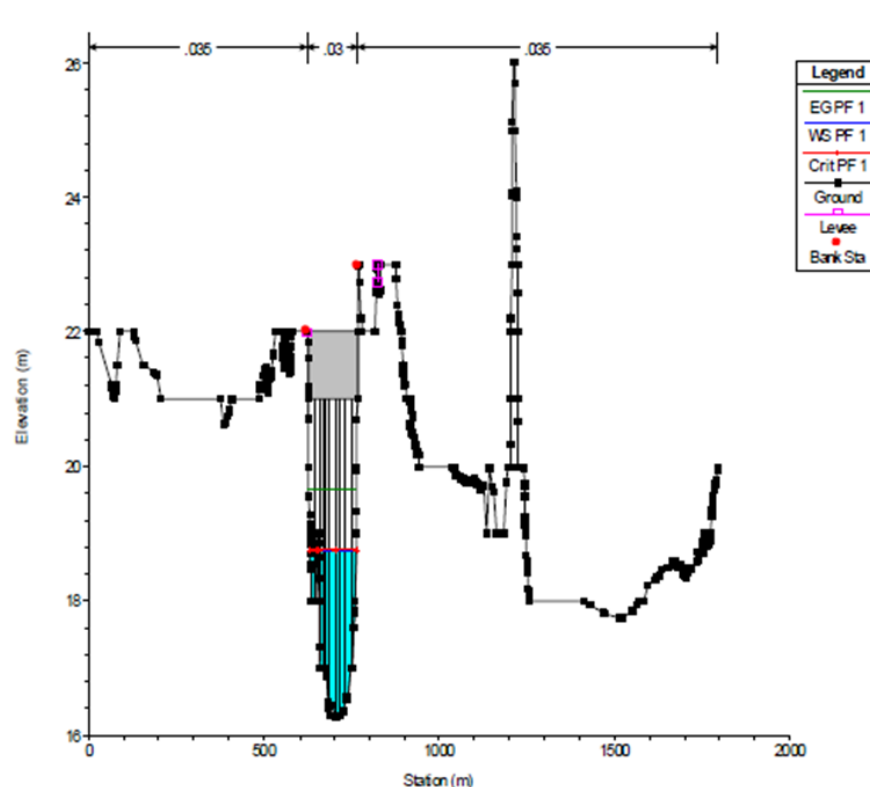
I dati utilizzati sono desunti dalla Relazione idrologica e idraulica, Allegato 2 dello Studio per la mitigazione del rischio idrogeologico consultabile al seguente link:  
<http://www.bonificamarche.it/ATTACH/1/BLOG/418-386-2-AnalisiIdrologicaIdraulica.pdf>



