

## FIUME PO

# SISTEMAZIONE A CORRENTE LIBERA PER LA NAVIGAZIONE CON IMBARCAZIONI DI CLASSE Va NEL TRATTO CASTELMASSA - STIENTA

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE, DEI LAVORI DI "ADEGUAMENTO DELLE CONDIZIONI DI NAVIGABILITÀ DELL'ALVEO DI MAGRA DEL FIUME PO PER NAVI DI CLASSE Va - TRATTO REVERE-FERRARA" FINANZIATO CON LEGGE 413 /98 EMILIA ROMAGNA FE-E-7-N.I. - CUP I81E06000010002 - CIG 68067557EA

*Progetto Definitivo*

Direttore Generale  
Resp. del procedimento  
Direttore operativo

Ing. Luigi Mille  
Ing. Ivano Galvani  
Ing. Ettore Alberani

Oggetto: STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

D.18

02 Revisione

01 Revisione

00 Emissione

MARZO 2021

Progetto R.T.I.:

Capogruppo mandataria:

Binini Partners S.r.l.  
via Gazzata,4 tel +39.0522.580.578  
42121 Reggio Emilia C.F. e P.IVA e R.I. 02409150352



Mandanti:



## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. <b>OSSERVAZIONI E RICHIESTE DI INTEGRAZIONE FORMULATE DAGLI ENTI NELL'AMBITO DELLA</b> <b>PROCEDURA VIA</b> .....	3
2.1. PREMESSA .....	3
2.2. INTEGRAZIONI RICHIESTE DAL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE .....	3
2.3. INTEGRAZIONI RICHIESTE DALL'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO .....	3
2.4. INTEGRAZIONI RICHIESTE DALLA REGIONE EMILIA ROMAGNA .....	4
2.5. INTEGRAZIONI RICHIESTE DALLA REGIONE VENETO .....	4
3. DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO PER LE VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLE OPERE IN PROGETTO .....	5
3.1. PORTATE MEDIE .....	5
3.2. PORTATE DI PIENA .....	7
3.3. PORTATE UTILIZZATE NEL PRESENTE STUDIO .....	7
4. <b>MODELLAZIONE BIDIMENSIONALE A FONDO FISSO DELLO STATO ATTUALE E DELL'ASSETTO</b> <b>DI PROGETTO</b> .....	9
4.1. PREMESSA E OBIETTIVI DELLA MODELLAZIONE .....	9
4.2. RISULTATI DEL MODELLO BIDIMENSIONALE A FONDO FISSO DELLO STATO ATTUALE .....	11
4.3. RISULTATI DEL MODELLO BIDIMENSIONALE A FONDO FISSO DELL'ASSETTO DI PROGETTO .....	72
4.4. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI INDOTTI DALLE OPERE IN PROGETTO SULLE CARATTERISTICHE IDRODINAMICHE DELLA CORRENTE FLUVIALE .....	133

## 1. PREMESSA

Con contratto Rep. N. 4187 del 20 febbraio 2018, l'AIPO, Agenzia Interregionale per il fiume Po, ha affidato all'R.T.I. di progettazione composta da Binini Partners s.r.l. (Capogruppo mandataria), Etatec-Studio Paoletti s.r.l. (mandante), Beta Studio s.r.l. (mandante), Gen-Tech Tecnologie innovative in biologia Animale s.r.l. (mandante) e AR/S Archeosistemi Soc. Coop. (mandante), l'appalto per il "Servizio di progettazione definitiva, esecutiva e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, dei lavori di adeguamento delle condizioni di navigabilità dell'alveo di magra del fiume Po per navi di classe Va nel tratto compreso indicativamente fra Revere e Ferrara".

L'appalto in oggetto rientra nell'ambito dei lavori condotti da A.I.Po per la sistemazione del fiume Po aventi la finalità di garantire le condizioni idraulico-geometriche necessarie alla navigazione delle imbarcazioni commerciali della classe Va secondo la classificazione Europea per le vie navigabili.

Il progetto di sistemazione del Po così detto a corrente libera ha come scopo quello della sistemazione dell'alveo di magra con finalità congiunte di difesa idraulica e di miglioramento delle condizioni di navigabilità.

Per quel che riguarda i bassi fondali e la necessità di garantire la navigazione, a valle di foce Mincio, in particolare nel tronco fino a Pontelagoscuro, lungo 70 km, l'alveo del fiume si presenta generalmente stretto e tale da non consentire al canale attivo divagazioni.

Le opere di sistemazione a corrente libera del fiume Po oggetto della progettazione sono dettagliatamente descritte nella Relazione Generale e negli elaborati grafici "Opere di navigazione".

Durante la procedura di VIA sono pervenute alcune osservazioni e richieste di integrazioni relative, tra l'altro, a:

- verifica di compatibilità idraulica delle opere in progetto rispetto alla piena PAI;
- verifica degli impatti indotti dalle opere in progetto in corrispondenza di portate diverse rispetto a quelle di dimensionamento delle opere stesse (800 m<sup>3</sup>/s);
- verifica degli effetti indotti su manufatti e opere di difesa fluviale presenti.

Il presente Elaborato costituisce la Relazione di compatibilità idraulica del Progetto Definitivo e si articola nelle seguenti parti:

- sintesi delle osservazioni e richieste di integrazione formulate dagli Enti nell'ambito della procedura VIA;
- definizione delle portate di riferimento per le valutazioni di compatibilità idraulica delle opere in progetto;
- descrizione delle elaborazioni modellistiche e dei risultati ottenuti.

## 2. OSSERVAZIONI E RICHIESTE DI INTEGRAZIONE FORMULATE DAGLI ENTI NELL'AMBITO DELLA PROCEDURA VIA

### 2.1. Premessa

Nel presente capitolo vengono riportati gli estratti delle osservazioni e le richieste di integrazione formulate dai diversi Enti sul progetto definitivo, relativamente ai temi prettamente idraulici.

In particolare gli Enti che hanno chiesto di integrare le analisi riportate nel progetto definitivo sono:

- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
- Autorità di bacino distrettuale del fiume Po
- Regione Emilia Romagna
- Regione Veneto

### 2.2. Integrazioni richieste dal **Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del mare**

Il **Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare**, in data 12/01/2021, a seguito delle attività di analisi e valutazione della documentazione tecnica pervenuta, anche con riferimento alle richieste della Regione Emilia Romagna, della Regione Veneto e della Regione Lombardia, al fine di procedere con le attività istruttorie di competenza, ha richiesto alcune integrazioni. Di seguito si riportano quelle associate ad aspetti idraulici:

- *Preso atto che le finalità del progetto non sono raggiungibili con metodologie o tecnologie differenti dalla sistemazione mediante opere a corrente libera, risulta necessario verificare gli effetti sull'idrodinamica del fiume Po delle opere di progetto valutando ragionevoli alternative basate su diversi dimensionamenti e localizzazioni delle stesse, non solo per portate inferiori a 800 m<sup>3</sup>/s, ma anche in condizioni di piena ordinaria e dell'evento con tempo di ritorno pari alla vita dell'opera, ciò implementando modelli che stimino anche i relativi effetti in termini di interferenza al deflusso delle acque e di stabilità delle opere di progetto, di eventuali altri manufatti in area golenale e degli argini*
- *Al fine di confermare la compatibilità del progetto con le aree di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, il Proponente dovrà trasmettere alla suddetta Autorità il progetto, comprendente tutte le fasi e gli interventi, e richiederne il parere con riferimento ai vigenti strumenti di pianificazione (cfr. par. 2.3).*

### 2.3. Integrazioni richieste dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po

L'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, in data 03/08/2020 con prot. 6134/2020, ha richiesto che il progetto definitivo sia integrato, al fine di poter esprimere parere tecnico di competenza in base all'art. 20 delle Norme di Attuazione del PAI, con la verifica di compatibilità idraulica degli interventi in progetto rispetto alle piene. In particolare è richiesto che tale verifica valuti i seguenti aspetti:

R.T.P.:

- *Aumento dei valori al colmo dei livelli di piena a causa delle nuove opere in alveo e della riduzione della sezione di deflusso dell'alveo di magra dalle stesse indotta;*
- *Ripercussioni sulla stabilità delle opere di difesa in frodo e sugli argini da parte degli abbassamenti di fondo nel canale navigabile, indotti dalle opere di regimazione, e da parte dei fenomeni erosivi che si possono eventualmente localizzare a tergo dei pennelli;*
- *Modificazioni delle sollecitazioni idrodinamiche sui sistemi arginali causati dalla variata configurazione planimetrica del thalweg imposta dalle opere di regimazione.*

## 2.4. Integrazioni richieste dalla Regione Emilia Romagna

La Regione Emilia Romagna, in data 23/04/2020, ha richiesto che il progetto definitivo sia integrato con alcuni chiarimenti e approfondimenti al fine di valutare compiutamente gli impatti potenziali derivanti dalla realizzazione del progetto, anche sulla base dei pareri pervenuti dalle Amministrazioni locali. Con particolare riferimento agli aspetti prettamente idraulici, sono state formulate le seguenti richieste:

- *uno studio che valuti in condizione di piena e di siccità come cambieranno i regimi di deflusso rispetto gli attuali e che valuti come varieranno il profilo di velocità e i tiranti idrici alla sezione di prelievo di Pontelagoscuro*

## 2.5. Integrazioni richieste dalla Regione Veneto

La Regione Veneto, in data 11/08/2020 con prot. 318440, ha richiesto che il progetto definitivo sia integrato con alcuni approfondimenti. Con particolare riferimento agli aspetti prettamente idraulici, sono state formulate le seguenti richieste:

- *Sia valutata l'influenza dell'idrodinamica fluviale sulla stabilità delle opere e sulla loro efficienza;*
- *Sia valutata l'eventuale interferenza delle opere in progetto con gli eventi di piena del Fiume Po.*

R.T.P.:



### 3. DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO PER LE **VALUTAZIONI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLE OPERE IN PROGETTO**

#### 3.1. Portate medie

Il tratto di fiume Po oggetto del presente progetto è interessato da valori di portate medie annue prossime a 1'500 m<sup>3</sup>/s. I **valori delle portate medie annue lungo l'asta del Po in corrispondenza degli idrometri ufficiali** posti internamente o in prossimità del tratto in oggetto sono i seguenti:

- Po a Sermide (superficie del bacino idrografico sotteso pari a 68'724 km<sup>2</sup>): 1'390 m<sup>3</sup>/s;
- **Po a Ficarolo: 1'530 m<sup>3</sup>/s;**
- Po a Pontelagoscuro (superficie del bacino idrografico sotteso pari a 70'091 km<sup>2</sup>): 1'490 m<sup>3</sup>/s.

Le figure successive riportano le curve di durata delle portate del fiume Po nelle suddette sezioni, ricavate dagli annali idrologici.

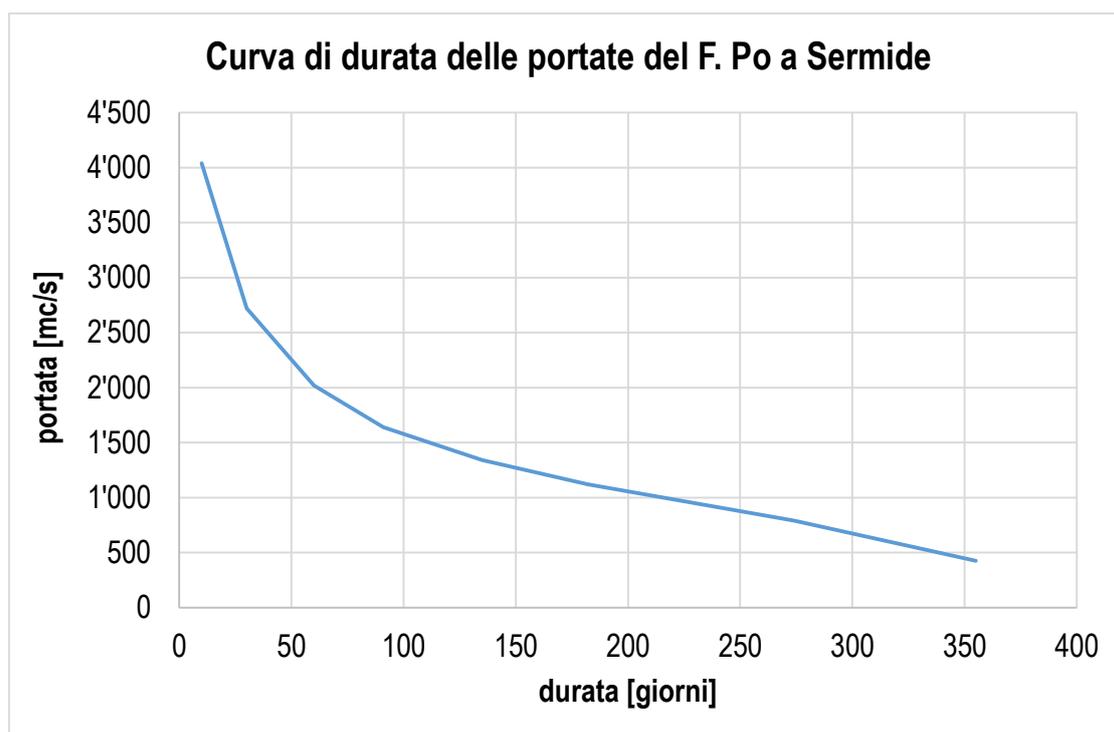


Figura 1 – Curva di durata delle portate del fiume Po a Sermide (1994-2018)

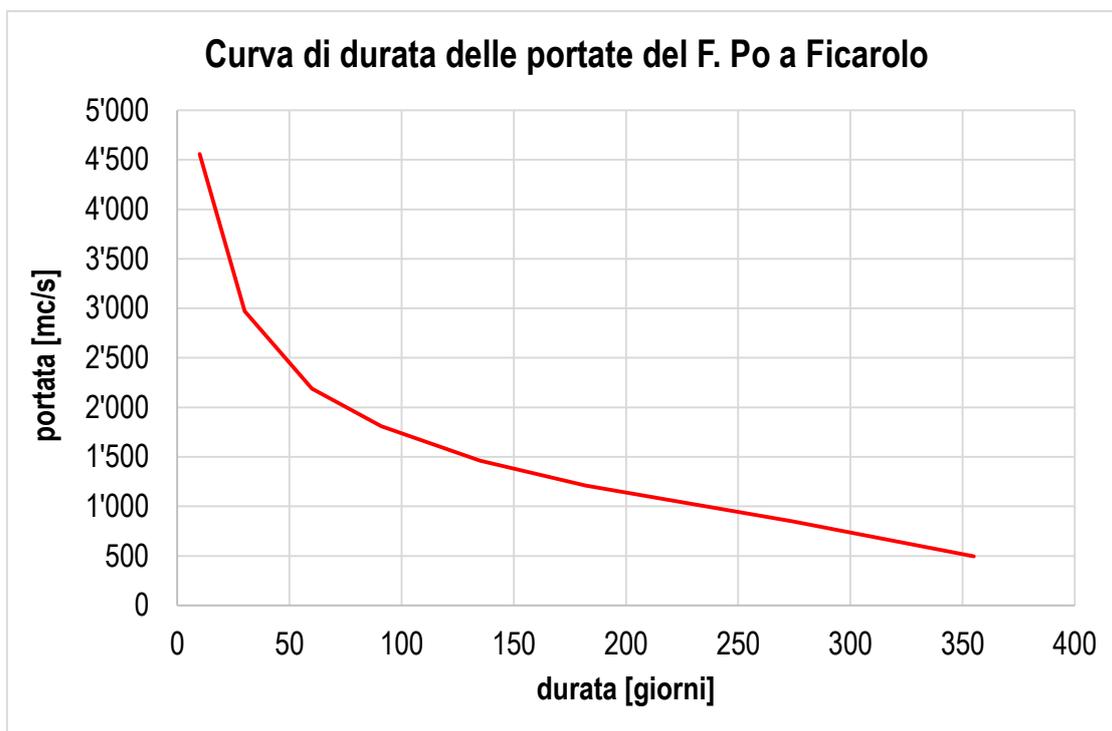


Figura 2 – Curva di durata delle portate del fiume Po a Ficarolo (1992-2016)

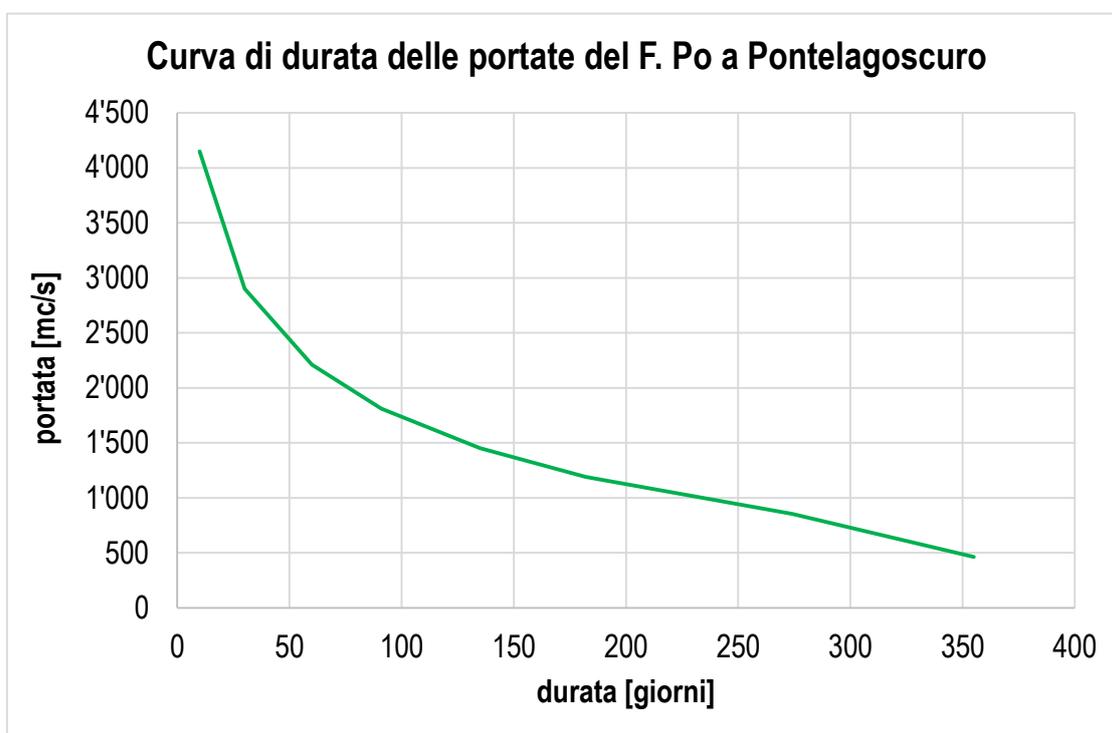


Figura 3 – Curva di durata delle portate del fiume Po a Pontelagoscuro (1923-2017)

R.T.P.:

### 3.2. Portate di piena

Per quanto riguarda le portate di piena, di seguito si riportano i valori delle portate al colmo per alcuni valori del tempo di ritorno, così come riportate nel PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni). In particolare si evidenzia che la portata di piena dell'evento duecentennale per il tratto in oggetto è di circa 13'000 m<sup>3</sup>/s.

**Tab. 4.2: portate di piena per il Po nel tratto da Isola Sant'Antonio (confluenza Tanaro) al Delta**

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km <sup>2</sup>	Q20 m <sup>3</sup> /s	Q ott 2000 m <sup>3</sup> /s	Q200 m <sup>3</sup> /s	Q500 m <sup>3</sup> /s	Idrometro Denominazione
		Progr.( km)	Cod.	Denomin.						
Po	Po	264.855	82	Becca	36770	9290	-	13600	15050	Po a Becca
Po	Po	322.250	67	Piacenza	42030	8970	12240	13000	14100	Po a Piacenza
Po	Po	367.640	57	Cremona	50726	10090	-	14300	15870	Po a Cremona
Po	Po	428.545	41	Boretto	55183	9380	11800	13700	14720	Po a Boretto
Po	Po	457.560	36	Borgoforte	62450	9600	11800	13100	14890	Po a Borgoforte
Po	Po	548.805	10	Pontelagoscuro	70091	9470	-	13000	14650	Po a Pontelagoscuro

Figura 4 – Portate di piena del fiume Po (PGRA)

Con riferimento alla sezioni di Pontelagoscuro, di seguito si riportano i valori delle portate massime annuali, da cui si è calcolato il valore della portata di piena ordinaria, che è pari a 4'385 m<sup>3</sup>/s.

Si specifica che la portata di piena ordinaria in una sezione di un corso d'acqua è, secondo quanto riportato in "Memorie e studi idrografici" Ministero LL.PP. - Consiglio Superiore LL.PP. - Servizio Idrografico, la portata che, rispetto alla serie storica delle massime portate annuali verificatisi nella stessa sezione, è uguagliata o superata nel 75% dei casi.

### 3.3. Portate utilizzate nel presente studio

In relazione alle richieste di integrazione riportate nel capitolo 2 e ai valori di portata definiti in precedenza, di seguito si riassumono i valori di portata utilizzati nel presente studio, allo scopo di valutare la compatibilità degli interventi in progetto e gli impatti indotti sulle opere esistenti:

- Portata di piena duecentennale: 13'000 m<sup>3</sup>/s
- Portata di piena ordinaria: 4'385 m<sup>3</sup>/s
- Portata media: 1'490 m<sup>3</sup>/s
- Portata di magra (Q355): 464 m<sup>3</sup>/s
- Portata di secca: 168 m<sup>3</sup>/s

Tabella 1 – Serie storica delle massime portate annuali registrate a Pontelagoscuro

Anno	Portata	Anno	Portata	Anno	Portata
1918	5490	1952	9405	1986	7120
1919	4240	1953	7440	1987	5450
1920	7240	1954	4490	1988	4970
1921	3000	1955	2410	1989	4990
1922	2590	1956	5130	1990	2980
1923	2980	1957	7070	1991	4910
1924	3920	1958	5740	1992	7030
1925	3510	1959	7770	1993	7430
1926	8850	1960	6570	1994	8700
1927	4240	1961	4980	1995	4200
1928	8770	1962	4700	1996	7340
1929	2230	1963	6510	1997	4500
1930	5500	1964	5270	1998	4380
1931	3720	1965	6250	1999	5460
1932	4150	1966	7360	2000	9520
1933	4740	1967	2500	2001	4320
1934	6810	1968	7900	2002	8370
1935	6620	1969	6170	2003	5450
1936	6830	1970	3270	2004	5890
1937	7740	1971	5544	2005	3240
1938	4500	1972	6249	2006	4510
1939	3960	1973	4240	2007	2770
1940	5440	1974	5881	2008	5560
1941	6980	1975	5639	2009	7090
1942	4600	1976	8448	2010	6020
1943	3270	1977	8206	2011	5750
1944	3660	1978	5828	2012	4400
1945	6960	1979	8427	2013	6830
1946	5200	1980	4703	2014	8510
1947	5460	1981	6659	2015	3410
1948	6760	1982	5597	2016	5560
1949	7330	1983	6218	2017	2380
1950	3260	1984	6417	2018	5900
1951	10300	1985	5891	2019	7760

R.T.P.:

## 4. MODELLAZIONE BIDIMENSIONALE A FONDO FISSO DELLO STATO ATTUALE E DELL'ASSETTO DI PROGETTO

### 4.1. Premessa e obiettivi della modellazione

Il presente capitolo descrive le modellazioni numeriche effettuate al fine di valutare la compatibilità idraulica delle opere in progetto rispetto alla piena di riferimento del fiume Po (considerando la sezione di Pontelagoscuro) e gli effetti indotti dalle opere stesse **sull'idrodinamica del Po** e gli impatti sulle opere presenti in alveo (argini, opere di presa, ecc.).

Il tratto oggetto di sistemazione si estende da Castelmassa a Stienta per un totale di circa 30 chilometri, dalla progressiva km 528 alla progressiva km 558, mentre il modello idraulico si estende da Carbonara di Po a Garofolo, per un totale di circa 54 chilometri, dalla progressiva km 519 alla progressiva km 573. La maggior estensione di analisi è stata scelta per poter valutare gli effetti del nuovo assetto fluviale anche nei tratti a monte e a valle della zona oggetto di intervento.

Le analisi sono state effettuate implementando un modello bidimensionale a fondo fisso del suddetto **tratto di fiume Po, considerando sia lo stato attuale che l'assetto di progetto.**

Il modello è stato implementato con il programma di calcolo INFOWORKS 2D ICM di Innovyze, che permette di analizzare il campo di moto a partire da un D.T.M. (Digital Terrain Model), rappresentativo della geometria del dominio di calcolo, basandosi sulla risoluzione di tre equazioni non lineari alle differenze finite per la determinazione del campo di moto della corrente su di un piano bidimensionale (x,y). Due di queste sono le equazioni del moto nelle direzioni x e y; la terza equazione è data dalla legge **di continuità che garantisce la conservazione della massa all'interno del dominio di calcolo.**

Il modello viene rappresentato attraverso una griglia di elementi triangolari. Le tre equazioni vengono risolte in ciascun nodo della maglia di calcolo; il metodo di calcolo delle suddette equazioni è sviluppato attraverso una procedura di risoluzione iterativa per la minimizzazione dello scarto della soluzione stessa. Il modello calcola in questo modo la velocità in ogni nodo mediandola sul tirante idrico, ovvero senza tenere conto della variazione della velocità nella direzione z.

**Per minimizzare i possibili errori numerici nella soluzione, a causa di scarti nel calcolo dell'equazione di conservazione di massa, è possibile infittire localmente la maglia di calcolo per limitare tali effetti di diffusione numerica e fornire risultati di maggiore dettaglio.**

Le equazioni di base, impiegate per simulare il moto bidimensionale indotto dalla piena di riferimento **nell'area in studio, sono affette da alcune approssimazioni.** Innanzitutto, le due equazioni del moto lungo le direzioni x e y si basano sull'ipotesi che la corrente sia lineare e che quindi la pressione abbia una distribuzione verticale idrostatica.

Il modello bidimensionale a fondo fisso è stato implementato per diversi scenari di portata (condizione al contorno di monte), riportati nel precedente paragrafo 3.3. Come condizione al contorno di valle sono stati inseriti, nella sezione terminale del modello, valori di livello idrico che permettessero di rispettare la scala delle portate del Po a Pontelagoscuro **come definita nell'annale idrologico del 2019.**

R.T.P:

Le configurazioni morfologiche del Po, rappresentative dello stato **attuale e dell'assetto attuale** sono state ricavate dal modello idraulico bidimensionale a fondo mobile, implementato **nell'ambito dello studio del "Sistema idroviario del Po 365 – Progetto Preliminare per migliorare la navigabilità dal porto di Cremona al mare Adriatico – 2012-IT-91076-S. Approfondimento delle analisi di trasporto solido e di sicurezza idraulica relative ai progetti di regimazione e sistemazione a corrente libera del f. Po - Servizio n. 1"** (AIPO 2016) e **riutilizzato nell'ambito del presente progetto definitivo.**

In particolare, dai risultati della modellazione a fondo mobile sono stati ricavati i **D.T.M. dell'alveo inciso** ottenuti dopo 10 anni di simulazione (portate medie giornaliere nel periodo 2005-2014) con e senza opere in progetto, in modo da poter valutare, dopo un cospicuo periodo di tempo, gli effetti indotti non solo dei pennelli ma anche dalle modifiche morfologiche indotte dagli stessi.

Si fa presente che il modello a fondo mobile del tratto di interesse, da cui sono state ricavate le batimetrie per le simulazioni a fondo fisso, è stato suddiviso in due tratte, per questioni di tempi di calcolo: le due tratte hanno una zona di sovrapposizione al km548 (loc. Salvatonica), che porta ad una lieve discontinuità del fondo, di cui tener conto nella lettura dei risultati riportati nel proseguo della presente relazione.

In entrambi i casi, stato attuale e assetto di progetto, il modello bidimensionale **ha un'estensione di circa 4'500 ha** e un numero di elementi di calcolo della maglia pari complessivamente a circa 345'000, quindi **l'estensione media delle celle di calcolo è pari a circa 130 mq.**

Di seguito si riporta la magliatura del modello ed un dettaglio della medesima.

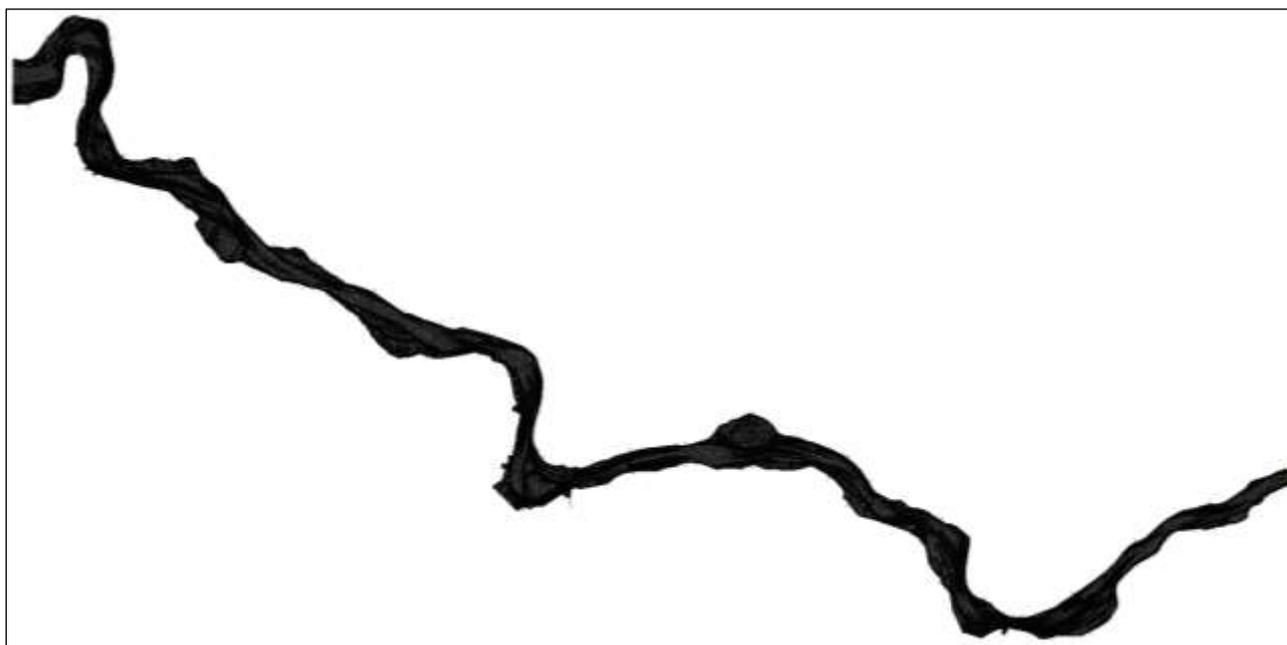


Figura 5 – Magliatura del modello di calcolo bidimensionale

R.T.P.:

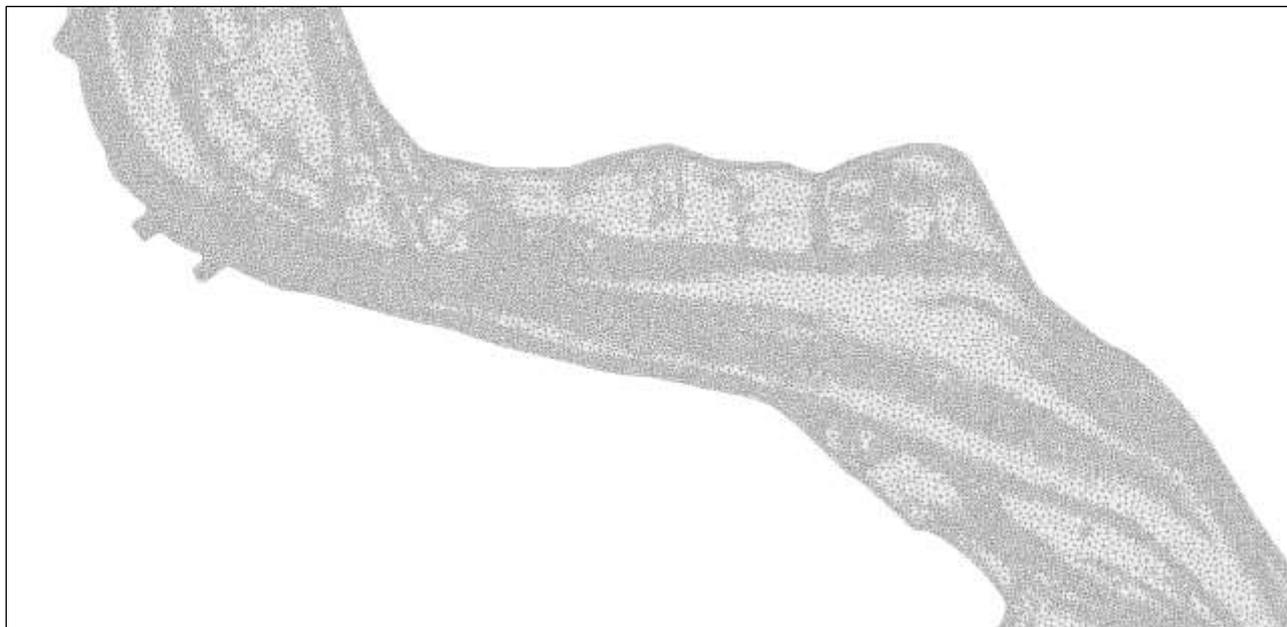


Figura 6 – Dettaglio magliatura del modello di calcolo bidimensionale

## 4.2. Risultati del modello bidimensionale a fondo fisso dello stato attuale

Nel presente paragrafo sono riportati, sotto forma di mappe, i risultati delle simulazioni idrauliche condotte con riferimento allo stato attuale, per le diverse portate elencate in precedenza.

**Tali risultati sono associati alla morfologia dell'alveo ottenuta a partire dal D.T.M. del 2005, dopo aver simulato con il modello bidimensionale a fondo mobile le portate giornaliere nel periodo dal 2005 al 2014. In pratica il modello a fondo fisso è stato implementato considerando il D.T.M. relativo all'anno 2014, considerando l'assenza delle opere in progetto.**

Per ciascun valore di portata, si riportano di seguito le mappe relative a livelli idrici (espressi in m s.m.), tiranti idrici (espressi in m) e velocità della corrente (espressa in m/s).

I risultati sono stati discretizzati a maglia 5 x 5 m.

R.T.P.:

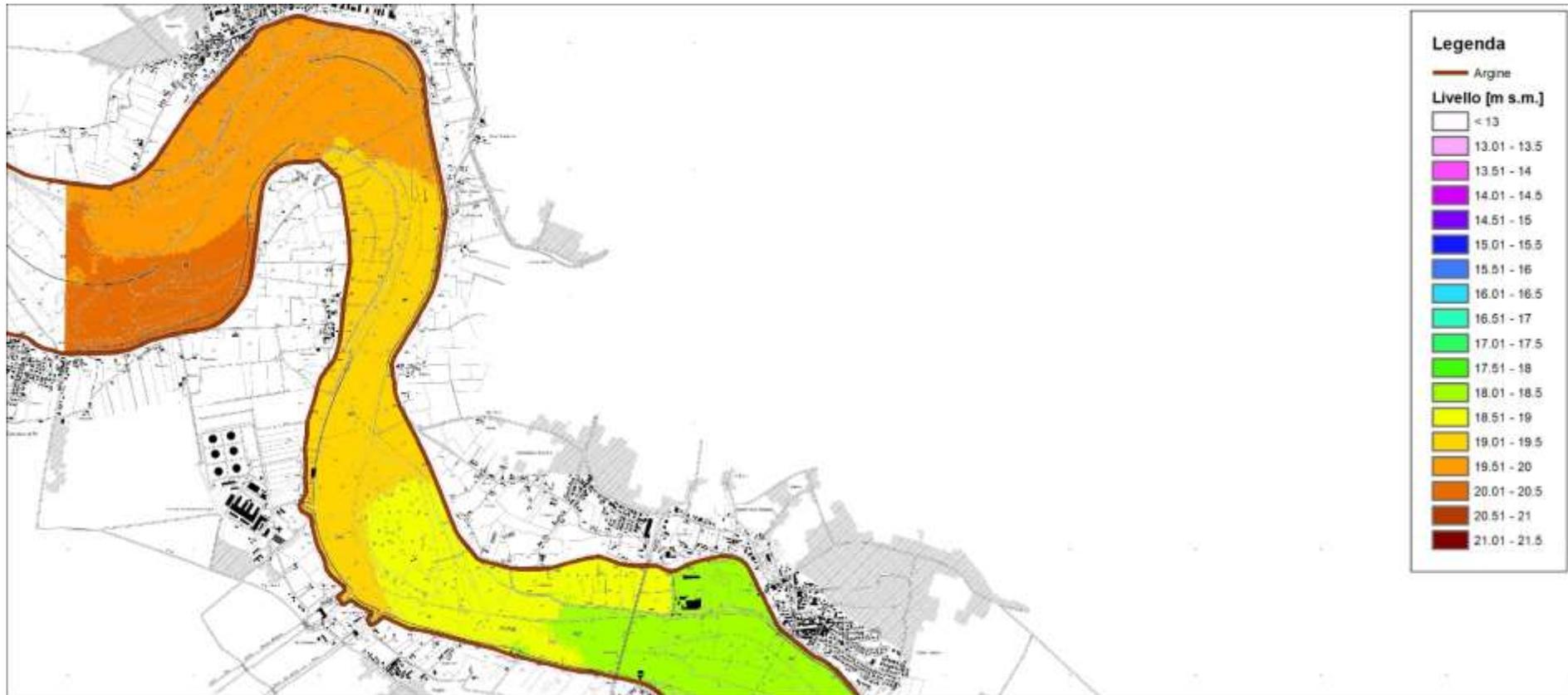


Figura 7 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena PAI – livelli idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

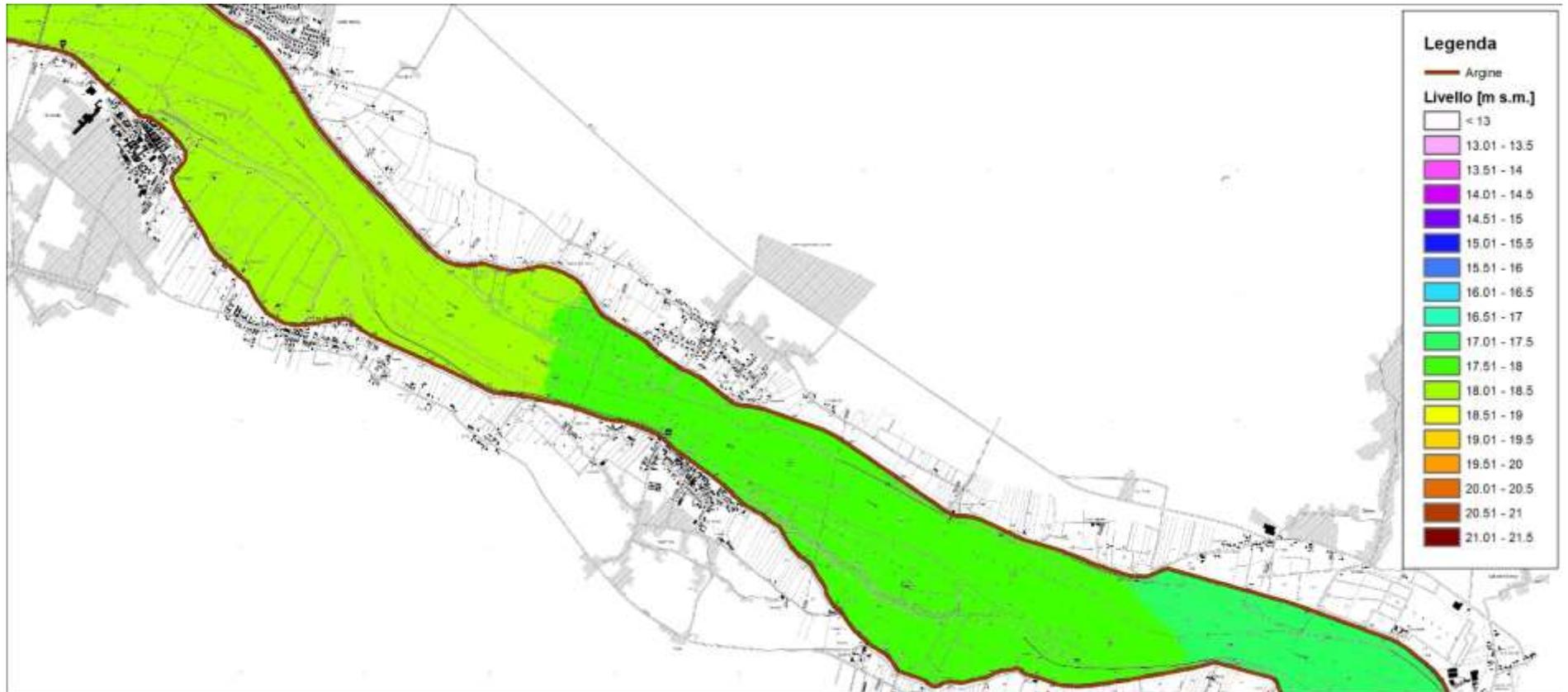


Figura 8 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena PAI – livelli idrici – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



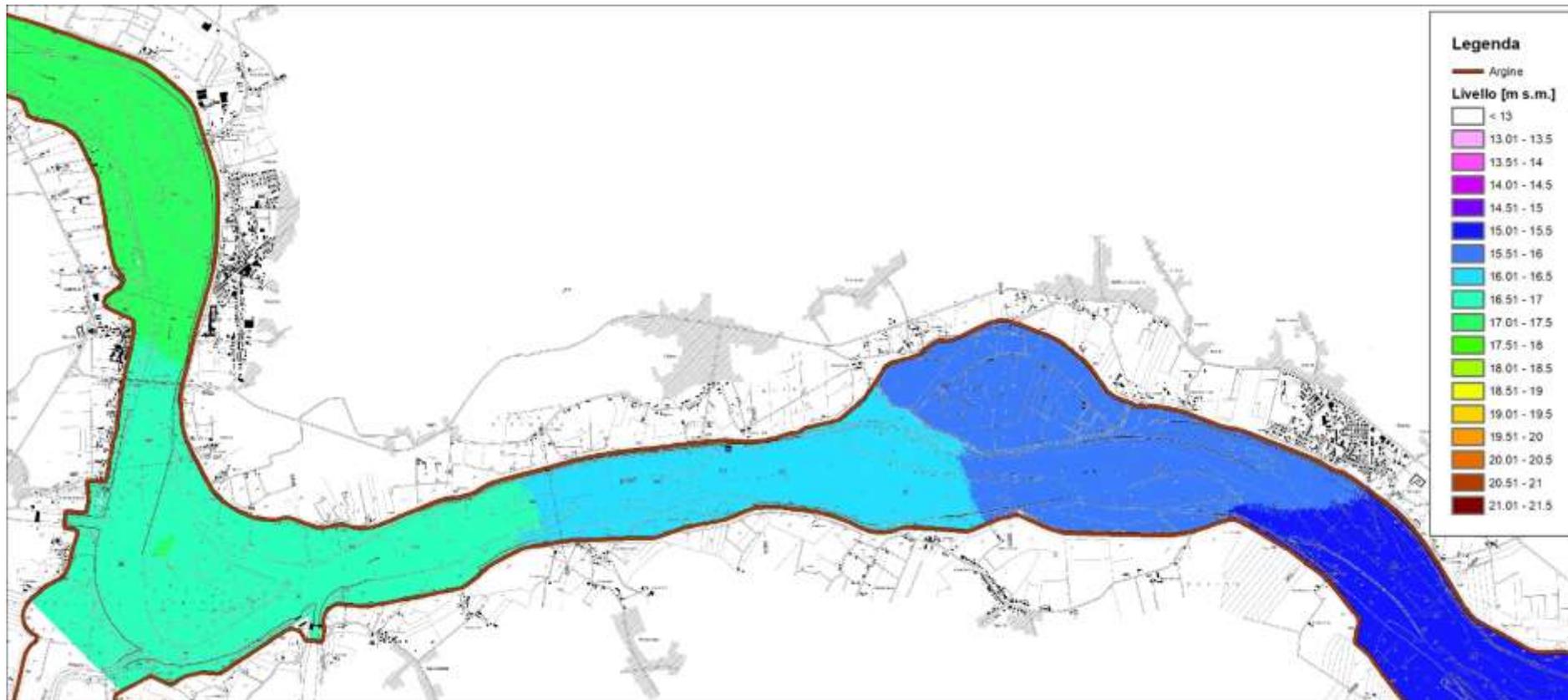


Figura 9 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena PAI – livelli idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

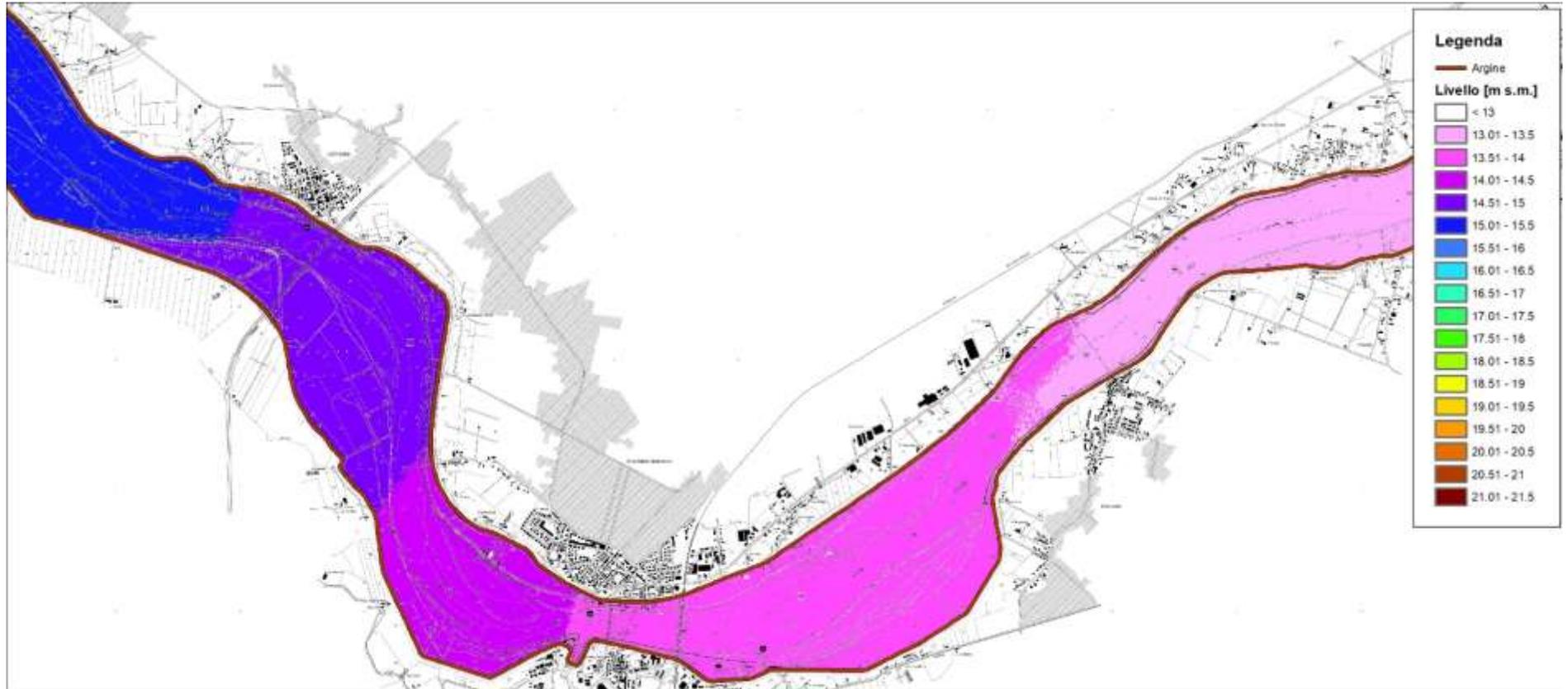


Figura 10 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena PAI – livelli idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



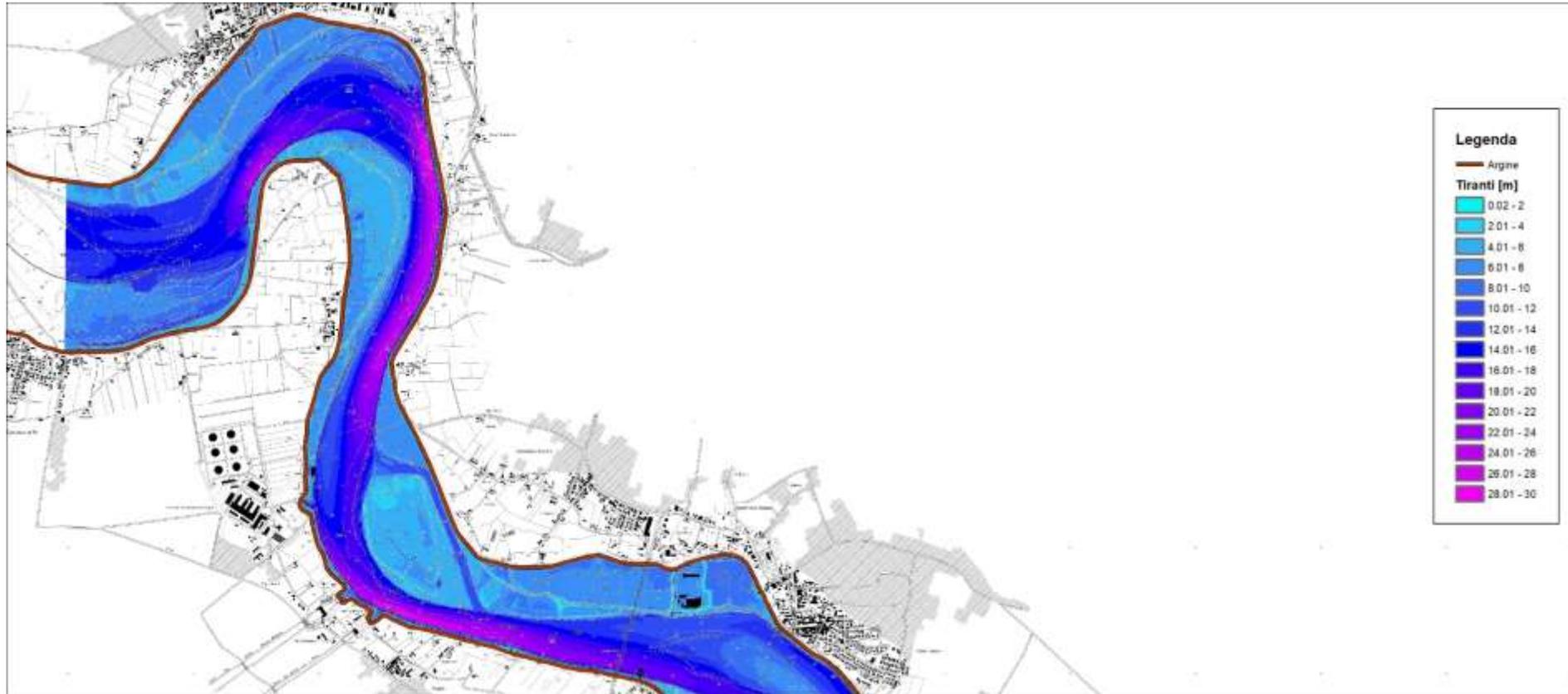


Figura 11 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena PAI – tiranti idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



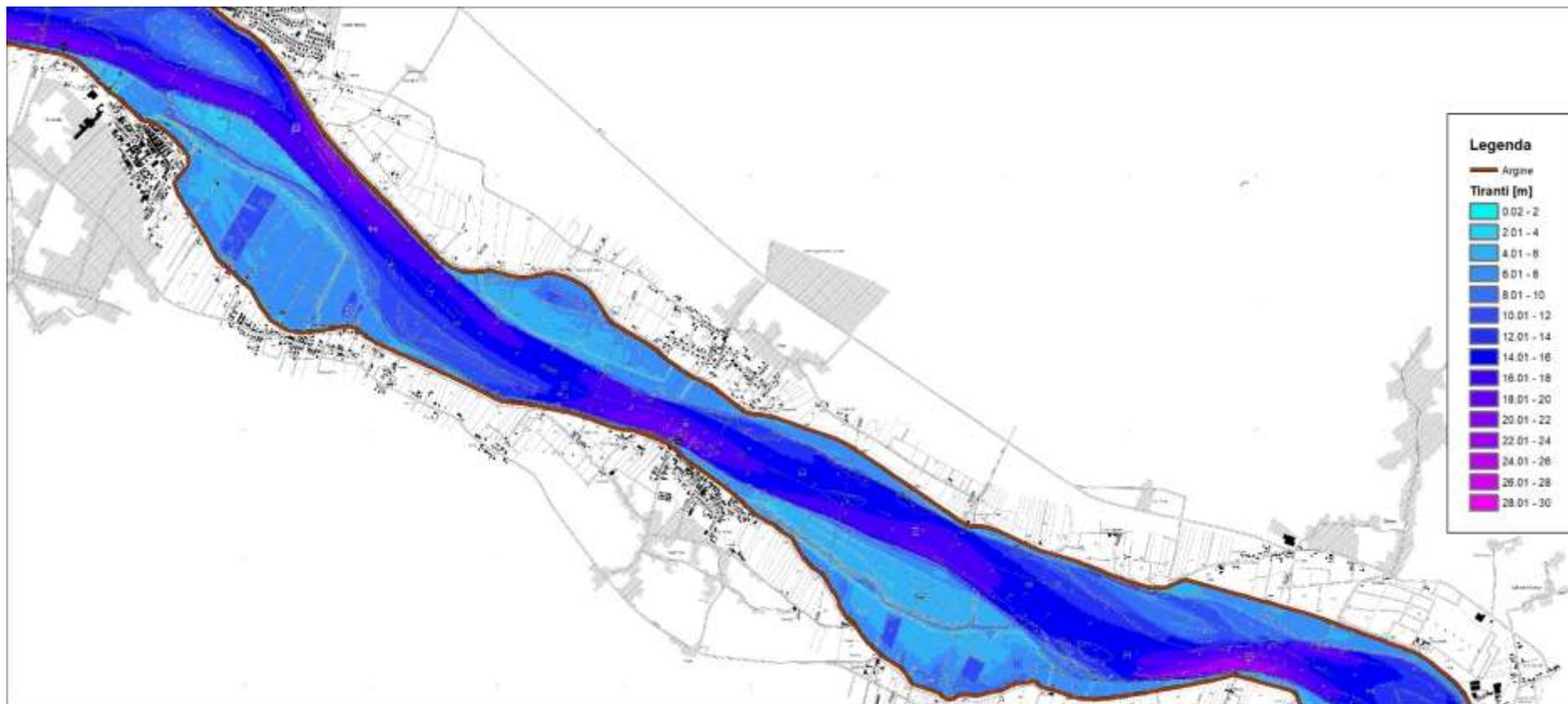


Figura 12 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena PAI – tiranti idrici – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



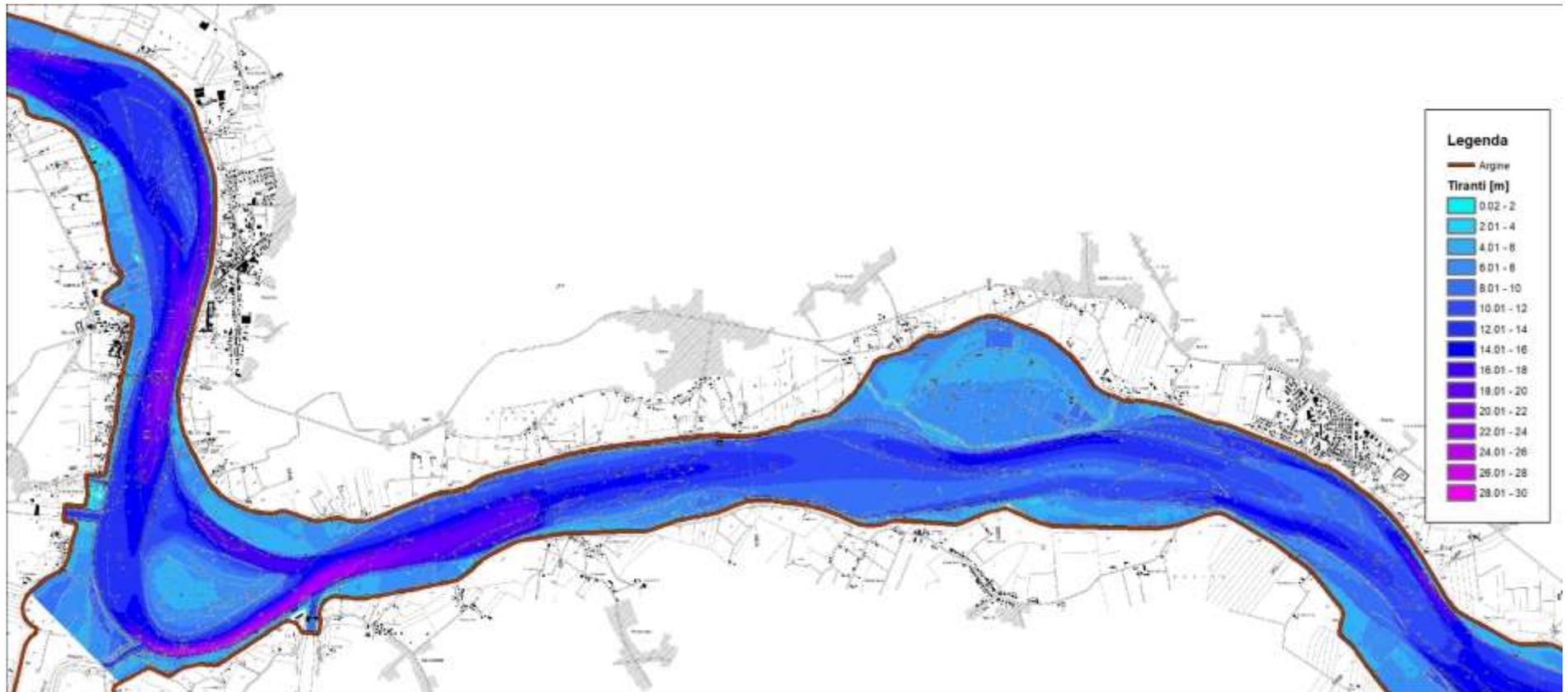


Figura 13 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena PAI – tiranti idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:





Figura 14 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena PAI – tiranti idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



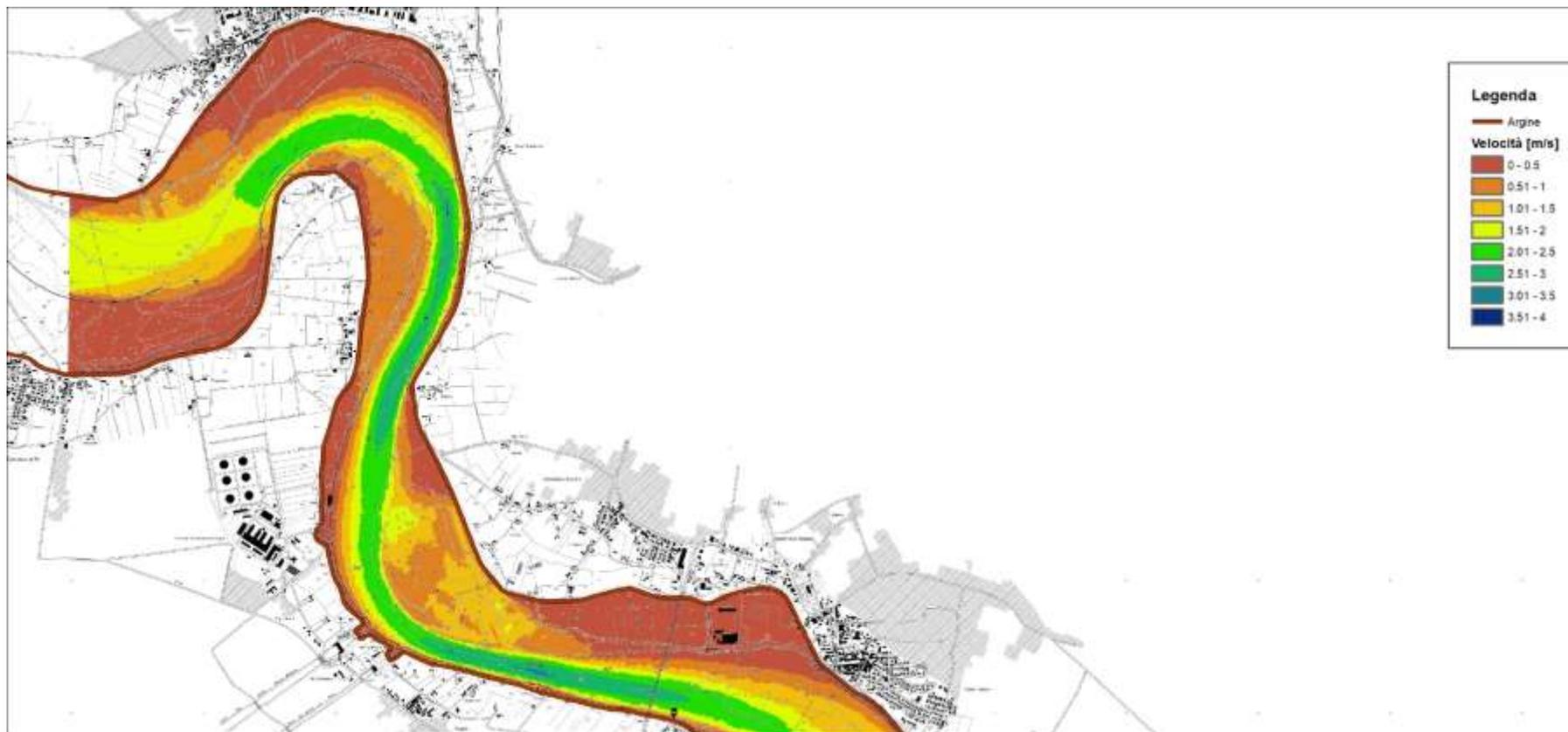


Figura 15 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena PAI – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



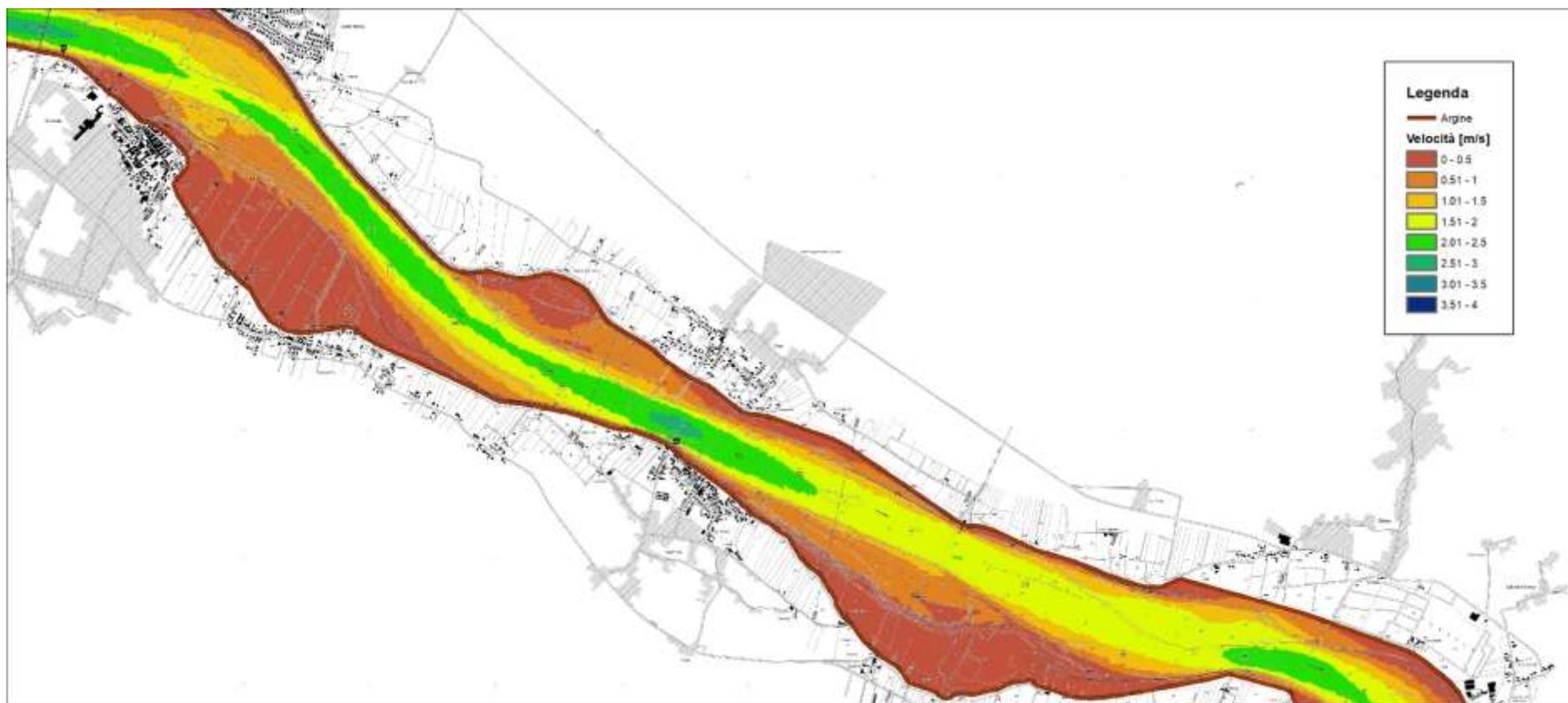


Figura 16 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena PAI – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



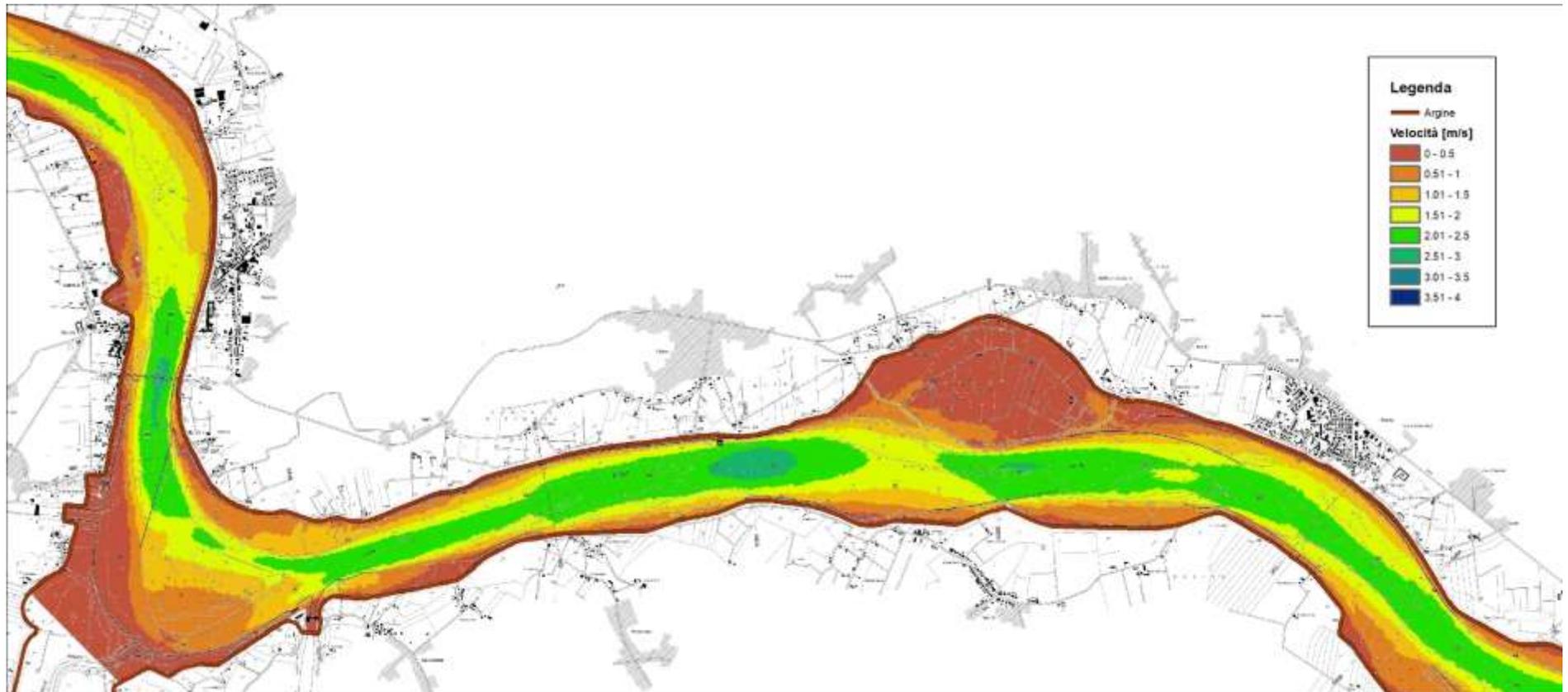


Figura 17 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena PAI – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



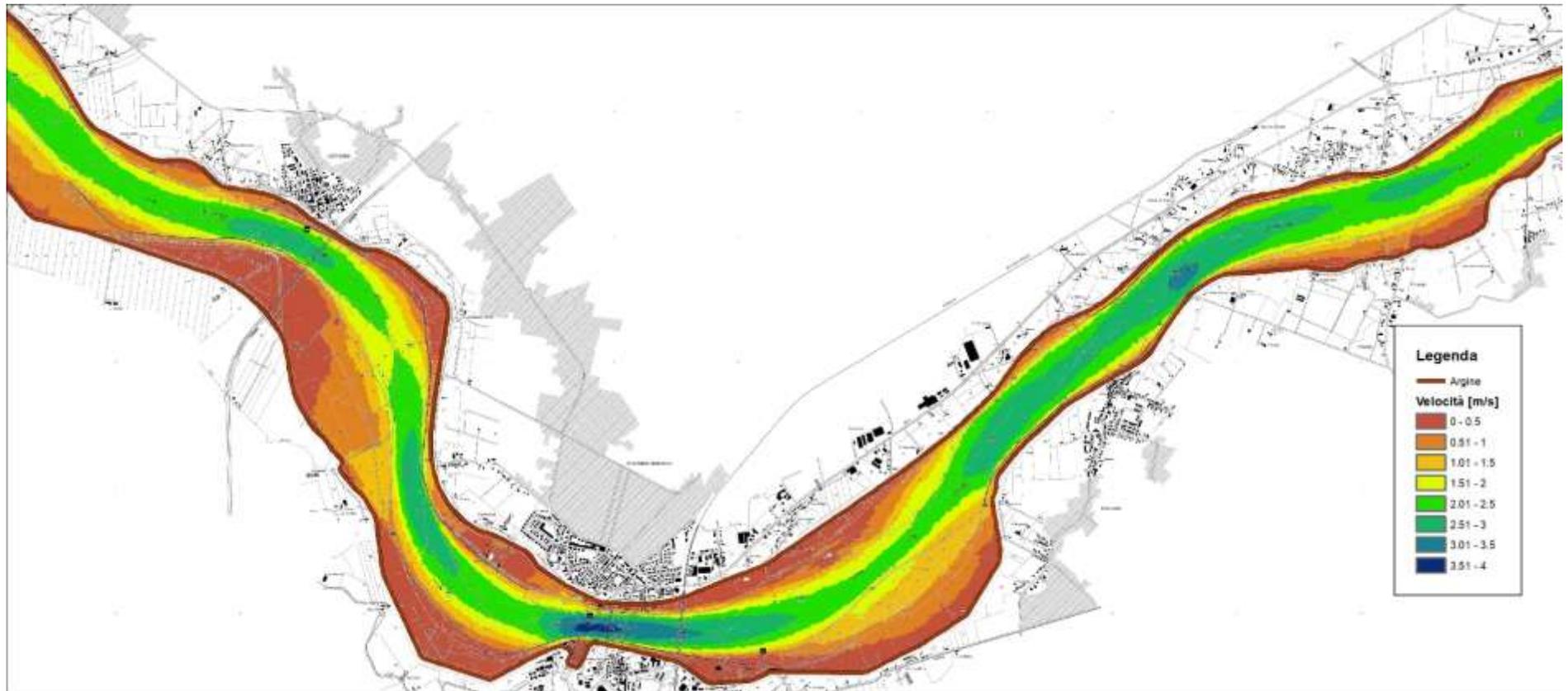


Figura 18 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena PAI – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



Figura 19 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena ordinaria – livelli idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

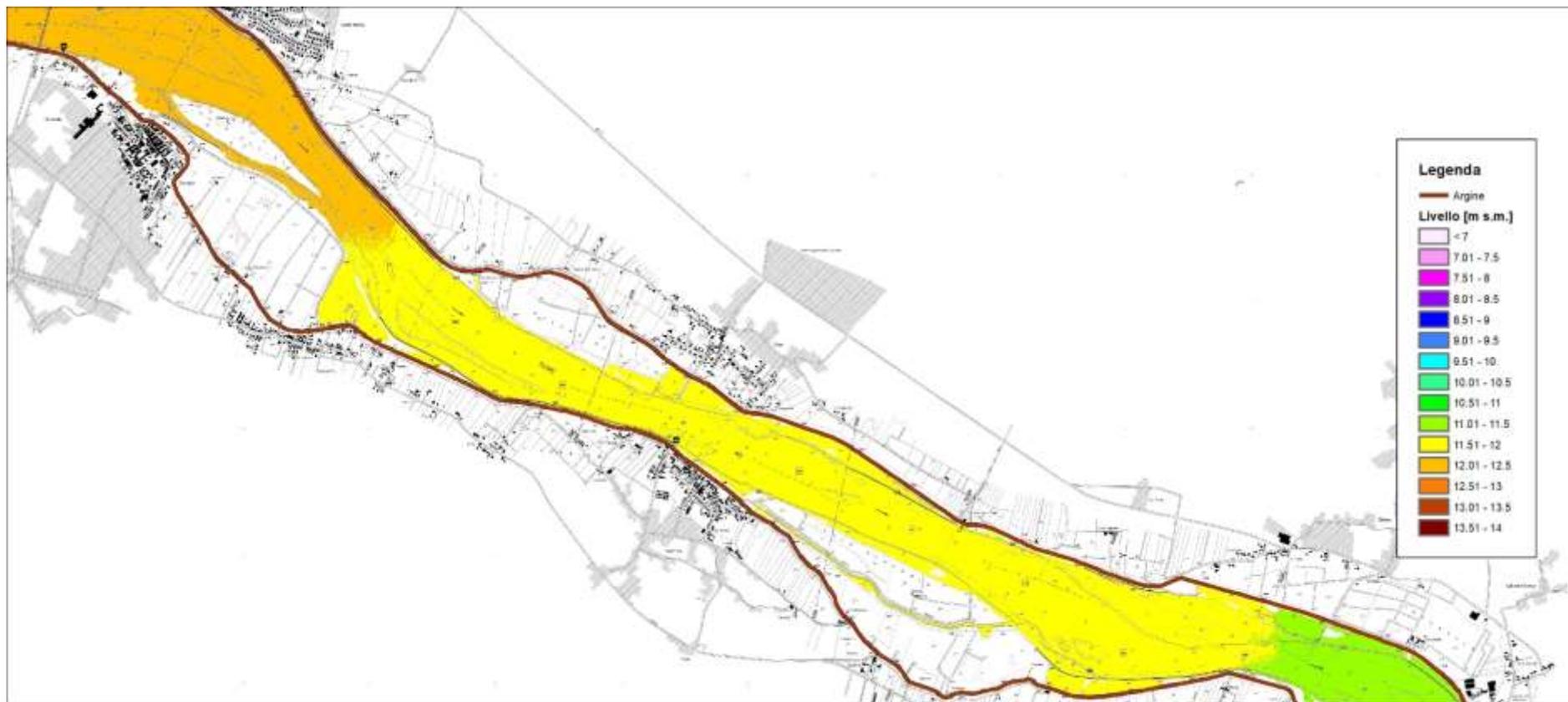


Figura 20 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena ordinaria – livelli idrici – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

