

## FIUME PANARO (PROVINCIA DI MODENA)

AVVIO ADEGUAMENTO STRUTTURALE E FUNZIONALE DEL SISTEMA ARGINALE ALLA PORTATA PROGETTUALE DI RIFERIMENTO, TRAMITE INTERVENTI DI SISTEMAZIONE MORFOLOGICA DELL'ALVEO, ADEGUAMENTO IN QUOTA E IN SAGOMA, A VALLE DELLA CASSA AL CONFINE PROVINCIALE. INTERVENTO REALIZZABILE PER STRALCI FUNZIONALI.

(Ordinanza n. 8 del 23/06/2015, allegato 1, codice intervento n. 11784, come modificata Ordinanza n. 2 del 23/02/2016)

(MO-E-1346)

### PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

STRALCIO NUOVO RILEVATO ARGINALE IN SINISTRA IDRAULICA

TRA IL PONTE SANT'AMBROGIO E LA CONFLUENZA CON IL T. TIEPIDO IN COMUNE DI MODENA

GIUGNO 2019

ELABORATO:








### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA DELLE OPERE IN PROGETTO

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDAZIONE	VERIFICA
00	PRIMA EMISSIONE	GIUGNO 2019	S. Croci	A. Paoletti
01				

RUP	<i>Dott. Ing. FEDERICA PELLEGRINI</i>	Supporto al RUP	<i>Dott. Geol. STEFANO PARODI Dott. Ing. STEFANO BALDINI</i>
-----	---------------------------------------	-----------------	--

<b>ATI:</b> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p><u>MANDATARIA</u></p>  <p>ETATEC STUDIO PAOLETTI S.r.l. - SOCIETA' DI INGEGNERIA</p> </div> <div style="width: 35%;"> <p>20133 MILANO - via Bassini, 23 - tel. 0226681264 fax 0226681553 - E-Mail: etatec@etatec.it</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p><i>Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI Dott. Ing. STEFANO CROCI Dott. Ing. FILIPPO MALINGENGO</i></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 30%;"> <p><u>MANDANTI</u></p>  <p>INGEGNERI ASSOCIATI</p> </div> <div style="width: 35%;"> <p>20133 MILANO - via Bassini, 23 - tel. 0226681264 fax 0226681553 - E-Mail: studiopaoletti@etatec.it</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p><i>Dott. Ing. CRISTINA GIUSEPPINA PASSONI</i></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 30%;">  <p>Ing. Claudio Marcello S.r.l.</p> </div> <div style="width: 35%;"> <p>20122 MILANO - via Visconti di Modrone, 18 tel. 0276020695-0276391291, fax 0276023532 E-Mail: info@studiomarcello.it</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p><i>Dott. Ing. CARLO CLAUDIO MARCELLO Dott. Ing. PAOLO MEDA Dott. Ing. MARIA CRISTINA SOMASCHI</i></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 30%;"> <p><i>Studio Associato di Geologia Spada</i></p>  </div> <div style="width: 35%;"> <p>24020 RANICA (BG) - via Donizetti, 17 tel. 035516090-035513738 E-Mail: info@studiogeospada.it</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p><i>Dott. Geol. MARIO SPADA Dott. Geol. GIAN MARCO ORLANDI Dott. Geol. SUSANNA BIANCHI</i></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 30%;">  <p>ARCHITETTURA E CITTA' STUDIO ASSOCIATO architettura e paesaggio</p> </div> <div style="width: 35%;"> <p>43123 PARMA - via Archimede, 2 tel. 0521491914, fax 0521243969 E-Mail: info@assarch.it</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p><i>Dott. Arch. PAOLA CAVALLINI Dott. Arch. MICHELE MUSIARI</i></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 30%;">  </div> <div style="width: 35%;"> <p>28047 Oleggio (NO) - viale Paganini, 9 tel. 032194885, fax 0321961008 PEC atuttoprogetto@pec.it, E-Mail info@atuttoprogetto.com</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p><i>Geom. PAOLO MASSARA Geom. FILIPPO BELLONI Geom. VALENTINA MANTOAN</i></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 30%;">  </div> <div style="width: 35%;"> <p>46020 QUINGENTOLE (MN) - Strada Fienili, 39/a tel. 038642287, fax 038642591 E-Mail: mail@archeologica.it</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p><i>Dott. ALBERTO MANICARDI Dott.ssa ELISA LERCO</i></p> </div> </div>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>TIPOLOGIA</td> <td>PP</td> <td>COMMESSA</td> <td>250-28</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>ATTI</td> <td>NUMERO</td> <td>A.1</td> <td>SCALA</td> </tr> </table>	TIPOLOGIA	PP	COMMESSA	250-28	DOCUMENTO	ATTI	NUMERO	A.1	SCALA
TIPOLOGIA	PP	COMMESSA	250-28	DOCUMENTO	ATTI	NUMERO	A.1	SCALA		

## INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. SITUAZIONE ATTUALE E PIANIFICAZIONE VIGENTE.....	5
3. PROPOSTE DI TRACCIATO DEL NUOVO ARGINE DEL FIUME PANARO IN SINISTRA IDRAULICA IN COMUNE DI MODENA PRESENTATE ALL'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO E RELATIVO PARERE RILASCIATO .....	10
3.1 PROPOSTE DI TRACCIATO DEL NUOVO ARGINE DEL FIUME PANARO IN SINISTRA IDRAULICA, IN COMUNE DI MODENA .....	10
3.2 PARERE AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO.....	22
4. DESCRIZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA DELLE OPERE IN PROGETTO.....	25
4.1 PREMESSA .....	25
4.2 TIPOLOGIE DI INTERVENTO .....	25
4.3 DESCRIZIONE DELL'ASSETTO DI PROGETTO .....	28
5. CARATTERISTICHE IDROLOGICO-IDRAULICHE DEL FIUME PANARO DESUNTE DA STUDI PREGRESSI.....	31
5.1 PREMESSA .....	31
5.2 EVENTI DI PIENA RECENTI ED ANALISI DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO .....	32
5.3 ANALISI IDROLOGICO-IDRAULICHE SVOLTE DA UNIMORE.....	34
6. ANALISI IDRAULICHE DEL F. PANARO MEDIANTE IMPLEMENTAZIONE DI MODELLO IDRAULICO BIDIMENSIONALE.....	36
7. INDAGINI GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE .....	47
7.1 ASSETTO GEOLOGICO.....	47
7.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	49
7.3 SUBSIDENZA DEL SUOLO.....	51
7.4 SISMICITÀ.....	52
7.5 MODELLO GEOLOGICO-TECNICO PRELIMINARE DI RIFERIMENTO .....	55
8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO.....	58
9. VALUTAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA .....	61
10. PIANO PARTICELLARE PRELIMINARE DELLE AREE E CRITERI ESTIMATIVI.....	63
10.1 PREMESSA .....	63
10.2 LE MAPPE CATASTALI .....	63
10.3 CRITERI ADOTTATI NELL'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI OCCUPAZIONE.....	63
10.4 LE VISURE CATASTALI .....	63

10.5 ELENCO DITTE .....	64
10.6 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	64
10.7 CRITERIO DI RICERCA DELLE INDENNITÀ DA OFFRIRE IN RELAZIONE ALLA DESTINAZIONE URBANISTICA DELLE AREE .....	64
10.8 CRITERIO INDENNITÀ PER LE OCCUPAZIONI TEMPORANEE .....	65
10.9 CONSIDERAZIONE FINALE SULLE SOMME DA PAGARE .....	65
11. CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA E QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO.....	67
12. ATTI DEL PRESENTE PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO- ECONOMICA .....	72

## RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA DELLE OPERE IN PROGETTO

### 1. PREMESSA

Il presente progetto di fattibilità tecnico-economica ha per oggetto la realizzazione di un nuovo argine del fiume Panaro, in sinistra idraulica, tra il rilevato di accesso al ponte Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido. Il tratto oggetto di intervento ricade interamente nel territorio del Comune di Modena.

L'intervento rientra nell'ambito degli interventi denominati “avvio adeguamento strutturale e funzionale del sistema arginale alla portata progettuale di riferimento, tramite interventi di sistemazione morfologica dell'alveo, adeguamento in quota e in sagoma, a valle della cassa fino al confine provinciale. Intervento realizzabile per stralci funzionali. (Ordinanza n. 8 del 23.06.2015, allegato 1, codice intervento n. 11784, come modificata da ordinanza n. 2 del 23.02.2016) - (MO-E-1346)” e ne rappresenta lo “Stralcio nuovo rilevato arginale in sinistra idraulica tra il ponte Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido in Comune di Modena”

La presente relazione è così strutturata:

- nel capitolo 2 vengono riportati, con riferimento al tratto di interesse tra la cassa di Sant'Anna e il ponte ferroviario della linea Milano – Bologna, i limiti delle fasce fluviali del PAI, i limiti delle fasce riportate nel PTCP della Provincia di Modena, le aree di pericolosità del PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvione) e le aree di allagamento definite nell'ambito del presente progetto mediante il modello bidimensionale del fiume Panaro utilizzando gli idrogrammi di piena definiti dall'università UNIMORE;
- nel capitolo 3 sono riportate le proposte di tracciato del nuovo argine del fiume Panaro in sinistra idraulica in Comune di Modena presentate all'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po e il relativo parere rilasciato dalla stessa, in base al quale si è proceduto a redigere il presente progetto di fattibilità tecnico-economica;
- nel capitolo 4 vengono descritte le opere previste in progetto;
- nel capitolo 5 sono riportati i dati di base estratti dallo studio UNIMORE e utilizzati nel presente progetto, oltre che dai contenuti principali dei documenti dell'Autorità di bacino del fiume Po;
- nel capitolo 6 sono riassunte le analisi idrauliche condotte dagli scriventi mediante l'implementazione di un modello idraulico bidimensionale;



- nel capitolo 7 vengono presentate, in sintesi, le indagini geologiche e idrogeologiche poste a base della progettazione geotecnica e strutturale degli argini (capitolo 8);
- l'analisi effettuata relativamente alle presenze archeologiche è riassunta nel capitolo 9;
- il capitolo 10, invece, descrive sommariamente le analisi effettuate in merito al piano particellare preliminare delle aree e ai criteri estimativi delle proprietà interessate dai lavori;
- nel capitolo 11 si richiama il calcolo sommario della spesa e il quadro economico di progetto;
- la relazione si conclude con l'elenco degli elaborati del presente progetto.

## 2. SITUAZIONE ATTUALE E PIANIFICAZIONE VIGENTE

Nel presente capitolo vengono riportati, con riferimento al tratto di interesse tra la cassa di Sant'Anna e il ponte ferroviario della linea Milano – Bologna, i limiti delle fasce fluviali del PAI, i limiti delle fasce riportate nel PTCP della Provincia di Modena, le aree di pericolosità del PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvione) e le aree di allagamento definite nell'ambito del presente progetto mediante il modello bidimensionale del fiume Panaro utilizzando gli idrogrammi di piena definiti dall'università UNIMORE.

In primo luogo si ricorda che in seguito all'intesa tra Autorità di bacino del fiume Po, Provincia di Modena e Regione Emilia Romagna, per *“la definizione delle disposizioni del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Modena relativa all'attuazione del “Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po” (PAI)”*, il PTCP di Modena assume il valore e gli effetti di *piano settoriale di tutela e uso del territorio di propria competenza* e trova applicazione in luogo del PAI vigente, per cui con riferimento alle fasce fluviali, valgono quelle contenute nel PTCP di Modena.

In particolare:

- nella Figura 1 è riportato il confronto tra le fasce fluviali del PAI e le fasce del PTCP da cui si evince che:
  - tra la cassa di Sant'Anna e il ponte della via Emilia (ponte S. Ambrogio):
    - in destra idraulica la fascia di espansione inondabile del PTCP corrisponde con la fascia B del PAI;
    - in sinistra idraulica la fascia di espansione inondabile del PTCP corrisponde quasi con la fascia A del PAI, mentre la fascia B è più esterna;
  - tra il ponte della via Emilia (ponte S. Ambrogio) e la confluenza con il T. Tiepido:
    - in destra idraulica la fascia di espansione inondabile del PTCP corrisponde con la fascia B del PAI;
    - in sinistra idraulica la fascia di espansione inondabile del PTCP corrisponde quasi con le fasce B e B di progetto del PAI.
- nella Figura 2 è riportato il confronto tra le fasce del PTCP e le aree di pericolosità idraulica del PGRA, da cui si evince che:
  - tra la cassa di Sant'Anna e il ponte della via Emilia (ponte S. Ambrogio) la fascia di espansione inondabile del PTCP corrisponde con le aree a

pericolosità P3/H interessate da allagamento frequente;

- tra il ponte della via Emilia (ponte S. Ambrogio) e la confluenza con il T. Tiepido la fascia di espansione inondabile del PTCP corrisponde con le aree a pericolosità P2/M interessate da allagamento poco frequente;
- nella Figura 3 è riportato il confronto tra le aree di pericolosità idraulica del PGRA e le aree di allagamento definite nell'ambito del progetto sopra citato, da cui si evince che:
  - tra la cassa di Sant'Anna e il ponte della via Emilia (ponte S. Ambrogio) le aree a pericolosità P2/M, interessate da allagamento poco frequente (T=200 anni), corrispondono sostanzialmente con l'allagamento relativo alla piena con tempo di ritorno 50 anni, mentre l'allagamento della piena duecentennale ricavato dal modello è più ampio (calcolato nell'ipotesi di assenza di crollo delle arginature esistenti che vengono tracimate dalla piena);
  - tra il ponte della via Emilia (ponte S. Ambrogio) e la confluenza con il T. Tiepido:
    - in destra idraulica le aree a pericolosità P2/M interessate da allagamento poco frequente (T=200 anni) corrispondono con l'allagamento per T=50 anni calcolato con il modello bidimensionale, mentre l'allagamento della piena duecentennale da modello è più ampio (calcolato nell'ipotesi di assenza di crollo delle arginature esistenti che vengono tracimate dalla piena);
    - in sinistra idraulica le aree a pericolosità P2/M interessate da allagamento poco frequente (T=200 anni) sono meno estese degli allagamenti per T=50 anni e per T=200 anni, calcolati con il modello idraulico bidimensionale.



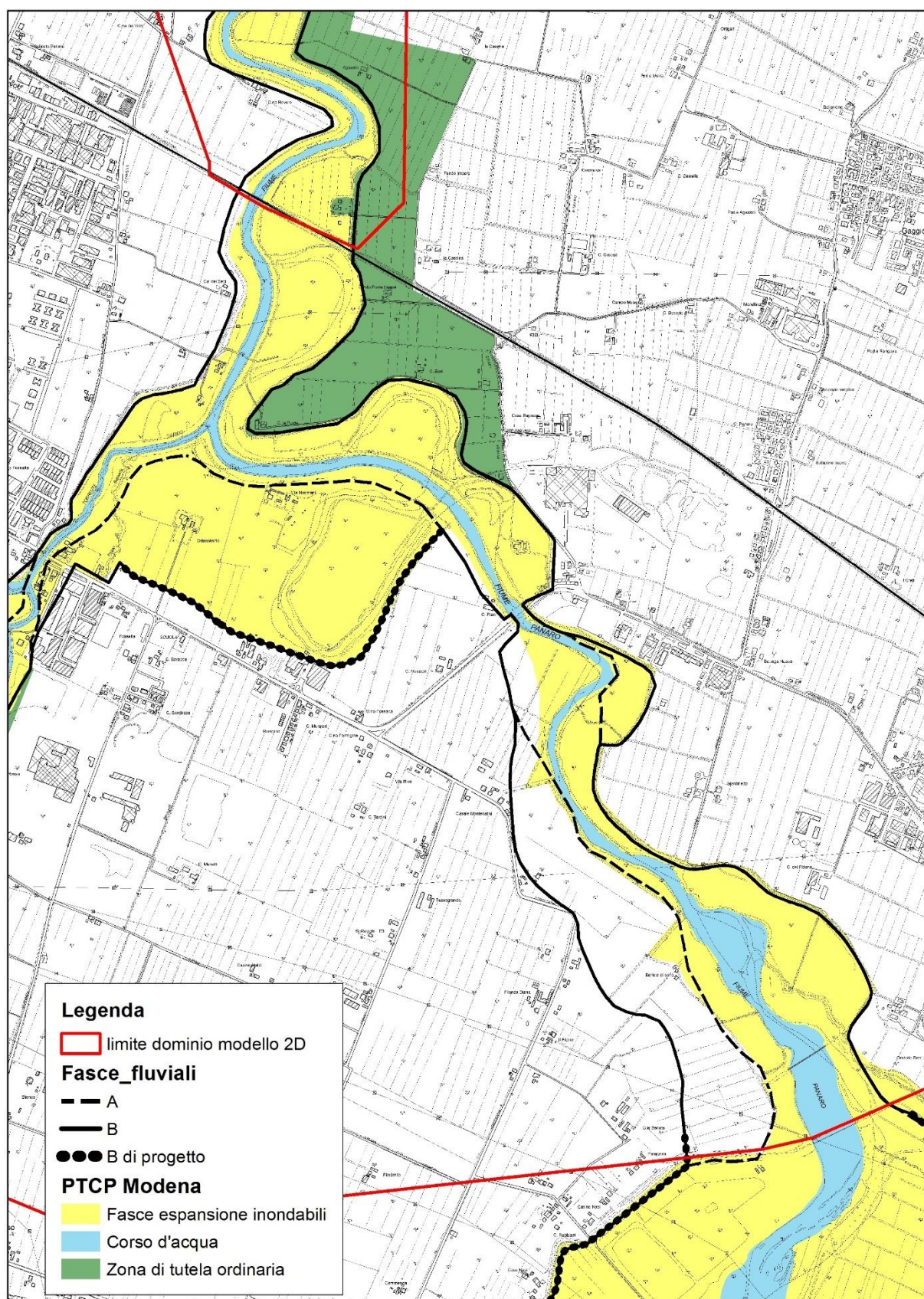


Figura 1 – Confronto fra PTCP Modena e fasce fluviali PAI



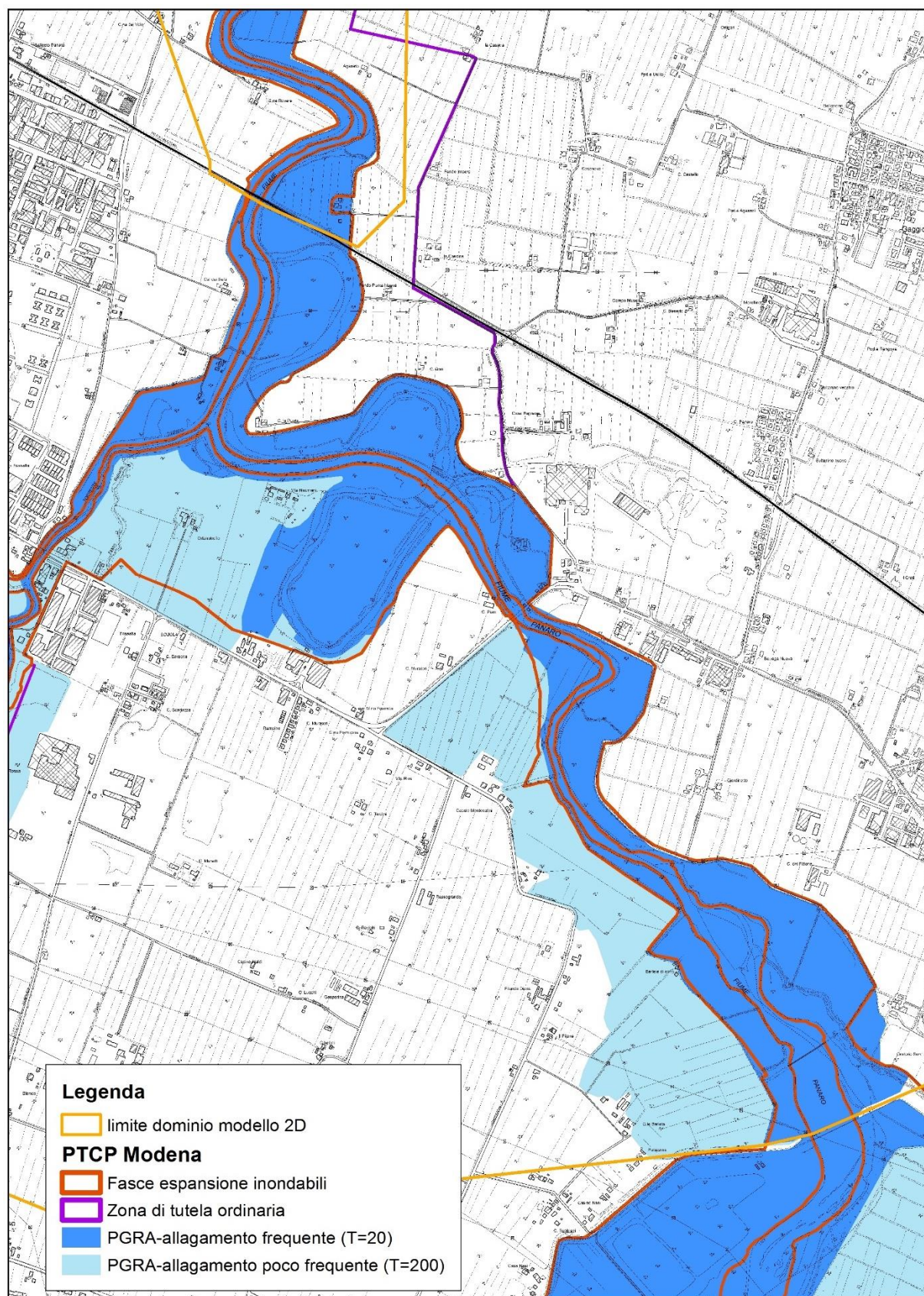


Figura 2 – Confronto fra PTCP Modena e PGRA



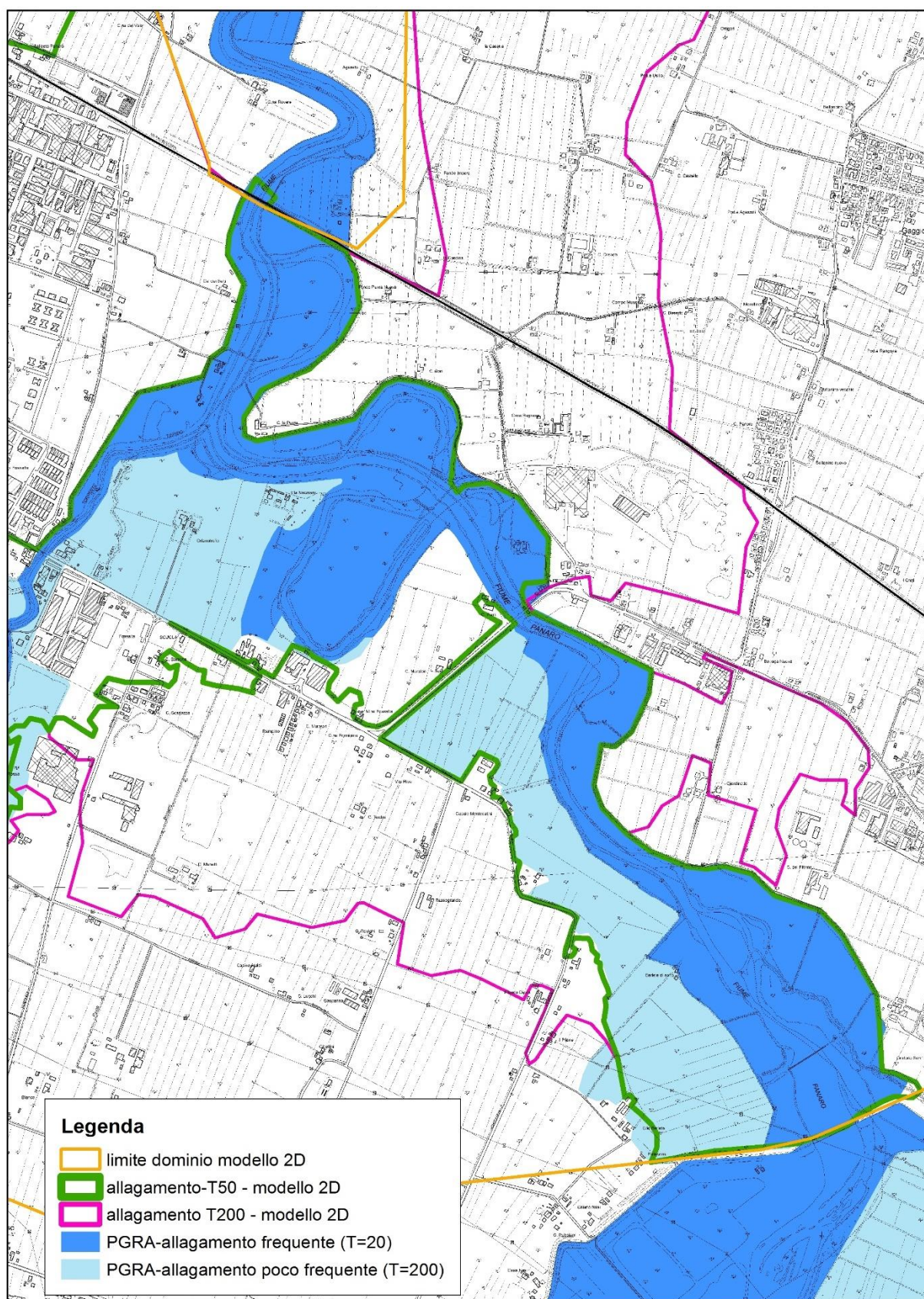


Figura 3 – Confronto fra PGRA e aree di allagamento definite con il modello bidimensionale