### 3. VALUTAZIONI ed ANALISI

#### Considerazioni e valutazioni

1. L'area in esame dalla modellazione sia dello Studio Idrogeologico (2016) che dello Studio Idrogeomorfologico del Consorzio di Bonifica Marche (2019) (UNICAM) ed in particolare dall'analisi riportata nella **TAV.3 – Carta degli Elementi Antropici a Rischio per Fenomeni di Esondazione (da valutazioni geomorfologiche utilizzando il metodo IDRAIM) – Tavola 28 di 30 (scala 1:5'000)** riportata come stralcio, risulta in corrispondenza dell'alveo del f.Esino interna alla Fascia di Dinamica Morfologica FDM.
2. Sulla base della modellazione dello Studio Idrogeomorfologico del Consorzio di Bonifica Marche – 2019 (UNICAM) ed in particolare la **TAV.2 – Carta degli Elementi Antropici a Rischio per Fenomeni di Esondazione (da valutazioni Geomorfologico ed Idrauliche) – Tavola 28 di 30 (scala 1:5'000)**, il tratto stradale e l'infrastruttura di attraversamento sul f.Esino lungo via G.Leopardi risulta interessata da fenomeni di esondazione con rischio idraulico differenziati con Tr50-100-200 anni.
3. Tale analisi trova conferma dallo studio sempre del Consorzio di Bonifica Marche – 2019 (UNICAM) ed in particolare la **TAV.3B – Carta dei Massimi Livelli Idrici raggiunti in corrispondenza delle sezioni fluviali considerate – Fiume Esino (Esino 02)**, che evidenzia l'areale interessato da esondazione sullo specifico tratto di intervento, con le zone a rischio localizzate lungo l'asta fluviale del f.Esino come visibile dallo stralcio della tavola analitica specifica riportata, al variare dei tempi di ritorno (Tr50-100-200 anni). Si evidenzia in tal caso che la sezione sul p.te lungo via G.Leopardi risulta idonea al deflusso delle portate di progetto nei vari scenari analizzati non modificando l'area di deflusso / impronta del massimo livello raggiunto nei al variare del Tr. Ciò è ben percepibile dalla sezione idraulica n.967 estratta dallo studio idraulico del Consorzio di Bonifica Regione Marche per il f.Esino che mostra un'altezza disponibile del tirante idraulico fino a 5,00m dal fondo alveo attivo fino all'impalcato stradale che rappresenta il massimo valore del tirante idraulico nello scenario con Tr > 200 anni.



Sezione 967 dallo studio idraulico 2016-2019 del Consorzio di Bonifica Marche (f.Esino)

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato: <b>R.03</b>
		Data: <b>09/07/2024</b>
	<i>Verifica Tecnica di Compatibilità Idraulica PAI elettrodotto</i>	Revisione: <b>01</b>
		Pagina: <b>33 di 37</b>

4. Altresì relativamente alla dinamica fluviale ed ai processi geomorfologici in atto lungo l'asta fluviale del fiume Esino, dall'analisi della **TAV.1 – Carta dei Processi Geomorfologici in Atto – Tavola 28 di 30 (scala 1:5'000)** sempre dello studio sopra riportato del 2019, si evidenziano elementi / processi / dinamiche che coinvolgono o interessano direttamente il tratto del f.Esino in esame con sia una Dinamica Fluviale di Fondo ad elevata intensità di erosione, sia una Dinamica Fluviale Laterale con Area a prevalente erosione. Tali fenomeni di erosione sono evidenziati e riportati anche nella successiva TAV.4 – Carta degli Elementi Antropici per Rischio di Erosione.
5. Dall'analisi della TAV.5 – Carta degli Interventi – Tavola 28 di 30 (scala 1:5'000) sempre dello studio sopra riportato del 2019, si evidenzia che su parte del tratto stradale si prevedano interventi volti alla mitigazione del rischio di esondazione con opere relative alla riduzione del rischio di erosione e danneggiamento della sede stradale.

#### Analisi Idraulica Storica

Le seguenti considerazioni tecnico-idrauliche si basano in primo luogo sui dati storici presenti in letteratura relativi anche a studi idraulici eseguiti sui vari tratti del fiume Esino per diverse tipologie di interventi, nonchè correlato con le registrazioni ed osservazioni del Centro Funzionale Multirischio della Regione Marche.

Per la Regione Marche, le più vecchie informazioni relative a inondazioni che hanno prodotto danni diretti alla popolazione risalgono al 1807.

L'evento di inondazione più antico di cui abbiamo notizia è quello che colpì la zona di Fabriano (AN) e comuni limitrofi il 17 settembre 1807, quando un violento nubifragio provocò allagamenti ed esondazioni che causarono in totale quattro morti e molti sfollati e senzatetto. Altre inondazioni con danni diretti alle persone si sono verificate nell'ottobre 1898, il 12 settembre 1955, il 5 settembre 1959, il 15 ottobre 1970, il 31 dicembre 1972, il 17 agosto 1976, il 1 dicembre 1982, e il 31 novembre 2010.