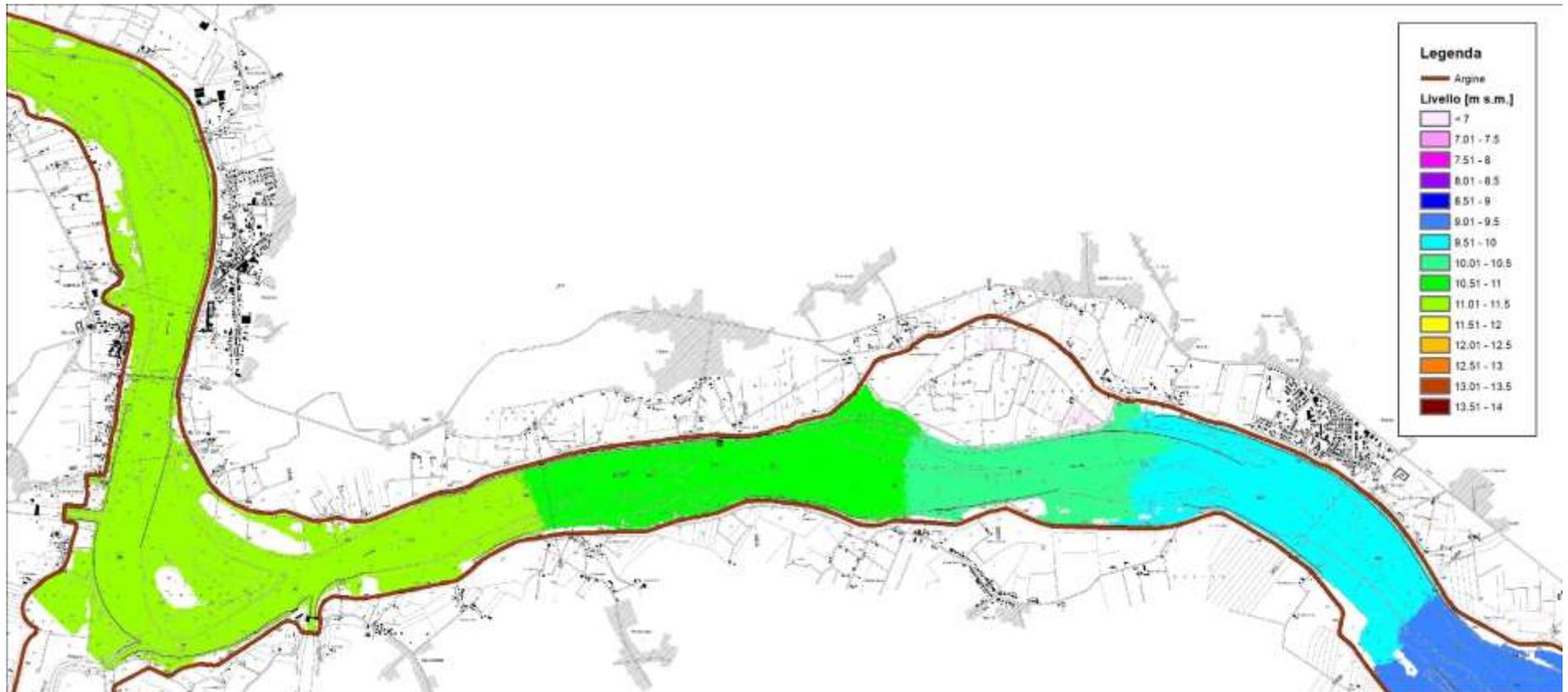


Figura 21 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena ordinaria – livelli idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



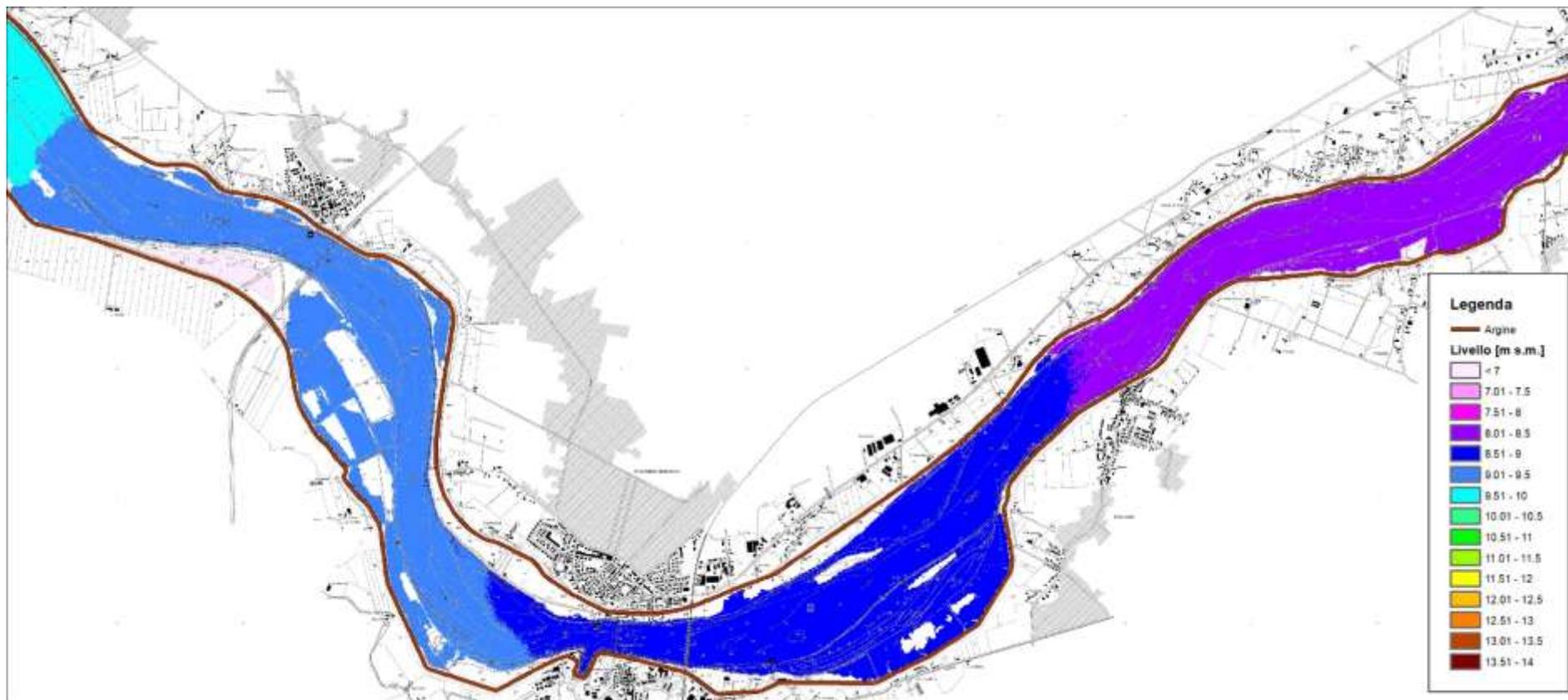


Figura 22 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena ordinaria – livelli idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:





Figura 23 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena ordinaria – tiranti idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

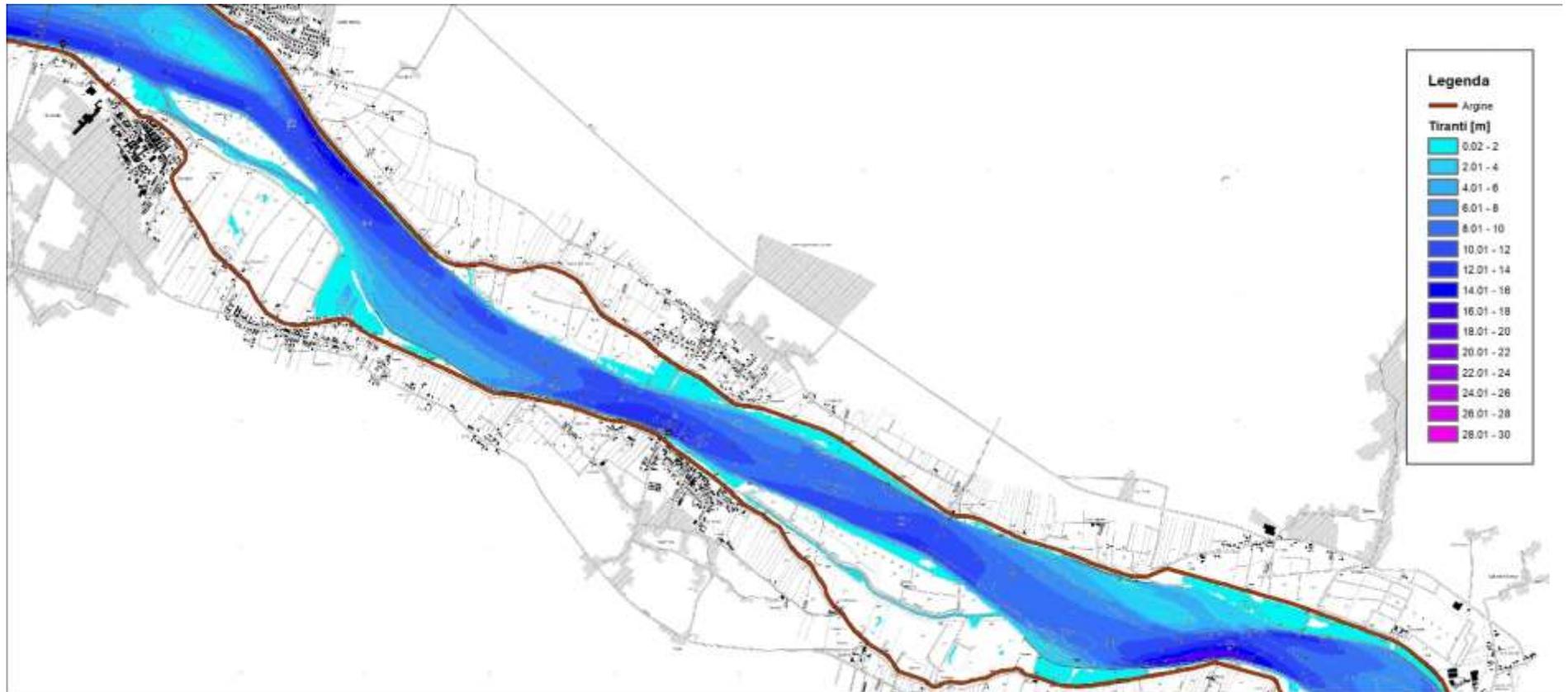


Figura 24 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena ordinaria – tiranti idrici – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



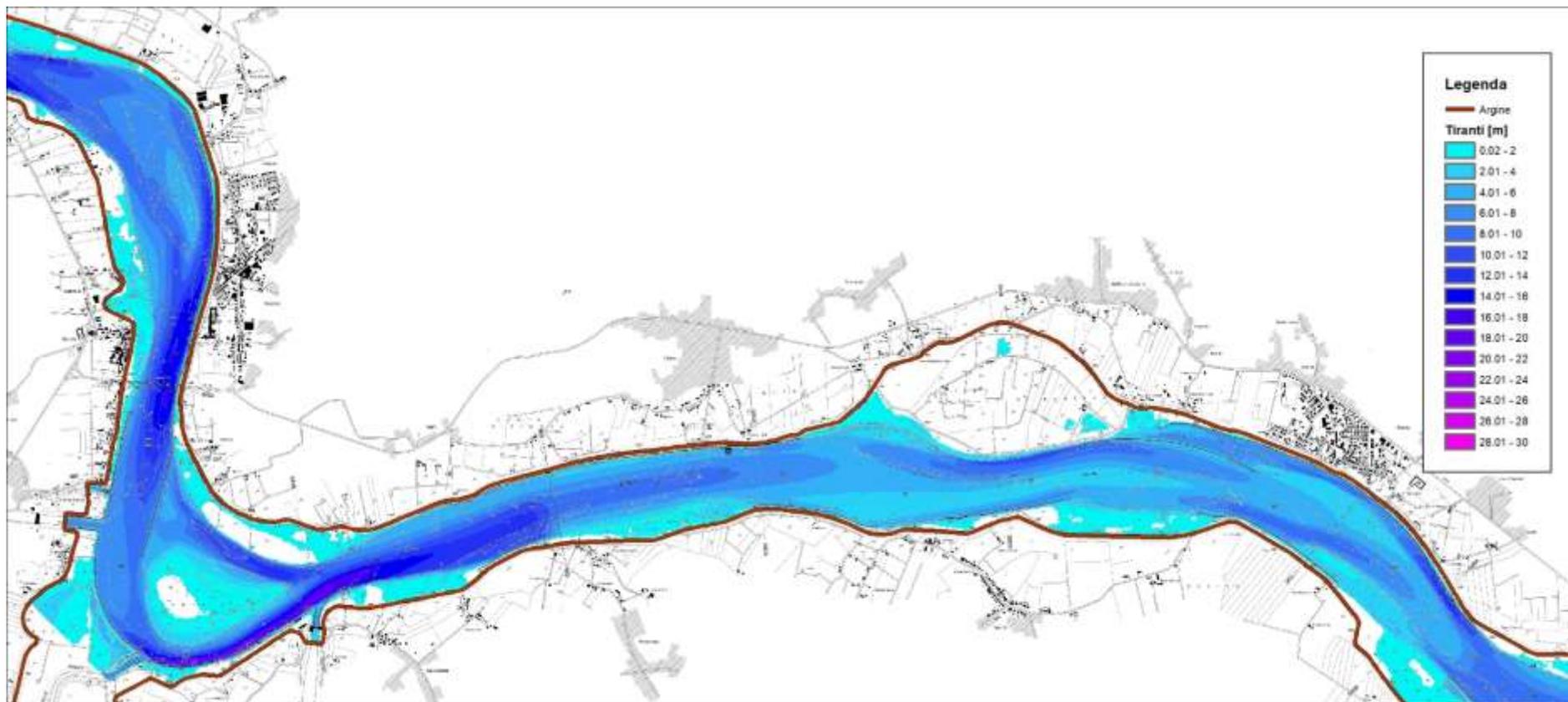


Figura 25 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena ordinaria – tiranti idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



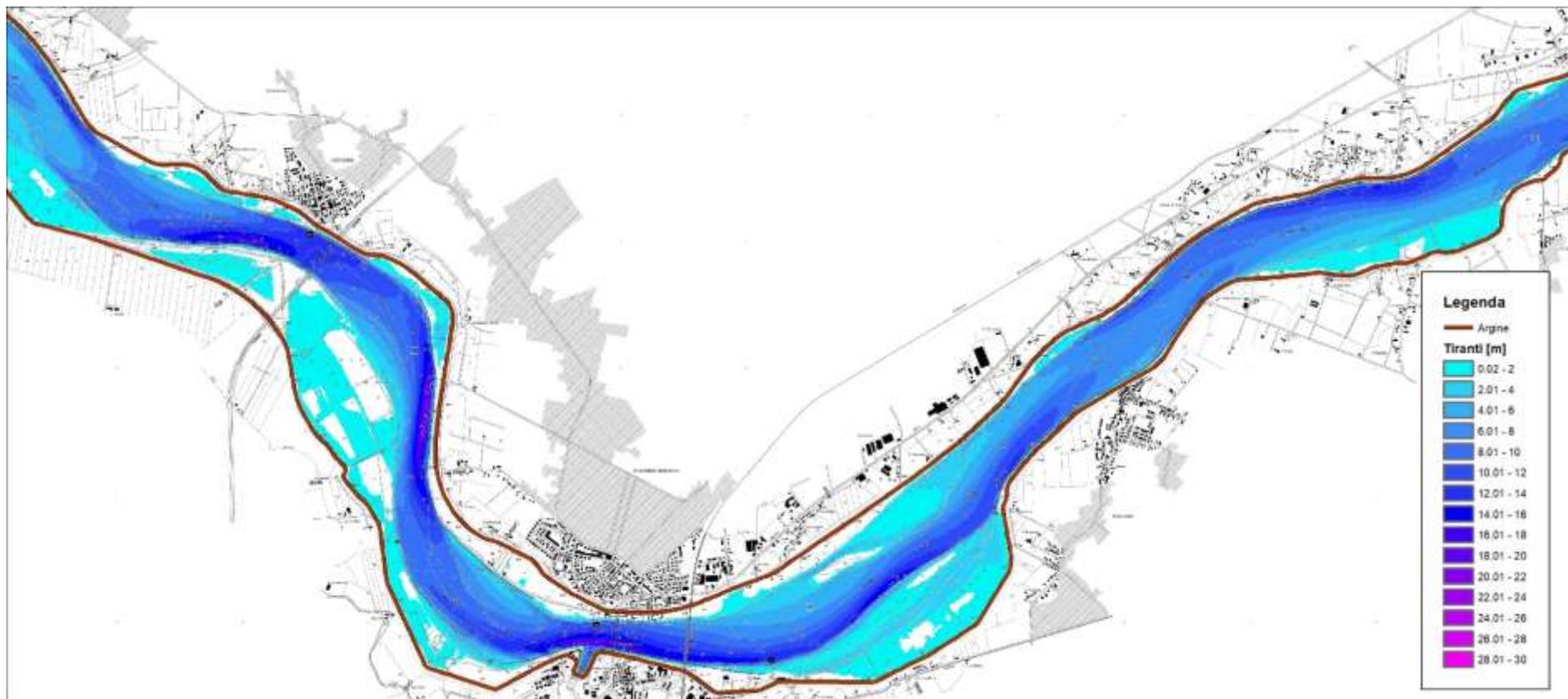


Figura 26 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena ordinaria – tiranti idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

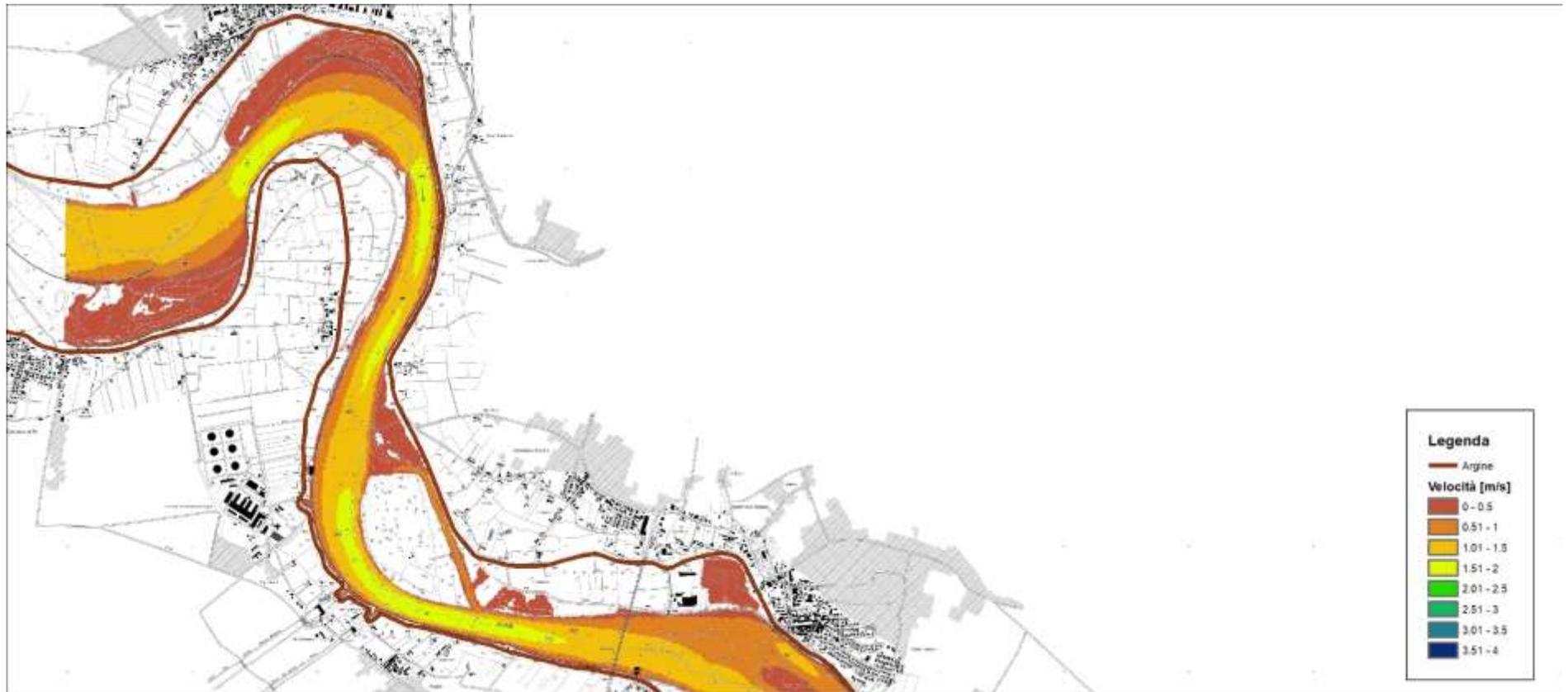


Figura 27 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena ordinaria – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

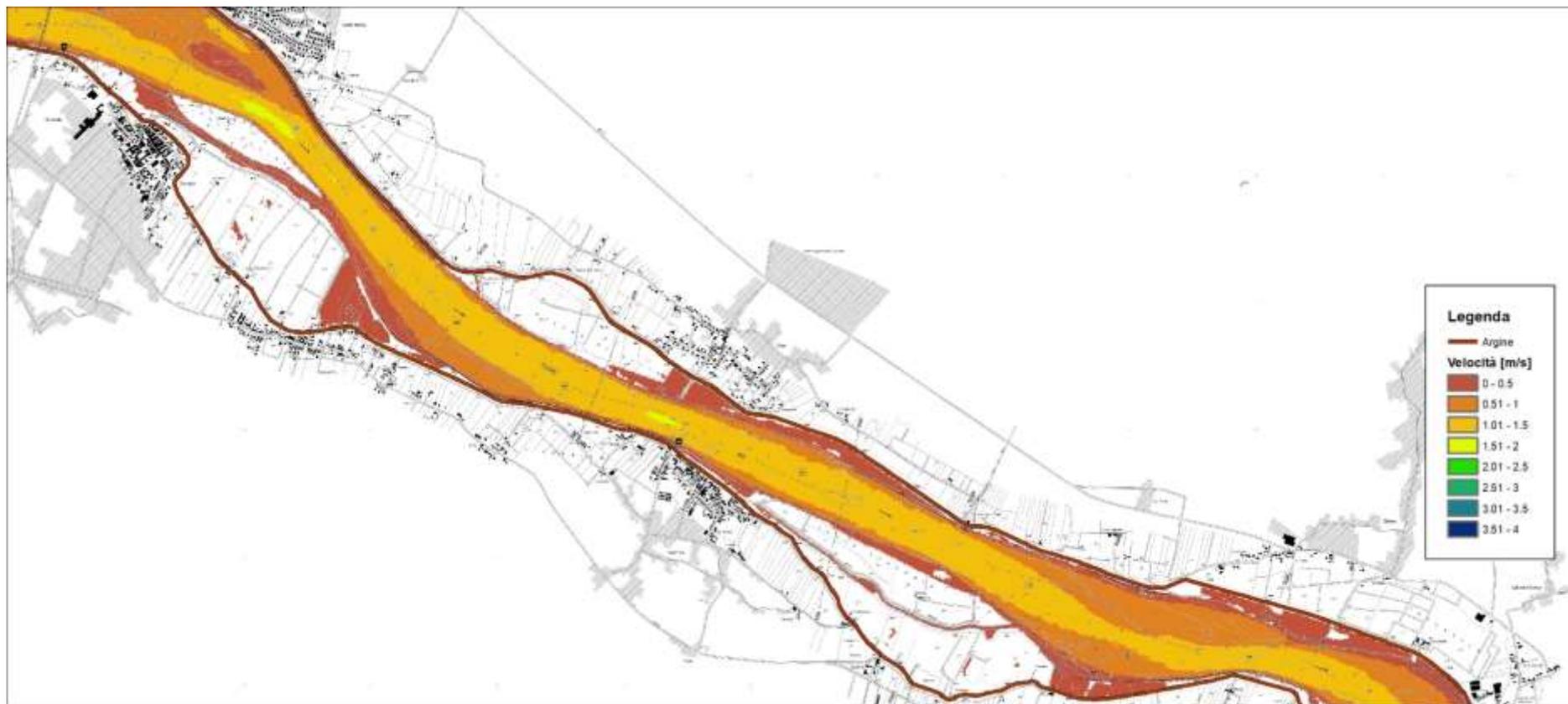


Figura 28 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena ordinaria – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

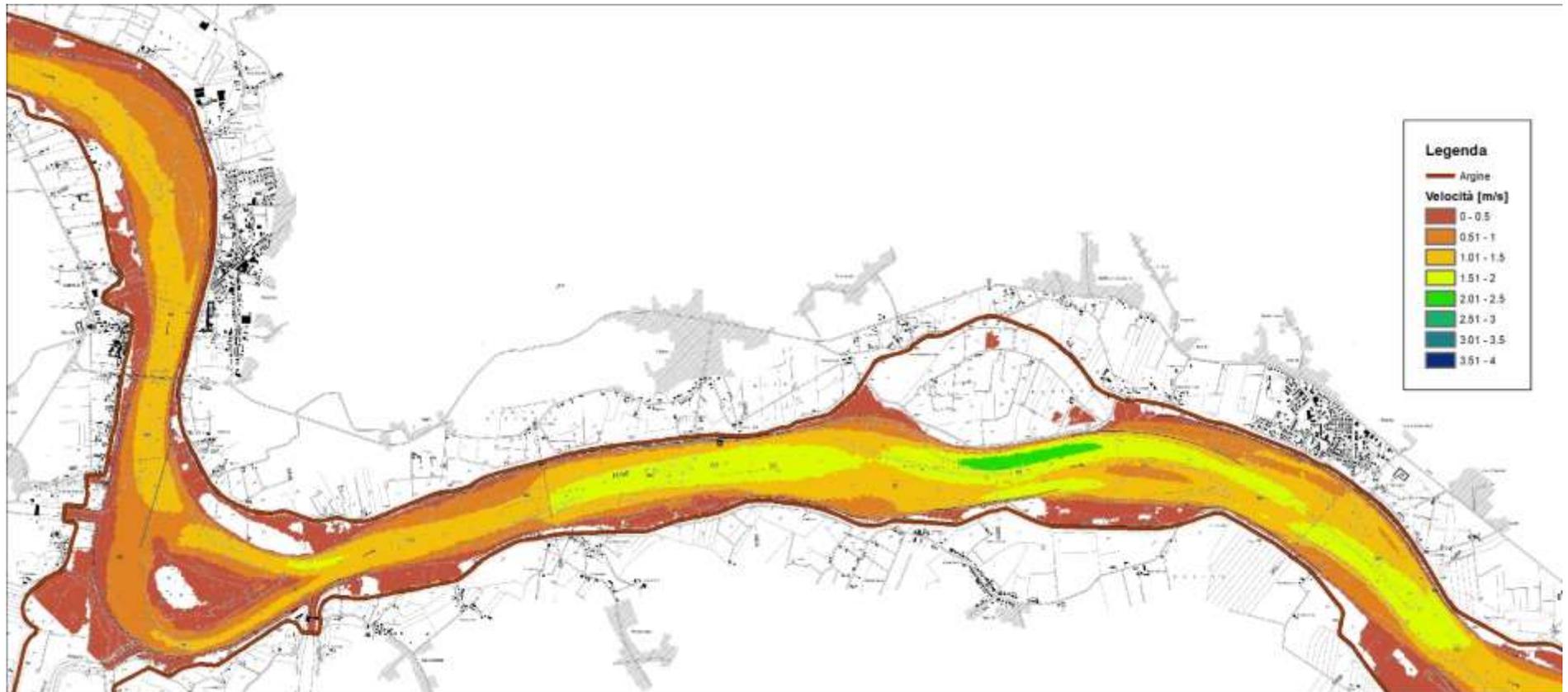


Figura 29 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena ordinaria – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



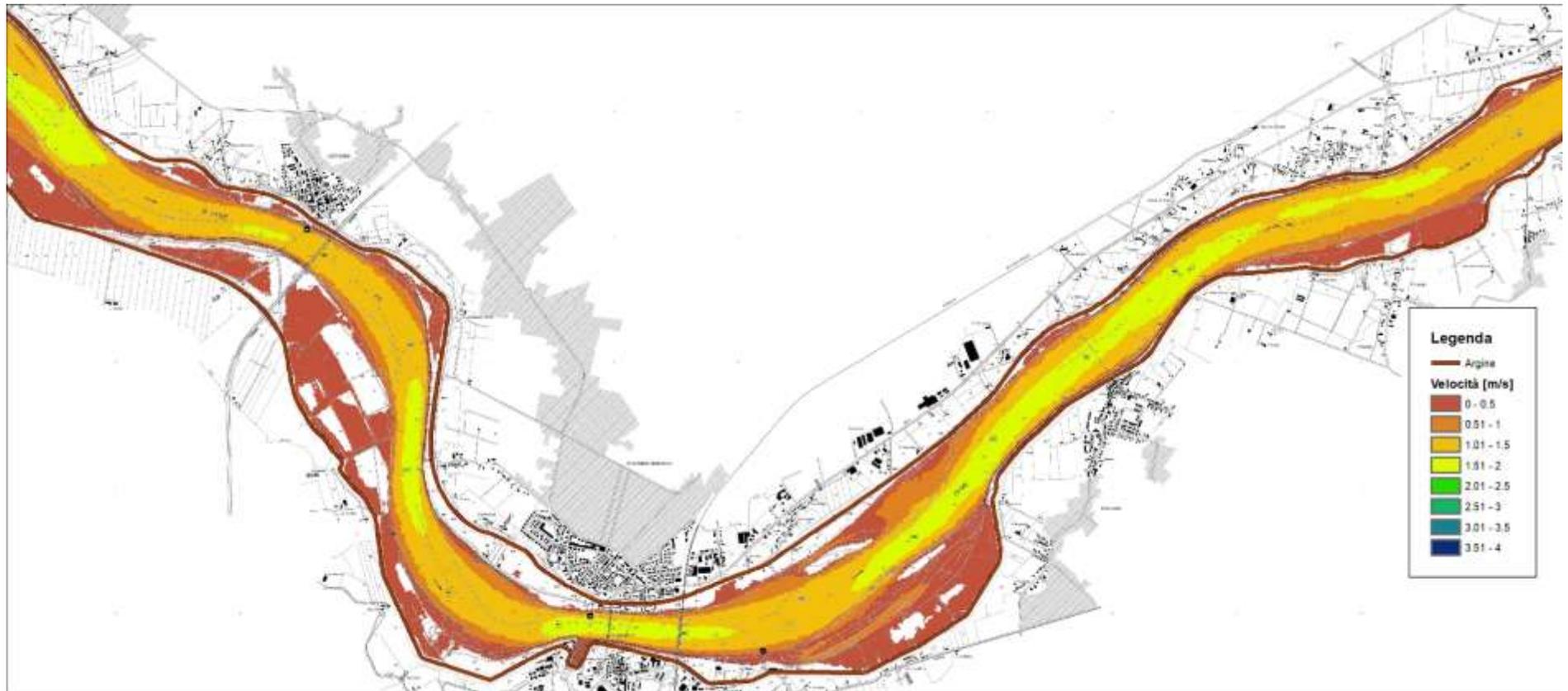


Figura 30 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – piena ordinaria – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



Figura 31 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata media annua – livelli idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

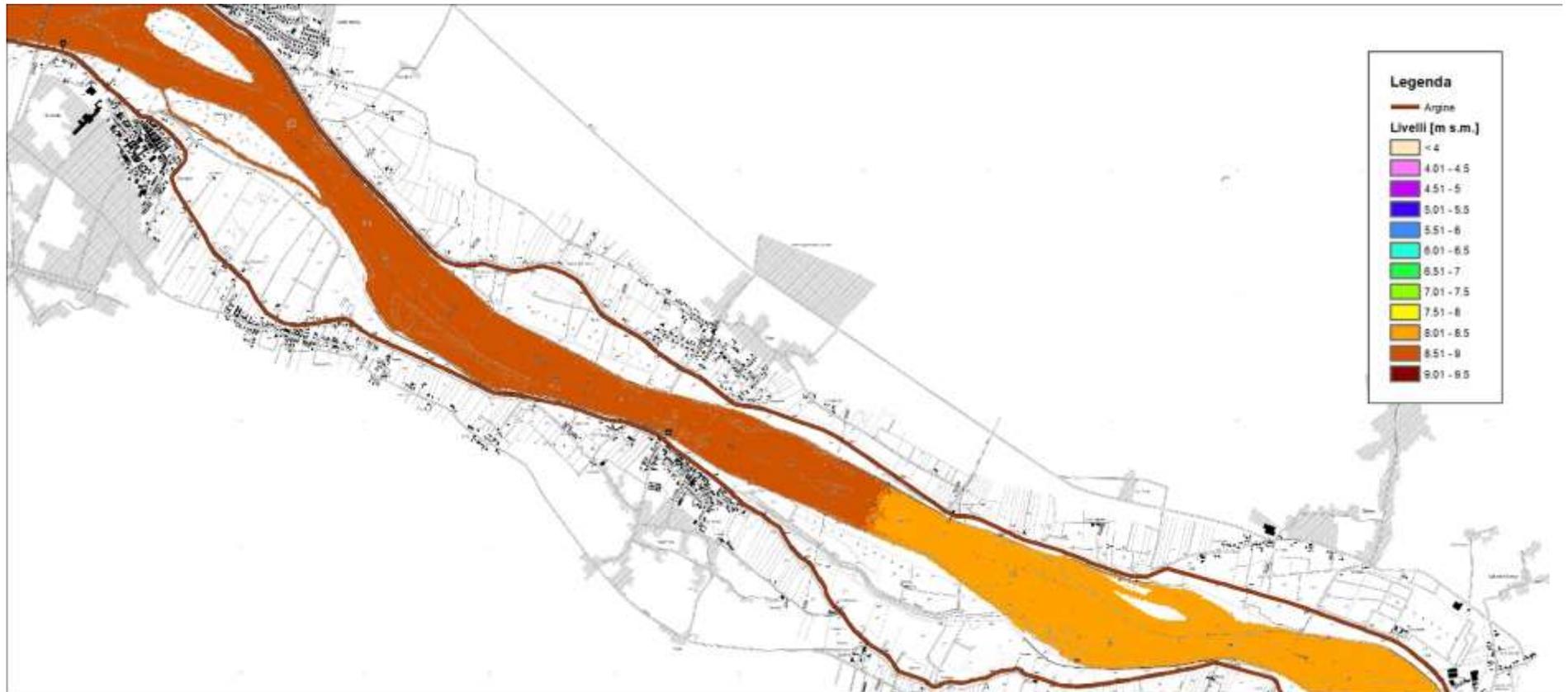


Figura 32 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata media annua – livelli idrici – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



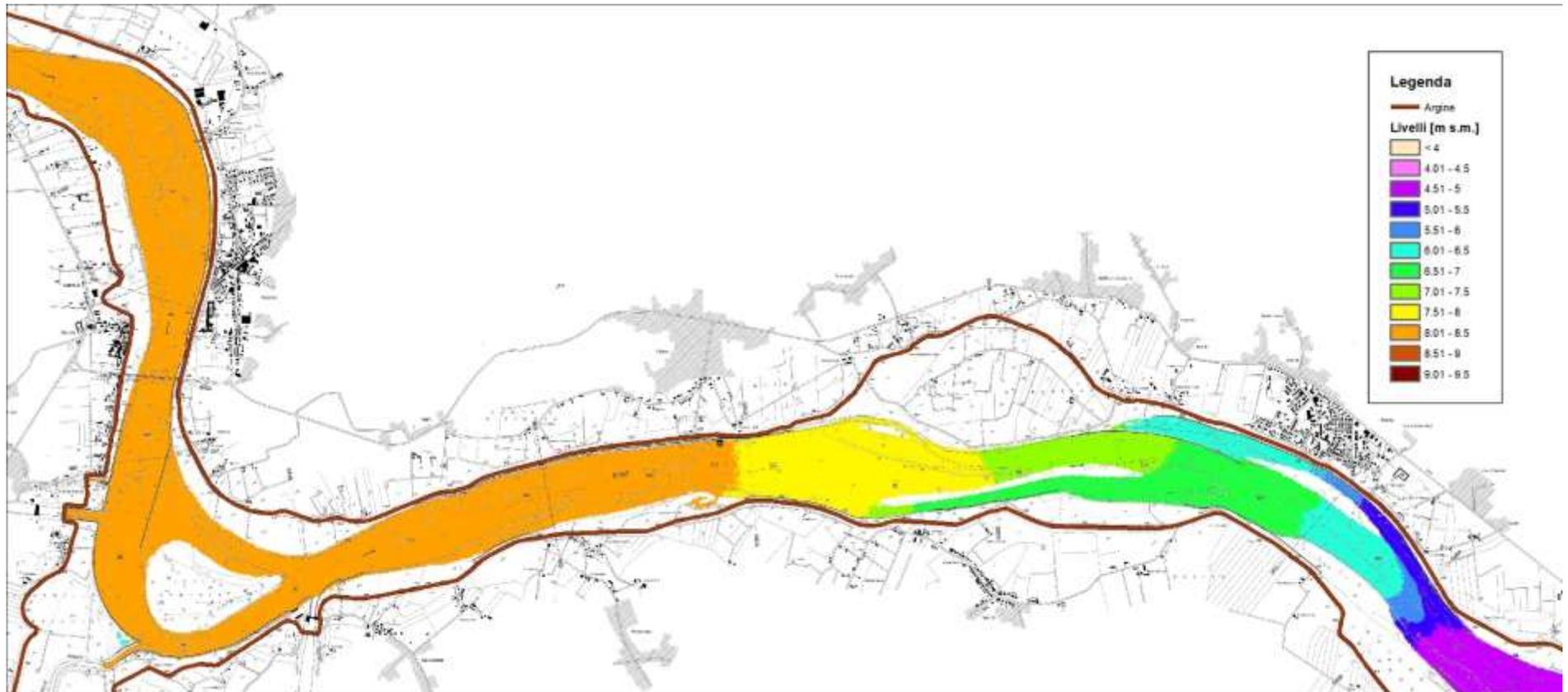


Figura 33 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata media annua – livelli idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



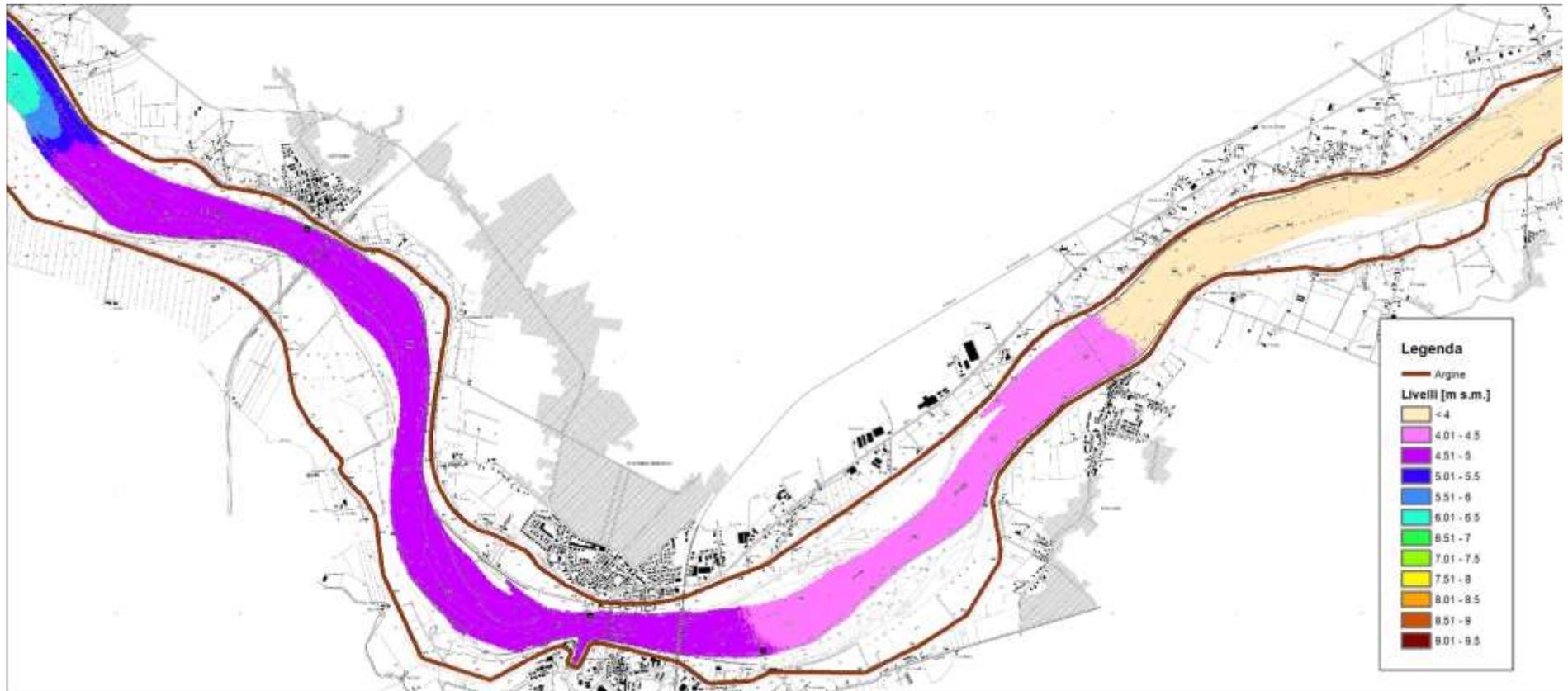


Figura 34 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata media annua – livelli idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

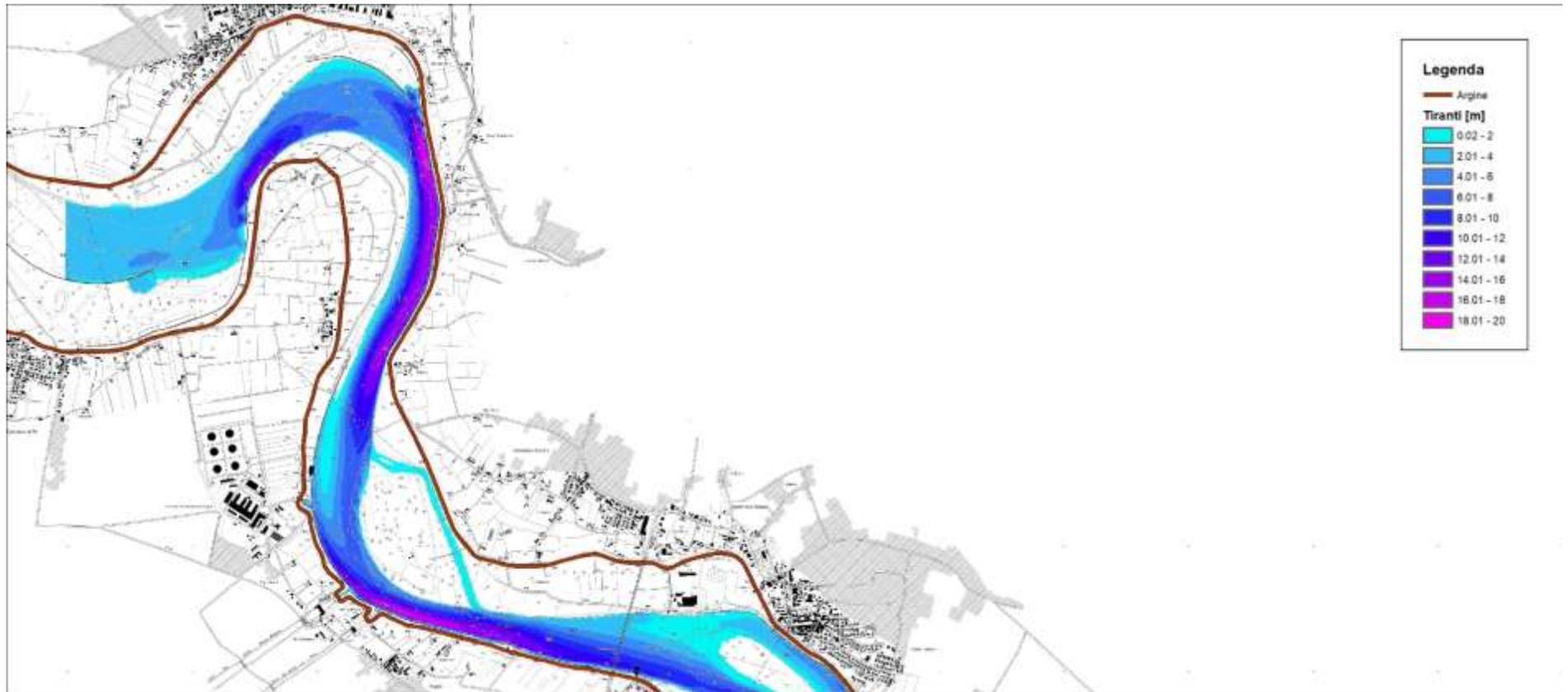


Figura 35 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata media annua – tiranti idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



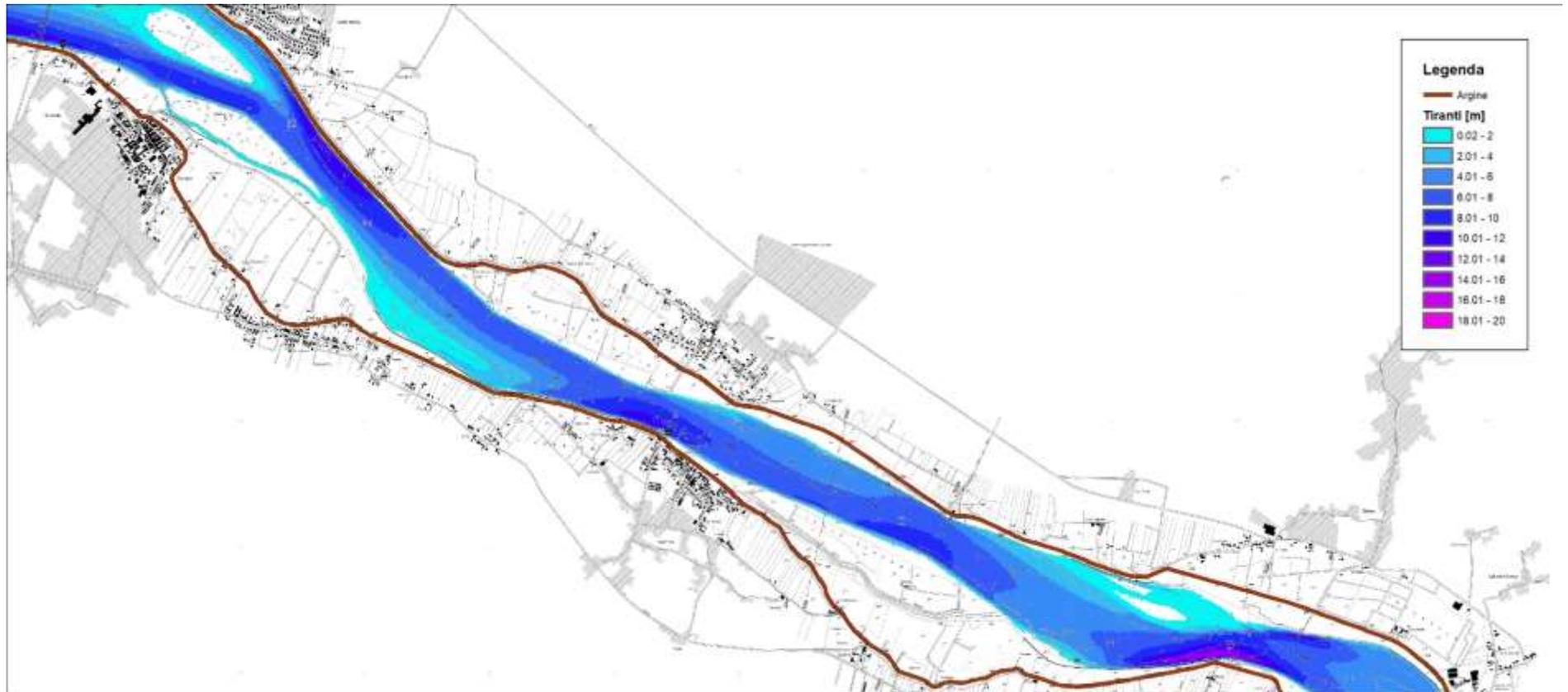


Figura 36 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata media annua – tiranti idrici – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



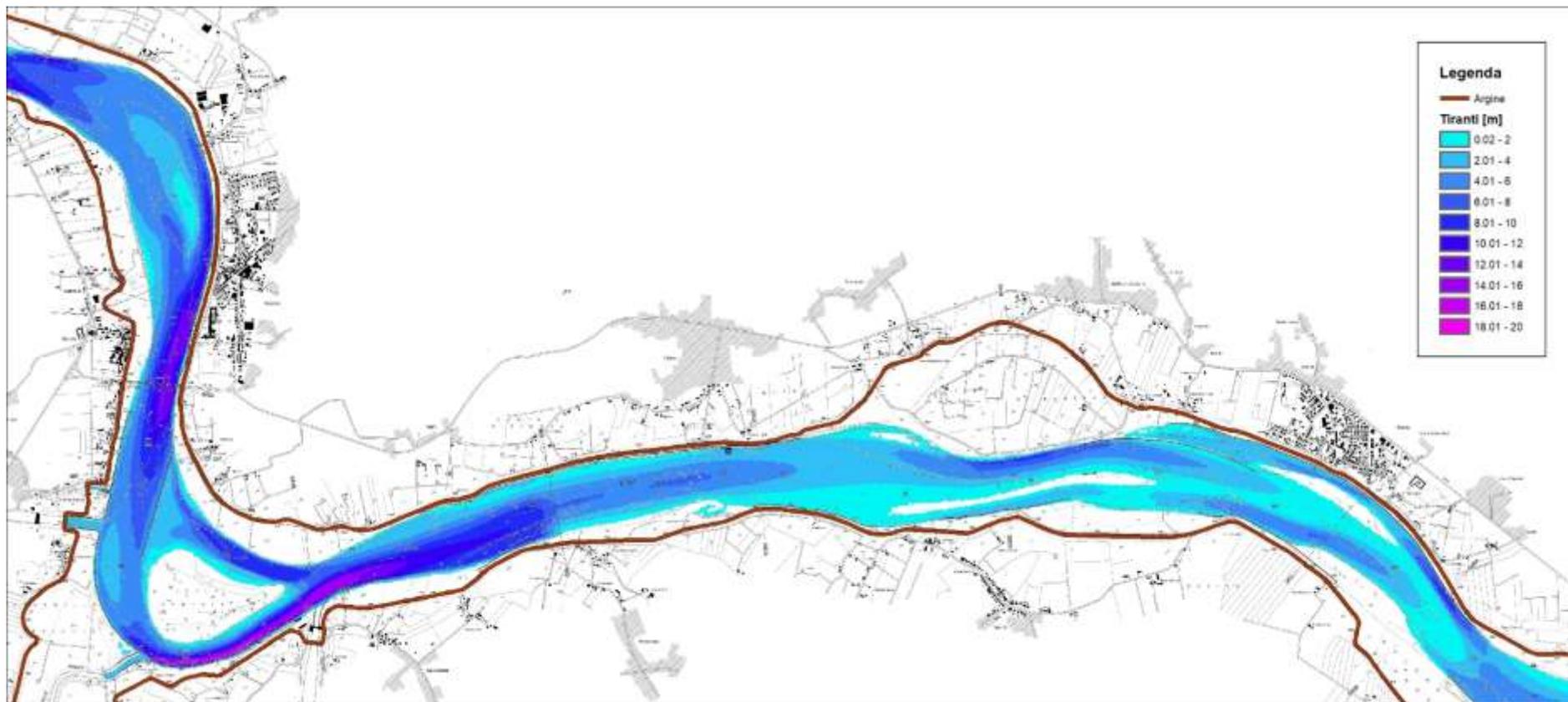


Figura 37 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata media annua – tiranti idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



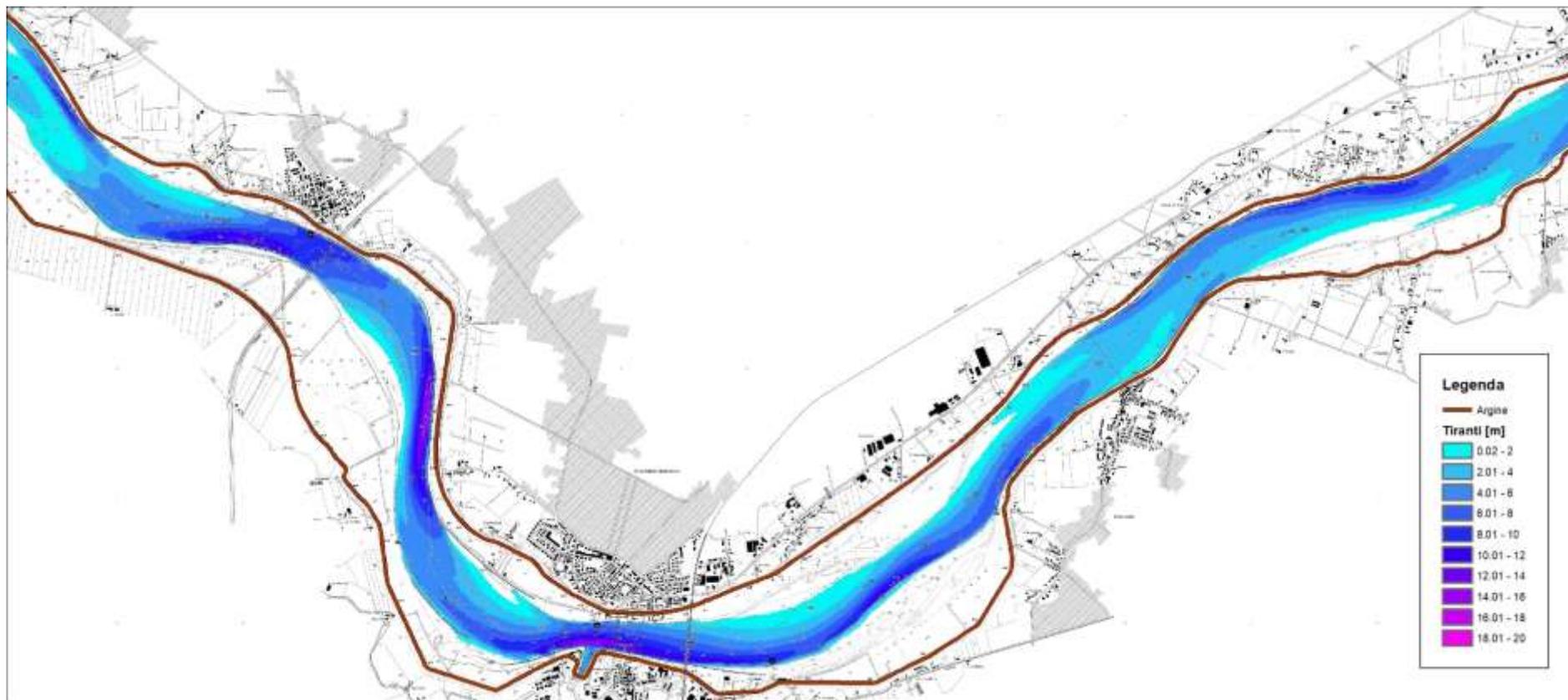


Figura 38 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata media annua – tiranti idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



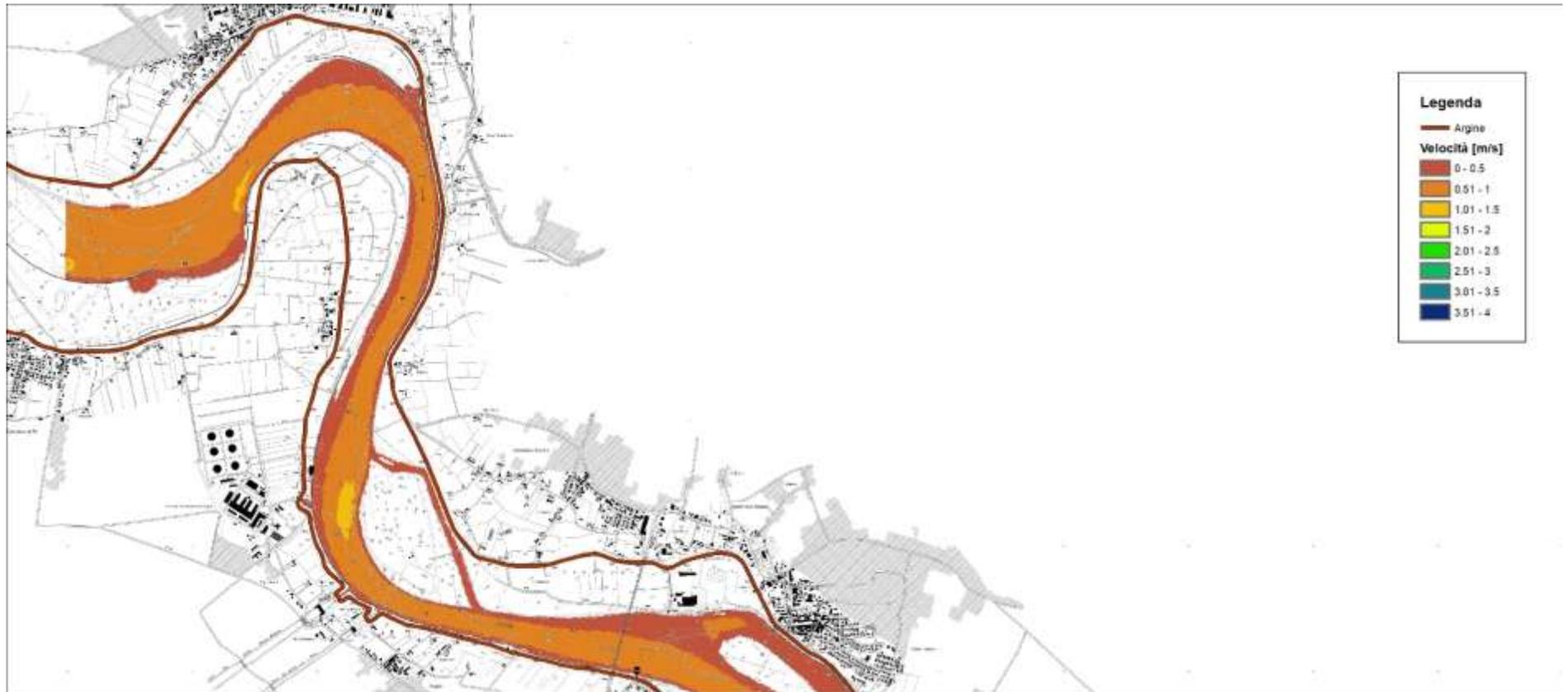


Figura 39 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata media annua – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

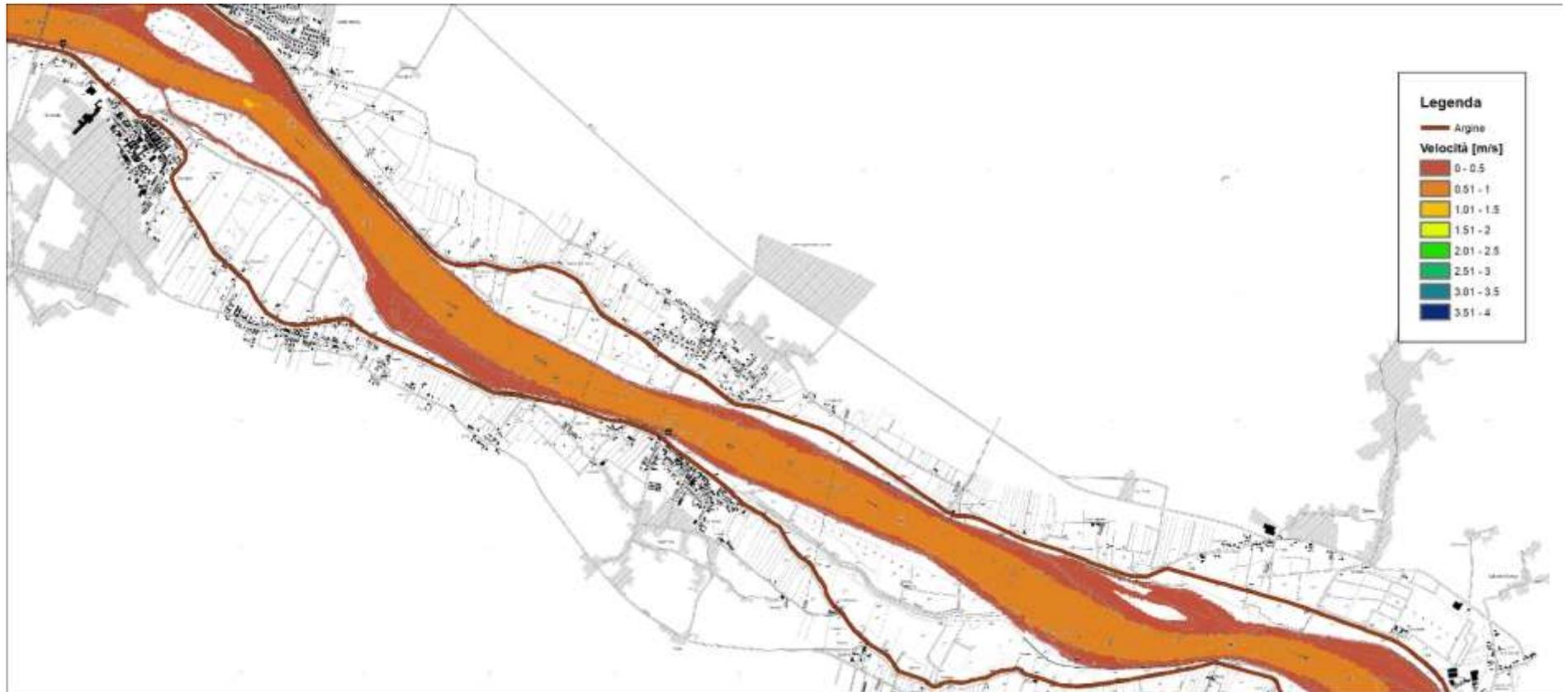


Figura 40 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata media annua – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



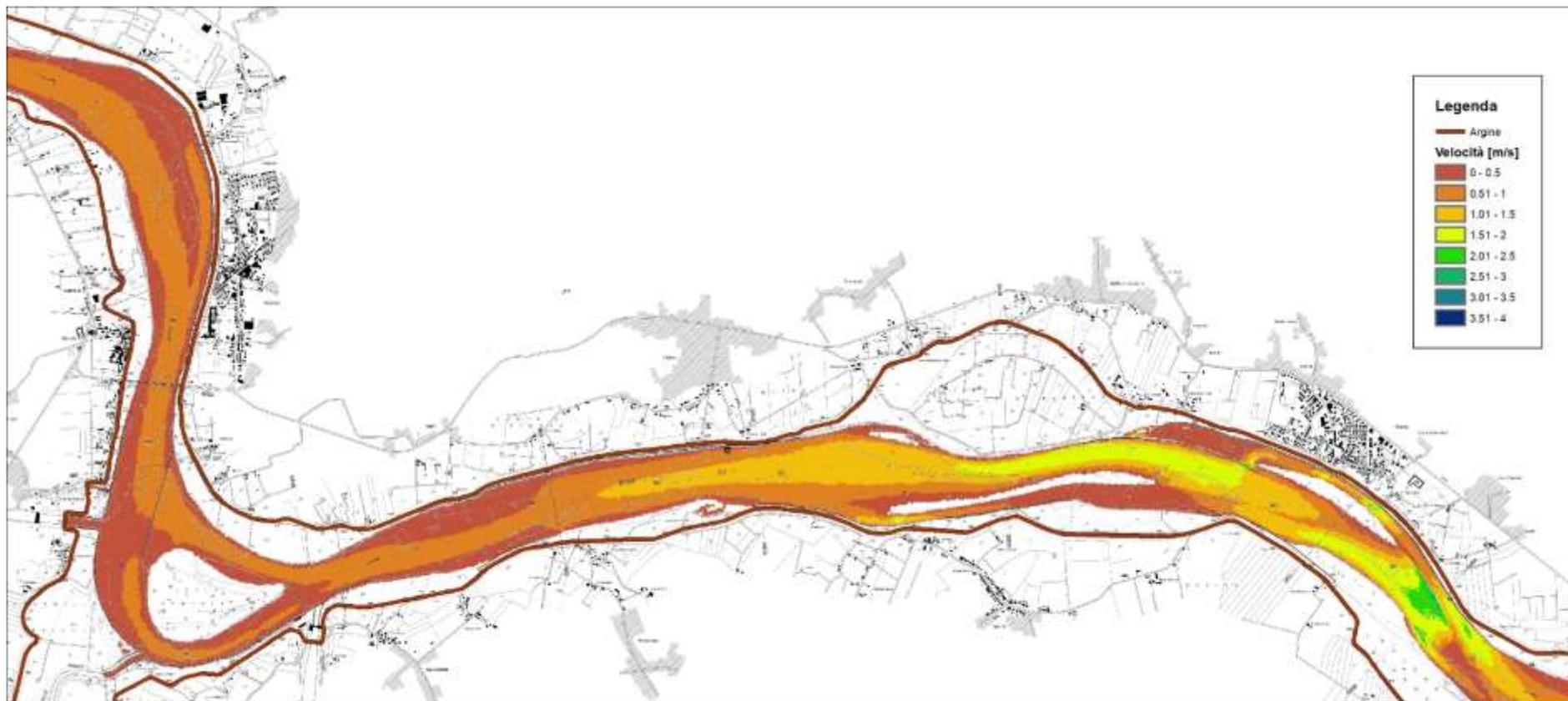


Figura 41 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata media annua – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:





Figura 42 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata media annua – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:





Figura 43 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata magra – livello idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:





Figura 44 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata magra – livello idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



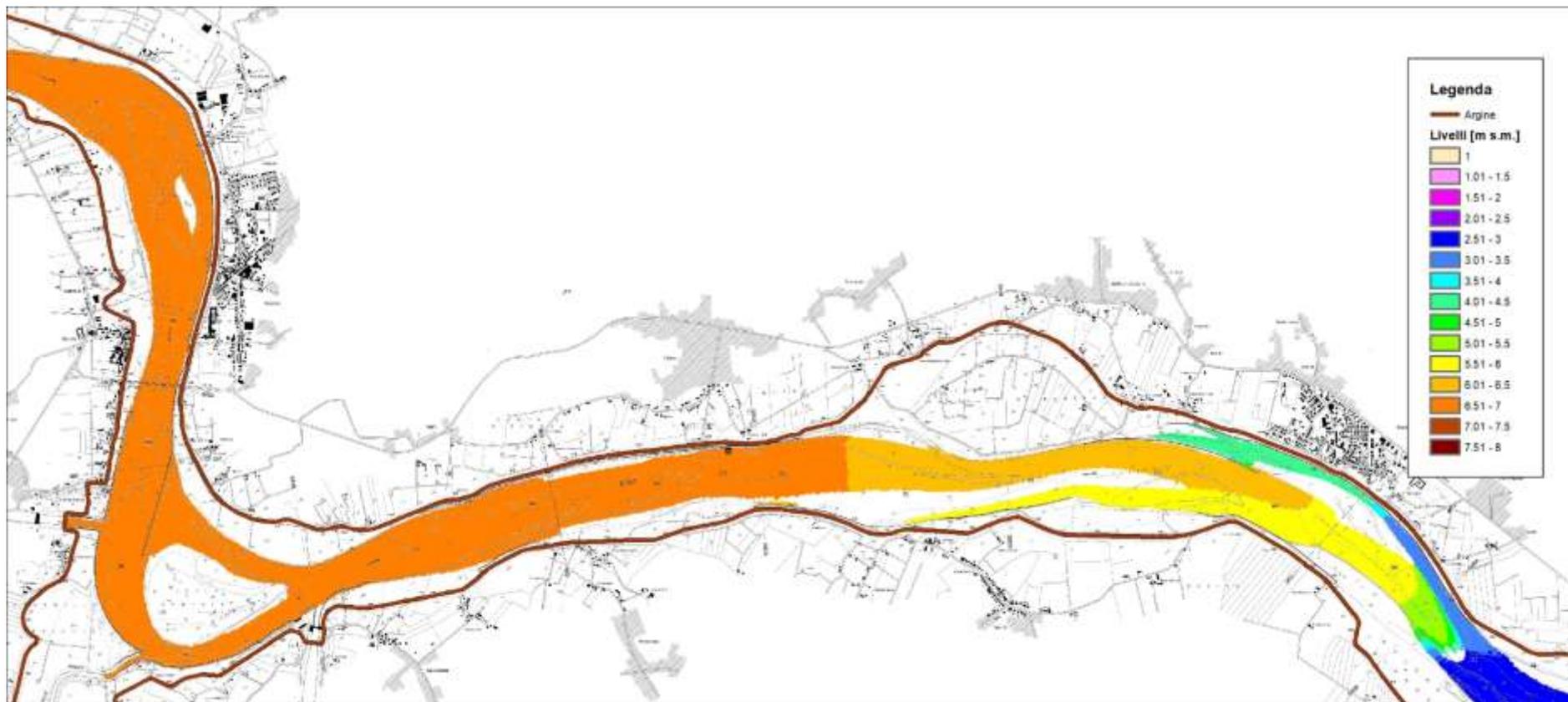


Figura 45 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata magra – livello idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

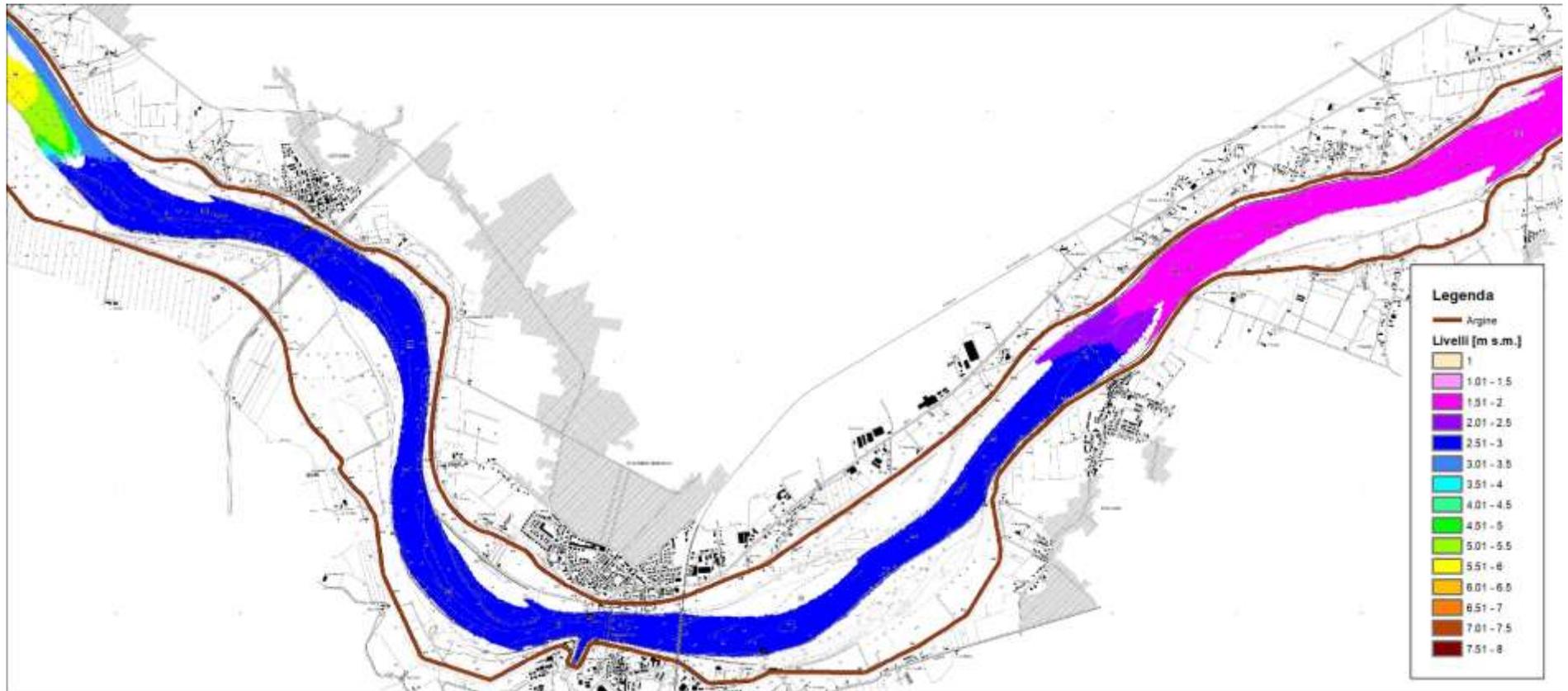


Figura 46 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata magra – livello idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



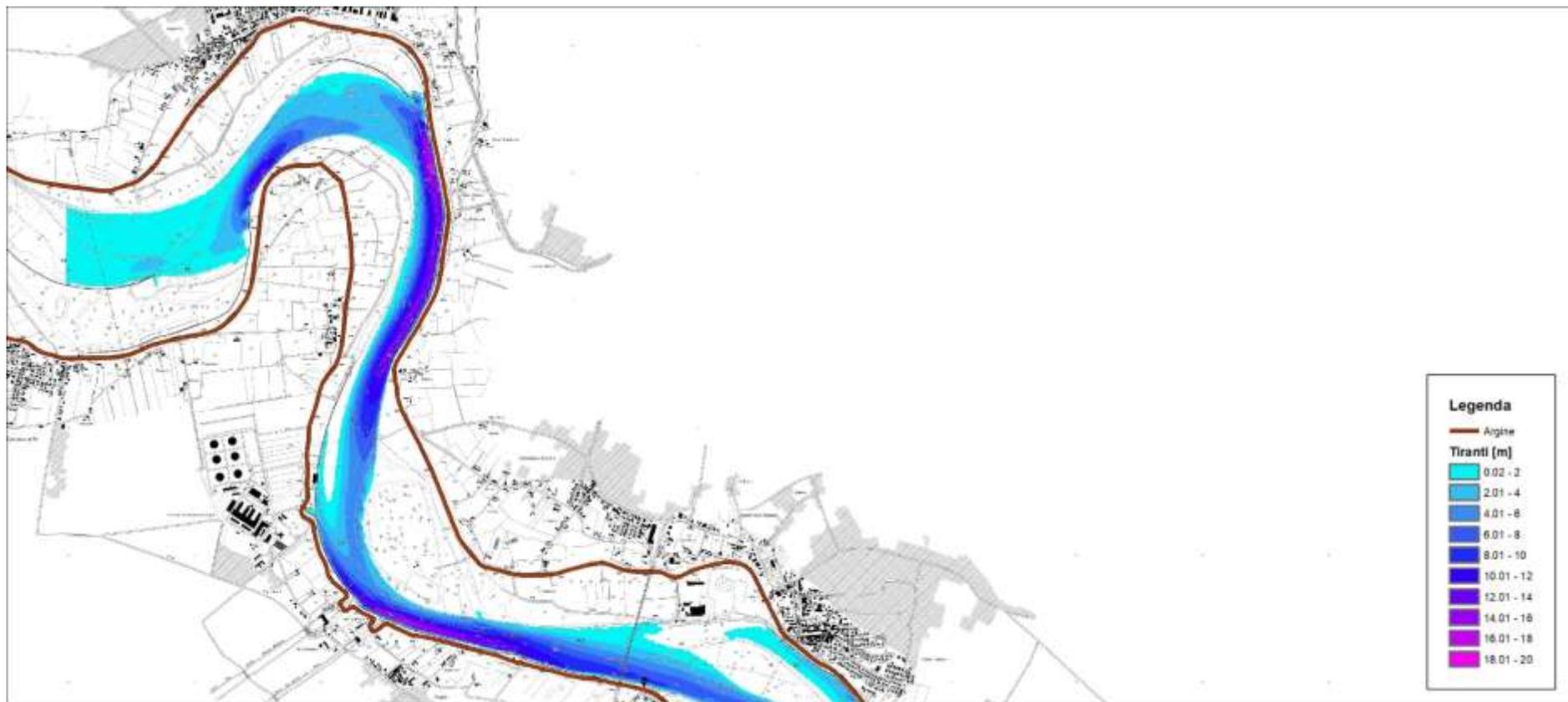


Figura 47 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata magra – tirante idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