### 3. PROPOSTE DI TRACCIATO DEL NUOVO ARGINE DEL FIUME PANARO IN SINISTRA IDRAULICA IN COMUNE DI MODENA PRESENTATE ALL'AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO E RELATIVO PARERE RILASCIATO

#### 3.1 PROPOSTE DI TRACCIATO DEL NUOVO ARGINE DEL FIUME PANARO IN SINISTRA IDRAULICA, IN COMUNE DI MODENA

In funzione di quanto esposto nei capitoli precedenti e in relazione alla scelta effettuata nell'ambito del progetto *“Fiume Panaro - Avvio adeguamento strutturale e funzionale del sistema arginale alla portata progettuale di riferimento, tramite interventi di sistemazione morfologica dell'alveo, adeguamento in quota e in sagoma, a valle della cassa fino al confine provinciale. Intervento realizzabile per stralci funzionali (Ordinanza n.8 del 23/06/2015, allegato 1, codice intervento n. 11784, come modificata Ordinanza n.2 del 23/02/2016) - MO-E-1346”*, secondo cui gli interventi di adeguamento degli argini esistenti del fiume Panaro devono essere effettuati rispetto al livello idrico della piena cinquantennale con un metro di franco di sicurezza (decisione assunta in seno allo staff tecnico di coordinamento istituito ai sensi dell'Ordinanza 1/2014, in base ai confronti multicriteria esposti nella relazione A.2 allegata al progetto di fattibilità tecnico-economica), si è deciso di:

1. prevedere un nuovo argine del fiume Panaro in sinistra idraulica, tra la via Emilia e la confluenza con il T. Tiepido;
2. prevedere interventi di protezione locale in sinistra idraulica tra la cassa di Sant'Anna e la via Emilia;
3. non prevedere nessun ulteriore intervento in destra idraulica rispetto a quelli già previsti nell'ambito del progetto di fattibilità tecnico-economica e recentemente già realizzati (adeguamento in quota dell'argine esistente tra gli stanti 10 e 17 in Comune di Castelfranco Emilia).

Si segnala che, come messo in evidenza già nell'ambito del progetto di fattibilità tecnico-economica redatto nel mese di marzo 2017, occorre prevedere interventi di arginatura lungo l'asta del T. Tiepido e del suo affluente Grizzaga, ma tali interventi non sono oggetto del nostro incarico di progettazione.

Relativamente all'intervento citato al precedente punto 1., nella Figura 4 sono riportate due ipotesi di tracciato, in parte coincidenti, così caratterizzate:

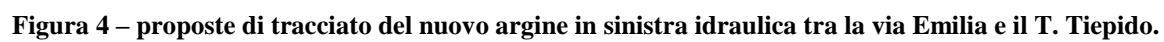
- **Alternativa n. 1:** l'argine si intesta sul rilevato della via Emilia in prossimità della C.na



Formigine e corre parallelamente alla via Emilia costeggiando gli insediamenti e le infrastrutture già presenti, fino a giungere in corrispondenza della sponda destra del T. Tiepido appena a valle del ponte della via Emilia. Il presente tracciato, come messo in evidenza nella Figura 5, non ripercorre esattamente il limite della fascia del PTCP, ma si attesta sempre in prossimità degli insediamenti e delle infrastrutture da proteggere, quindi massimizza l'estensione delle aree agricole che resteranno allagabili. In tale caso è necessario anche realizzare un argine locale a protezione degli insediamenti posti lungo la via Emilia in prossimità del ponte S. Ambrogio. La lunghezza complessiva dell'argine in progetto è pari a 1'700 m (1'450 m + 250 m).

- **Alternativa n. 2:** l'argine si intesta sul rilevato della via Emilia in prossimità del ponte di Sant'Ambrogio, costeggia la sponda sinistra ove attualmente è presente un rilevato (percorso Natura) caratterizzato da quote inferiori rispetto alla piena cinquantennale più 1 m di franco, poi lambisce il paleo alveo presente e successivamente corre parallelamente alla via Emilia costeggiando gli insediamenti e le infrastrutture già presenti, fino a giungere in corrispondenza della sponda destra del T. Tiepido appena a valle del ponte della via Emilia. Il presente tracciato, come messo in evidenza nella Figura 6, segue quasi sempre il limite della fascia del PTCP, ad eccezione della zona posta in destra idraulica del T. Tiepido, fino al Fosso Bernardi, in quanto sono già presenti alcuni insediamenti. La lunghezza complessiva dell'argine in progetto è pari a 2'080 m.

Le due alternative di tracciato sono state sottoposte all'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, al fine di avere un parere relativo al tracciato da considerare nella presente progettazione di fattibilità tecnico ed economica.





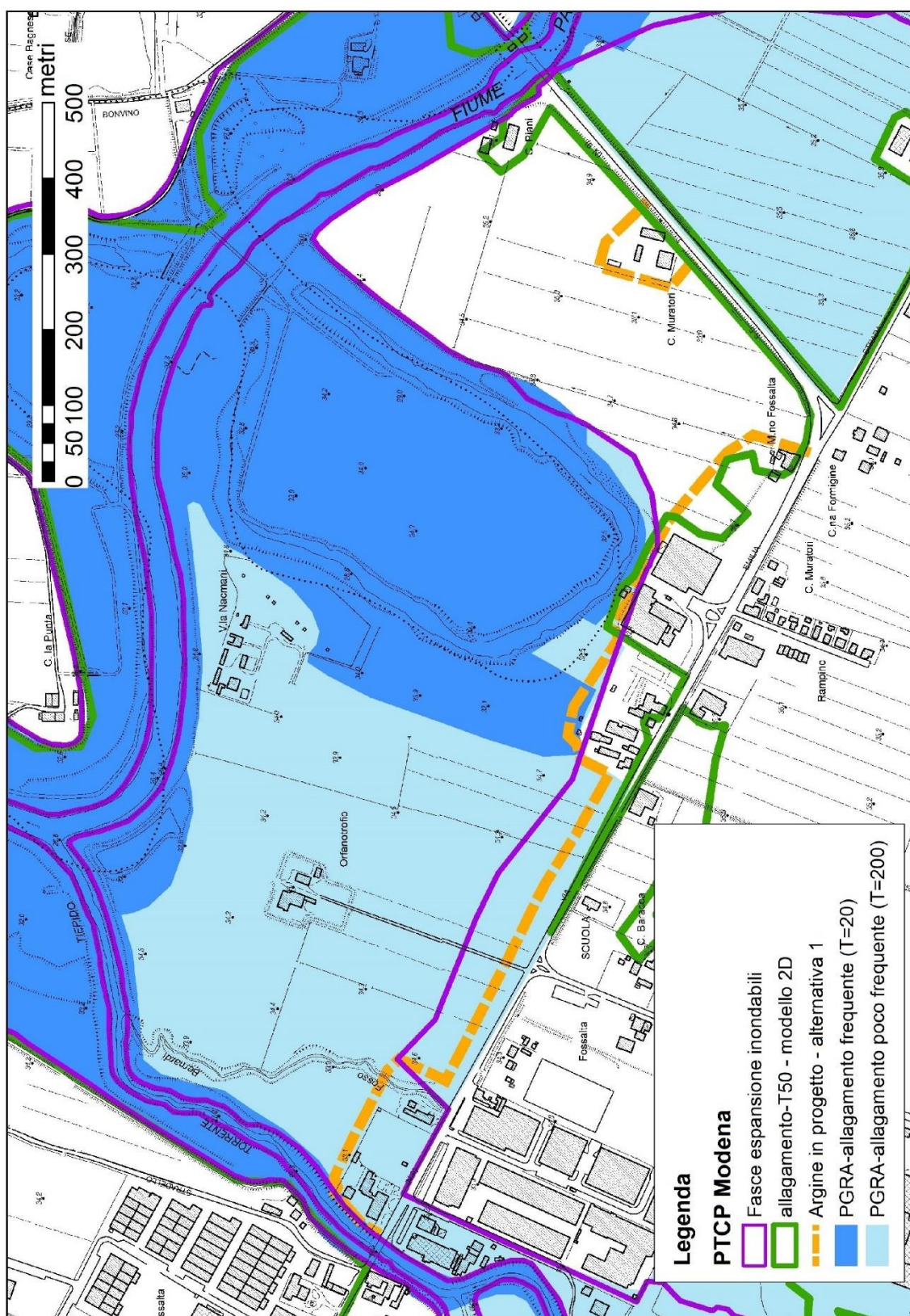


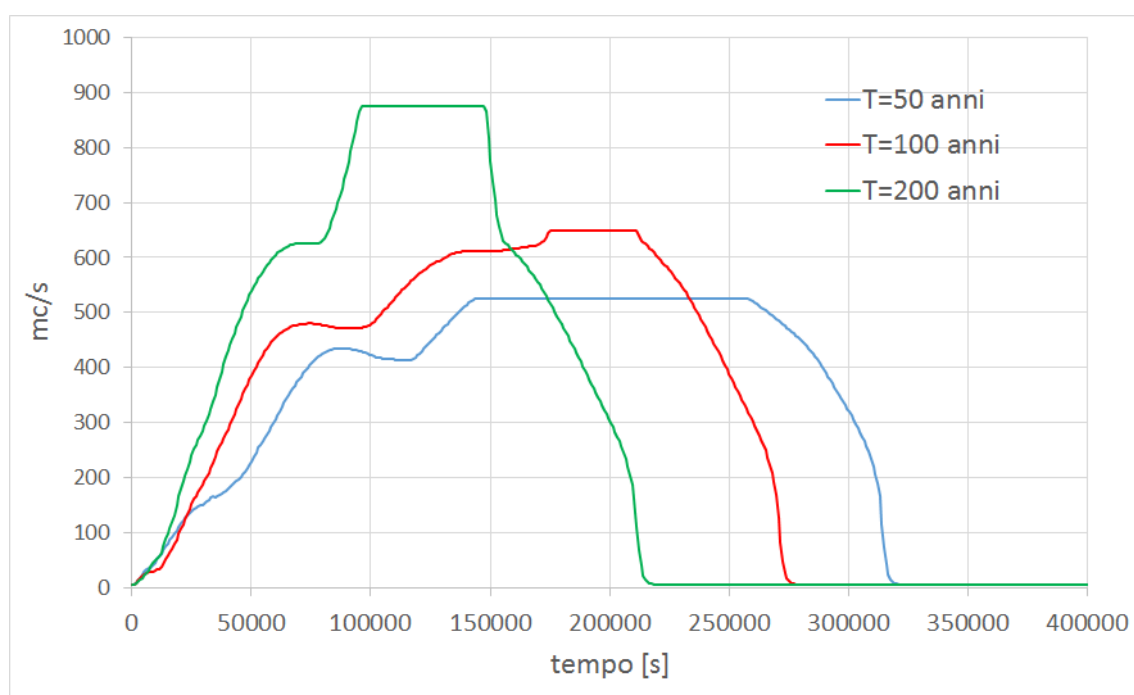
Figura 5 – sovrapposizione tra il tracciato dell'alternativa n. 1, le fasce del PTCP e le aree di pericolosità del PGRA e le aree di allagamento definite con il modello 2D.





Per valutare gli effetti in termini idraulici delle due alternative di tracciato, sono state effettuate alcune simulazioni con il modello bidimensionale del fiume Panaro implementato nell'ambito del suddetto progetto di fattibilità tecnico-economica. In particolare, per ogni alternativa di tracciato, sono state simulati gli idrogrammi di piena per T=50 anni e per T=200 anni definiti dall'università UNIMORE, di seguito riportati nella Figura 22.

Si specifica che la simulazione della piena duecentennale è stata effettuata considerando gli argini esistenti sormontabili, ma senza considerarne il collasso.



**Figura 7 – Portate di piena in uscita dalla cassa di espansione di Sant’Anna calcolate da UNIMORE**

Nelle figure seguenti si riportano i risultati delle simulazioni condotte, in termini di area di allagamento, livelli massimi al colmo e differenza tra i livelli delle alternative considerate.

Nelle simulazioni è stato considerato che l’allagamento non possa avvenire dal T. Tiepido a monte della via Emilia, ipotizzando l’esistenza di opere di contenimento. Questo è stato fatto per verificare i soli effetti indotti dalle due suddette alternative.



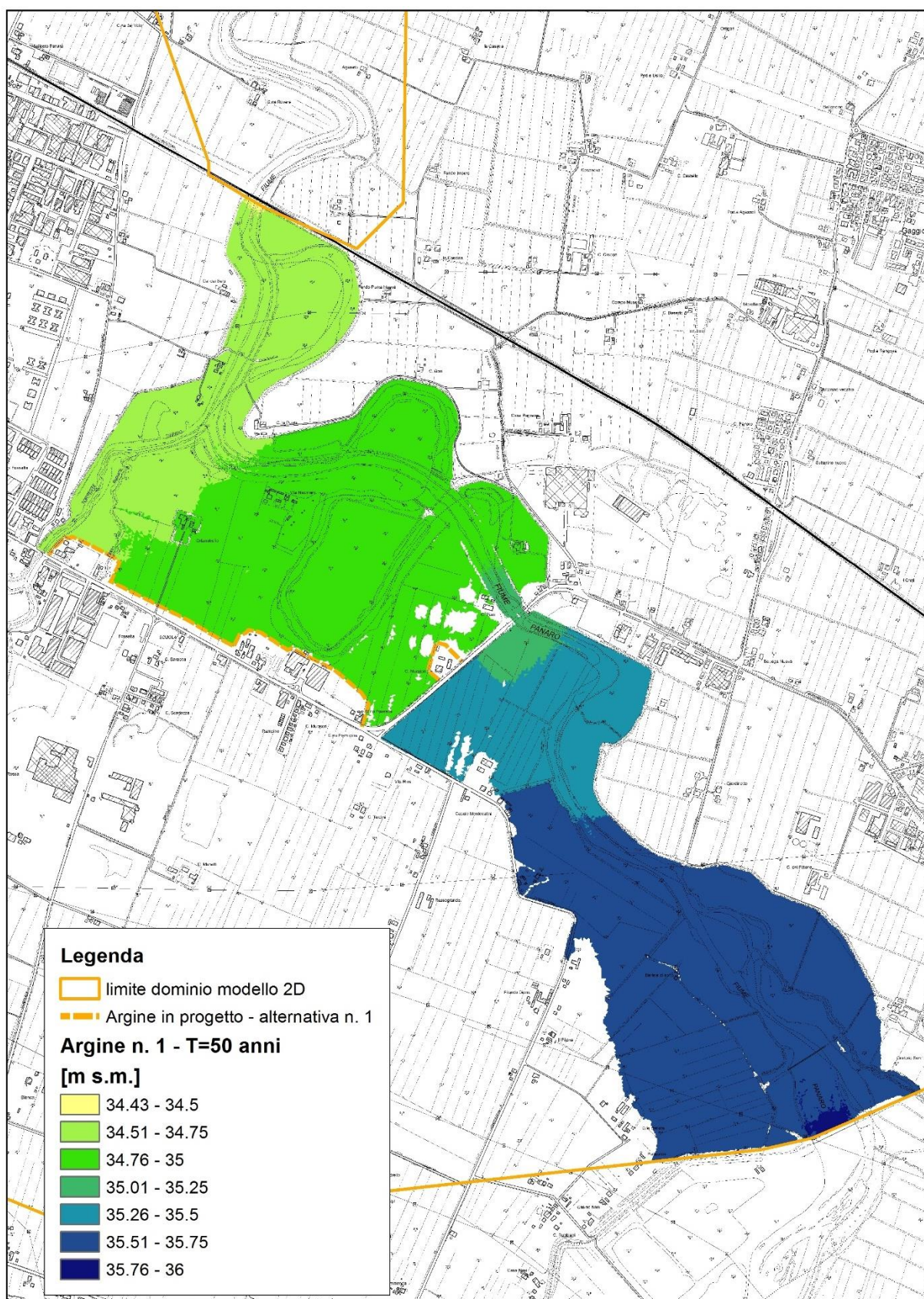


Figura 8 – Alternativa n. 1 – T=50 anni



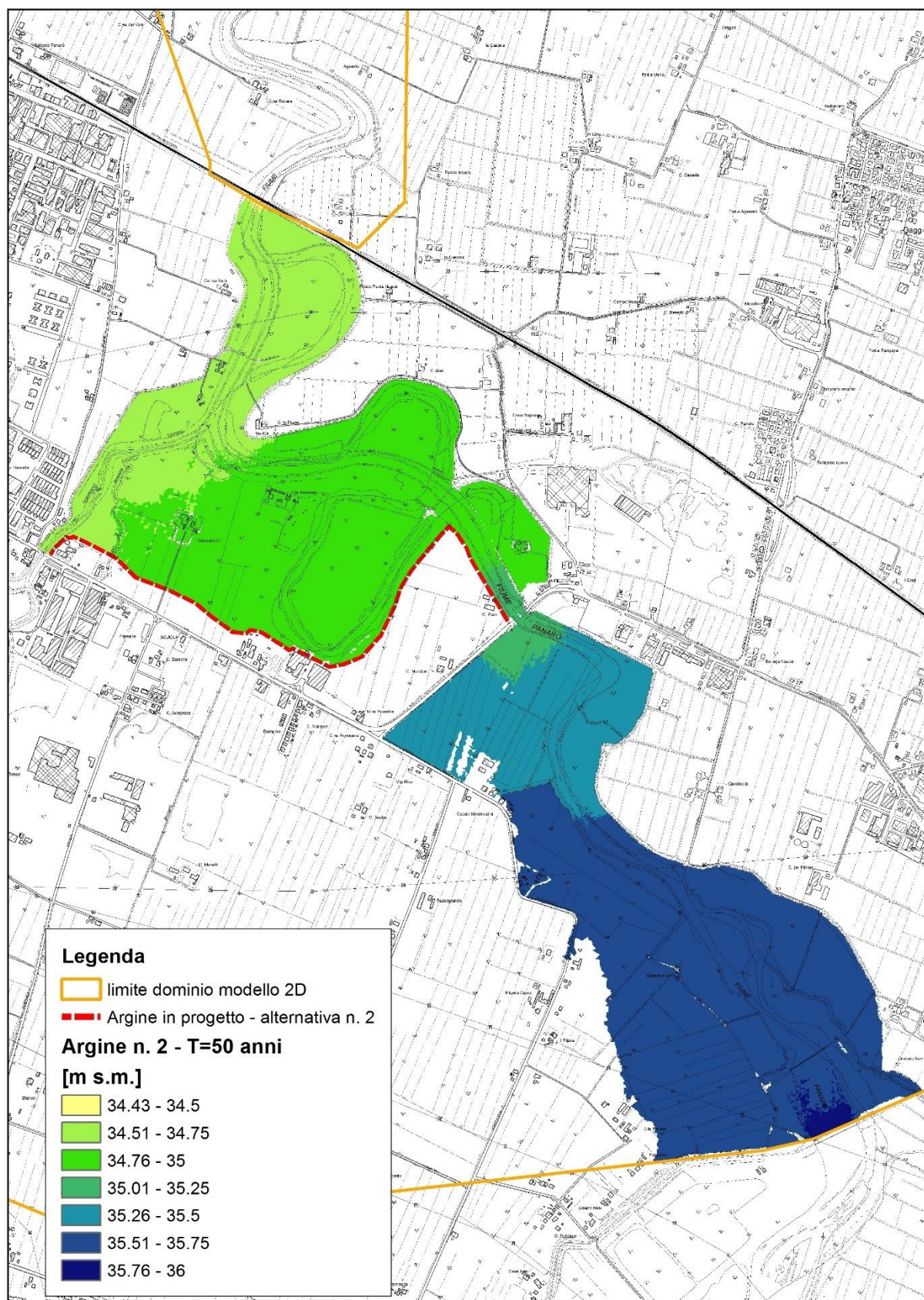


Figura 9 – Alternativa n. 2 – T=50 anni



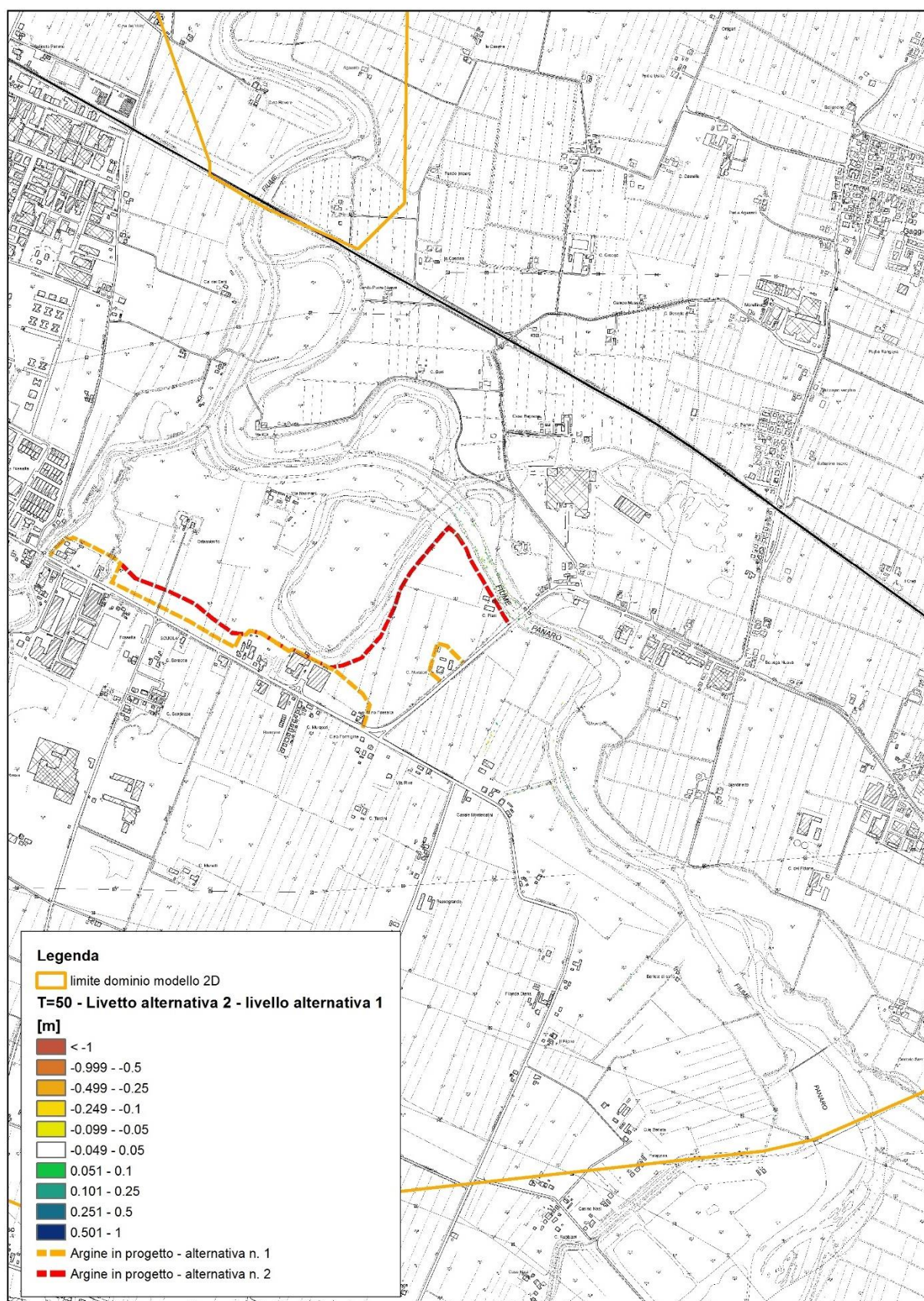


Figura 10 – differenza tra i livelli dell'Alternativa n. 2 e Alternativa n. 1 – T=50 anni