Ulteriore evento è quello del 2 marzo 2011, che ha interessato in particolare il comune di Sant'Elpidio a Mare (FM) dove, in località Casette d'Ete, il fiume Ete ha travolto un'automobile e provocato due morti.

Una delle inondazioni più disastrose in termini di vittime si verificò il 5 settembre 1959 ed interessò la zona costiera tra Ancona e Civitanova Marche (MC). Nella sola città di Ancona le piogge intense causarono allagamenti (con nove morti) e frane (con un morto). Gravissimi furono i danni agli edifici e alle infrastrutture, in particolare nelle zone di Piano San Lazzaro, di Valle Miano e della Stazione Centrale. A causa dello stesso evento si registrarono tre morti anche a Civitanova Marche (MC). Per quanto riguarda il Comune di Senigallia, si hanno informazioni relativamente all'evento del 12 settembre 1955 (esteso a gran parte della regione) che nel Comune causò alcuni evacuati, e all'evento del 17 agosto 1976, durante il quale a Senigallia si registrò un morto.

Tra i fenomeni registrati di recente, l'evento del **10-13 novembre 2013**, con precipitazioni importanti che hanno interessato l'intero territorio regionale delle Marche.

Nella prima parte, dalla tarda serata di domenica fino alle ore centrali di lunedì 11 la zona maggiormente colpita è stata quella centrosettentrionale, poi, dal pomeriggio del lunedì fino a mercoledì 13, le precipitazioni sono state particolarmente persistenti nella restante porzione di territorio.

I venti forti, soprattutto nella giornata dell'11, hanno causato mareggiate lungo tutta la fascia costiera, causando l'abbattimento di numerosi alberi, l'interruzione di diverse tratte di linea elettrica e rendendo, inoltre, più difficile il naturale deflusso delle acque fluviali a mare.

Situazioni di criticità si sono verificate in tutta la regione. Per quanto riguarda la Provincia di Ancona, il Fiume Esino è andato in crisi, esondando non solo nella porzione montana del bacino (Fabriano, Genga, Serra San Quirico, Cerreto d'Esi, sia lungo l'asta principale che nel reticolo minore) ma anche nel tratto finale, a Chiaravalle e a Falconara, dove è uscito per l'erosione di un argine.

 <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato: <b>R.03</b>
		Data: <b>09/07/2024</b>
	<i>Verifica Tecnica di Compatibilità Idraulica PAI elettrodotto</i>	Revisione: <b>01</b>
		Pagina: <b>34 di 37</b>

Anche nell'anconetano si sono verificate numerose frane, soprattutto nella porzione alto-collinare e montana, che hanno determinato diverse e importanti situazioni di criticità, sia nella viabilità stradale (chiusura SS 76, chiusura vecchia statale a Gola della Rossa, SP 15 nel tratto Villa Pera-Genga) che ferroviaria (circolazione ridotta ad un solo binario in numerosi punti).

Gli ietogrammi orari registrati durante l'evento del 10-13 novembre 2013 presso le stazioni pluviometriche disponibile (fonte: Centro Funzionale Multirischi della Protezione Civile della Regione Marche) si sono resi utili alla ricostruzione del modello idrologico ai fini della relativa calibrazione per gli studi sul f.Esino condotti e consultati.

Altro evento significativo, sebbene di minore entità rispetto a quello del 2013, è quello verificatosi il **6-8 marzo 2017**, preso anch' esso in considerazione nell'ambito della calibrazione del modello idrologico del bacino del Fiume Esino consultato.

Altro evento recente si è registrato nei giorni **15 e 17 settembre 2022**, con le Marche interessate da eventi avversi che hanno colpito duramente la provincia di Ancona e non solo. I bacini maggiormente interessati sono stati quello del Metauro attraverso il suo affluente Burano che bagna Cantiano e quello del Misa attraverso il suo affluente Nevola che attraversano l'entroterra senigalliese.