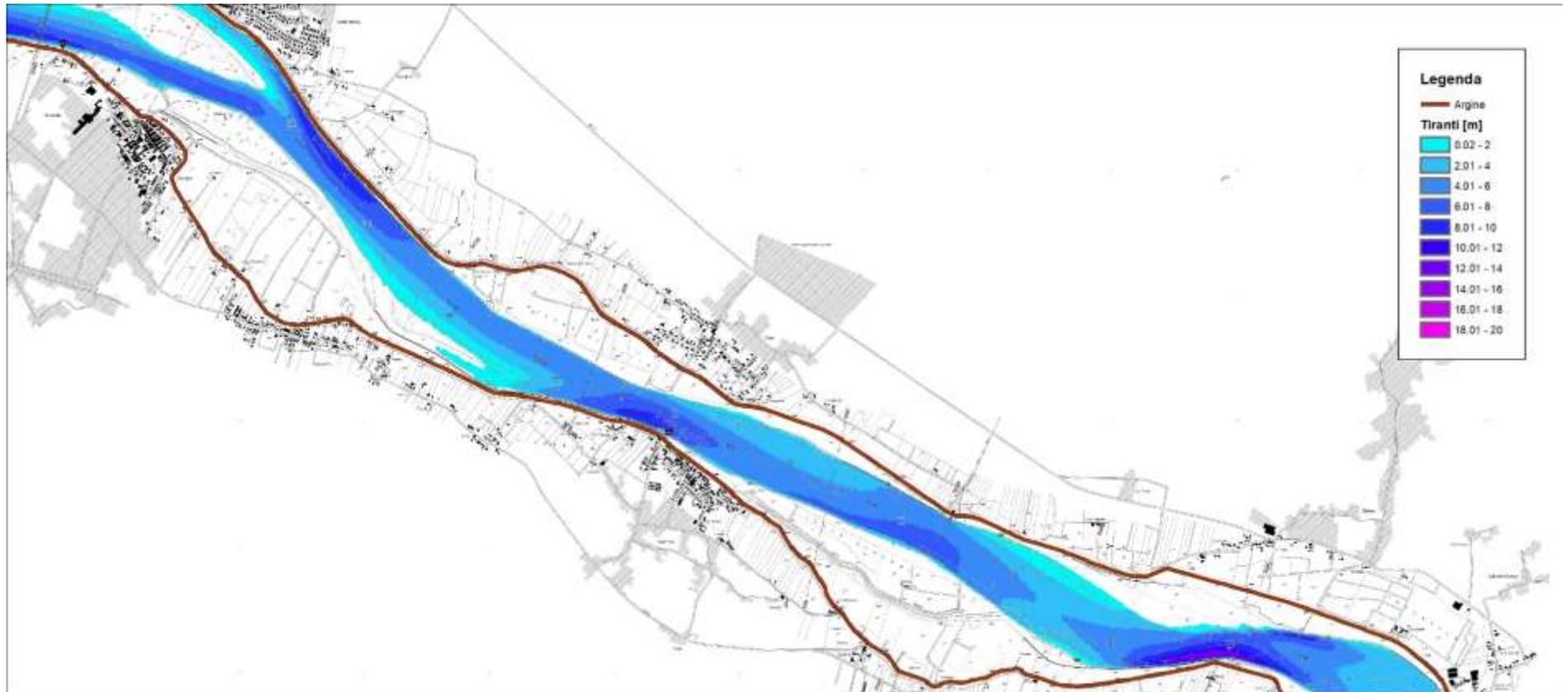


Figura 48 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata magra – tirante idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



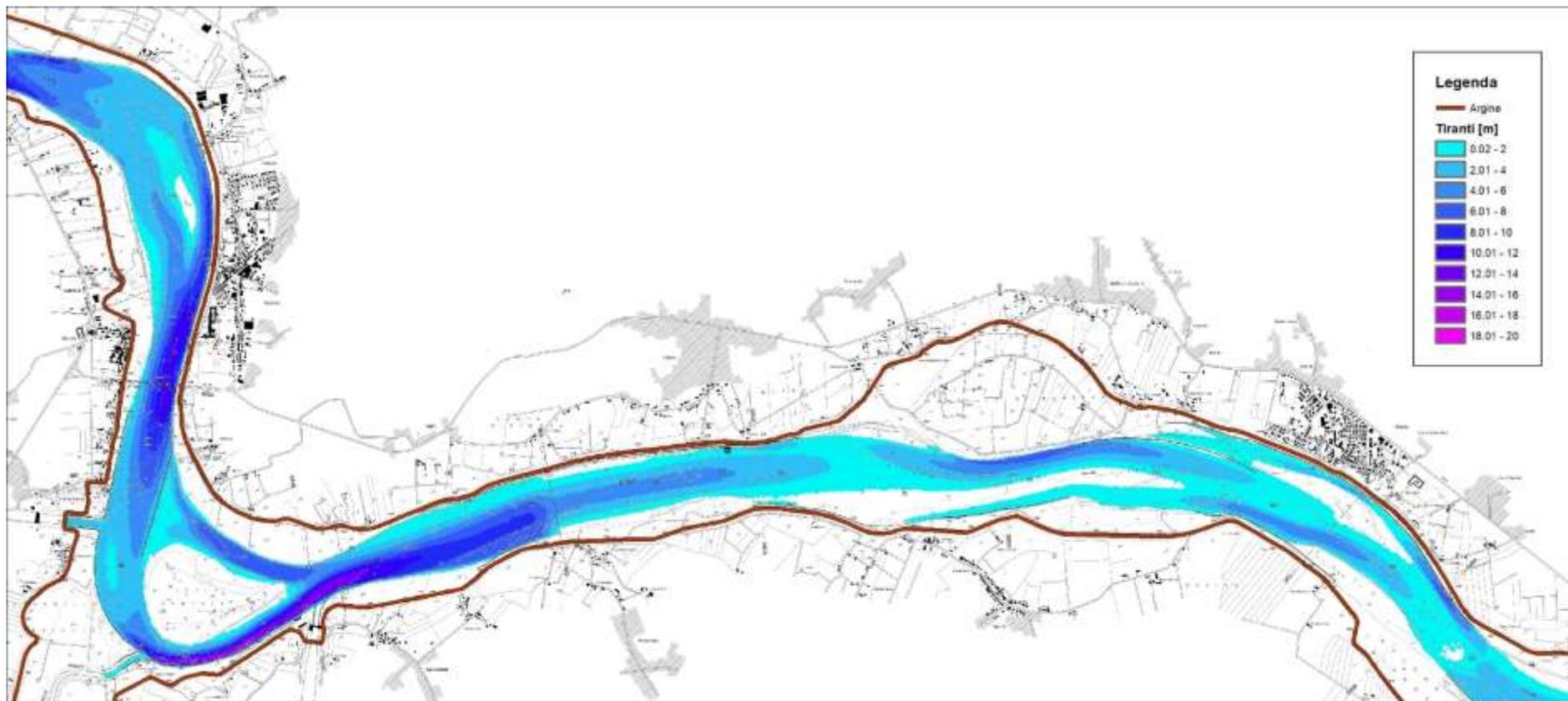


Figura 49 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata magra – tirante idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



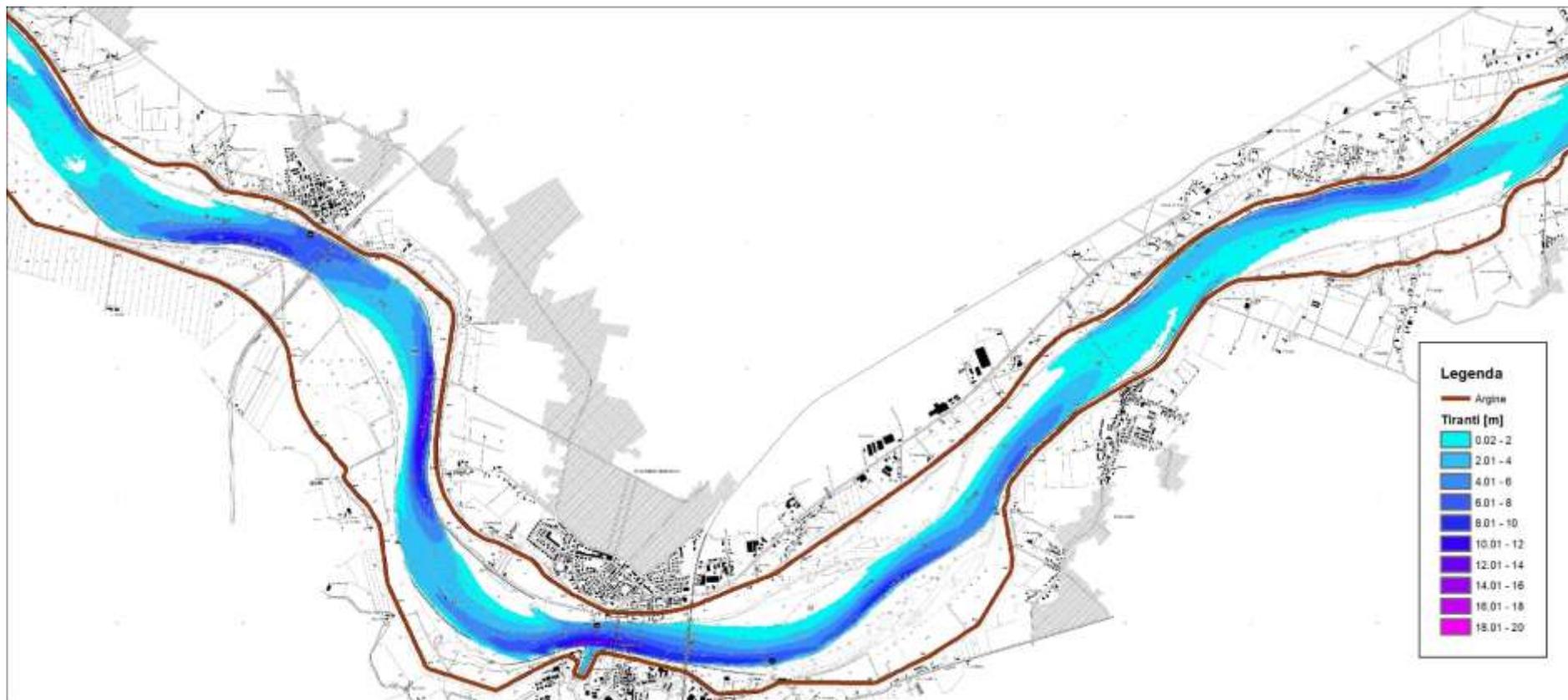


Figura 50 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata magra – tirante idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



Figura 51 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata magra – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



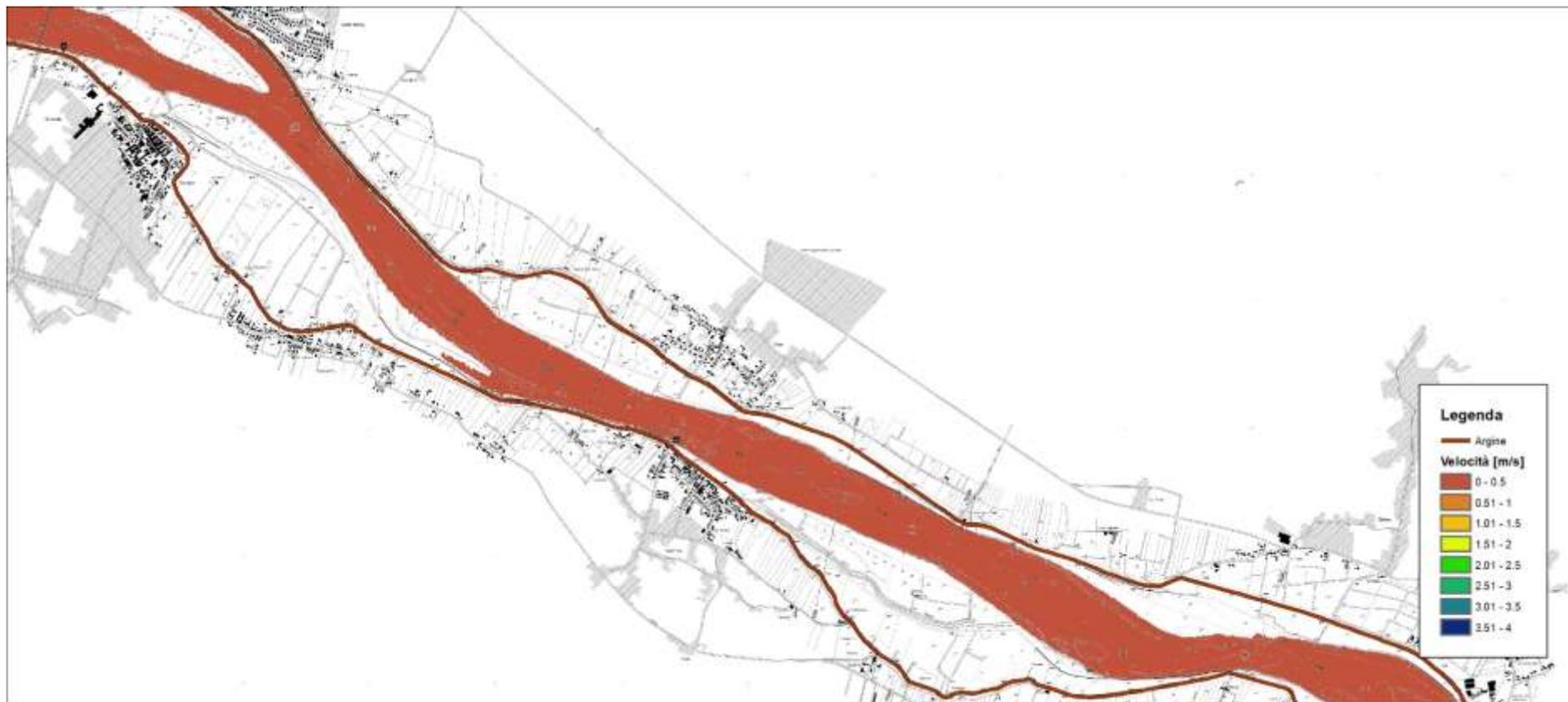


Figura 52 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata magra – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

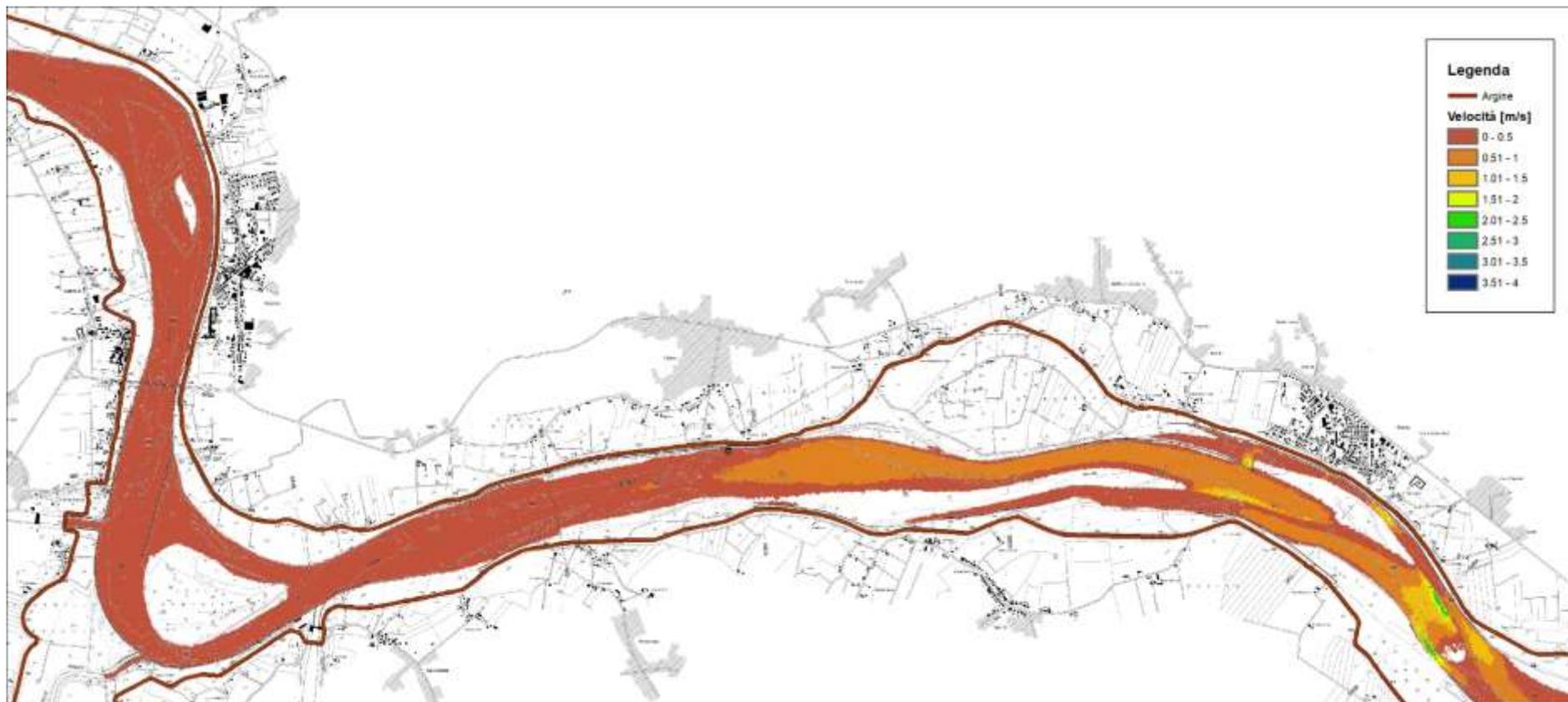


Figura 53 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata magra – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



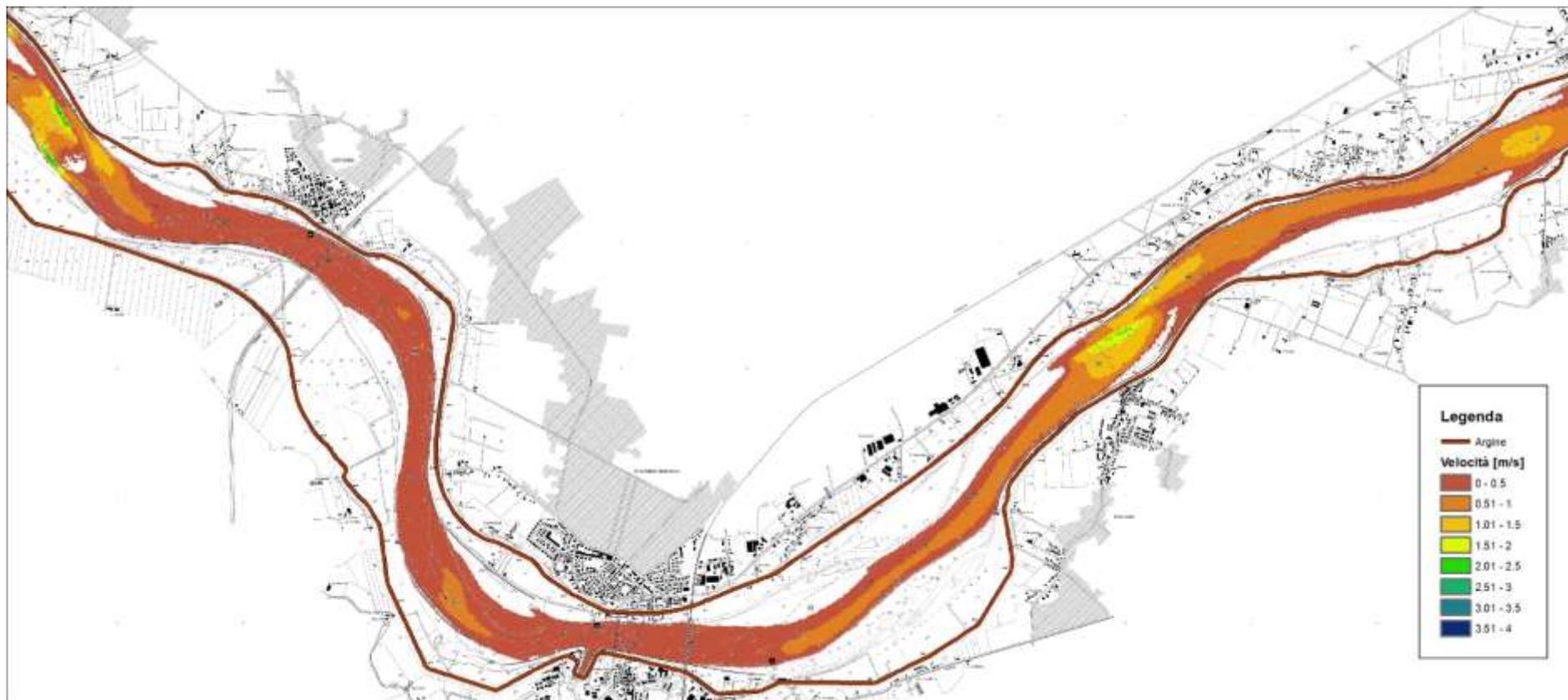


Figura 54 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata magra – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:





Figura 55 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata in secca – livello idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:





Figura 56 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata in secca – livello idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



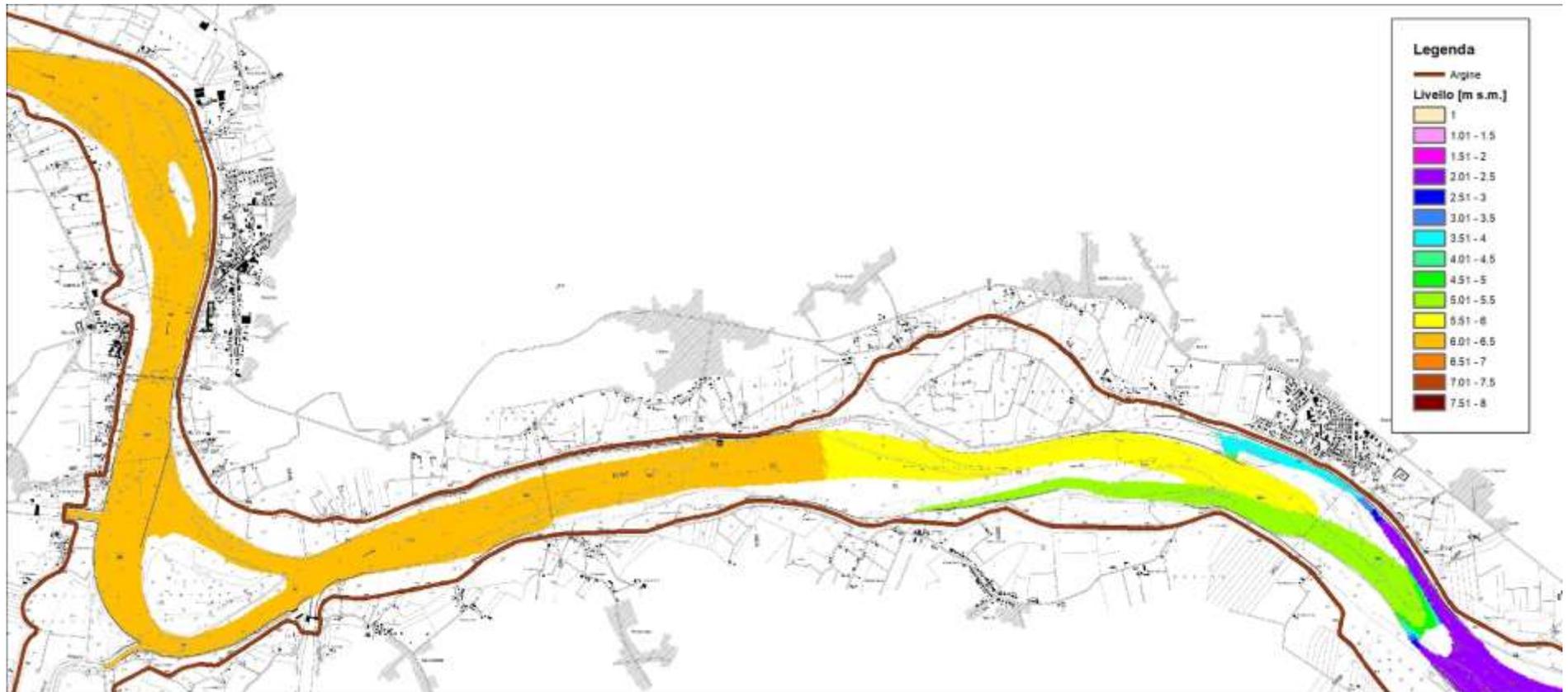


Figura 57 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata in secca – livello idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



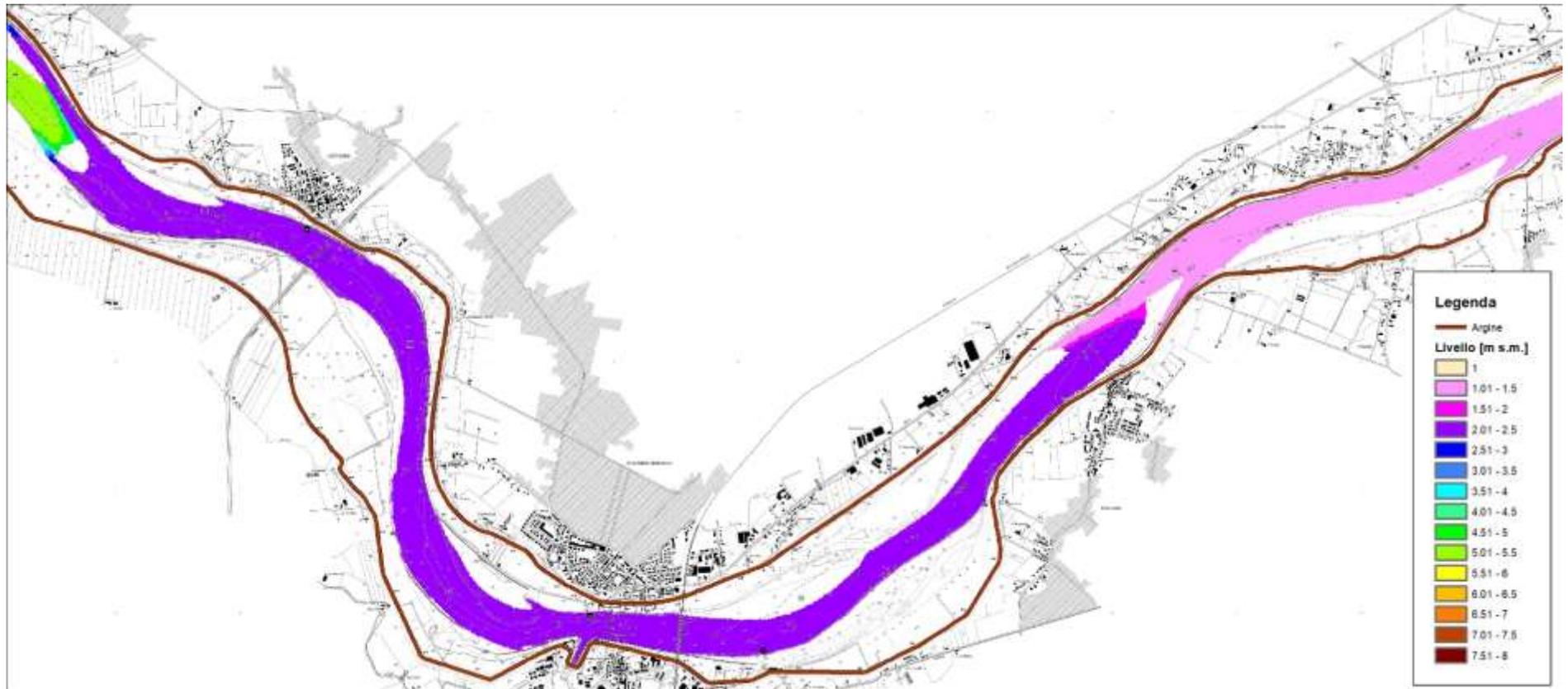


Figura 58 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata in secca – livello idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



Figura 59 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata in secca – tirante idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



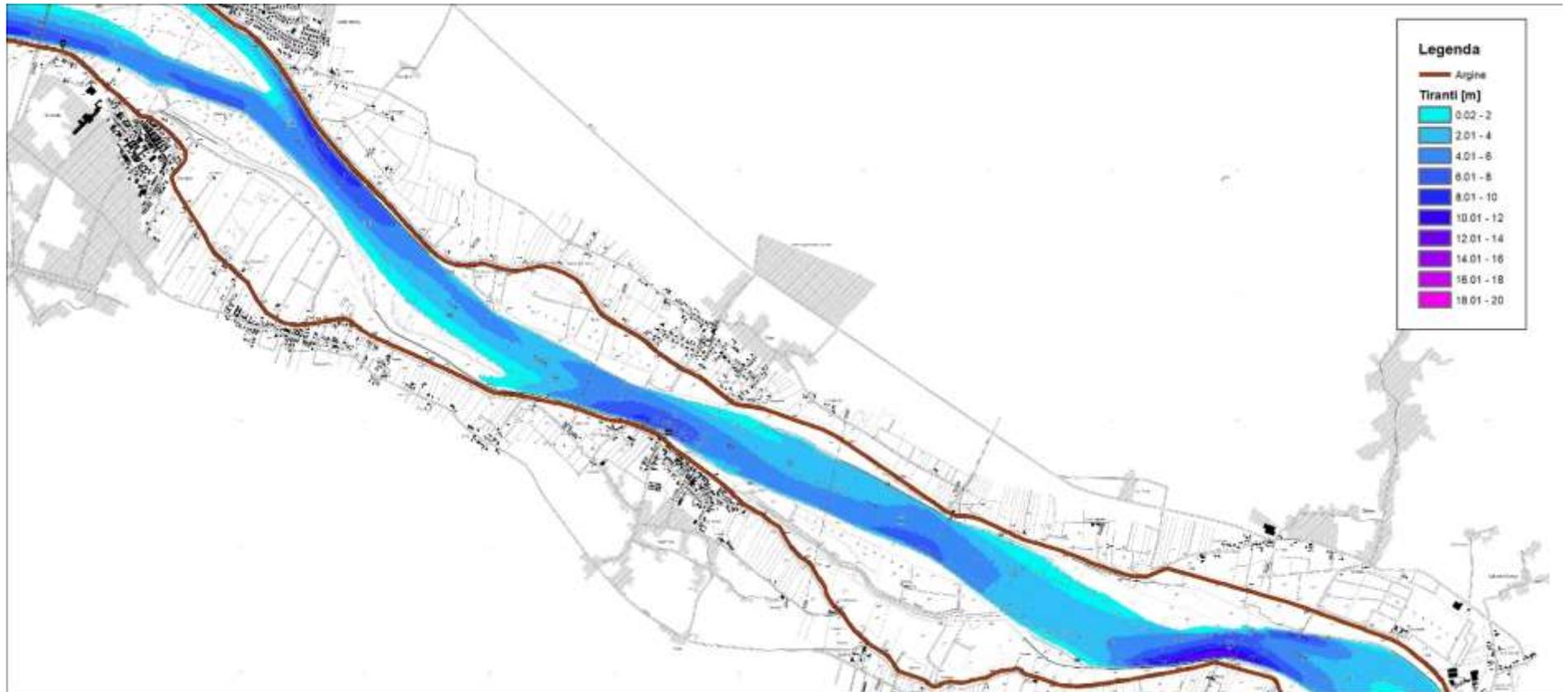


Figura 60 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata in secca – tirante idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



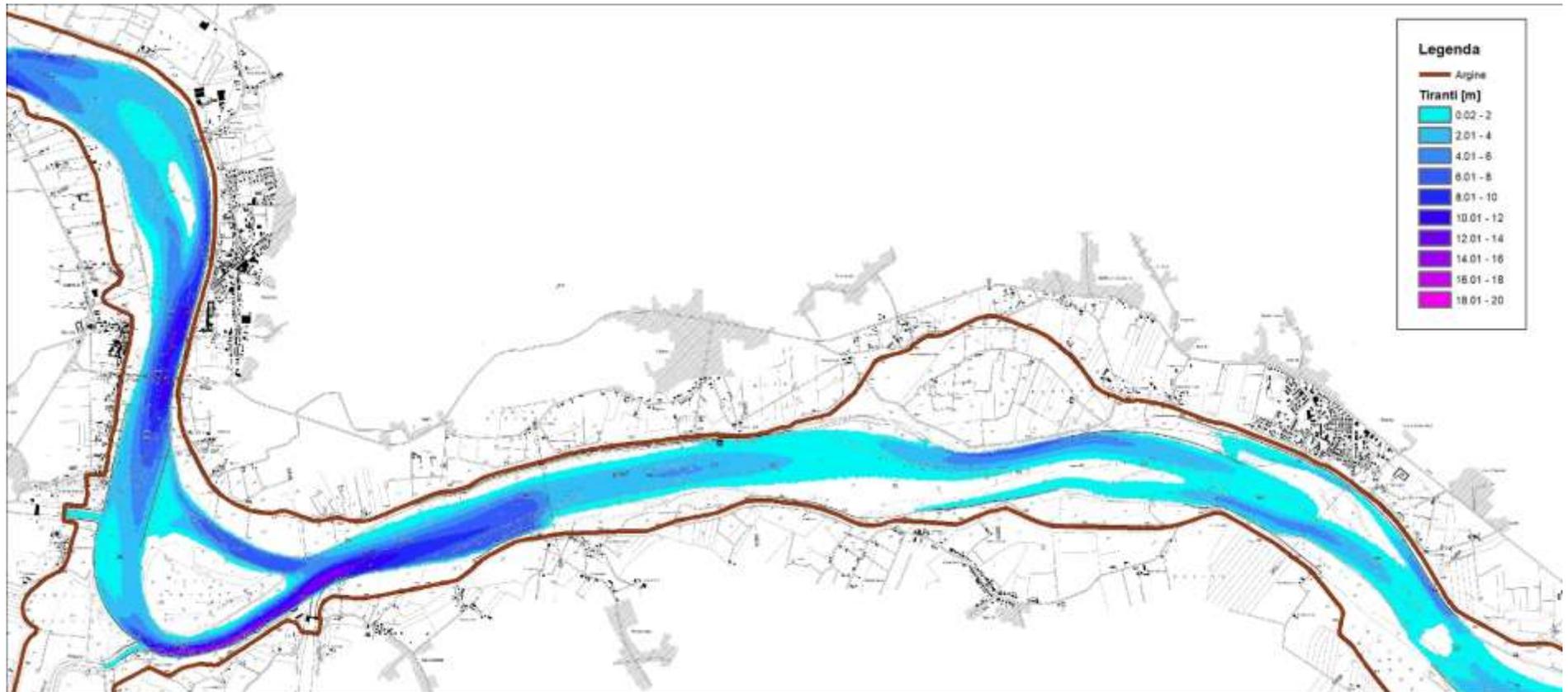


Figura 61 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata in secca – tirante idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



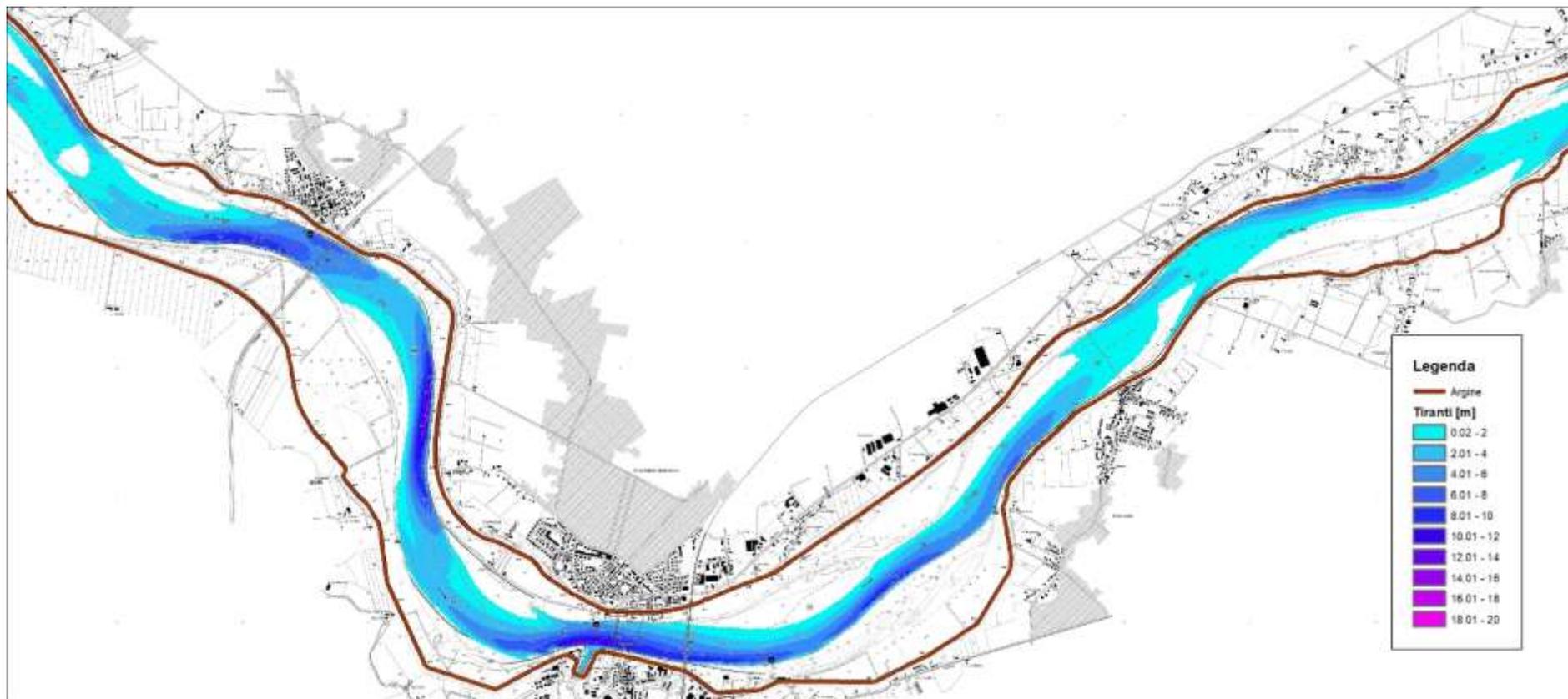


Figura 62 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata in secca – tirante idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:





Figura 63 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata in secca – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



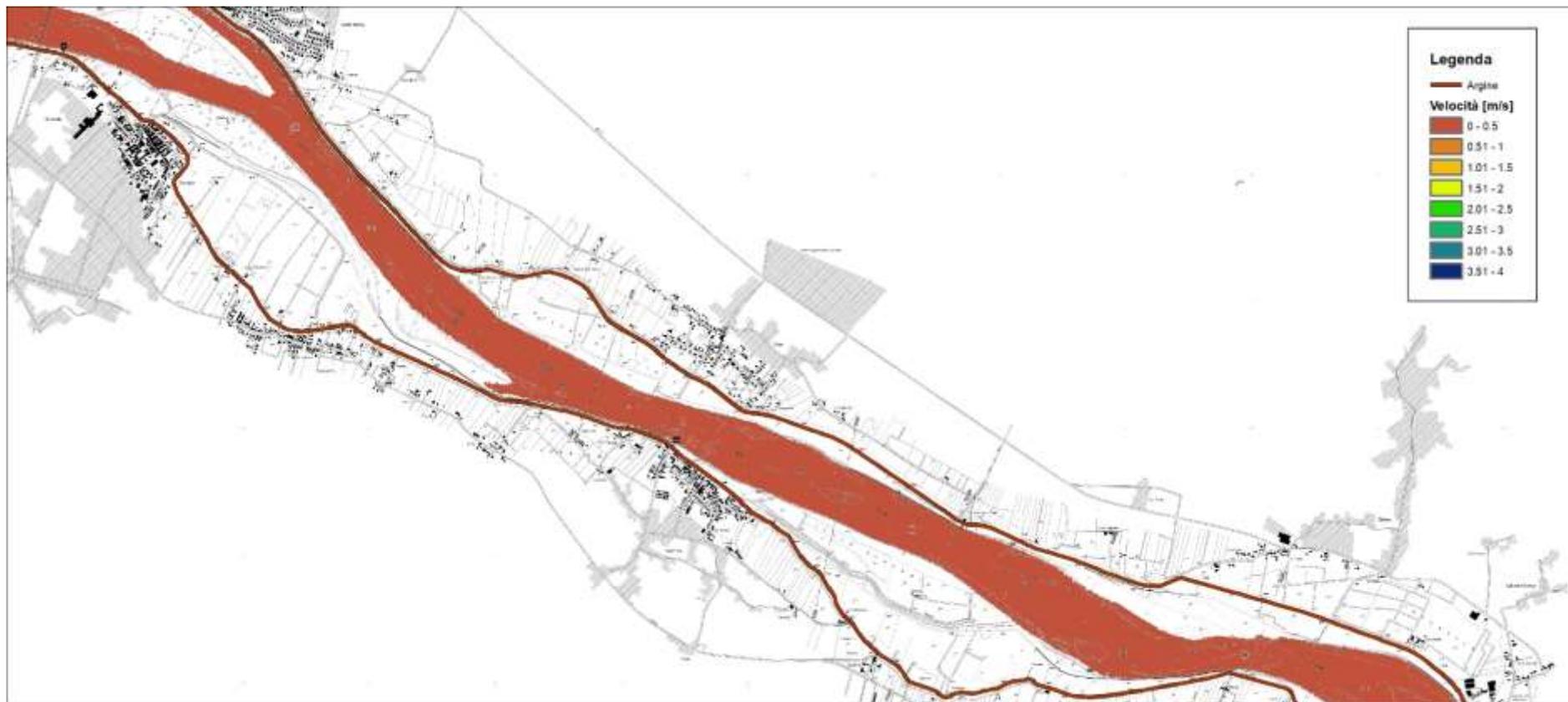


Figura 64 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata in secca – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:





Figura 65 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata in secca – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



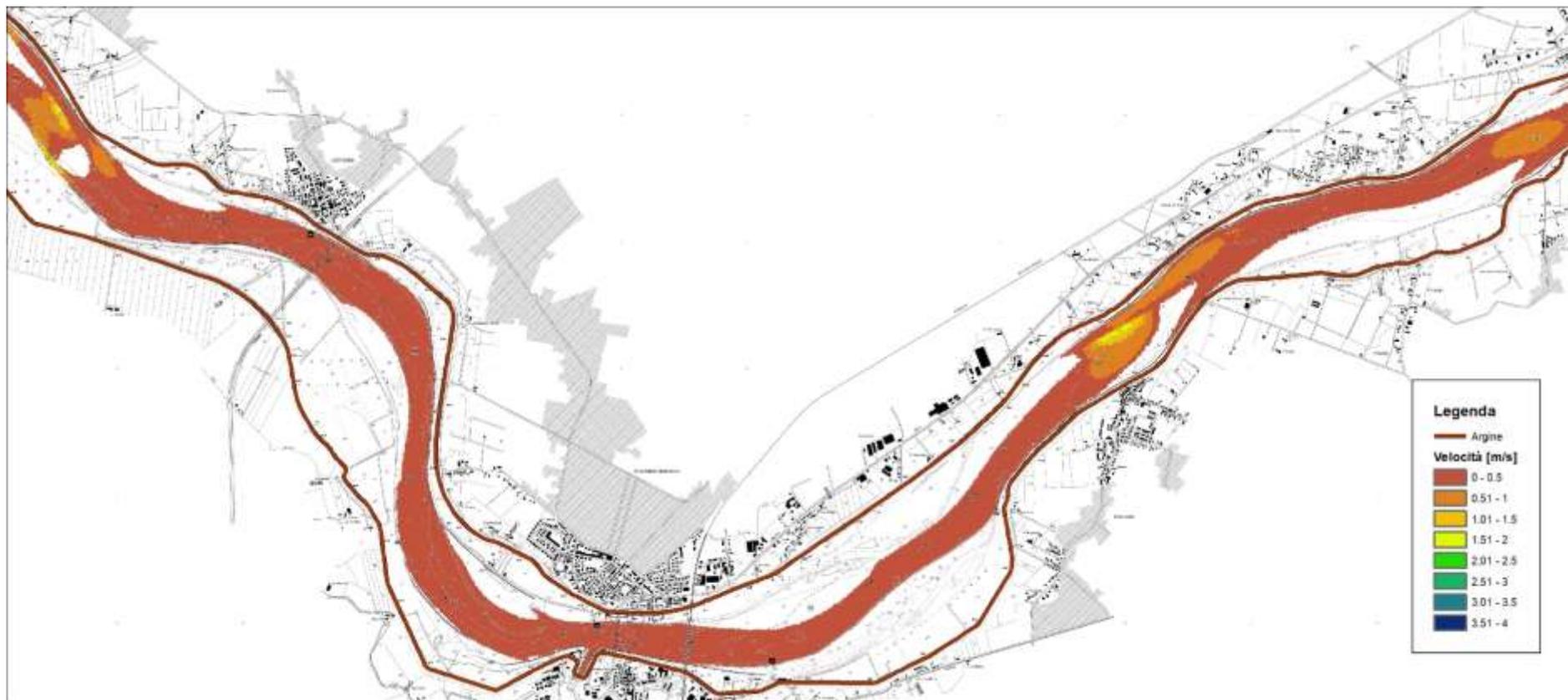


Figura 66 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – stato attuale – portata in secca – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



### 4.3. Risultati del modello bidimensionale a fondo fisso dell'assetto di progetto

Nel presente paragrafo sono riportati, sotto forma di mappe, i risultati delle simulazioni idrauliche condotte con riferimento all'assetto di progetto, per le diverse portate elencate in precedenza.

Tali risultati sono associati alla morfologia dell'alveo ottenuta a partire dal D.T.M. del 2005 con la presenza delle opere previste nel progetto definitivo, dopo aver simulato con il modello bidimensionale a fondo mobile le portate giornaliere nel periodo dal 2005 al 2014. In pratica il modello a fondo fisso è stato implementato considerando il D.T.M. relativo all'anno 2014, condizionato dalla presenza delle opere in progetto.

Per ciascun valore di portata, si riportano di seguito le mappe relative ai livelli idrici (espressi in m s.m.), tiranti idrici (espressi in m) e velocità della corrente (espressa in m/s).

I risultati sono stati discretizzati a maglia 5 x 5 m.

R.T.P.:



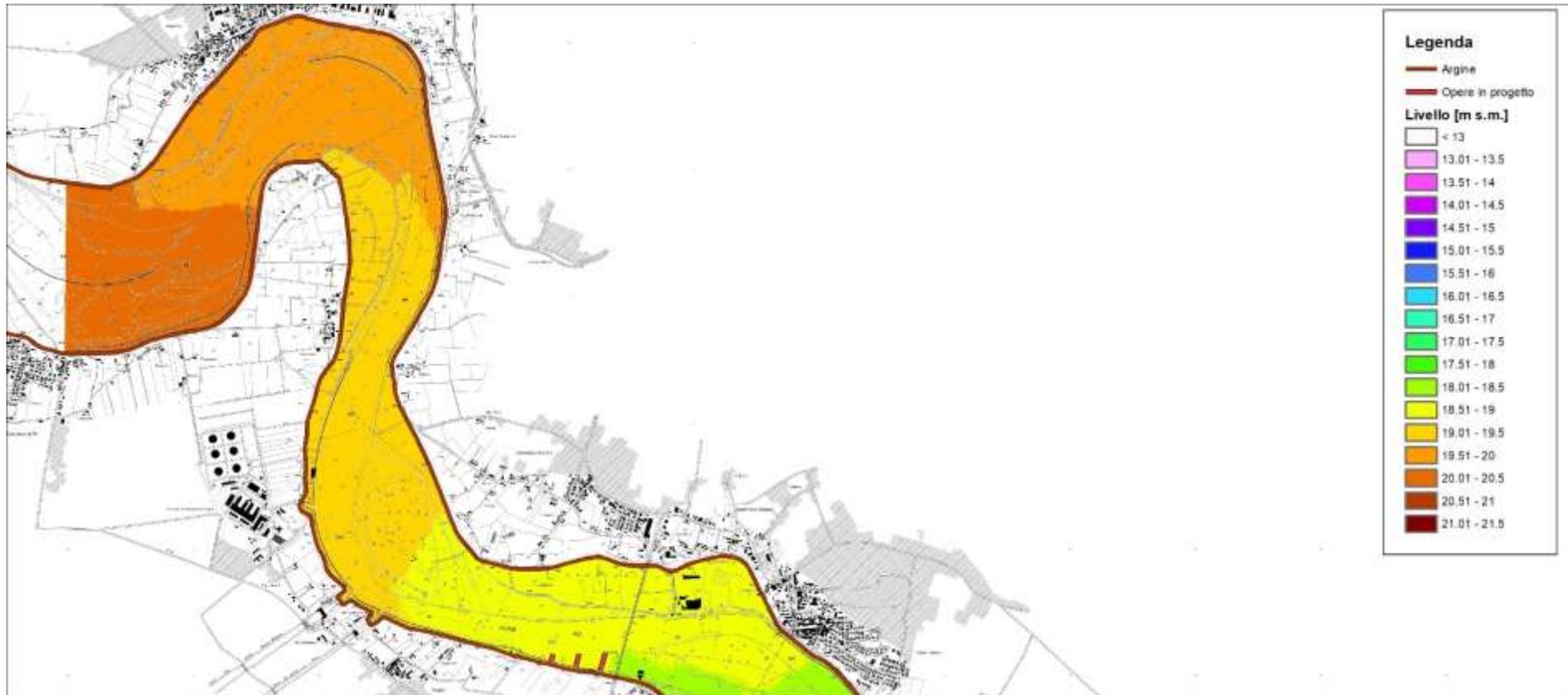


Figura 67 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena PAI – livelli idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:





Figura 68 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena PAI – livelli idrici – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

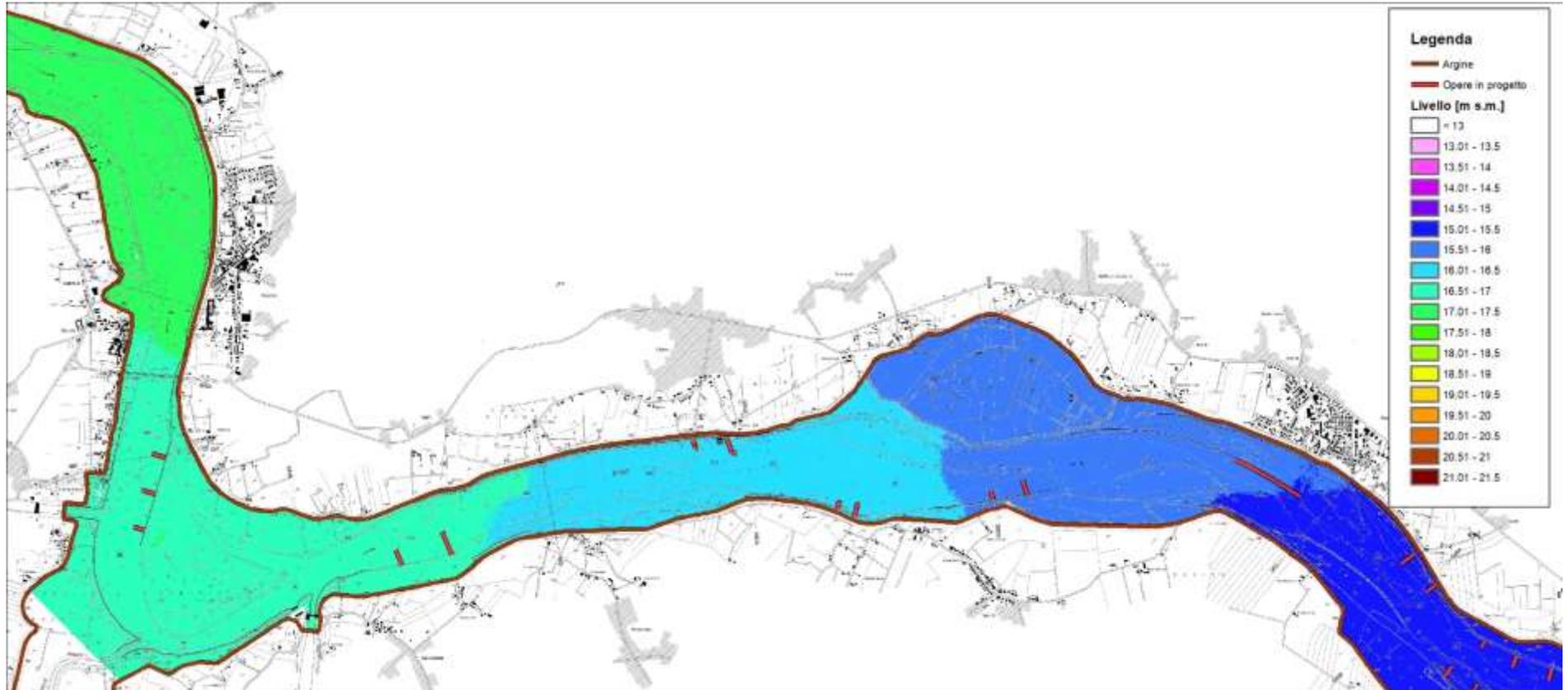


Figura 69 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena PAI – livelli idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



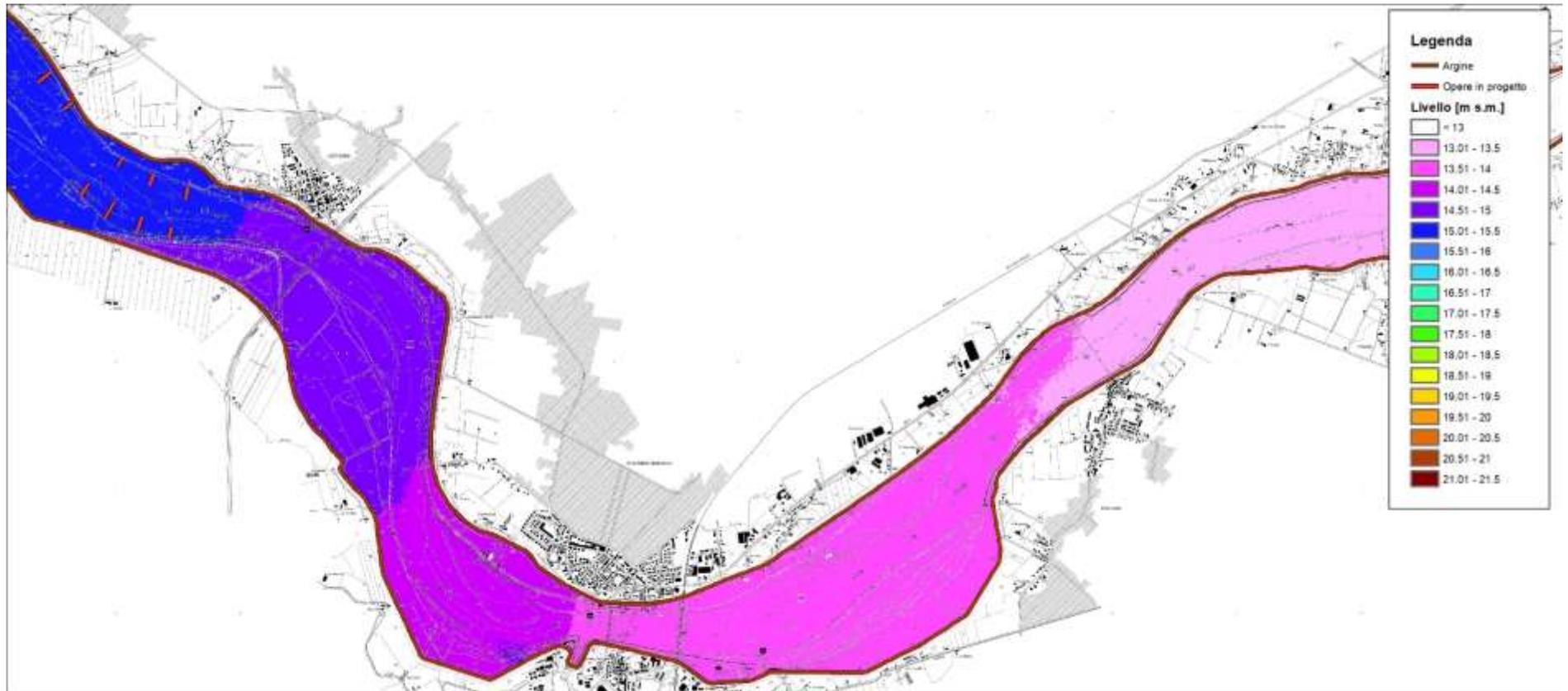


Figura 70 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena PAI – livelli idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



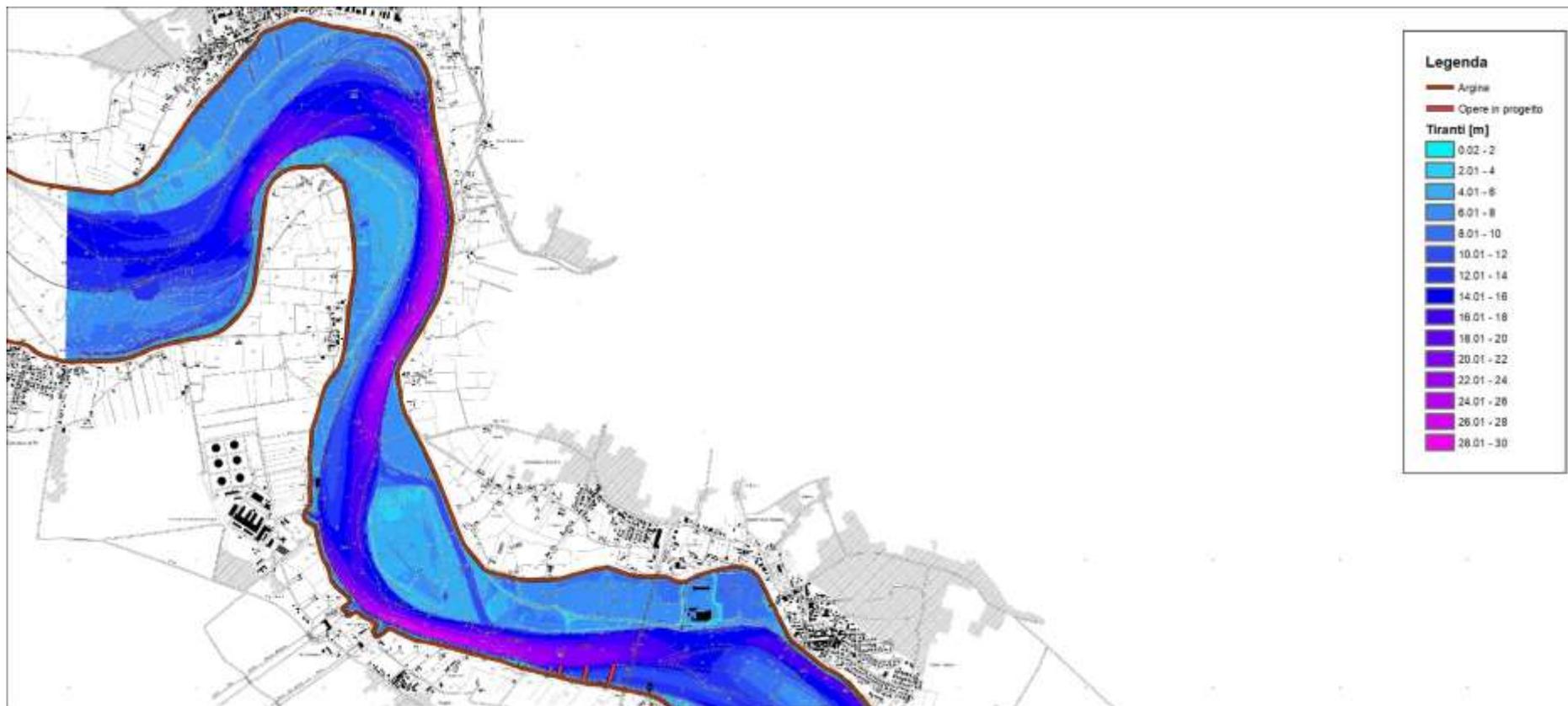


Figura 71 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena PAI – tiranti idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

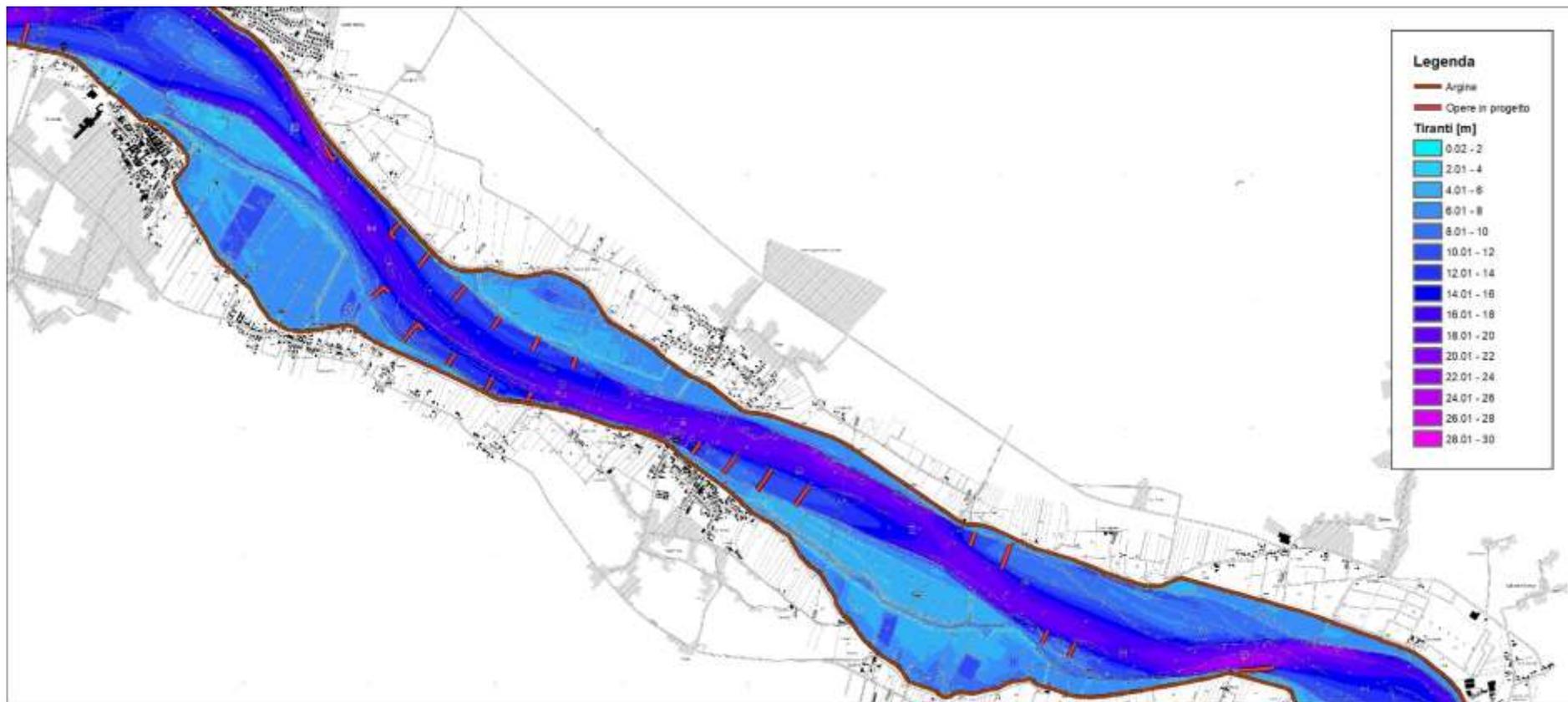


Figura 72 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena PAI – tiranti idrici –2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



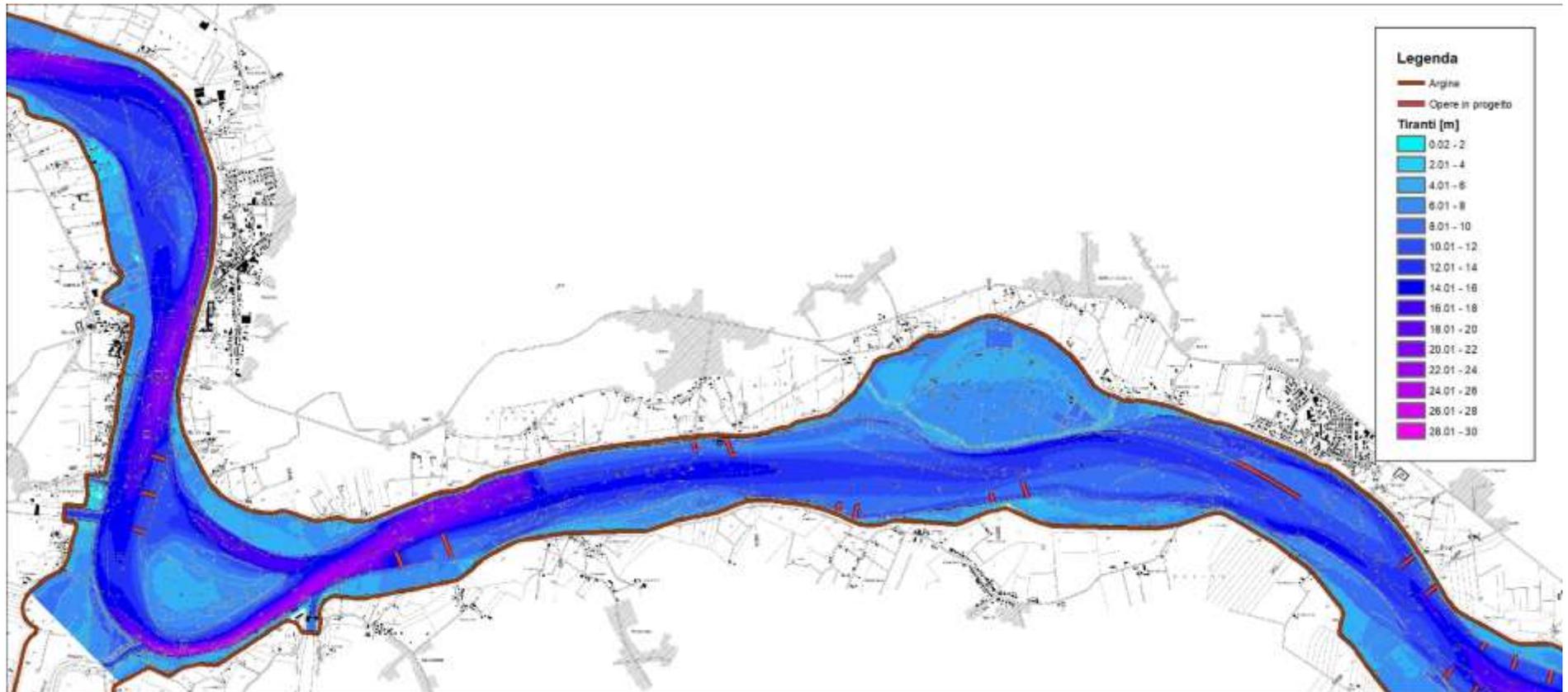


Figura 73 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena PAI – tiranti idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



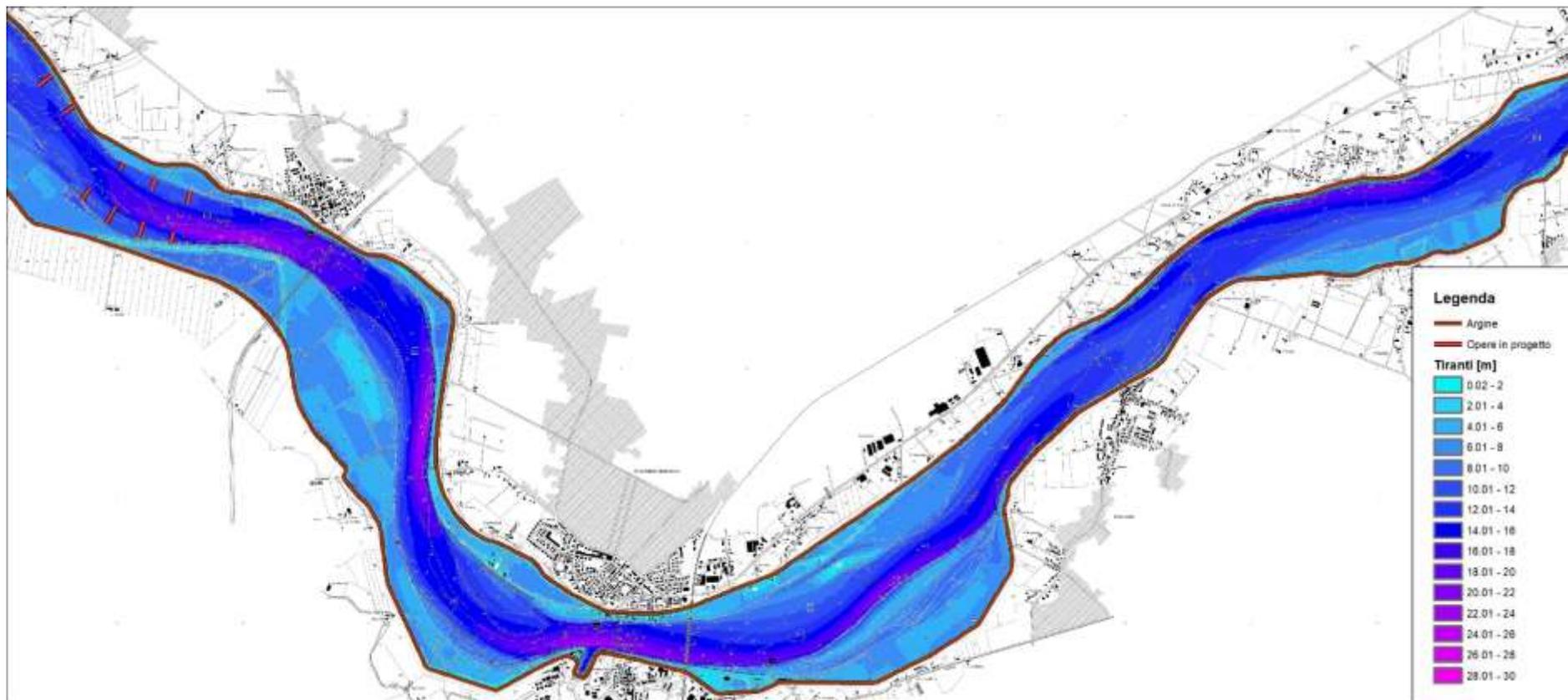


Figura 74 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena PAI – tiranti idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



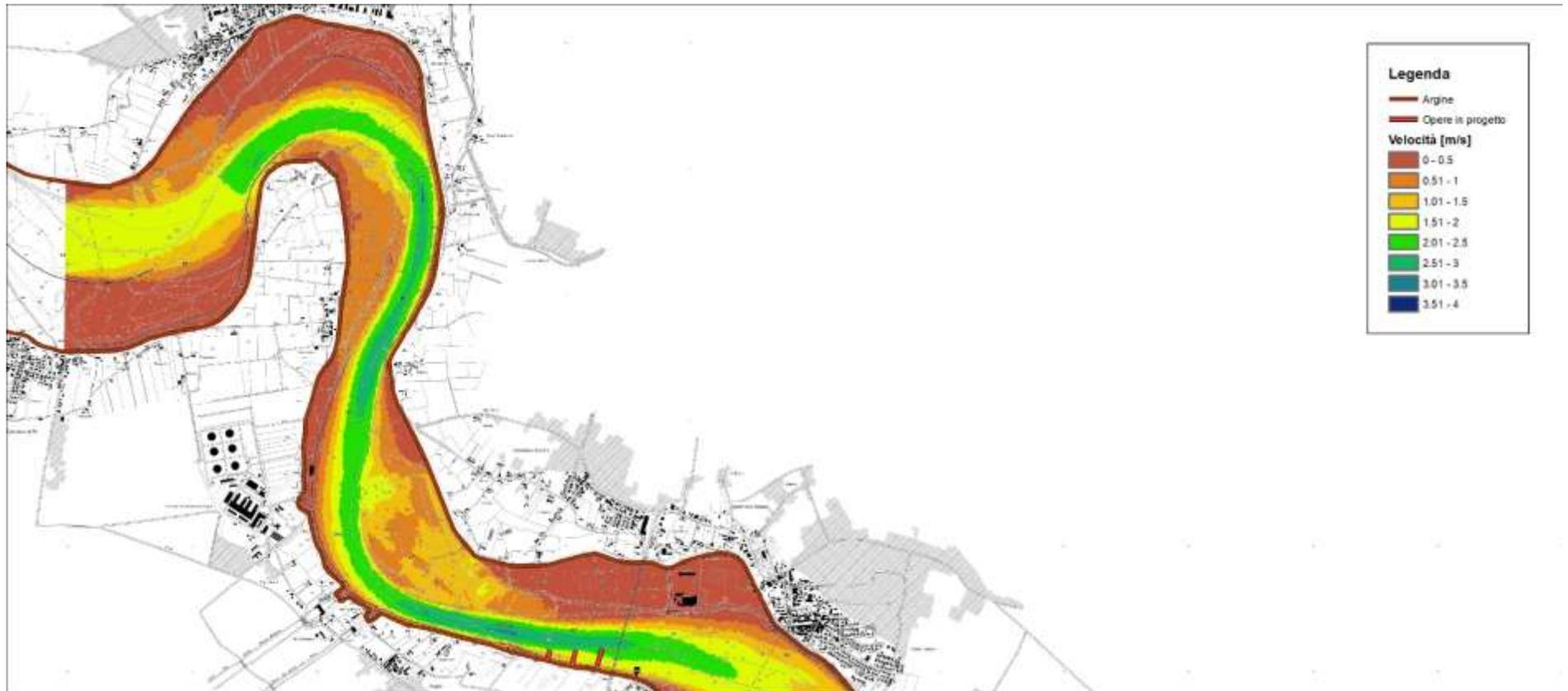


Figura 75 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena PAI – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