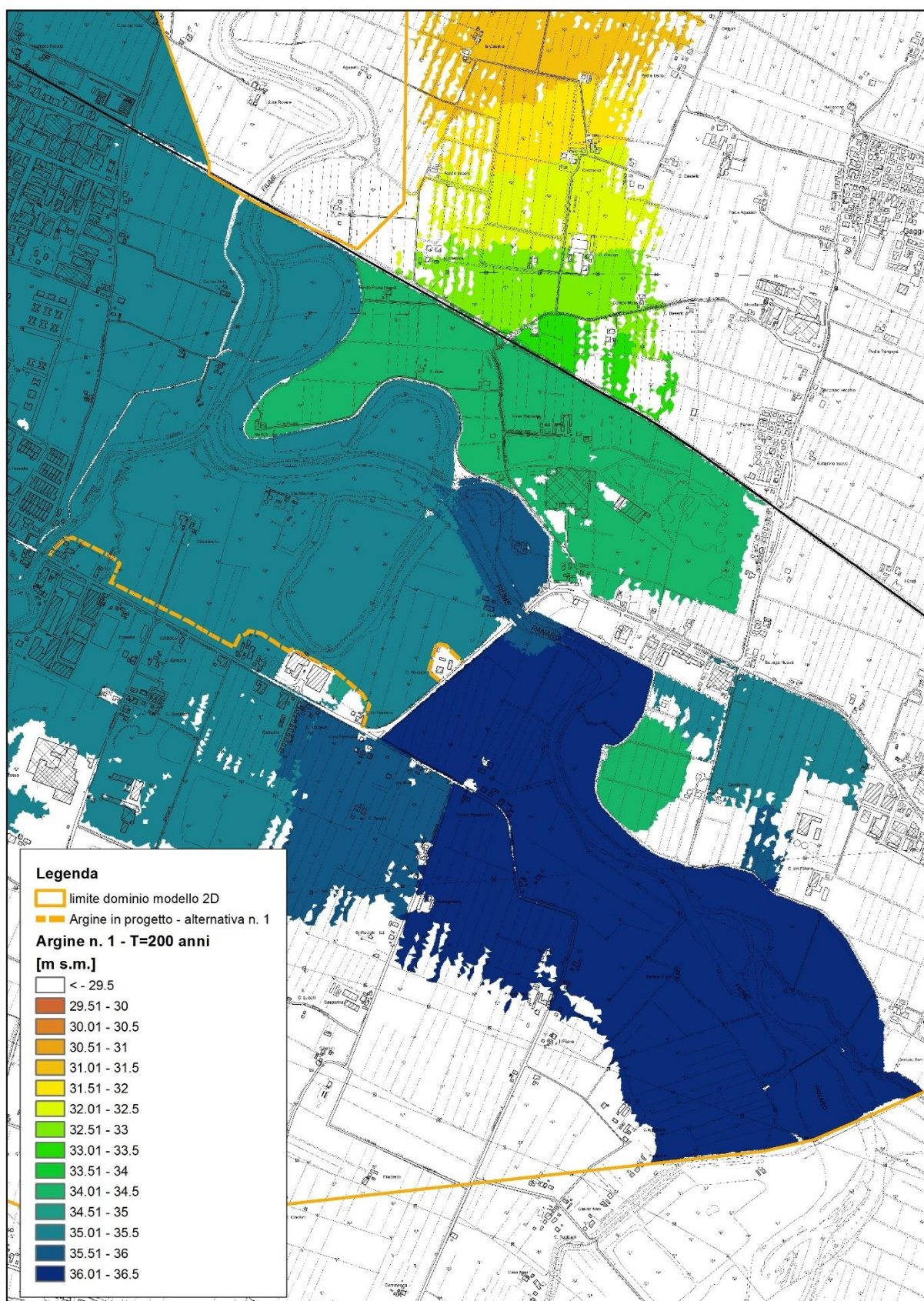


Figura 11 – Alternativa n. 1 – T=200 anni



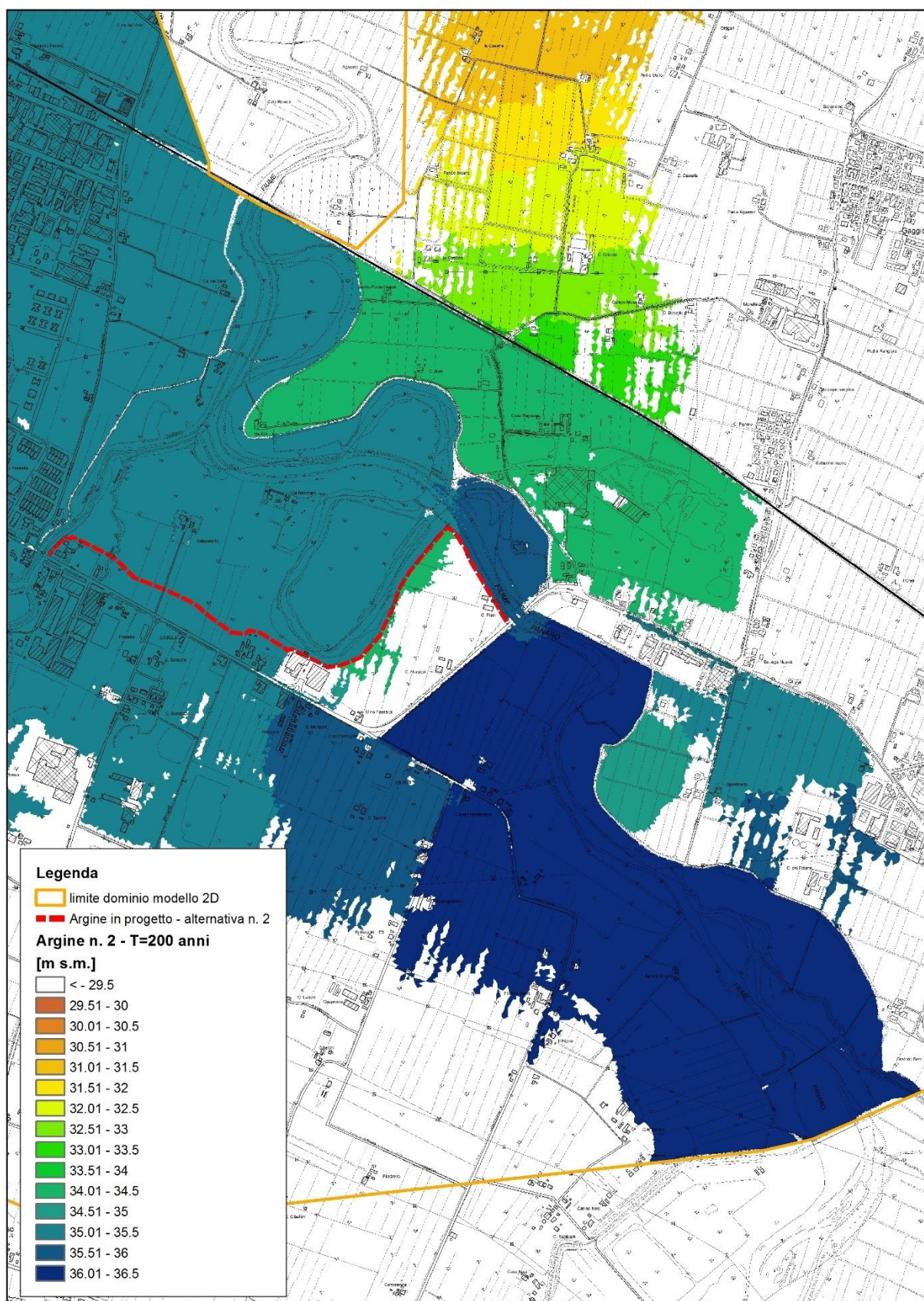


Figura 12 – Alternativa n. 2 – T=200 anni



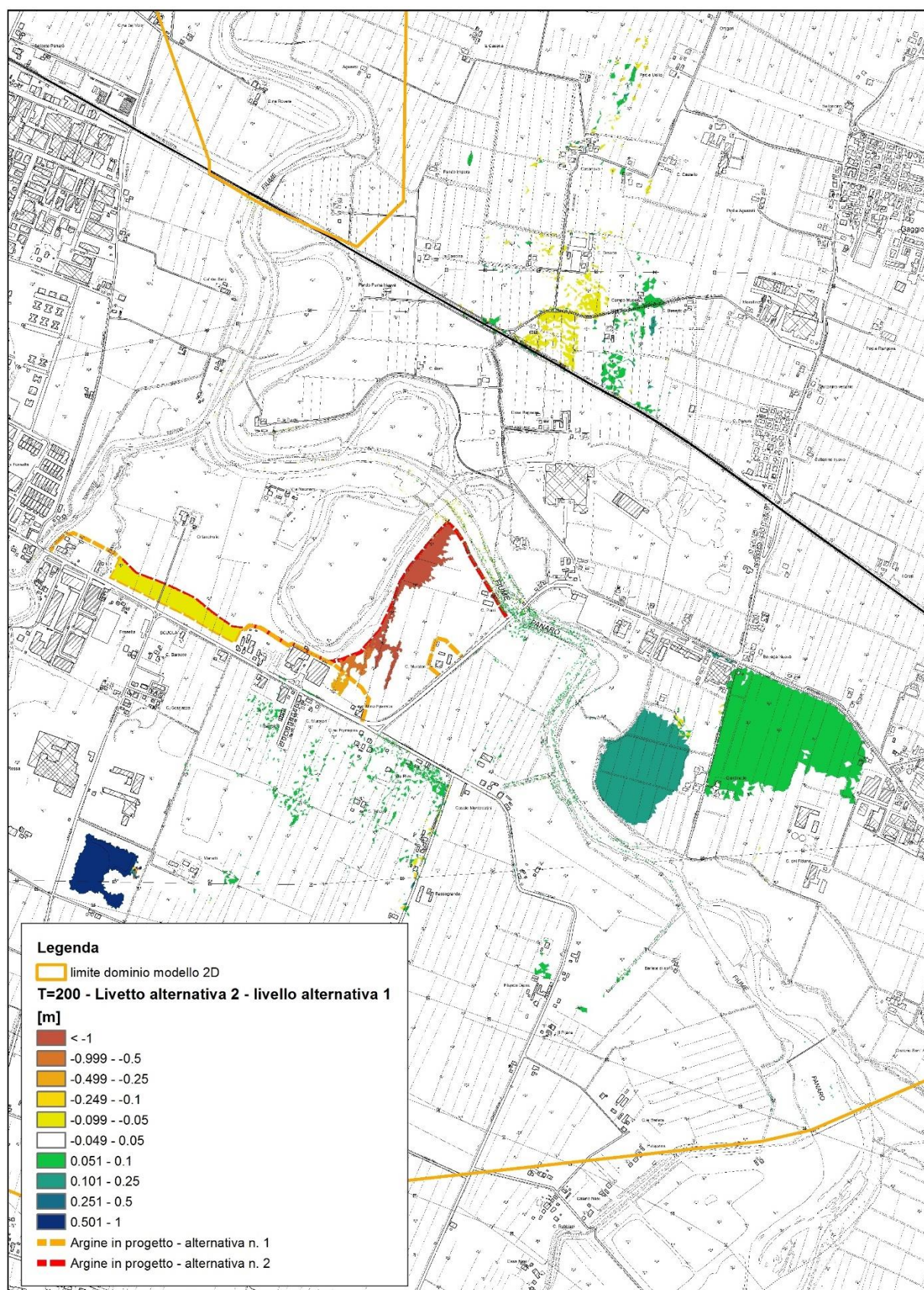


Figura 13 – differenza tra i livelli dell'Alternativa n. 2 e Alternativa n. 1 – T=200 anni

Dalle analisi dei risultati ottenuti si può dedurre che:

- in un evento di piena cinquantennale (tempo di ritorno di riferimento per la definizione degli interventi in progetto) le due soluzioni sono del tutto equivalenti dal punto di vista idraulico, infatti i livelli idrici nelle due configurazioni sono praticamente gli stessi, in quanto le differenze sono comprese tra  $\pm 5$  cm;
- in un evento di piena duecentennale le due soluzioni sono del tutto equivalenti dal punto di vista idraulico, infatti i livelli idrici nelle due configurazioni sono praticamente gli stessi, in quanto le differenze sono comprese tra  $\pm 5$  cm, ad eccezione di alcune zone limitate poste in prossimità delle due alternative di tracciato (livello alternativa n. 2 < del livello alternativa n. 1) e in alcune aree esterne (livello alternativa n. 2 > del livello alternativa n. 1) interessate dalla tracimazione degli argini.

### 3.2 PARERE AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO

Nel presente paragrafo si riporta il parere rilasciato dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, secondo cui *“Pertanto, in via preliminare, vista la valutazione tecnica della Segreteria, solamente la prima ipotesi di tracciato (“indicata come Alternativa 1”) può attualmente essere considerata compatibile con gli indirizzi e le prescrizioni della pianificazione vigente e l'esigenza di proteggere beni esposti. Sulla base di tali valutazioni AIPO potrà procedere con l'iter di progettazione più efficace per le finalità di urgente messa in sicurezza del territorio esposto a rischio di alluvioni.”*.

Quindi il presente progetto di fattibilità tecnico-economica è stato redatto considerando come punto di partenza la suddetta alternativa n.1.



AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO

Rif. Vs. Prot. 26021 del 5/11/2018  
Rif. Ns. Prot. 6638 del 9/11/2018AIPO  
Ufficio Operativo Modena  
Direzione territoriale idrografica  
Emilia-Romagna orientale  
ufficio-mo@cert.agenziapo.it

e p.c.

Regione Emilia Romagna  
Servizio Difesa del Suolo della Costa  
e Bonifica  
difsuolo@postacert.regione.emilia-  
romagna.itAgenzia Regionale per la sicurezza  
territoriale e Protezione Civile  
Servizio coordinamento programmi  
speciali e presidi di  
competenza  
stpc.programmispeciali@postacert.re  
gione.emilia-romagna.it**OGGETTO: "Fiume Panaro - Realizzazione nuovo argine in sinistra idraulica del  
fiume Panaro tra la cassa di espansione e il T. Tiepido, richiesta  
parere preventivo ex art. 28 delle norme di attuazione del PAI**U  
autorità di bacino distrettuale del fiume po  
AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO  
Protocollo N.0001814/2019 del 26/03/2019

Con riferimento alla nota di codesta Agenzia Prot. 26021 del 5/11/2018 con la quale è stato richiesto alla Segreteria Tecnica dell'Autorità di bacino di esprimersi sui tracciati del nuovo argine proposti nel progetto di adeguamento del sistema arginale in corso di realizzazione per il tratto a valle della confluenza del torrente Tiepido, intitolato *Avvio adeguamento strutturale e funzionale del sistema arginale alla portata progettuale di riferimento, tramite interventi di sistemazione morfologica dell'alveo, adeguamento in quota e in sagoma, a valle della cassa fino al confine provinciale. Intervento realizzabile per stralci funzionali. (Ord. n. 8 del 23/06/2015 allegato 1, codice intervento 11784, come modificata Ordinanza n. 2 del 23/06/2016 - MO-E-1346)* si comunica quanto segue.

Visti:

- il Regolamento attuativo dell'art. 28 delle Norme di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI),

43121 Parma – Via Garibaldi, 75 – Tel. 0521/2761 – Fax 0521/772655 –  
E-mail: [protocollo@postacert.adbpo.it](mailto:protocollo@postacert.adbpo.it) Cod. Fisc.:92038990344



## AUTORITA' DI BACINO DISTRETTUALE DEL FIUME PO

- la relazione tecnica intitolata *Argine F. Panaro nei pressi della via Emilia. Analisi tracciati alternativi*;
  - la valutazione in via tecnica formulato dall'Ing. Piero Tabellini della Segreteria Tecnica di questa ADPO di seguito allegata;
- si ritiene che

in relazione alla complessità tecnica della questione che coinvolge e comporta scelte di pianificazione e individuazione di nuovi scenari di assetto di progetto dell'intero corso d'acqua, sia necessario inviare alla Conferenza Operativa, ormai di prossima costituzione, l'esame dello *Studio idrologico e idraulico del Fiume Panaro* (sviluppato dall'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia) e gli esiti delle analisi idrauliche svolte nel *progetto di adeguamento del sistema arginale del fiume Panaro*, per l'approvazione in via tecnica ai fini di poter avviare le necessarie Varianti al PAI e alle mappe del PGRA.

Tuttavia, in relazione all'urgente necessità, manifestatasi anche nel recentissimo evento di piena del febbraio scorso, di procedere alla progettazione degli interventi in oggetto, per la protezione dei beni esposti alle più ricorrenti piene, è necessario **prendere atto di quanto rappresentato nella valutazione tecnica della Segreteria, allegata, ovvero che le due ipotesi alternative di tracciato arginale presentate, sono entrambe difformi dal limite di progetto individuato nel PAI vigente e la scelta tra le due alternative deve essere effettuata in relazione alla coerenza con gli obiettivi della pianificazione di bacino e con la necessità di protezione dei beni esposti.**

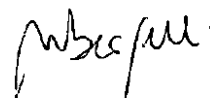
Pertanto, in via preliminare, vista la valutazione tecnica della Segreteria, solamente la prima ipotesi di tracciato ("indicata come Alternativa 1") può attualmente essere considerata compatibile con gli indirizzi e le prescrizioni della pianificazione vigente e l'esigenza di proteggere beni esposti.

Sulla base di tali valutazioni AIPO potrà procedere con l'*iter* di progettazione più efficace per le finalità di urgente messa in sicurezza del territorio esposto a rischio di alluvioni.

Distinti saluti.

**Il Segretario Generale**

(Meuccio Berselli)





## 4. DESCRIZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA DELLE OPERE IN PROGETTO

### 4.1 PREMESSA

Nel presente capitolo vengono descritte le opere previste nel presente progetto di fattibilità tecnico-economica, che consistono essenzialmente nella realizzazione di un sistema arginale caratterizzato da una quota di coronamento superiore di 1 m rispetto al profilo della piena cinquantennale, posto nel tratto di fiume Panaro compreso tra il ponte di Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido, in sinistra idraulica.

### 4.2 TIPOLOGIE DI INTERVENTO

Il progetto prevede, in estrema sintesi, quattro tipologie di interventi:

- 1) interventi di rialzo di muri arginali in c.a. esistenti – Tipo A (Figura 14);
- 2) interventi di rialzo e ringrosso di argini in terra – Tipo B (Figura 15);
- 3) interventi di formazione di nuovo rilevato arginale – Tipo C (Figura 16);
- 4) interventi di formazione di nuovo muro arginale in c.a. – Tipo D (Figura 17).

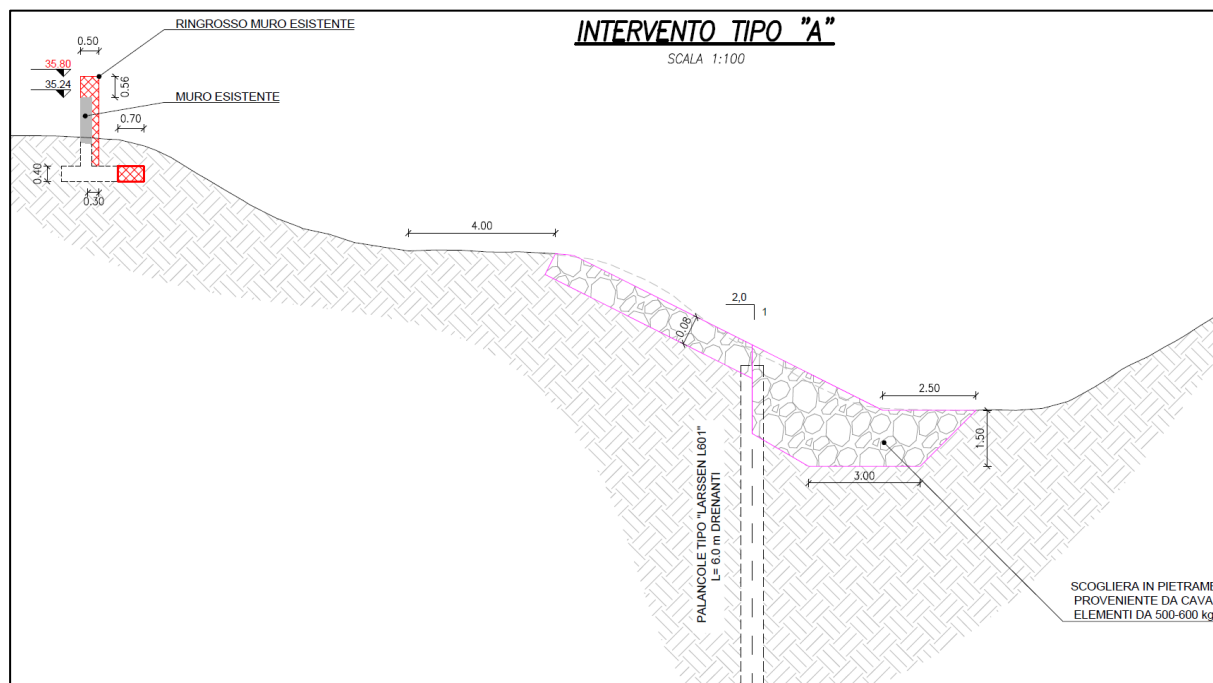


Figura 14. Sezione tipologica di intervento "A".

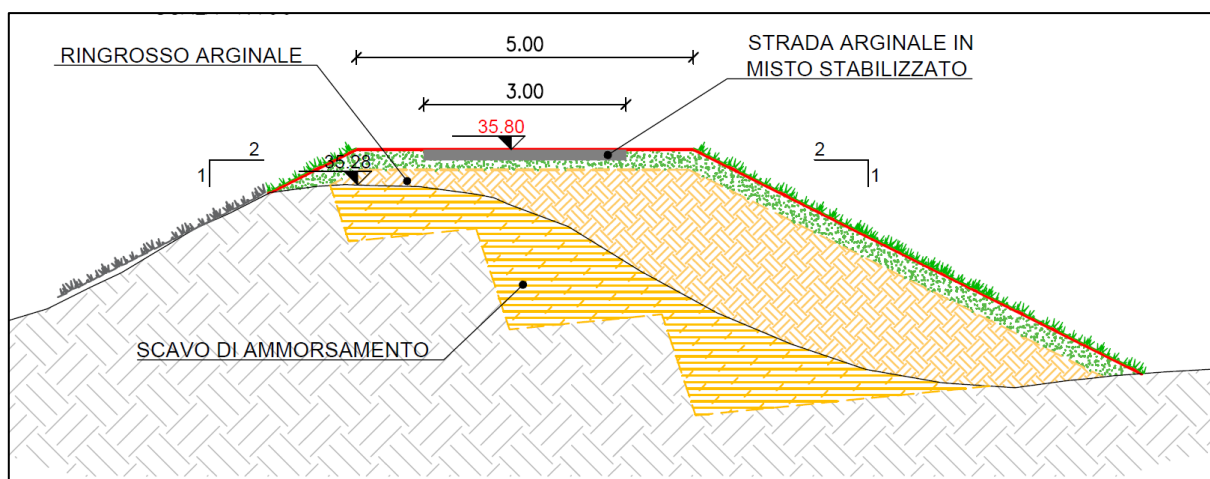


Figura 15. Sezione tipologica di intervento "B".