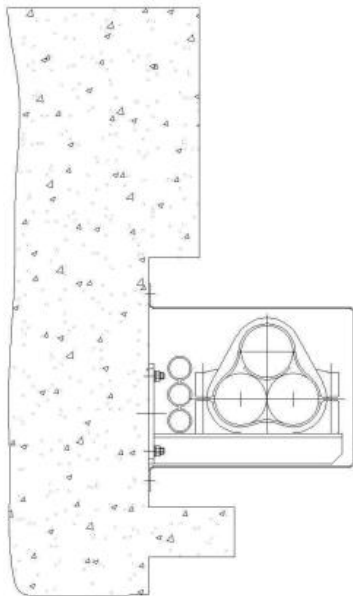
<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico “Chiaravalle”</b>	Codice Elaborato:	<b>R.03</b>
		Data:	<b>09/07/2024</b>
	<i>Verifica Tecnica di Compatibilità Idraulica          PAI elettrodotto</i>	Revisione:	<b>01</b>
		Pagina:	<b>35 di 37</b>

## 4. CONCLUSIONI

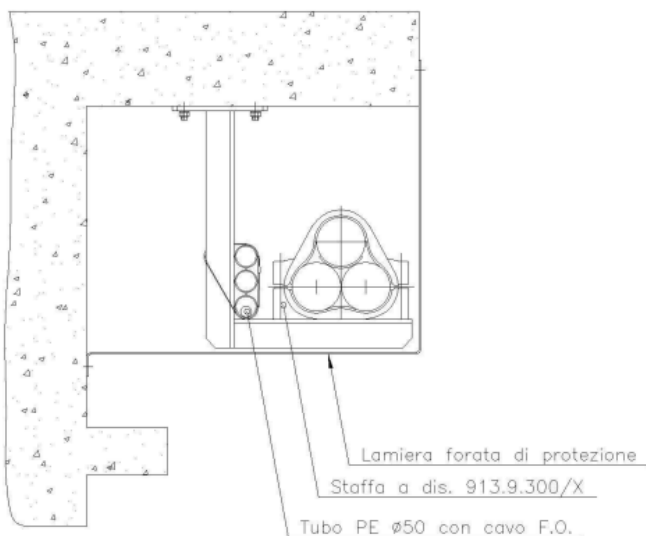
### MISURE PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO

L'intervento in oggetto, con le specifiche riportate, in relazione alla configurazione topografica e morfologica dell'area di intervento ante operam, alle valutazioni ed analisi esposte sulla base degli studi consultati e condotti sia a livello geomorfologico che idraulico disponibili ed a quanto previsto dalle NA del PAI per il bacino del f.Esino ed in particolare l'art.9, non modifica il naturale deflusso delle acque rispetto allo stato ante operam, inserendosi sull'impalcato stradale del ponte in esercizio lungo via G.Leopardi per mezzo di staffaggio dei cavi sulla fiancata del ponte/viadotto (1) o in alternativa staffaggio dei cavi sotto la soletta in cemento armato (2), evitando di creare nuovi ed ulteriori ostacoli significativi alle stesse, consentendo e mantenendo l'attuale sezione libera in corrispondenza del ponte. (soluzioni tecniche riportate nelle seguenti figure di esempio e nel modello 3D del ponte in esercizio).

Altresì l'intervento risulta in linea con l'analisi su base geomorfologica IDRAIM del Consorzio di Bonifica Regione Marche – UNICAM (2019) ed in tal senso non verrà modificata la morfologia dei luoghi ed allo stesso tempo mantenendo l'attuale circolazione idrica da Ovest verso Est del f.Esino.