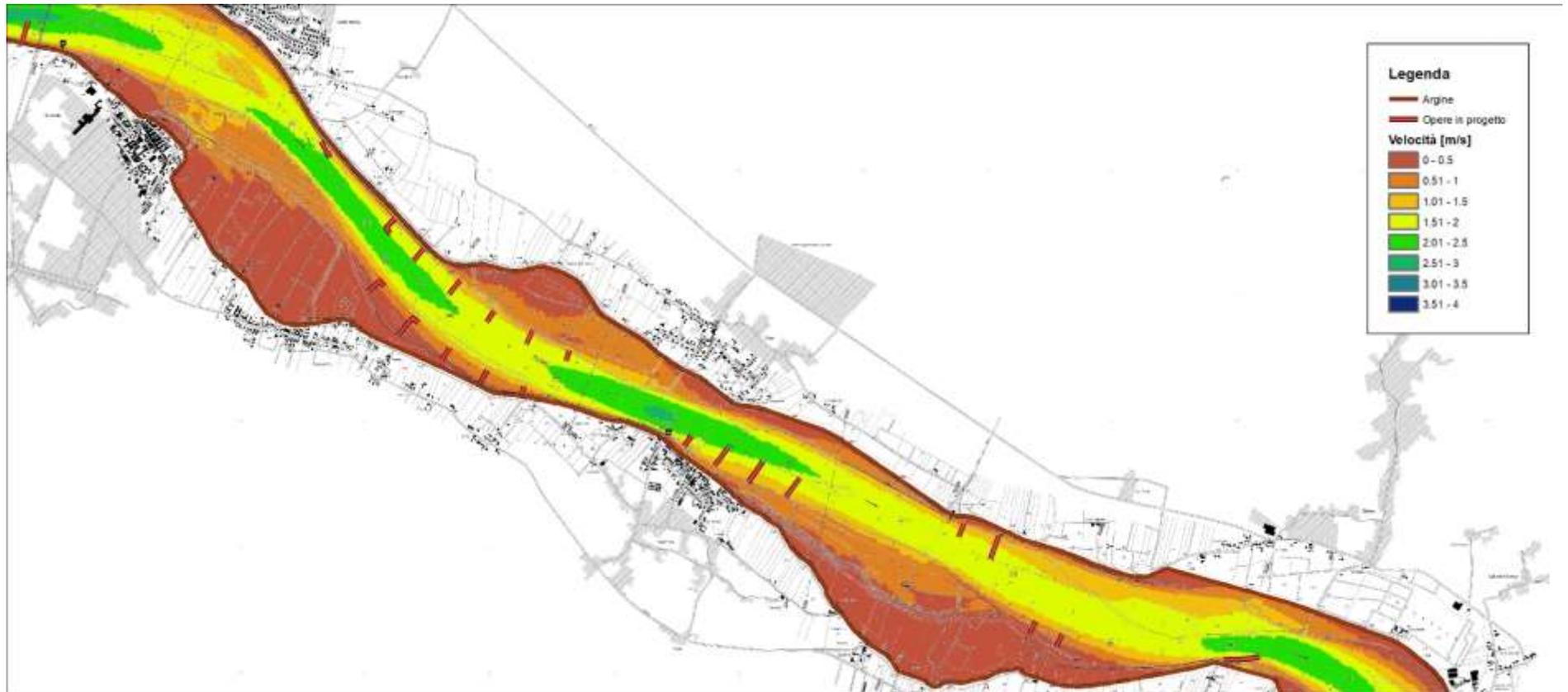


Figura 76 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena PAI – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



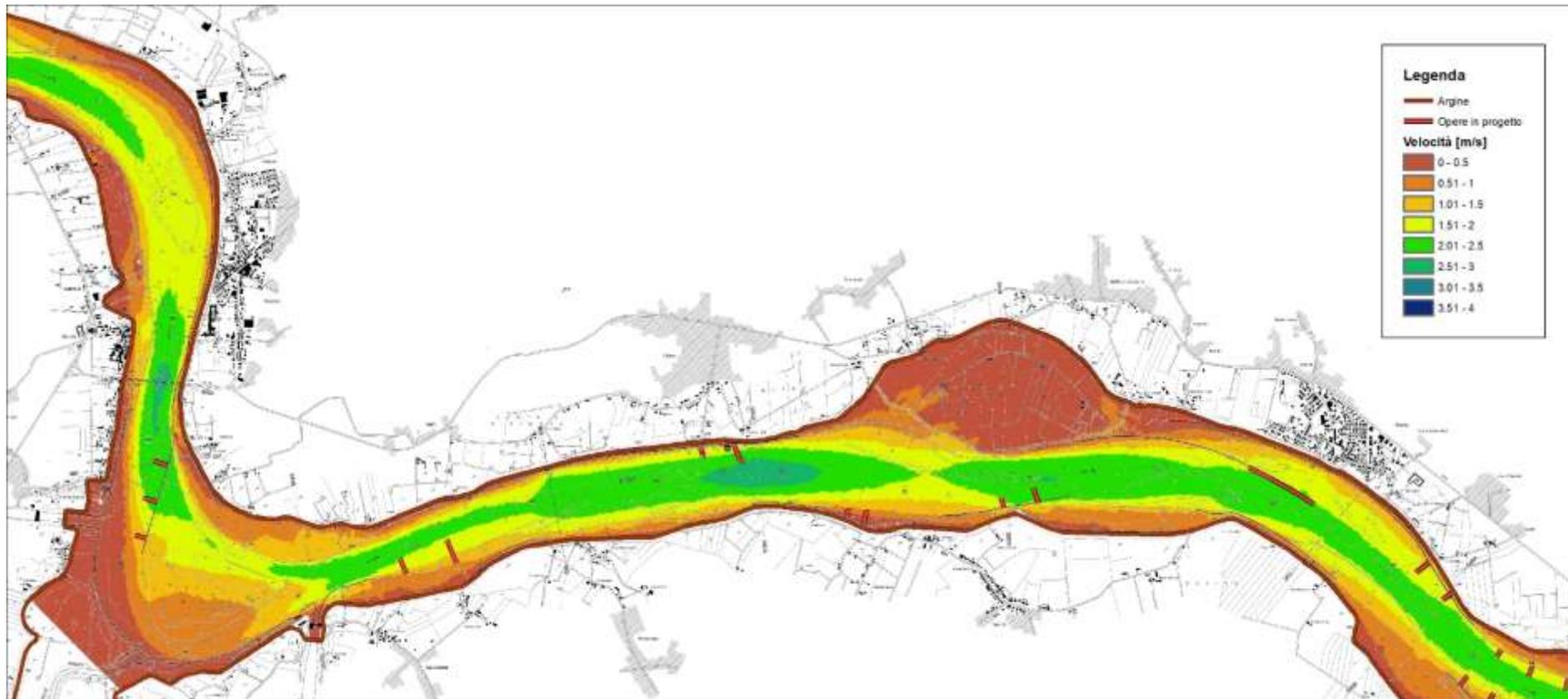


Figura 77 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena PAI – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



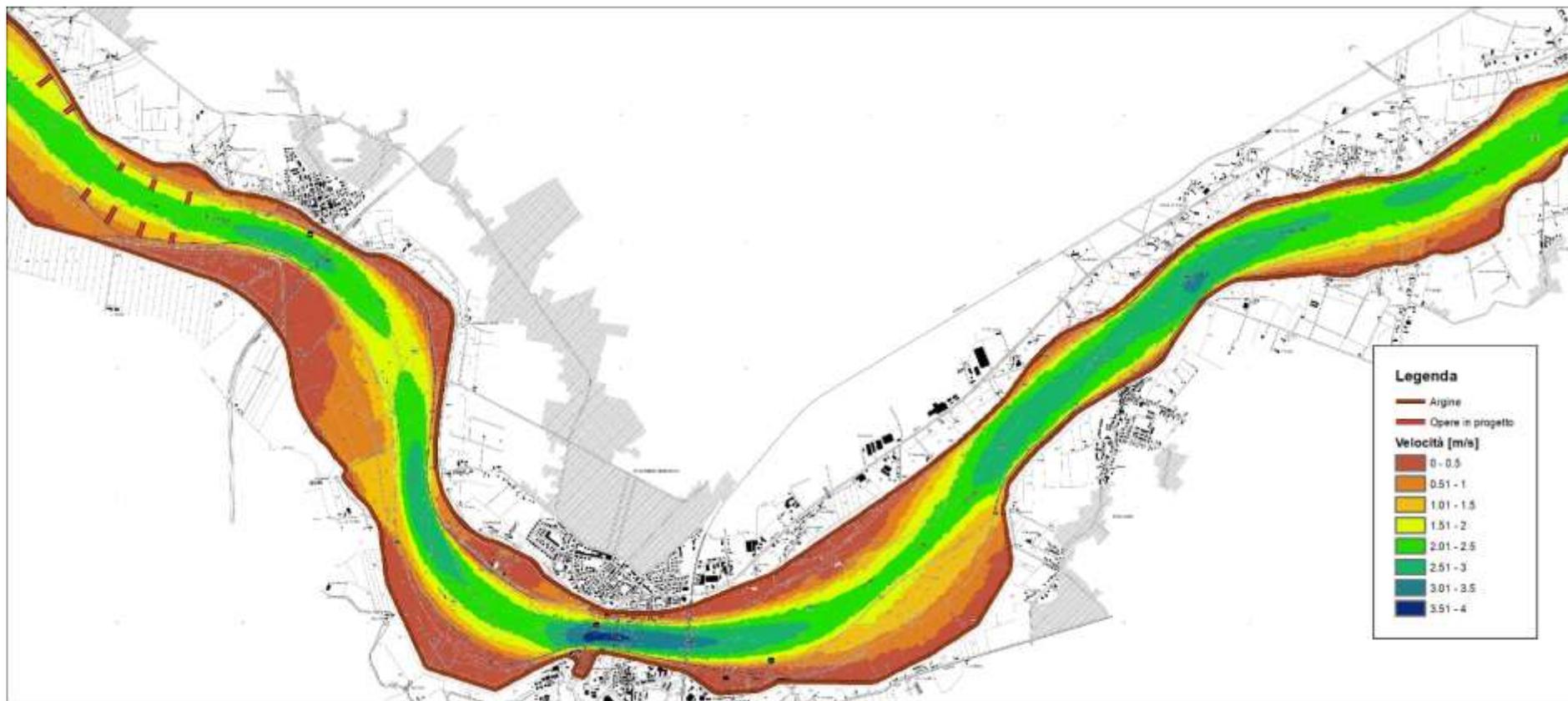


Figura 78 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena PAI – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



Figura 79 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena ordinaria – livelli idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



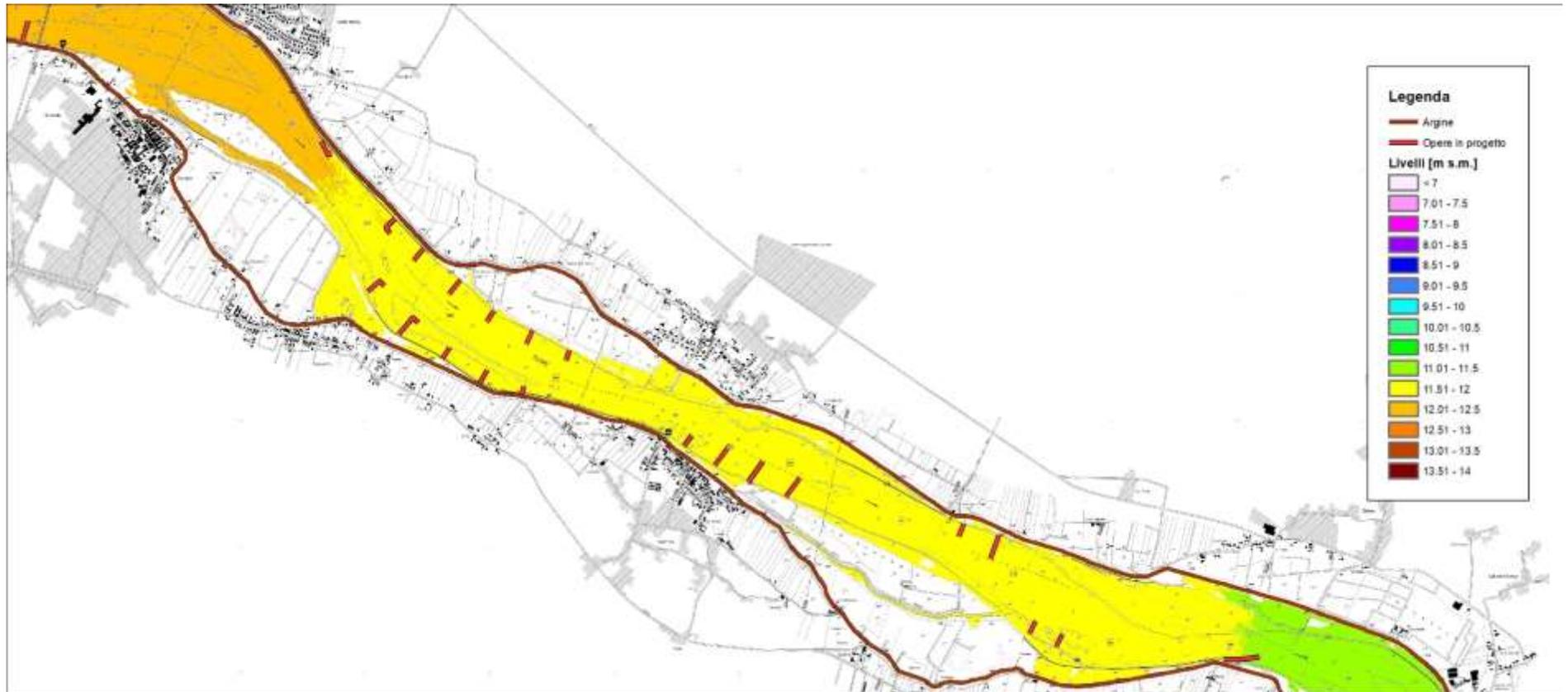


Figura 80 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena ordinaria – livelli idrici – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



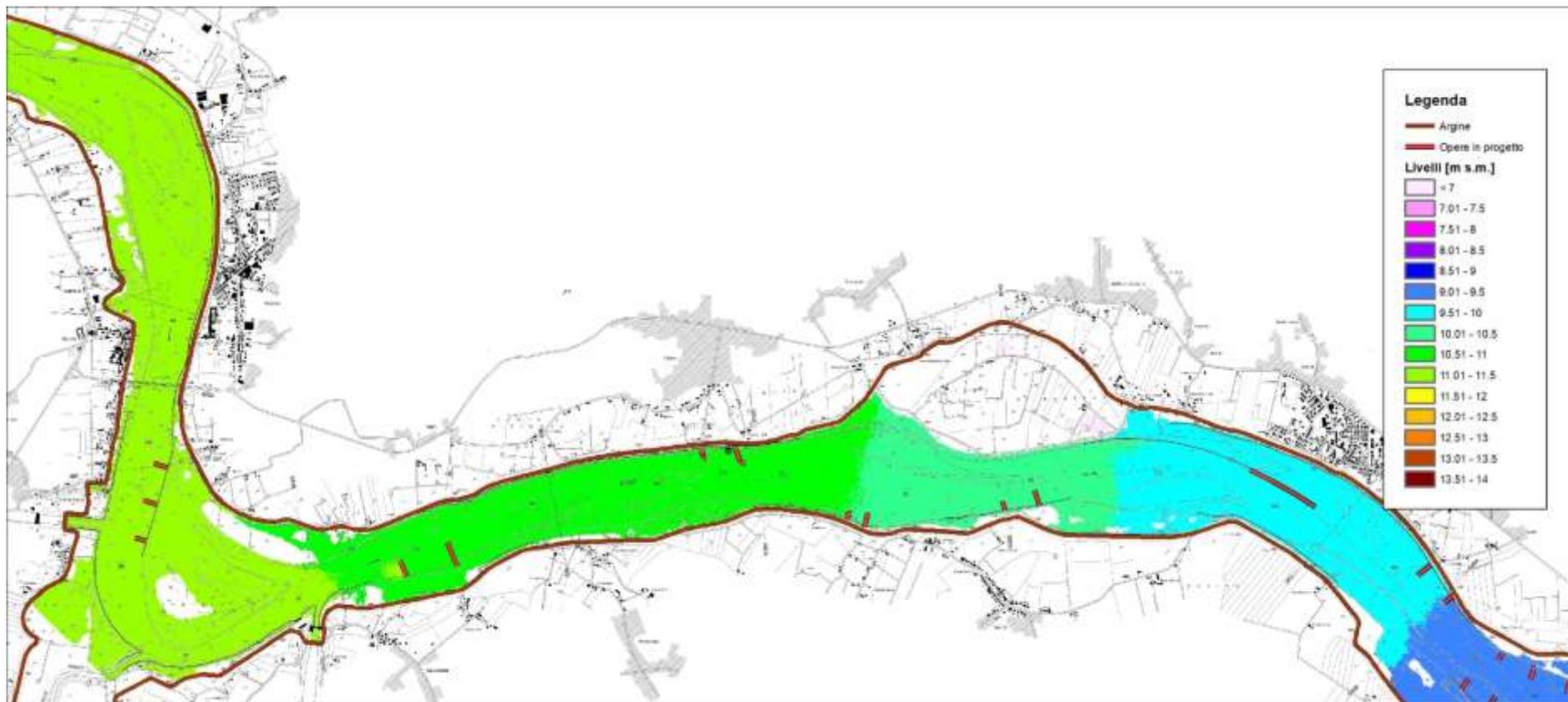


Figura 81 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena ordinaria – livelli idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



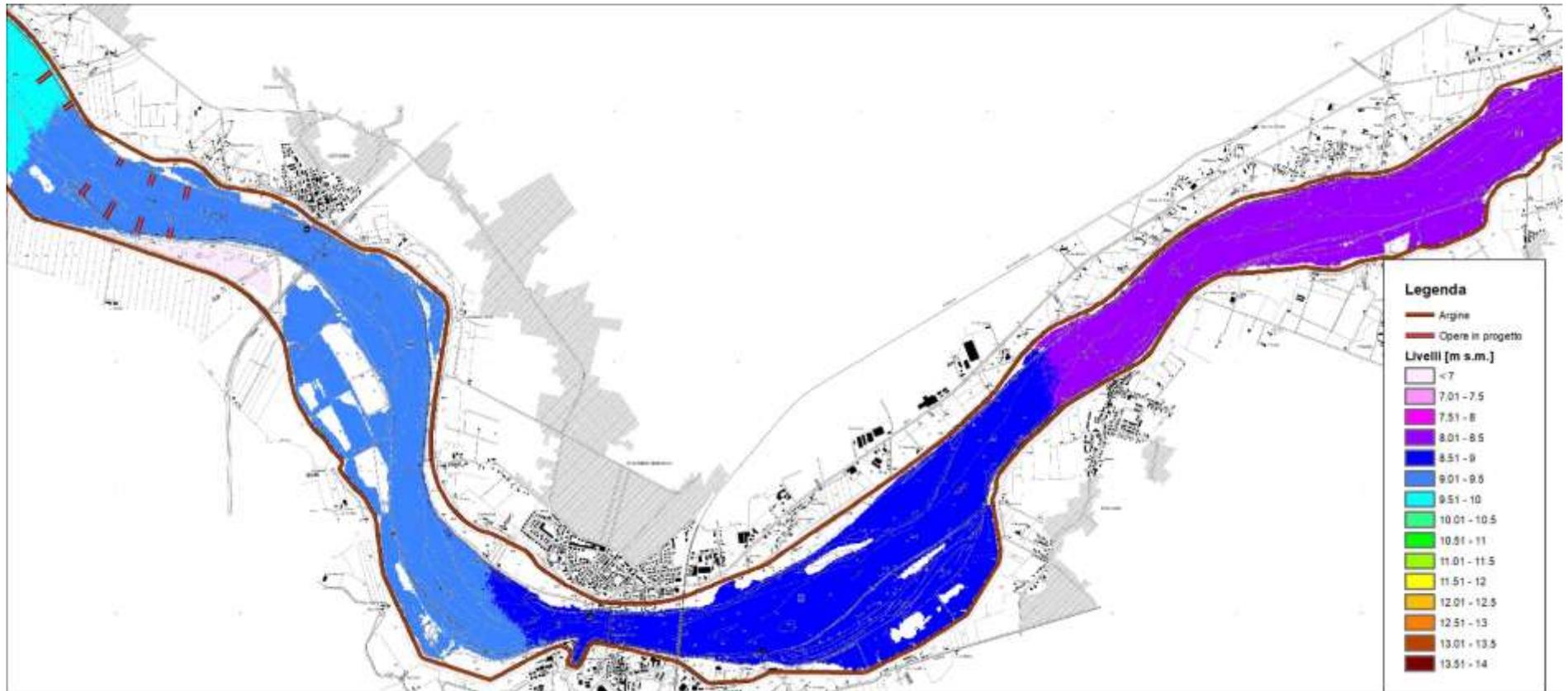


Figura 82 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena ordinaria – livelli idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



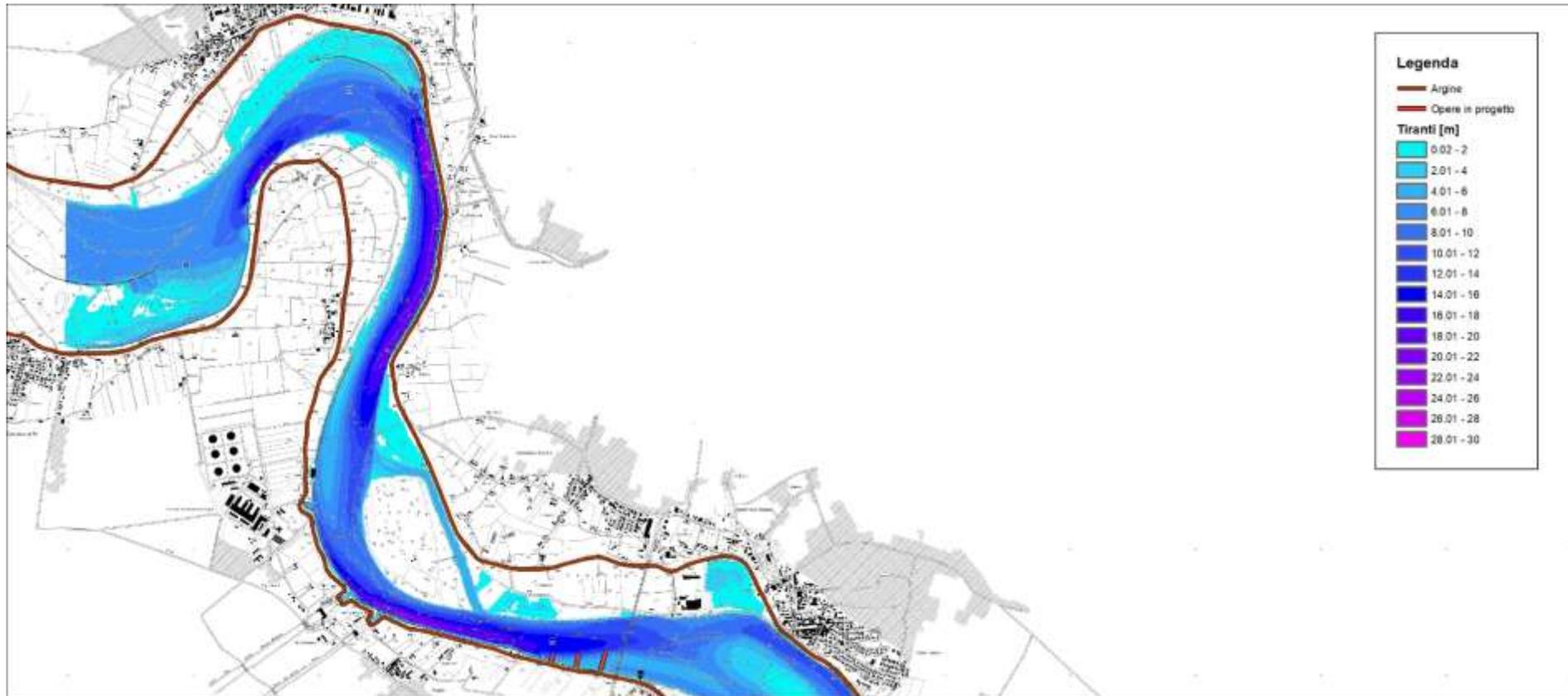


Figura 83 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena ordinaria – tiranti idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



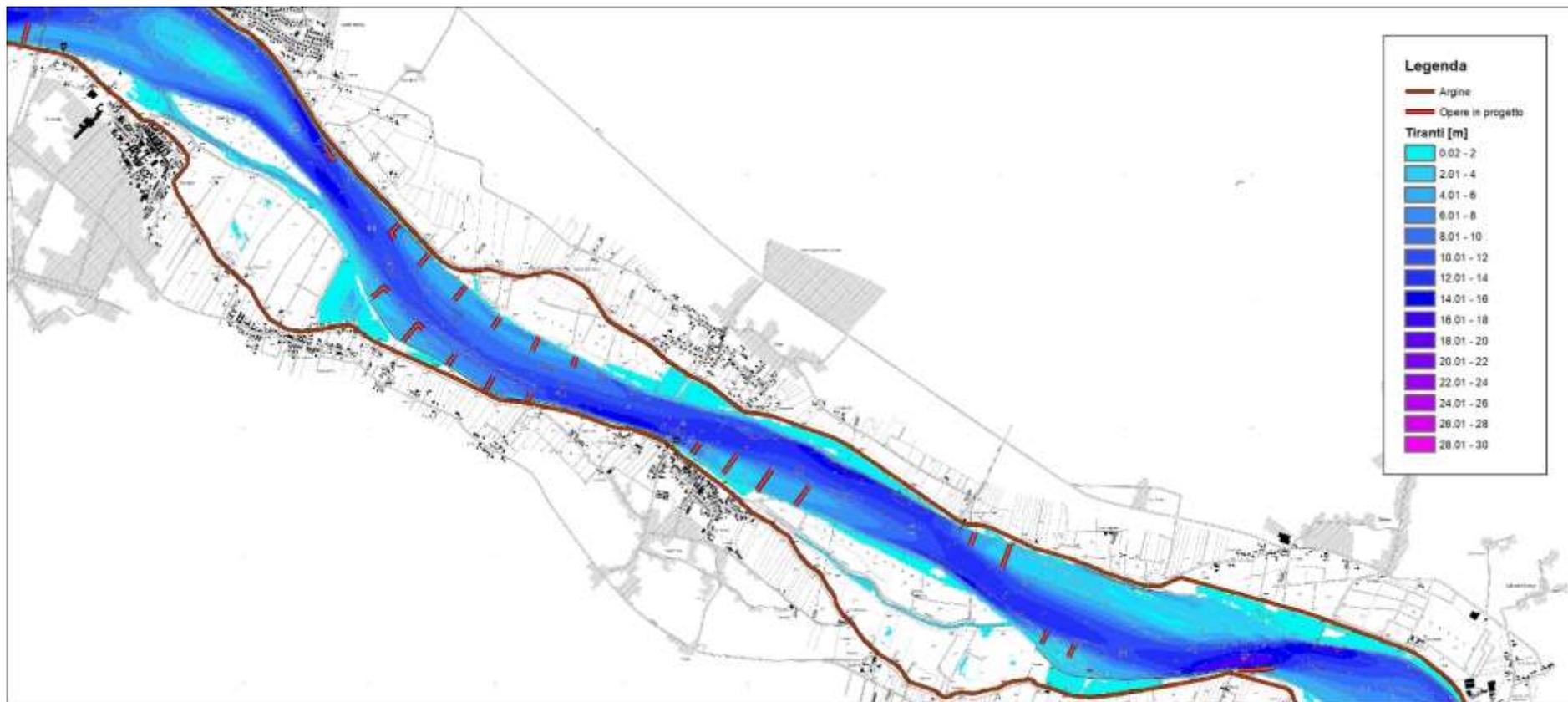


Figura 84 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena ordinaria – tiranti idrici – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



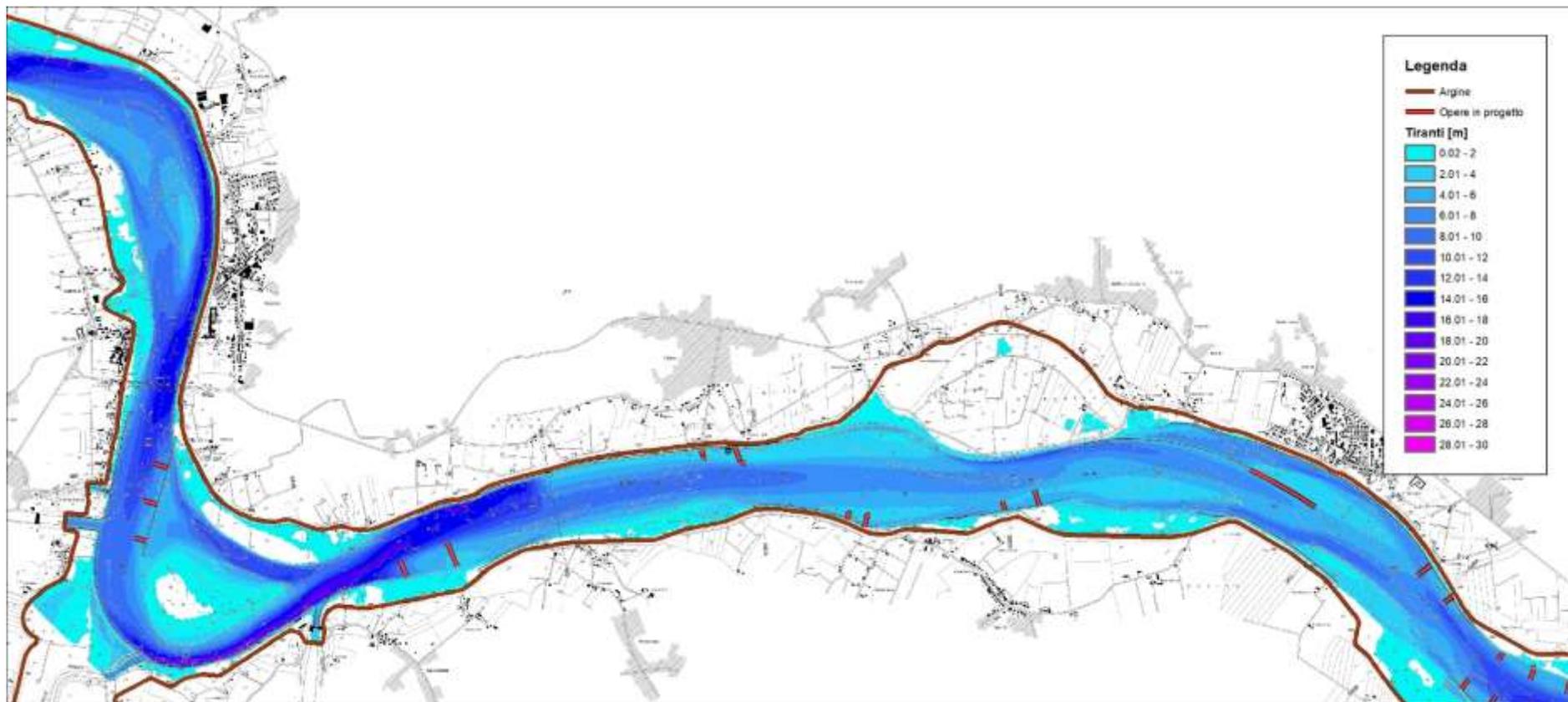


Figura 85 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena ordinaria – tiranti idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:





Figura 86 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena ordinaria – tiranti idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



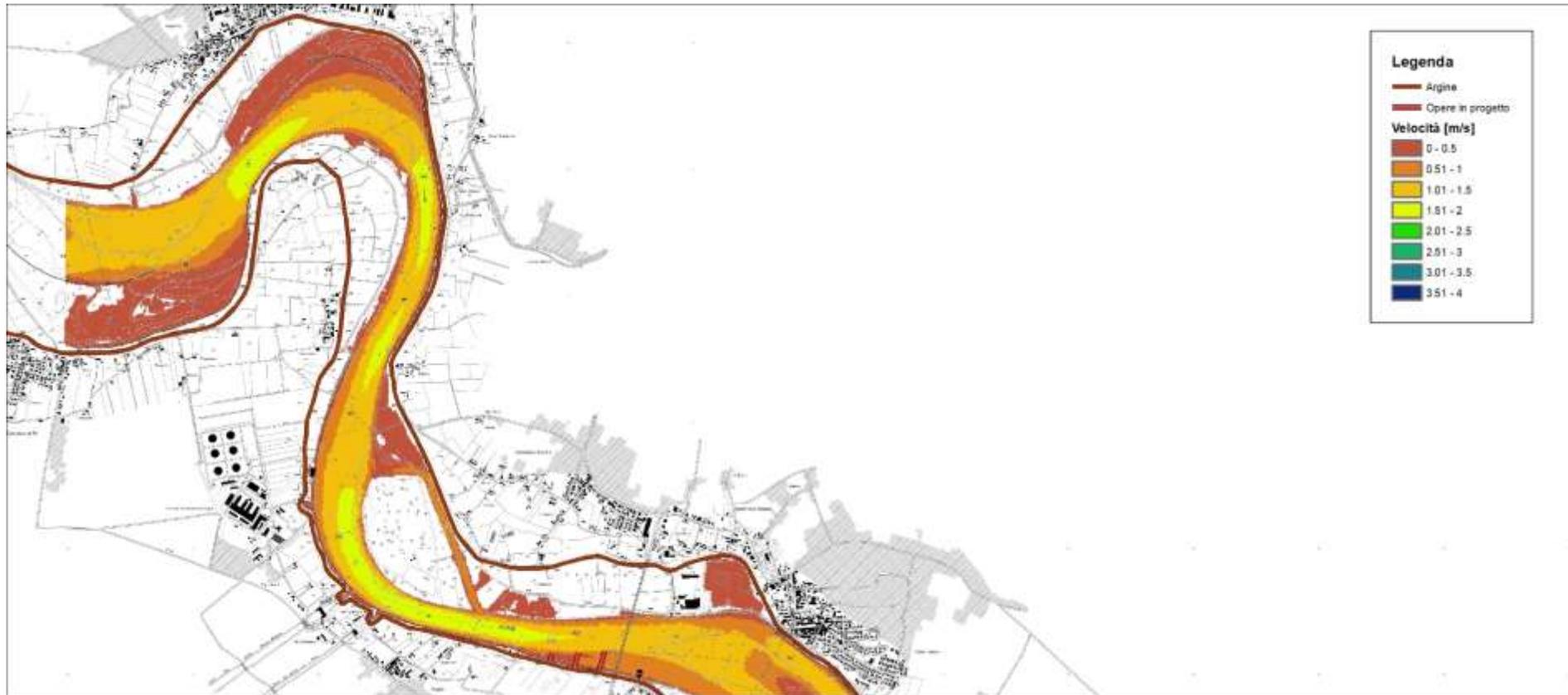


Figura 87 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena ordinaria – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



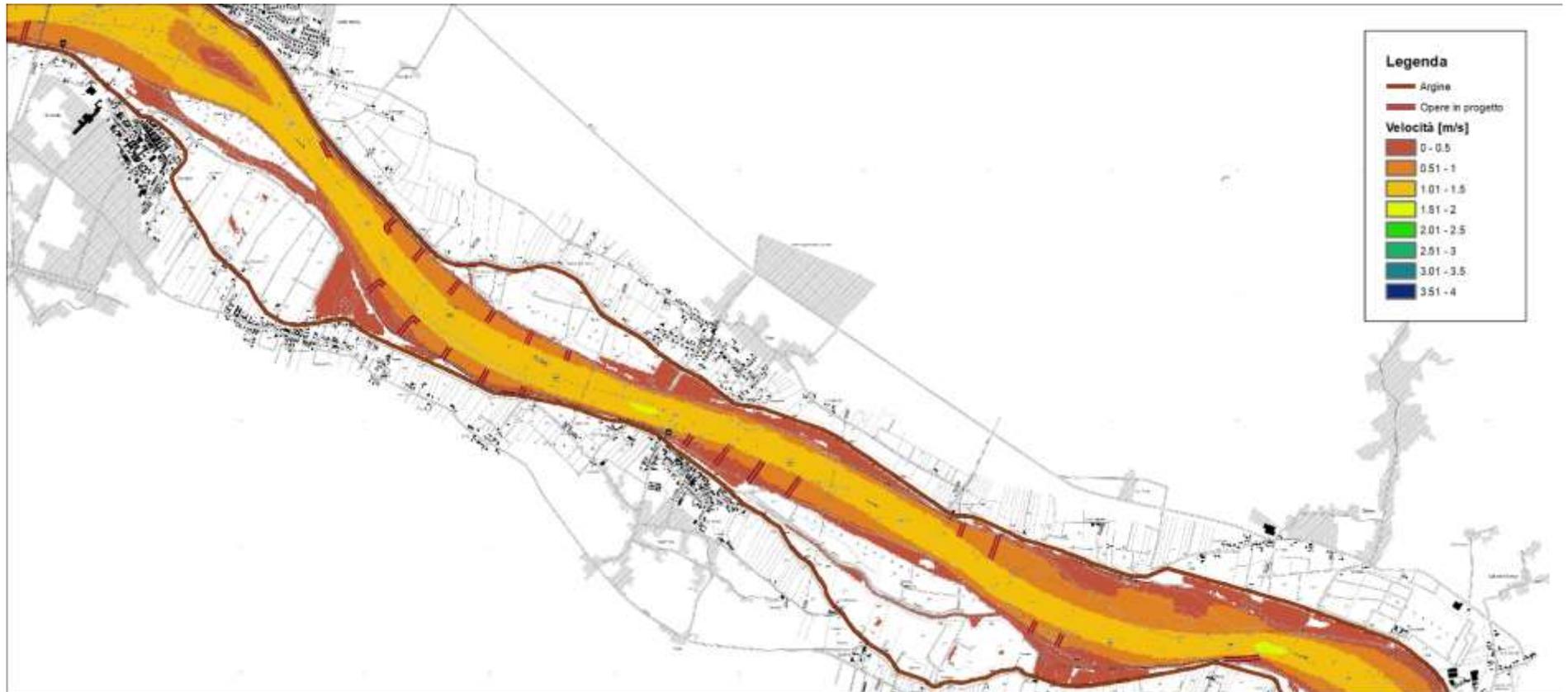


Figura 88 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena ordinaria – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

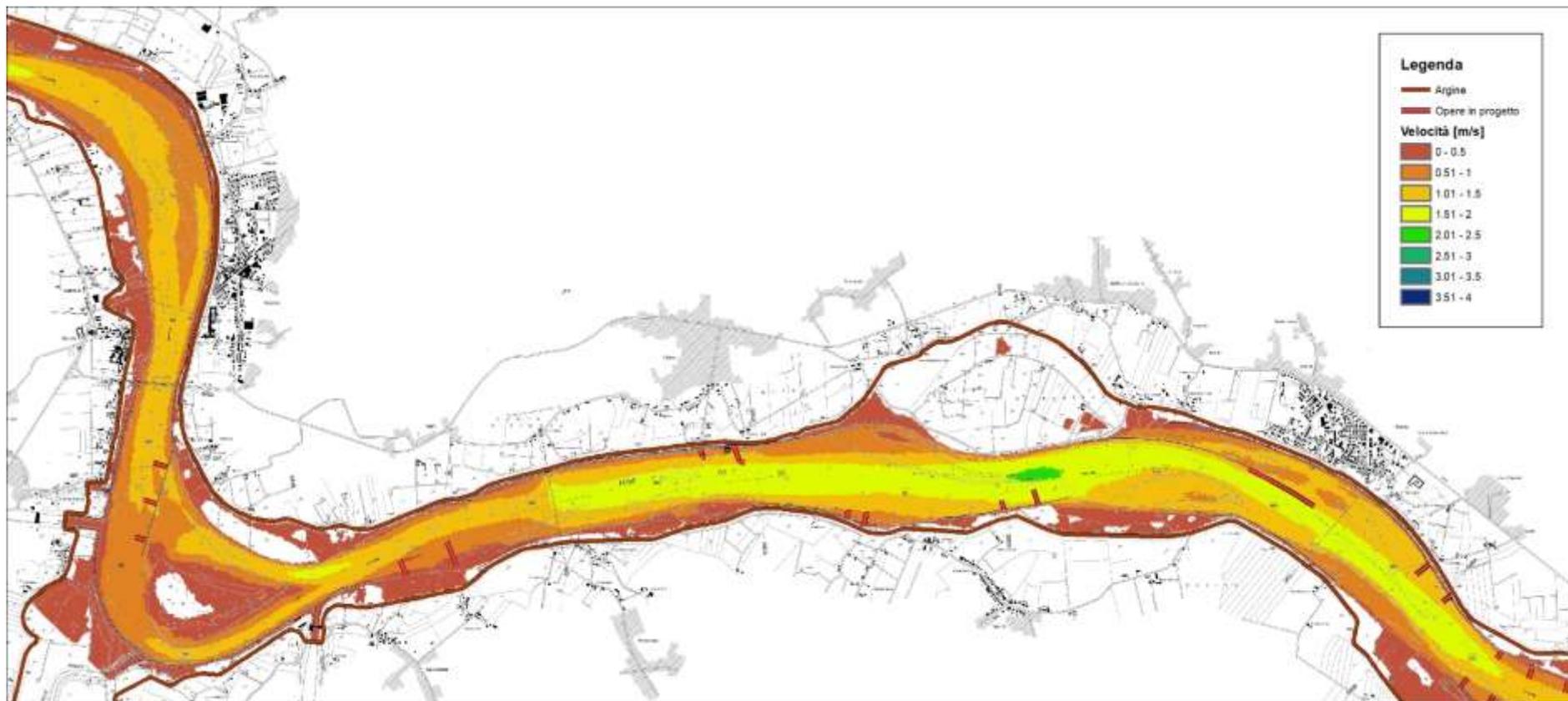


Figura 89 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena ordinaria – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



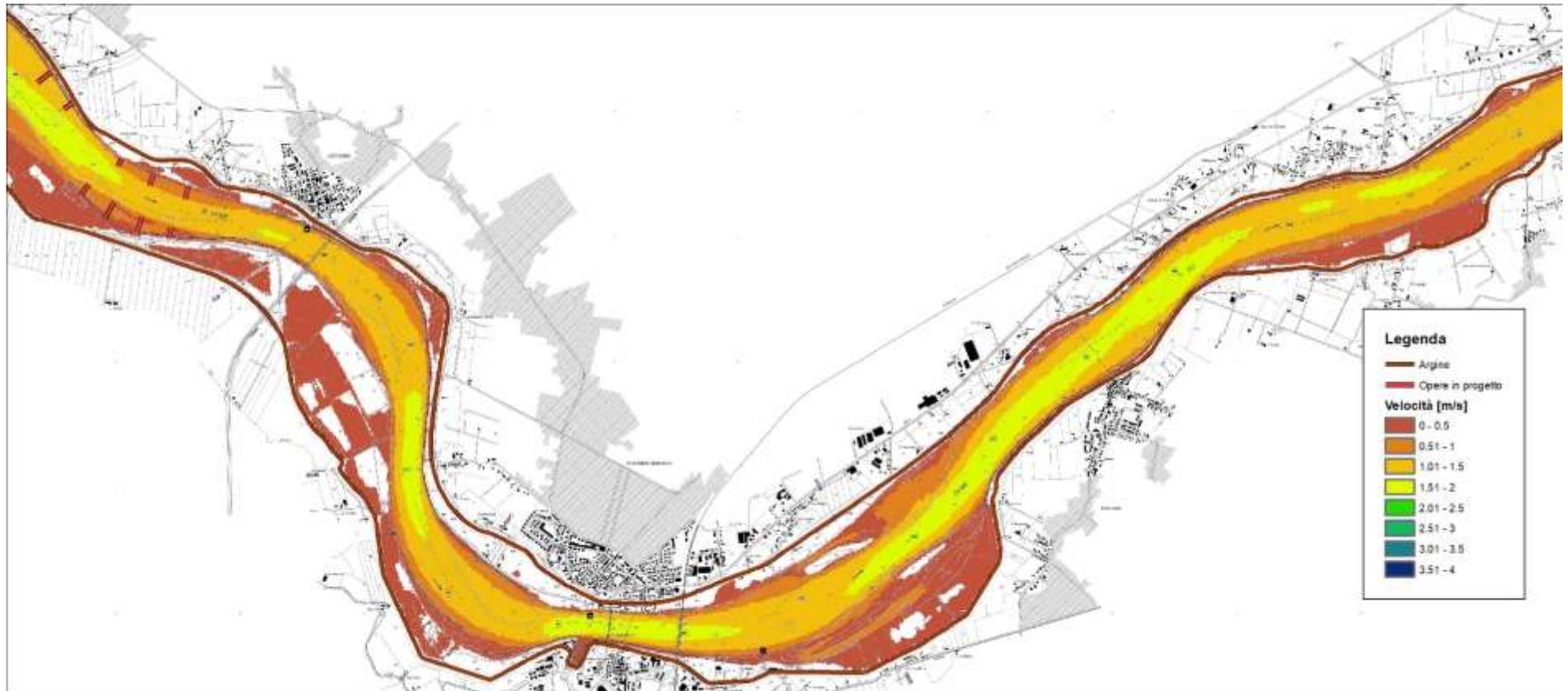


Figura 90 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – piena ordinaria – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



Figura 91 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – portata media annua – livelli idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



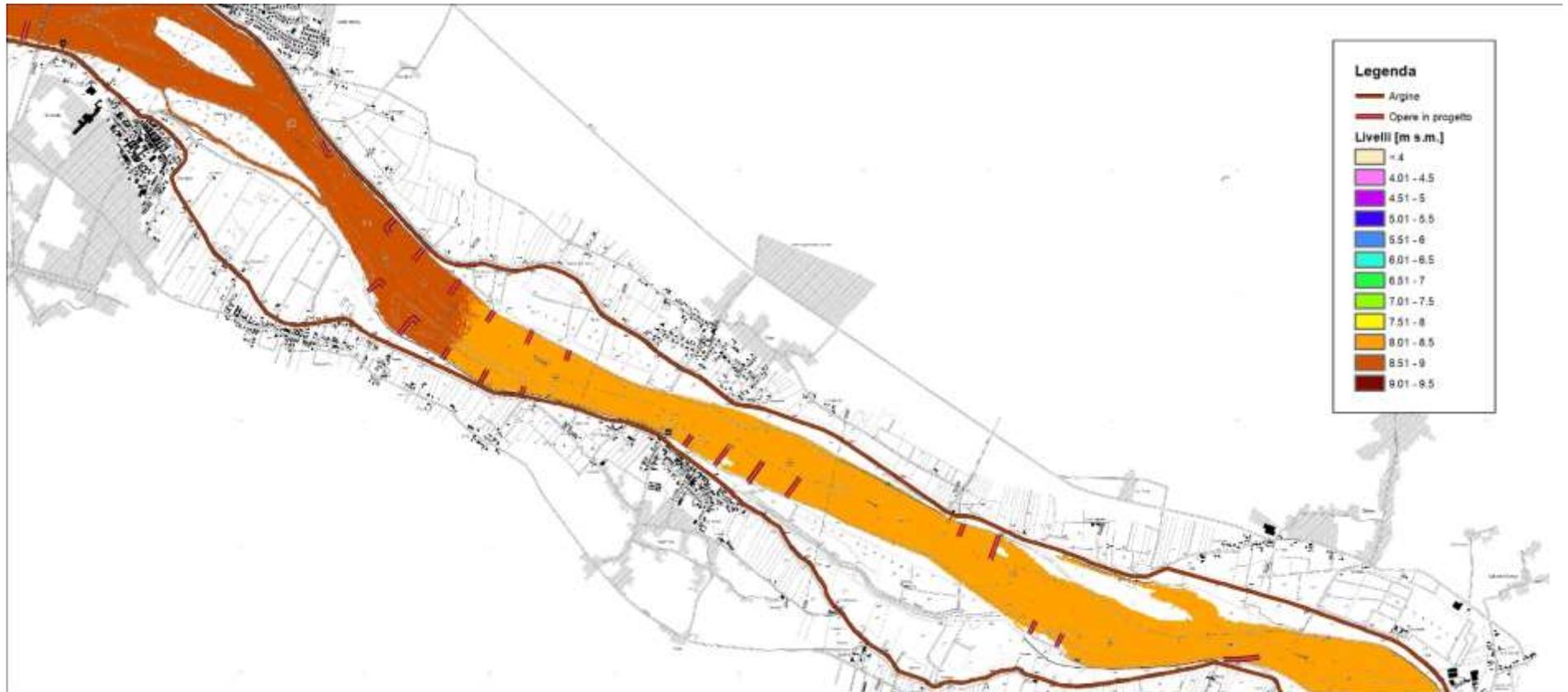


Figura 92 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso - assetto progetto – portata media annua – livelli idrici – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



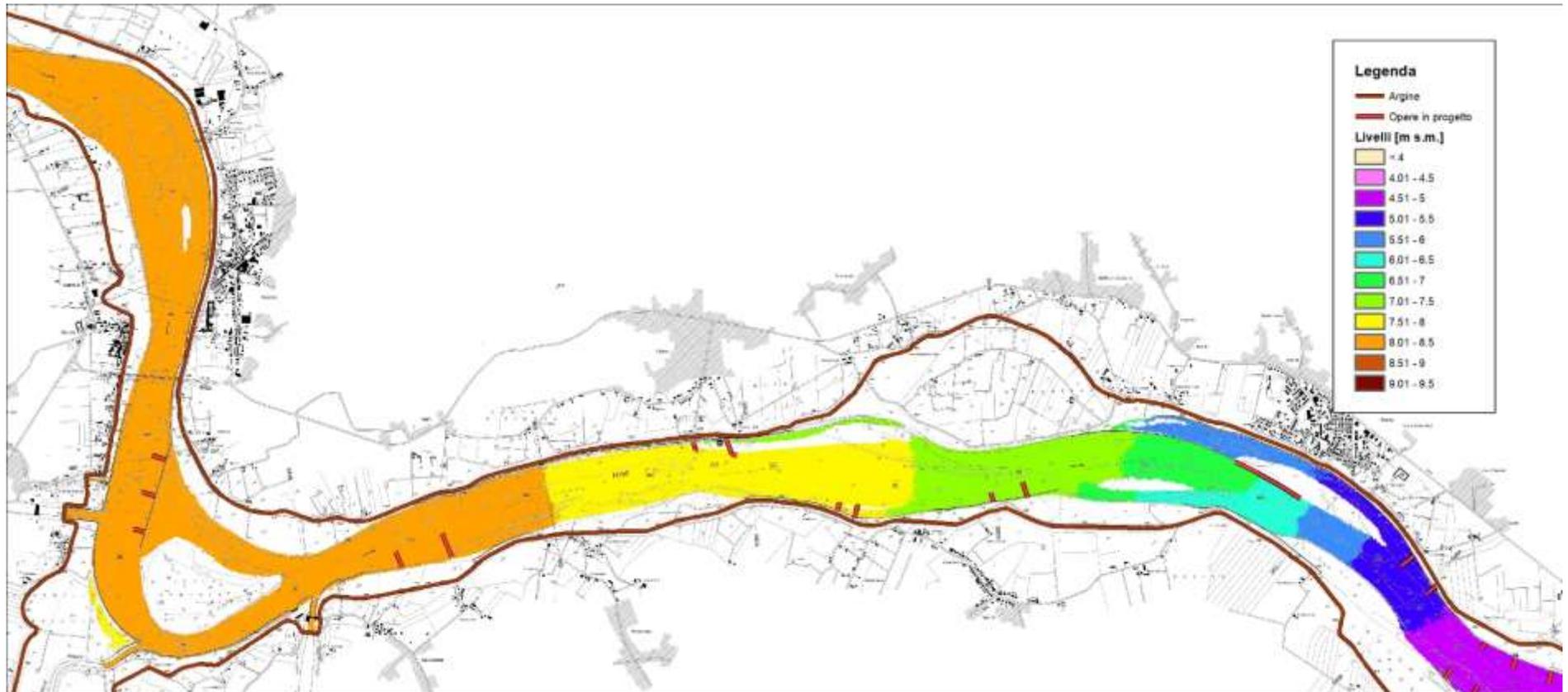


Figura 93 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – portata media annua – livelli idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



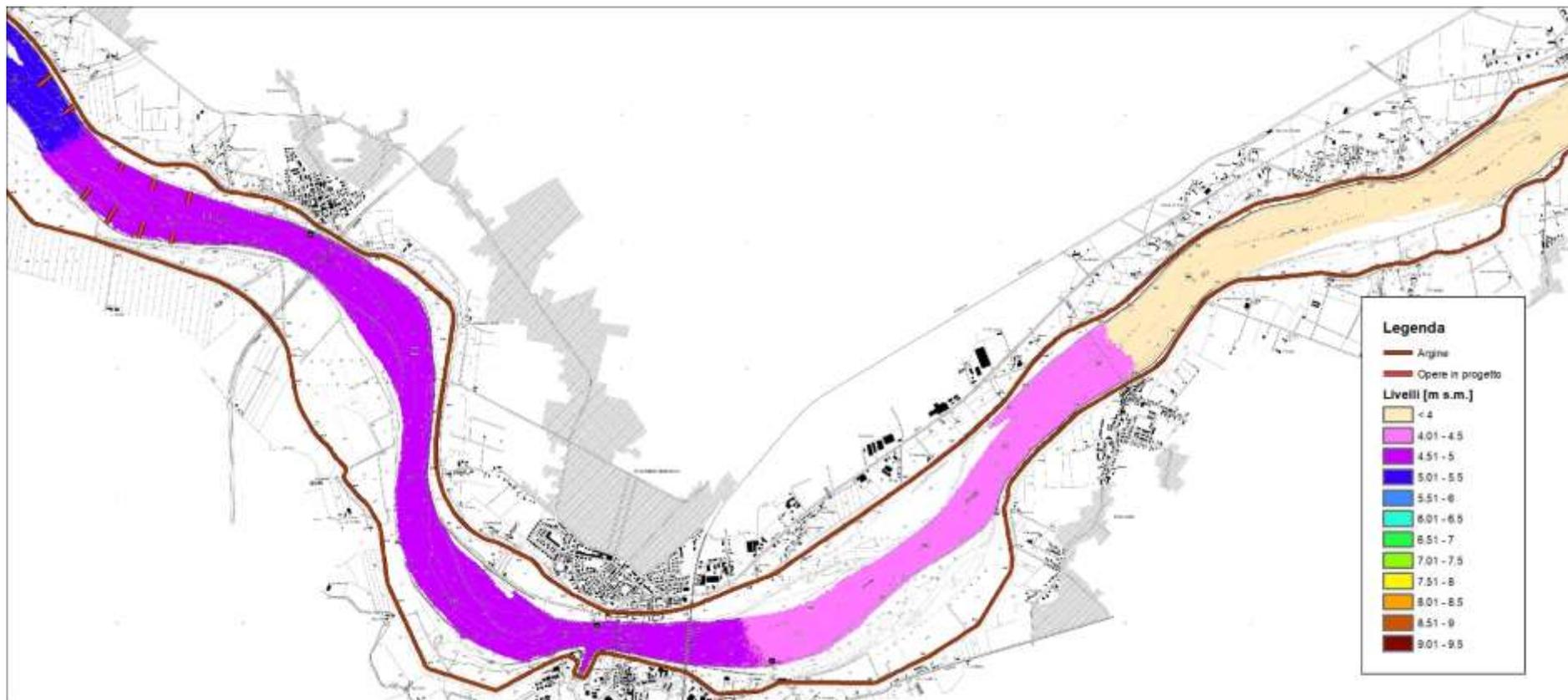


Figura 94 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – portata media annua – livelli idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

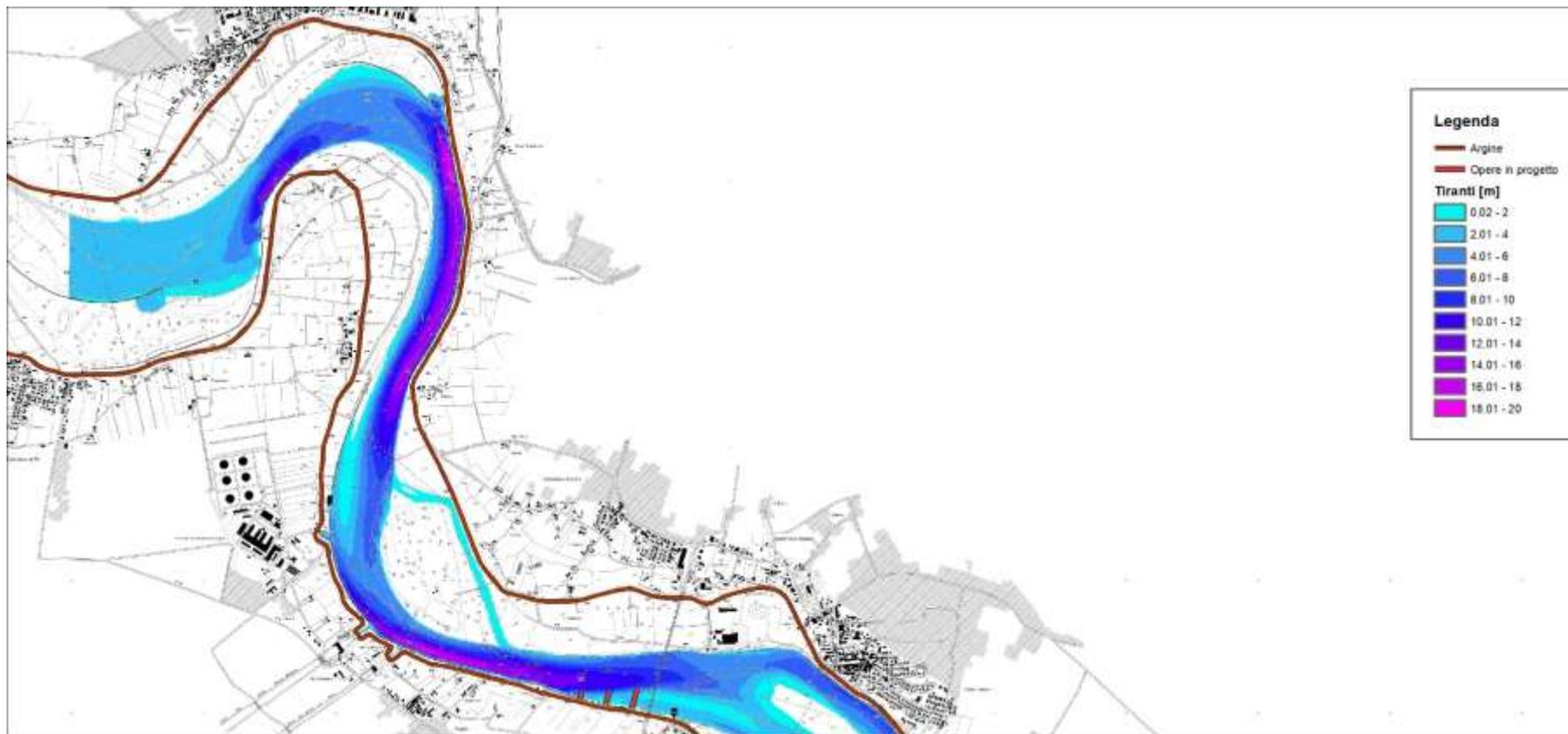


Figura 95 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – portata media annua – tiranti idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

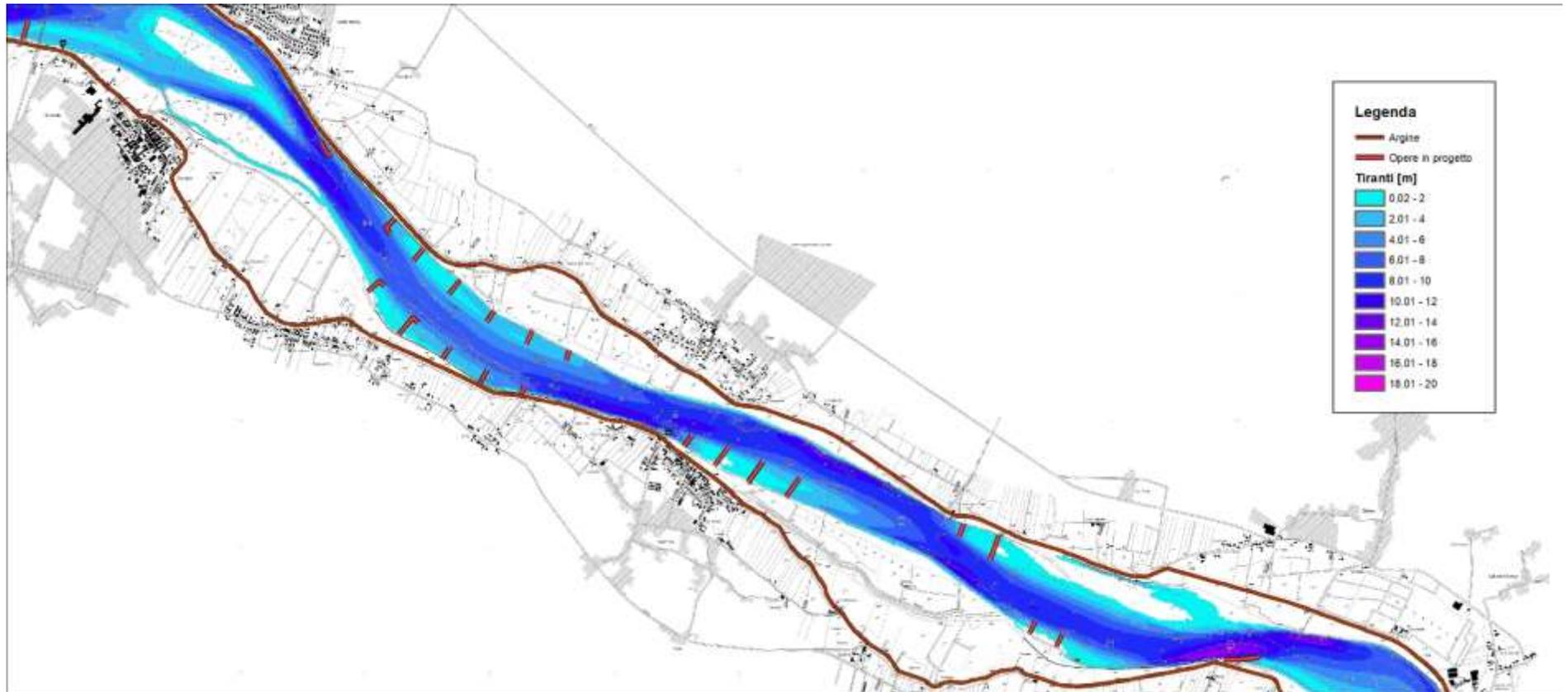


Figura 96 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – portata media annua – tiranti idrici – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



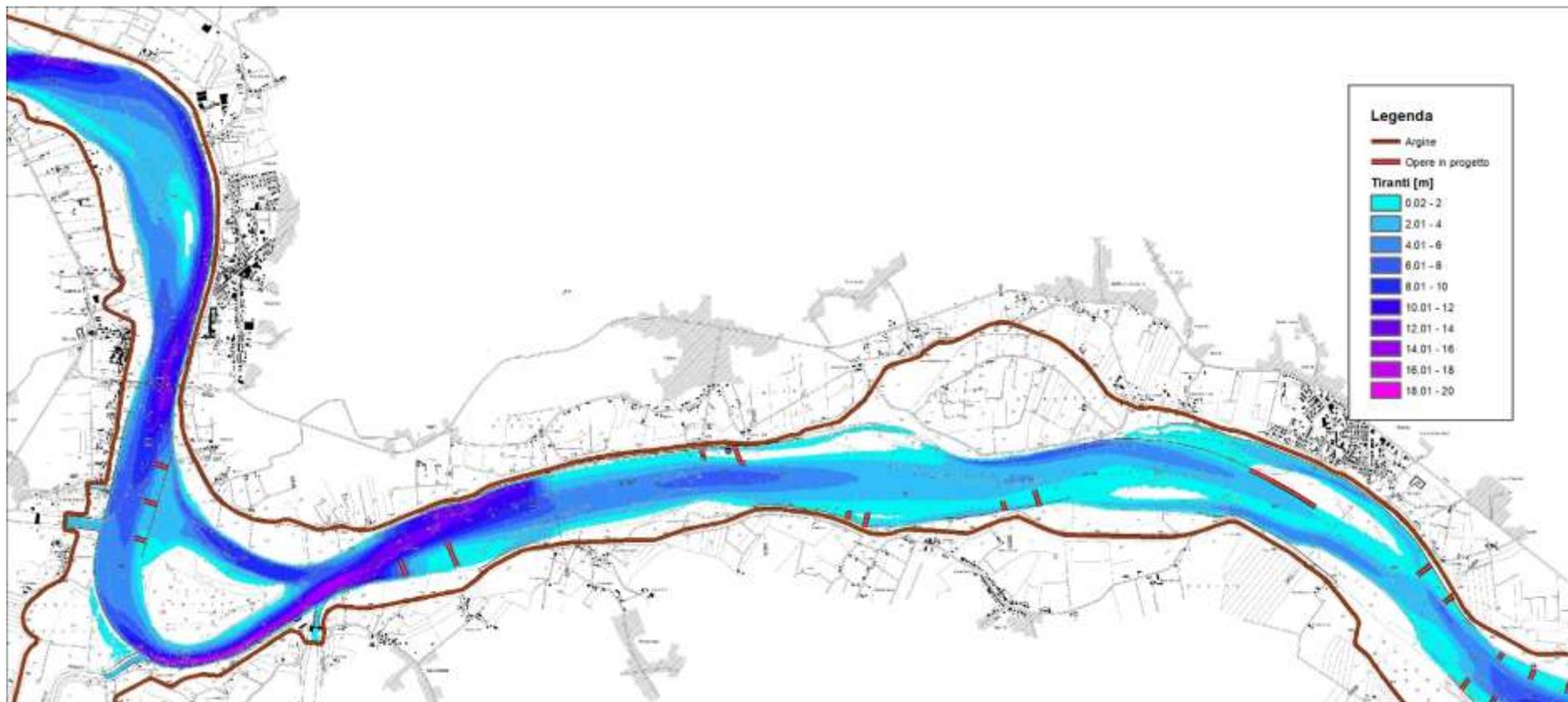


Figura 97 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – portata media annua – tiranti idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



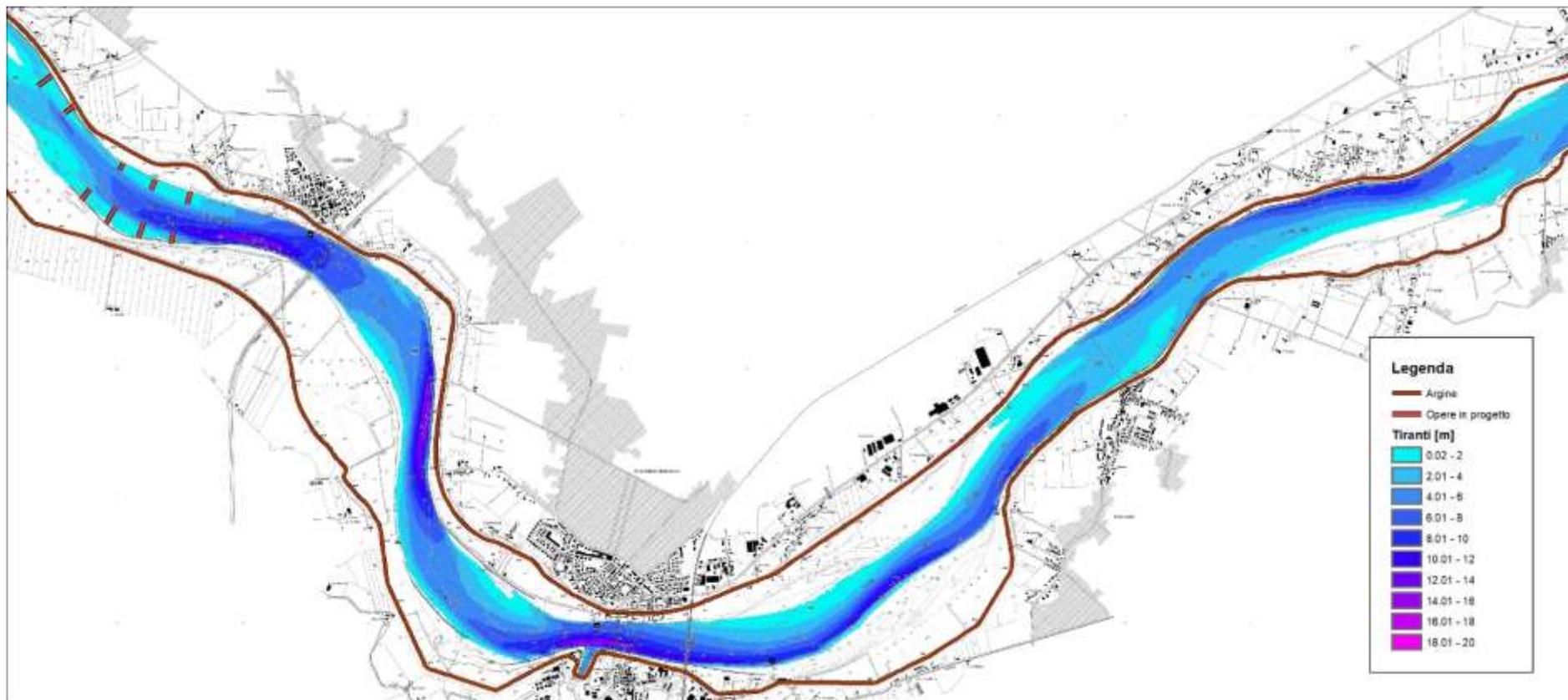


Figura 98 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – portata media annua – tiranti idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

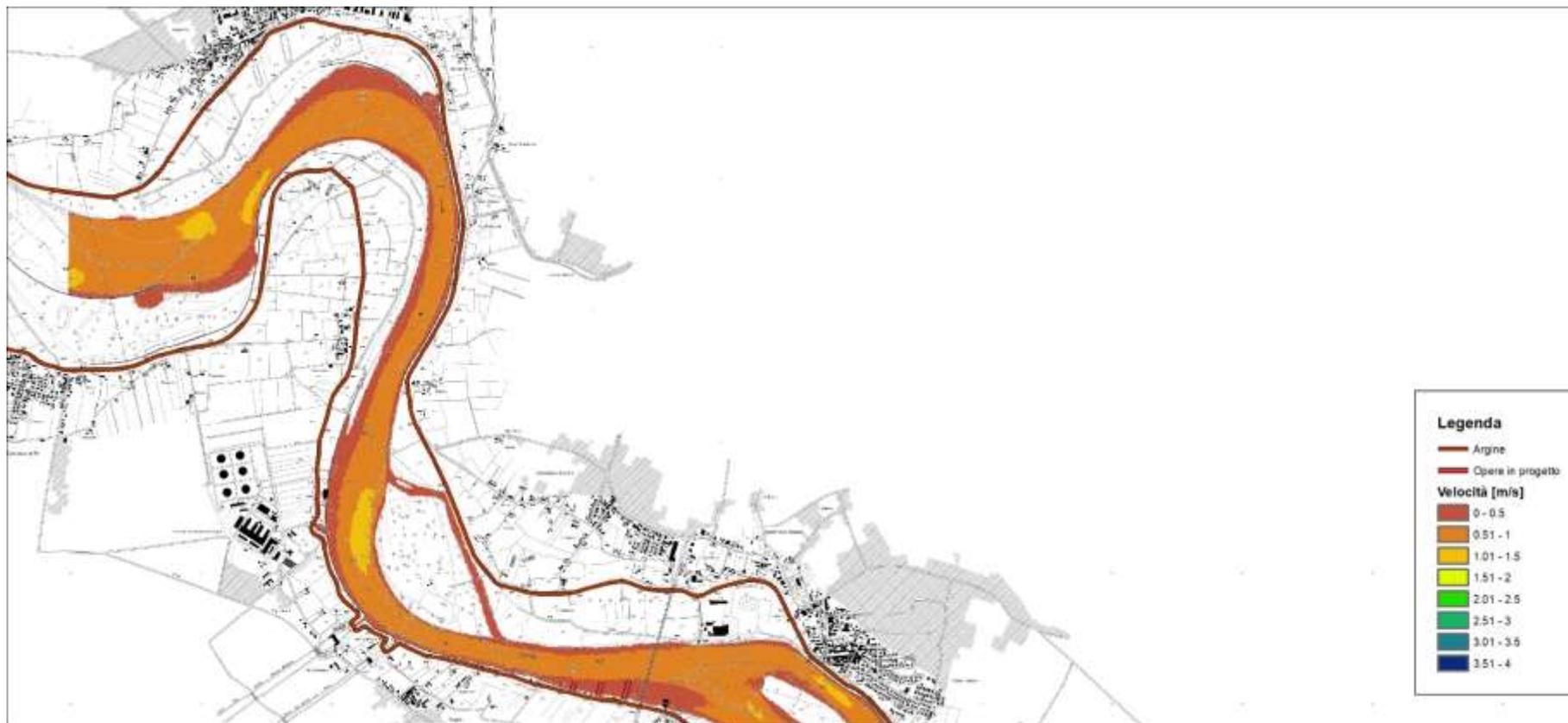


Figura 99 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – portata media annua – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

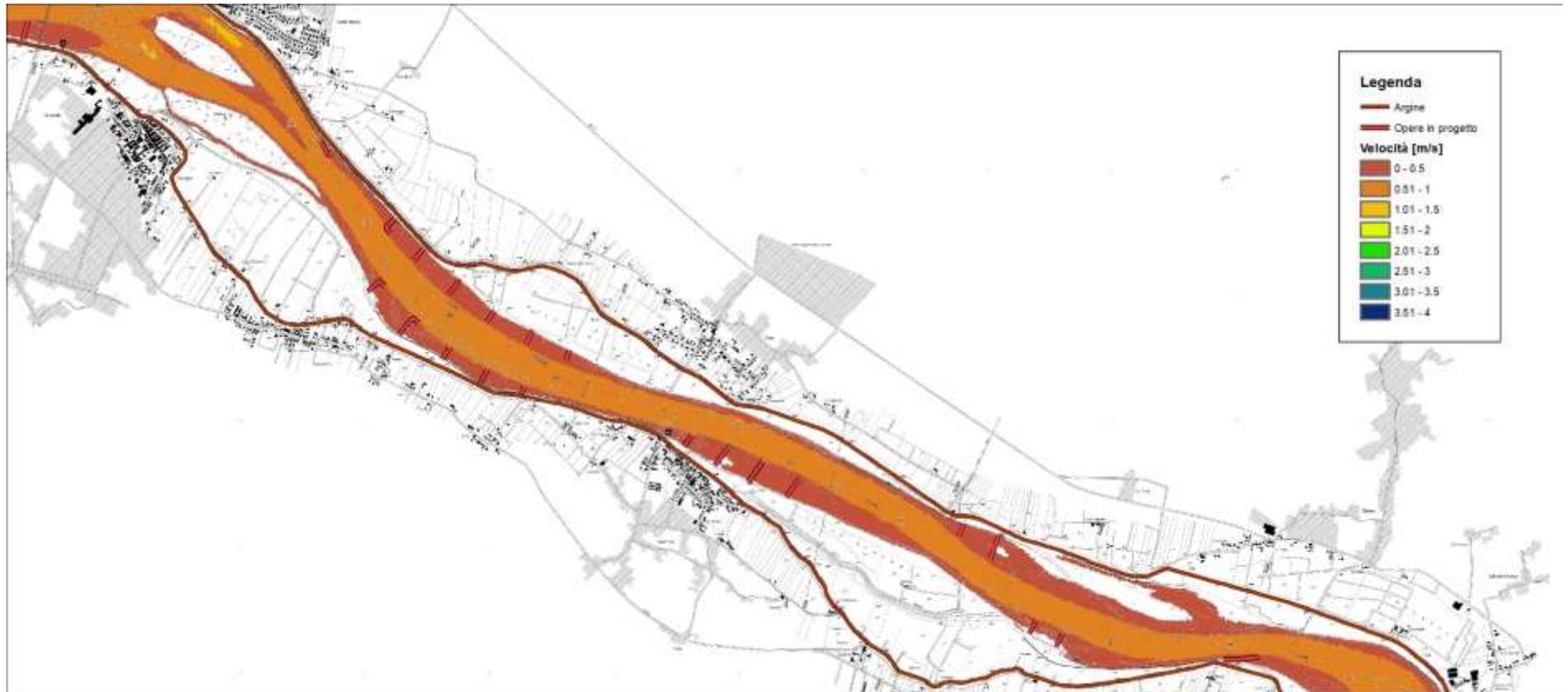


Figura 100 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – portata media annua – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



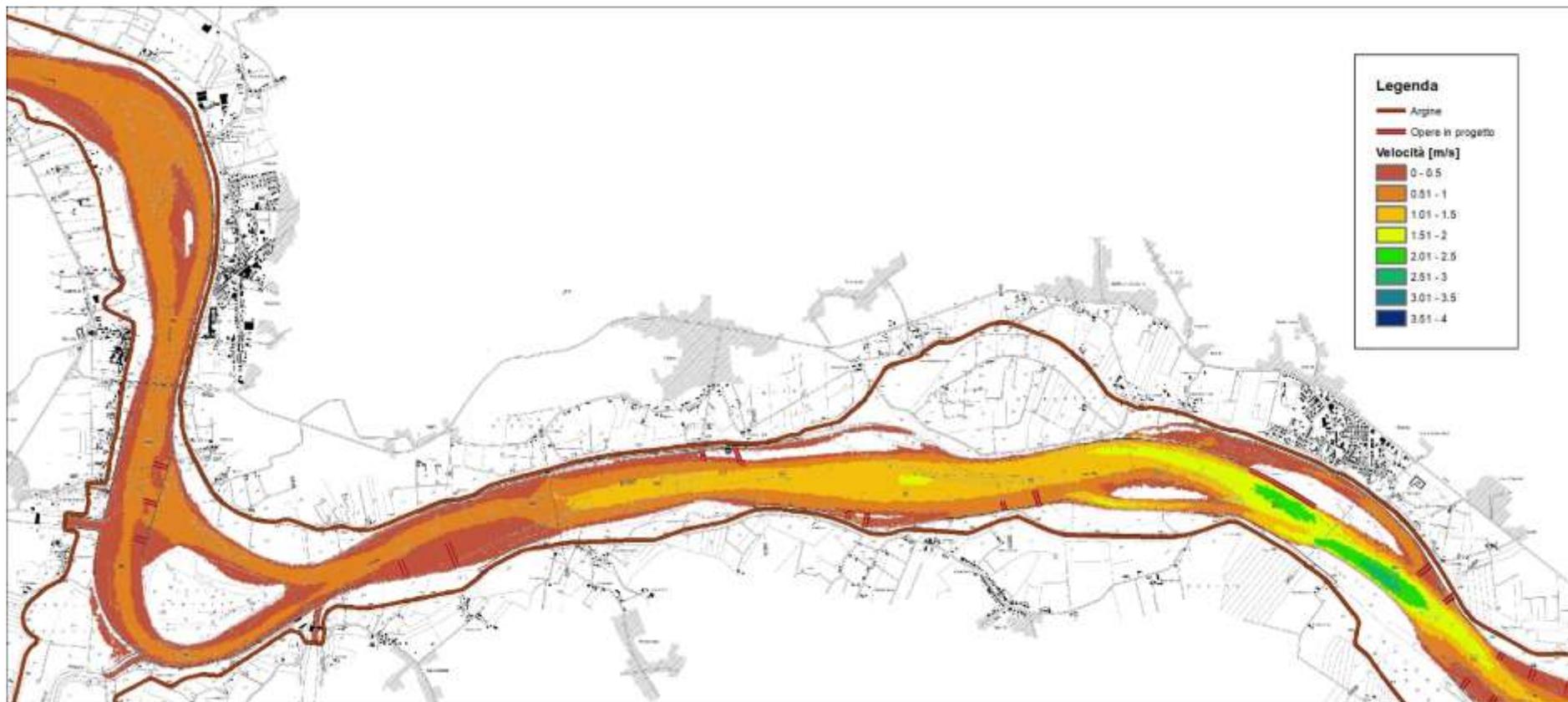


Figura 101 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – portata media annua – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



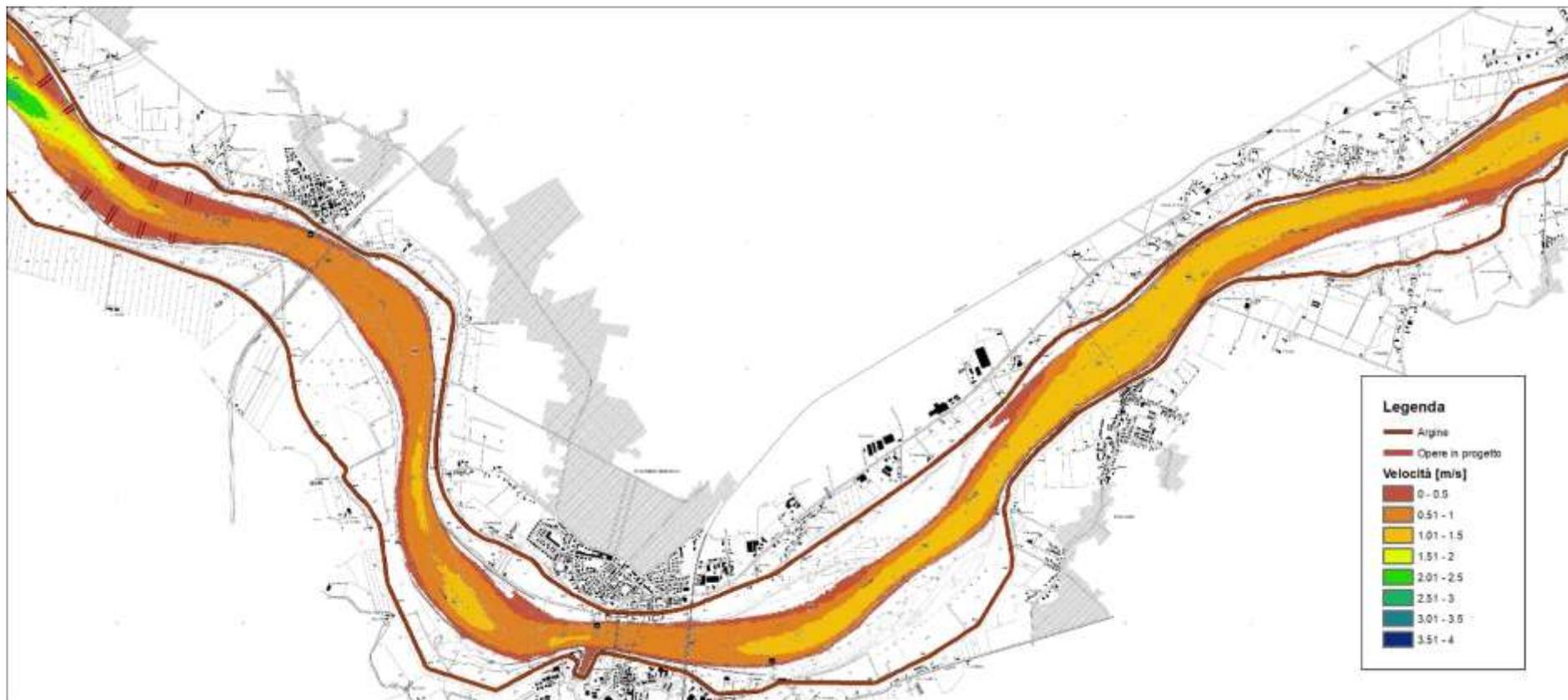


Figura 102 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto progetto – portata media annua – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



Figura 103 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata magra – livello idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:





Figura 104 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata magra – livello idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

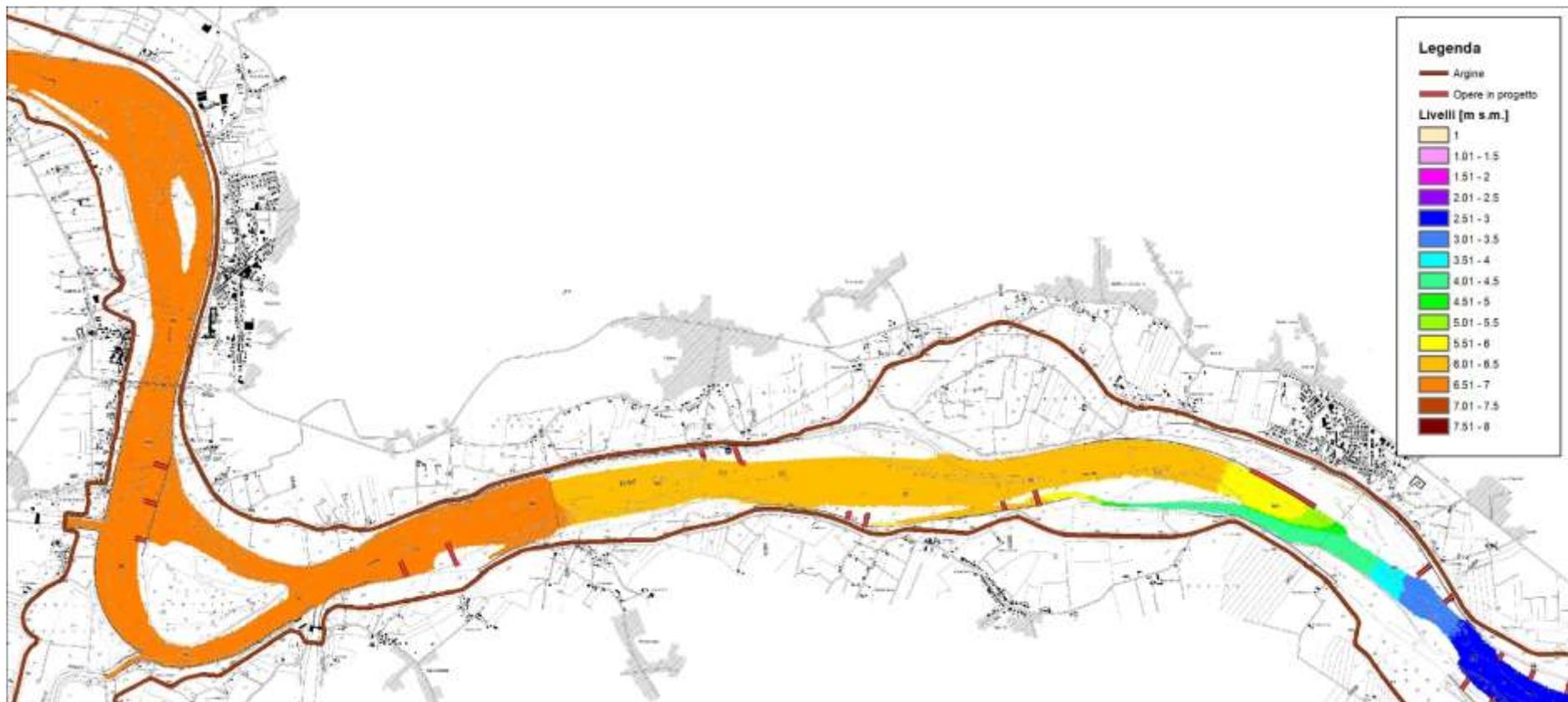


Figura 105 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata magra – livello idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



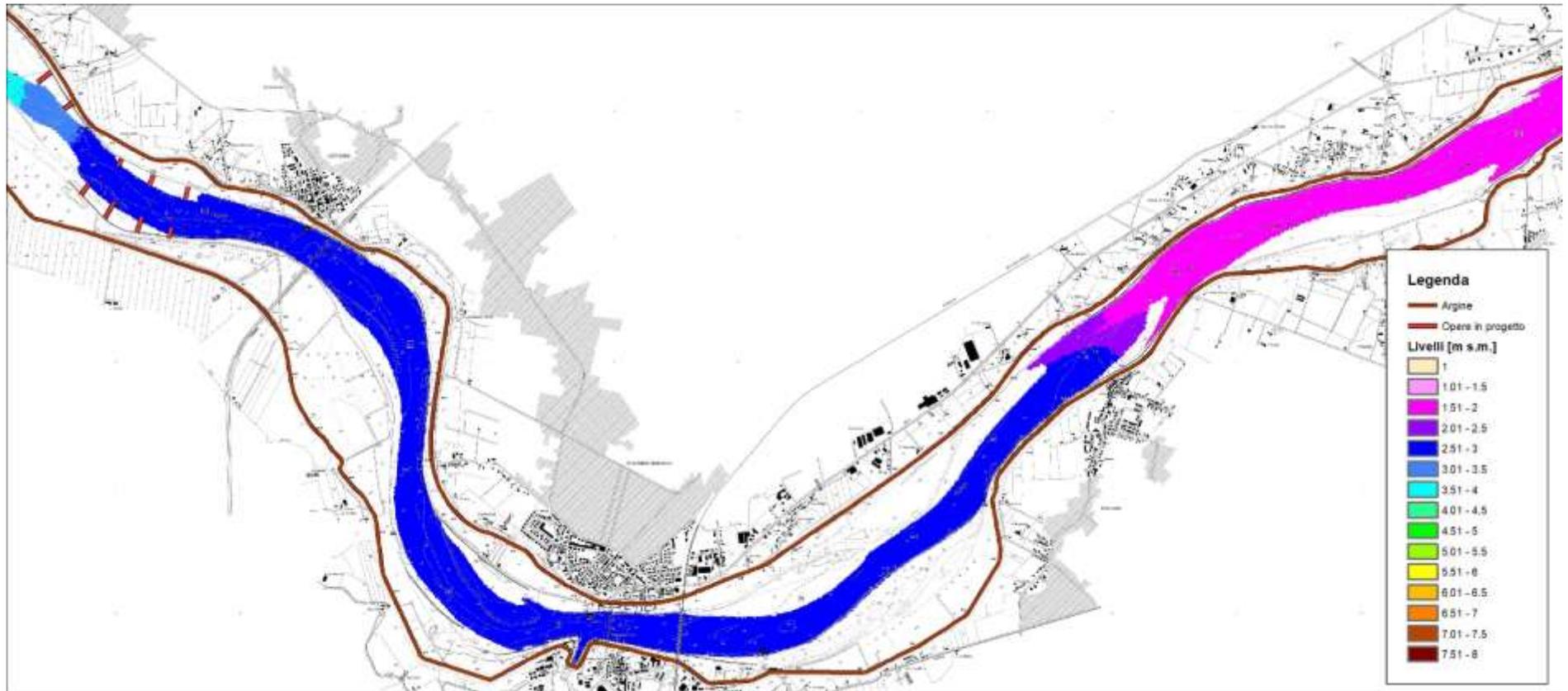


Figura 106 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata magra – livello idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

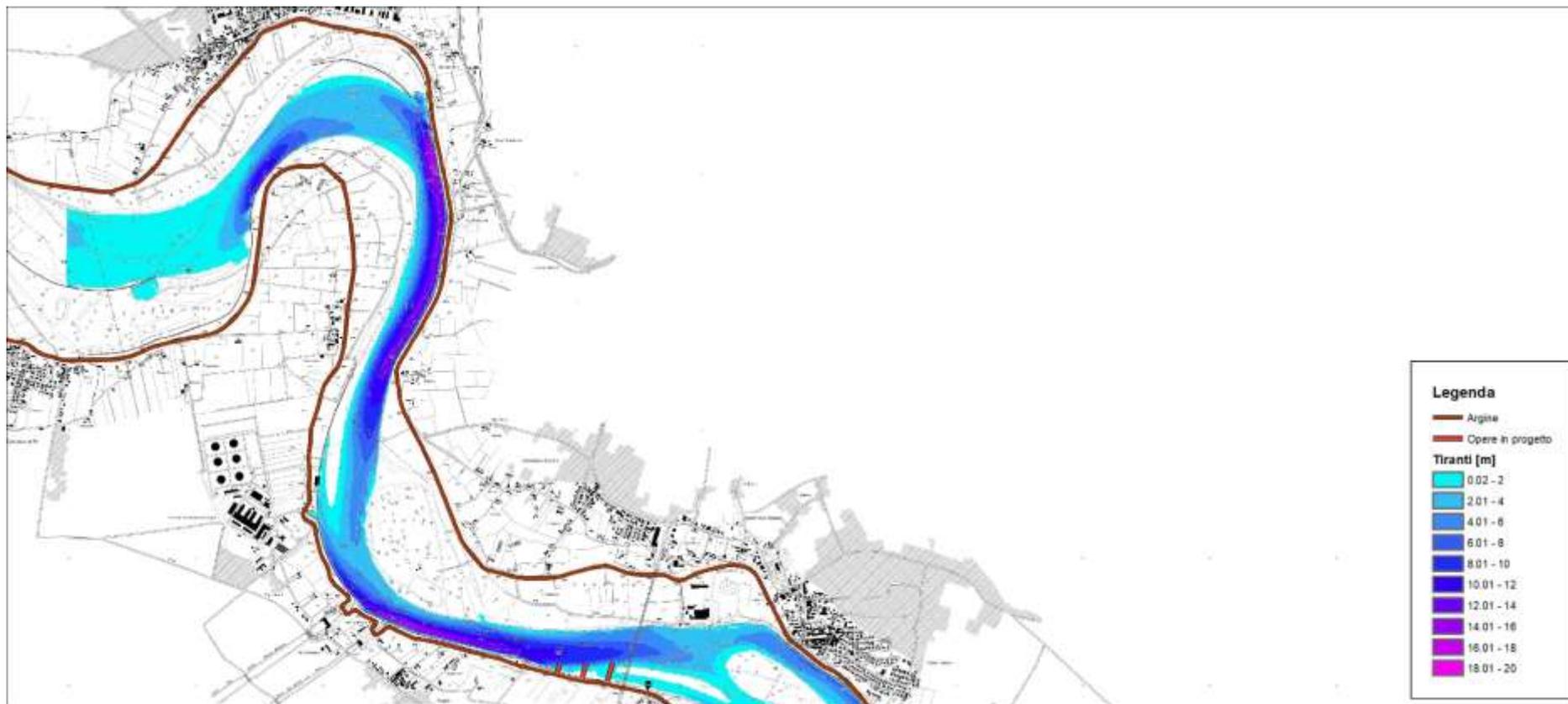


Figura 107 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata magra – tirante idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

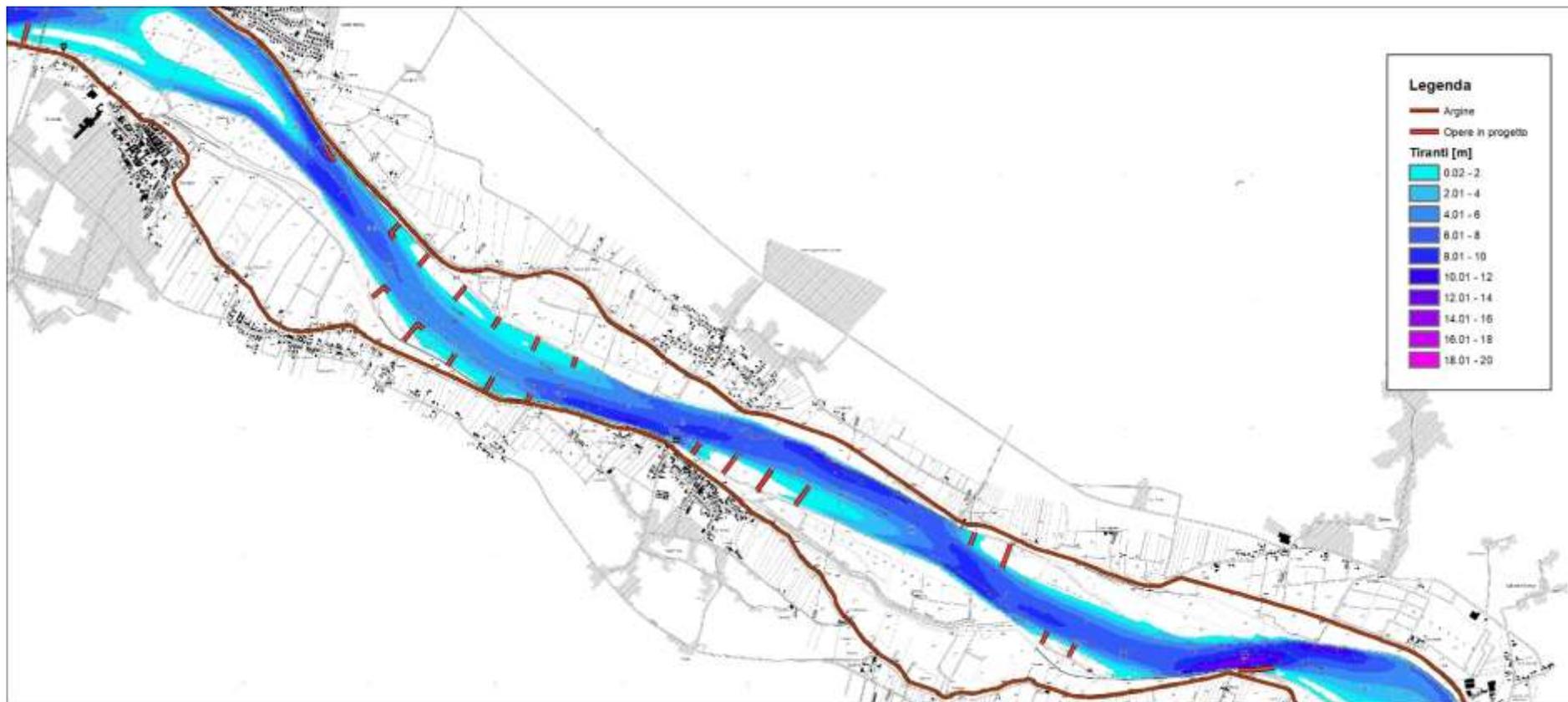


Figura 108 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata magra – tirante idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

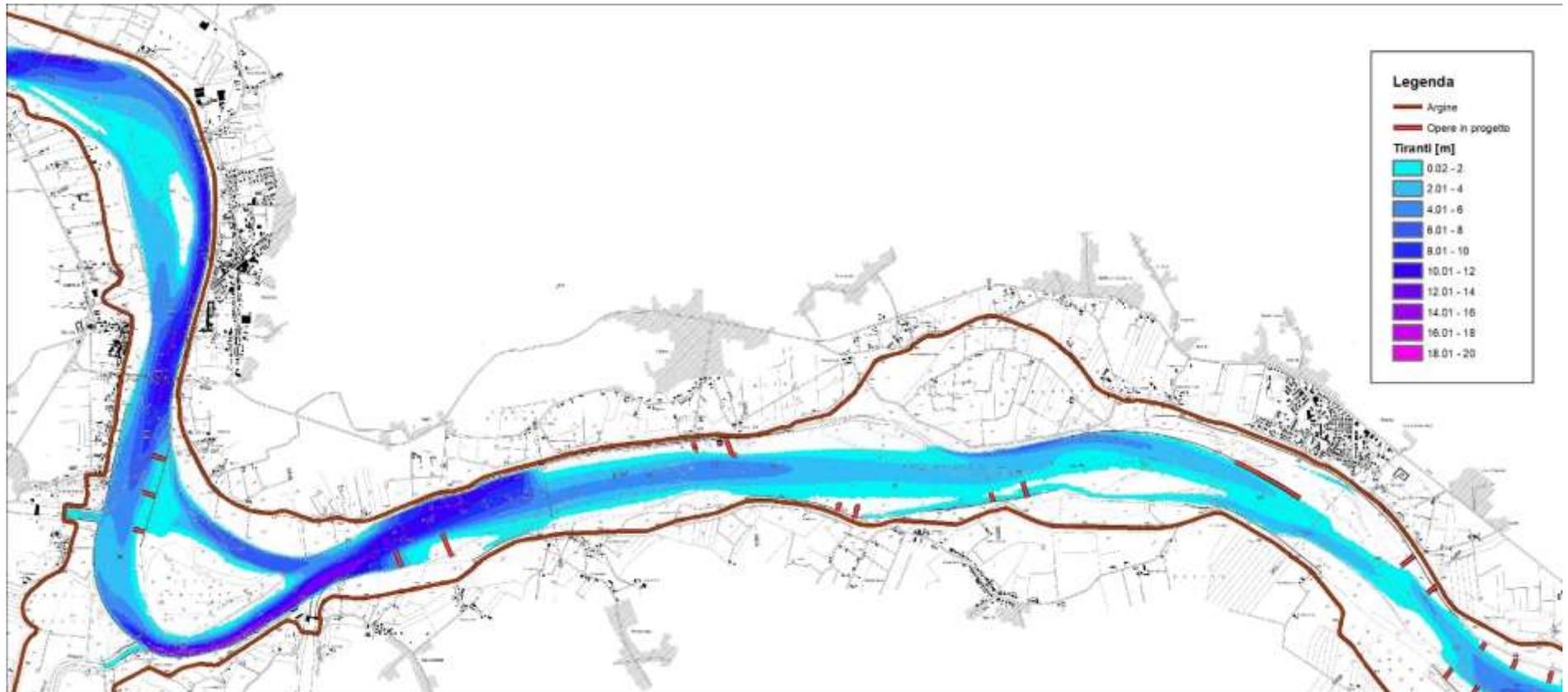


Figura 109 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata magra – tirante idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



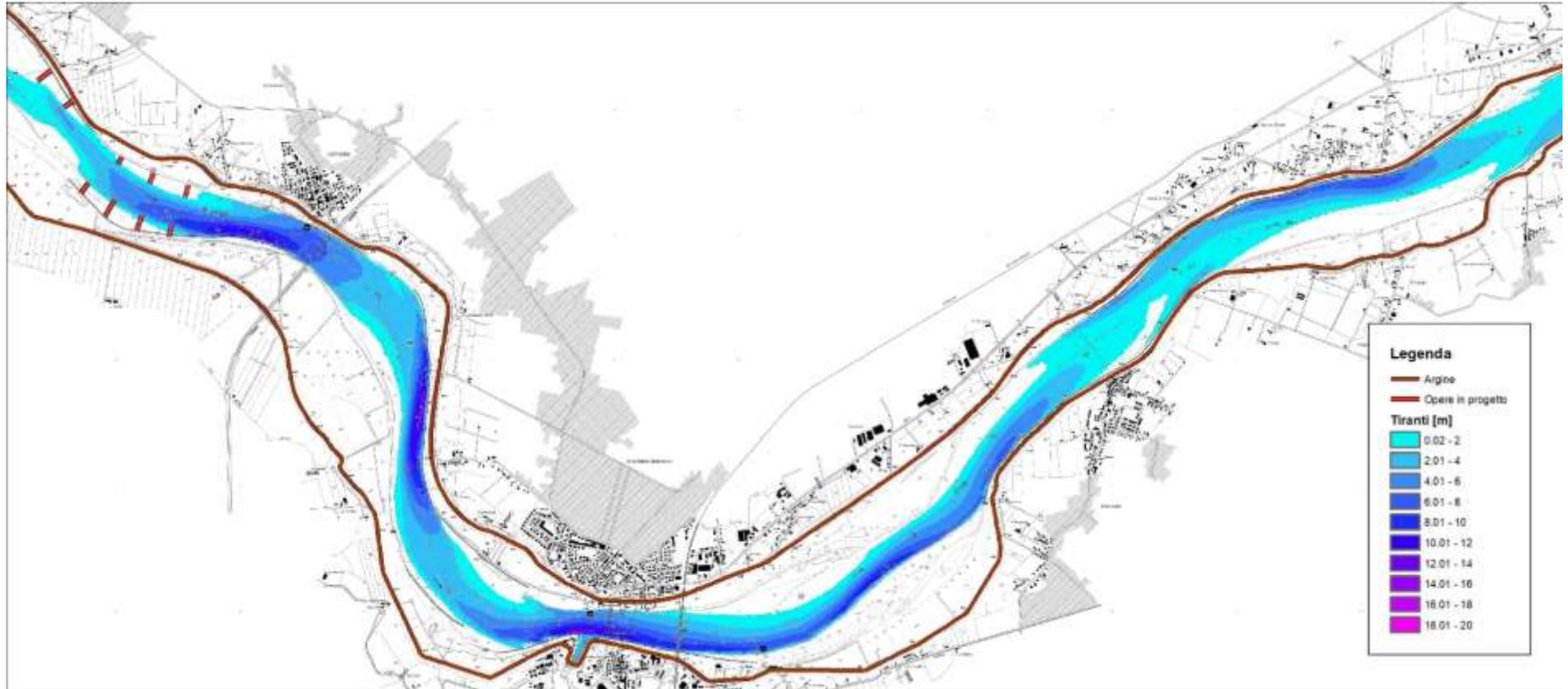


Figura 110 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata magra – tirante idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



Figura 111 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata magra – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

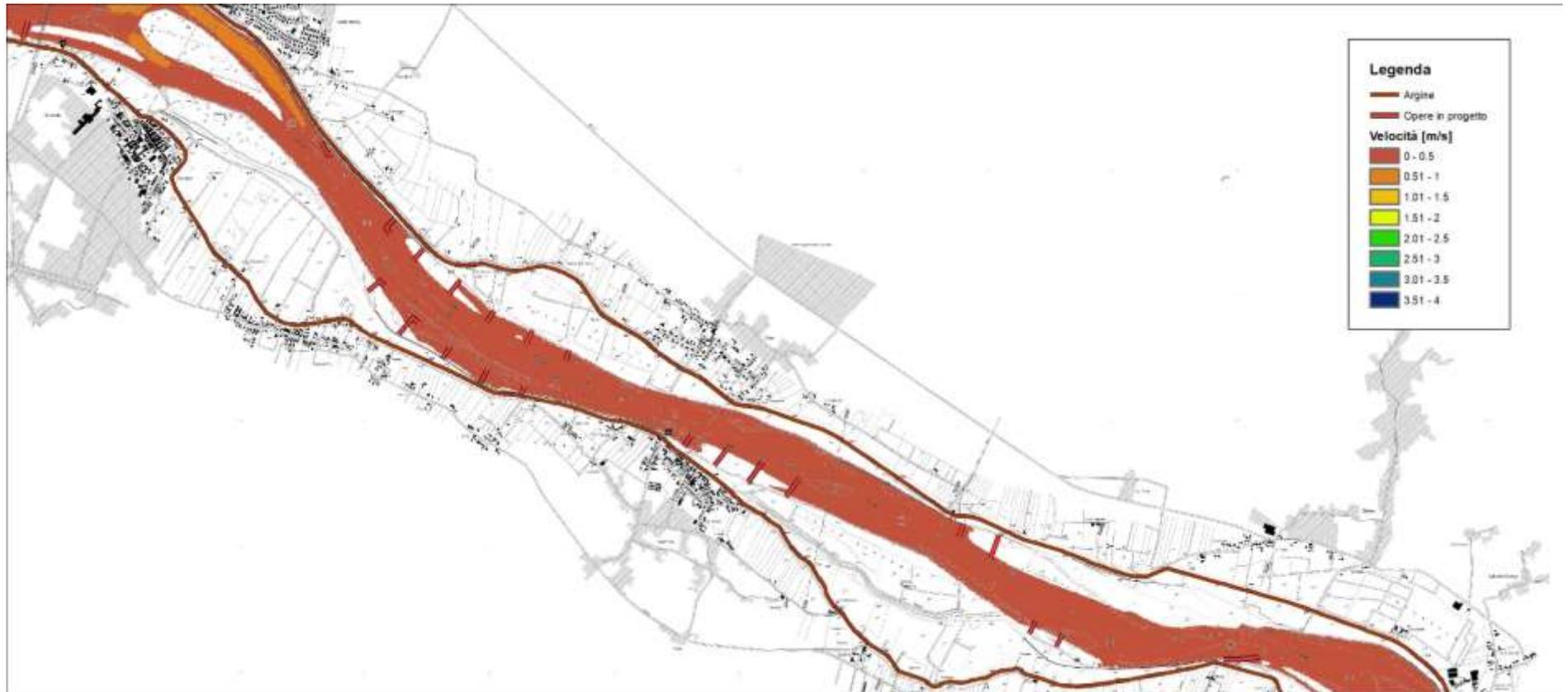


Figura 112 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata magra – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



Figura 113 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata magra – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

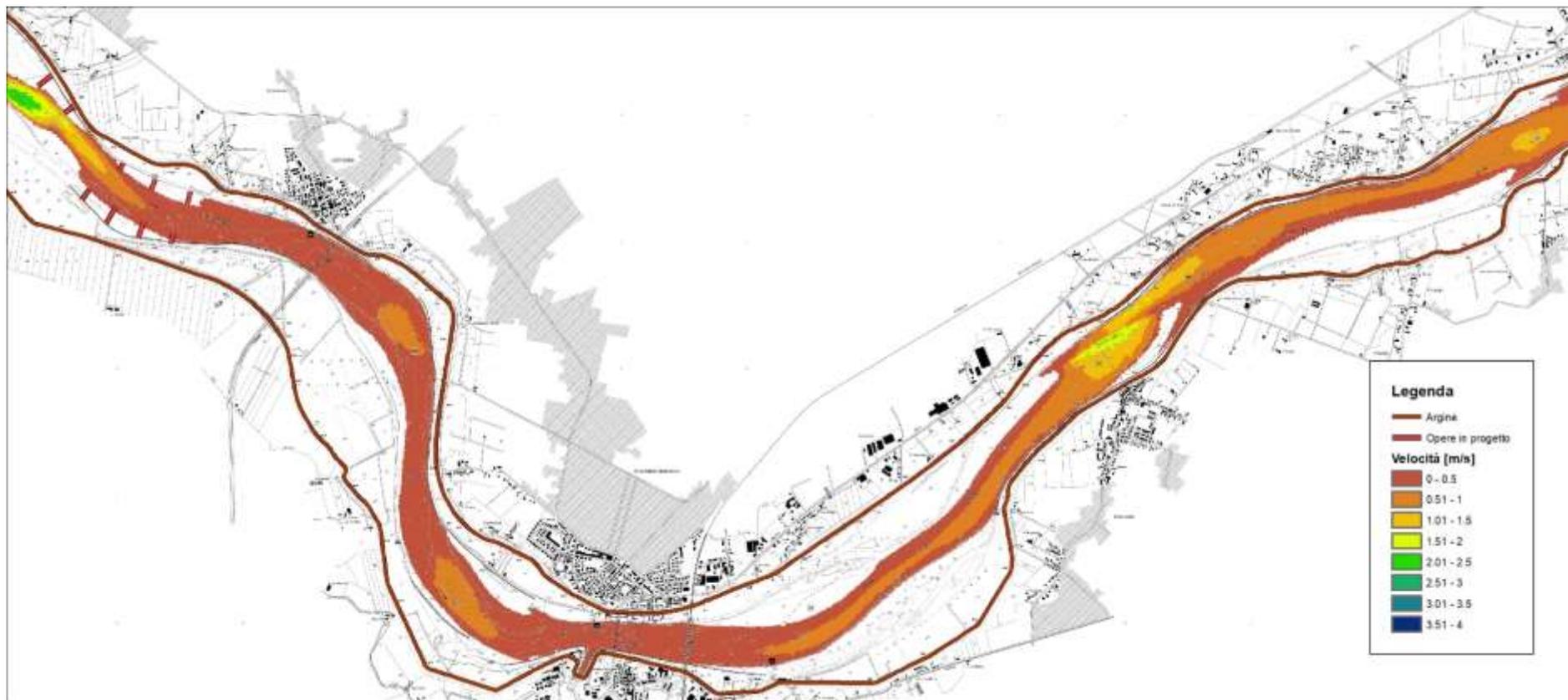


Figura 114 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata magra – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

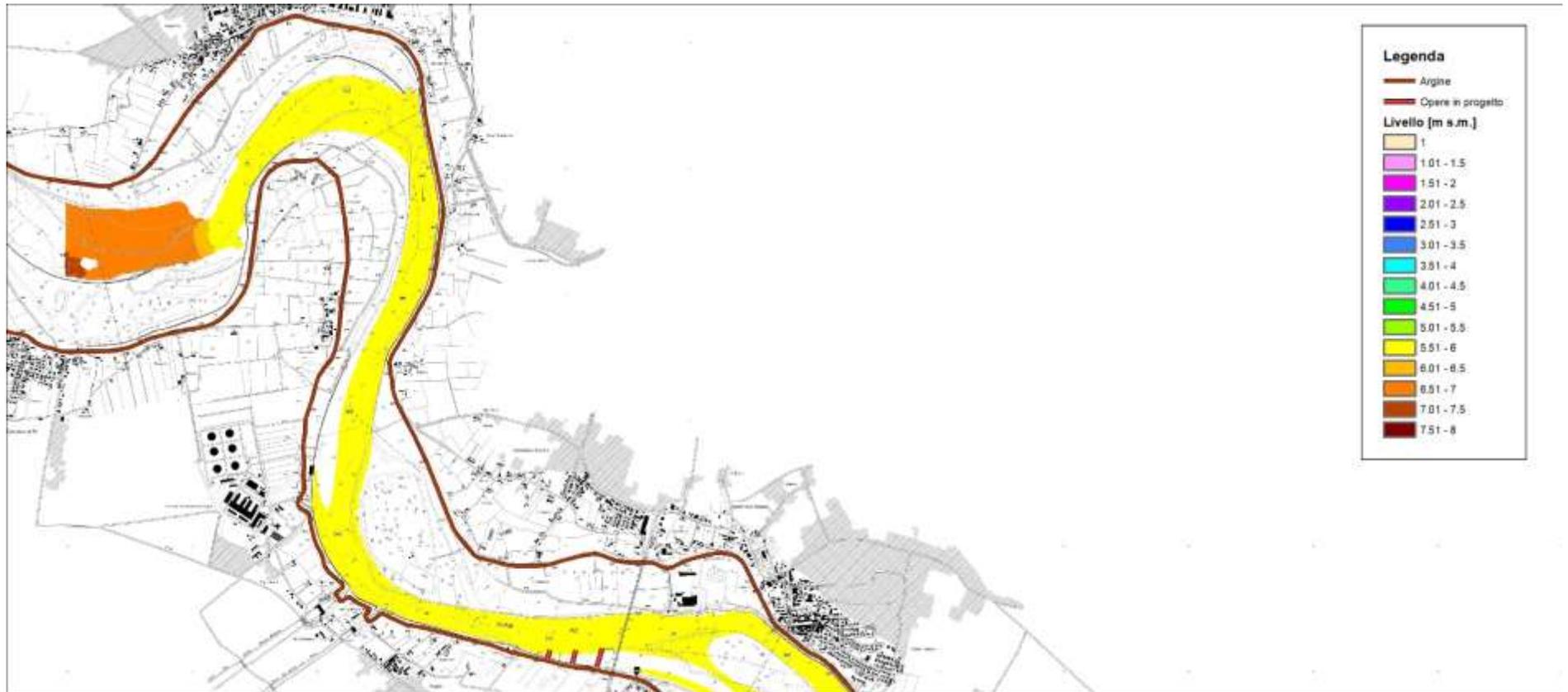


Figura 115 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata in secca – livello idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

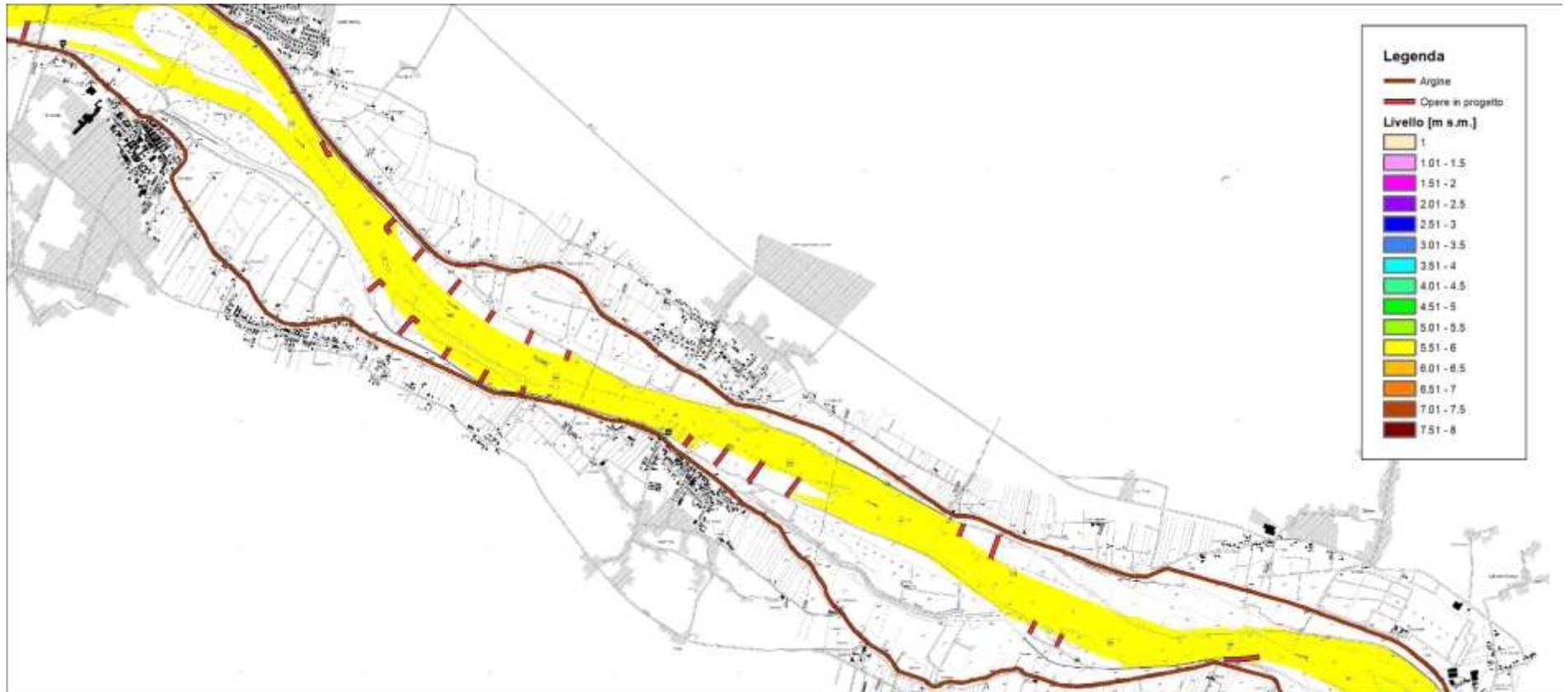


Figura 116 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata in secca – livello idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

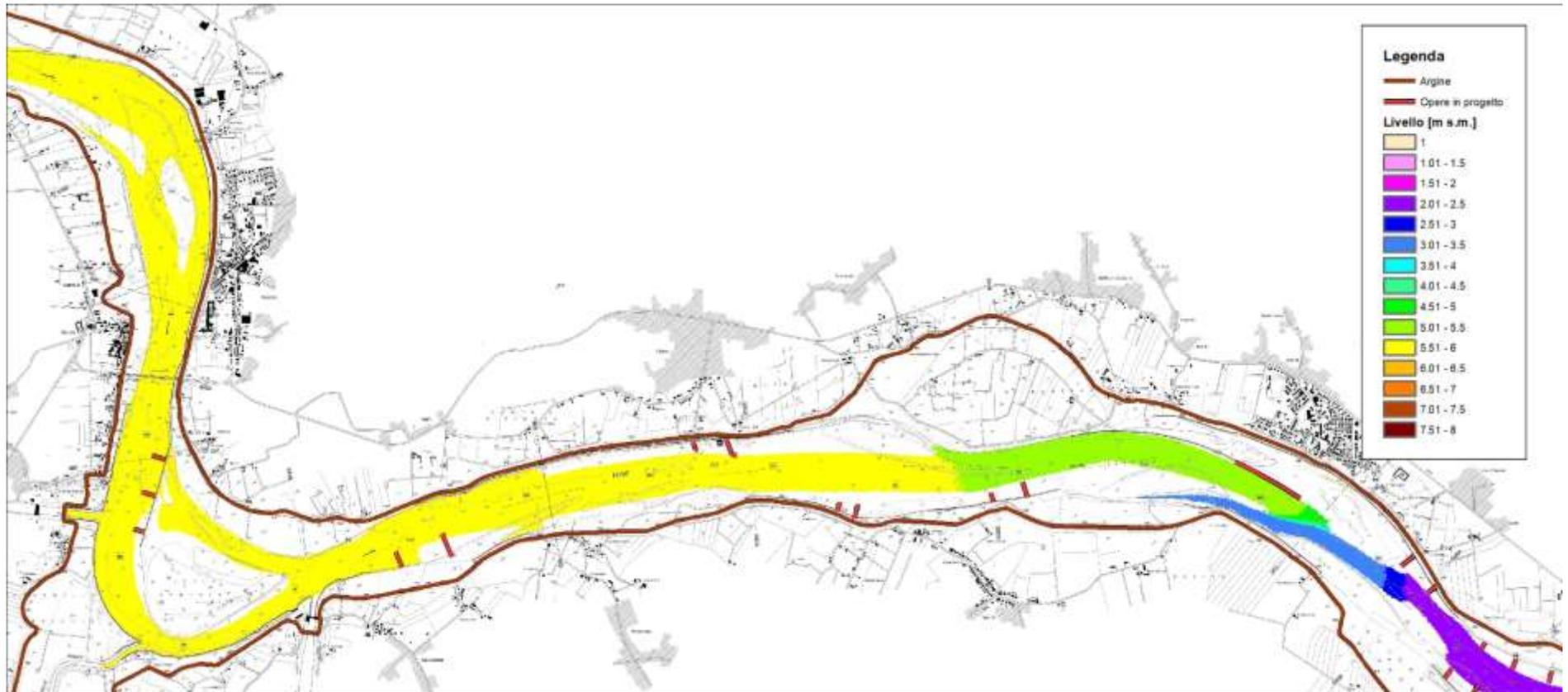


Figura 117 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso - assetto di progetto – portata in secca – livello idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



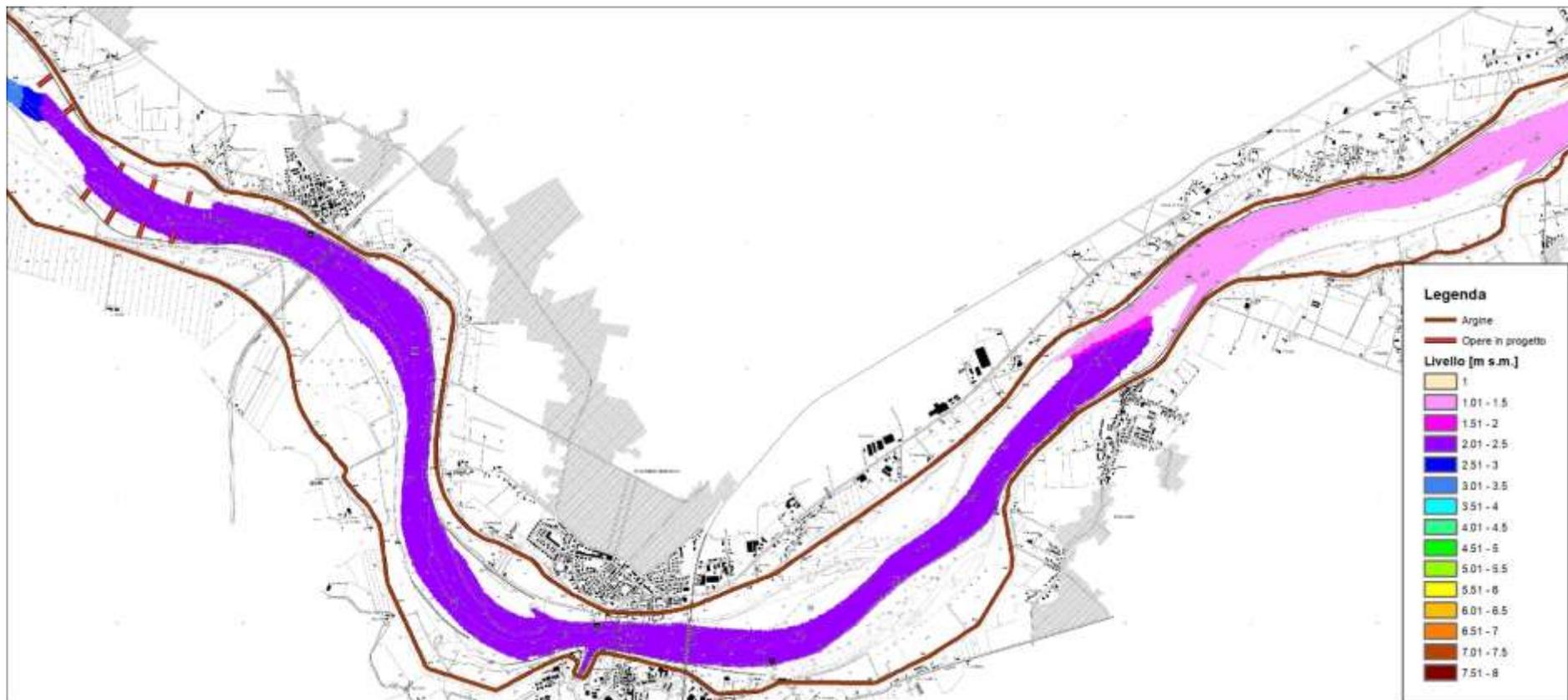


Figura 118 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata in secca – livello idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

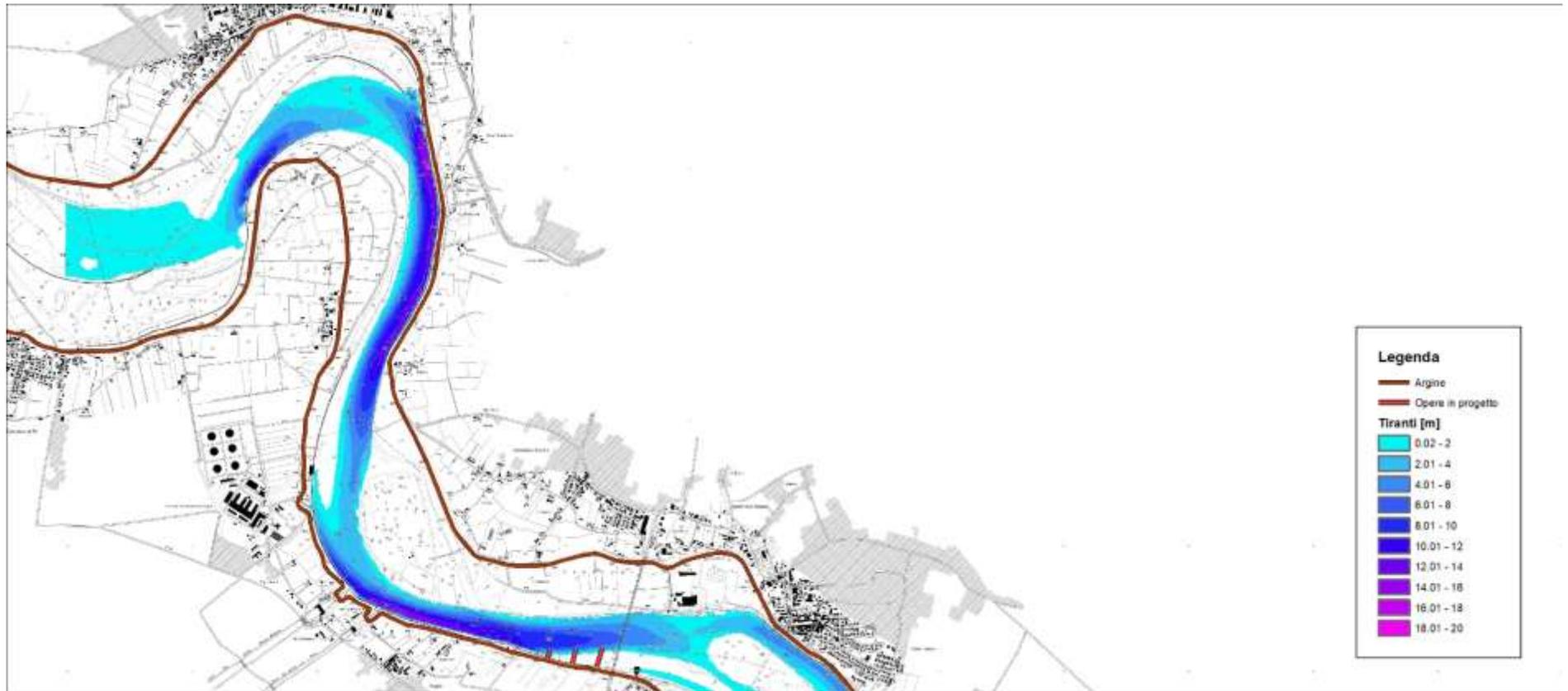


Figura 119 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata in secca – tirante idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

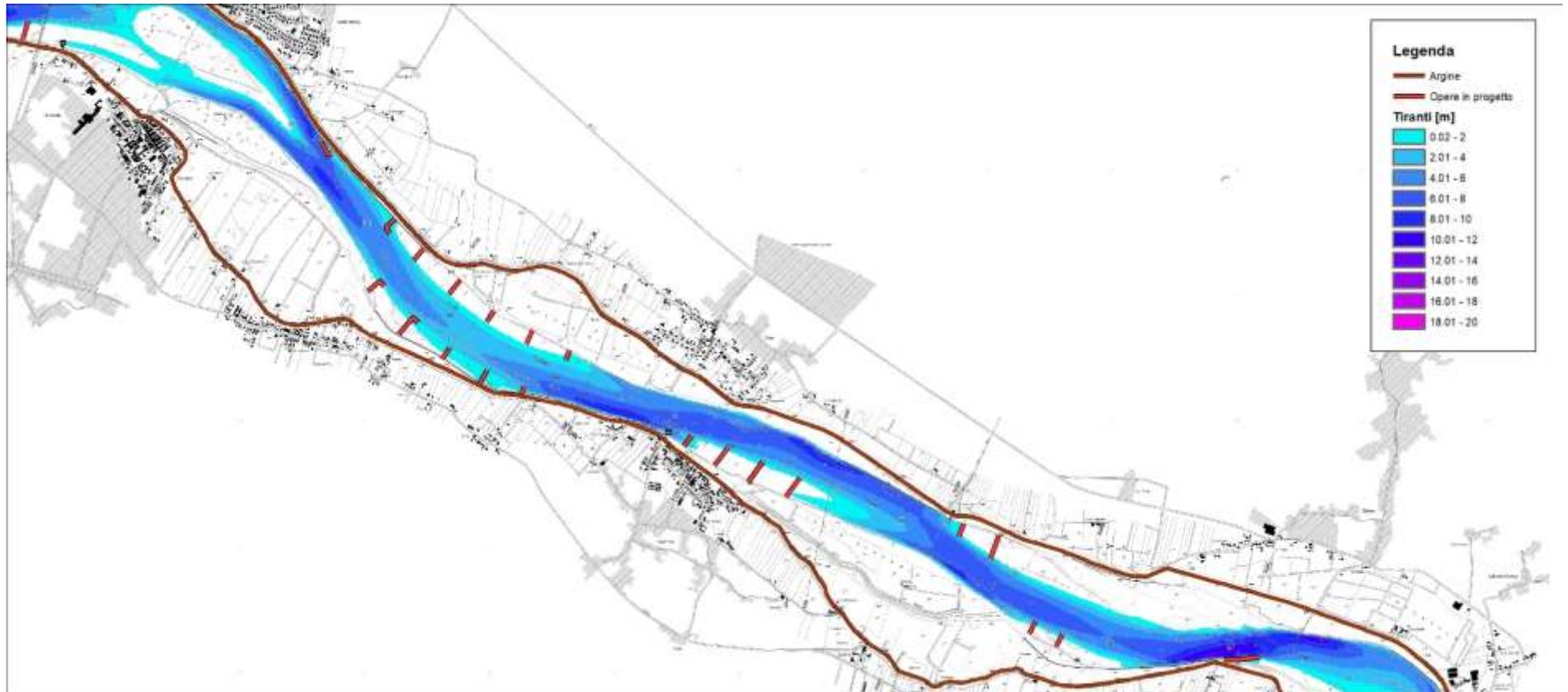


Figura 120 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata in secca – tirante idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

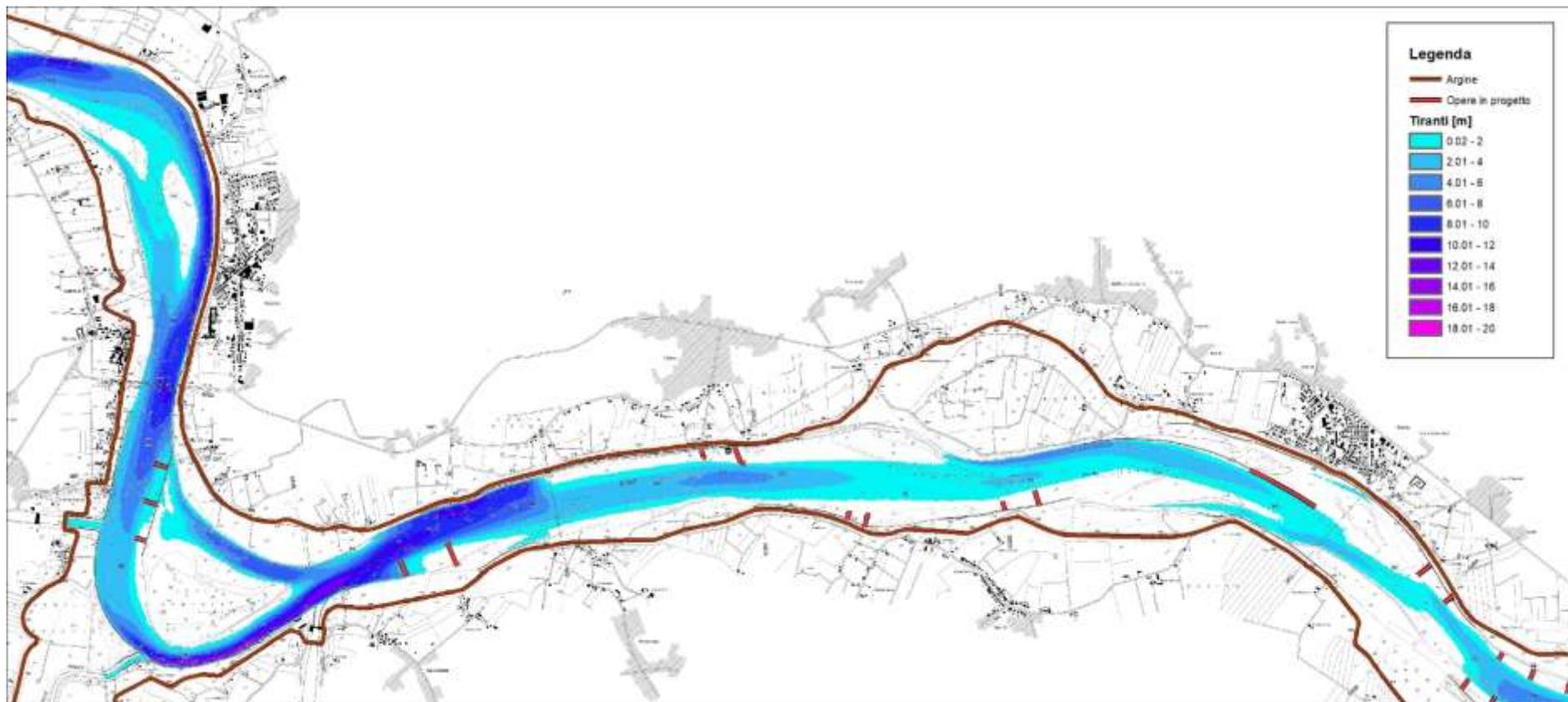


Figura 121 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata in secca – tirante idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



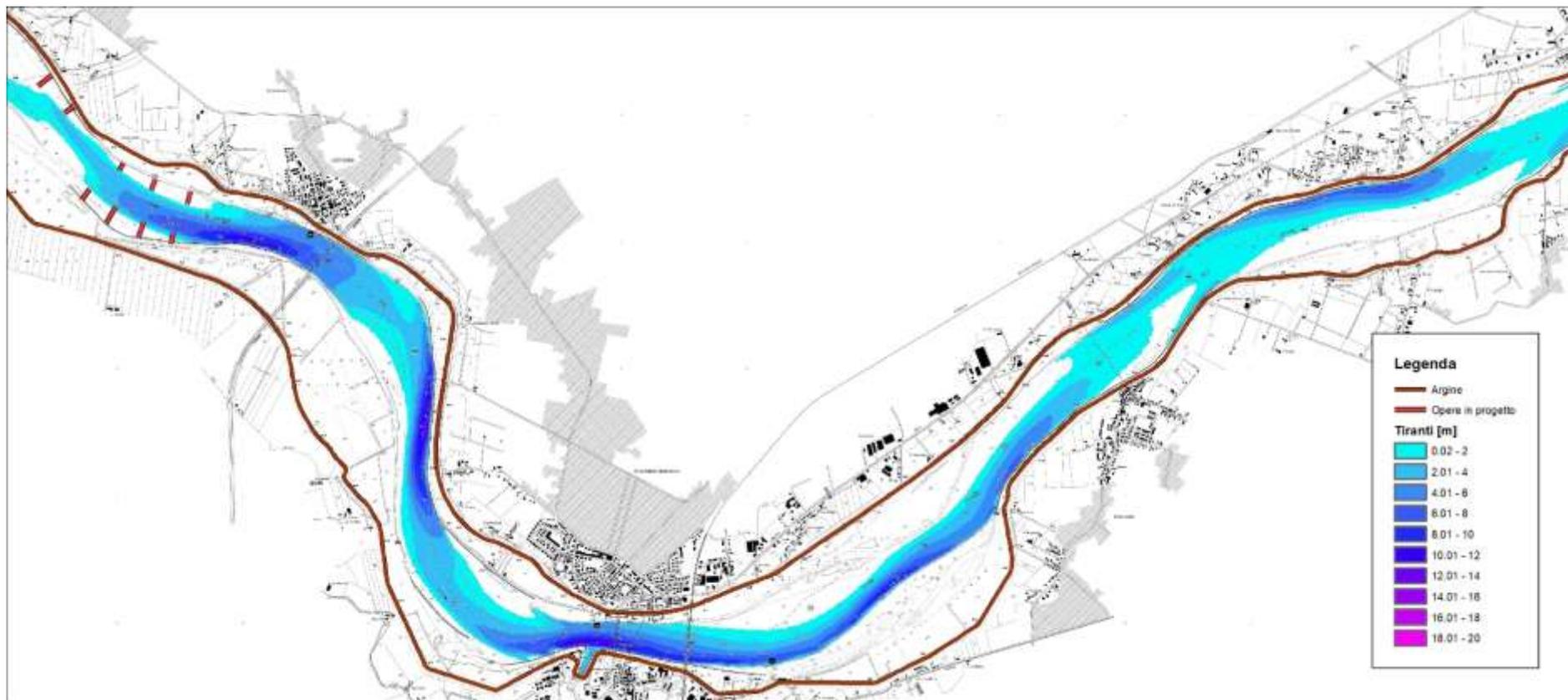


Figura 122 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata in secca – tirante idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:





Figura 123 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata in secca – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



Figura 124 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata in secca – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:





Figura 125 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata in secca – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



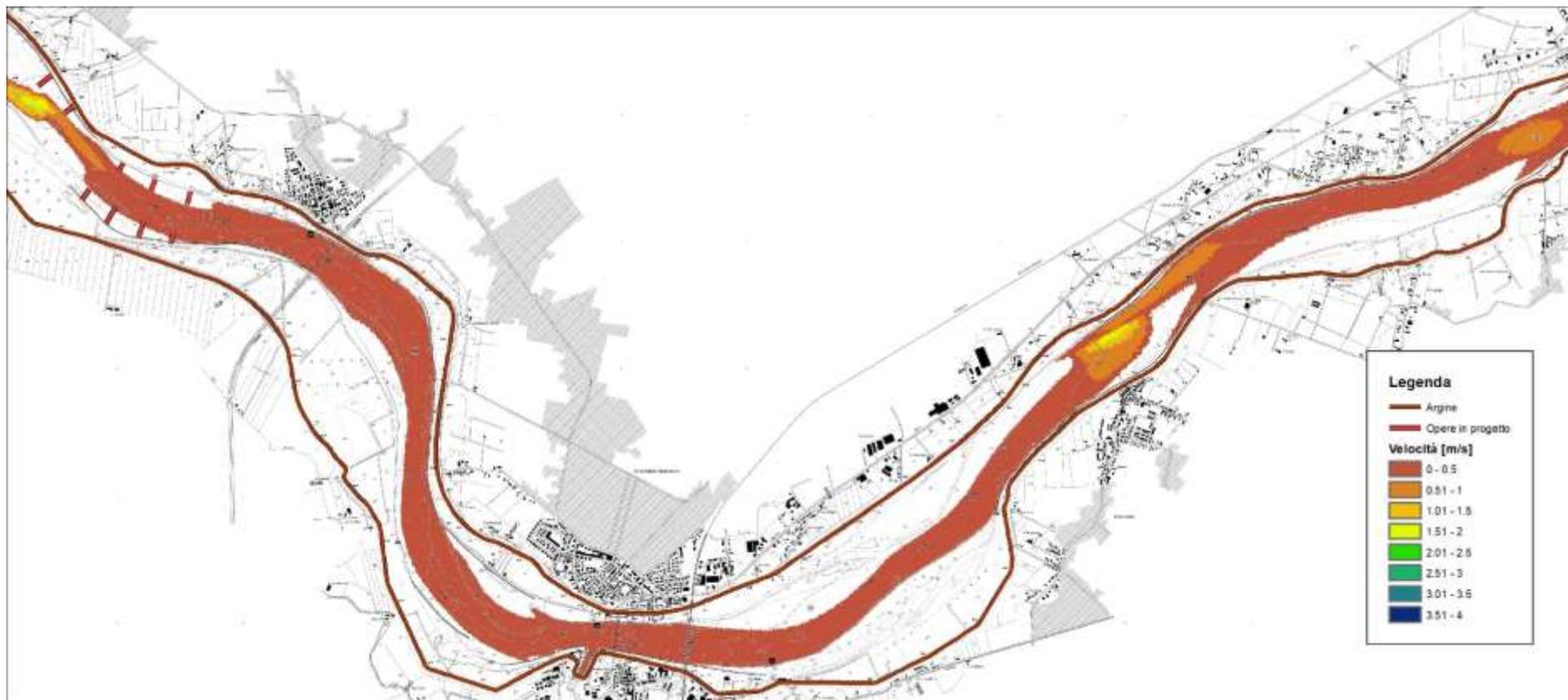


Figura 126 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – assetto di progetto – portata in secca – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

#### 4.4. Valutazione degli impatti indotti dalle opere in progetto sulle caratteristiche idrodinamiche della corrente fluviale

Nel presente paragrafo sono riportati, sotto forma di mappe e per le diverse portate simulate in precedenza, le differenze tra i risultati relativi **all'assetto di progetto** e quelli associati allo stato attuale, in termini di livelli idrici, tiranti e velocità, in modo da poter valutare le modifiche indotte dalle opere previste nel progetto sulle caratteristiche idrodinamiche della corrente fluviale.

Dalle analisi dei confronti di seguito riportati emerge che:

- il livello idrico associato ai diversi eventi di piena, soprattutto con riferimento alla piena PAI, non cambia. Si osservano infatti variazioni inferiori a 10 cm (pari all'**1% dell'altezza idrica media nell'intero alveo**, pari a 10 m), che rientrano ampiamente nei margini di incertezza delle analisi modellistiche effettuate;
- **i tiranti idrici all'interno dell'alveo inciso** aumentano in corrispondenza del lato opposto rispetto alla posizione delle opere in progetto. Tali incrementi, che rappresentano di fatto **l'obbiettivo** del presente progetto, che è di ottenere **all'interno l'alveo inciso** tiranti idrici adeguati a garantire condizioni di navigabilità anche in presenza di portate ridotte, derivano **dall'abbassamento locale** del fondo alveo indotto **dall'aumento dell'azione erosiva** della corrente associata alle maggiori velocità **che si hanno nell'assetto di progetto rispetto allo stato attuale**, per effetto della presenza dei pennelli. Per contro, i tiranti idrici diminuiscono in **corrispondenza del lato dell'alveo inciso** dove sono previste le opere in progetto. Tali riduzioni sono correlate al fatto che in prossimità dei pennelli trasversali si verifica una riduzione delle velocità che induce condizioni di deposito dei sedimenti trasportati dalla corrente.
- Si evidenzia che in corrispondenza delle arginature maestre del fiume Po non si verificano modifiche delle caratteristiche idrodinamiche della corrente (livelli e velocità), e quindi delle sollecitazioni idrodinamiche, quindi le opere in progetto non alterano le attuali condizioni di sicurezza del sistema difensivo arginale.
- Per quanto riguarda gli impatti indotti dalle opere in progetto sulla stabilità delle difese spondali (con particolare riferimento ai tratti posti a protezione di argini in frodo), le analisi condotte hanno messo in evidenza che i tratti fluviali con presenza di abbassamenti delle quote di fondo maggiori di 2 m (assunto dagli scriventi come valore limite di attenzione) tra assetto di progetto e assetto attuale, posti in prossimità delle opere di difesa, sono localizzati a:
  - Castelmassa, da prog. km 529.5 a prog. km 530.5
  - Felonica, da prog. km 534 a prog. km 534.5
  - Calto, da prog. km 535 a prog. km 537.2
  - Ficarolo, da prog. km 540.7 a prog. km 542.7 e da prog. km 547.8 a prog. km 549.1.

Tali risultati sono riportati dalla Figura 187 alla Figura 190 in cui sono cartografate le differenze delle **quote di fondo** tra **l'assetto di progetto** e **l'assetto attuale**, ricavate dal modello a fondo mobile dopo 10 anni di simulazione.

R.T.P.:

Oltre alle mappe di confronto, per i tratti critici si riportano da Figura 191 a Figura 195 dei grafici che mostrano l'**andamento del fondo in una cella rappresentativa nei 10 anni simulati**. In ognuno dei casi analizzati, i risultati ottenuti mediante modellazione mostrano **che l'abbassamento è significativo nei primi anni idrologici simulati** quando si ha una tendenza al nuovo equilibrio morfologico; successivamente, vengono simulate delle oscillazioni del fondo dovute a depositi ed erosioni che seguono **l'andamento dei fenomeni di piena**.

Sulla base dei risultati ottenuti, in tali tratti dovranno essere effettuate periodiche attività di monitoraggio per verificare le condizioni di stabilità delle opere di difesa e, se necessario, dovranno essere effettuati interventi di manutenzione.

Si sottolinea che nella valutazione di tali risultati, il modello di calcolo a fondo mobile, da cui sono state ricavate le analisi di cui sopra e che ha permesso di individuare le tendenze evolutive del fondo nello stato attuale e di progetto, è stato utilizzato principalmente per valutare le alternative di progetto in termini di localizzazione e dimensioni delle opere, evidenziando in alcuni casi la sensibilità dei risultati rispetto a tali scelte, che potranno essere verificate solo in fase di monitoraggio. Si consideri inoltre che i risultati mostrati fanno riferimento ad un determinato assetto morfologico dell'alveo coincidente con un istante temporale al termine di un evento di piena significativo e ritenuto rappresentativo di un'evoluzione morfologica a medio termine, come scritto precedentemente, che tuttavia è da considerarsi transitorio e sensibile alla dinamica idrologica.

R.T.P.:





Figura 127 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena PAI – livelli idrici – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



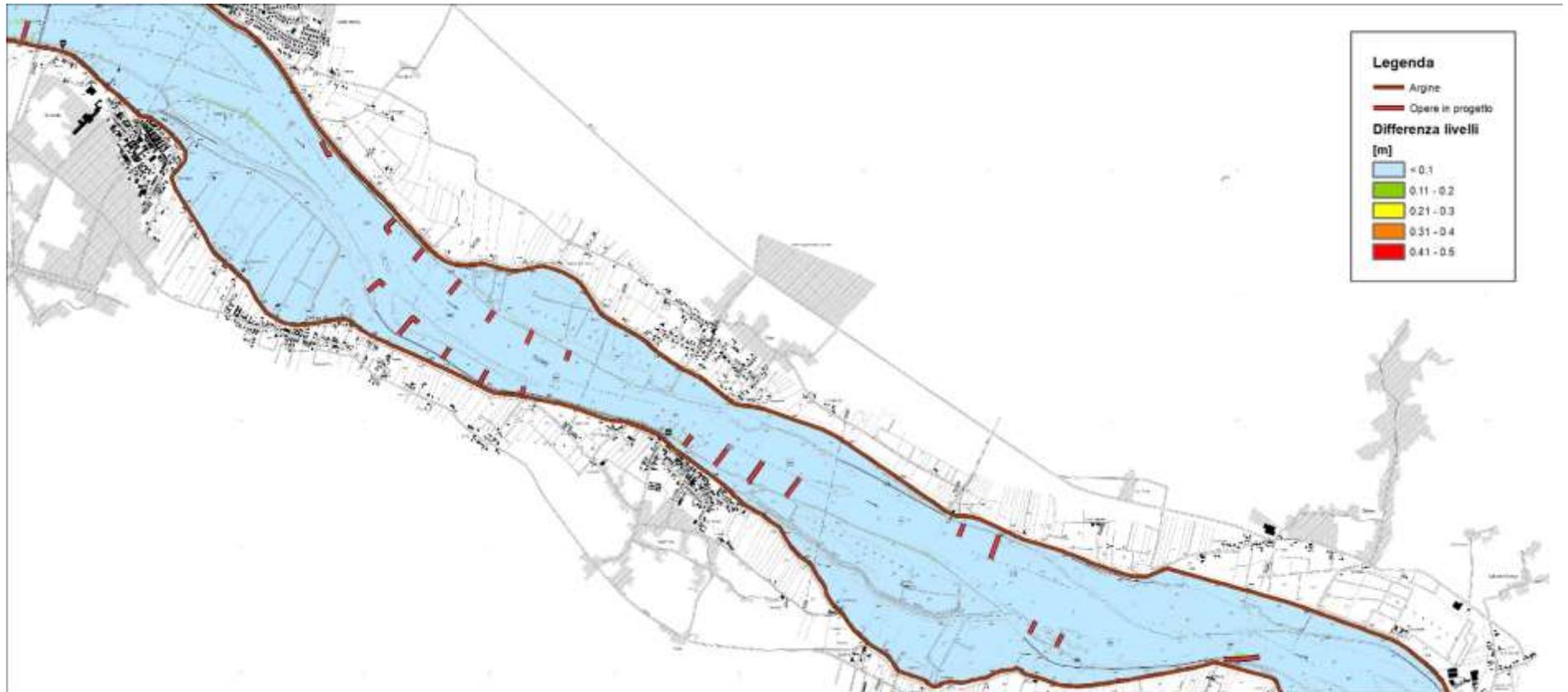


Figura 128 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena PAI – livelli idrici – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

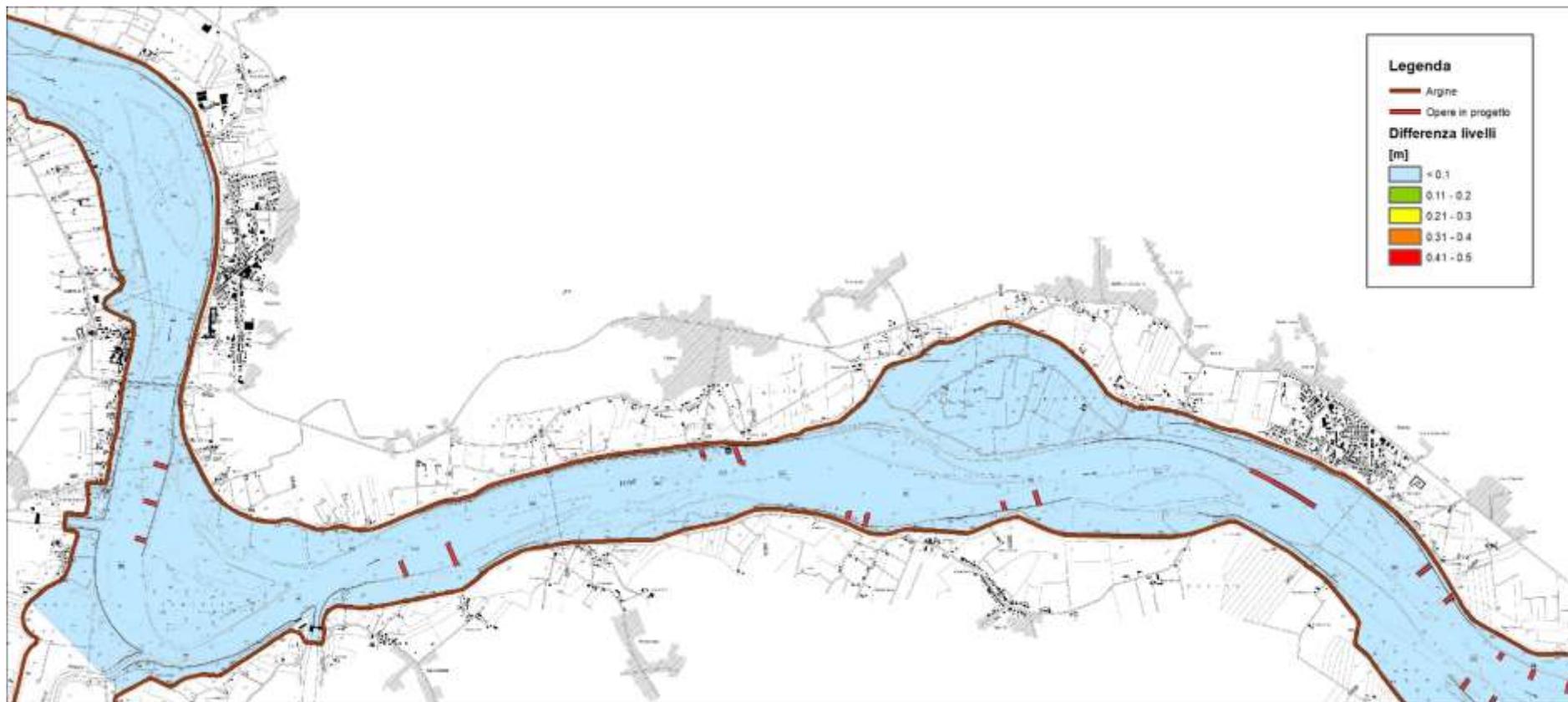


Figura 129 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena PAI – livelli idrici – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

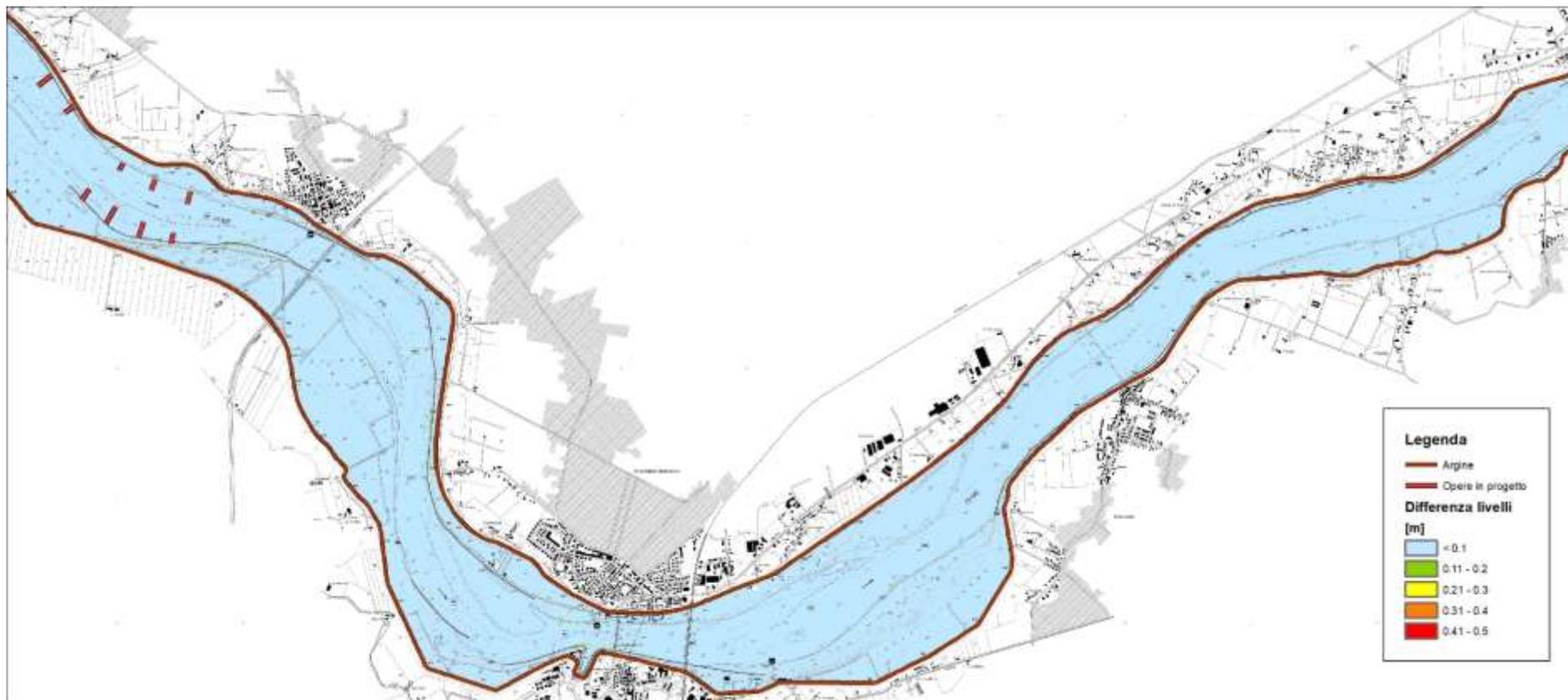


Figura 130 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena PAI – livelli idrici – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



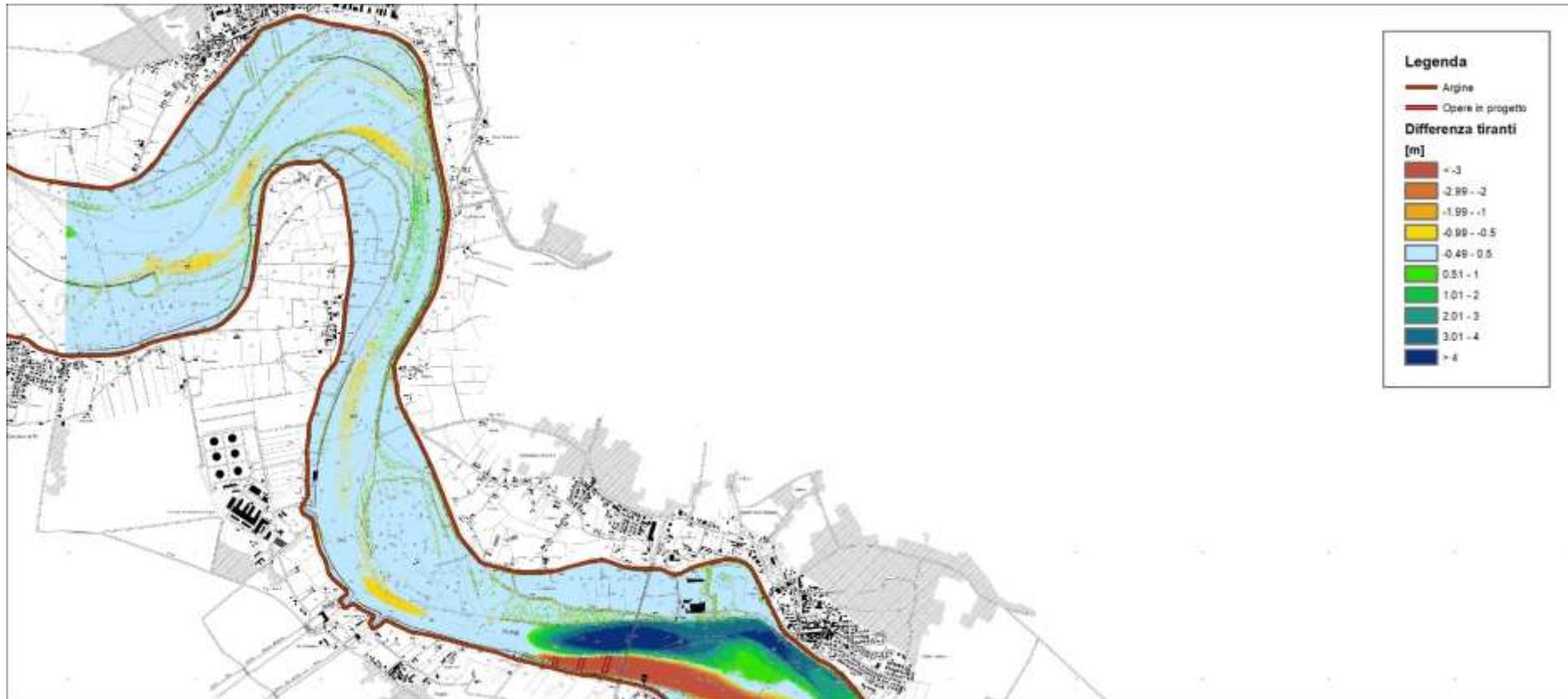


Figura 131 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena PAI – tirante idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

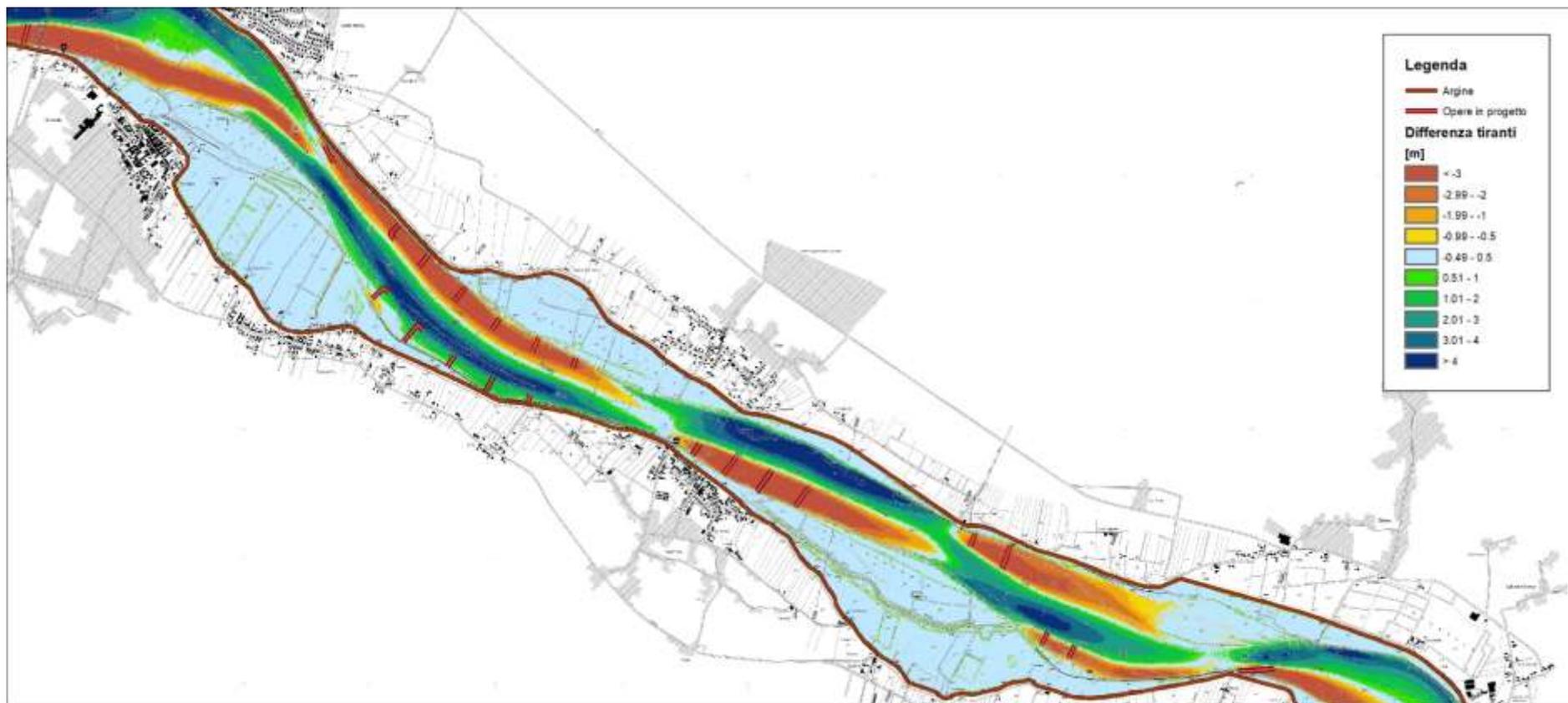


Figura 132 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena PAI – tirante idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

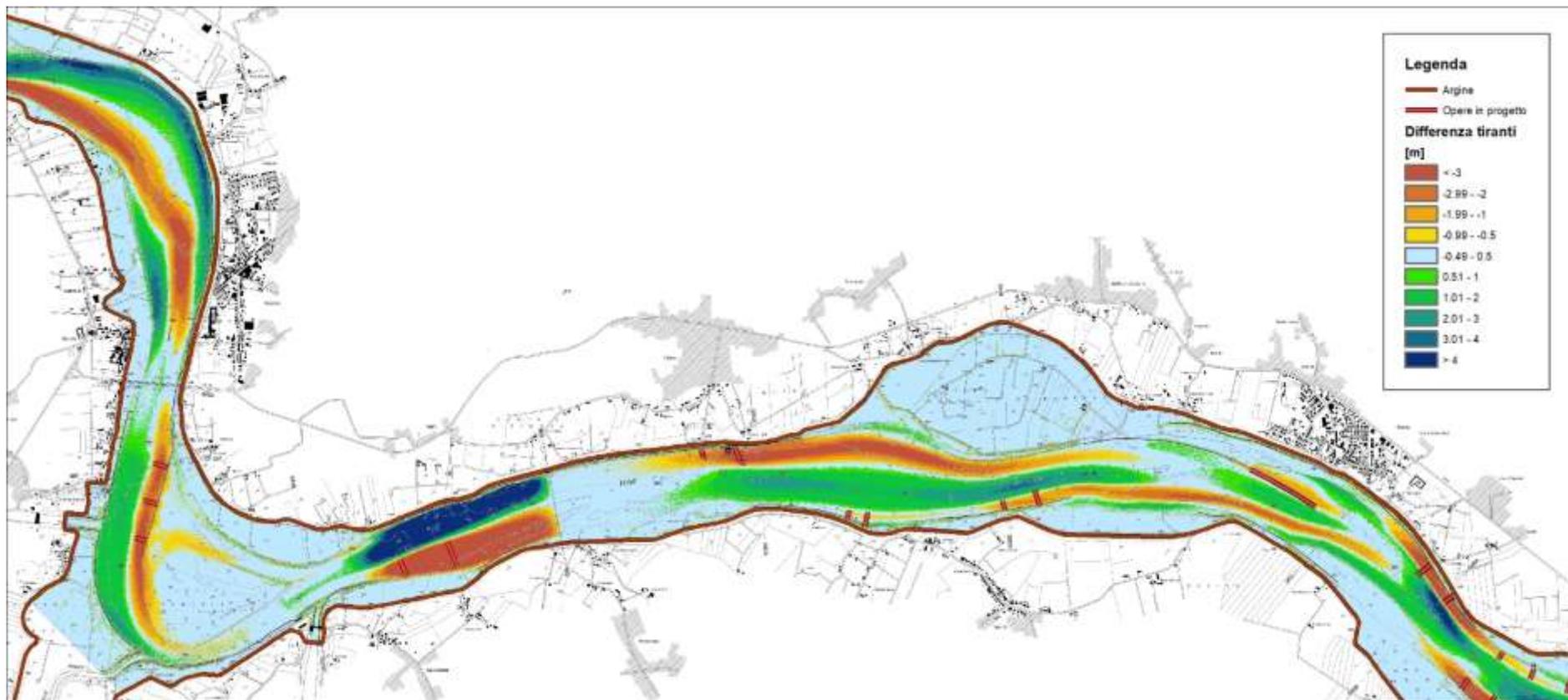


Figura 133 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena PAI – tirante idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



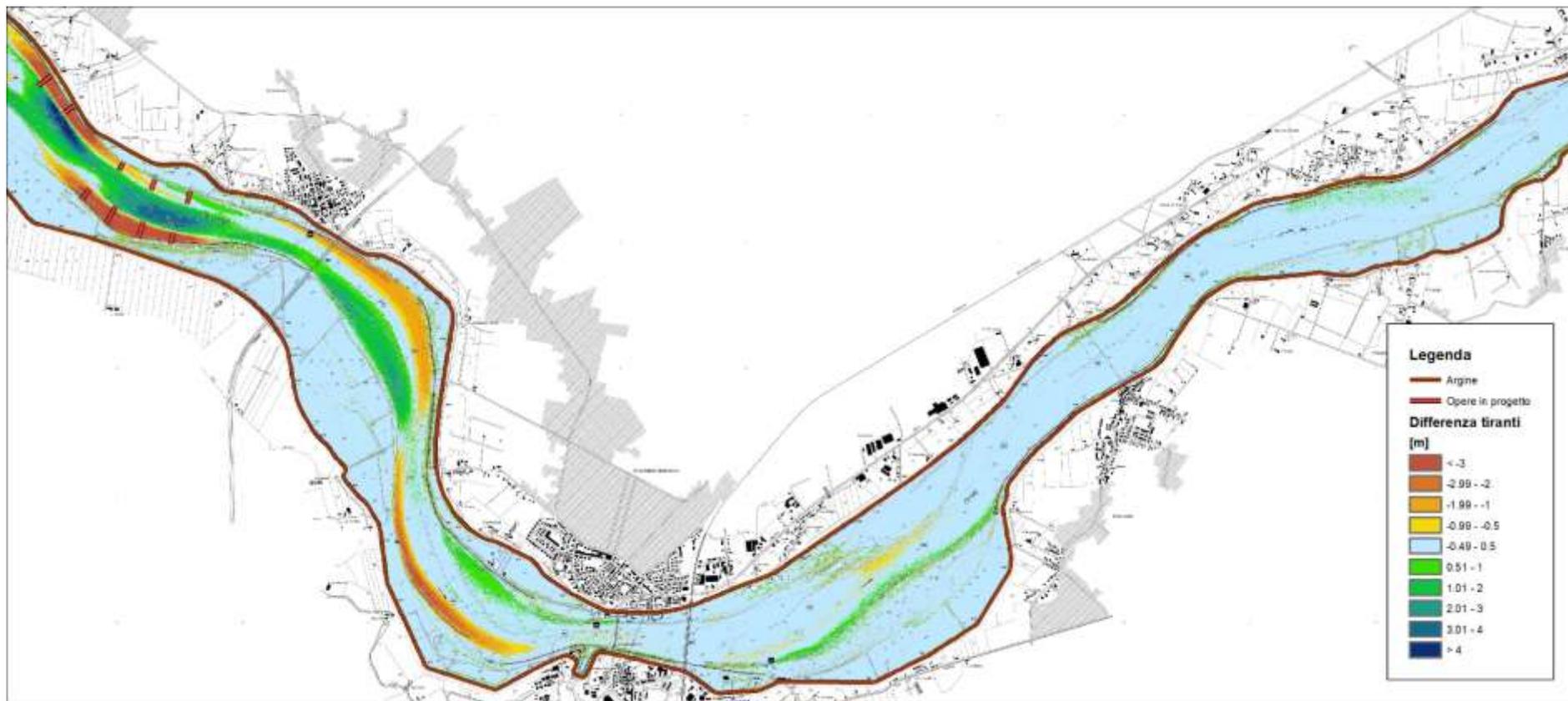


Figura 134 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena PAI – tirante idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



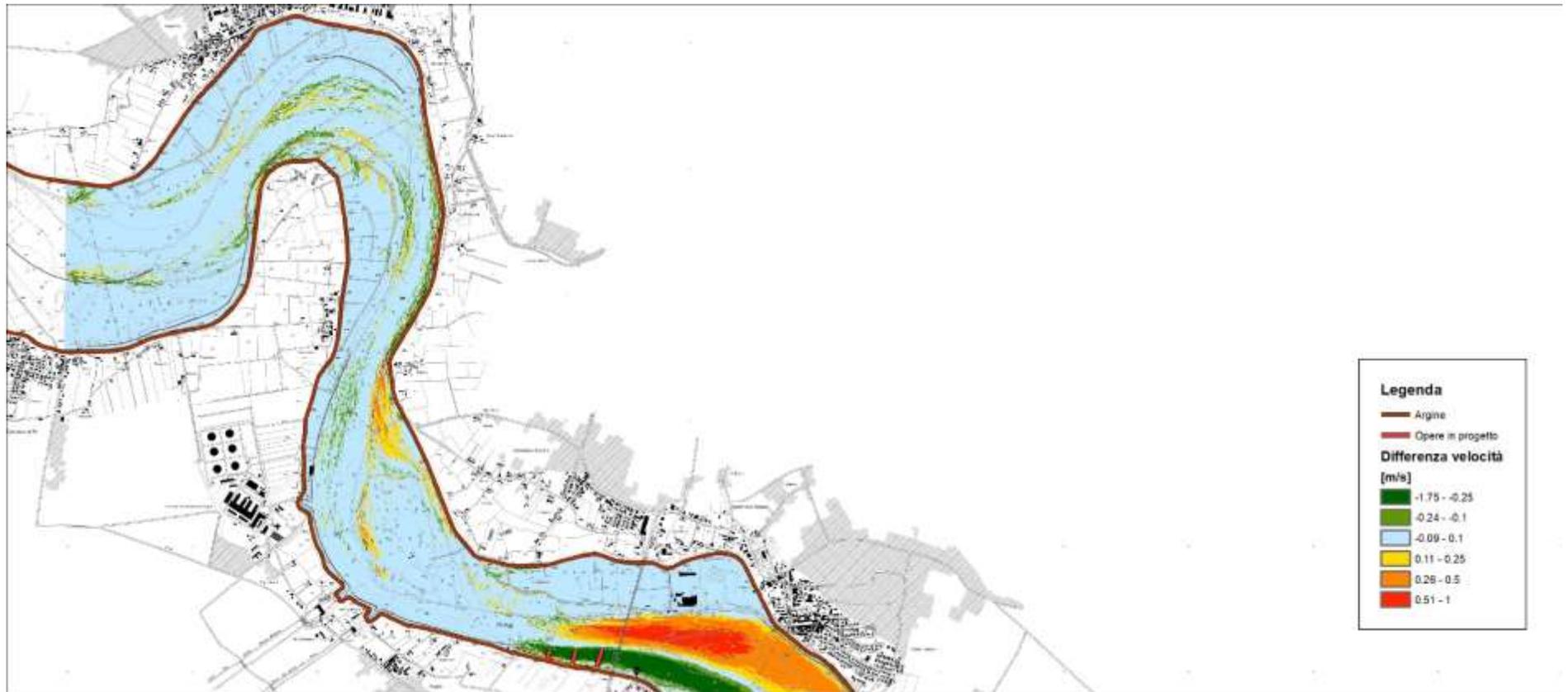


Figura 135 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena PAI – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

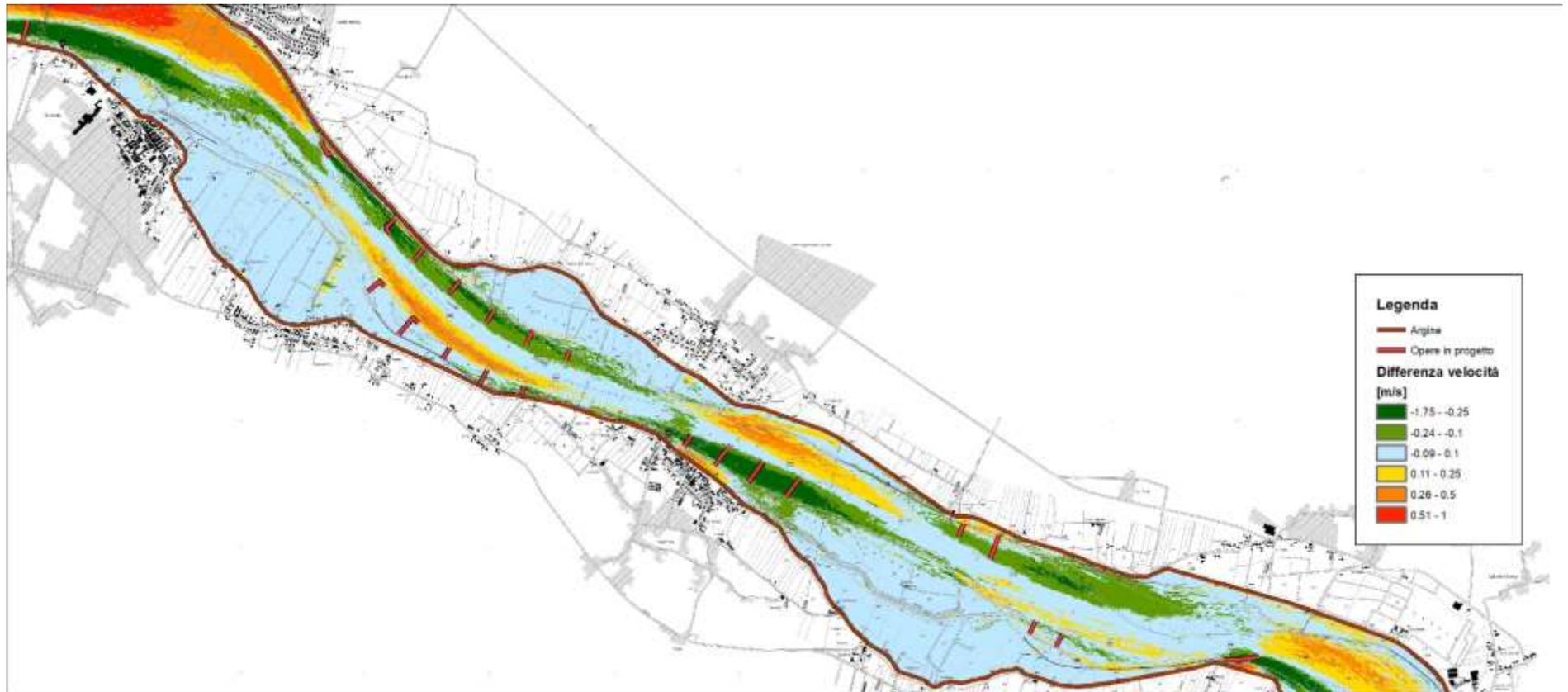


Figura 136 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena PAI – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



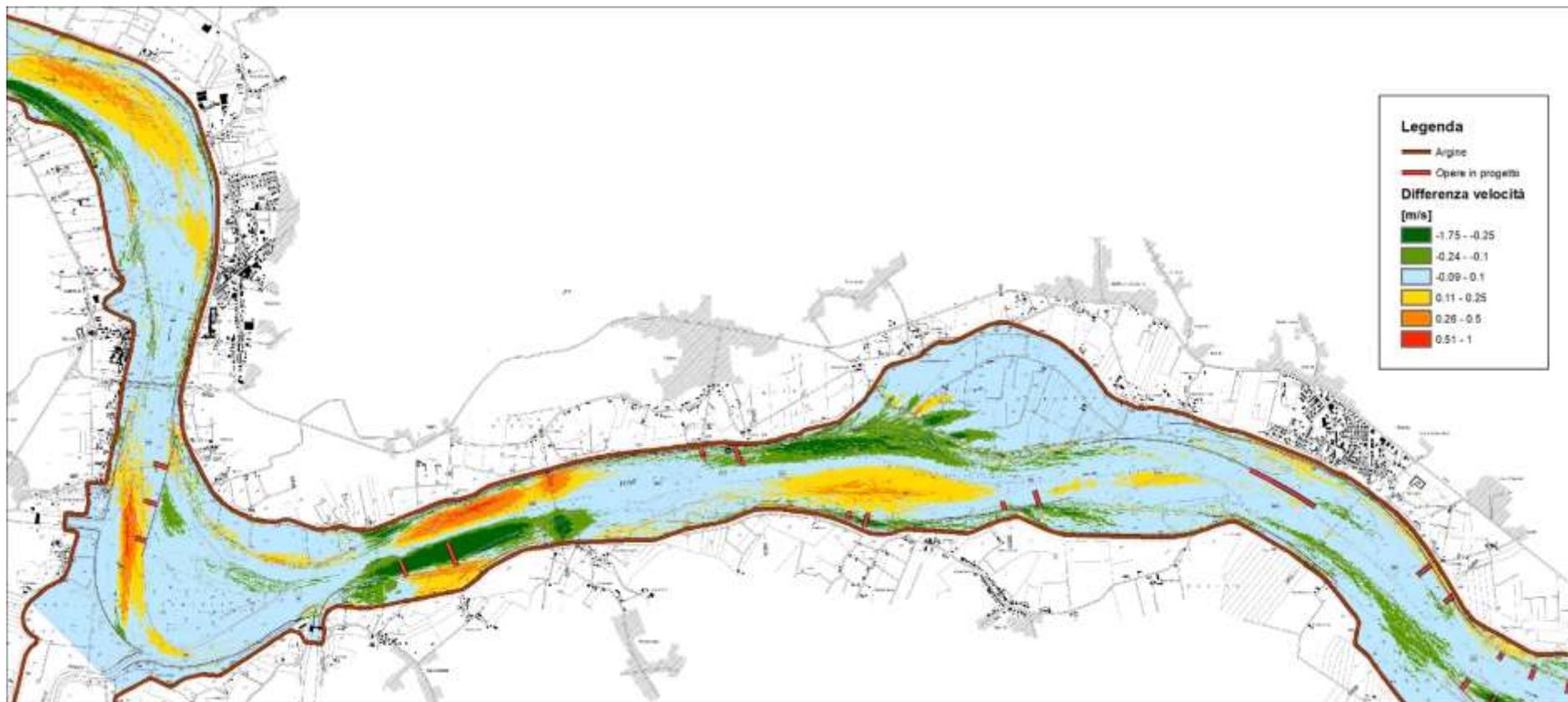


Figura 137 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena PAI – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

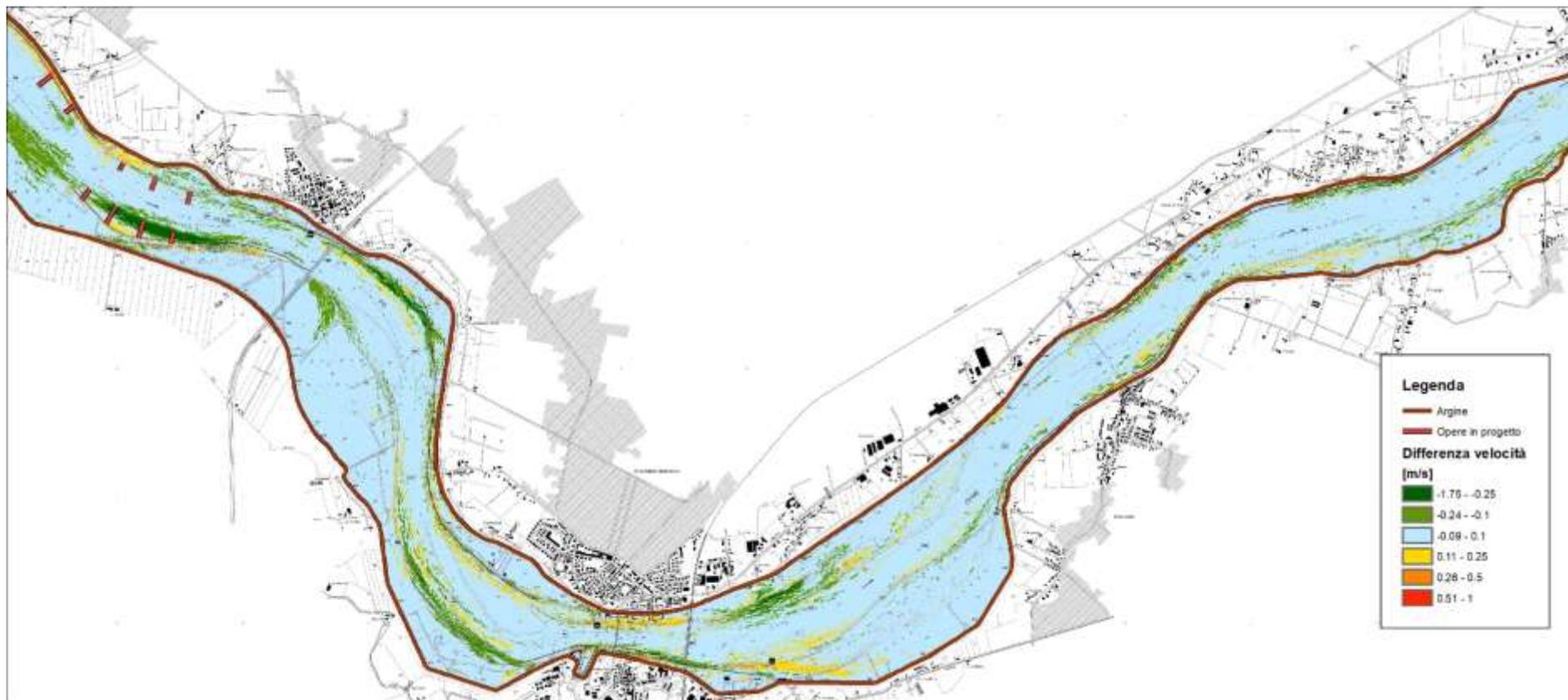


Figura 138 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena PAI – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



Figura 139 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena ordinaria – livello idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

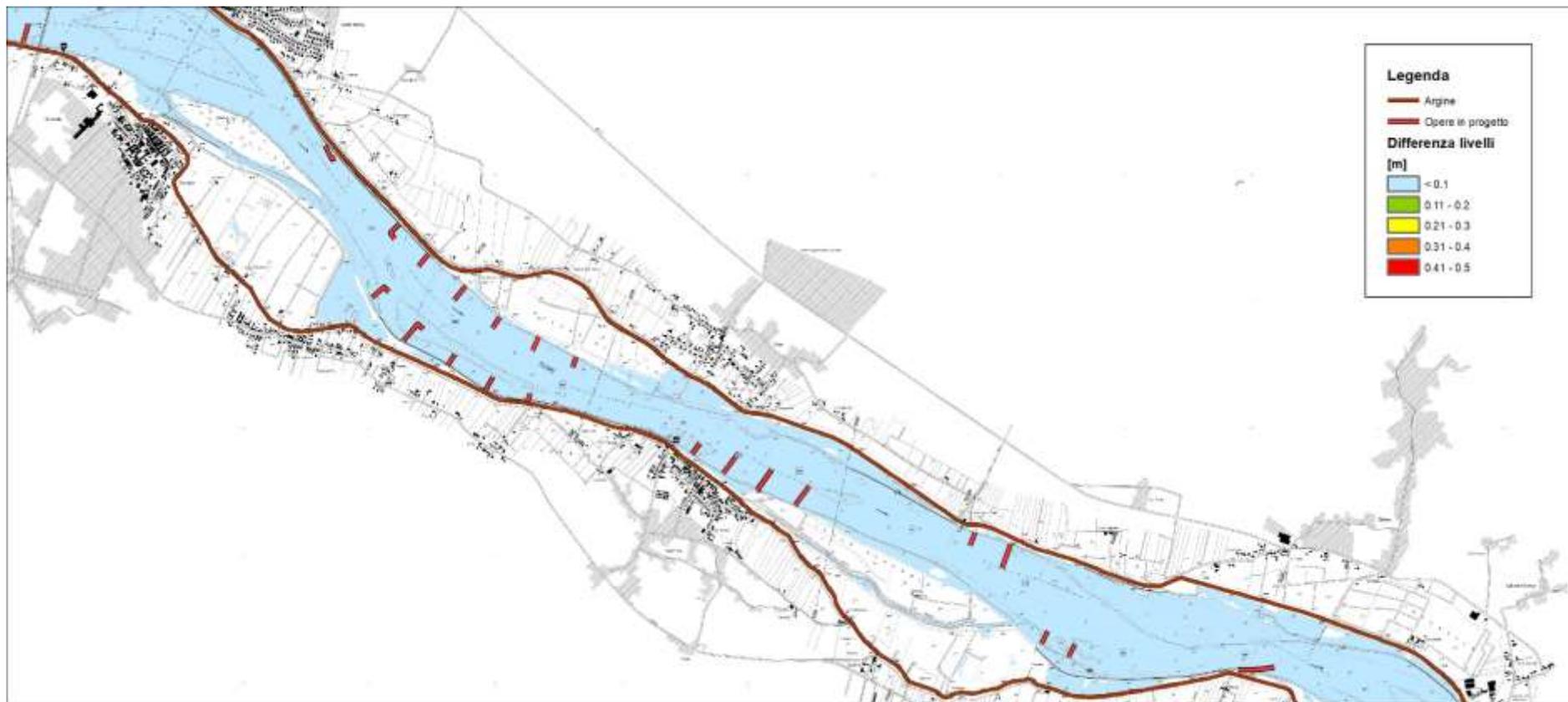


Figura 140 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena ordinaria – livello idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



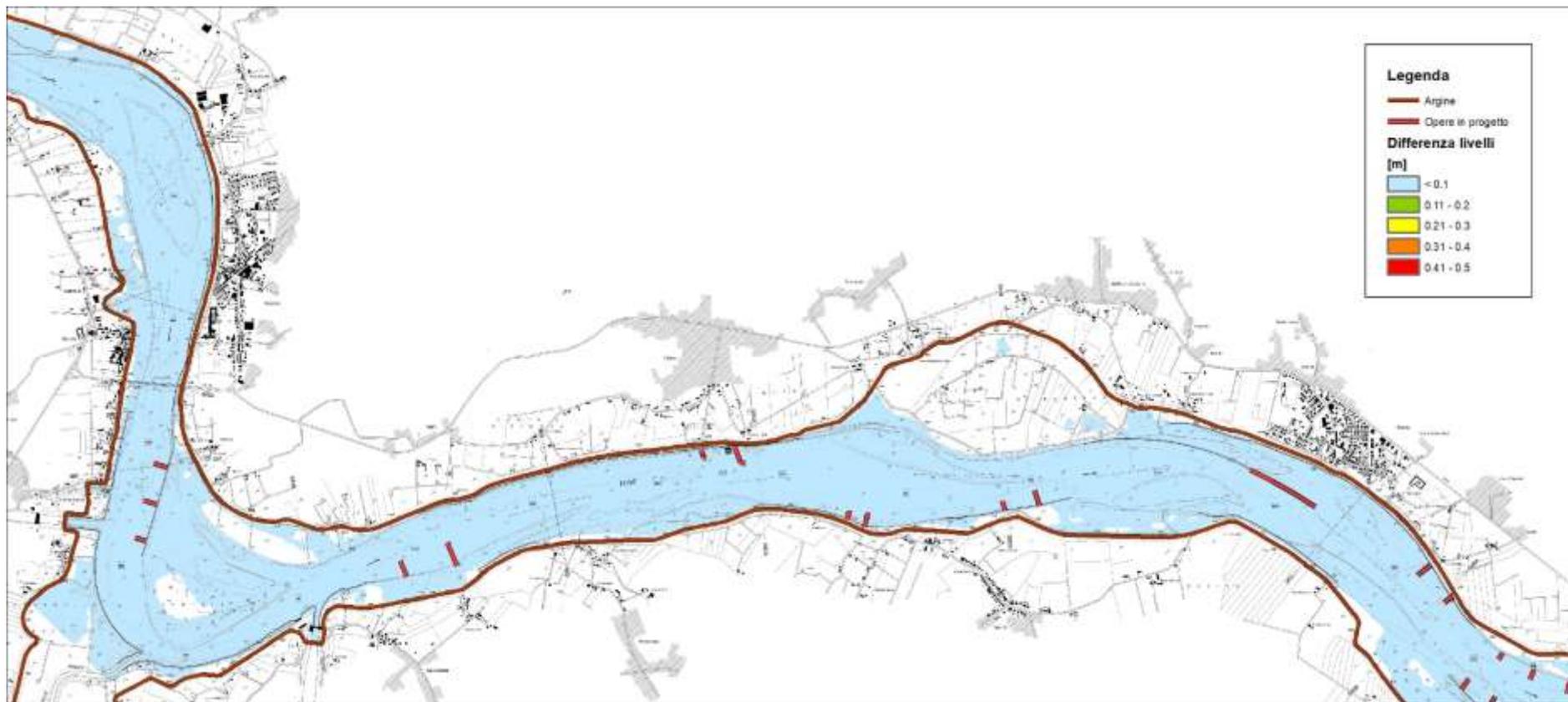


Figura 141 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena ordinaria – livello idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



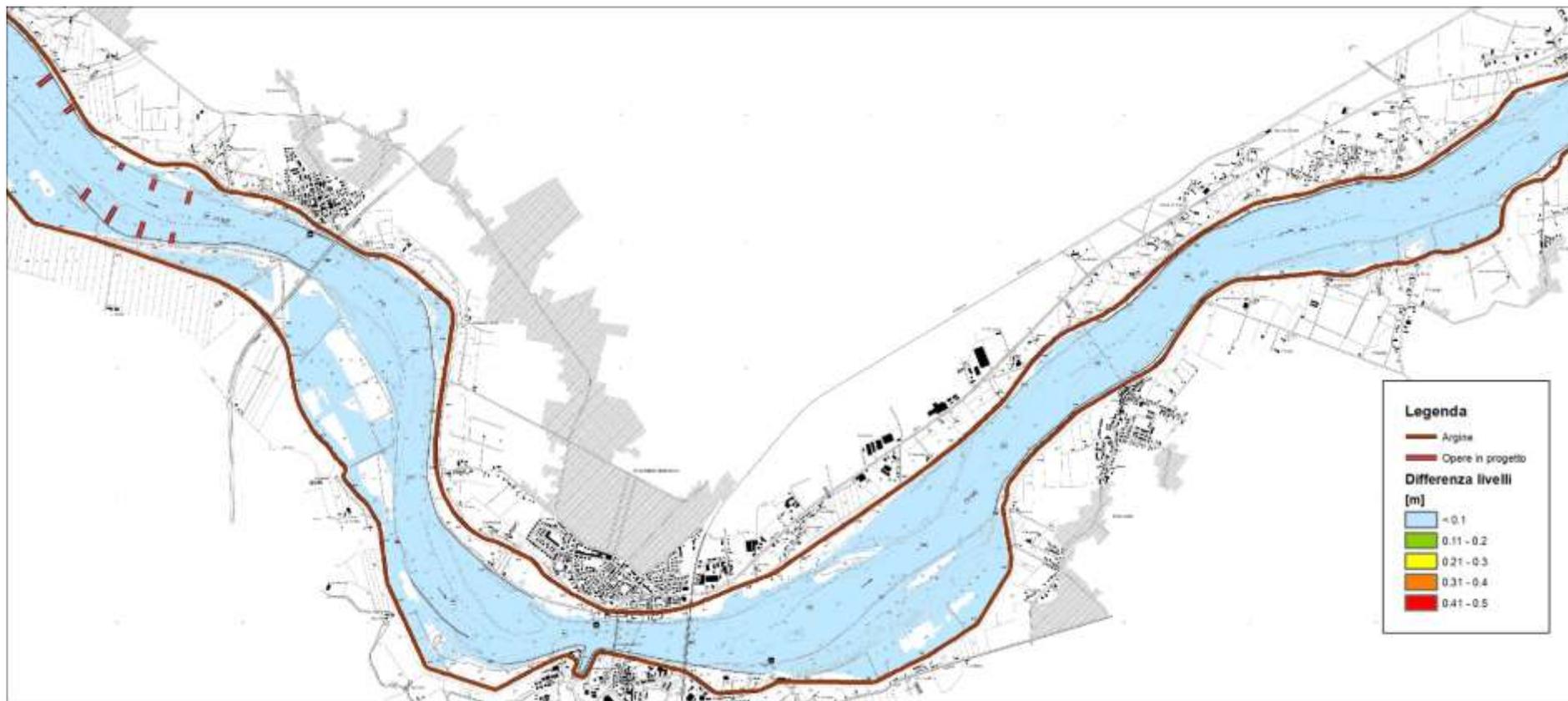


Figura 142 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena ordinaria – livello idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



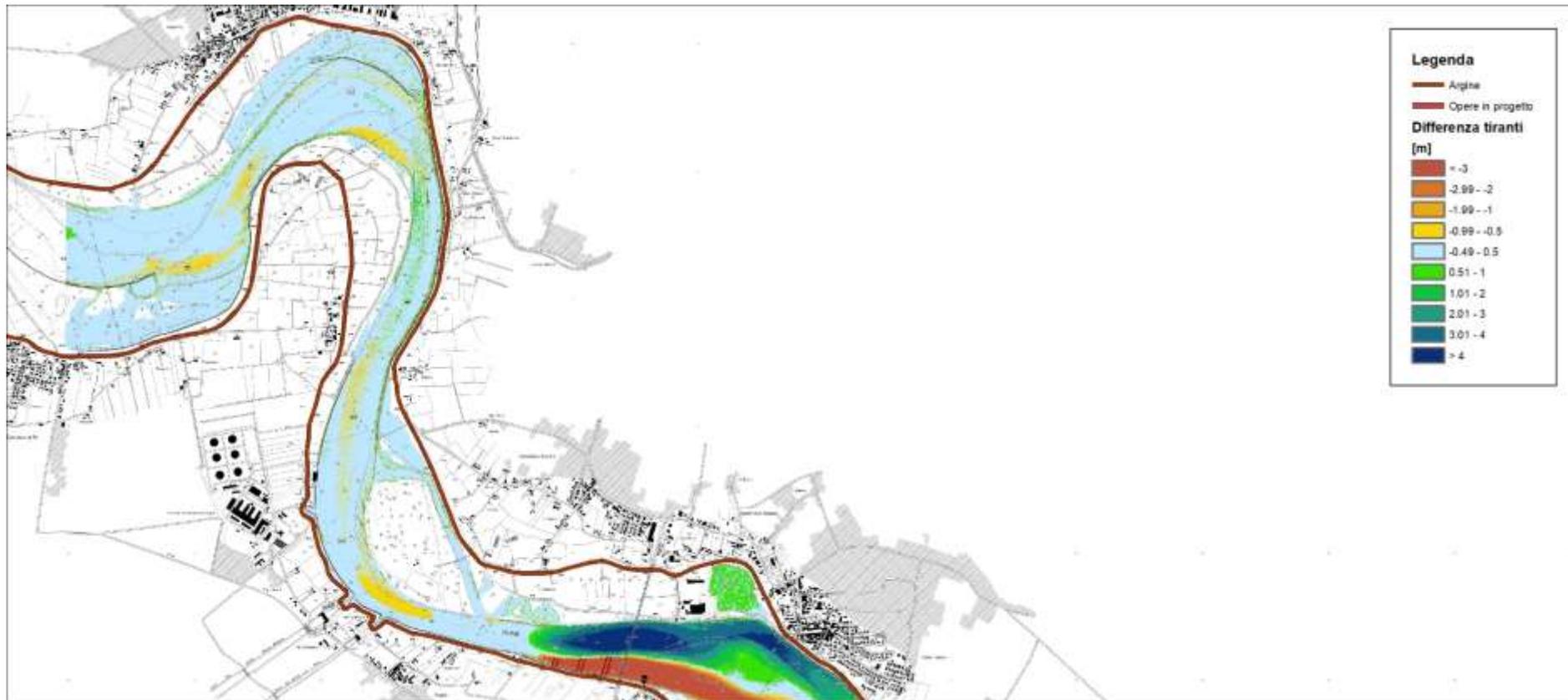


Figura 143 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena ordinaria – tirante idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

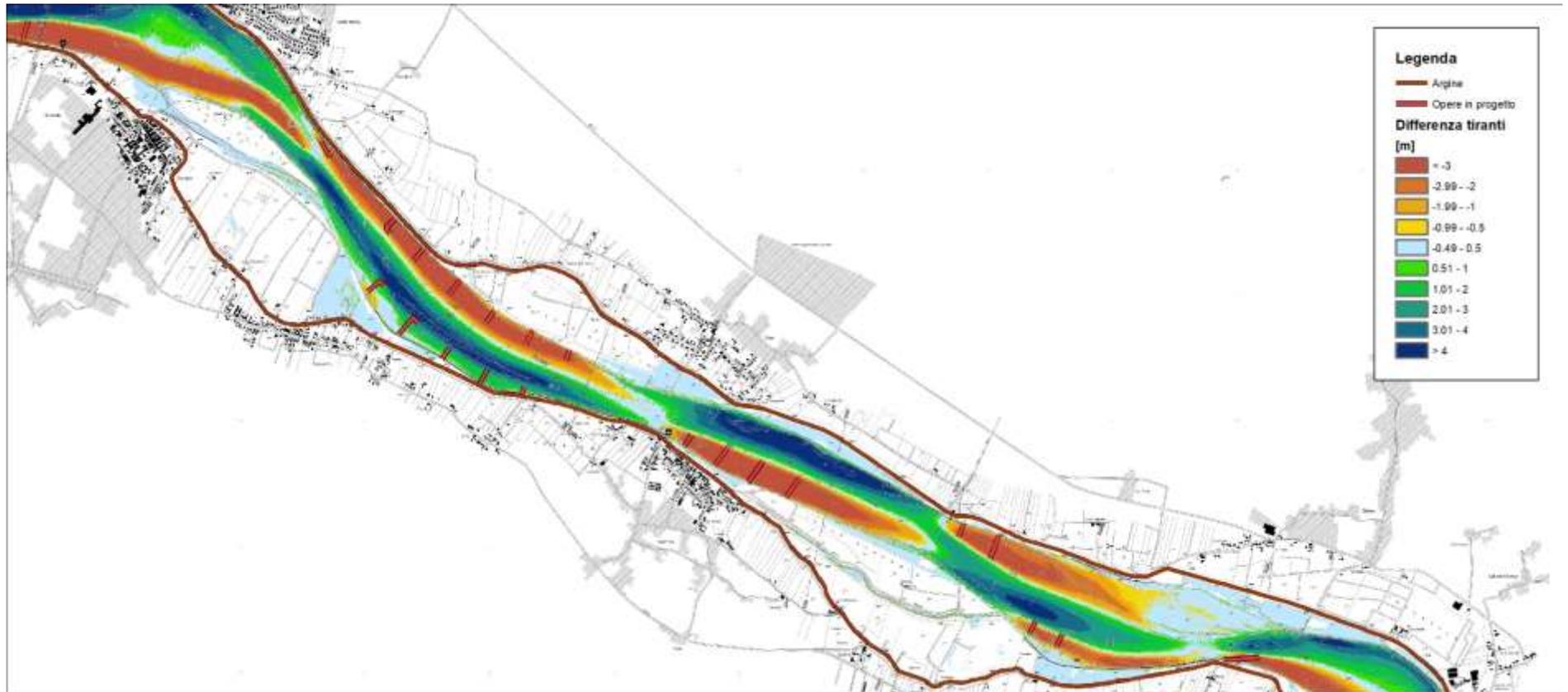


Figura 144 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena ordinaria – tirante idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



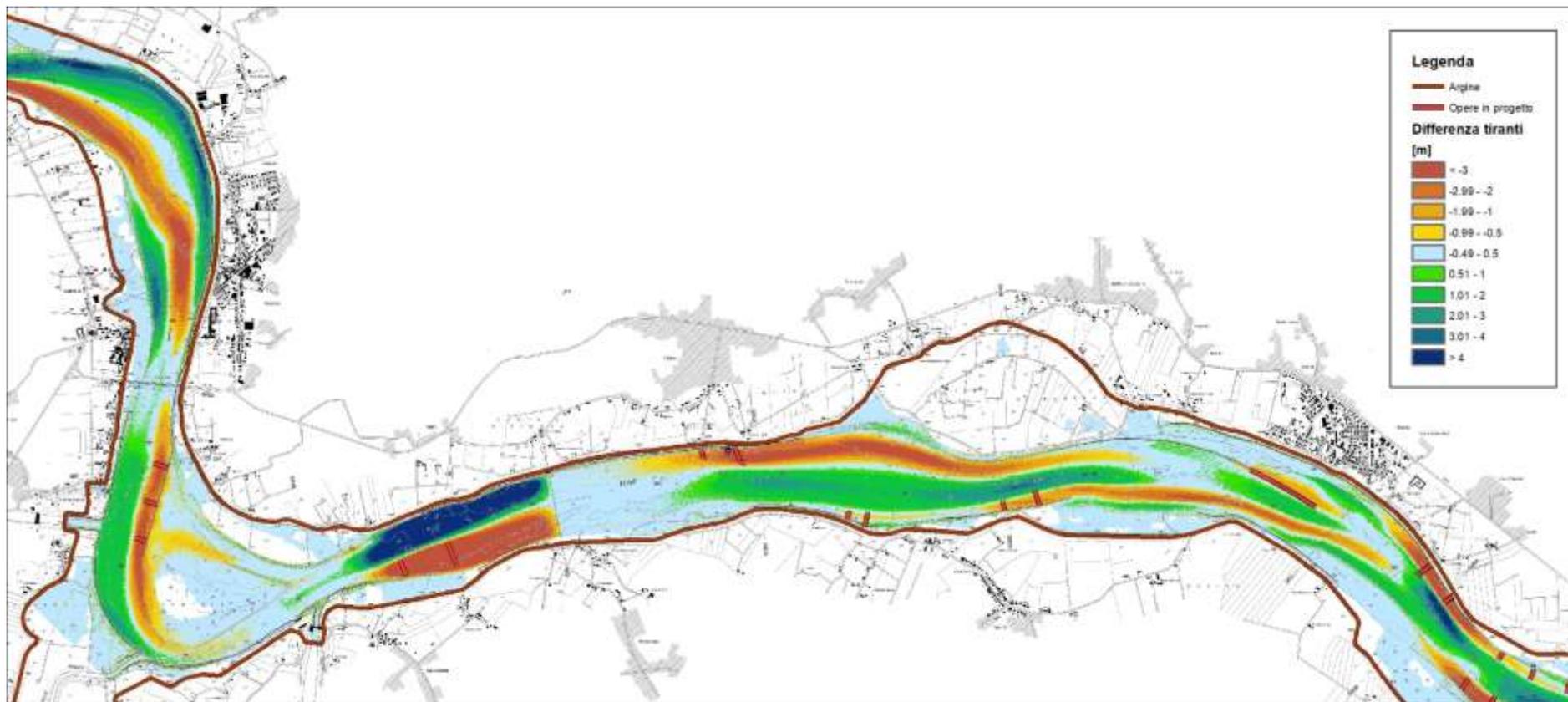


Figura 145 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena ordinaria – tirante idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



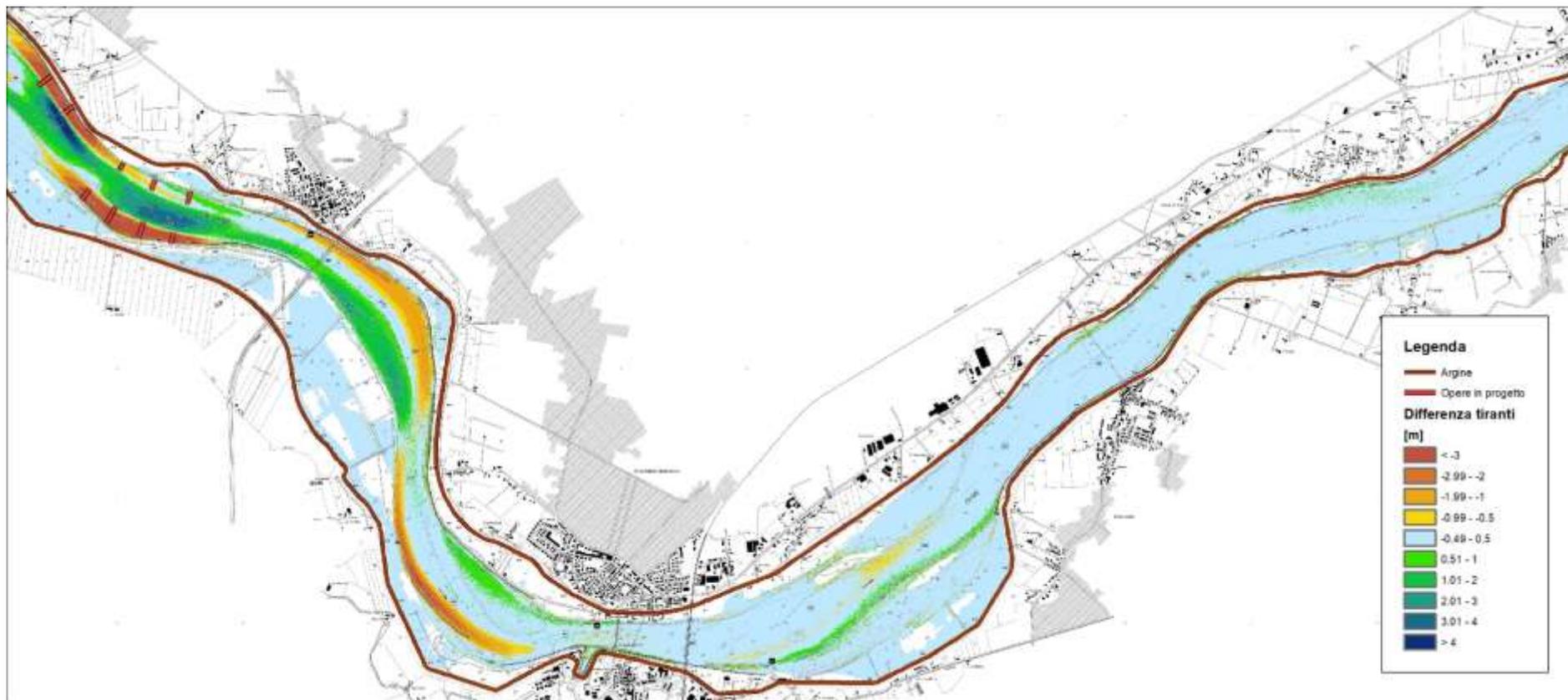


Figura 146 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena ordinaria – tirante idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

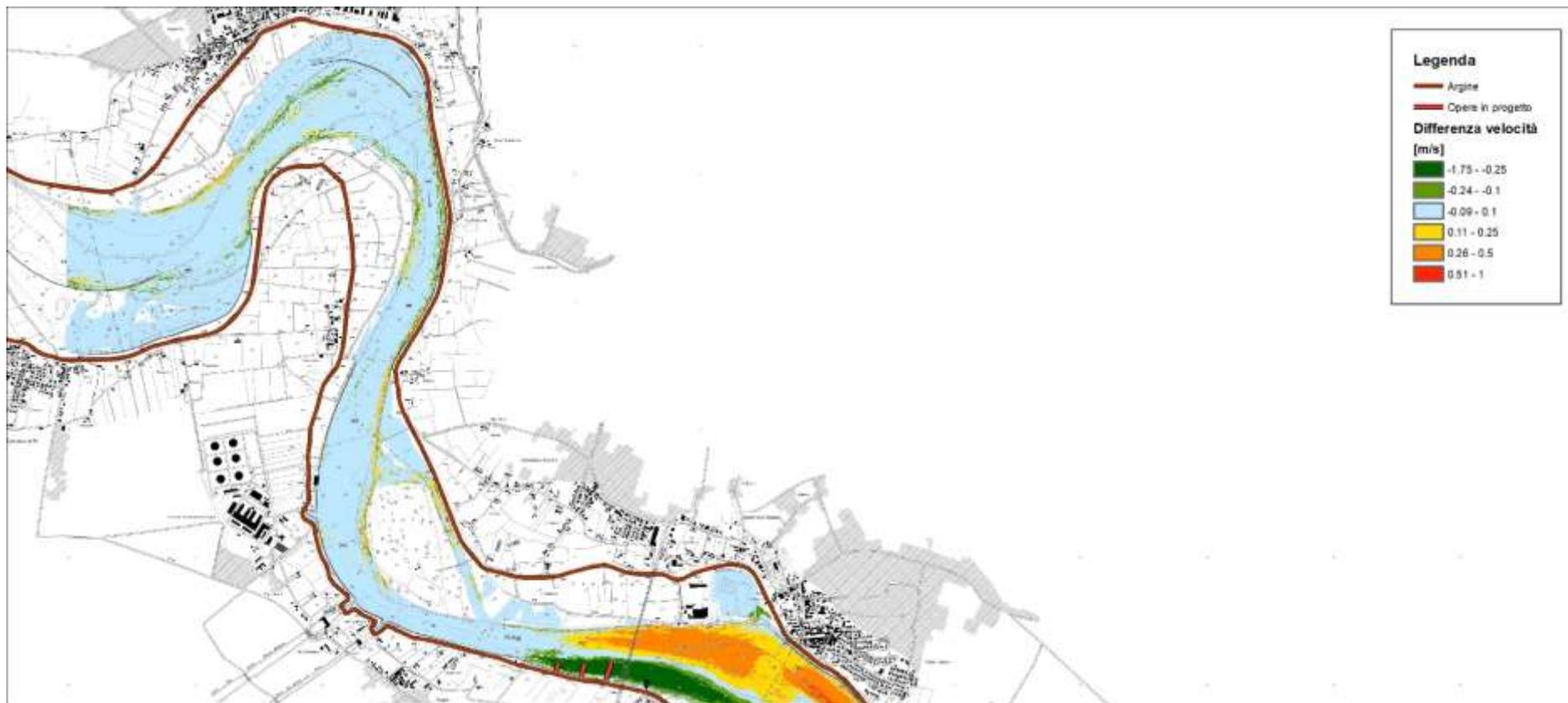


Figura 147 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena ordinaria – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



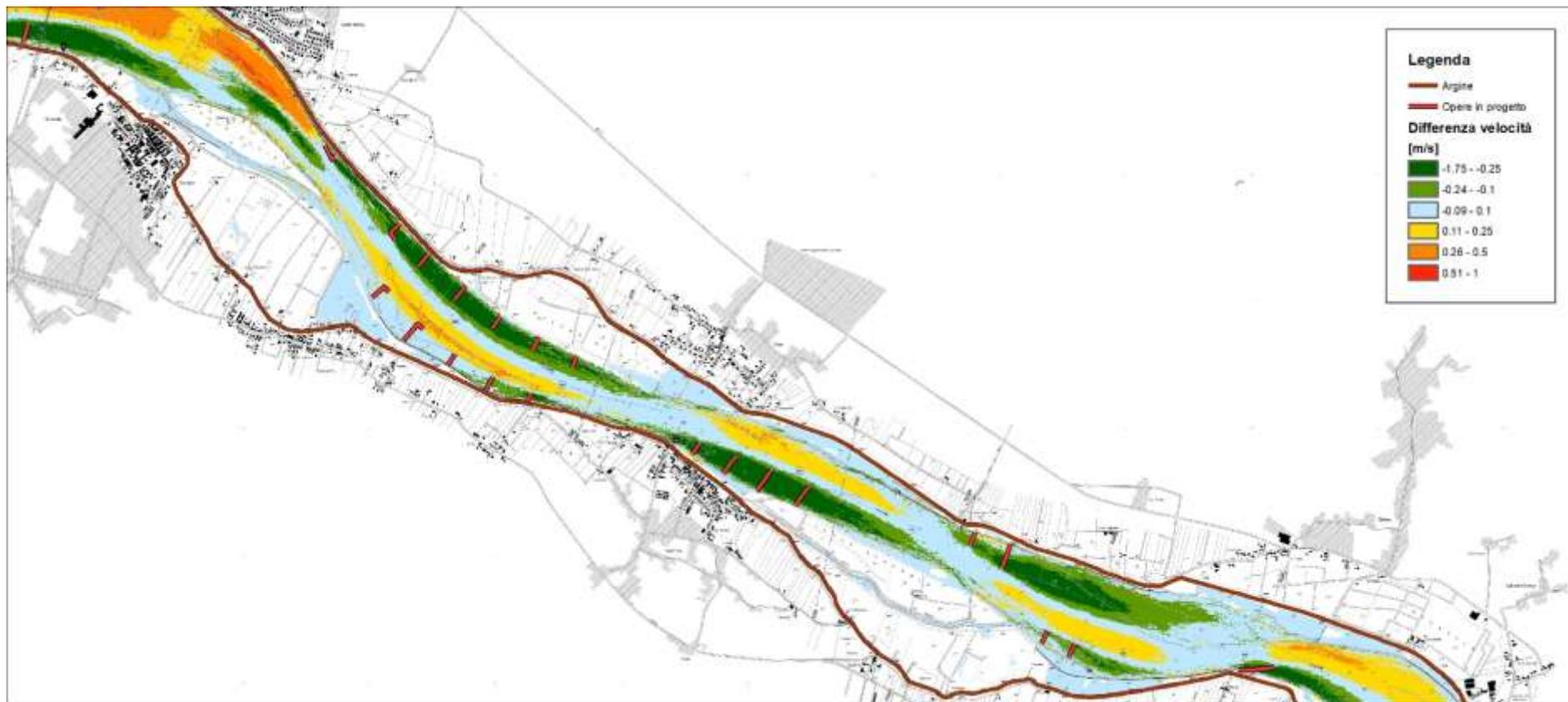


Figura 148 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena ordinaria – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



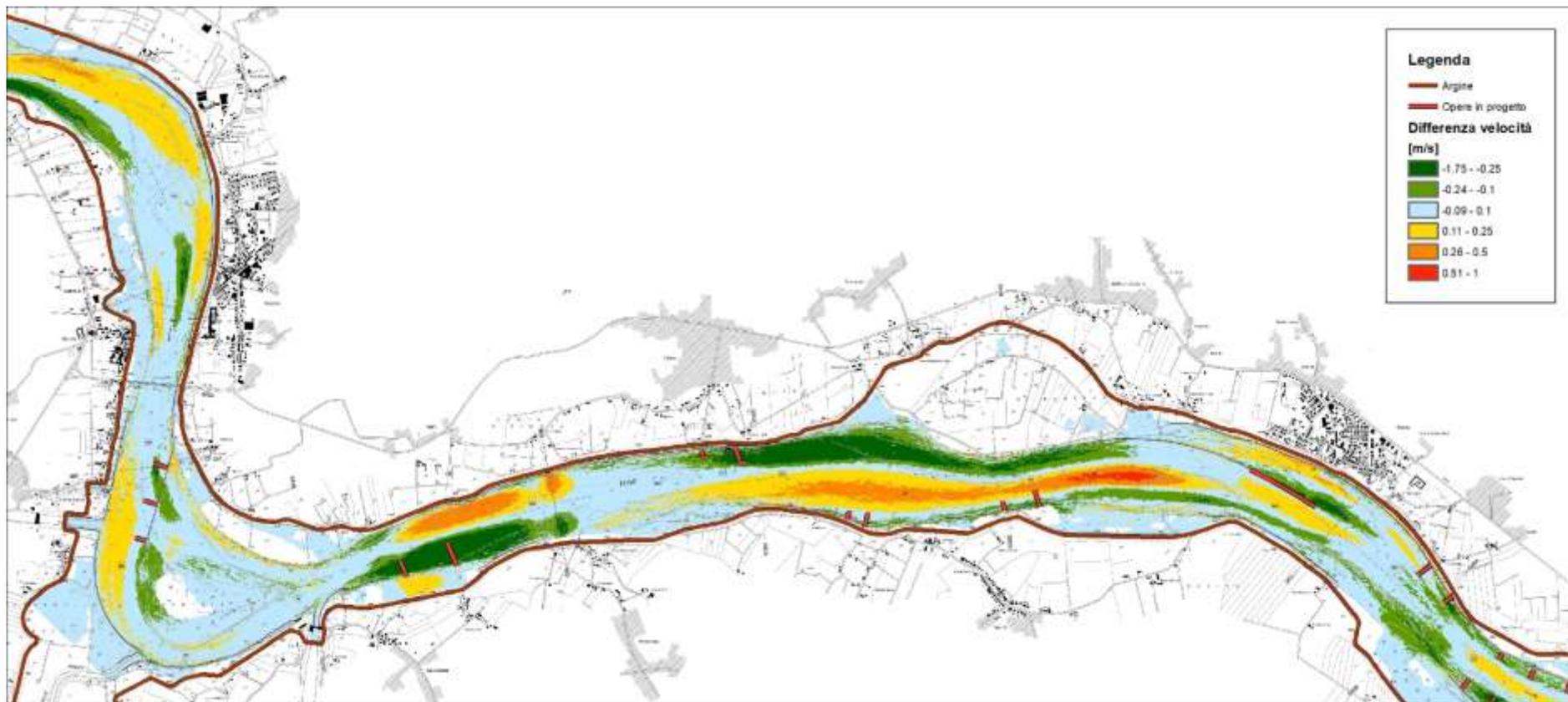


Figura 149 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena ordinaria – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

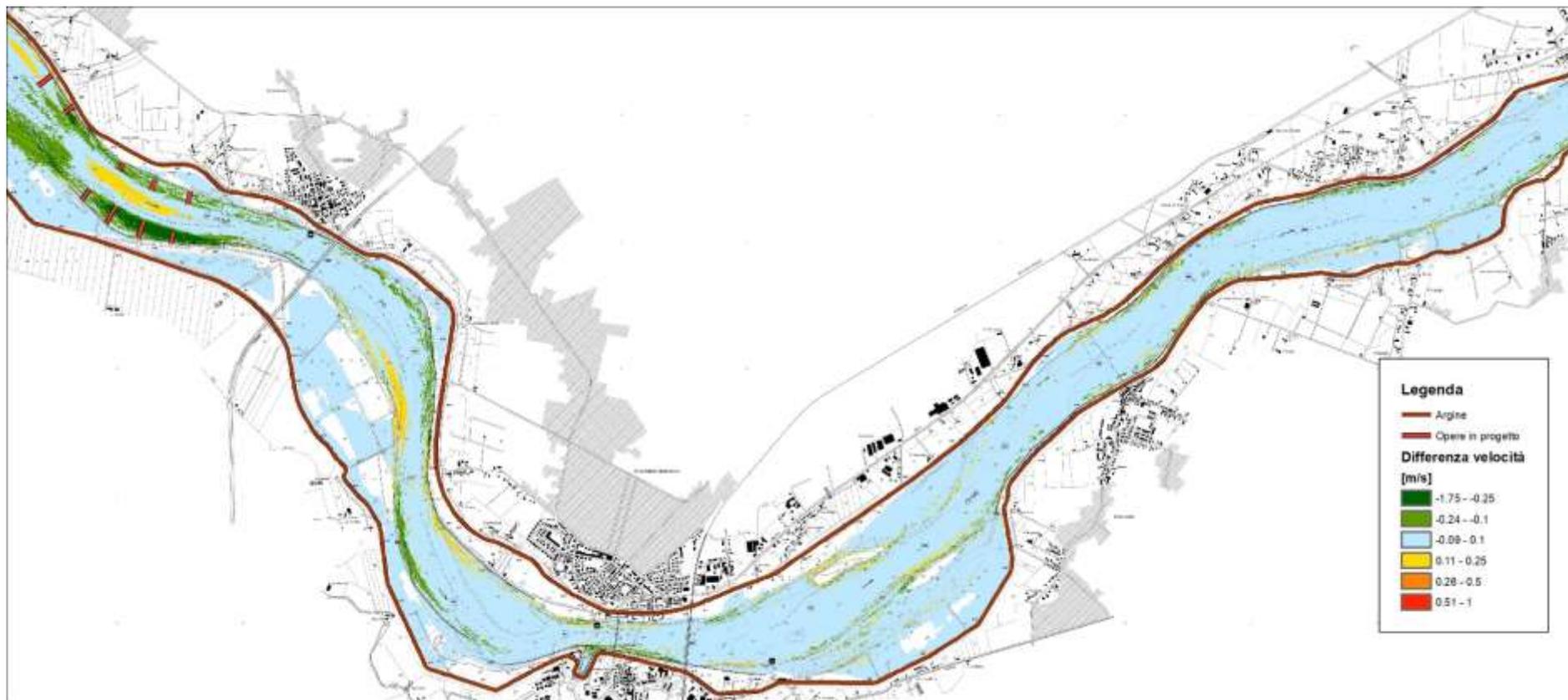


Figura 150 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – piena ordinaria – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

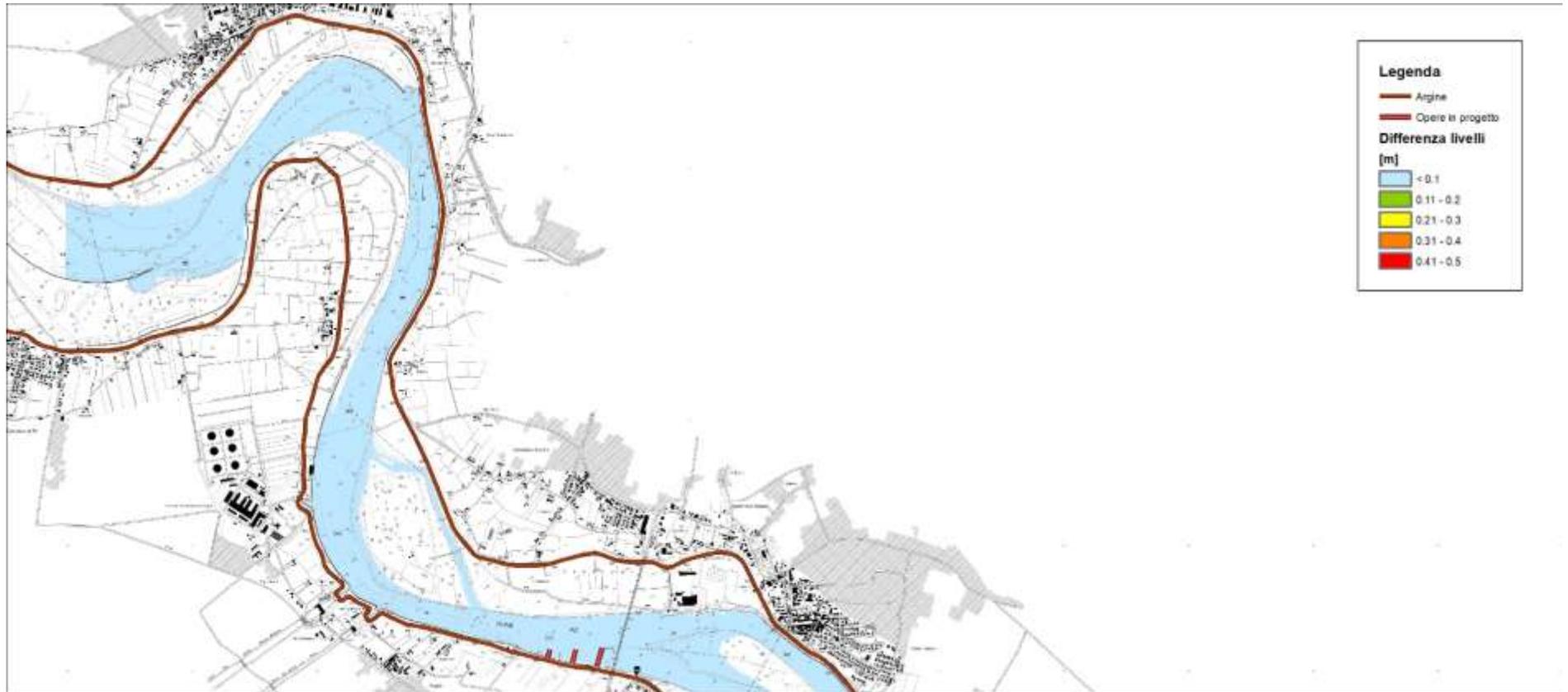


Figura 151 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata media – livello idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

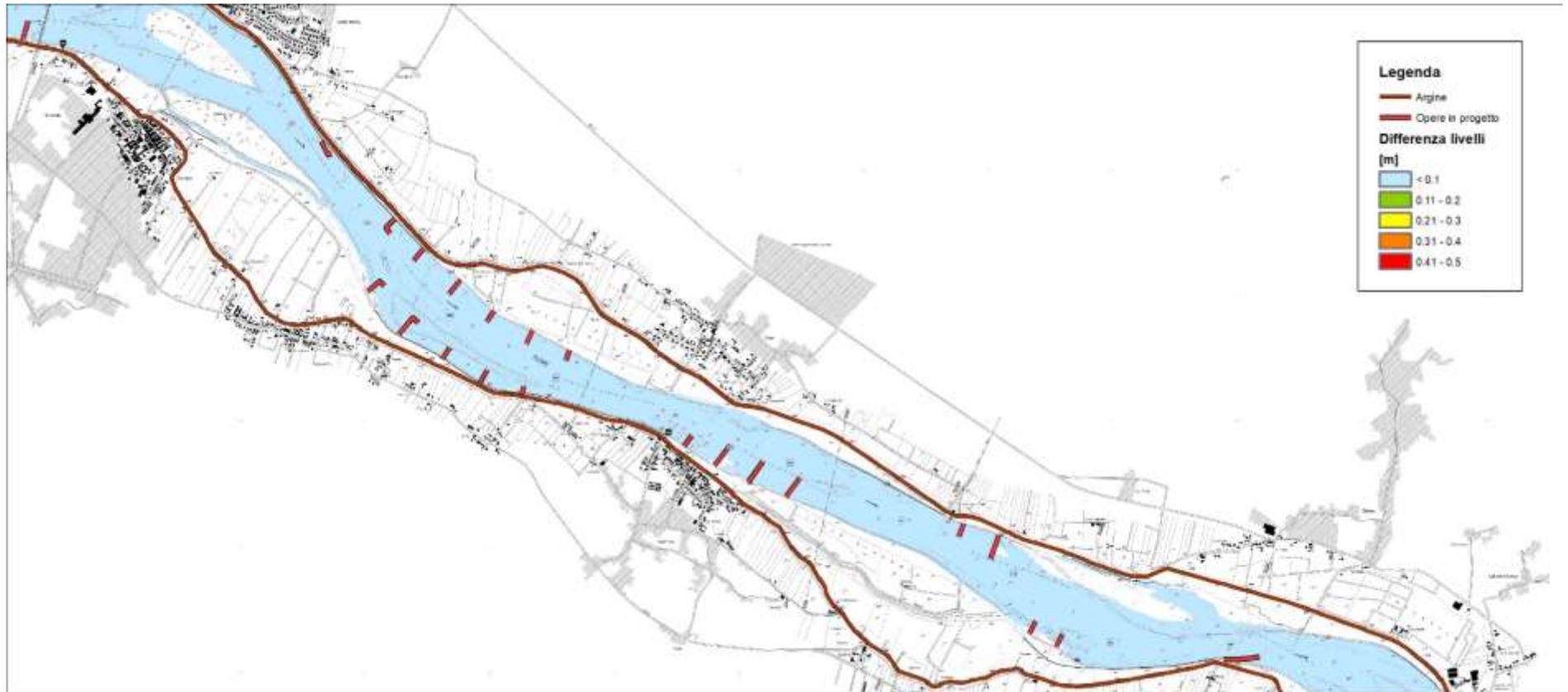


Figura 152 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata media – livello idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

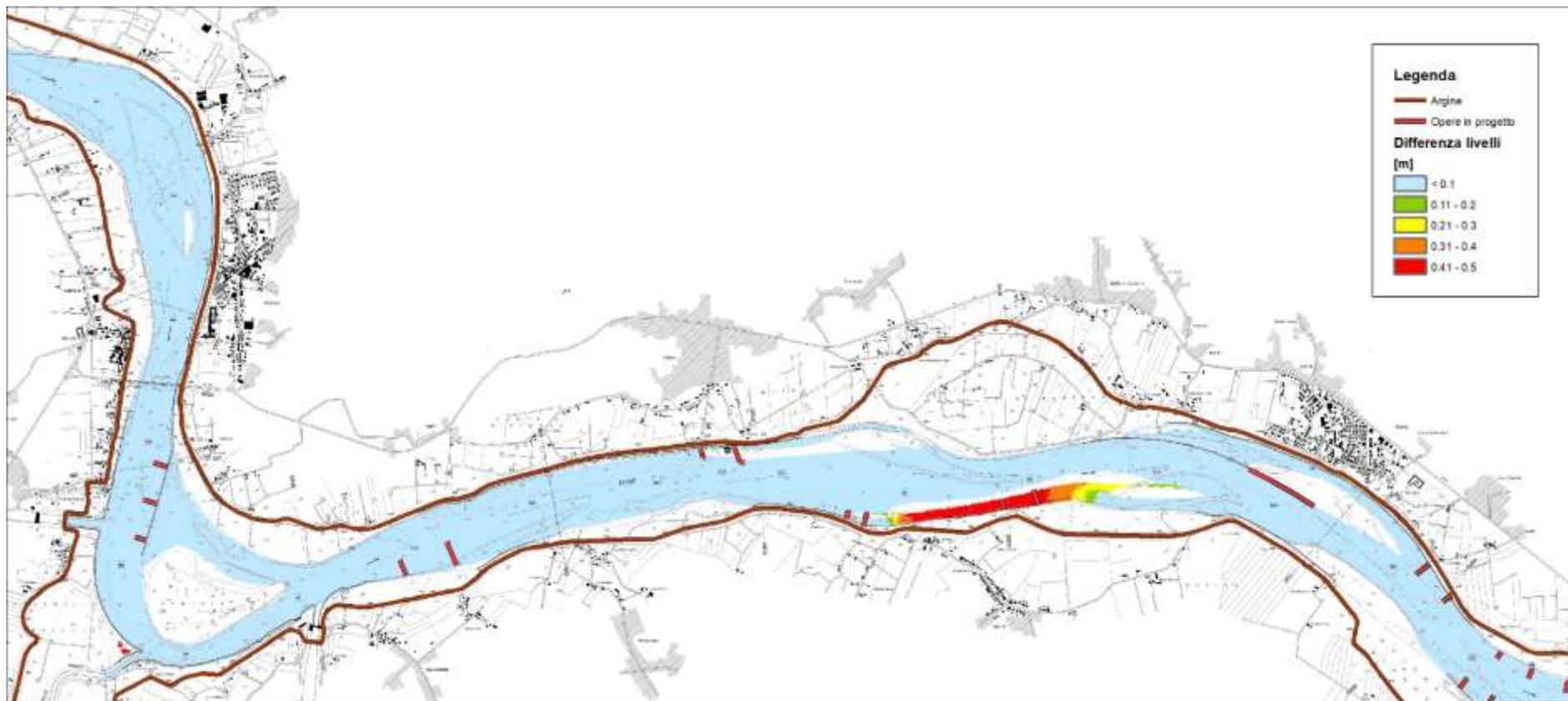


Figura 153 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata media – livello idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

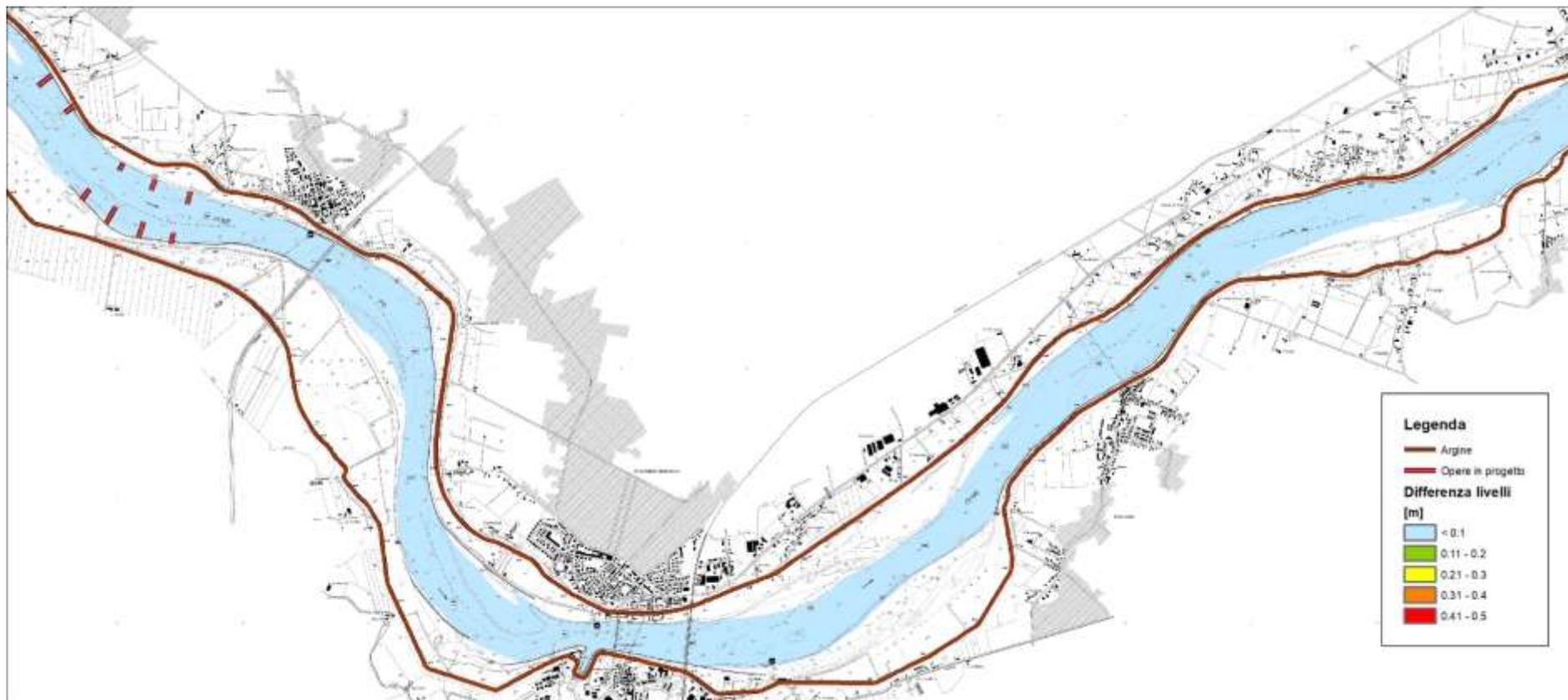


Figura 154 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata media – livello idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

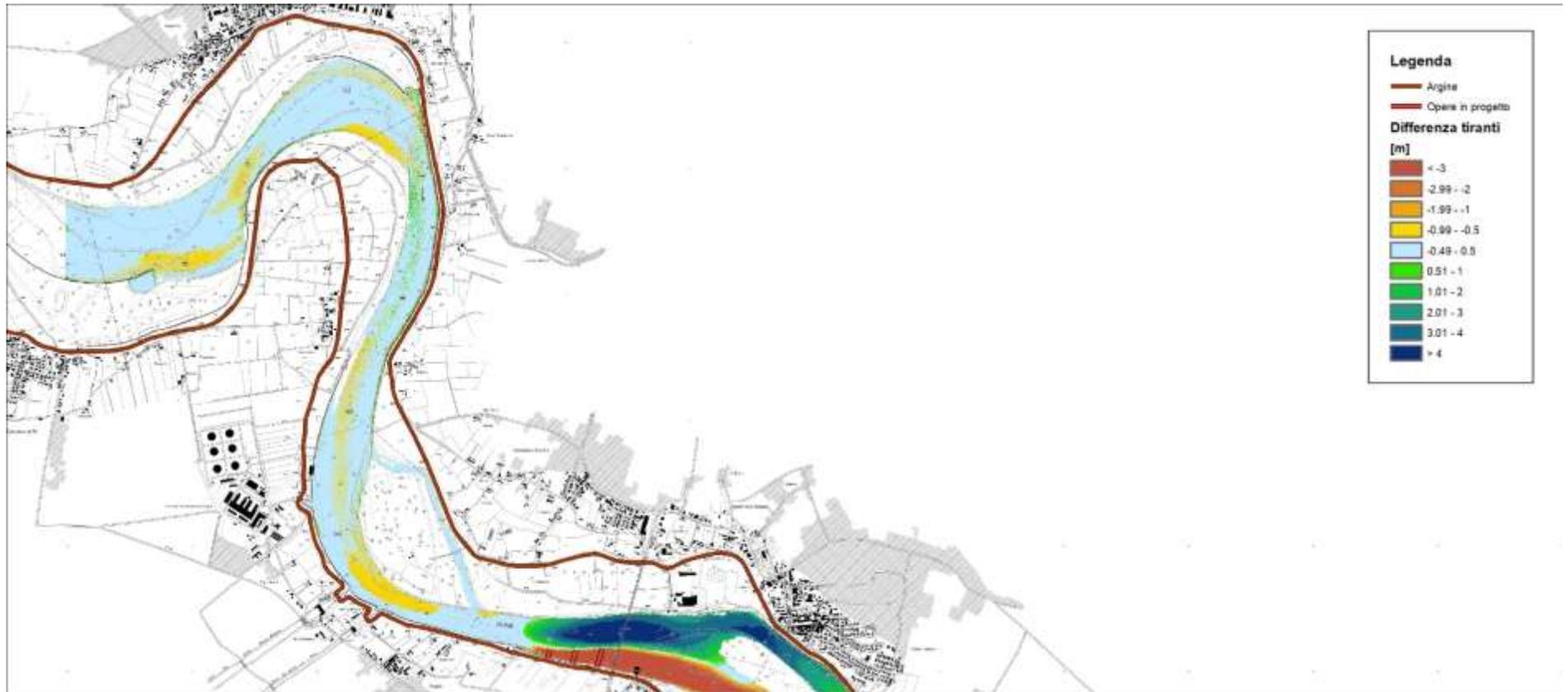


Figura 155 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata media – tirante idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



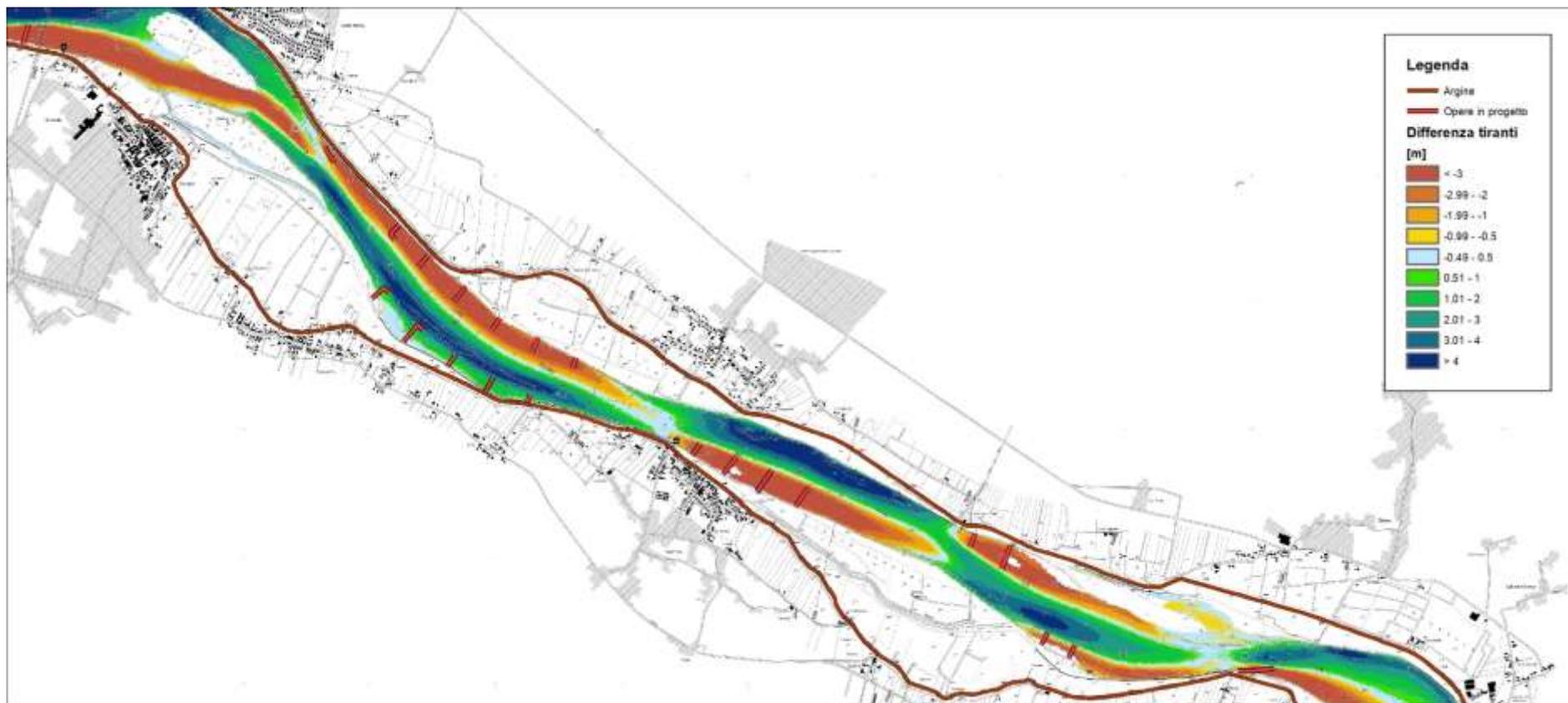


Figura 156 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata media – tirante idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

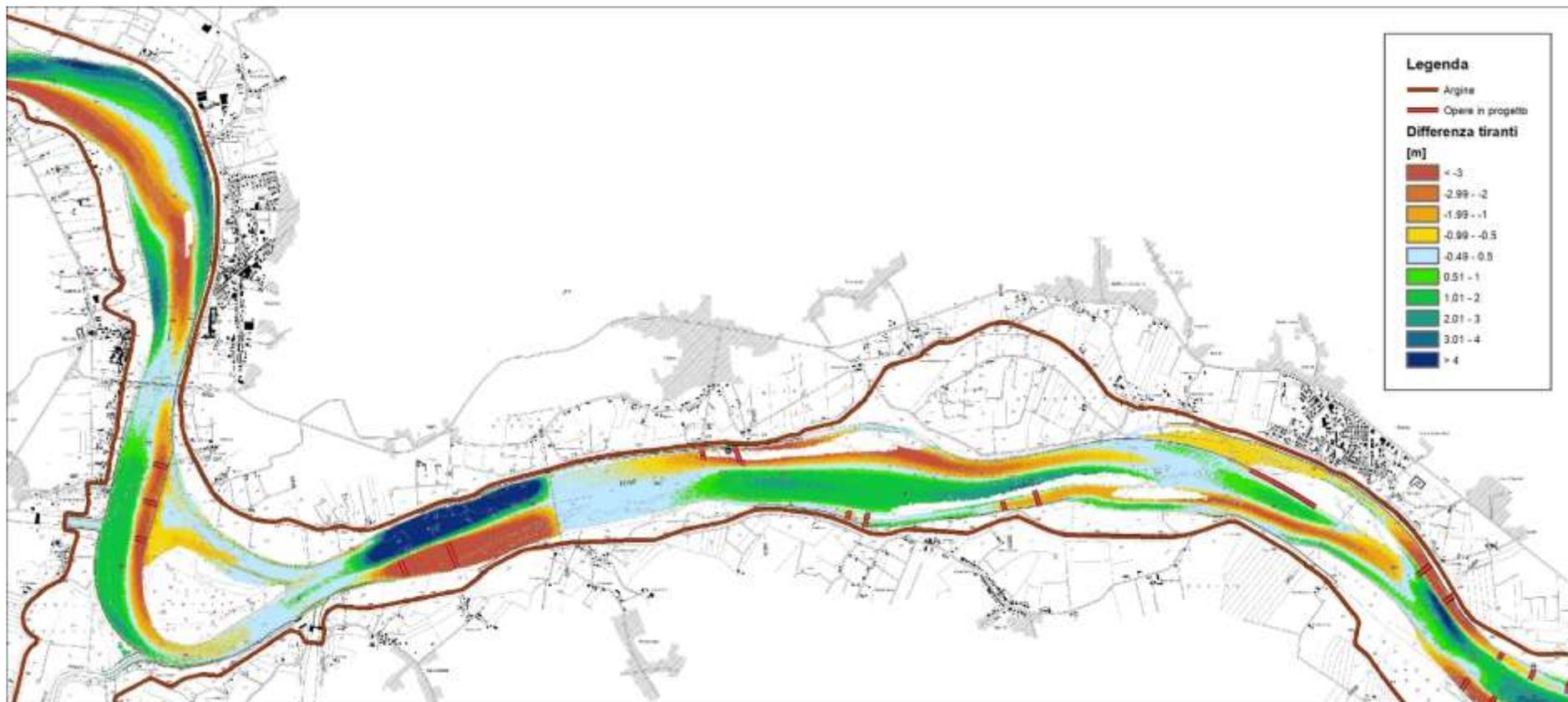


Figura 157 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata media – tirante idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



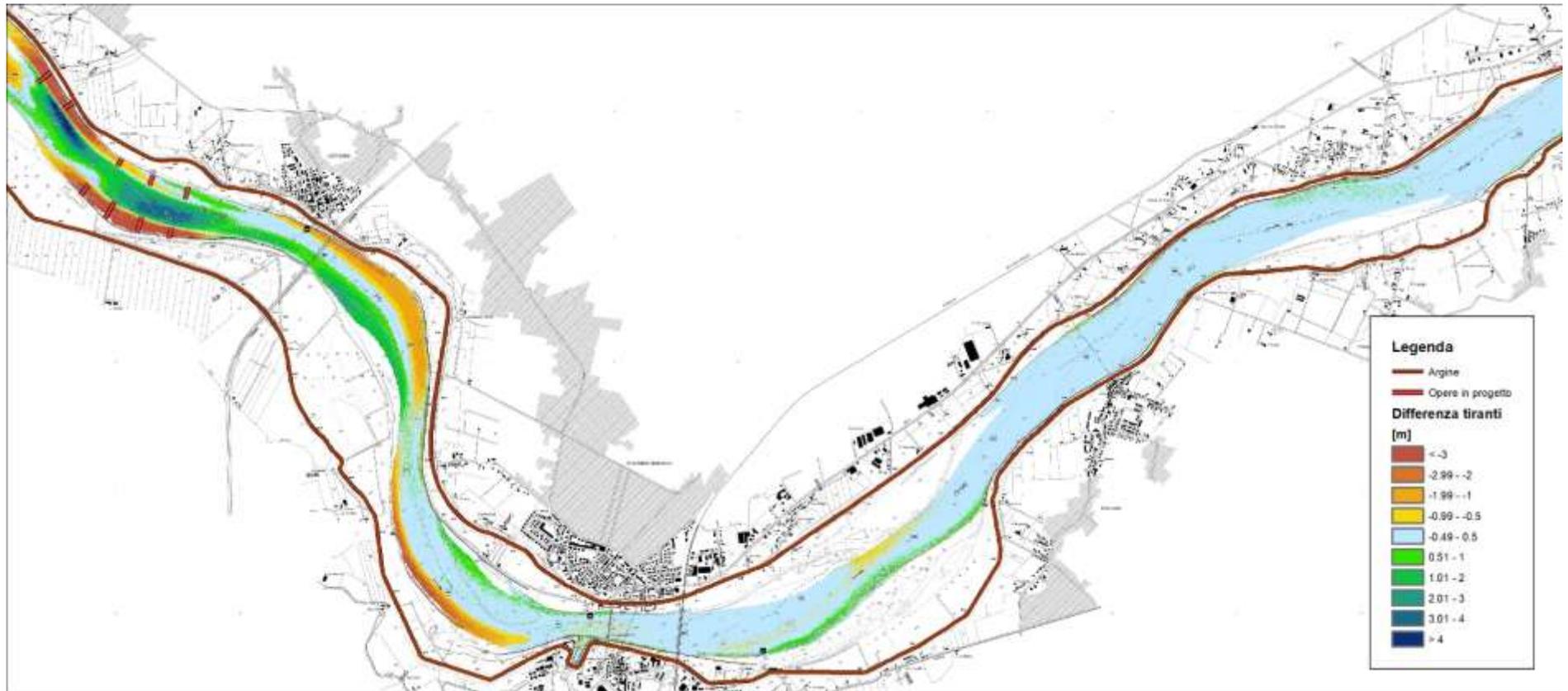


Figura 158 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata media – tirante idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



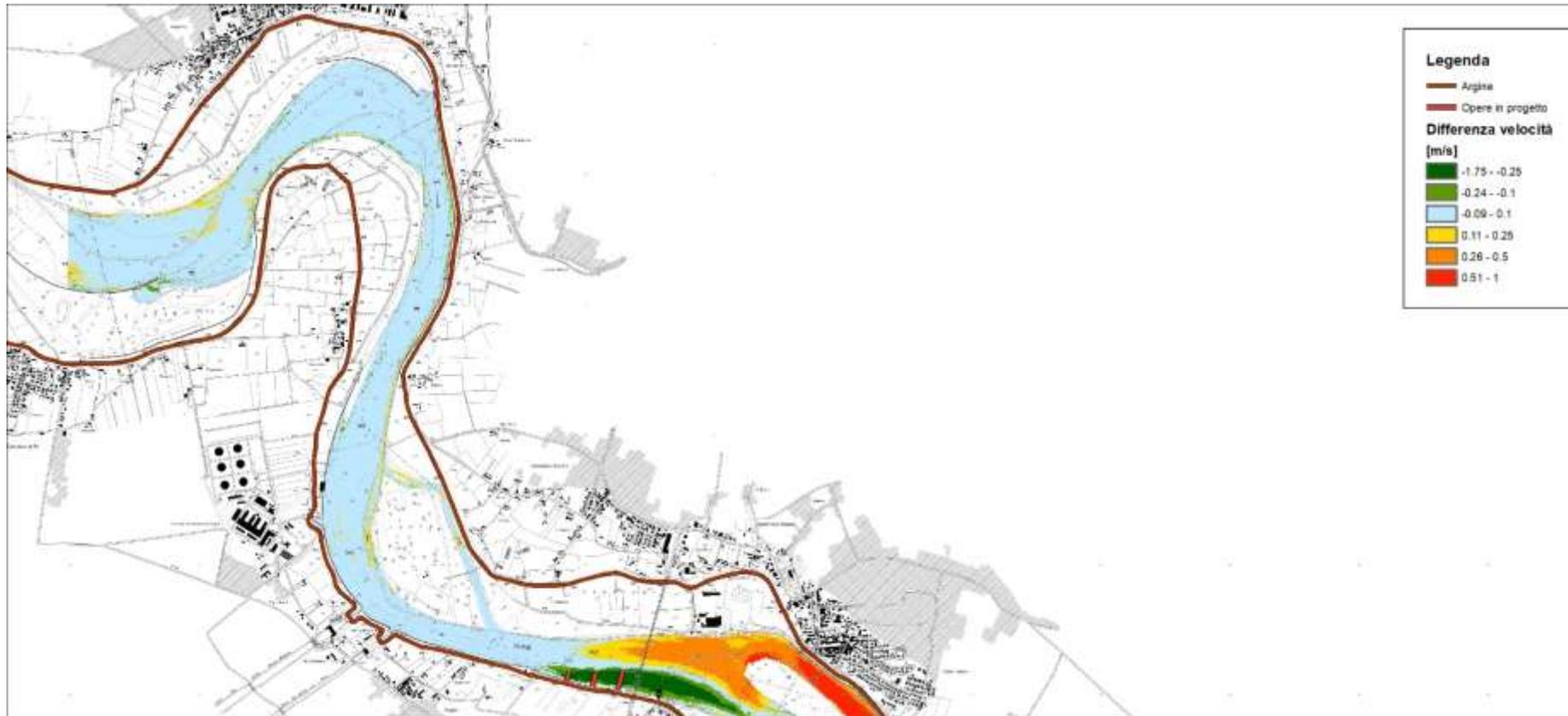


Figura 159 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata media – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



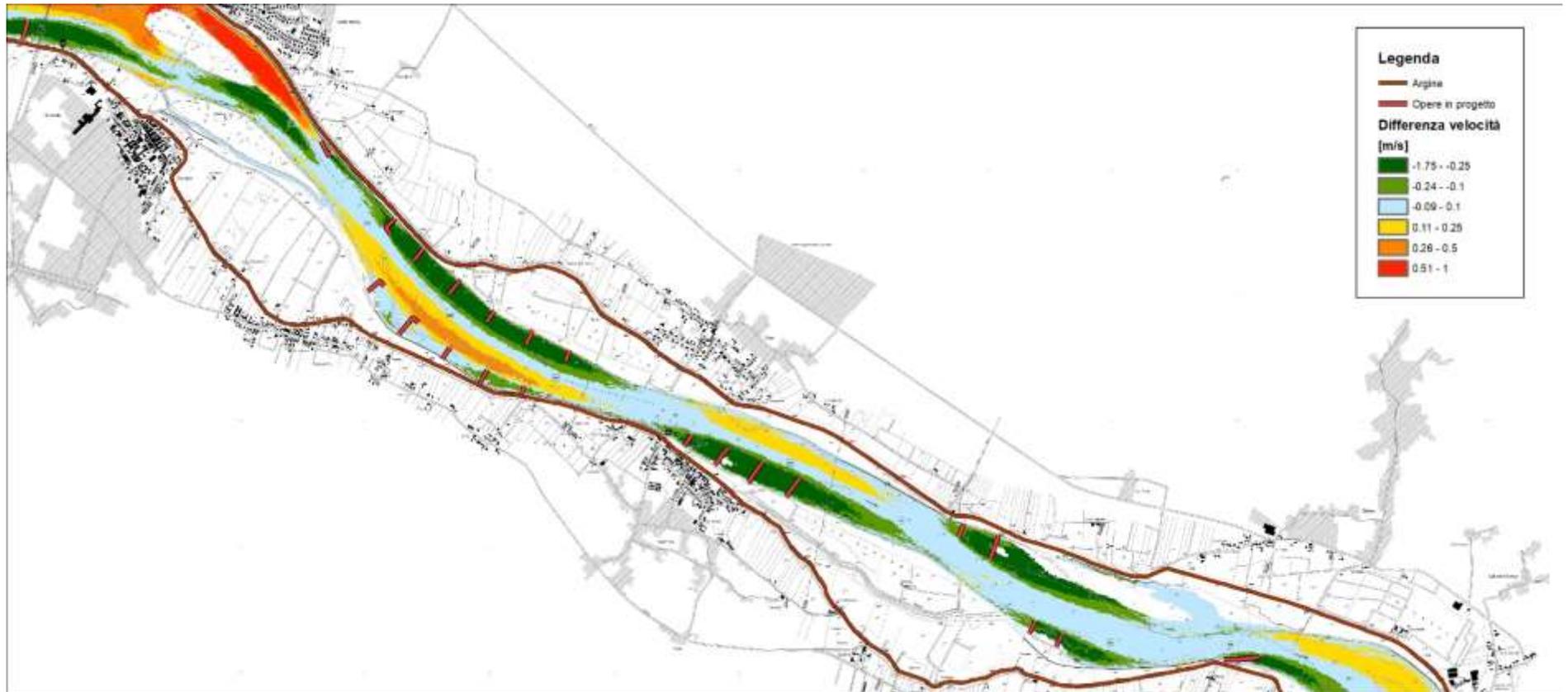


Figura 160 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata media – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



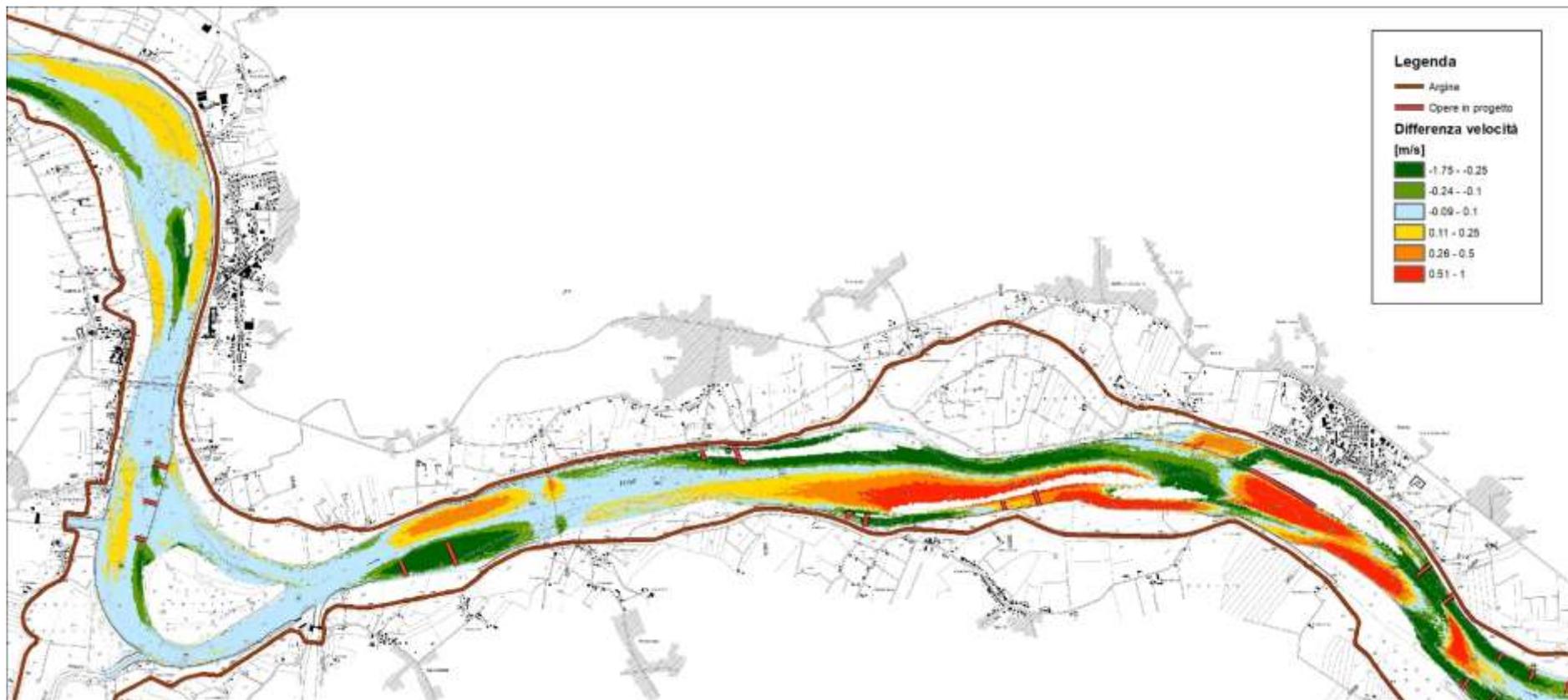


Figura 161 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata media – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



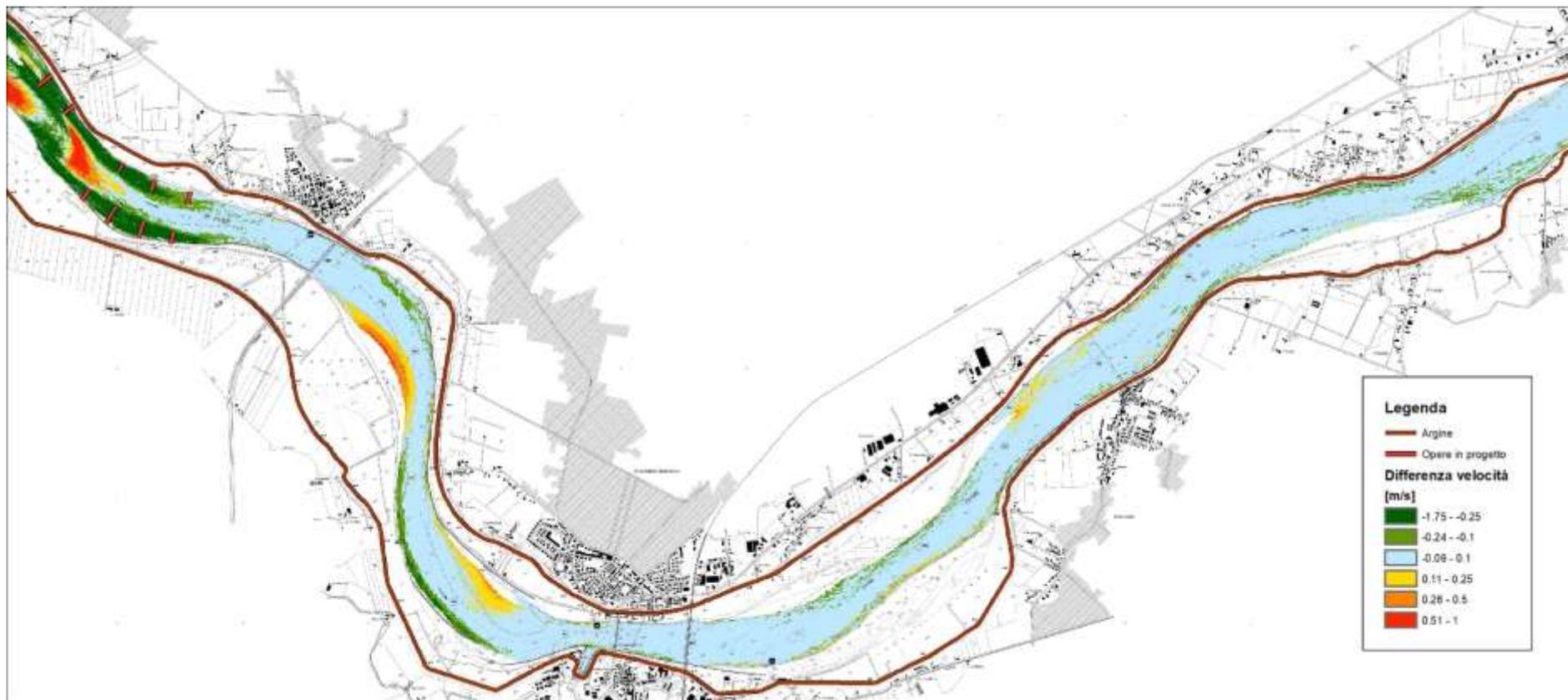


Figura 162 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata media – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

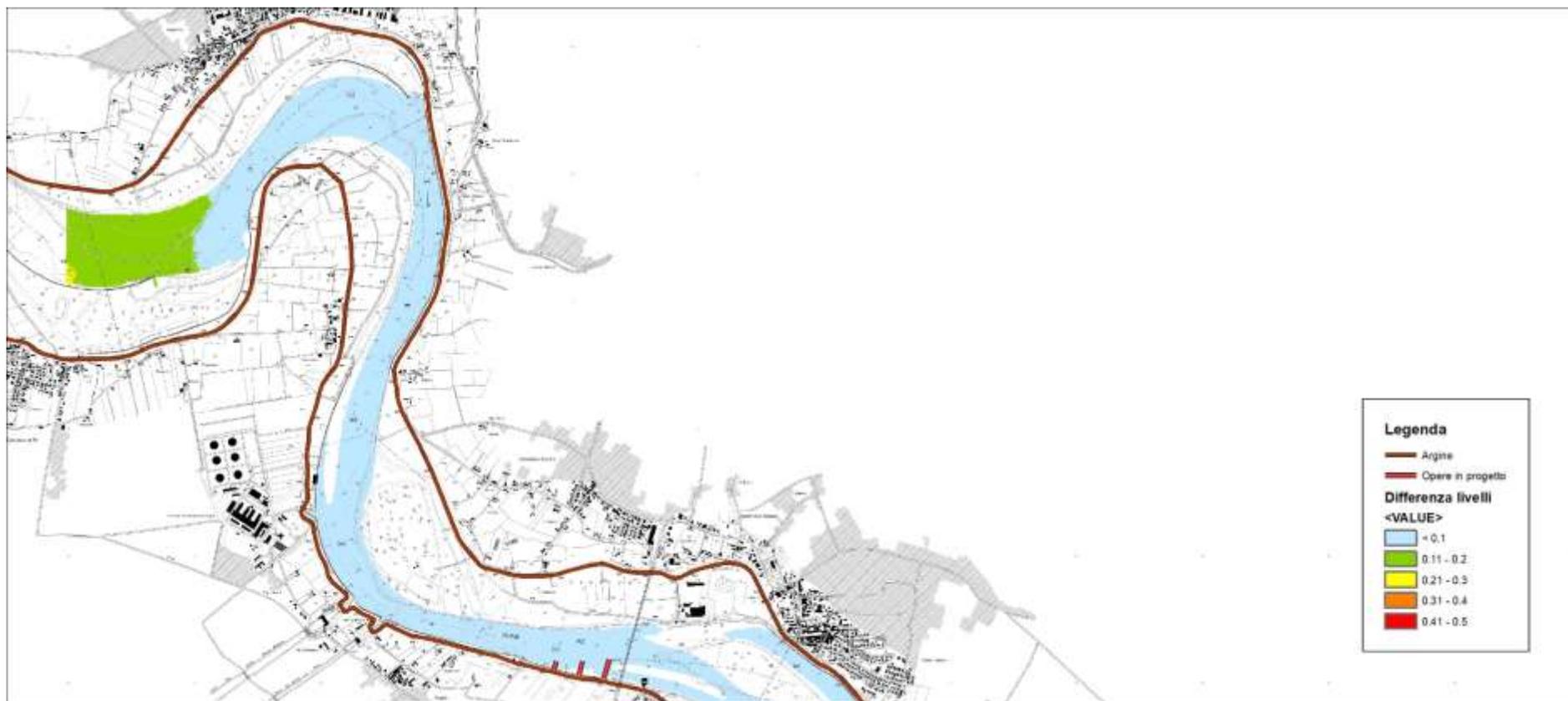


Figura 163 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata magra – livello idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

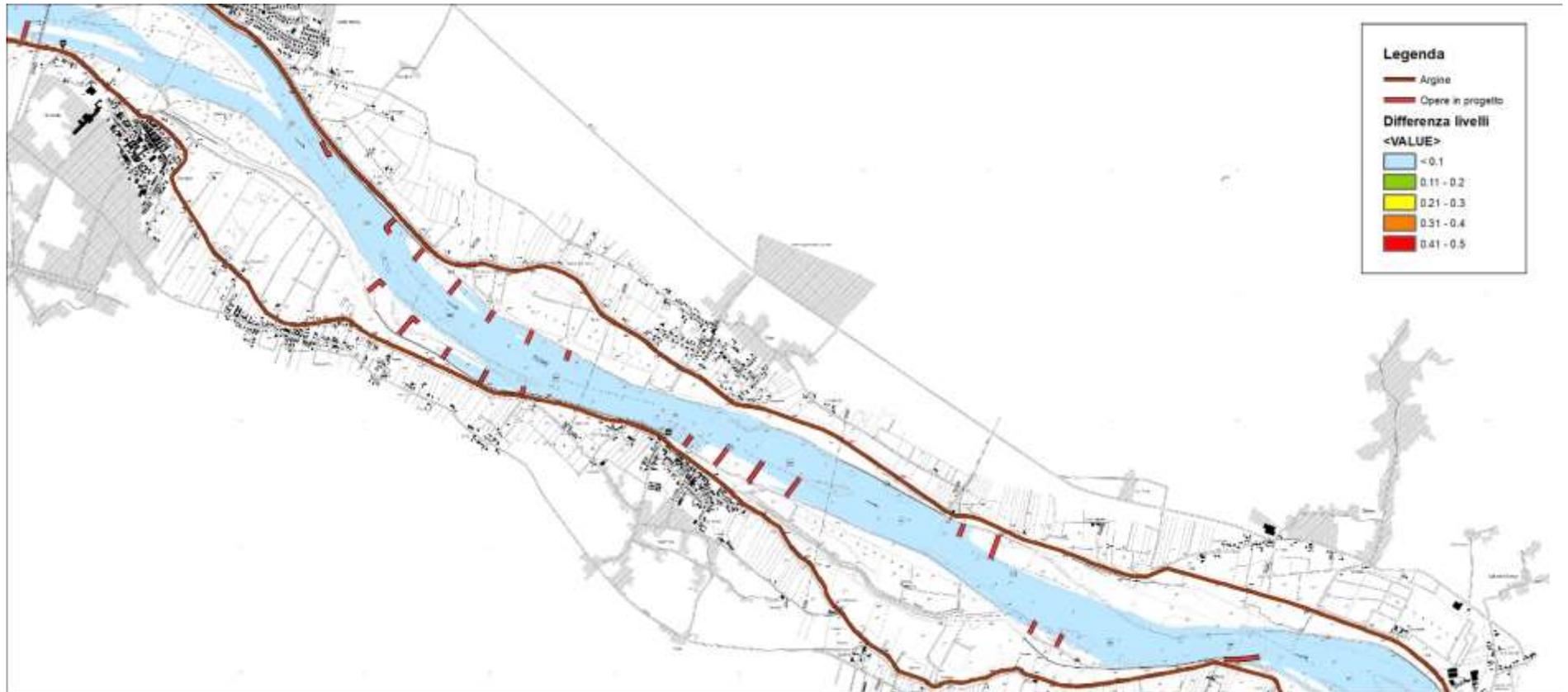


Figura 164 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata magra – livello idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

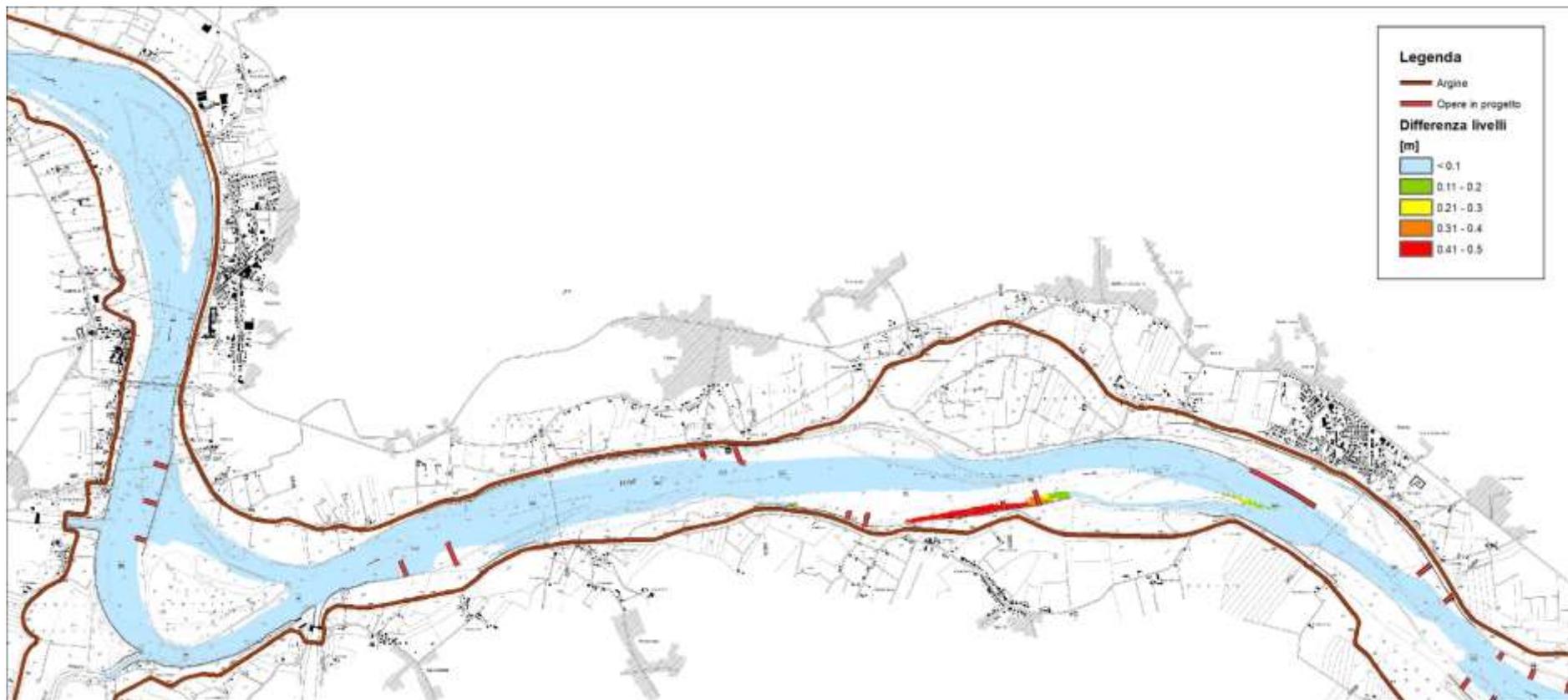


Figura 165 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata magra – livello idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

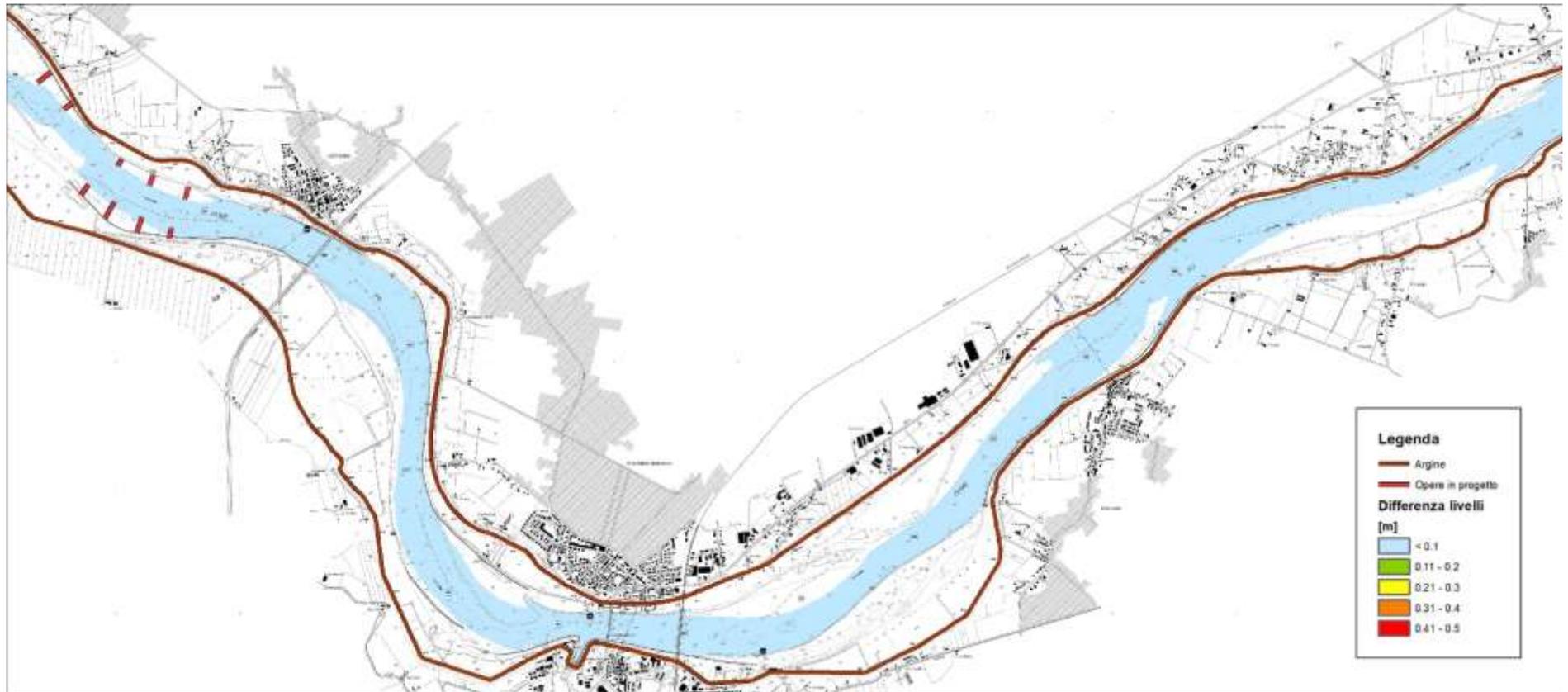


Figura 166 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata magra – livello idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

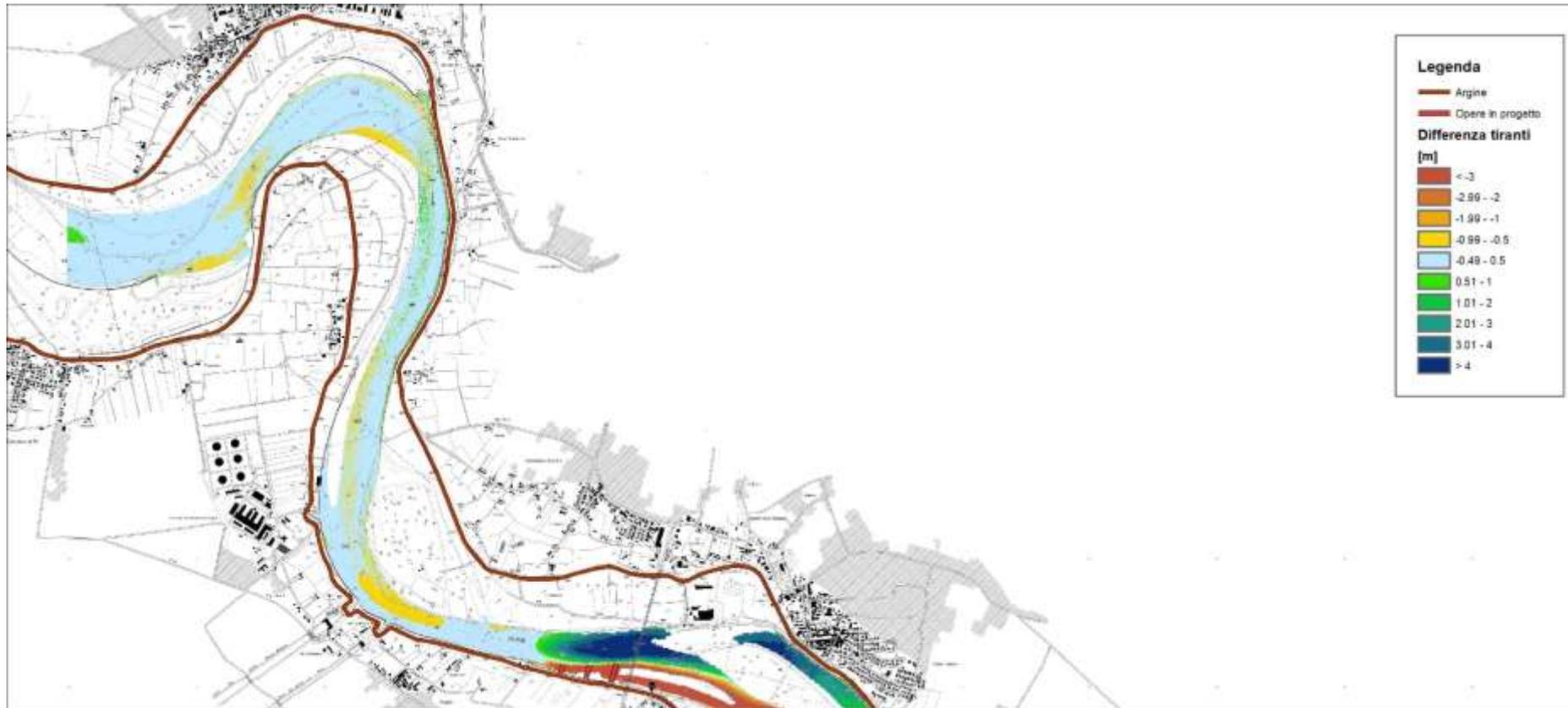


Figura 167 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata magra – tirante idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

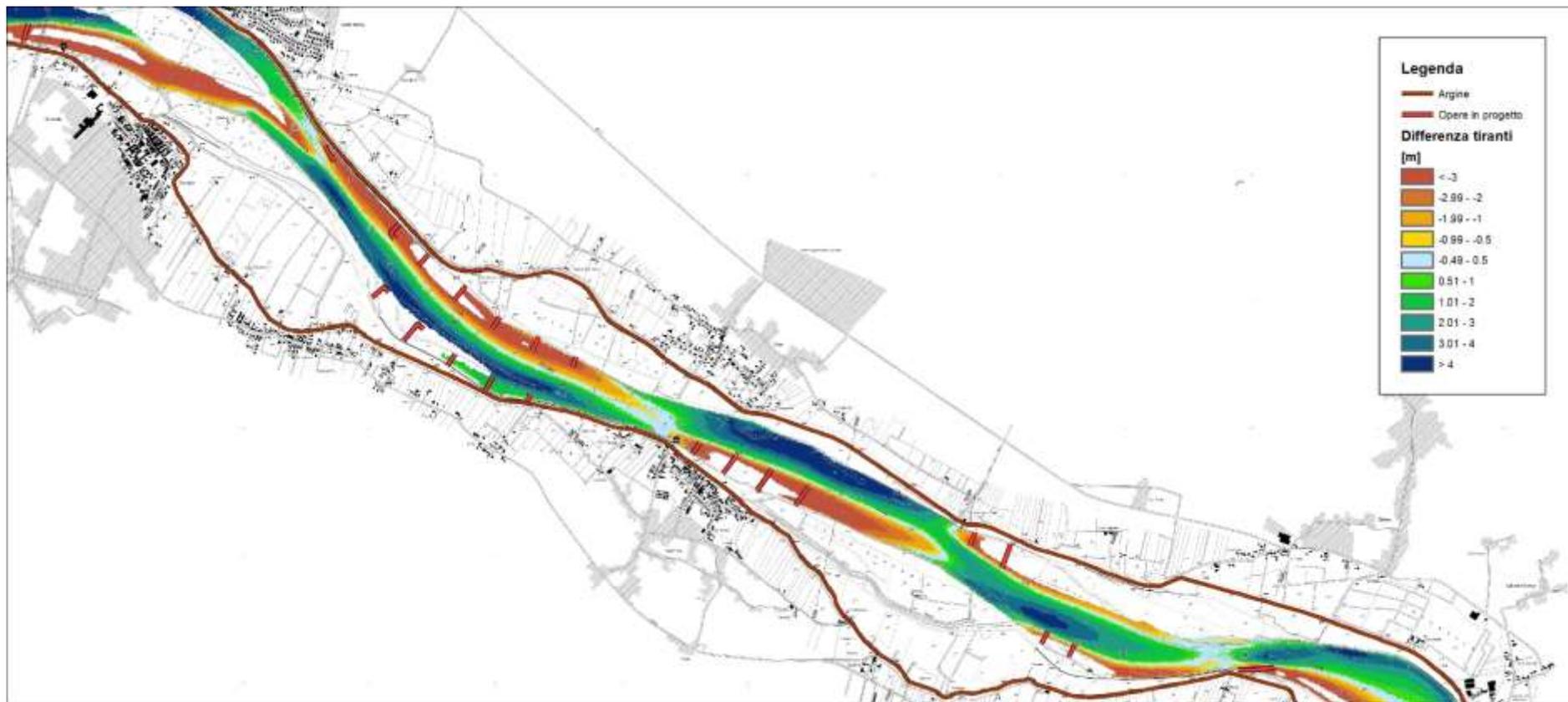


Figura 168 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata magra – tirante idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

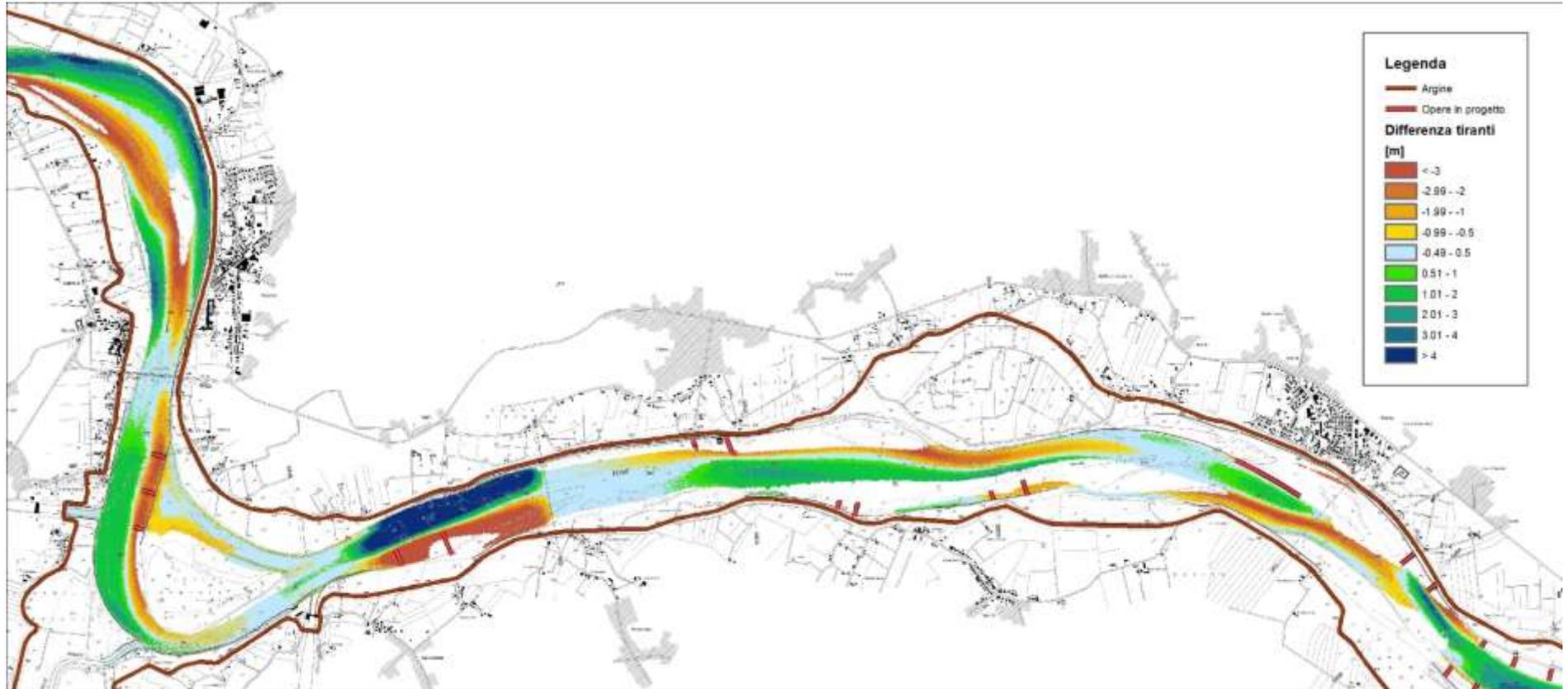


Figura 169 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata magra – tirante idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

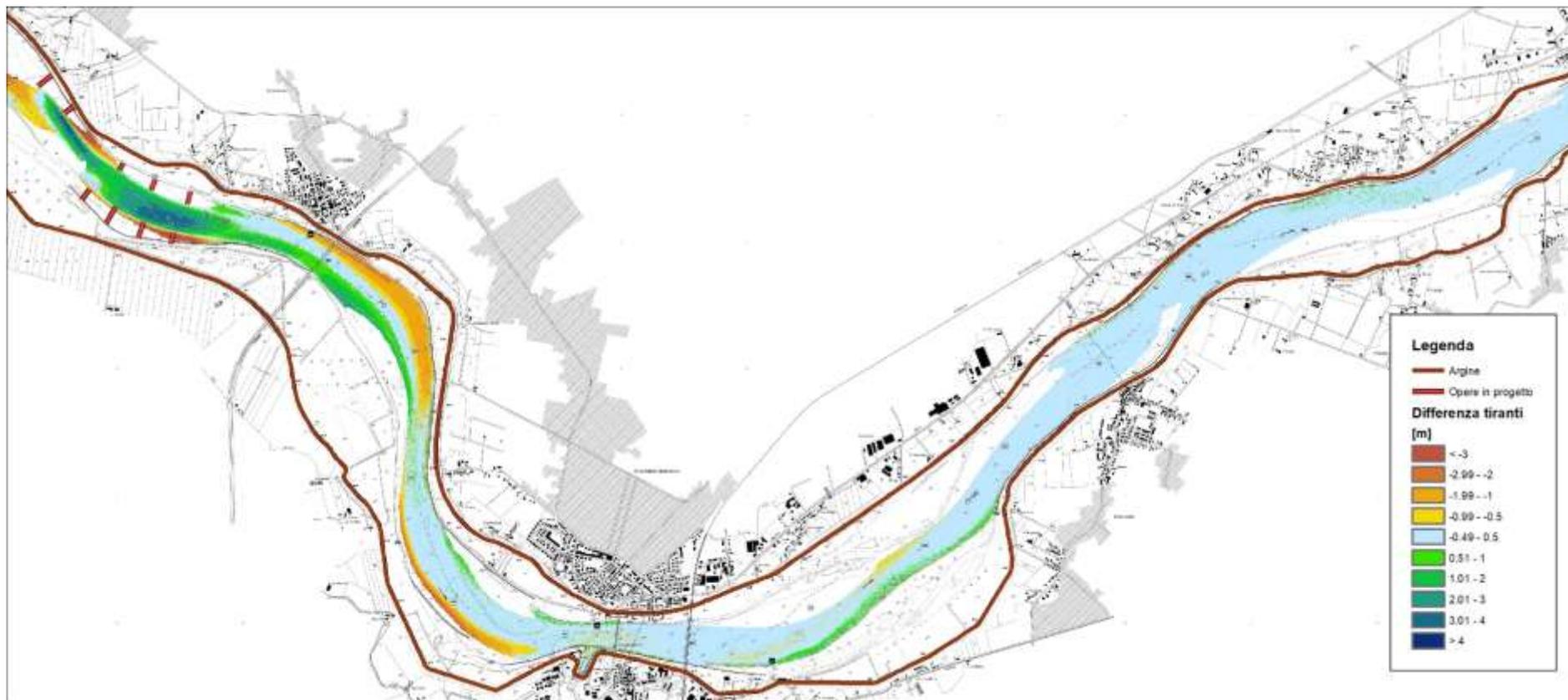


Figura 170 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata magra – tirante idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



Figura 171 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata magra – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



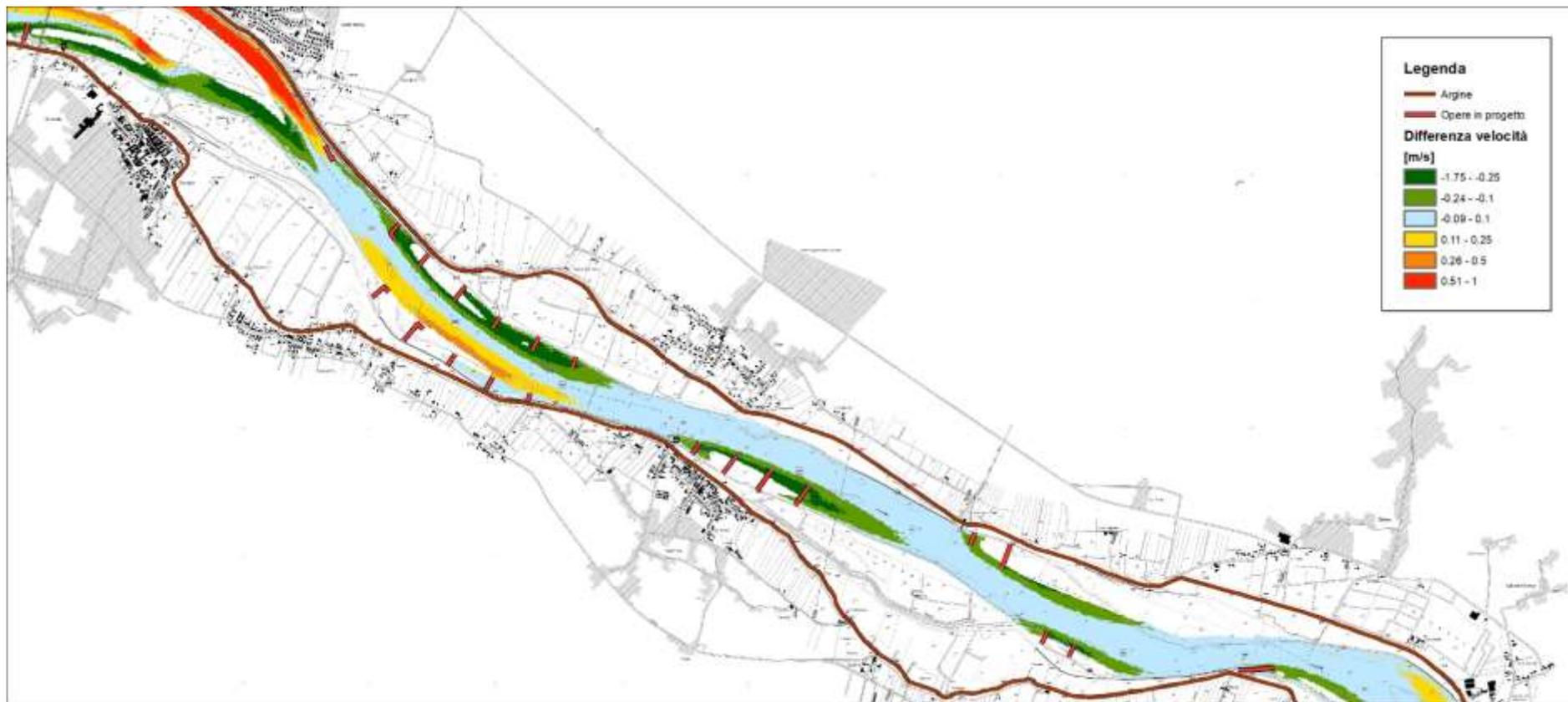


Figura 172 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata magra – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

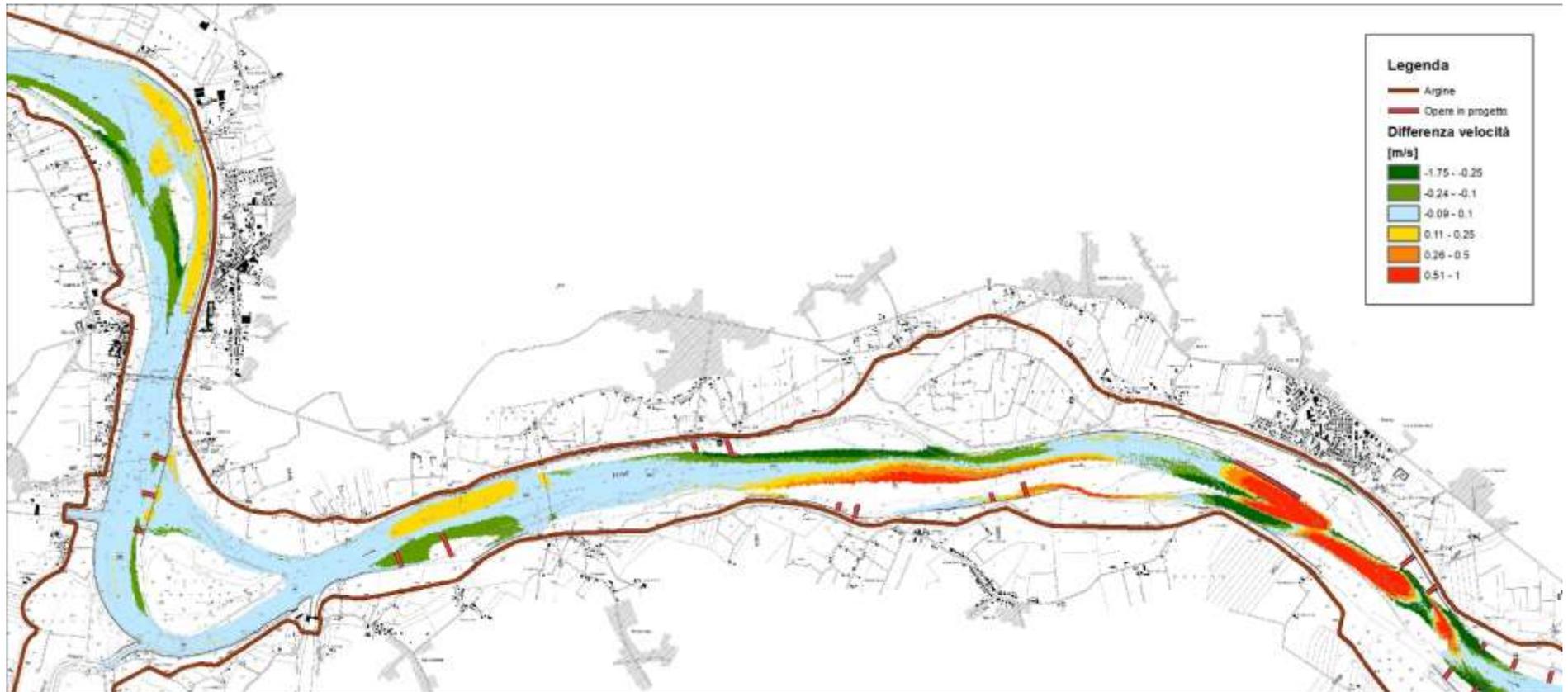


Figura 173 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata magra – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



Figura 174 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata magra – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

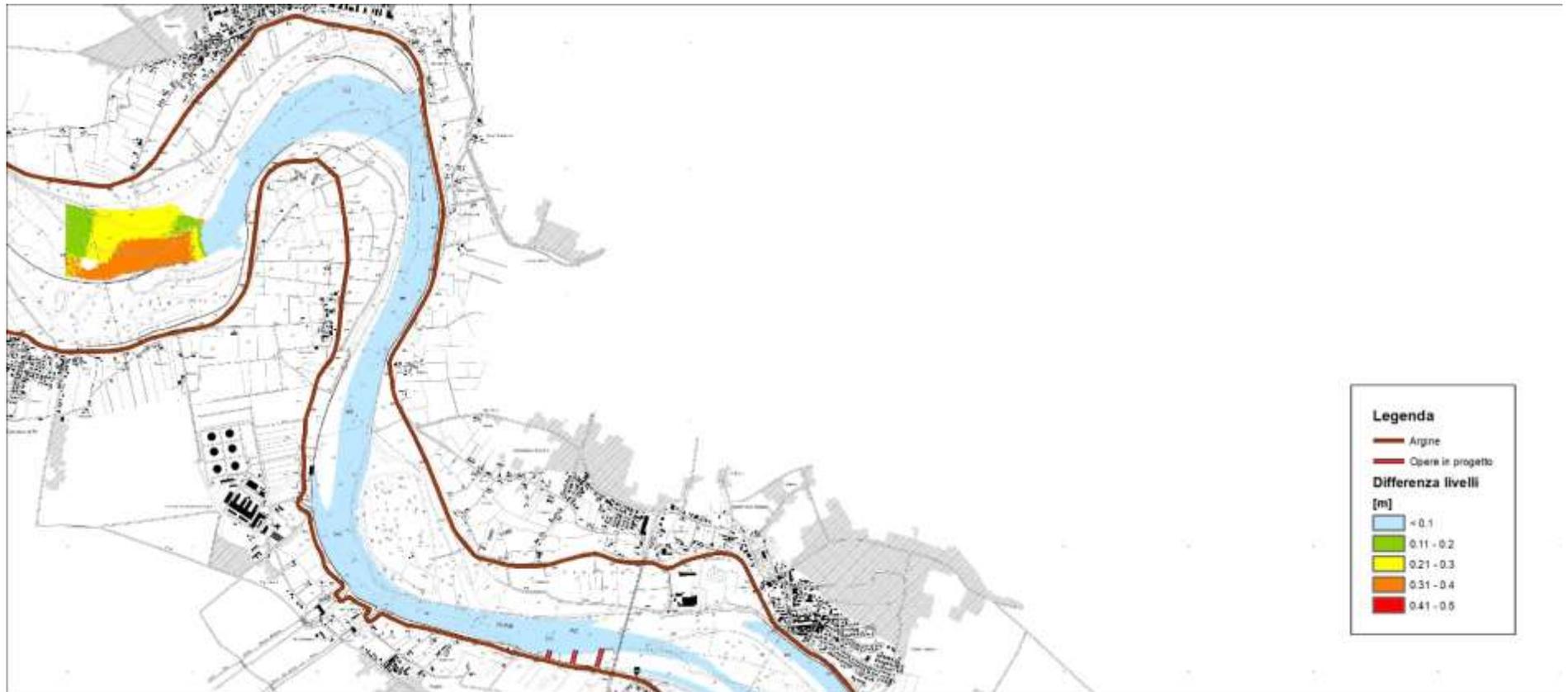


Figura 175 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata in secca – livello idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

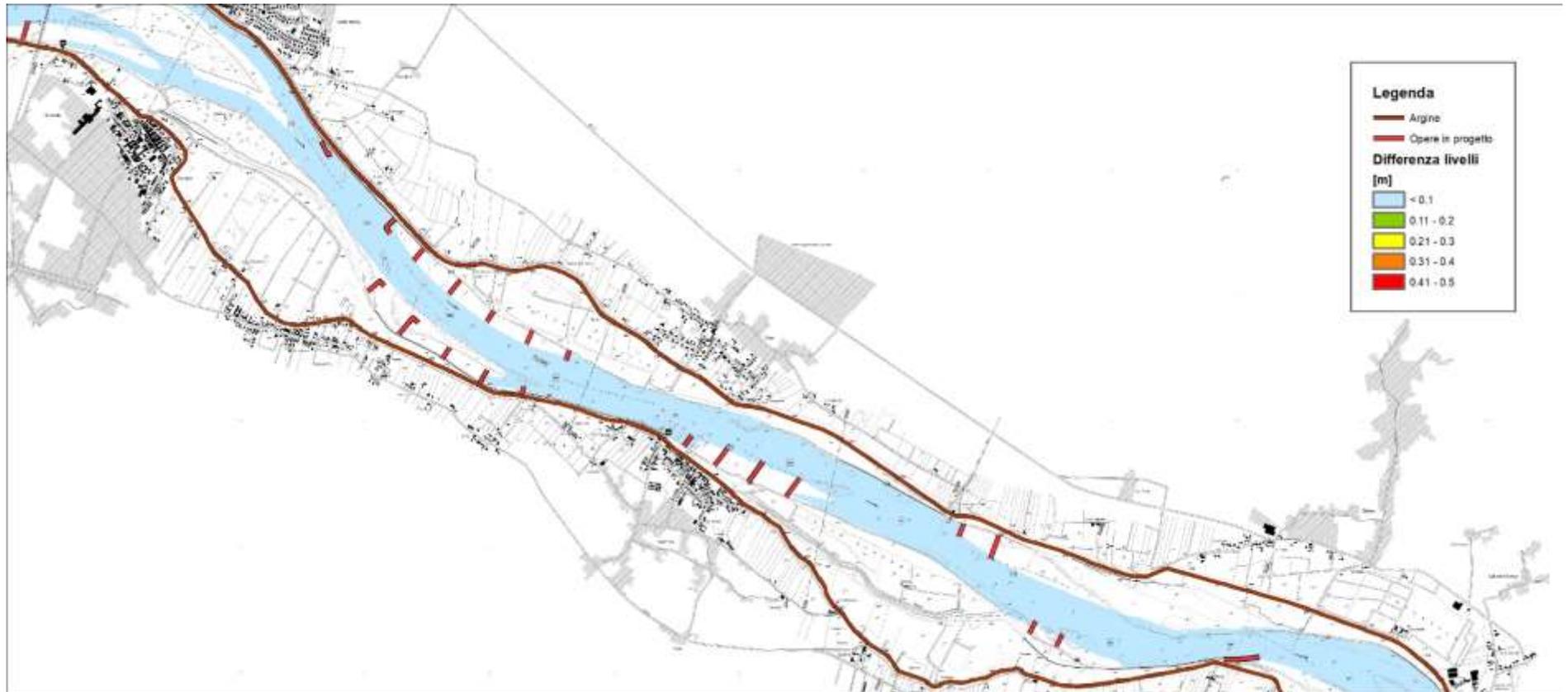


Figura 176 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata in secca – livello idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

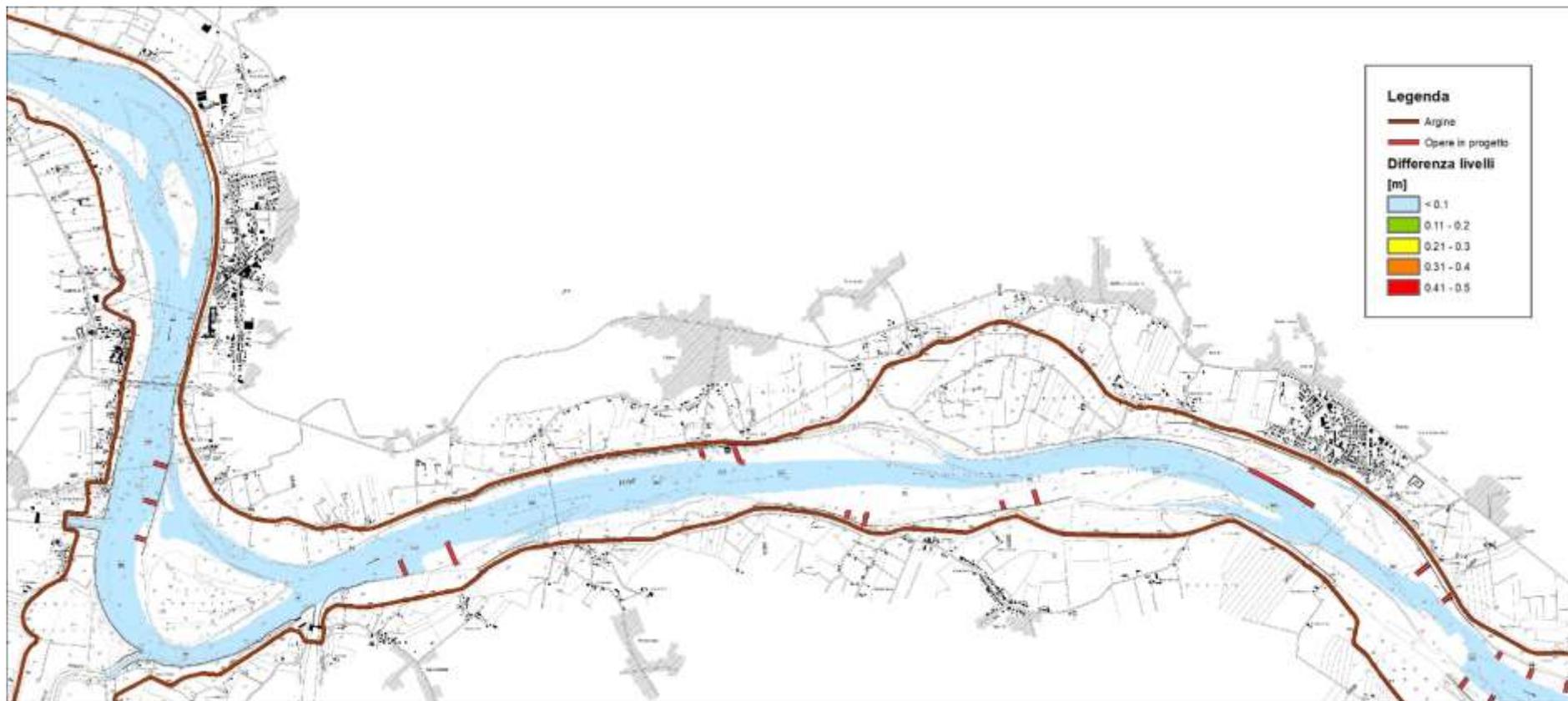


Figura 177 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata in secca – livello idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

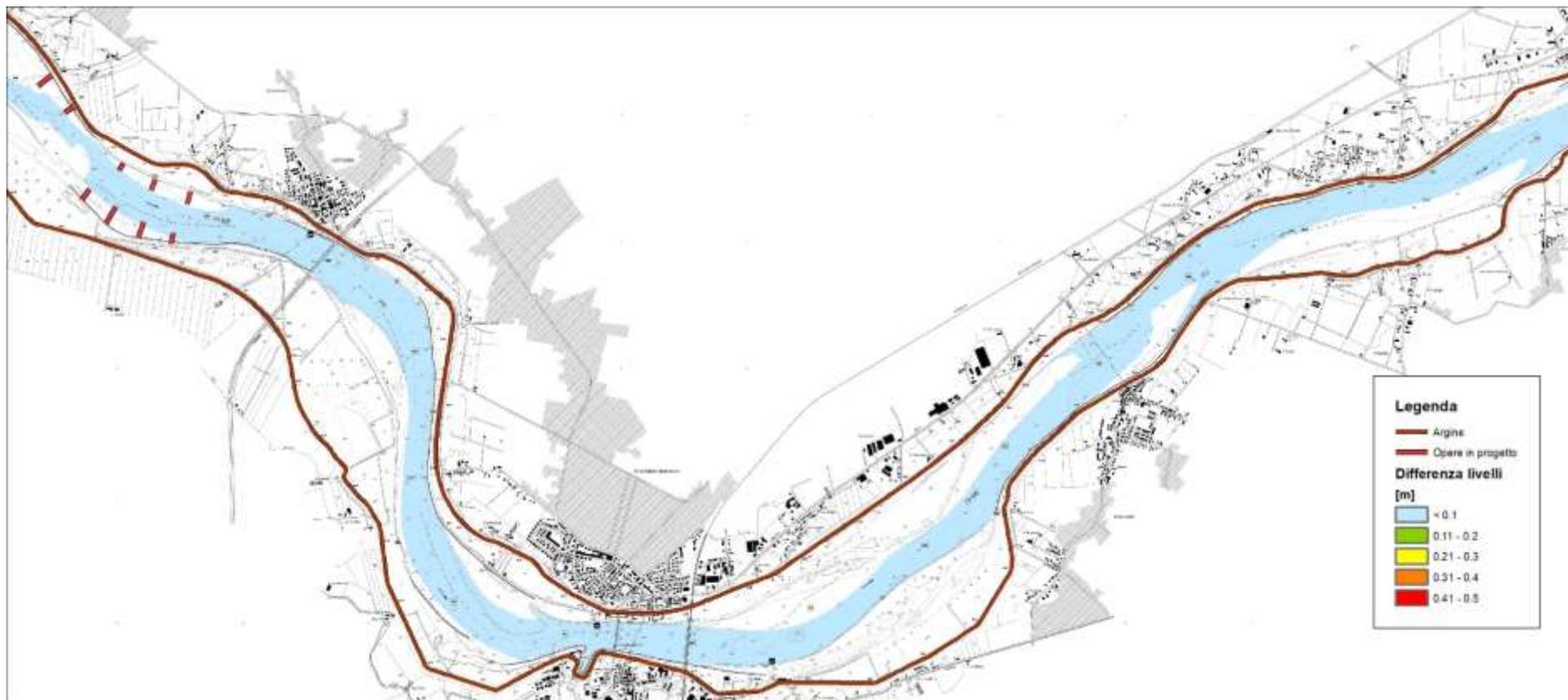


Figura 178 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata in secca – livello idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



Figura 179 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata in secca – tirante idrico – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

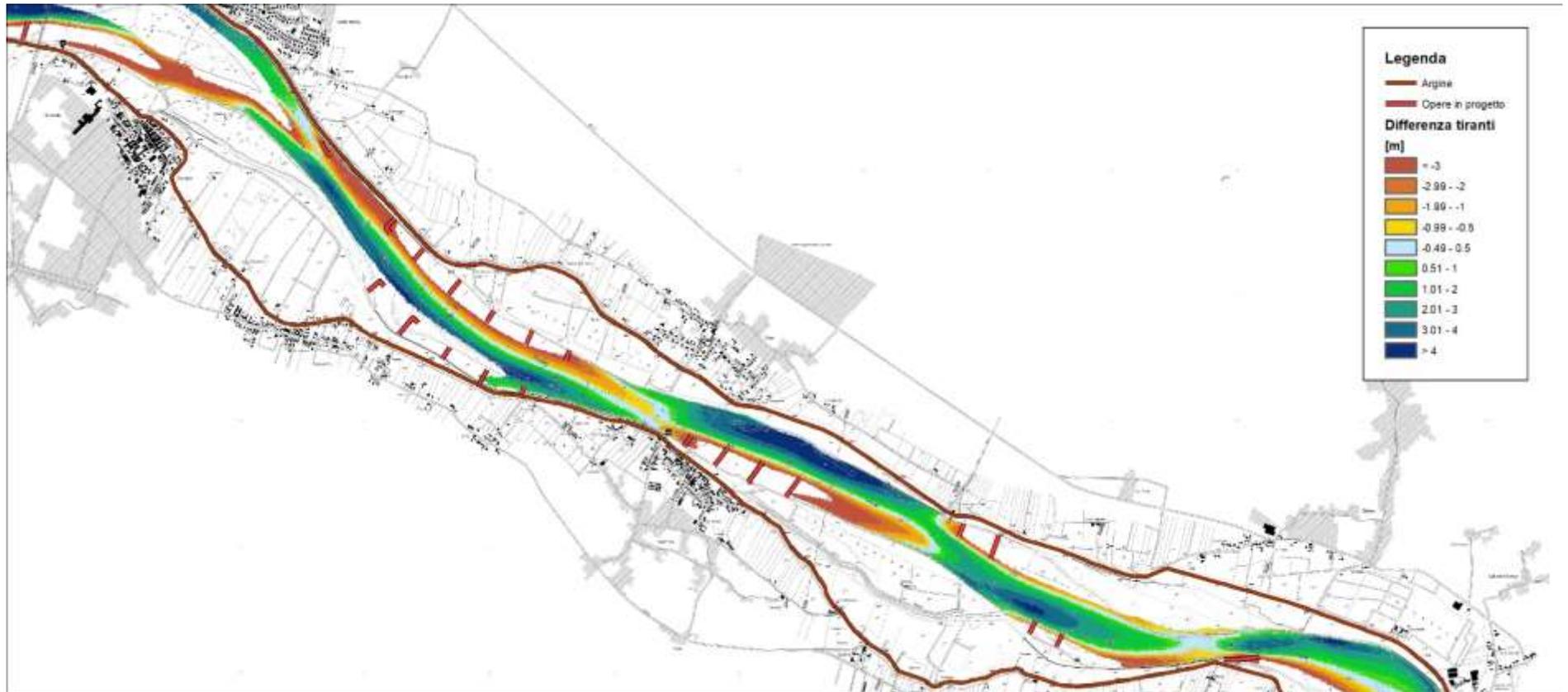


Figura 180 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata in secca – tirante idrico – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

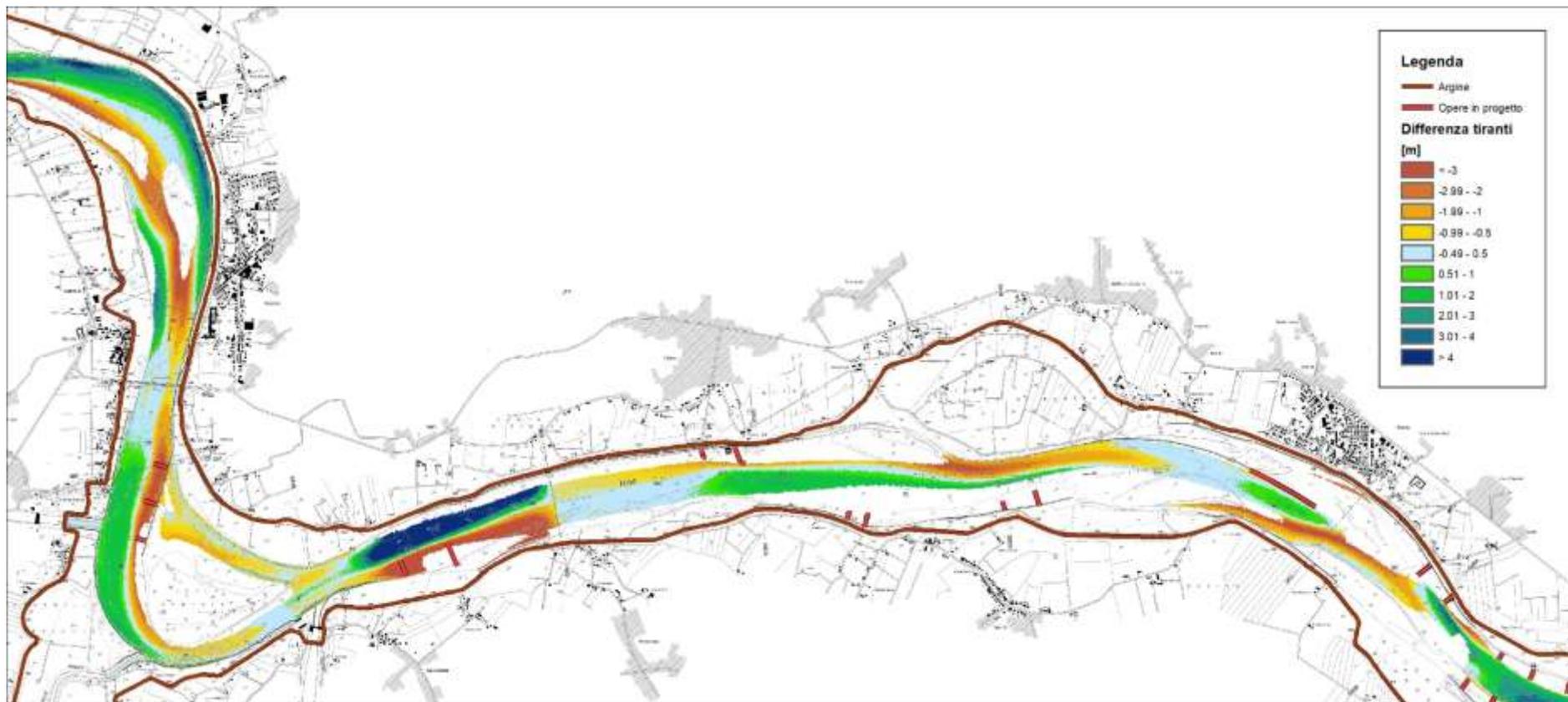


Figura 181 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata in secca – tirante idrico – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

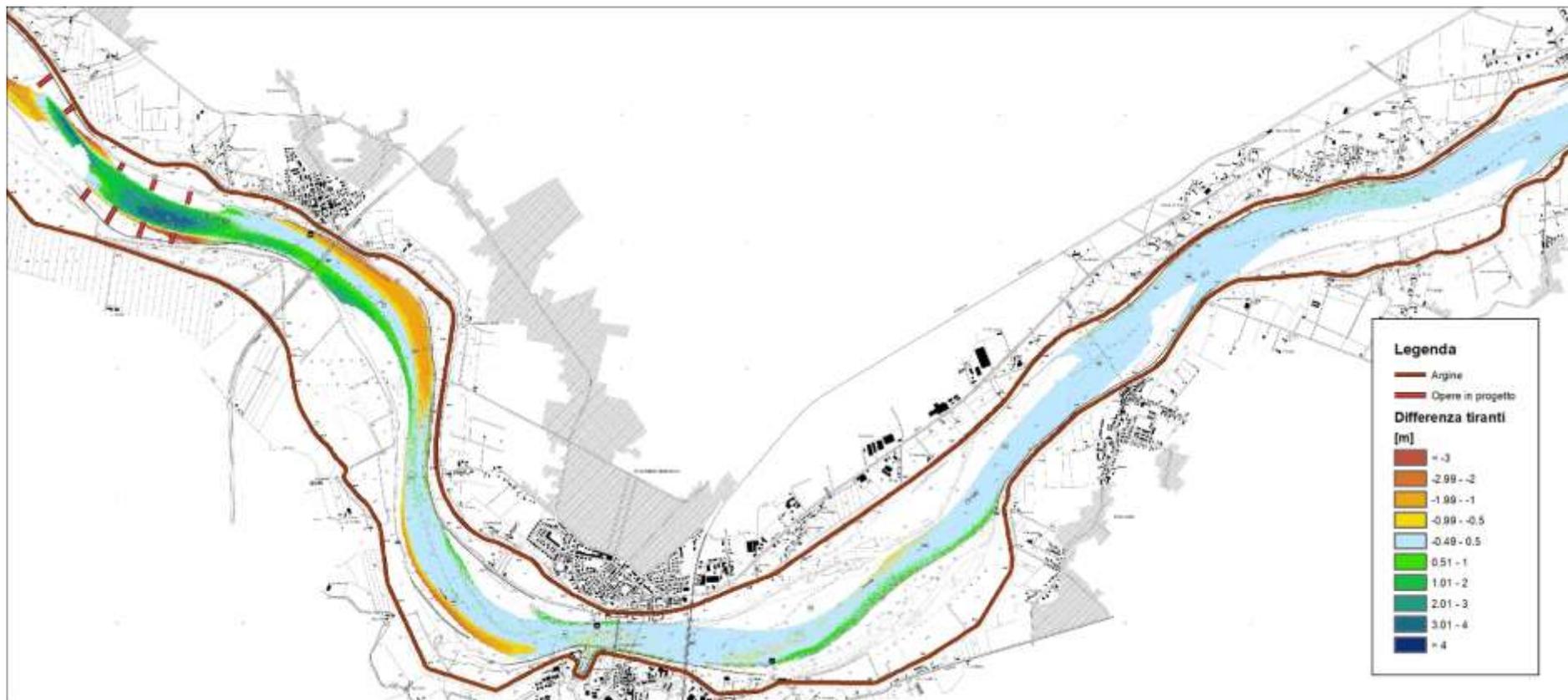


Figura 182 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata in secca – tirante idrico – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:

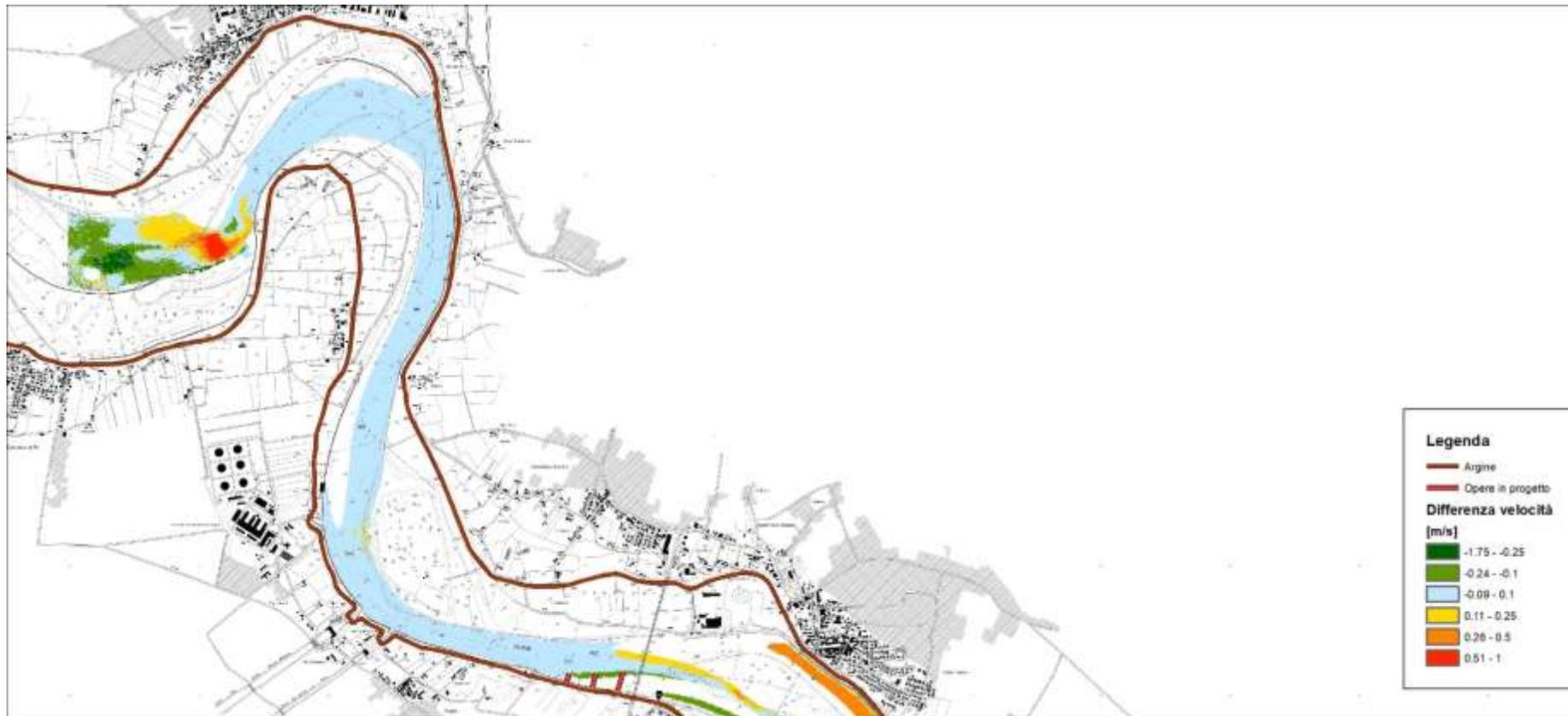


Figura 183 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata in secca – velocità della corrente – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

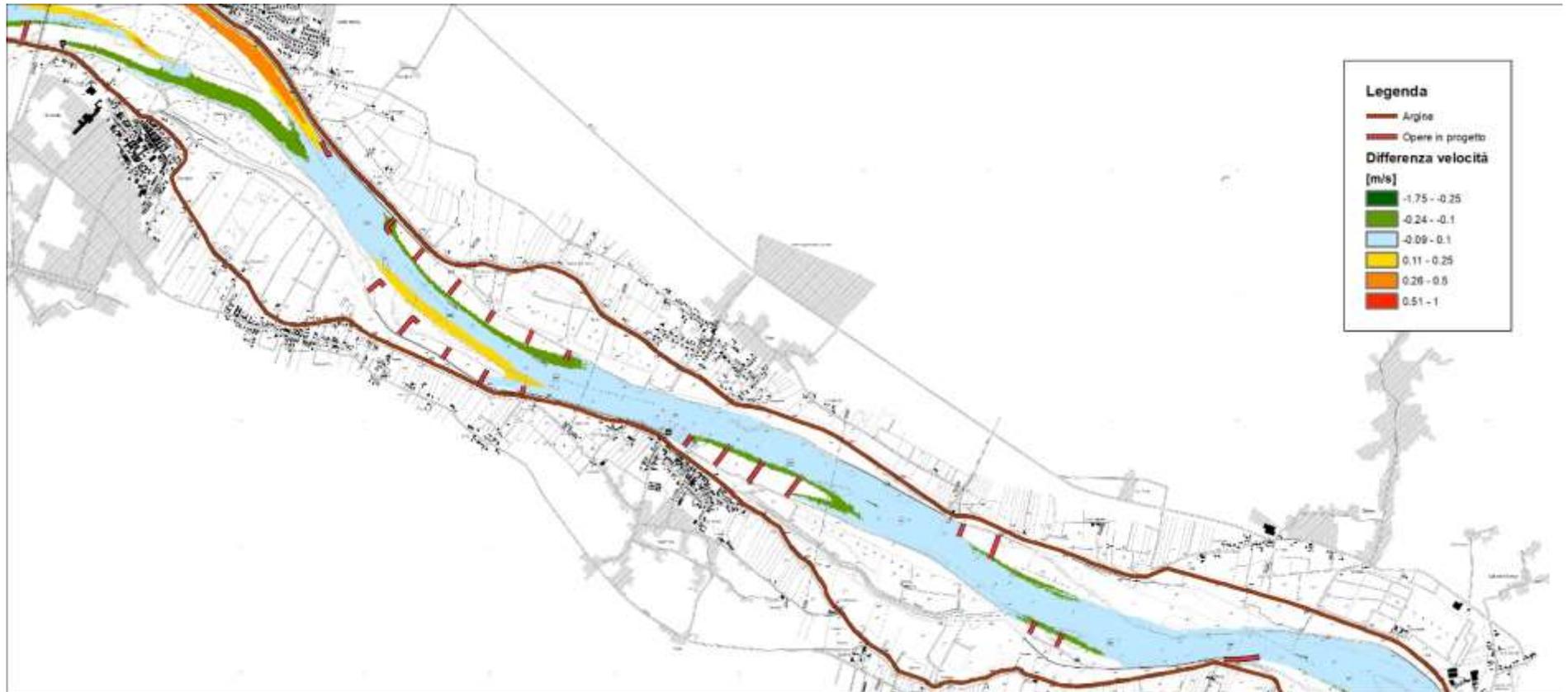


Figura 184 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale - portata in secca – velocità della corrente – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:

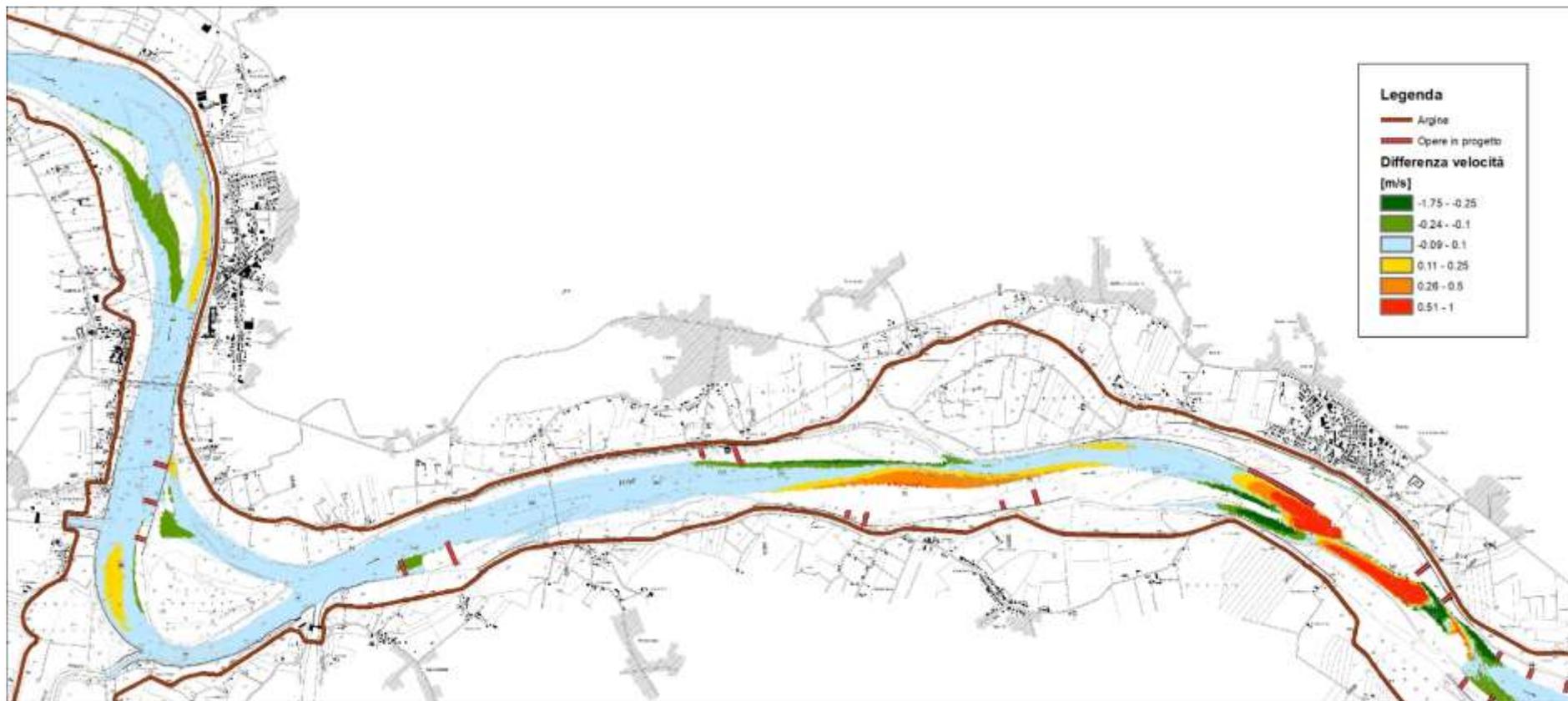


Figura 185 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata in secca – velocità della corrente – 3 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:





Figura 186 – risultati modello idraulico bidimensionale a fondo fisso – differenza tra assetto di progetto e stato attuale – portata in secca – velocità della corrente – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



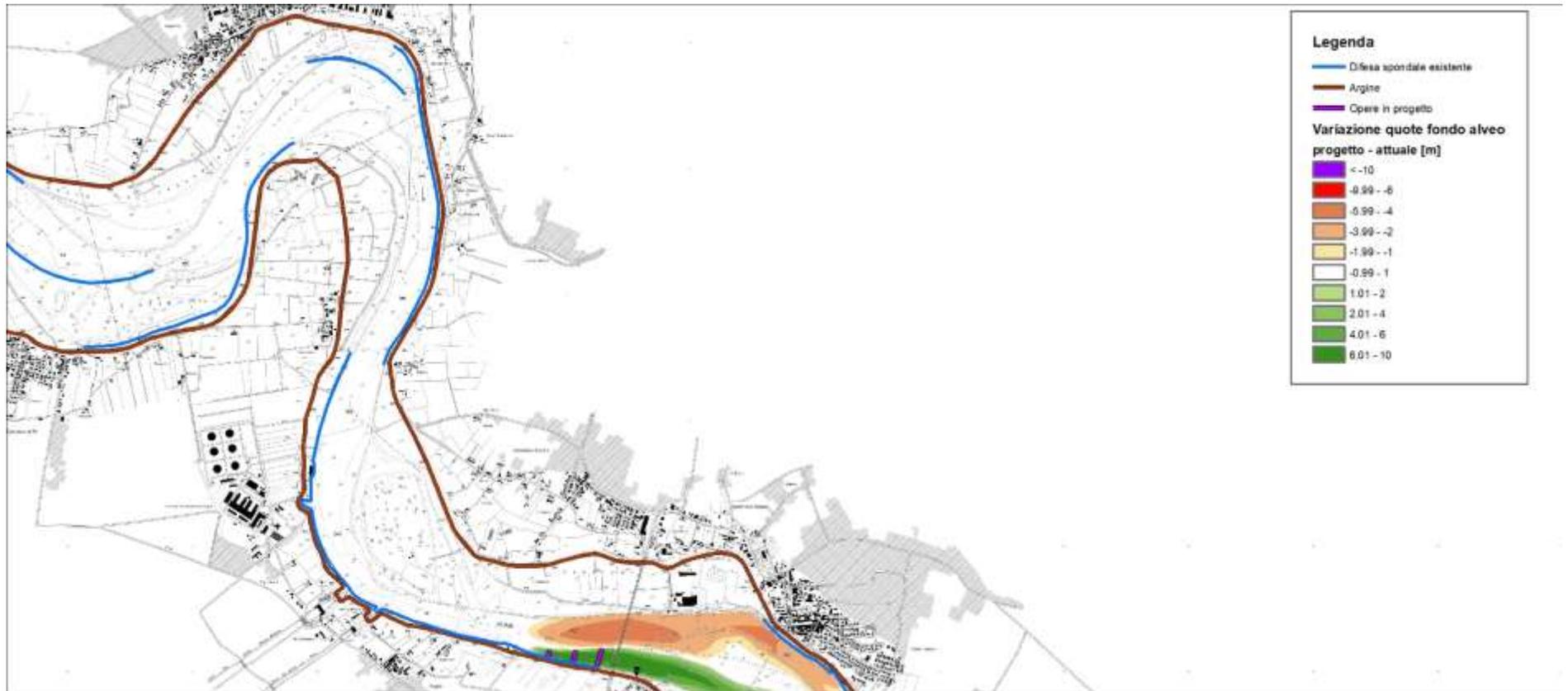


Figura 187 – differenza quote alveo inciso tra assetto di progetto e stato attuale, dopo 10 anni di simulazione con modello a fondo fisso (periodo 2005 – 2015) – 1 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P:



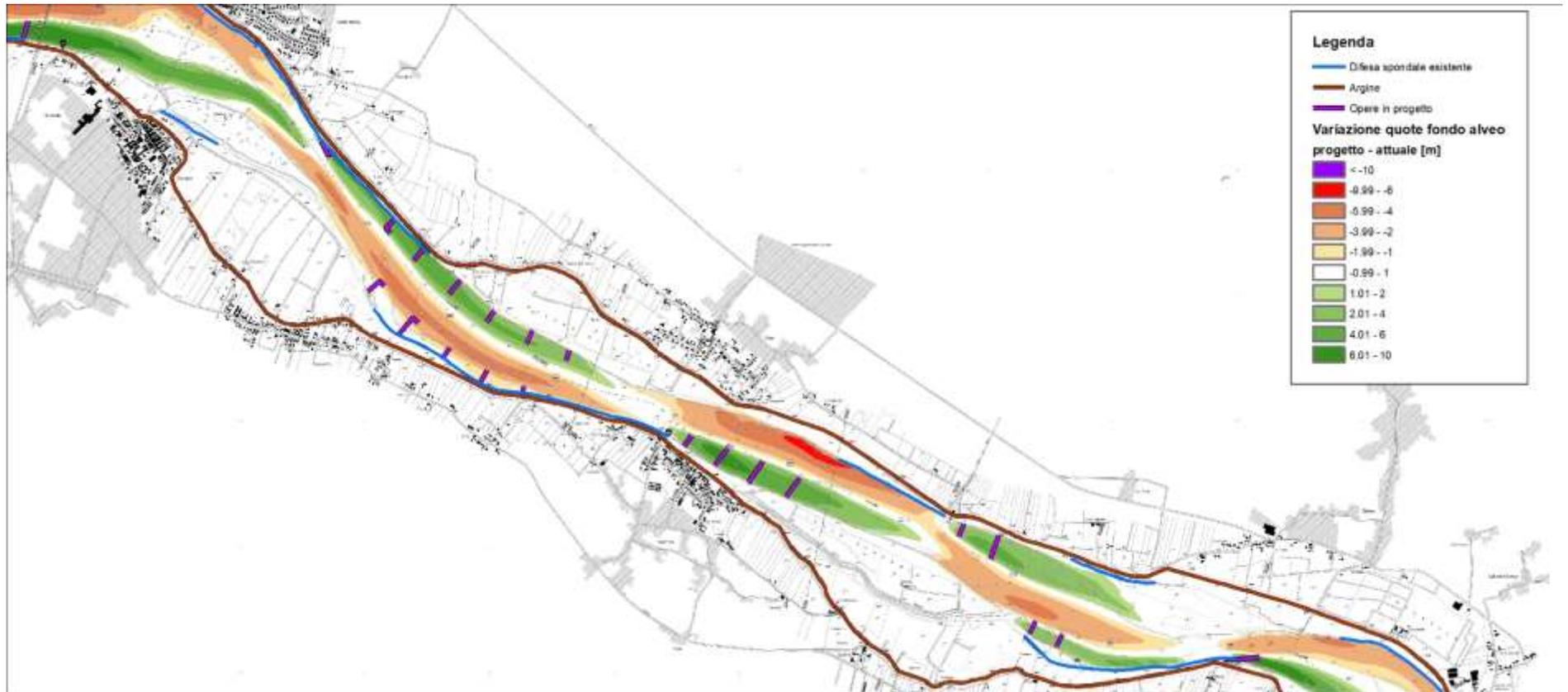
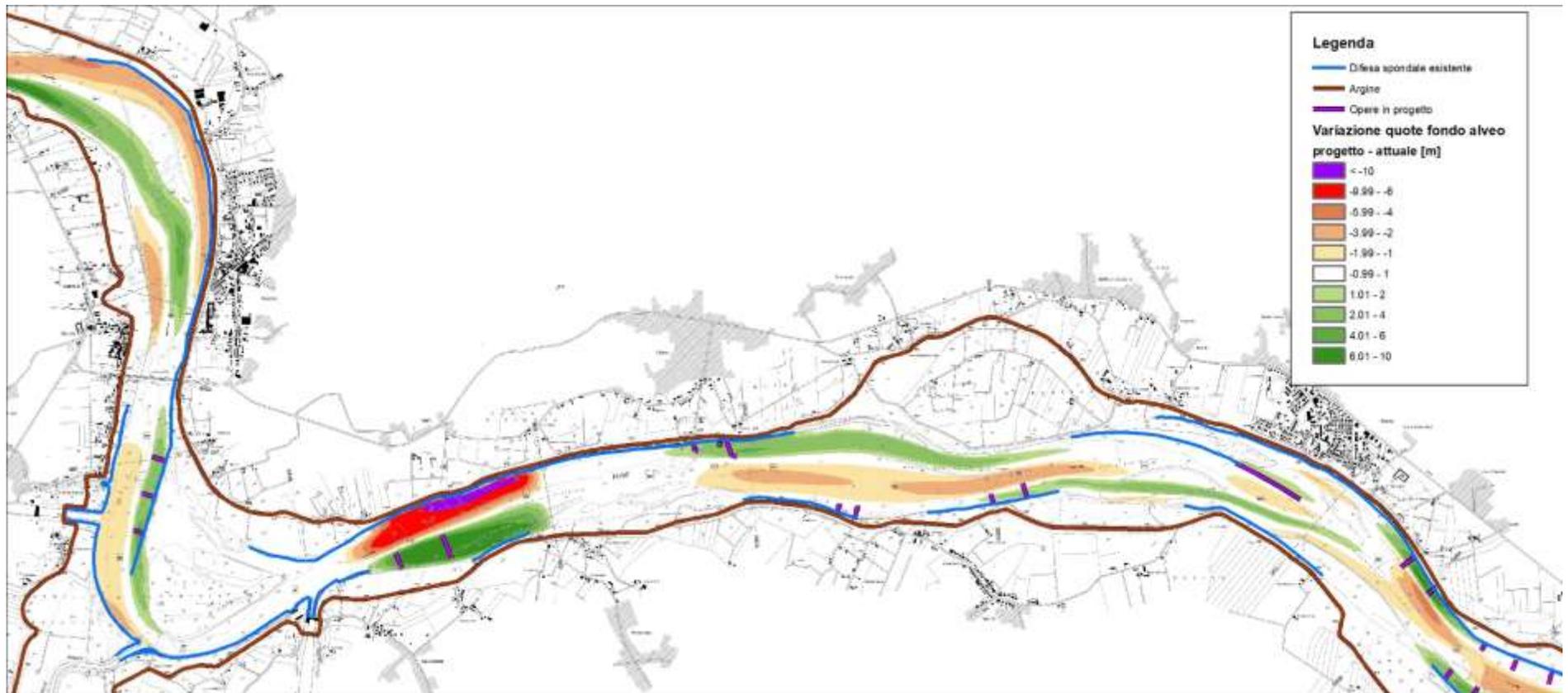


Figura 188 – differenza quote alveo inciso tra assetto di progetto e stato attuale, dopo 10 anni di simulazione con modello a fondo fisso (periodo 2005 – 2015) – 2 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



R.T.P:

Figura 189 – differenza quote alveo inciso tra assetto di progetto e stato attuale, dopo 10 anni di simulazione con modello a fondo fisso (periodo 2005 – 2015) – 3 di 4 (scala 1:50'000)



R.T.P:

Figura 190 – differenza quote alveo inciso tra assetto di progetto e stato attuale, dopo 10 anni di simulazione con modello a fondo fisso (periodo 2005 – 2015) – 4 di 4 (scala 1:50'000)

R.T.P.:



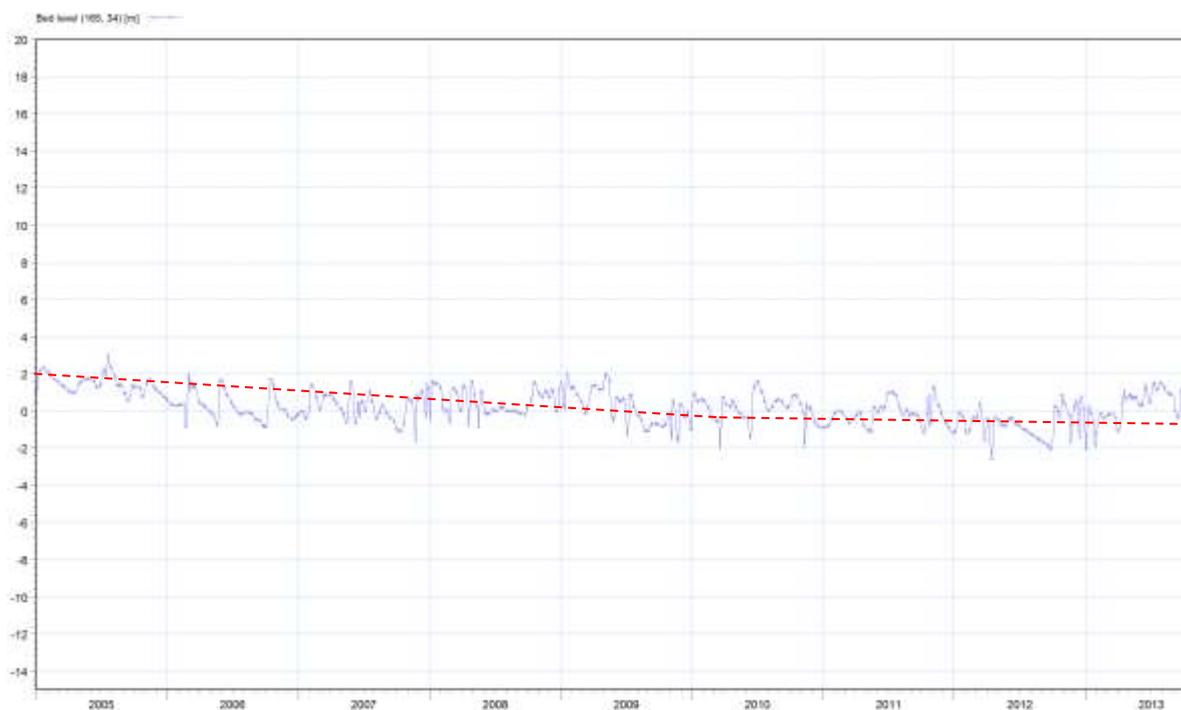


Figura 191 – Tratto Castelmassa: andamento del fondo nello stato di progetto simulato in una cella di calcolo rappresentativa al km 530 (periodo 2005 – 2015)

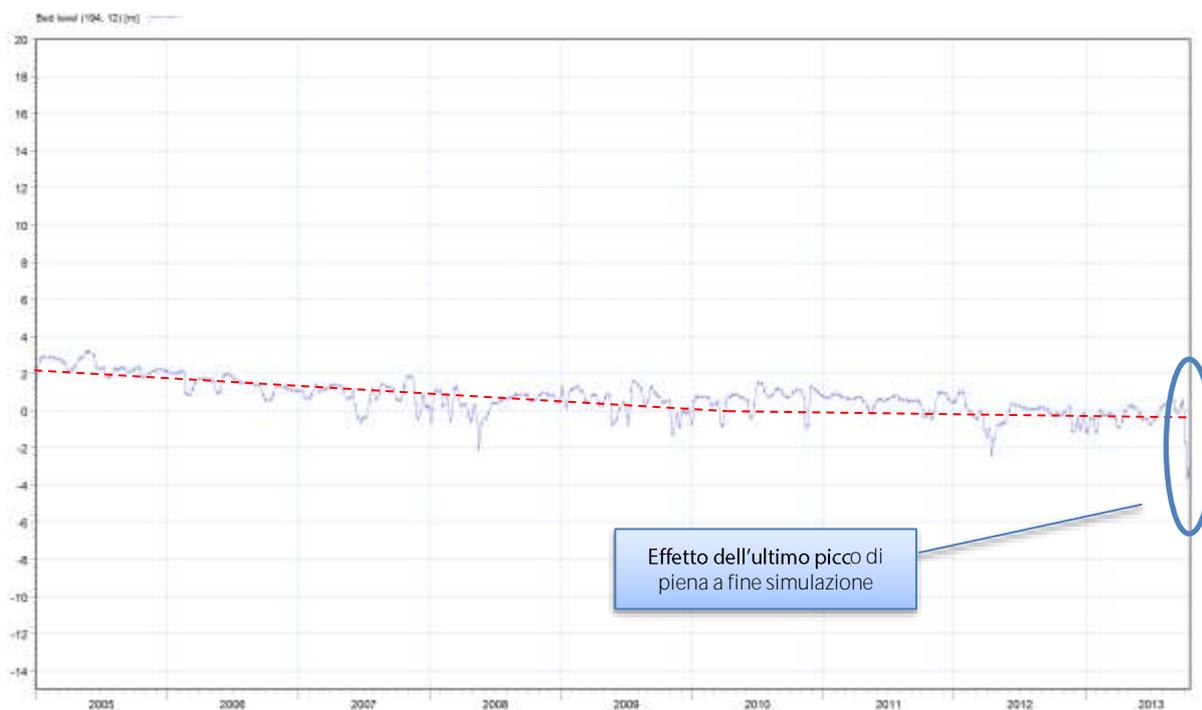


Figura 192 – Tratto Felonica: andamento del fondo nello stato di progetto simulato in una cella di calcolo rappresentativa al km 534 (periodo 2005 – 2015)

R.T.P:

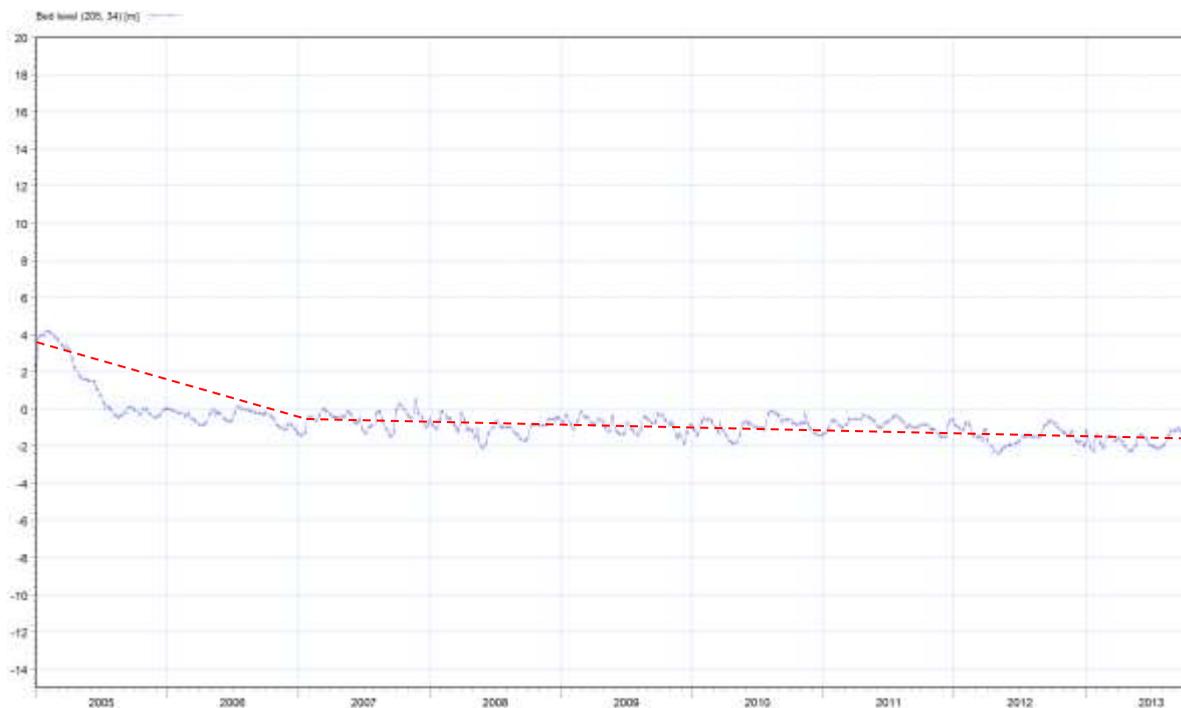


Figura 193 – Tratto Calto: andamento del fondo nello stato di progetto simulato in una cella di calcolo rappresentativa al km 536 (periodo 2005 – 2015)

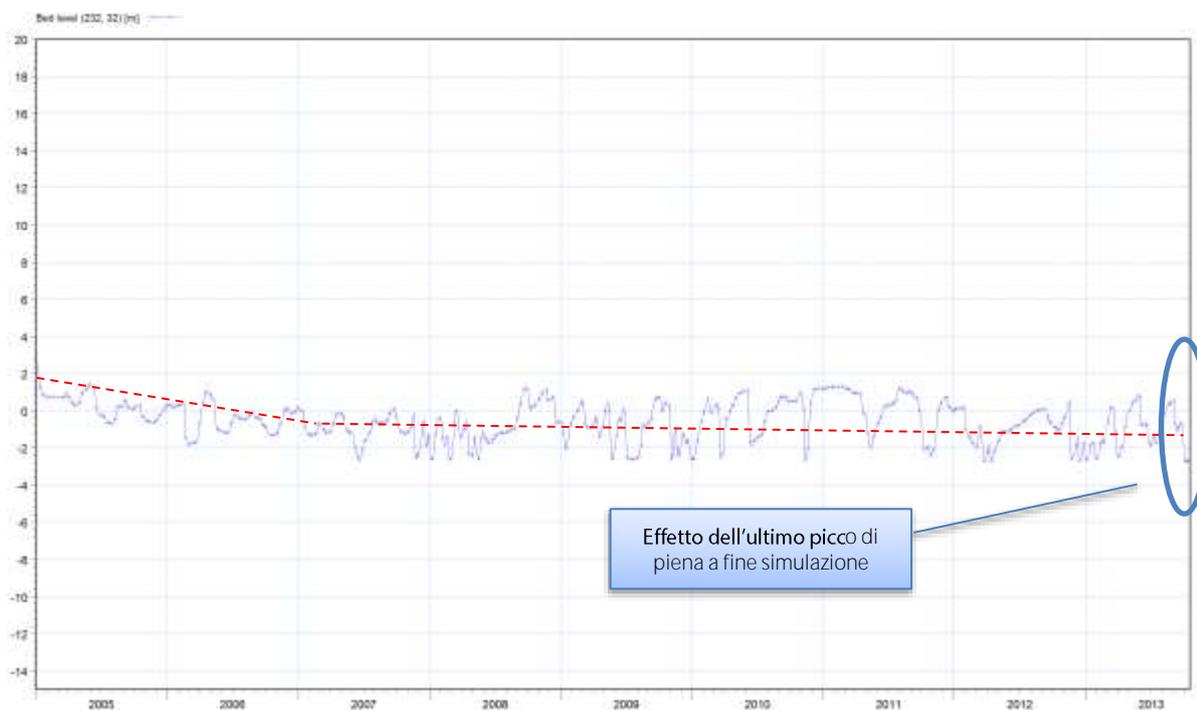


Figura 194 – Tratto Ficarolo: andamento del fondo nello stato di progetto simulato in una cella di calcolo rappresentativa al km 540 (periodo 2005 – 2015)

R.T.P:

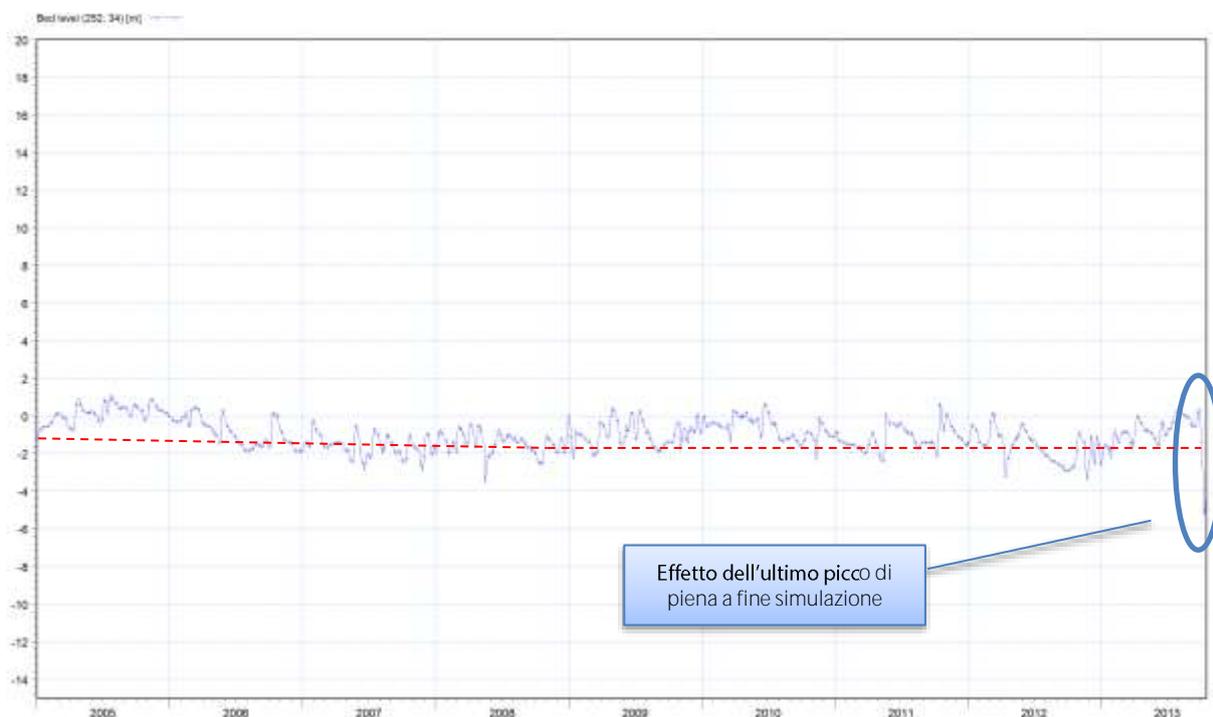


Figura 195 – Tratto Ficarolo: andamento del fondo nello stato di progetto simulato in una cella di calcolo rappresentativa al km 542 (periodo 2005 – 2015)

Con riferimento alle infrastrutture idriche si segnala che **all'interno del tratto oggetto del progetto** sono presenti:

- opere di presa idrica:
  - o Consorzio di Bonifica Adige Po: a Castelmasse (prog. 529,6), Calto (prog. 537,3), Ficarolo (prog. 543,5), Bondeno (prog. 546,3) e Occhiobello (prog. 560,2);
  - o Consorzio di Bonifica Burana a Bondeno (prog. 544,8);
  - o Consorzio di Bonifica Emiliano Romagnolo: a Bondeno (prog. 547,0);
  - o Acquedotto a Pontelagoscuro (prog. 563).

Di seguito vengono prese in considerazione le singole infrastrutture e vengono analizzati gli impatti indotti dalle opere in progetto in termini di variazione della quota idrica e del tirante in condizione di **portata media (pari a 1'490 m<sup>3</sup>/s)**, in condizioni di magra (portata Q355 pari a 464 m<sup>3</sup>/s) e in secca (portata pari a 168 m<sup>3</sup>/s).

Consorzio di Bonifica Adige Po a Castelmasse - prog. 529,6.

R.T.P.:



- Livello idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 8.71 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 8.71 m s.m.
  - o Variazione: -
- Tirante idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 2.7 m
  - o Assetto di progetto: 6.3 m
  - o Variazione: + 3.6 m
- Livello idrico in condizioni di magra:
  - o Stato attuale: 6.83 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 6.79 m s.m.
  - o Variazione: -0.04 m
- Tirante idrico in condizioni di magra:
  - o Stato attuale: 0.8 m
  - o Assetto di progetto: 4.4 m
  - o Variazione: + 3.6 m
- Livello idrico in condizioni di secca:

R.T.P.:

- Stato attuale: 6.10 m s.m.
- Assetto di progetto: 5.77 m s.m.
- Variazione: -0.3 m
- Tirante idrico in condizioni di secca:
  - Stato attuale: 0.1 m
  - Assetto di progetto: 3.4 m
  - Variazione: + 3.3 m

Sintesi: le opere in progetto inducono, **in corrispondenza dell'infrastruttura**, un incremento del tirante idrico (+450% in condizioni di magra), a parità di livello idrico.

R.T.P.:



Consorzio di Bonifica Adige Po a Calto - prog. 537,3.



- Livello idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 8.48 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 8.39 m s.m.
  - o Variazione: - 0.09 m
- Tirante idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 5.1 m
  - o Assetto di progetto: 4.7 m
  - o Variazione: - 0.4 m
  
- Livello idrico in condizioni di magra:
  - o Stato attuale: 6.77 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 6.65 m s.m.
  - o Variazione: -0.12 m
- Tirante idrico in condizioni di magra:
  - o Stato attuale: 3.4 m
  - o Assetto di progetto: 3.0 m
  - o Variazione: -0.4 m
  
- Livello idrico in condizioni di secca:

R.T.P.:

- Stato attuale: 6.08 m s.m.
- Assetto di progetto: 5.71 m s.m.
- Variazione: -0.37 m
- Tirante idrico in condizioni di secca:
  - Stato attuale: 2.7 m
  - Assetto di progetto: 2.1 m
  - Variazione: -0.6

Sintesi: le opere in progetto inducono, **in corrispondenza dell'infrastruttura**, una riduzione del tirante idrico (-12% in condizioni di magra), a sostanziale parità di livello idrico.

Consorzio di Bonifica Adige Po a Ficarolo - prog. 543,5



- Livello idrico in condizioni di portata media:
  - Stato attuale: 8.31 m s.m.
  - Assetto di progetto: 8.18 m s.m.
  - Variazione: -0.13 m
- Tirante idrico in condizioni di portata media:
  - Stato attuale: 10.1 m
  - Assetto di progetto: 9.9 m
  - Variazione: -0.2 m

R.T.P.:

- Livello idrico in condizioni di magra:
  - o Stato attuale: 6.71 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 6.57 m s.m.
  - o Variazione: -0.14 m
- Tirante idrico in condizioni di magra:
  - o Stato attuale: 8.5 m
  - o Assetto di progetto: 8.3 m
  - o Variazione: -0.2 m
  
- Livello idrico in condizioni di secca:
  - o Stato attuale: 6.06 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 5.68 m s.m.
  - o Variazione: -0.38 m
- Tirante idrico in condizioni di secca:
  - o Stato attuale: 7.8 m
  - o Assetto di progetto: 7.4 m
  - o Variazione: -0.4

Sintesi: le opere in progetto non inducono, in corrispondenza dell'infrastruttura, sostanziali variazioni di tirante e livello idrico.

R.T.P.:



Consorzio di Bonifica Burana a Bondeno - prog. 544,8



- Livello idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 8.30 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 8.17 m s.m.
  - o Variazione: -0.13 m
- Tirante idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 4.4 m
  - o Assetto di progetto: 5.6 m
  - o Variazione: + 1.2 m
  
- Livello idrico in condizioni di magra:
  - o Stato attuale: 6.71 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 6.57 m s.m.
  - o Variazione: -0.14 m
- Tirante idrico in condizioni di magra:
  - o Stato attuale: 2.8 m
  - o Assetto di progetto: 4.0 m
  - o Variazione: 1.2 m

R.T.P.:

- Livello idrico in condizioni di secca:
  - o Stato attuale: 6.06 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 5.68 m s.m.
  - o Variazione: -0.38 m
- Tirante idrico in condizioni di secca:
  - o Stato attuale: 2.2 m
  - o Assetto di progetto: 3.1 m
  - o Variazione: +0.9 m

*Sintesi:* le opere in progetto inducono in prossimità dell'infrastruttura un incremento del tirante idrico (+40%), a sostanziale parità di livello idrico.

Consorzio di Bonifica Adige Po a Bondeno - prog. 546,3



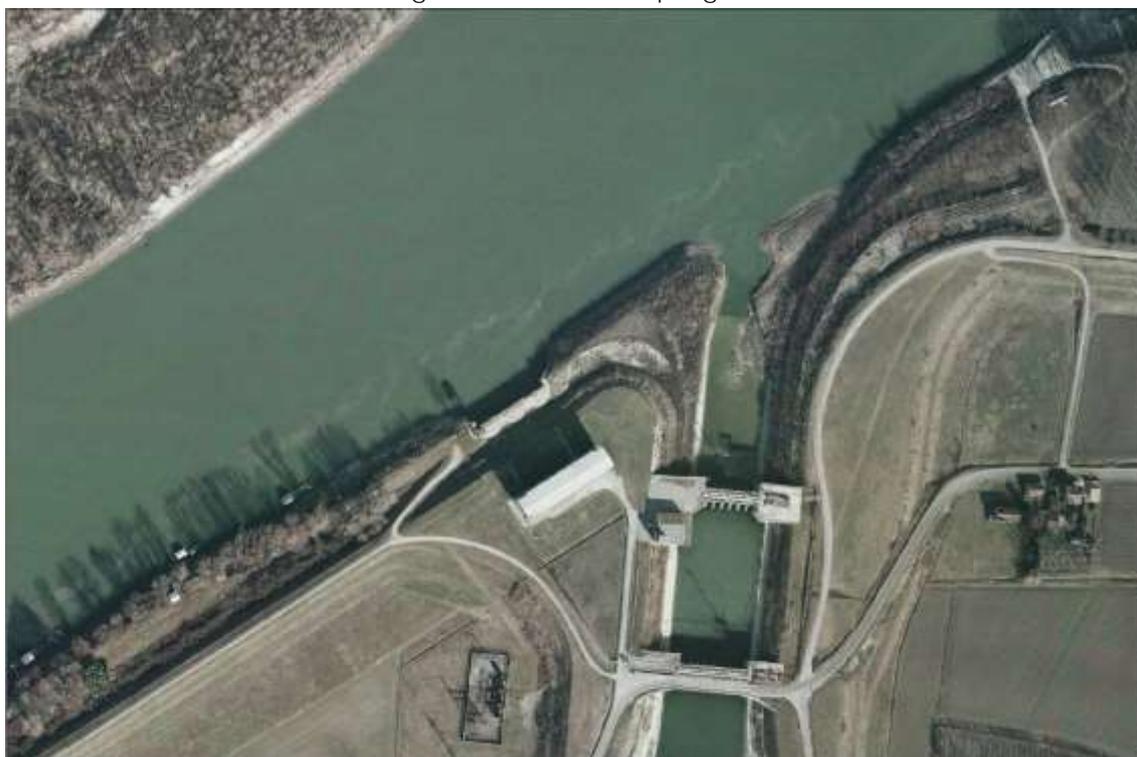
- Livello idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 8.24 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 8.10 m s.m.
  - o Variazione: -0.14 m
- Tirante idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 10.6 m
  - o Assetto di progetto: 10.5 m

R.T.P.:

- Variazione: -0.1 m
  
- Livello idrico in condizioni di magra:
  - Stato attuale: 6.68 m s.m.
  - Assetto di progetto: 6.53 m s.m.
  - Variazione: -0.15 m
- Tirante idrico in condizioni di magra:
  - Stato attuale: 9.0 m
  - Assetto di progetto: 8.9 m
  - Variazione: -0.1 m
  
- Livello idrico in condizioni di secca:
  - Stato attuale: 6.05 m s.m.
  - Assetto di progetto: 5.66 m s.m.
  - Variazione: -0.39 m
- Tirante idrico in condizioni di secca:
  - Stato attuale: 8.4 m
  - Assetto di progetto: 8.0 m
  - Variazione: -0.4 m

Sintesi: le opere in progetto non inducono, in corrispondenza dell'infrastruttura, sostanziali variazioni di tirante e livello idrico.

Consorzio di Bonifica Emiliano Romagnolo a Bondeno - prog. 547,0



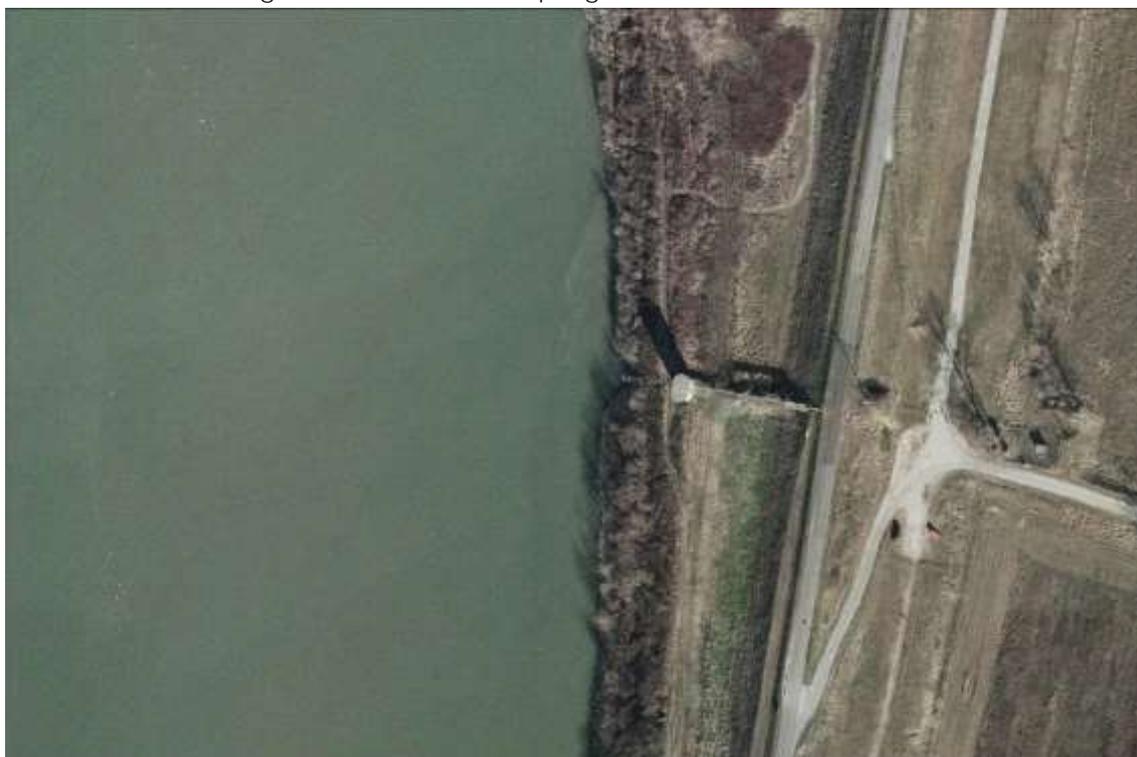
- Livello idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 8.21 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 8.06 m s.m.
  - o Variazione: -0.15 m
- Tirante idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 14.8 m
  - o Assetto di progetto: 14.3 m
  - o Variazione: -0.5 m
  
- Livello idrico in condizioni di magra:
  - o Stato attuale: 6.67 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 6.52 m s.m.
  - o Variazione: -0.15 m
- Tirante idrico in condizioni di magra:
  - o Stato attuale: 13.3 m
  - o Assetto di progetto: 12.8 m
  - o Variazione: -0.5 m

R.T.P.:

- Livello idrico in condizioni di secca:
  - o Stato attuale: 6.05 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 5.65 m s.m.
  - o Variazione: -0.4 m
- Tirante idrico in condizioni di secca:
  - o Stato attuale: 12.7 m
  - o Assetto di progetto: 11.9 m
  - o Variazione: -0.8 m

Sintesi: le opere in **progetto inducono in corrispondenza dell'infrastruttura una limitata riduzione del tirante idrico (-4% in condizioni di magra), a sostanziale parità di livello idrico.**

Consorzio di Bonifica Adige Po a Occhiobello - prog. 560,2.



- Livello idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 4.81 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 4.82 m s.m.
  - o Variazione: -
- Tirante idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 10 m

R.T.P:

- Assetto di progetto: 9.6 m
- Variazione: -0.4 m
  
- Livello idrico in condizioni di magra:
  - Stato attuale: 2.92 m s.m.
  - Assetto di progetto: 2.91 m s.m.
  - Variazione: -
- Tirante idrico in condizioni di magra:
  - Stato attuale: 8.1 m
  - Assetto di progetto: 7.7 m
  - Variazione: -0.4 m
  
- Livello idrico in condizioni di secca:
  - Stato attuale: 2.37 m s.m.
  - Assetto di progetto: 2.37 m s.m.
  - Variazione: -
- Tirante idrico in condizioni di secca:
  - Stato attuale: 7.6 m
  - Assetto di progetto: 7.2 m
  - Variazione: -0.4 m

Sintesi: le opere in progetto inducono **in corrispondenza dell'infrastruttura** una limitata riduzione del tirante idrico (-5% in condizioni di magra), a parità di livello idrico.

R.T.P.:



Acquedotto a Pontelagoscuro - prog. 563



- Livello idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 4.62 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 4.62 m s.m.
  - o Variazione: -
- Tirante idrico in condizioni di portata media:
  - o Stato attuale: 10.7 m
  - o Assetto di progetto: 10.4 m
  - o Variazione: -0.3 m
- Livello idrico in condizioni di magra:
  - o Stato attuale: 2.83 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 2.83 m s.m.
  - o Variazione: -
- Tirante idrico in condizioni di magra:
  - o Stato attuale: 8.9 m
  - o Assetto di progetto: 8.6 m
  - o Variazione: -0.3 m

R.T.P:

- Livello idrico in condizioni di secca:
  - o Stato attuale: 2.35 m s.m.
  - o Assetto di progetto: 2.35 m s.m.
  - o Variazione: -
- Tirante idrico in condizioni di secca:
  - o Stato attuale: 8.5 m
  - o Assetto di progetto: 8.2 m
  - o Variazione: - 0.3

Sintesi: le opere in progetto inducono in corrispondenza dell'infrastruttura una limitata riduzione del tirante idrico (-3% in condizioni di magra), a parità di livello idrico.

Infine, con riferimento alle opere di attraversamento stradale e ferroviario, si evidenzia che nel tratto oggetto del presente progetto tali opere sono:

- o Strada Provinciale n. 91 a Sermide (prog. 528,5);
- o Strada Provinciale n. 86 a Ficarolo (prog. 543,5);
- o Autostrada A13 a Occhiobello (prog. 559);
- o Strada Statale n. 16 a Pontelagoscuro (prog. 563,4);
- o Ferrovia Ferrara – Rovigo a Pontelagoscuro (prog. 564).

Dall'analisi dei risultati riportati nelle figure precedenti emerge che l'unica opera su cui occorrerà porre attenzione è il ponte della Strada Provinciale n. 91 a Sermide (prog. 528,5), in quanto interessato da fenomeni di abbassamento delle quote di fondo alveo **nella porzione centrale dell'alveo**, a fronte di depositi nella parte posta in destra idraulica (cfr. Figura 187).