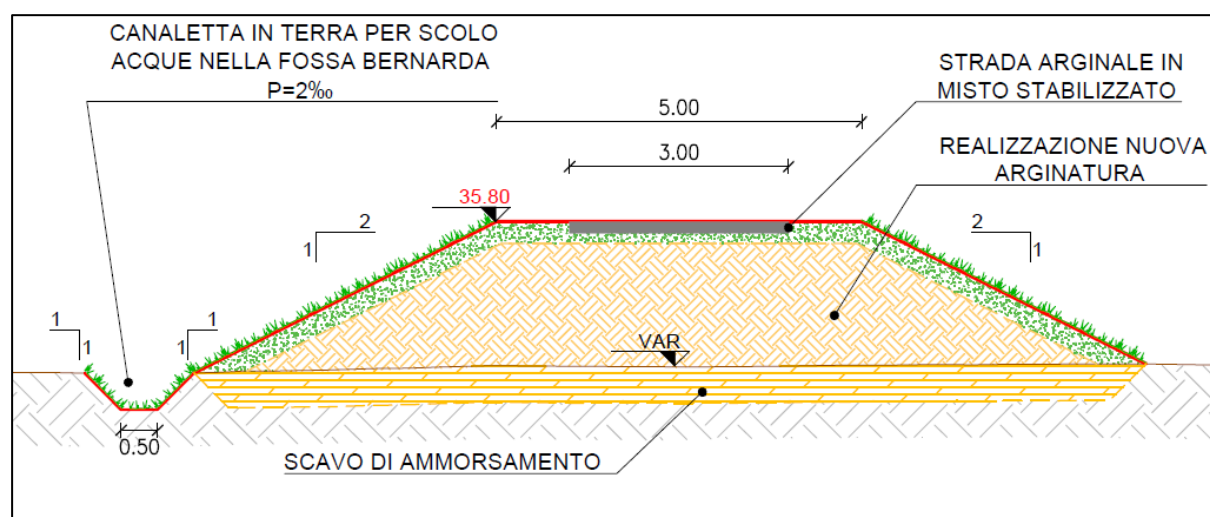


Figura 16. Sezione tipologica di intervento "C".

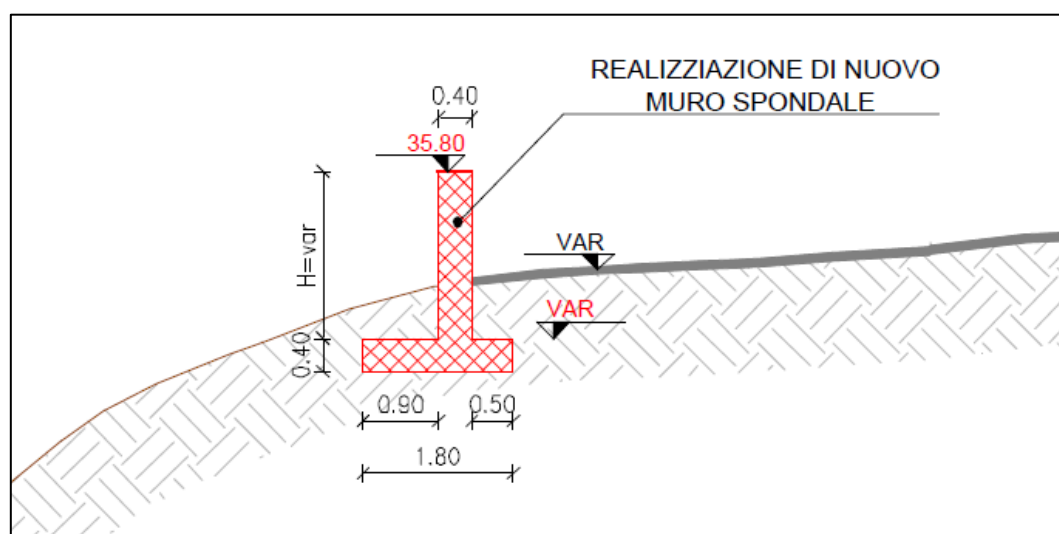


Figura 17. Sezione tipologica di intervento "D".

Di seguito si elencano le singole lavorazioni previste per le suddette tipologie di intervento:

### **Tipologia “A”**

- infissione palancole metalliche tipo Larsenn, altezza pari a 6 m;
- scavo di sbancamento per la posa della scogliera costituita da pietrame di cava;
- scavo per il raggiungimento della fondazione del muro esistente;
- ringrosso e rialzo del muro esistente con un’opera in elevazione in c.a.

### **Tipologia “B”**

- scotico del paramento arginale oggetto di intervento di ringrosso e sovrizzo;
- scavo di sbancamento per l’ammorsamento del terreno per il ringrosso e il sovrizzo arginale e per la formazione del dreno;
- formazione di rilevato per ringrosso e rialzo arginale con materiale proveniente dagli scavi eseguiti lungo gli argini stessi e con materiale proveniente da cava, mediante compattazione per successivi strati non superiori a 30 cm. L’inclinazione dei paramenti arginali è pari a 2:1 (b:h) e la larghezza del coronamento è pari a 5 m;
- inerbimento paramenti arginali, mediante stesa e modellazione terreno di coltivo, idrosemina e protezione con biostuoia in fibre naturali di paglia e cocco;
- formazione pista di servizio lungo il coronamento arginale con misto stabilizzato, di larghezza pari a 3 m.

### **Tipologia “C”**

- scotico del piano campagna (spessore 20 cm);
- scavo di sbancamento per l’ammorsamento del nuovo rilevato (spessore 30 cm);
- formazione di nuovo rilevato arginale con materiale proveniente dagli scavi eseguiti lungo gli argini stessi e con materiale proveniente da cava, mediante compattazione per successivi strati non superiori a 30 cm. L’inclinazione dei paramenti arginali è pari a 2:1 (b:h) e la larghezza del coronamento è pari a 5 m;
- inerbimento paramenti arginali, mediante stesa e modellazione terreno di coltivo, idrosemina e protezione con biostuoia in fibre naturali di paglia e cocco;
- formazione pista di servizio lungo il coronamento arginale con misto stabilizzato, di larghezza pari a 3 m;
- in alcuni tratti del nuovo argine è prevista la formazione di un fosso di drenaggio al piede,

lato campagna, per consentire di raccogliere le acque provenienti dalla zona extra-arginale e convogliarle all'interno della Fossa Bernarda e da questa al fiume Panaro, non in fase di piena quando viene chiusa la chiavica in progetto.

### **Tipologia "D"**

- scotico del piano campagna (spessore 20 cm);
- scavo di sbancamento per il getto della fondazione del nuovo muro arginale in c.a.;
- formazione di nuovo muro arginale in c.a.;
- rinterro della fondazione del muro in c.a..

## **4.3 DESCRIZIONE DELL'ASSETTO DI PROGETTO**

Nello specifico l'intervento può essere così descritto, procedendo dal rilevato di accesso al ponte Sant'Ambrogio fino alla confluenza con il T. Tiepido:

- formazione di un nuovo rilevato arginale (intervento tipo C) a protezione della località C.na Muratori, per un'estensione pari a 328 m e un'altezza massima pari a 1.7 m;
- formazione di un nuovo rilevato arginale (intervento tipo C), dal rilevato di accesso al ponte Sant'Ambrogio, parallelo alla via Emilia, per un'estensione pari a 278 m e un'altezza massima pari a 1.35 m;
- formazione di un nuovo muro arginale (intervento tipo D) posto tra gli insediamenti produttivi e la lanca del Panaro, per uno sviluppo di 210 m e un'altezza pari a 1.6 m;
- adeguamento in quota e in sagoma di rilevato arginale esistente (intervento tipo B), per un'estensione pari a 240 m, con un'altezza di rialzo massima pari a 1 m;
- formazione di un nuovo rilevato arginale (intervento tipo C), sempre parallelo alla via Emilia, per un'estensione pari a 593 m e un'altezza massima pari a 2.6 m. Lungo tale tratto di nuovo argine è prevista la formazione di un canale di drenaggio delle acque provenienti a sud dell'argine con convogliamento all'interno della Fossa Bernarda;
- adeguamento in quota e in sagoma di rilevato arginale esistente (intervento tipo B), per un'estensione pari a 154 m, con un'altezza di rialzo massima pari a 1.3 m;
- rialzamento e ringrosso di un muro in c.a. (intervento tipo A), per una lunghezza pari a 88 m, con altezza di sovrizzo pari a 0.56 m;
- infissione di palancole di altezza pari a 6 m al piede della sponda destra del T. Tiepido (intervento tipo A) per una lunghezza pari a 90 m;
- formazione di scogliera a secco al piede della sponda destra del T. Tiepido (intervento

tipo A) per una lunghezza pari a 90 m;

- nel punto in cui l'argine in progetto interseca l'alveo della Fossa Bernarda prevista la formazione di una chiavica munita di paratoia motorizzata e di clapet di sicurezza, per consentire in condizioni di piena di evitare il rigurgito del fosso indurre allagamenti nella zona retrostante l'argine. In condizioni ordinarie la paratoia della chiavica rimane aperta per consentire il deflusso delle acque di drenaggio che vengono recapitate nella Fossa Bernarda.

L'estensione complessiva dell'intervento è pari a circa 1'900 m.

La quota di sommità delle suddette opere di protezione è pari a 35.8 m s.m., in relazione al fatto che il livello della piena cinquantennale in uscita dalla cassa di laminazione di Sant'Anna è pari a 34.8 m s.m..

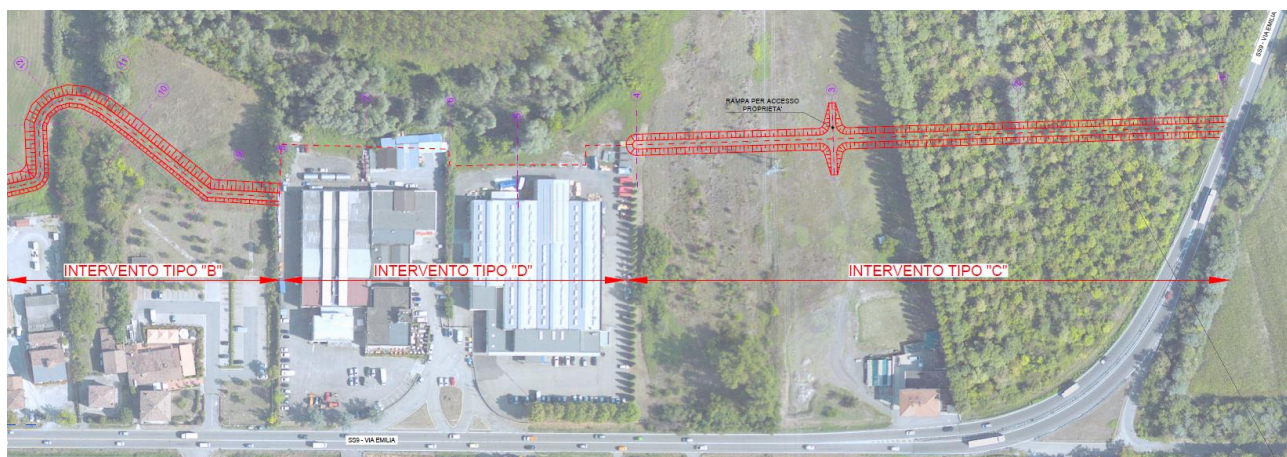
La localizzazione planimetrica delle diverse tipologia di intervento è riportata nella Tavola D.4 "Planimetria delle opere in progetto", mentre le caratteristiche dimensionali degli interventi sono riportate nei seguenti elaborati cartografici allegati al progetto:

- D.5: profilo longitudinale: stato di fatto e assetto di progetto;
- D.7.1 – D.7.4: sezioni trasversali: stato di fatto e assetto di progetto.

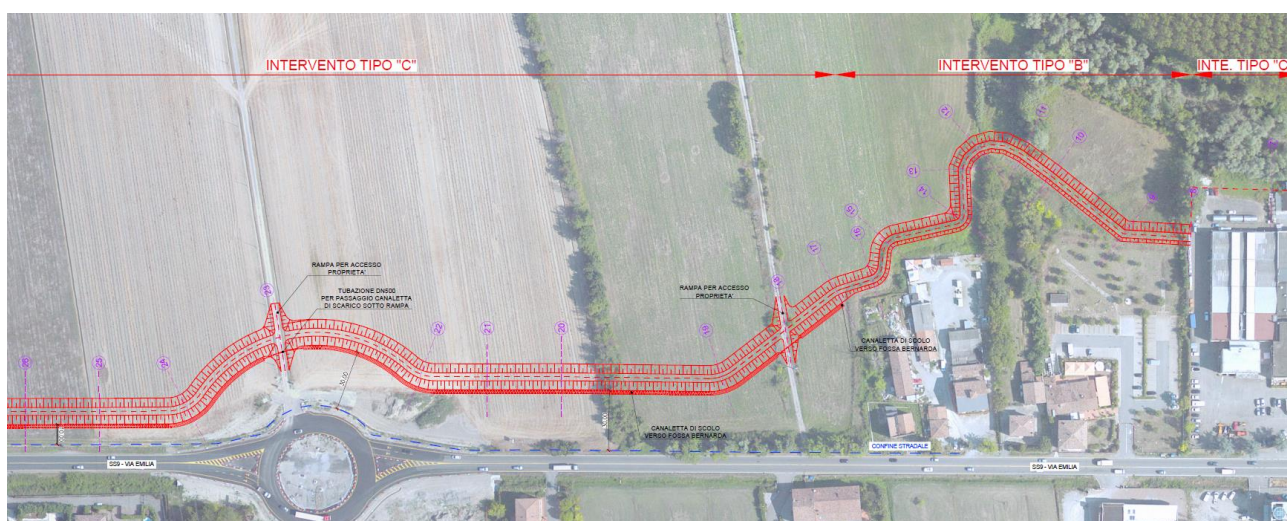


**Figura 18. Stralcio planimetria di progetto (1 di 4).**

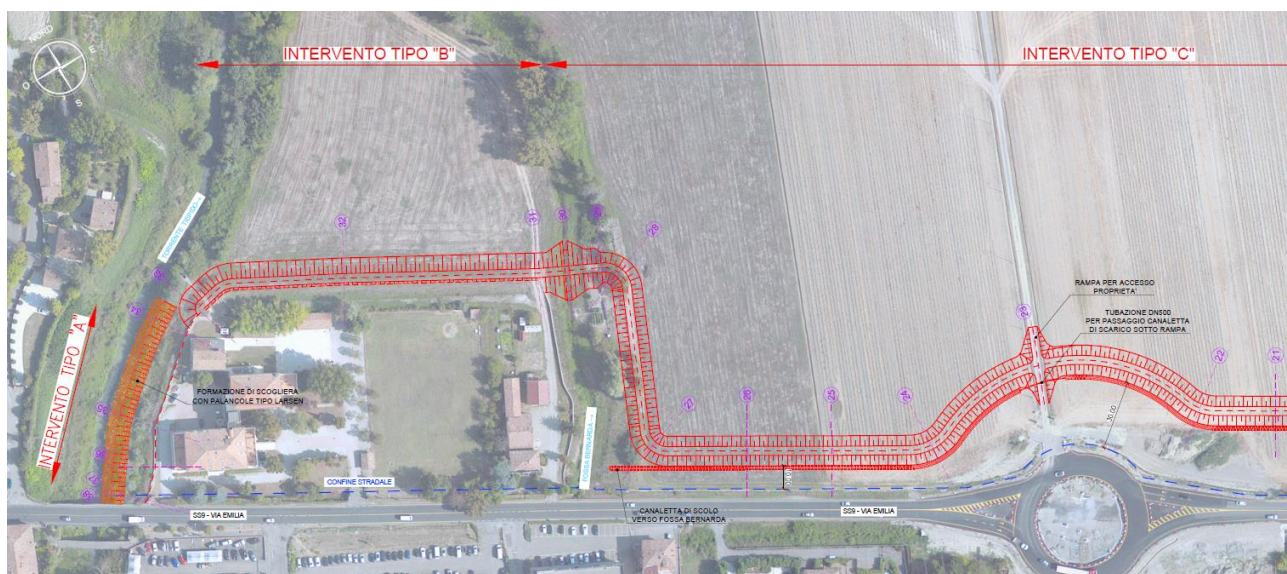




**Figura 19. Stralcio planimetria di progetto (2 di 4).**



**Figura 20. Stralcio planimetria di progetto (3 di 4).**



**Figura 21. Stralcio planimetria di progetto (4 di 4).**

## **5. CARATTERISTICHE IDROLOGICO-IDRAULICHE DEL FIUME PANARO DESUNTE DA STUDI PREGRESSI**

### **5.1 PREMESSA**

Il sistema fluviale del F. Panaro è complesso e risulta costituito principalmente da tre unità:

- 1) il bacino idrografico di monte;
- 2) la cassa di espansione in località Sant'Anna;
- 3) l'asta di valle, dalla cassa fino al Po.

Il bacino idrografico di monte del fiume Panaro, chiuso alla traversa fluviale in ingresso alla cassa di espansione posta in località Sant'Anna subito a valle del ponte dell'autostrada A1 per un'estensione totale di 880 kmq.

Il fiume Panaro ha origine dalla confluenza del torrente Scoltenna e del torrente Leo che scendono rispettivamente dalle valli di Fiumalbo-Pievepelago e di Fanano.

Il bacino idrografico include la fascia di crinale dell'Appennino Tosco-Emiliano caratterizzata da notevoli precipitazioni stagionali e la vetta del Monte Cimone (2165 m s.m.) nelle cui zone di versante si possono avere anche forti pendenze del terreno e zone del bacino pedecollinari con pendenze modeste e minori precipitazioni.

La cassa di espansione è situata in località Sant'Anna a San Cesario sul Panaro ed è costituita da un manufatto principale in calcestruzzo che funge da sbarramento del corso d'acqua, un corpo di arginature maestre che sottende un invaso in linea ed uno sfioratore laterale interno all'invaso in linea che regola il deflusso verso un invaso sussidiario fuori linea. L'invaso fuori linea è interno alle arginature maestre dell'invaso in linea, ma risulta protetto da un argine interno secondario sormontabile.

Il manufatto regolatore principale è dotato di 5 scarichi di fondo principali munite di paratoie regolabili e 4 scarichi di fondo laterali di servizio. Tale manufatto è sormontabile e presenta una quota di sfioro tale da non provocare la crisi dell'opera per gli eventi di piena rari.

L'invaso sussidiario fuori linea è stato ideato per attivarsi poco prima che si raggiunga la quota di sfioro del manufatto regolatore principale in modo da incrementare il volume di laminazione della cassa di espansione.

L'asta fluviale a valle della cassa di espansione è sottesa da un corpo arginale continuo in destra e sinistra idraulica che accompagnano il corso d'acqua lungo tutto il suo sviluppo di circa 68 km fino alla confluenza con il fiume Po.

Lungo il corso fluviale, il fiume Panaro riceve in sinistra idraulica le acque di due affluenti: il



torrente Tiepido in località Fossalta ed il Naviglio a Bomporto.

Come già affermato in precedenza, il tratto oggetto del presente progetto appartiene solo alla terza unità, esteso fino al confine tra le province di Modena e Ferrara.

In tale tratto il sistema arginale maestro del fiume Panaro si sviluppa con continuità su entrambe le sponde poco a valle della cassa di espansione. In particolare, in destra idraulica ha origine circa 350 m a valle del manufatto moderatore, dopo l'immissione del diversivo Muzza, mentre in sinistra ha origine alla confluenza del torrente Tiepido, risalendo lungo di esso fino al ponte della via Emilia in località Fossalta di Modena.

Tra la cassa di espansione e la confluenza del torrente Tiepido vi è pertanto un'area "polmone" di espansione delle piene, delimitata in parte da scarpate naturali, in parte da rilevati stradali, in parte da rilevati arginali "secondari". Gli argini maestri si sviluppano poi con continuità giungendo fino al Po, ove si raccordano con le sue arginature maestre.

All'interno degli argini maestri il fiume Panaro è sostanzialmente privo di significative aree golenali, se si eccettuano i primi 8 e gli ultimi 5 chilometri di asta arginata.

## 5.2 EVENTI DI PIENA RECENTI ED ANALISI DELLE PORTATE DI RIFERIMENTO

Quanto di seguito riportato è stato ricavato dal documento *"Area a rischio significativo di alluvione - ARS Distrettuali – Scheda monografica Fiume Panaro dalla cassa di espansione alla confluenza in Po"*.

Gli eventi alluvionali storici di riferimento per l'asta del fiume Panaro sono quelli verificatisi nel 1940 e del 1973. In occasione di quest'ultimo si verificarono 5 rotte arginali con tracimazioni estese complessivamente lungo 8,35 km di cui 4,60 in destra e 3,75 in sinistra, con l'allagamento di estese porzioni della pianura retrostante, tra cui i centri abitati di Bastiglia e Bomporto e il quartiere di Modena Est. L'evento del 1973 fu anche quello in cui fu stimata la massima portata al colmo in prossimità della via Emilia, con valore di circa 1400 m<sup>3</sup>/s a Spilamberto.

A seguito di tali eventi venne realizzata la cassa di espansione, in funzione dal 1982, più volte modificata con ampliamento dei volumi di invaso grazie sia all'ampliamento della superficie che all'innalzamento della quota di sfioro superficiale del manufatto moderatore, tanto che nelle ultime principali piene occorse dal 2008 ad oggi, che hanno messo a dura prova il sistema arginale di valle, non si è mai completamente invasata, mostrando anzi ancora un buon margine di volume di invaso.

Storicamente, gli argini del Panaro, nel tempo ed in seguito agli eventi di piena più rilevanti,

sono stati progressivamente rialzati e ringrossati, fino a diventare delle vere e proprie dighe in terra pensili sul piano di campagna, di altezza massima anche di 10 metri e ad oggi non più significativamente adeguabili in quota per raggiunte condizioni limite strutturali. Oltre al rischio di tracimazione, essi sono quindi soggetti ad altre due tipologie di rischio: il rischio di sifonamento e sfiancamento e il rischio di erosione (in molti tratti, sono praticamente in frodo).

Proprio recentemente nel corso dell'evento di piena del 17-19 gennaio 2014, si sono verificati segnali di fragilità (ad es. filtrazioni) che, in assenza di un pronto intervento, avrebbero potuto causare rotte arginali.

Per tali ragioni le proposte di adeguamento del sistema difensivo contenute nel PAI, prevedono soltanto limitati adeguamenti delle quote arginali e puntano sul miglioramento della capacità di deflusso dell'alveo arginato e sul miglioramento della stabilità e resistenza strutturale del sistema arginale maestro.

Le portate di piena di riferimento sono indicate nella tabella 31 dell'apposita Direttiva del PAI, riportata nella Tabella 1.

**Tabella 1 – Portate di piena di riferimento del F. Panaro indicate nel PAI**

Tabella 31: portate di piena per i corsi d'acqua principali del bacino del Panaro (Panaro, Tiepido)

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km <sup>2</sup>	Q20 m <sup>3</sup> /s	Q100 m <sup>3</sup> /s	Q200 m <sup>3</sup> /s	Q500 m <sup>3</sup> /s	Idrometro Denominazione
		Progr. (km)	Cod.	Denomin.						
Panaro	Panaro	84.029	175	Marano sul P.	696	960	1180	1380	1550	
Panaro	Panaro	104.273	136	San Cesario	759	1030	1270	1480	1660	
Panaro	Panaro	113.283	117	Saliceto P.	1043	780	880	940	-	
Panaro	Panaro	174.940	3	Confl. in Po	1070	780	880	940	-	
Panaro	Tiepido	12.643	31	Gorzano	44	100	155	175	210	
Panaro	Tiepido	25.965	11	San Damaso	67	120	180	200	240	

A valle della cassa di espansione di Sant'Anna, nel PAI è indicato un valore di portata al colmo di riferimento valido per tutto il tratto arginato. Tale valore, assunto pari a 940 m<sup>3</sup>/s, è un valore obiettivo, relativo all'assetto di progetto del corso d'acqua definito nel Piano, sostenibile solo in condizioni di buona manutenzione. Tale valore necessita oggi di attenta verifica, poiché l'attuale capacità del tratto arginato, fortemente condizionata dallo stato di manutenzione della vegetazione dell'alveo e dalla sedimentazione sui piani golenali, risulta complessivamente inferiore.



### 5.3 ANALISI IDROLOGICO-IDRAULICHE SVOLTE DA UNIMORE

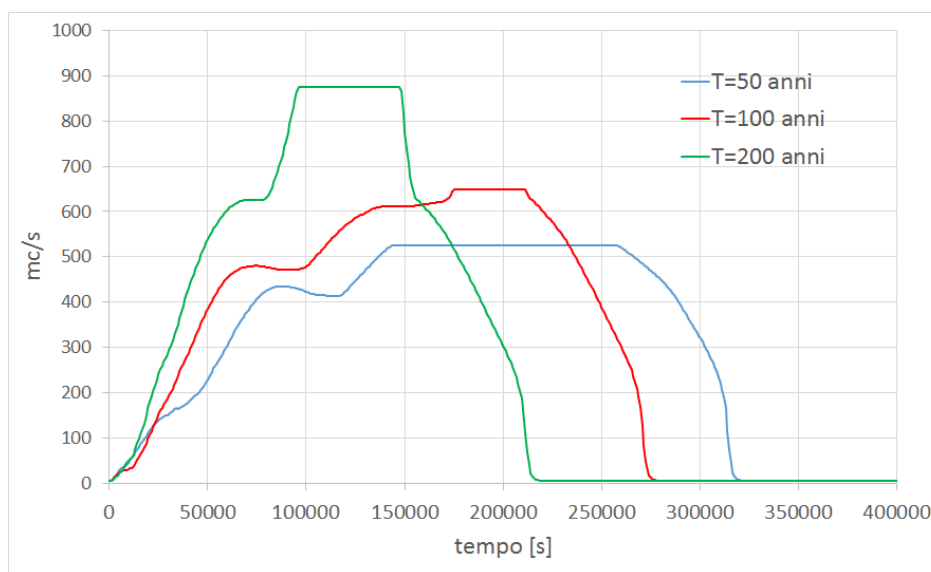
L'UNIMORE ha effettuato la stima delle portate massime che devono essere smaltite dall'asta fluviale di valle con il controllo stazionario e non stazionario degli organi di scarico della cassa di espansione di Sant'Anna, tali per cui il sistema soddisfi un periodo di ritorno di 50, 90, 100, e 200 anni. I valori di portata al colmo calcolati costituiscono la portata di riferimento a cui adeguare l'asta fluviale di valle per garantire condizioni di sicurezza idraulica ad un determinato periodo di ritorno.

I risultati ottenuti da UNIMORE, espressi in termini di portate al colmo per diversi valori del tempo di ritorno, sono riassunti nella successiva Tabella 2, mentre nella successiva Figura 22 sono riportati gli idrogrammi di piena in uscita dalla cassa di laminazione di Sant'Anna, nella configurazione a controllo non stazionario. Tali idrogrammi sono stati utilizzati nell'ambito delle analisi idrauliche svolte dagli scriventi e descritte nel successivo capitolo 6 per dimensionare le opere di adeguamento arginale.

**Tabella 2 – Sintesi dei risultati dello studio UNIMORE**

*Tabella 8. Portata massima rilasciata dalla cassa di espansione di Sant'Anna nell'asta fluviale di valle per assicurare il rispetto di un dato periodo di ritorno del sistema con un controllo stazionario e non stazionario delle paratoie. È stata considerata la configurazione con 5 scarichi di fondo operativi.*

Periodo di ritorno, $T$ (a)	Portata massima gestibile dal sistema fluviale ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ )	
	Controllo stazionario	Controllo non stazionario
50	675	525
90	875	600
100	900	650
200	1100	875



**Figura 22 – Portate di piena in uscita dalla cassa di espansione di Sant'Anna calcolate da UNIMORE**

Dall'analisi dei risultati riportati in Tabella 2 si può osservare che il rischio di eventuale non operatività del controllo non stazionario della cassa di espansione di Sant'Anna è tutt'altro che trascurabile in termini di tempo di ritorno di riferimento delle portate che possono proseguire a valle della stessa verso il tratto arginato; infatti, la mancata operatività del controllo non stazionario equivale al rischio di incrementare il tempo di ritorno da 50 a 100 anni o da 100 a 200 anni.

Si osserva, inoltre, che la portata di piena definita nel PAI, pari a  $940 \text{ m}^3/\text{s}$ , risulta essere compresa tra i valori definiti da UNIMORE per il medesimo valore del tempo di ritorno (200 anni), a seconda della modalità di controllo dell'organo di scarico della cassa.



## 6. ANALISI IDRAULICHE DEL F. PANARO MEDIANTE IMPLEMENTAZIONE DI MODELLO IDRAULICO BIDIMENSIONALE

A partire dai dati e dai rilievi disponibili e dalle analisi idrauliche già effettuate dall'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, sono stati condotti i necessari approfondimenti idraulici finalizzati a definire le criticità idrauliche del fiume Panaro e definire le caratteristiche degli interventi per ridurre il rischio di esondazione. In particolare, a tale scopo è stato implementato un unico modello bidimensionale a fondo fisso dell'intero tratto di fiume Panaro compreso tra la cassa di espansione di Sant'Anna e la confluenza in Po. Il modello bidimensionale di dettaglio del fiume Panaro è stato implementato per un'estensione longitudinale lungo l'asse pari a circa 67 km, comprendente l'intera larghezza dell'alveo di piena, esteso al limite della fascia B del PAI, e coincidente con le arginature presenti e diffuse lungo praticamente l'intero tratto.

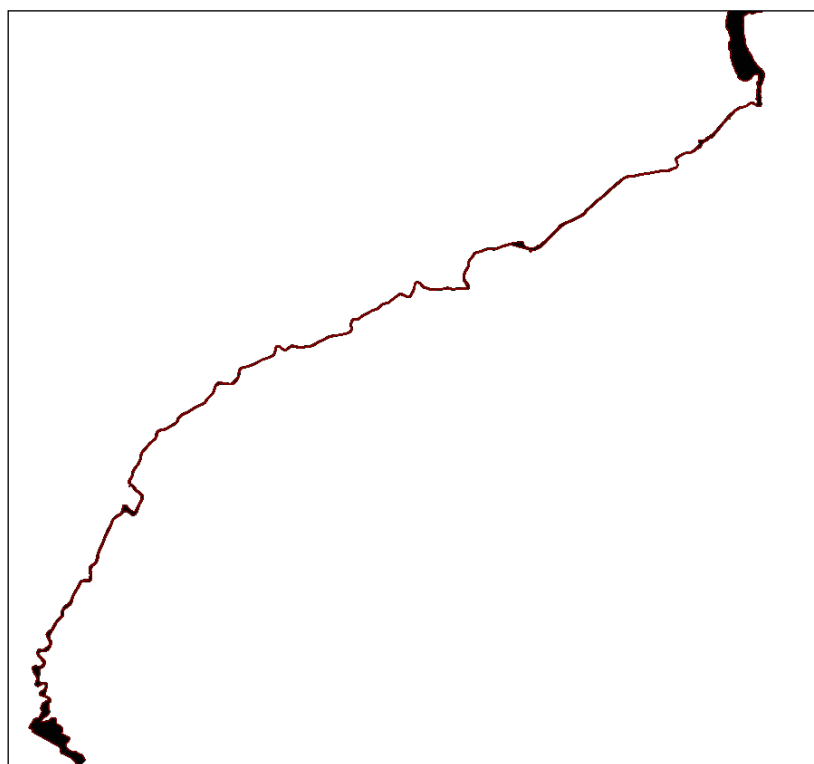
La superficie del dominio di calcolo del modello idraulico è pari a 11.3 kmq, e siccome il numero delle celle di calcolo è pari a circa 870'000, si ha che la superficie media degli elementi di calcolo è pari a circa 13 mq. In corrispondenza delle pile dei ponti le dimensioni delle celle di calcolo sono state ridotte per poter tenere in conto l'ingombro delle opere presenti in alveo.

Per meglio definire i comportamenti morfodinamici del fiume Panaro, il modello bidimensionale a fondo fisso è stato implementato con diversi scenari di portata di riferimento (idrogrammi per tempo di ritorno pari a  $T = 50$ ,  $T = 100$  e  $T = 200$  anni), oltre che con l'idrogramma relativo all'evento di piena verificatosi nel mese di dicembre del 2009, evento utilizzato per la taratura del modello. In Tabella 3 sono riportati i valori di portata al colmo in ingresso al modello (condizione al contorno di monte) e il corrispondente livello idrico di valle (condizione al contorno di valle) posto in corrispondenza della confluenza del F. Panaro nel F. Po utilizzati per l'implementazione del modello idraulico bidimensionale a fondo fisso. Come valore del livello di valle è stato assunto il medesimo valore utilizzato nella modellazione del F. Panaro da parte di UNIMORE. Tale valore corrisponde ad una piena di Po dell'ordine di 10'000 m<sup>3</sup>/s, che è caratterizzata da un tempo di ritorno compreso tra 20 e 50 anni.

**Tabella 3 – condizioni al contorno per l’implementazione del modello idraulico bidimensionale a fondo fisso**

evento	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Livello di valle (m s.m.)
Dicembre 2009	520	Variabile con valore massimo in corrispondenza del colmo di piena pari a 10.3
50 anni	525	15.0
100 anni	650	15.0
200 anni	875	15.0

Nella Figura 23 è riportato l’intero dominio di calcolo del modello bidimensionale del fiume Panaro.



**Figura 23 – magliatura del modello implementato del fiume Panaro**

Le caratteristiche topografiche delle aree interessate dalla modellazione sono state dedotte sulla base delle seguenti informazioni:

- modello digitale del terreno (DTM), a maglia 1 m, effettuato con volo Lidar nel corso del mese di maggio del 2015;
- modello digitale del terreno (DTM), a maglia 1 m, effettuato con volo Lidar nel corso del mese di settembre del 2015;
- rilievo batimetrico dell’alveo di magra effettuato tra la fine del 2016 e l’inizio del



2017.

I due rilievi Lidar differiscono tra loro per i seguenti aspetti: il rilievo di maggio è stato effettuato con un livello idrico maggiore rispetto a quello di settembre e la copertura vegetazionale presente a settembre era maggiore rispetto a quella presente a maggio.

Si è proceduto a generare un nuovo D.T.M., sempre a maglia 1 m, ottenuto attraverso l'unione dei due rilievi Lidar e della batimetria del fondo alveo, attraverso un applicativo GIS che restituisce in ogni punto della maglia dei rilievi la quota più bassa; in tale modo si è ottenuto un modello digitale del terreno caratterizzato da una ridotta presenza di copertura vegetazionale e comprensivo delle quote di fondo alveo rilevate.

A partire dal modello idraulico bidimensionale descritto nel paragrafo precedente ed in relazione agli idrogrammi in uscita dalla cassa di espansione di Sant'Anna, definite da UNIMORE, sono state condotte le seguenti simulazioni in moto vario:

1. evento di piena con tempo di ritorno pari a 50 anni, caratterizzato da una portata al colmo pari a  $525 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
2. evento di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni, caratterizzato da una portata al colmo pari a  $650 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
3. evento di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni, caratterizzato da una portata al colmo pari a  $875 \text{ m}^3/\text{s}$ .

In relazione a quanto descritto nella relazione A.2 – “*Analisi multicriteria delle soluzioni alternative*”, allegata al progetto di fattibilità tecnico-economica redatto a marzo 2017, con particolare riferimento al possibile ampliamento della capacità d'invaso della cassa di espansione di Sant'Anna, i risultati relativi all'evento caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 50 anni sono validi anche per eventi caratterizzati da tempi di ritorno pari a 100 e 200 anni. In pratica, attraverso l'incremento della capacità di laminazione della cassa di Sant'Anna sarà possibile lasciar defluire a valle della cassa stessa una portata al colmo pari a  $525 \text{ m}^3/\text{s}$  anche in occasione di eventi del bacino a monte della cassa caratterizzati da tempi di ritorno pari a 100 e 200 anni.

La modellazione bidimensionale è stata condotta considerando come limiti del dominio di calcolo il coronamento arginale, senza quindi analizzare la propagazione della piena nelle aree esterne alle arginature in caso di tracimazione delle stesse. Questo in quanto il modello in oggetto è stato implementato con la finalità di progettare gli interventi di adeguamento arginale, non per definire le aree di allagamento allo stato attuale per i diversi valori del tempo di ritorno.

L'analisi è stata estesa alle aree extra-golenali solo per la parte di asta fluviale compresa tra la cassa di espansione di Sant'Anna e la confluenza con il T. Tiepido, in quanto in tale tratto, soprattutto in sinistra idraulica, non è presente un vero e proprio sistema arginale, ma sono presenti solo rilevati arginali "secondari" e rilevati stradali. Tale analisi è stata effettuata solo con riferimento al tempo di ritorno cinquantennale.

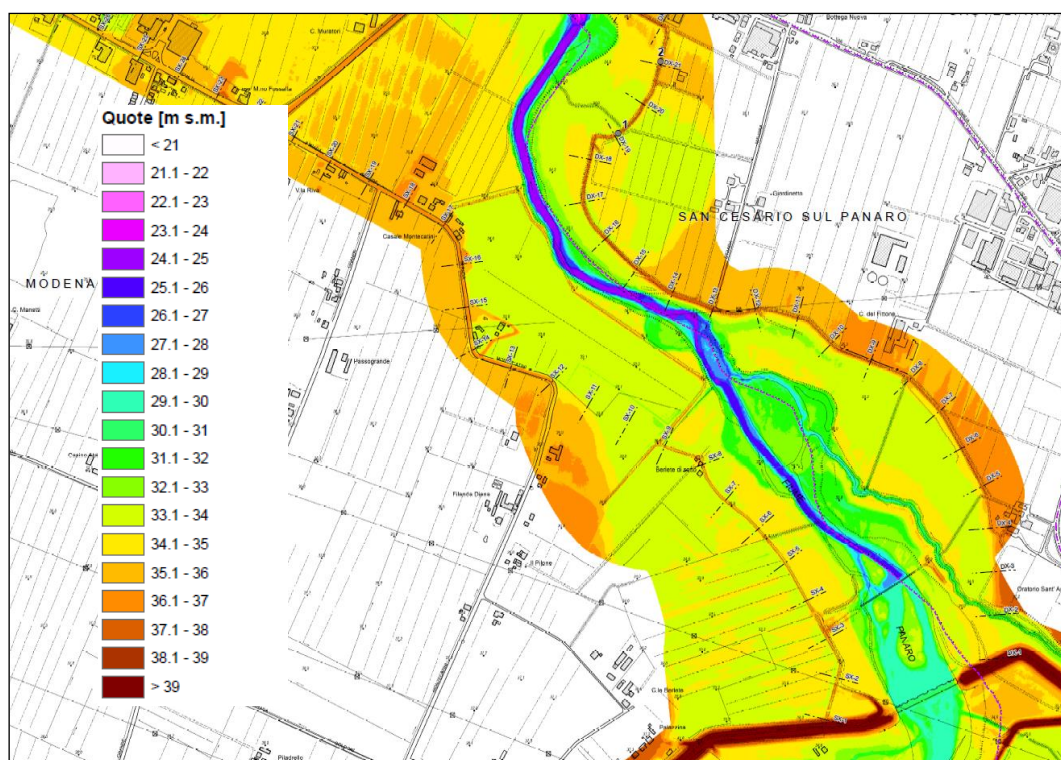
Con riferimento al presente progetto, di seguito vengono presentati i risultati del modello idraulico bidimensionale in corrispondenza del tratto di fiume Panaro posto appena a valle della cassa di Sant'Anna e la confluenza con il T. Tiepido. Tale tratto non presenta, in sinistra idraulica, un vero e proprio sistema difensivo, infatti gli argini maestri del Panaro si sviluppano appena a valle del ponte della via Emilia sul T. Tiepido.

Tra la cassa di espansione e il rilevato di accesso della via Emilia al ponte di Sant'Ambrogio la regione fluviale è delimitata in parte da scarpate naturali, da rilevati stradali (via Montecatini) e in parte da rilevati arginali "secondari. Proseguendo verso valle, la regione fluviale è delimitata in sinistra idraulica dal rilevato della via Emilia, che si estende fino al T. Tiepido.

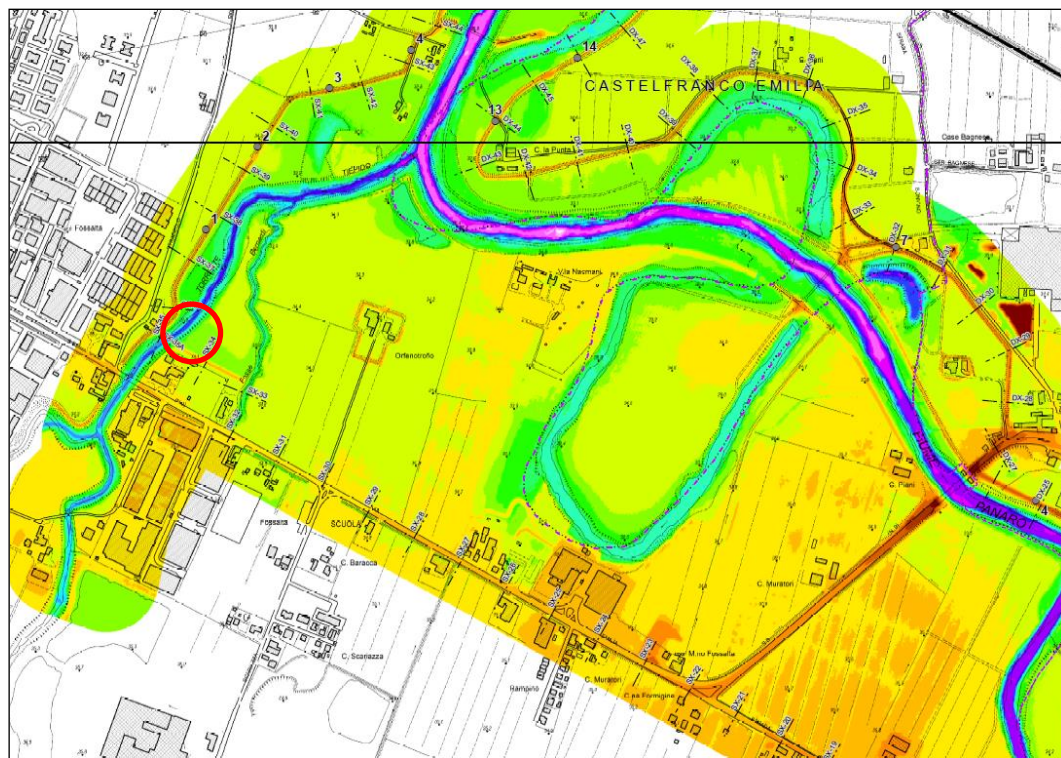
Nella seguente Figura 25 è indicato anche il punto in cui hanno inizio gli argini maestri del F. Panaro, in sinistra idraulica (cerchio rosso).

In destra idraulica, invece, l'argine maestro del Panaro inizia circa 350 m a valle della cassa di laminazione di Sant'Anna. Per tale tratto è stata condotta una modellazione bidimensionale estesa oltre ai suddetti limiti (scarpate naturali, rilevati stradali e rilevati arginali "secondari") per verificare ove si estende l'allagamento. In particolare di seguito viene rappresentata graficamente l'estensione dell'allagamento conseguente alla piena con tempo di ritorno cinquantennale, che ricordiamo, è caratterizzata da una portata al colmo pari a  $525 \text{ m}^3/\text{s}$ .





**Figura 24 – Stralcio planimetrico dell’assetto attuale del corso d’acqua con riportate le quote altimetriche – tratto tra la cassa di Sant’Anna e il rilevato della via Emilia di accesso al ponte di Sant’Ambrogio**



**Figura 25 – Stralcio planimetrico dell’assetto attuale del corso d’acqua con riportate le quote altimetriche – tratto il rilevato della via Emilia di accesso al ponte di Sant’Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido**

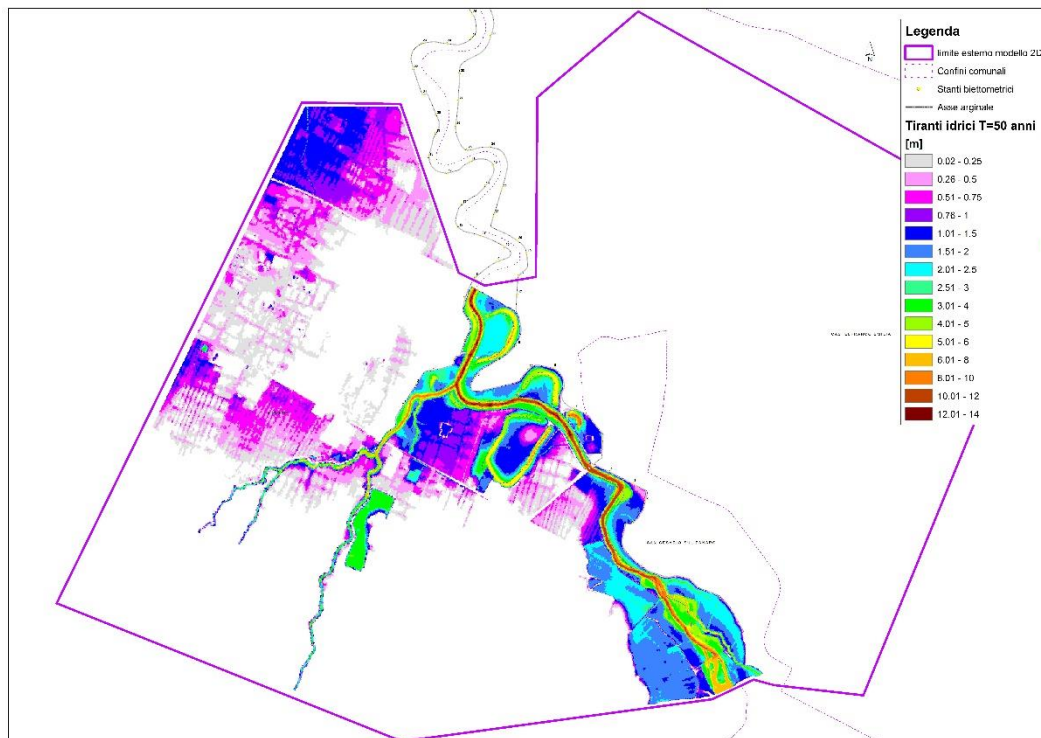
Nella simulazione non è stato inserito nessun valore di portata di piena nel T. Tiepido, considerando l'ipotesi di non contemporaneità degli eventi, al fine di valutare gli effetti di rigurgito lungo l'asta del Tiepido per effetto della piena del T. Panaro.

Nelle figure seguenti sono riportate le aree di allagamento ottenute attraverso il modello bidimensionale, con indicazione dei tiranti idrici.

In particolare, nella Figura 26 è riportato il risultato esteso all'intero dominio di calcolo, mentre nella Figura 27 c'è il dettaglio relativo alla zona tra la cassa e la via Emilia, e nella Figura 28 il dettaglio del tratto tra la via Emilia e il T. Tiepido.

La modellazione è stata effettuata utilizzando come geometria del sistema fluviale ed extra-fluviale il modello digitale del terreno (DTM). Siccome nel DTM non sono presenti le opere di difesa costituite da muri, l'allagamento ottenuto dal modello potrebbe in realtà essere minore, qualora tali opere fossero più alte del livello idrico della piena considerata.

Si osserva, inoltre, che nelle zone in cui l'allagamento giunge in prossimità del limite del dominio di calcolo le altezze idriche sono sovrastimate, in quanto nella realtà l'acqua continuerebbe a defluire verso valle, mentre nel modello è come se ci fosse un muro che ostacola il deflusso.

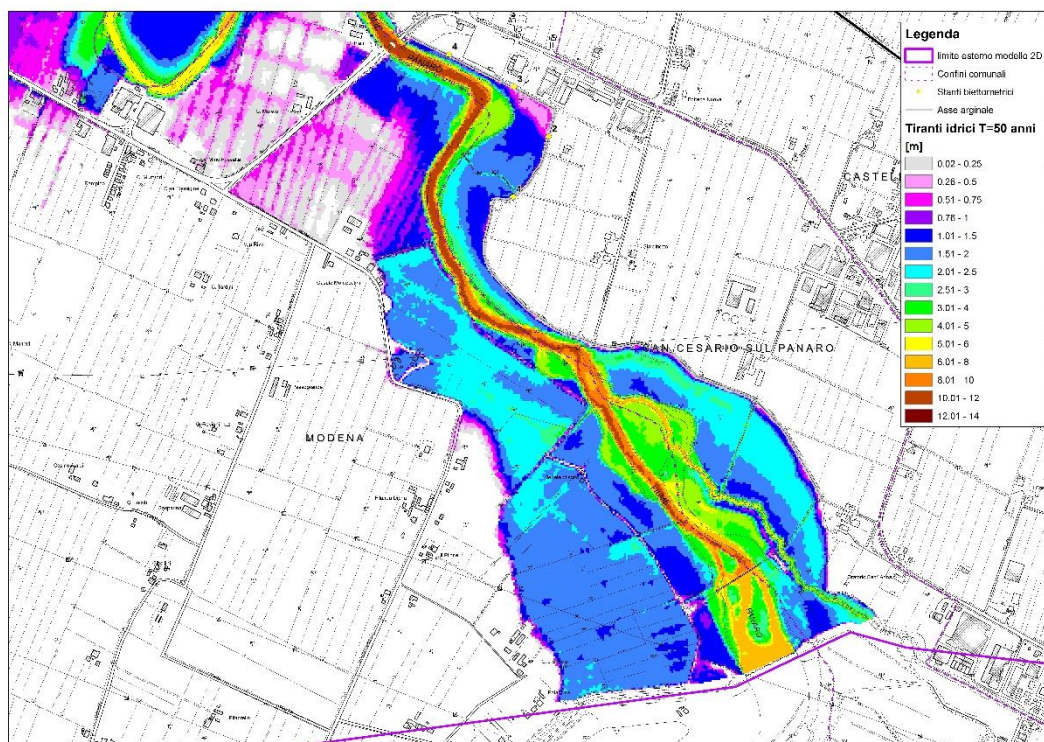


**Figura 26 – Aree di allagamento per la piena T=50 anni con particolare riferimento al tratto compreso tra la cassa di Sant'Anna e il T. Tiepido – esteso al dominio di calcolo**

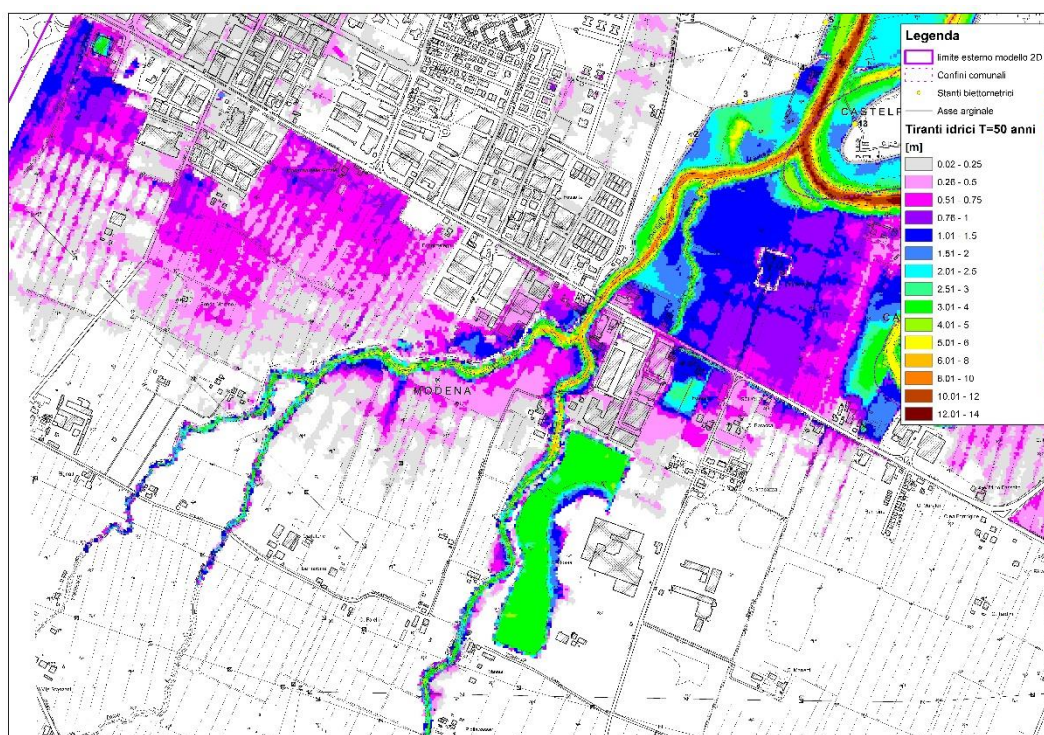
Dalle analisi sin qui condotte emerge:



- in sponda destra i limiti delle scarpate naturali (tratto lungo 350 m a valle della cassa di Sant'Anna) e le arginature maestre (fino al ponte ferroviario ove termina il modello in oggetto) sono in grado di contenere il deflusso della piena cinquantennale;
- in sponda sinistra:
  - tra la cassa e la via Emilia l'allagamento della piena cinquantennale interessa aree agricole e alcune cascine, oltre a limitati tratti della viabilità ordinaria (via Montecatini);
  - a valle del rilevato di accesso della via Emilia al ponte di Sant'Ambrogio si verificano alcune importanti fenomeni di esondazione:
    - lungo la via Emilia, in particolare tra l'incrocio con la Strada Scariazza e il ponte sul T. Tiepido;
    - lungo il T. Tiepido in sponda destra, con interessamento di alcune aree urbanizzate;
    - lungo il T. Grizzaga (affluente sinistro del T. Tiepido), sia in sponda destra che in sponda sinistra, con interessamento di aree urbanizzate della città di Modena.



**Figura 27 – Aree di allagamento per la piena T=50 anni con particolare riferimento al tratto compreso tra la cassa di Sant'Anna e il T. Tiepido – particolare del tratto tra la cassa e la via Emilia**



**Figura 28 – Aree di allagamento per la piena T=50 anni con particolare riferimento al tratto compreso tra la cassa di Sant’Anna e il T. Tiepido – particolare del tratto tra la via Emilia e il T. Tiepido**

Il presente progetto, come già accennato in precedenza, riguarda il tratto di argine posto in sinistra idraulica del fiume Panaro, tra il rilevato di accesso al ponte di Sant’Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido, mentre non entra nel merito delle opere necessarie lungo il T. Tiepido e i suoi affluenti. Tale argine è caratterizzato da una quota di coronamento pari a 35.80 m s.m., un metro al di sopra del livello idrico relativo alla portata di 525 m<sup>3</sup>/s in uscita dalla cassa di laminazione di Sant’Anna (T=50 anni nell’assetto attuale e T=100 e 200 anni previo ampliamento della volumetria della cassa stessa).

Nelle figure seguenti si riportano i risultati delle simulazioni condotte, in termini di area di allagamento, livelli massimi al colmo, tiranti al colmo e velocità massima della corrente, con riferimento all’evento di riferimento caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 50 anni. Per maggiori dettagli si rimanda alle tavole allegate al presente progetto (D.3.1, D.3.2 e D.3.3).

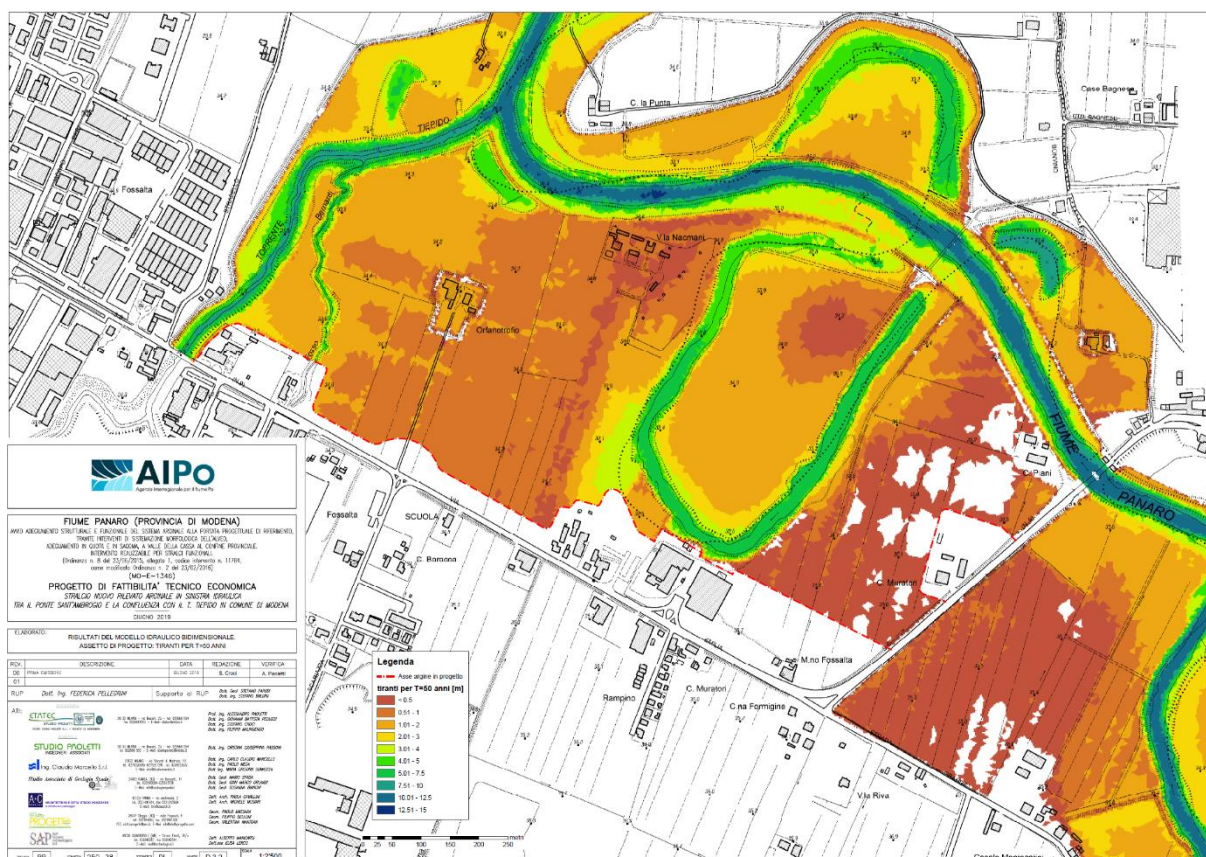
Nelle simulazioni è stato considerato che l’allagamento non possa avvenire dal T. Tiepido a monte della via Emilia, ipotizzando l’esistenza di opere di contenimento. Questo è stato fatto per verificare i soli effetti indotti dalle opere oggetto del presente progetto.

Dai risultati emerge che il livello della piena è pari a circa 34.80 m s.m., quindi la quota di coronamento dell’argine in progetto è stata posta a 35.80 m s.m..









### Legenda

--- Asse argine in progetto

tiranti per T=50 anni [m]

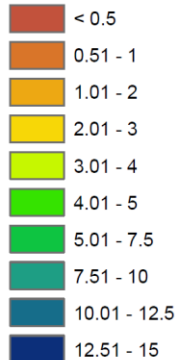
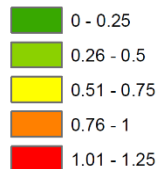


Figura 30 – tiranti idrici di piena per T=50 anni – assetto di progetto.



## 7. INDAGINI GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

### 7.1 ASSETTO GEOLOGICO

L'area di interesse è situata immediatamente a valle della zona di transizione tra il margine modenese della catena Appenninica e la Pianura Padana, nella fascia di alta Pianura.

Il contesto geodinamico è quello del Bacino Perisuturale Padano, formatosi in seguito all'orogenesi dell'Appennino settentrionale, la cui successione di depositi plio-quaternari presenta carattere regressivo, con alla base sabbie e peliti torbiditiche, seguite da un prisma sedimentario fluviodeltizio, progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali.

Il riempimento del bacino ed il successivo passaggio alla sedimentazione continentale, non sono avvenuti in maniera progressiva e continua, ma sono il risultato di eventi tettonico-sedimentari "parossistici", separati nel tempo da periodi di marcata subsidenza bacinale e movimenti ridotti delle strutture compressive.

Ciò ha originato numerose superfici di discontinuità stratigrafica, che hanno permesso di suddividere i depositi di riempimento del bacino padano in unità stratigrafiche principali (Supersistema del Pliocene medio-superiore, Supersistema del Quaternario Marino e Supersistema Emiliano-Romagnolo)

Nella zona più distale delle conoidi, individuabile circa all'altezza della via Emilia, i depositi della conoide appenninica si intercalano alle successioni del sistema di sedimentazione della piana alluvionale, che si sviluppa sia al fronte che ai lati delle conoidi.

*In particolare, il territorio in esame è ubicato nella zona in cui si entra nel sistema di sedimentazione della piana alluvionale del fiume Panaro.*

La stratigrafia nell'area di interesse, con riferimento all'approccio utilizzato nella Carta Geologica alla scala 1:50.000 del progetto CARG è descritta nel testo e nelle immagini seguenti.

L'organizzazione spaziale dei depositi viene interpretata come il prodotto del riempimento del Bacino Padano che avviene in concomitanza al sollevamento del margine appenninico con il conseguente avanzamento verso NE dei sistemi deposizionali appenninici.

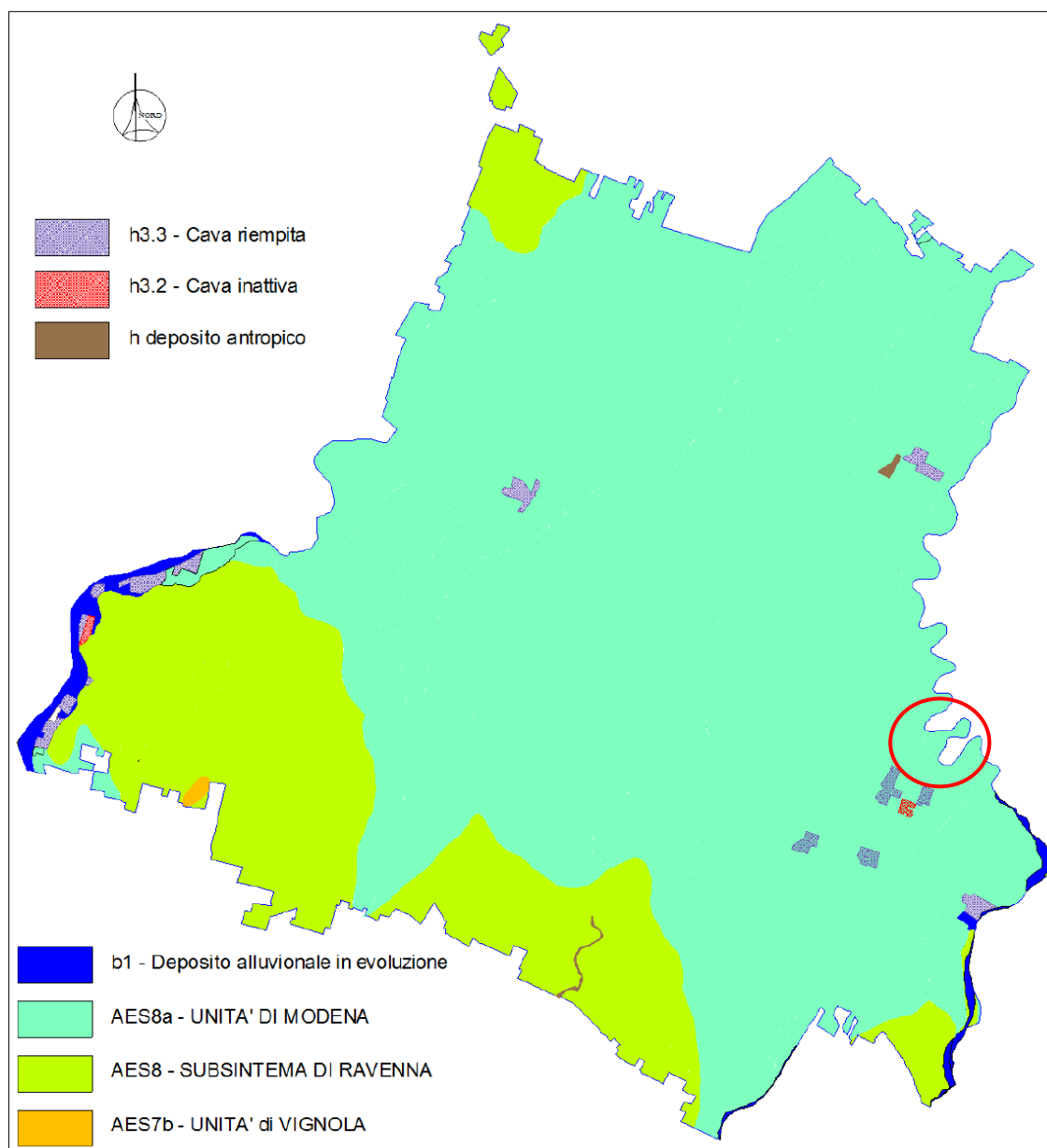
Questa unità comprende due sistemi distinti: Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore, AEI e Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore, AES, separati da una discontinuità rilevabile nelle aree marginali della pianura legata a una fase tettonica di importanza regionale.

*Nell'area di interesse affiorano solo i depositi di AES mentre i depositi di AEI sono stati individuati solo nel sottosuolo della pianura.*



I subsintemi affioranti e presenti nel primo sottosuolo investigato dell'area di interesse sono: il Subsintema di Villa Verucchio (AES7, solo nel sottosuolo) e il Subsintema di Ravenna (AES8).

L'immagine seguente, tratta dallo studio di "Microzonazione sismica e analisi della condizione limite di emergenza", mostra una sintesi geologica per l'intero comune di Modena, ricavato dai rilievi del foglio CARG "Modena", sintesi che conferma quanto sopra già anticipato.



**Figura 32: Schema geologico del Comune di Modena (dati CARG / RER Immagine tratta dalla relazione tecnica dello "studio di microzonazione sismica." del Comune di Modena). In rosso la zona di intervento.**

L'area di intervento ricade interamente nei depositi dell'Unità di Modena (AESD8a).

## 7.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO

La suddivisione della successione plio-quaternaria in unità idro-stratigrafiche (secondo la suddivisione dello studio di Regione Emilia-Romagna e ENI-Agip, 1998) definisce tre principali gruppi acquiferi: A, B, C.

Il gruppo A corrisponde con il Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, il gruppo B con il Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore ed il Gruppo C con il Quaternario marino Qm (Ricci Lucchi et al., 1982) e la parte sommitale della successione pliocenica (figura 4).

All'interno di ciascun gruppo è possibile riconoscere i complessi idrogeologici (A0,..., A4, B1,...,B4,C1,...,C4, corrispondenti in parte con i subsintemi) che sono definiti come corpi aventi litologie simili, una comprovata unità spaziale ed un grado di permeabilità che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto.

Quelli compresi nel gruppo acquifero A costituiscono i corpi dove si concentrano i prelievi idrici nella pianura emiliano-romagnola.

All'interno dei singoli complessi sono riconoscibili depositi con caratteristiche idrogeologiche ben distinte:

- i depositi di conoide alluvionale appenninica,
- i depositi della pianura alluvionale appenninica
- i depositi della pianura alluvionale e deltizia padana.

La zona di pianura ove si localizza l'area di interesse è costituita dalla conoide del fiume Panaro, che può essere definita, in generale, come un sistema acquifero multistrato.

Nella parte di alta pianura, nella porzione apicale della conoide i livelli ghiaiosi sono amalgamati e costituiscono un unico corpo acquifero, che poggia su formazioni argillose plio-pleistoceniche con spessori variabili inizialmente da pochi metri e con terrazzamenti nella porzione valliva, fino a raggiungere potenze di circa 200 m all'altezza dell'area di interesse.

Nella porzione più a valle, corrispondente al corpo centrale della conoide, i lobi ghiaioso-sabbiosi sono generalmente separati tra loro da livelli di depositi a granulometria fine quali argille, limi e sabbie fini.

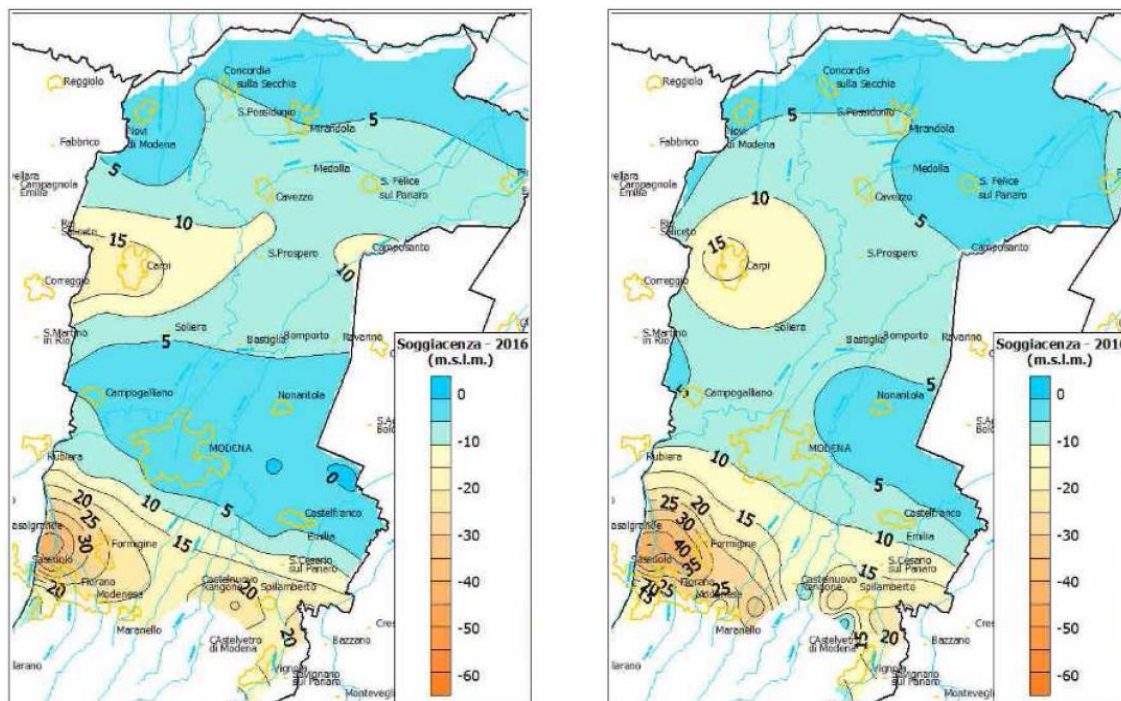
Questi livelli fungono da acquitardi generando una falda multistrato ma, anche se talvolta raggiungono spessori di 20÷25 metri, non riescono ad assicurare un totale isolamento tra gli acquiferi, sia per effetti di drenanza sia anche a causa della grande densità dei pozzi che favorisce l'interconnessione delle falde.





fiumi Secchia e Panaro, anche in corrispondenza di Spilamberto dove si attesta tra 15 e 20 m dal piano campagna.

Tali valori negativi localizzati sono indotti dai prelievi effettuati per i diversi usi della risorsa.



**Figura 34: Soggiacenza del livello di falda nei corpi idrici liberi e confinati superiori (a sinistra) e nei corpi idrici liberi e confinati inferiori (a destra) sulla base dei dati del monitoraggio anno 2016**

*Nella zona in esame la falda è posta ad una profondità inferiore a 5 metri dal p.c., indicativamente dell'ordine di 1-3 metri dal p.c.*

### 7.3 SUBSIDENZA DEL SUOLO

La pianura modenese è soggetta ad un lento movimento di abbassamento del suolo, stimato in qualche mm/anno, sia per il carico tettonico che flette il bacino sedimentario, sia per la progressiva compattazione dei sedimenti dovuta al loro stesso peso.

A questo fenomeno naturale tuttavia, nel periodo tra gli anni '60 e '70, si è andata a sovrapporre una componente di subsidenza di origine antropica imputabile principalmente al forte prelievo idrico dalle falde in seguito all'industrializzazione dell'area urbana, fino a divenire causa dominante.

Il fenomeno di subsidenza è da mettere in relazione anche alla particolare struttura stratigrafica dei depositi alluvionali sepolti, che sono costituiti da successioni di materiali a litologia grossolana, ghiaie e sabbie generalmente poco compressibili, alternati a depositi a litologia fine, limi ed argille, soggetti a diversa compressibilità in funzione delle pressioni

neutre dell'acqua in essi contenuta.

Gli emungimenti idrici hanno condotto a forti abbassamenti dei livelli piezometrici della falda, che ha successivamente innescato un veloce processo di compattazione nel sottosuolo e di abbassamento alla superficie dell'ordine dei diversi cm/anno.

Malgrado nei decenni successivi il livello medio delle acque sotterranee sia stato aumentato così come la pressione dell'acqua nelle argille, il fenomeno della subsidenza è ancora ben evidente dalle ultime campagne di rilievo interferometrico della Regione Emilia-Romagna.

I valori di abbassamento superiore ad 1 cm/anno sono concentrati nel settore compreso tra lo spigolo nord della città di Modena, Sorbara, Bomporto e Ravarino.

Questo settore fa parte della sinclinale regionale che si sviluppa a fronte delle pieghe emiliane ed è caratterizzato da un ispessimento della successione plio-quadernaria, con la predominanza di potenti intervalli di depositi fini, generalmente decametrici, intervallati a livelli sabbiosi metrici. Le condizioni geologiche sono predisponenti e l'attività antropica, attraverso la depressurizzazione degli acquiferi, è stata scatenante.

Gli effetti dei prelievi nel sottosuolo, seppure diminuiti, si stanno ancora manifestando a causa dell'inerzia dell'intero sistema idrogeologico, inoltre proprio lungo la direttrice Carpi-Bomporto.

*Nella zona di interesse non si evidenziano problematiche e/o criticità relative alla subsidenza, con valori pressoché nulli o comunque inferiori a 0,5 cm/y.*

## 7.4 SISMICITÀ

L'area di interesse ricade in un settore interessato da terremoti storici che più volte hanno raggiunto intensità pari al VII - VIII grado della scala MCS (Locati et al. 2016); gli epicentri dei numerosi eventi con magnitudo pari o superiore a 3 si posizionano lungo il margine appenninico-padano, nel medio ed alto Appennino e nel settore occidentale della pianura.

In riferimento alla zonazione sismogenetica del territorio Italiano ZS9 (Meletti e Valenise, 2004 - utilizzata per le mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale), il territorio comunale di Modena si colloca, prevalentemente, all'interno della Zona sismogenetica 912 denominata "Dorsale Ferrarese" che rappresenta la fascia più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale con la presenza di alcune importanti linee sismotettoniche ed all'interno della quale, al di sotto di spesse coltri di sedimenti alluvionali, sono presenti imponenti strutture compressive.

Una porzione meridionale del territorio si colloca all'interno della Zona sismogenetica 913

denominata “Appennino Emiliano-Romagnolo” che costituisce una fascia di transizione nella quale convivono meccanismi di fagliazione diversi, essenzialmente compressivi a Nord-Ovest e distensivi a Sud-Est.

Per la valutazione della pericolosità sismica di base il riferimento è la recente Carta di pericolosità sismica INGV, recepita dall’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 2006, in cui sono indicati i valori di accelerazione di picco al suolo ( $a_g$ ) per tutto il territorio nazionale.

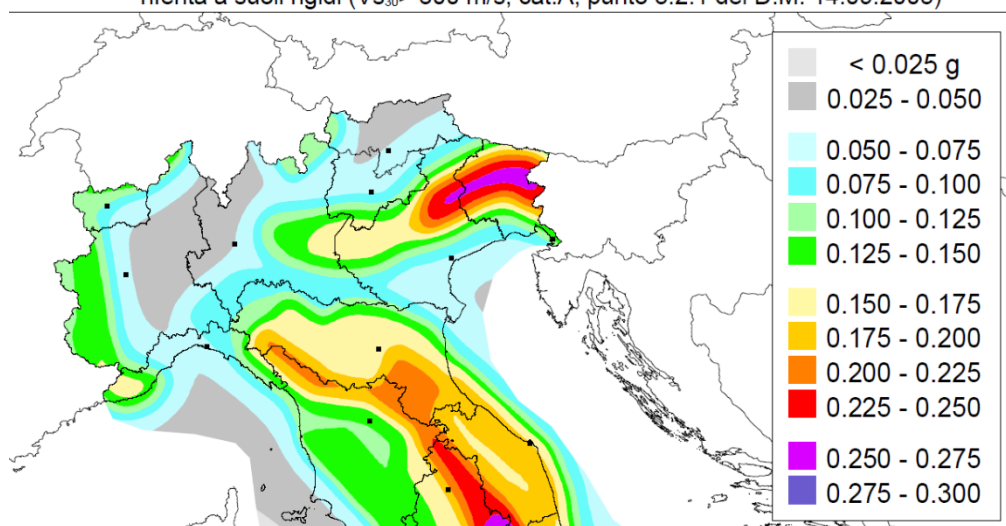
### Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



**Figura 35:** Stralcio della mappa di pericolosità sismica (INGV, [http://zonesismiche.mi.ingv.it/documenti/mappa\\_opcm3519.pdf](http://zonesismiche.mi.ingv.it/documenti/mappa_opcm3519.pdf))

I valori di accelerazione di picco su suolo rigido ( $a_g$ ) attesi sul territorio comunale di Modena sono compresi tra 0,158 e 0,163 g.

Il valore della  $a_g$  di riferimento riportato nell'allegato A4 della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n° 112/2007, corrisponde, per il comune di Modena, a 0,163 g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

Il comune di Modena appartiene alla **zona 3 a sismicità bassa** così come definito in base alla pericolosità sismica dall'Ordinanza del PCM n. 3274 / 2003 (Allegato 1, punto 3 “prima applicazione”).

Nella relazione geologica allegata al progetto è riportata una sintesi delle caratteristiche del terremoto avvenuto il 20 maggio 2012.

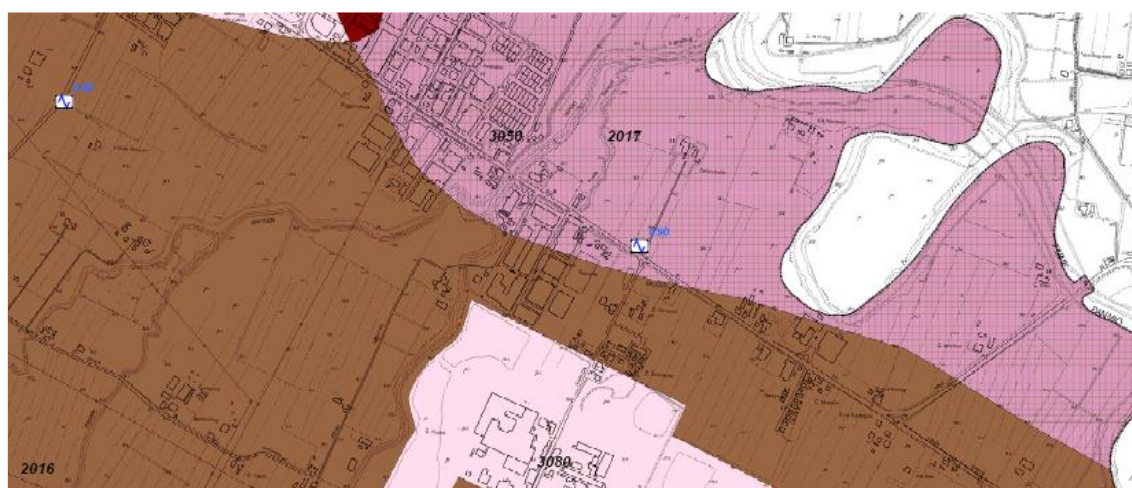
Il territorio Comunale di Modena è stato oggetto di un accurato studio per le problematiche



sismiche a livello locale ed i risultati sono sintetizzati nel documento “Microzonazione sismica ed analisi delle condizioni limite per l’emergenza” del settembre 2015, a cura dei geol. Casotti, Saloni e Fiori.

Tale studio analizza puntualmente tutti gli elementi di carattere geologico, geologico tecnico e geofisico disponibili sul territorio Comunale, per analizzare la possibile risposta dei diversi comparti ad un evento sismico.

Un importante documento di sintesi che viene prodotto nell’ambito dello studio è la “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica”, in cui il territorio Comunale è stato diviso in aree che possono presentare comportamenti, risposte e problematiche analoghe in caso di sisma. L’estratto per l’area di interesse è di seguito riportato.



**2016**

Zona 16 – Aree con substrato rigido rilevato a profondità maggiori di 100 m con alternanze di limi e argille e Vs30 media < 225 m/s. Approfondimenti di II° Livello

**2017**

Zona 17 – Aree con substrato rigido rilevato a profondità maggiori di 100 m con alternanze di limi e argille e livelli sabbiosi potenzialmente liquefacibili nei primi 20 m (Vs30 media < 225 m/s) . Approfondimenti di III° Livello

**3050**

ZALQ1 – Zona di attenzione per liquefazioni tipo 1

**Figura 36:** Estratto della “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” del Comune di Modena

*L’area di interesse risulta suddivisa in due possibili scenari di pericolosità sismica:*

*2016: possibili amplificazioni litologiche;*

*2017 (3050): possibili fenomeni di liquefazione.*

*La suddivisione è indicativa ed è basata sui limitati dati disponibili sull'area a livello di analisi a scala comunale.*

*Tali aspetti dovranno essere affrontati e verificati con indagini e le verifiche adeguate a supporto dei successivi gradi di progettazione.*

## **7.5 MODELLO GEOLOGICO-TECNICO PRELIMINARE DI RIFERIMENTO**

In questa fase di progettazione di fattibilità tecnica ed economica non sono state effettuate indagini geognostiche specifiche.

Stante la fase preliminare, la disponibilità di dati geognostici e geofisici del sottosuolo derivanti dalle campagne svolte tra il 2015 ed il 2017 (a supporto di vari interventi e progetti), e considerato anche il modesto impatto geotecnico delle opere di progetto, si è ritenuto in accordo di fare riferimento ad un unico modello geologico di sottosuolo, ricavato dai dati disponibili più vicini alla zona di interesse.

Nel caso specifico si è fatto riferimento alle indagini tra gli stanti 0-2 del Panaro - sponda sinistra del torrente Tiepido, proprio di fronte ad una delle zone di intervento.

Il progetto delle indagini geognostiche e geofisiche di approfondimento specifico è allegato al presente lavoro; tali indagini dovranno sicuramente essere eseguite a supporto della progettazione definitiva.

Per maggiori dettagli sulle prove a disposizione e sui risultati delle stesse è possibile fare riferimento alla relazione geologica di supporto al progetto definitivo MO-E-1346 del novembre 2017.

La sezione generale di riferimento è di seguito visualizzata.



**Figura 38: Parametri geologico tecnici caratteristici della sezione di riferimento**

Per le opere che saranno realizzate a partire dal p.c. naturale, senza la presenza di argini preesistenti, tale livello non deve essere considerato e la prima unità geologiche del sottosuolo



coincide con il livello 2.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale:

- le prove disponibili indicano un suolo di categoria C;
- le verifiche di liquefazione dei suoli eseguite secondo il metodo NCEER Robertson e Wride (1998) sulle prove CPTu 5-6-7 hanno indicato un potenziale di liquefazione basso.

## 8. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E STRUTTURALI DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

Nella “Relazione geotecnica e delle strutture” (All. A.4 del presente progetto) vengono illustrate ed analizzate le verifiche di carattere geotecnico e strutturale, in conformità alla normativa vigente, che consentono la definizione delle sezioni-tipo del rilevato arginale soggette a sovralzato e consolidamento.

I parametri geotecnici utilizzati in questa fase della progettazione sono ricavati da precedenti campagne di indagine condotte nel 2017 e 2018 nell’ambito della progettazione definitiva ed esecutiva dell’adeguamento strutturale e funzionale degli argini del Fiume Panaro in Provincia di Modena. In particolare, si fa riferimento ai parametri geotecnici del tratto di intervento non in frodo degli stanti 0-2 in sinistra: questi valori sono estesi all’intero tratto di intervento del presente progetto di fattibilità.

I calcoli e le verifiche sono condotte su sezioni trasversali, con modellazione bidimensionale dei fenomeni, e riguardano:

- per gli argini e le scarpate: calcoli di filtrazione e di stabilità;
- per i muri in c.a. previsti alla sommità degli argini: verifiche di tipo geotecnico (scorrimento sul piano di posa, collasso per carico limite del complesso fondazione-terreno, ribaltamento e stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno) e di tipo strutturale (raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali).

I calcoli di filtrazione sono condotti attraverso una analisi ad elementi finiti, sia in condizioni stazionarie che in regime transitorio, così da modellare in modo realistico il passaggio di una piena. Questo tipo di calcolo restituisce il reticolo di filtrazione ed il campo delle pressioni interstiziali nel terreno, consentendo di verificare le condizioni idrauliche (velocità, portata, ecc.) e fornendo l’input, relativamente alle condizioni di filtrazione nel terreno, per le verifiche di stabilità.

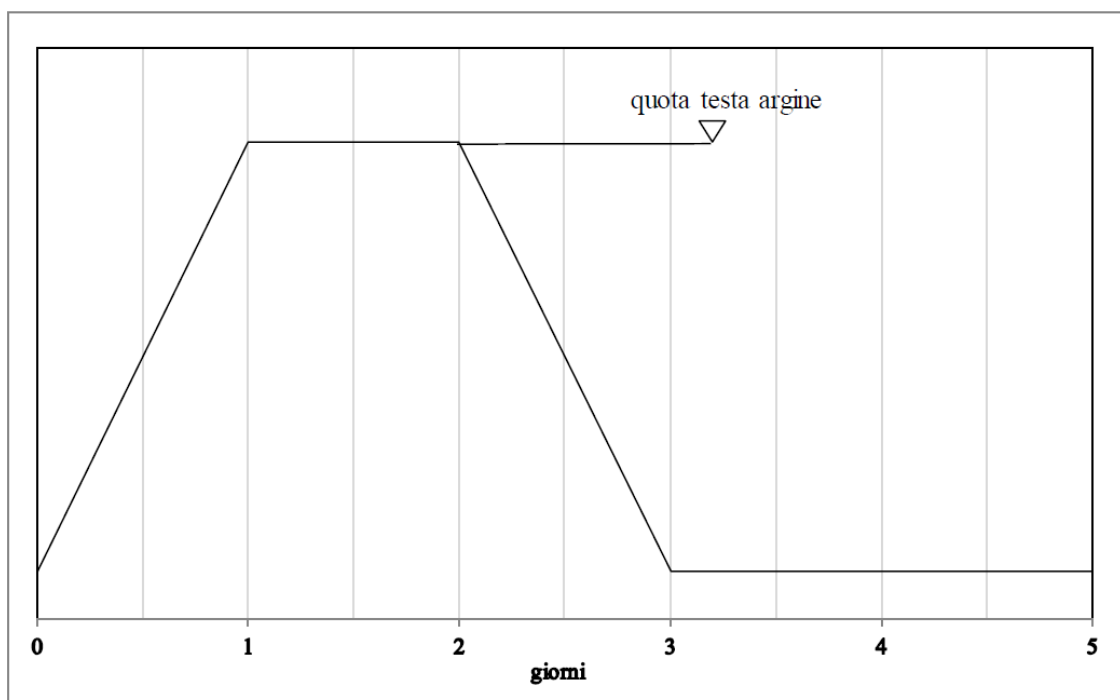
Per le verifiche di stabilità degli argini ed in generale per quelle di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno si ricorre a modelli basati sui classici metodi all’equilibrio limite, che consistono nel confrontare la resistenza a rottura disponibile con quella effettivamente mobilitata. Vengono prese in esame superfici circolari; la ricerca delle superfici viene condotta automaticamente dal programma di calcolo, che genera migliaia di possibili cerchi di scivolamento. Le verifiche in condizioni sismiche sono condotte mediante una analisi di tipo pseudo-statico, che considera un sistema di forze orizzontali e verticali applicate ai volumi di terreno coinvolti. Le verifiche di stabilità vengono eseguite

separatamente lato fiume e lato campagna (queste ultime solo dove necessario).

Le rimanenti verifiche sui muri di sostegno vengono condotte attraverso semplici relazioni di equilibrio.

In merito ai livelli idrici considerati nei calcoli, con riferimento a quanto illustrato nella “Relazione idraulica” di progetto la legge di variazione dei livelli del Fiume Panaro nel corso di una piena assunta nei calcoli è illustrata graficamente in Figura 35. In particolare la piena di progetto, considerata per le verifiche, è caratterizzata da:

- salita del livello del fiume fino a testa argine in 24 ore;
- mantenimento della quota di testa argine per 48 ore;
- discesa in 24 ore.



**Figura 39 – Schematizzazione assunta nei calcoli del livello del fiume Panaro durante la piena di progetto**

Come sovraccarico accidentale, si considera sulla testa degli argini e sulle banchine transitabili un valore caratteristico di  $10 \text{ kN/m}^2$ .

Per la definizione delle azioni sismiche di progetto, si assumono per le opere in esame:

- Vita Nominale  $V_N = 50$  anni (“Opere ordinarie, ponti opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale”, v. Tabella 2.4.I NTC);
- Classe d’uso III (“Costruzioni in cui si preveda affollamenti significativi [...] Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso” v. § 2.4.2 NTC);



e quindi:

- Coefficiente d'uso  $CU = 1,5$ ;
- Periodo di riferimento dell'azione sismica  $VR = 75$  anni.

Le verifiche allo SLU vengono eseguite con i criteri delle NTC riferiti allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV). Quindi, essendo all'SLV  $PVR = 10\%$ , le verifiche devono essere condotte assumendo:

- Periodo di ritorno dell'azione sismica  $TR = 712$  anni.

I valori dei parametri ( $ag$ ,  $F0$  e  $TC^*$ ) relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti dalla normativa. I punti del reticolo di riferimento sono definiti in funzione della località dove è ubicata l'opera.

Con questi dati considerando inoltre:

- Categoria topografica T1 (quindi  $ST = 1,0$ );
- Categoria del suolo C (vds. "Relazione geologica-idrogeologica").

è possibile ricavare, per il sito in esame, i parametri necessari alla valutazione dell'azione sismica.

Le situazioni progettuali prese in esame sono:

- in condizioni di piena: viene analizzato il regime transitorio della falda, conseguente al passaggio in alveo della piena di progetto;
- in condizioni sismiche: con il livello di falda stazionario viene analizzata l'introduzione delle azioni sismiche.

Le verifiche di stabilità agli SLU riguardano entrambe le situazioni progettuali.

Le quattro sezioni prese in esame nelle verifiche della relazione geotecnica e delle strutture sono quelle relative ai quattro interventi-tipo previsti in progetto.

## 9. VALUTAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA

Nell'ambito del presente progetto è stata aggiornato il Documento di valutazione archeologica preventiva già effettuata nell'ambito del progetto di fattibilità tecnico-economica generale presentato nel mese di marzo 2017.

Il tratto di intervento in oggetto ricade in una fascia di territorio ad elevato rischio di ritrovamenti archeologici.

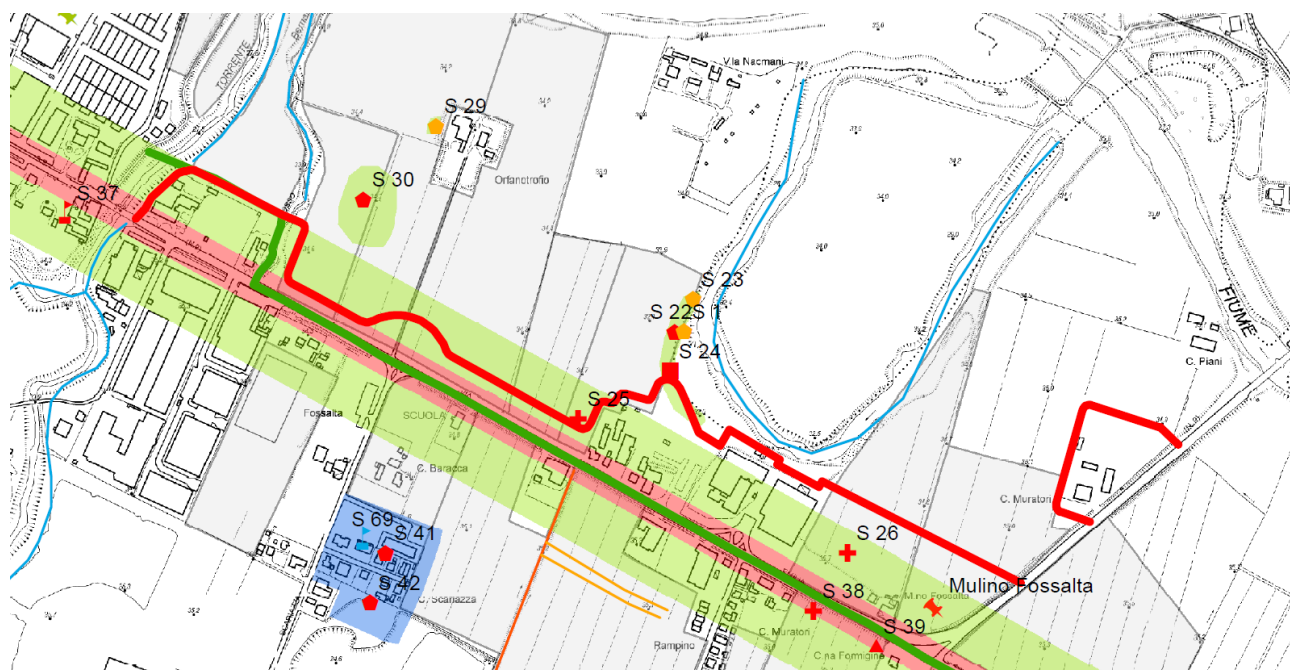
Rispetto alla precedente indagine, si abbassa il livello di rischio per il tratto più orientale, intorno a C.na Muratori, e per i primi 400 metri lineari paralleli alla via Emilia, in quanto non più direttamente ricadenti all'interno della fascia di rispetto della via Emilia.

Permane invece un rischio molto elevato per il tratto a sud della lanca del Panaro, dove la nuova arginatura proposta attraversa, per un'estensione di circa 200 metri lineari, una sequenza di siti archeologici già noti, per cui sussiste un vincolo di controllo archeologico preventivo, segnalato da PRG.

Per la seconda parte del tracciato, parallela alla via Emilia, si sottolinea, in particolare, la presenza, intorno al percorso della strada romana, della fascia ampia 50 metri sottoposta a vincolo di scavo archeologico preventivo e di quella ampia 200 metri con vincolo di controllo archeologico preventivo, come risulta da Piano Regolatore Generale del Comune di Modena, all'interno delle quali ricade in toto la nuova arginatura proposta.

Per quanto riguarda la tipologia di intervento in progetto, questo prevede perlopiù la formazione di nuovi rilevati arginali o adeguamento in quota di quelli esistenti. Le attività di scavo previste sono in parte localizzate su rilevato arginale esistente; i lavori andranno quindi ad incidere per la maggior parte sui depositi di recente formazione, pertinenti all'attuale corso del fiume. Il rischio maggiore sembra quindi quello di intercettare depositi già intaccati o sconvolti nel corso dell'epoca moderna e contemporanea, in probabile giacitura secondaria. Nei casi in cui è previsto lo scavo a partire dall'attuale piano di campagna, questo risulta limitato dal punto di vista areale e di profondità massima di circa 0,5 metri, con il rischio di intaccare quindi solamente i depositi alluvionali superficiali.

In sintesi, con le premesse di cui sopra, il nuovo tracciato proposto, in particolare nel suo tratto più occidentale, attraversa aree ad elevato rischio di ritrovamenti archeologici. Permane tale rischio soprattutto nei tratti dove si intende procedere alla creazione di un nuovo rilevato arginale. Un rischio medio-alto di intercettare evidenze di natura archeologica permane nel tratto più orientale, in virtù della densità di ritrovamenti archeologici dell'area e della vicinanza al tracciato della via Emilia.



### Legenda tavole

#### Ritrovamenti archeologici

- Età Medioevale, Abitato
- ✦ Età Medioevale, Area sepolcrale
- ◆ Età Medioevale, Impianto produttivo
- Età Medioevale, Infrastruttura
- ⋈ Età Medioevale, Sporadico
- Età Moderna, Abitato
- ◆ Età Moderna, Impianto produttivo
- Età Moderna, Infrastruttura
- ⋈ Età Moderna, Sporadico
- Età Romana, Abitato
- ✦ Età Romana, Area sepolcrale
- ▲ Età Romana, Epigrafe
- ◆ Età Romana, Impianto produttivo
- Età Romana, Infrastruttura
- ⋈ Età Romana, Sporadico
- Protostorica, Abitato
- ⋈ Protostorica, Sporadico

#### Anomalie lineari

- Centuriazione
- Geometrica/Lineare
- Paleoidrografia

#### Toponimi

- ✦ Fitotoponimo
- ◆ Geomorfologia
- ◆ Idrografia
- ✦ Struttura

#### UT

#### Vincoli

- Vincolo archeologico di tutela
- Scavo archeologico preventivo
- Controllo archeologico preventivo
- Argini in progetto
- Ipotesi argini



## **10. PIANO PARTICELLARE PRELIMINARE DELLE AREE E CRITERI ESTIMATIVI**

### **10.1 PREMESSA**

Le aree interessate dai lavori si suddividono in:

- 1) sedimi di aree private,
- 2) sedimi di aree demaniali,

### **10.2 LE MAPPE CATASTALI**

Le mappe catastali sono state scaricate digitalmente, nel mese di giugno 2019, dal SISTER in formato TIFF. I fogli catastali coinvolti dall'esproprio sono i seguenti:

Comune di Modena Fg. 190-191

Comune di Castelfranco Emilia Fg. 85

### **10.3 CRITERI ADOTTATI NELL'INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI OCCUPAZIONE**

#### ***AREE DI ESPROPRIO***

I contorni delle nuove opere sono stati prelevati direttamente dai file del progetto e quindi inseriti nelle tavole di piano particellare, cercando di non coinvolgere aree al di fuori di quelle necessarie alle opere da realizzare.

Rispetto al piede dell'argine lato campagna, è stato mantenuto un metro in più, al fine di permettere la realizzazione di un fosso di scolo. Tale fosso non è necessario lato fiume poiché provvede già la pendenza naturale del terreno allo scolo delle acque.

Nei tratti in cui viene eseguito il ringrosso di un muro esistente, o è prevista la realizzazione di un nuovo muro, l'area in esproprio coincide con la larghezza della fondazione.

#### ***AREE DI OCCUPAZIONE TEMPORANEA E DI CANTIERE***

L'occupazione di cantiere per il ringrosso o la realizzazione di nuovi argini è prevista lato fiume, per una larghezza totale di 15,00 m onde permettere il passaggio dei mezzi e lo stoccaggio temporaneo dei materiali.

Per la realizzazione dei muri è prevista invece una doppia fascia lato fiume e lato campagna, della larghezza di 5,00 m.

### **10.4 LE VISURE CATASTALI**

Individuate le particelle interessate dalle occupazioni, sono state eseguite le relative visure

catastali per determinarne i dati identificativi (intestazione, superficie, redditi ecc.). Tali visure sono state eseguite anch'esse nel mese di Giugno 2019.

## **10.5 ELENCO DITTE**

Tutte le informazioni relative alle visure catastali nonché quelle relative alle informazioni sulle superfici delle aree da occuparsi sono riassunte nelle tabelle dell'Elenco Ditte.

## **10.6 RIFERIMENTI NORMATIVI**

Le principali Leggi in materia espropriativa cui fare riferimento sono:

- DPR 327/2001 e s.m.i. - Testo Unico delle Espropriazioni.
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 348 del 24 ottobre 2007 (modifiche all'art. 37 DPR 327/2001).
- Sentenza della Corte Costituzionale n. 181 del 10 giugno 2011 (modifiche all'art. 40 DPR 327/2001).

## **10.7 CRITERIO DI RICERCA DELLE INDENNITÀ DA OFFRIRE IN RELAZIONE ALLA DESTINAZIONE URBANISTICA DELLE AREE**

La determinazione del valore venale di un'area è fatta ai sensi degli Art. 32/37/38/39/40/41/42 del DPR 327/01, pertanto va ricercato il valore relazionato alla destinazione urbanistica di quell'area.

La norma vigente prevede che, il prezzo da offrire alle ditte espropriate, debba corrispondere al valore venale dell'area da espropriare. Al fine di valutare correttamente le aree è stata ricercata la destinazione urbanistica degli immobili in esproprio (allegato 1).

All'interno del Comune di Modena, sono state individuate le seguenti destinazioni urbanistiche:

- Strada
- Aree di valore naturale e ambientale - parco fluviale
- Ambiti ad alta vocazione produttiva agricola tipo b - di interesse ambientale
- Aree di tutela e ricostruzione ambientale situate in territorio extraurbano
- Ambiti specializzati per attività produttive tipo a - aree di rilievo comunale

La strada, sulla base di valutazioni pregresse in ambito espropriativo e progettuale, è stata valutata 15 €/mq.

Le Aree "di valore naturale e ambientale - parco fluviale" e gli "Ambiti ad alta vocazione

produttiva agricola tipo b - di interesse ambientale” sono stati valutati come un’area agricola. Dalla rilevazione dei prezzi di terreni agricoli in tabella 1 è emersa una richiesta media di € 4,35 per mq. Tali valori risultano in linea con il “listino dei valori agricoli della provincia di Modena” edito da Exeo s.r.l., sono pertanto stati assunti questi ultimi, in quanto essendo suddivisi per tipologia di coltivazione garantiscono una maggiore precisione nella determinazione del valore.

Le “Aree di tutela e ricostruzione ambientale situate in territorio extraurbano” rappresentano un ambito urbano consolidato, sono pertanto stati considerati dei terreni edificati a carattere residenziale. Il valore medio di un terreno edificabile residenziale nella zona di Modena è pari ad € 190 per mq, tale valore è stato ridotto al 20% in quanto il terreno espropriato è stato considerato una pertinenza di un terreno edificato.

La stessa metodologia è stata applicata per la valutazione delle aree “Ambiti specializzati per attività produttive tipo a - aree di rilievo comunale”, in quanto le aree in esproprio sono pertinenze di aree produttive.

Il valore medio rilevato desumibile in tabella 1 è di € 66,81. Il dato è stato ottenuto eliminando due valori ritenuti incongrui (indicati in rosso), poiché troppo bassi o troppo alti.

A questo punto è stata applicata una riduzione del valore in quanto l’area risulta già edificata, adottando un valore del 30% del valore originario per un importo di 20,00 €/mq.

Nel Comune di Castelfranco Emilia risulta una sola area, denominata “Ambiti del territorio rurale”. Tale area è stata valutata come un’area agricola sulla base dei valori riportati nel “listino dei valori agricoli della provincia di Modena”.

## 10.8 CRITERIO INDENNITÀ PER LE OCCUPAZIONI TEMPORANEE

Alle aree soggette ad occupazione temporanea, stimata per un periodo di mesi 6 verrà riconosciuta alla proprietà un’indennità pari ad 1/12 dell’indennità di esproprio per ogni anno, e per ogni mese o frazione di mese, una indennità pari ad 1/12 di quella annua.

## 10.9 CONSIDERAZIONE FINALE SULLE SOMME DA PAGARE

Le somme da reperire, in relazione ai valori applicati nell’elenco ditte, si suddividono nelle seguenti voci:

a)	indennità di occupazione permanente	€ 108.839,10
b)	Indennità per occupazione d’urgenza <i>Valore suscettibile a variazione in quanto</i>	€ 4.825,99



	<u>determinato dal periodo intercorrente tra la data di immissione in possesso e la data in cui verrà liquidato l'acconto dell'80%</u>	
c)	indennità di occupazione temporanea (stimati mesi 6)	€ 7.213,36
d)	indennità di occupazione temporanea per aree di cantiere (stimati mesi 6)	€ 336,60
d)	indennità coltivatori dir./affittuari <u>Questo valore potrebbe variare dopo stato di consistenza delle aree</u>	€ 48.224,33
e)	totale delle indennità da corrispondere	€ 169.439,39
f)	Indennità per danni derivanti dall'esproprio e imprevisti: 30% di a) <u>Valore suscettibile a variazione determinato dall'oggettiva situazione in loco dei danni da stimare per causa lavori, dopo lo stato di consistenza</u>	€ 32.651,73
	<b>ONERI TOTALI PER PROCEDURE ESPROPRIATIVE</b>	<b>€ 202.091,12</b>

**NOTA:**

Gli importi sopra indicati, potranno subire variazioni in più o in meno, successivamente al frazionamento, che determinerà l'effettiva area di esproprio. In funzione delle superfici reali si determinerà a consuntivo il saldo da corrispondere alle ditte, nel rispetto dell'acconto dell'80% dell'indennità provvisoria da corrispondere ai sensi dell'art. 20 comma 6.

## 11. CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA E QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO

L'importo per la realizzazione degli interventi di formazione del nuovo rilevato arginale in sinistra idraulica tra il ponte Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido, in Comune di Modena, è pari a € 1'222'650.57, di cui € 1'202'650.57 per importo lavori e € 20'000,00 per i costi della sicurezza.

L'importo delle somme a disposizione della Stazione Appaltante è stato valutato tenendo conto di diverse voci, tra cui le principali sono:

1. IVA sui lavori (pari al 22% dell'importo dei lavori).
2. Imprevisti;
3. Rilievi, accertamenti e indagini;
4. Spese tecniche;
5. Oneri per procedure espropriative relative a indennità occupazione permanente, indennità occupazione temporanea, indennità coltivatori diretti/affittuari, Indennità per occupazione d'urgenza, indennità per danni derivanti dall'esproprio e imprevisti;
6. Oneri amministrativi.

Nella tabella seguente si riporta il dettaglio delle somme a disposizione e del quadro economico complessivo.

**Tabella 4 – Quadro economico del progetto stralcio del nuovo rilevato arginale in sinistra idraulica tra il ponte Sant'Ambrogio e la confluenza con il T. Tiepido in Comune di Modena**

<b>A)</b>	<b>LAVORI</b>			
	<b>A1</b>	Importo per l'esecuzione dei lavori principali	1'202'650.57	
	<b>A1.1</b>	Oneri per piani di sicurezza non soggetti a ribasso	20'000,00	
		<b>TOTALE PER LAVORI (A)</b>		<b>1'222'650.57</b>
<b>B)</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE PER L'AMMINISTRAZIONE</b>			
	<b>B1</b>	Lavori esclusi dall'appalto dei lavori principali comprensivi di IVA ed oneri		<b>0</b>
	<b>B2</b>	Rilievi, accertamenti ed indagini		<b>50'000,00</b>
	B1.1	Indagini geologico-geotecniche	25'000,00	
	B1.2	Indagini preventive rischio presenza ordigni bellici	25'000,00	

	B3	Allacciamenti a pubblici servizi e risoluzione interferenze reti			50'000,00
	B4	Imprevisti ed arrotondamenti			64'455,66
	B5	Espropri acquisizione aree, occ.ni accordi bonari comprese spese tecniche			212'091,12
		B5.1	Espropri, acquisizione aree, occupazioni ed accordi bonari	202'091,12	
		B5.2	Spese servizi specialistici per espropri (I.V.A. e oneri compresi)	10'000,00	
	B6	Accantonamento adeguamento prezzi (1.5% di A1+A1.1)			18'339.76
	B7	Spese tecniche			58'339.76
		B7.1	Spese per incentivo progettazione (1,5%) su A1+A1.1	18'339.76	
		B7.2	Servizi di ingegneria e architettura: CSE, ufficio di DL, collaudo tecnico amministrativo	40'000.00	
	B8	Spese per commissioni aggiudicatrici			0
	B9	Spese per pubblicità di gara			5'000,00
	B10	Spese accertamenti di laboratorio, verifiche tecniche di CSA, collaudi			50'000,00
		B10.1	Prove di collaudo, compreso IVA ed oneri	50'000,00	
B11	ANAC			140,00	
B12	IVA sui lavori (22% di A1+A1.1)			268'983.13	
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE (B)					777'349,43
TOTALE PROGETTO (A+B)					2'000'000,00

L'intervento in questione rientra nel quadro economico complessivo dell'intervento denominato "Fiume Panaro - Avvio adeguamento strutturale e funzionale del sistema arginale alla portata progettuale di riferimento, tramite interventi di sistemazione morfologica dell'alveo, adeguamento in quota e in sagoma, a valle della cassa fino al confine provinciale. Intervento realizzabile per stralci funzionali. (Ordinanza n. 8 del 23.06.2015, allegato 1, codice intervento n. 11784, come modificata da Ordinanza n. 2 del 23.02.2016) - MO-E-1346", riportato nella successiva tabella, il cui importo totale è



pari a complessivi € 20'000'000,00, corrispondente al finanziamento di cui all'Ordinanza n. 8 del 23/6/2015, così come modificata dell'Ordinanza n. 2 del 23/02/2016, con specifico riferimento all'allegato 1 *“Interventi urgenti connessi al programma di messa in sicurezza idraulica dei territori connessi ai fiumi che hanno generato gli eventi alluvionali verificatisi tra il 17 e il 19 gennaio 2014”* - codice intervento n. 11784.

In tale quadro economico la necessità di finanziamento per l'intervento oggetto del presente progetto, riportato alla voce *“B.13 - Onere per il finanziamento delle opere di contenimento dei livelli di piena e/o adeguamento di opere esistenti, in sinistra idraulica del F. Panaro, nei pressi della via Emilia e del T. Tiepido nel tratto rigurgitato dal Panaro”* era stato stimato pari a € 5'500'000,00, mentre ora la valutazione, in seguito alla redazione del progetto di fattibilità tecnico-economica, è pari a € 2'000'000,00.

**Tabella 5 – Quadro economico progetto complessivo oggetto di finanziamento.**

<b>A)</b>	<b>LAVORI</b>			
	<b>A1</b>	Importo per l'esecuzione dei lavori principali	8'693'604,64	
	<b>A1.1</b>	Oneri per piani di sicurezza non soggetti a ribasso	96'689,47	
		<b>TOTALE PER LAVORI (A)</b>		<b>8'790'294,11</b>
<b>B)</b>	<b>SOMME A DISPOSIZIONE PER L'AMMINISTRAZIONE</b>			
	<b>B1</b>	<b>Lavori esclusi dall'appalto dei lavori principali comprensivi di IVA ed oneri</b>		
		<b>INTERVENTI PRIORITARI:</b>		<b>1'303'000,00</b>
		<b>B1.1</b> Intervento stralcio Navicello – stanti 37-38, sponda sinistra	163'000,00	
		<b>B1.2</b> Intervento stralcio Castelfranco Emilia – stanti 10-17, sponda destra	1'140'000,00	
	<b>B2</b>	<b>Rilievi, accertamenti ed indagini.</b>		<b>345'059,39</b>
	<b>B2.1a</b>	Indagini geologico-geotecniche ed ambientali: indagini geognostiche di prima fase (netto aff.to) compresa IVA (impegnati)	28'388,38	

	B2.1b	Indagini geologico-geotecniche ed ambientali: indagini geognostiche di seconda fase, compresa IVA	95'154,12	
	B2.2	Indagini topografiche, rilievi (netto aff.to) Zenith-Oikos	96'476,99	
	B2.3	Indagini archeologiche, compreso IVA ed oneri di cui: € 6.100,00 affidate per Controllo Archeologico AR/S ARCHEOSISTEMI	10'000,00	
	B2.4	Indagini preventive ricerca ordigni bellici (indagine elettromagnetica e radarstratigrafica), compresa IVA ed oneri (già impegnati)	25'000,00	
	B2.5	Rilievo DTM2015 e aggiornamento - CGR BLOM (già impegnati)	27'816,00	
	B2.6	Convenzione UNIPR – collaudo topografia (già impegnati)	10'980,00	
	B2.7	Attività II fase Esplora (già impegnati)	15'243,90	
	B2.8	Indagini geognostiche III Fase – Subsoil	36'000,00	
<b>B3</b>	<b>Allacciamenti a pubblici servizi e risoluzione interferenze reti, di cui: € 534,3 a favore di Enel</b>			<b>50'000,00</b>
<b>B4</b>	<b>Imprevisti ed arrotondamenti</b>			<b>528'954,15</b>
<b>B5</b>	<b>Espropri acquisizione aree, occ.ni accordi bonari comprese spese tecniche</b>			<b>593'192,25</b>
	B5.1	Espropri, acquisizione aree, occupazioni ed accordi bonari	552'314,80	
	B5.2	Spese servizi specialistici per espropri (I.V.A. e oneri compresi)	24'104,66	
	B5.3	Supporto al RUP per completamento procedure espropriative per stralcio Castelfranco Emilia-stralcio Navicello (già impegnati)	16'772,79	
<b>B6</b>	<b>Accantonamento adeguamento prezzi (1.5% di A1+A1.1)</b>			<b>131'854,41</b>
<b>B7</b>	<b>Spese tecniche</b>			<b>713'969,56</b>
	B7.1	Spese per incentivo progettazione (1,5%) su A1+A1.1	131'854,41	
	B7.2a	Servizi di ingegneria e architettura: Progettazione preliminare/definitiva/esecutiva e coord. Sicurezza in fase di progettazione (importo al netto del ribasso del 46,62%), compresi oneri e IVA (già impegnata)	272'800,12	

	B7.2b	INCARICO COMPLEMENTARE relativo ai Servizi di ingegneria e architettura: coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione interventi stralcio Navicello e Castelfranco Emilia, indagine elettromagnetica interventi stralcio Navicello e Castelfranco Emilia, approfondimento progettuale (a livello di progetto di fattibilità tecnico-economica) del tratto a monte del sistema arginato, maggior onere progettazione di fattibilità tecnico-economica nel tratto arginato compresi oneri e IVA (già impegnati)	135'761,60	
	B7.3	Spese per incarico verifica preventiva della progettazione compresi oneri e IVA (art. 26 D.Lgs. 50/2016) (importo al netto del ribasso del 55,96% già impegnati)	46'374,89	
	B7.4	Coordinamento sicurezza in fase di esecuzione, direzione dei lavori (direttore operativo e ispettore di cantiere) e controllo archeologico in corso d'opera, compresa IVA ed oneri	127'178,54	
B8	Spese per commissioni aggiudicatrici			0
B9	Spese per pubblicità di gara (già impegnate)			9'526,42
B10	Spese accertamenti di laboratorio, verifiche tecniche di CSA, collaudi			100'000,00
	B10.1	Prove di collaudo, compreso IVA ed oneri	100'000,00	
B11	ANAC incarico progettazione, rilievo topografico, verifica preventiva			285,00
B12	IVA sui lavori (22% di A1+A1.1)			1'933'864,70
B13	Onere per il finanziamento delle opere di contenimento dei livelli di piena e/o adeguamento di opere esistenti, in sinistra idraulica del F. Panaro, nei pressi della via Emilia e del T. Tiepido nel tratto rigurgitato dal Panaro			5'500'000,00
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE (B)				11'209'705,89
TOTALE PROGETTO (A+B)				20'000'000,00



## 12. ATTI DEL PRESENTE PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

ATTI	
A.1	Relazione tecnico-illustrativa delle opere in progetto
A.2	Relazione idraulica
A.3	Relazione geologica-idrogeologica e sismica
A.4	Relazione geotecnica e delle strutture
A.5	Relazione interferenze sottoservizi
A.6	Documento di valutazione archeologica preventiva
A.7	Studio di prefattibilità ambientale
A.8	Prime indicazioni e prescrizioni per la stesura del PSC
A.9	Calcolo sommario della spesa
A.10	Quadro economico di progetto
A.11.1	Relazione sui criteri da adottare per la stima del più probabile valore di mercato e delle indennità di espropriazione
A.11.2	Elenco ditte e visure catastali
DISEGNI	
D.1	Corografia generale di inquadramento
D.2.1	Planimetria dello stato attuale - modello digitale del terreno
D.2.2	Planimetria dello stato attuale - rilievo di campagna
D.3.1	Risultati del modello idraulico bidimensionale. Assetto di progetto: livelli per T=50 anni
D.3.2	Risultati del modello idraulico bidimensionale. Assetto di progetto: tiranti per T=50 anni
D.3.3	Risultati del modello idraulico bidimensionale. Assetto di progetto: velocità per T=50 anni
D.4	Planimetria opere in progetto
D.5	Profilo longitudinale: stato di fatto e assetto di progetto
D.6	Sezioni tipologiche degli interventi in progetto
D.7.1	Sezioni trasversali: stato di fatto e assetto di progetto - 1 di 4
D.7.2	Sezioni trasversali: stato di fatto e assetto di progetto - 2 di 4
D.7.3	Sezioni trasversali: stato di fatto e assetto di progetto - 3 di 4
D.7.4	Sezioni trasversali: stato di fatto e assetto di progetto - 4 di 4
D.8	Planimetria del Piano particellare preliminare delle aree

Milano, giugno 2019

## I PROFESSIONISTI INCARICATI:

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI

Dott. Ing. Stefano Croci

ING. CLAUDIO MARCELLO s.r.l.

Dott. Ing. Carlo Claudio Marcello

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA SPADA

Dott. Geol. Mario Spada

A+C\_ARCHITETTURA E CITTA' STUDIO ASSOCIATO

Arch. Paola Cavallini

A TUTTO PROGETTO – STUDIO ASSOCIATO DEI GEOMETRI PAOLO

MASSARA E FILIPPO BELLONI SOCIETA' SEMPLICE

Geom. Paolo Massara

SAP SOCIETA' ARCHEOLOGICA S.R.L.

Dott. Agostino Favaro