(1) staffaggio dei cavi sulla fiancata del ponte/viadotto



(2) staffaggio dei cavi sotto la soletta in cemento armato



(3) staffaggio sulla soletta in cemento armato (simulazione caso in esame)

### MISURE NON STRUTTURALI

L'intervento in esame rientra tra i casi previsti dall'art. 7, comma 6, delle Norme Tecniche del PAI, tra i quali si annotano in primo luogo, per quanto attinenti al caso in esame, quelli enucleati alla lettera b) del citato comma 6, ovvero *<adeguamento, ai fini della mitigazione del rischio, delle strutture di attraversamento che determinano la pericolosità idraulica e interventi relativi a nuove infrastrutture tecnologiche a rete e viarie in attraversamento che non determinano pericolosità idraulica>*.

Si sottolinea inoltre che le opere verranno realizzate con l'impiego di tecnologie e materiali la cui durevolezza non venga pregiudicata da immersione in acqua.

In senso generale per la pubblica incolumità possono essere considerati utili sistemi di monitoraggio ed allertamento di possibili livelli idrici esondativi rilevati al piano campagna stradale o in corrispondenza dell'alveo del fiume Esino al di sotto dell'impalcato stradale (se non attualmente presenti), al fine di limitare e/o evitare l'esposizione delle persone all'evento o a livello di allertamento generale della popolazione.

### VALUTAZIONI E MISURE PER GARANTIRE L'INVARIANZA IDRAULICA ed il non INCREMENTO DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Sulla base delle caratteristiche idromorfologiche del tratto del f. Esino analizzato, della geometria della sezione idraulica n.967 valutata, in relazione alla tipologia di intervento di rete previsto, non si avranno incrementi di superfici impermeabilizzate, né l'inserimento di nuove strutture che possano modificare i deflussi idrici e/o l'assorbimento dell'area/tratto fluviale o ridurre la sezione idraulica disponibile nello stato ante operam, garantendo in tal modo il non incremento della pericolosità idraulica sia del tratto che dell'area prossima all'intervento e dei manufatti ivi presenti.

Altresì nel caso specifico non si avrà alcuna modifica in merito all' "invarianza idraulica", non incrementando o modificando le attuali superfici impermeabilizzate in linea con le norme di cui alla D.G.R. 53/2014 aggiornata dalla Legge Regionale 30 novembre 2023, n. 19 «Norme della pianificazione per il governo del territorio», al Titolo VII, Capo II, «Disposizioni in materia di assetto idrogeologico del territorio», all'articolo 31.

### VALUTAZIONI CONCLUSIVE

In relazione alle analisi su base geomorfologica-idraulica degli studi recenti del Consorzio di Bonifica Regione Marche/UNICAM (2016-2019), la tipologia di intervento valutato, rispetto ad eventuali allagamenti e relativi effetti dannosi per la pubblica incolumità, non interferirà significativamente con il deflusso e con la dinamica delle acque, specialmente nei riguardi degli abitati ed immobili limitrofi, delle infrastrutture e degli altri elementi a possibile esposizione.

<b>gae   studio</b> <i>geology architecture engineering</i>	<b>Progetto Definitivo Impianto Agro          Voltaico "Chiaravalle"</b>	Codice Elaborato: <b>R.03</b>
		Data: <b>09/07/2024</b>
	<i>Verifica Tecnica di Compatibilità Idraulica          PAI elettrodotto</i>	Revisione: <b>01</b>
		Pagina: <b>37 di 37</b>


L'intervento inoltre non prevede interventi non compatibili con le N.T.A. del Piano di Assetto Idrogeologico Regionale rientrando tra quelli ammissibili di cui all'art.7 in particolare comma 6 lettera b).

Sulla base delle valutazioni espone si ritiene che l'intervento in esame risulti compatibile con le condizioni di dissesto ed il livello di rischio dichiarato in relazione alle misure previste.

San Benedetto del Tronto, 09.07.2024

**IL TECNICO**  
**Dott. Geol. Alessandro Mascitti**

*Alessandro Mascitti*



Alessandro MASCITTI  
 Geologo Specialista  
 n. 717  
 ALBO SEZIONE A  
 ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE