

Sommario

1	Premessa e finalità dell'intervento	4
2	Stato di fatto	5
2.1	Inquadramento territoriale	5
2.2	Descrizione del percorso del torrente	5
2.3	Copertura ed uso del suolo	10
2.4	Orografia dell'area	10
2.5	Inquadramento idrologico – idraulico	11
2.6	Pericolosità Idraulica dell'area: Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) 2022	13
3	Descrizione degli interventi in progetto	16
3.1	Attraversamento di via Maestrina	17
3.2	Cassa di espansione	20
3.2.1	Opera di presa	21
3.2.2	Opera di scarico	23
3.2.3	Arginatura	23
3.3	Rivestimento del canale	24
3.4	Nuovo ponte di via Mariani	24
3.5	Muretti in opera	26
4	Geologia e geotecnica	28
4.1	Inquadramento geomorfologico	28
4.2	Prove geognostiche in situ	28
4.3	Idrogeologia	29
5	Aspetti idraulici	30
5.1	Analisi idrologica ed idraulica	30
5.1.1	Analisi idrologica	30
5.1.2	Analisi idraulica	35
6	Aspetti esecutivi e di cantierizzazione	41
6.1	Bypass della via Maestrina	41
6.1.1	Fase 1 : preparazione del sito.	41
6.1.2	Fase 2 : effettuazione degli scavi	42
6.1.3	Fase 3 : varo degli elementi scatolari	42
6.1.4	Fase 4 : ripristino della viabilità	42
6.1.5	Fase 5 : apertura al traffico e apertura del bypass	42
6.1.6	Fase 6 : ripristino delle aree	42

6.2	Nuovo ponticello di via Mariani	44
6.2.1	Fase 1 : fasi preliminari e preparazione dell'area	44
6.2.2	Fase 2 : realizzazione delle opere provvisionali	44
6.2.3	Fase 3 : realizzazione delle opere provvisionali	44
6.2.4	Fase 4: fase di completamento dell'opera	45
6.2.5	Fase 5 : demolizione ponte esistente e ripristino del canale	45
6.3	Realizzazione della cassa con le relative opere di regolazione (sfioro e scarico)	46
6.3.1	Fase 1 : fasi preliminari e preparazione dell'area	46
6.3.2	Fase 2 : realizzazione delle opere provvisionali	46
6.3.3	Fase 3 : costruzione dell'opera di sfioro ed opere connesse	46
6.3.4	Fase 4 : completamento dell'opera e ripristino del cantiere	47
6.4	Costruzione della Cassa di laminazione	47
6.5	Bilancio delle terre	49
7	Aspetti economici	51

1 PREMESSA E FINALITÀ DELL'INTERVENTO

La presente relazione descrive le opere di somma urgenza per la protezione dell'abitato di Selbagnone (comune di Forlimpopoli) nei riguardi delle criticità idrauliche che al momento lo interessano.

Gli eventi alluvionali di Maggio 2023 hanno infatti evidenziato rilevanti criticità idrauliche, già riscontrate in occasione di precedenti eventi meteorici avversi, che interessano il canale Ausa Nuova, ubicato nei comuni di Forlimpopoli e Bertinoro, con particolare riferimento proprio all'abitato di Selbagnone, alle aree poste in prossimità dell'attraversamento della via Ausa Vecchia e a quelle poste nei pressi dell'attraversamento di via Maestrina.

Come di seguito descritto, i principali interventi in progetto consistono nella realizzazione di una vasca di laminazione delle piene del canale Ausa Nuova posta a monte dell'attraversamento di via Ausa Vecchia e quindi dell'abitato di Selbagnone; contestualmente, si prevede di risolvere la criticità idraulica dell'attraversamento di via Maestrina realizzando un bypass idraulico costituito da uno scatolare di sezione adeguata, rettificando l'attraversamento ad oggi costituito da un tratto di canale rivestito con andamento planimetrico fortemente irregolare, caratterizzato da due repentine curve a 90°, di sezione idraulicamente insufficiente.

2 STATO DI FATTO

2.1 Inquadramento territoriale

L'area interessata dagli interventi risulta essere amministrativamente divisa tra due comuni, parte infatti appartiene al comune di Bertinoro (FC) e parte al comune di Forlimpopoli (FC). L'area si presenta prevalentemente a vocazione agricola, occupata da campi e caseggiati sparsi.

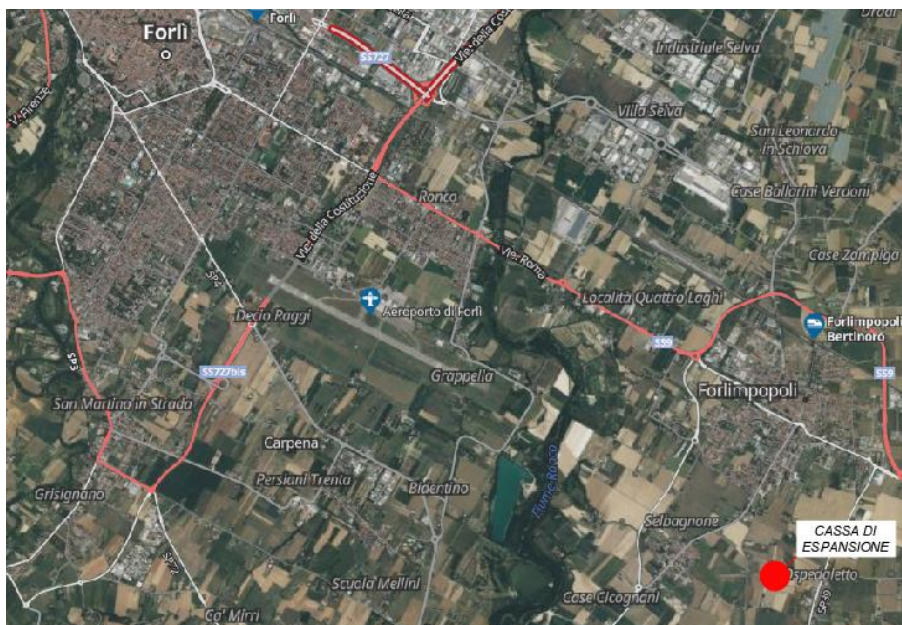


Figura 1 – Corografia – in rosso area interessata dal progetto

La viabilità principalmente interessata dai lavori, soprattutto in fase cantiere, è via Ausa Vecchia, che si stacca dalla SP 39 – via Maestrina e con direzioni sud-nord si dirige verso Forlimpopoli.

2.2 Descrizione del percorso del torrente

Il tratto di torrente Ausa che viene interessato da questo progetto, è relativo al tratto compreso fra l'attraversamento della Strada Provinciale SP. 100 "Maestrina" e la sua immissione nel fiume Ronco, a valle dell'abitato di Selbagnone.

Il torrente in questione ha origine in prossimità dell'abitato di Collinello ma nel tratto dalla sua origine fino all'attraversamento della Strada Provinciale "Maestrina", ricade sotto l'ambito della Regione Emilia Romagna quale competenza idraulica.

Solamente a valle dell'attraversamento della suddetta Strada Provinciale il corso d'acqua ricade all'interno del bacino di competenza del Consorzio, fino all'immissione nel torrente Ronco, dopo avere attraversato l'abitato di Selbagnone in sezione tombata, secondo la seguente rappresentazione :

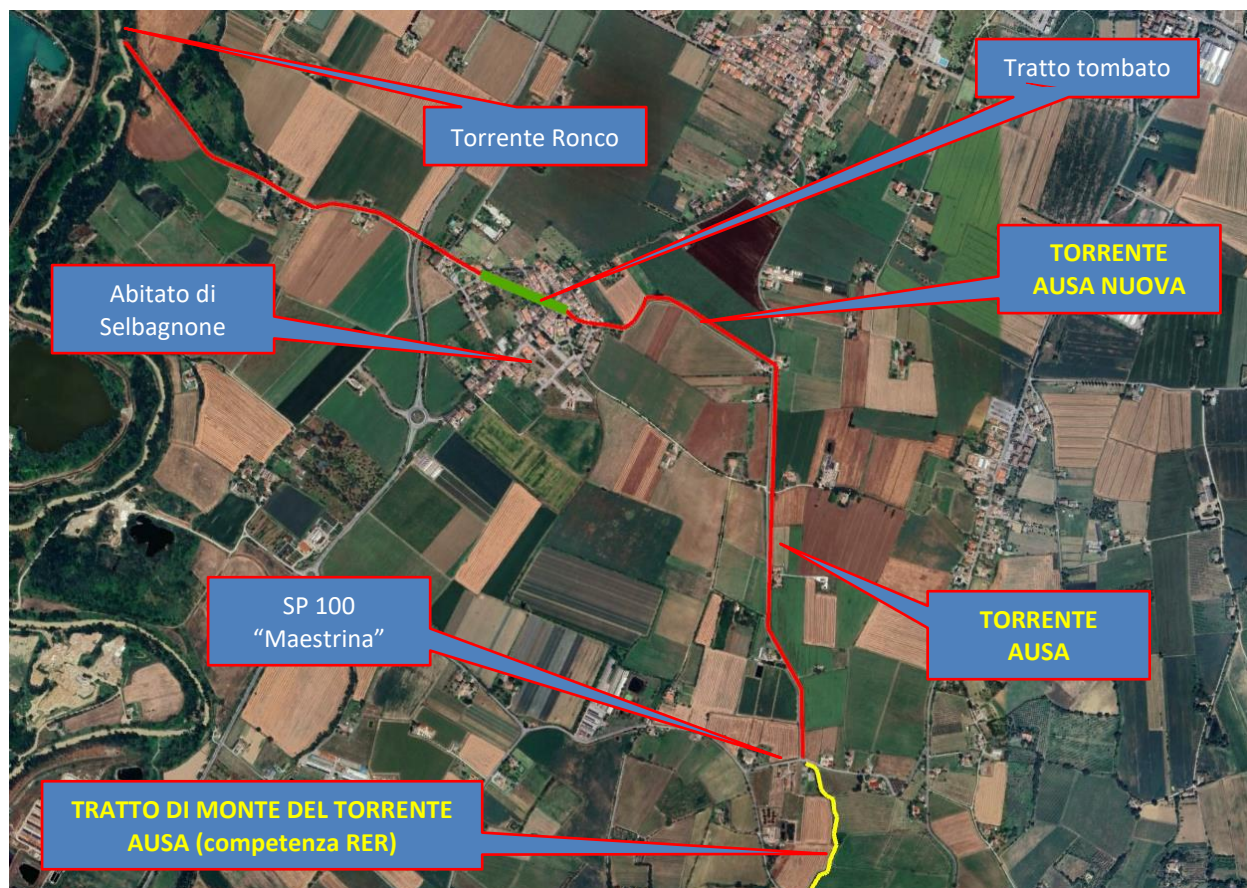


Figura 2 – tracciato del torrente Ausa

Nel primo tratto consortile, a valle dell'attraversamento della via Maestrina, il canale scorre in fregio all'esistente Strada comunale via Ausa Vecchia, per un tratto di circa 1.270 metri, con sezione trapezoidale, come da seguenti immagini :



Figura 3 – immagini del tratto in fregio alla Strada Comunale Ausa Vecchia

Lungo tale tratto si ha la presenza di nr. 3 ponticelli di attraversamento ed accesso alle proprietà, di cui il più importante è quello relativo alla via Mariani che permette l'accesso alle proprietà frontista ma anche ad altre proprietà più distanti rispetto al corso d'acqua.



Figura 4 – immagini dei ponticelli del primo tratto

Dopo circa 400 metri a valle del ponticello di via Mariani il canale devia verso sinistra, in corrispondenza di una abitazione, ed abbandona, sottopassandola, la strada comunale per dirigersi verso l'abitato di Selbagnone, in aperta campagna.



Figura 5 – immagini del tratto di attraversamento della strada comunale verso campagna

Lungo questo tratto, come peraltro anche in quello precedente, si ha presenza di alcuni attraversamenti impiantistici in ponte tubo come quello riportato in figura.



Figura 6 – immagini del tratto in avvicinamento all'abitato di Selbagnone

Il tratto in campagna presenta una lunghezza di circa 650 metri, raggiungendo il centro abitato di Selbagnone. Prosegue quindi per un ulteriore tratto a cielo aperto, per una lunghezza di circa 120 metri, all'interno dell'alveo rivestito in calcestruzzo, per quindi entrare nel tratto tombato che sottopassa l'abitato stesso e superarlo con un tratto di lunghezza pari a circa 300 metri.



Figura 7 – immagini del tratto rivestito prima del tombamento



Figura 8 – immagini dell'imbocco e dello sbocco del tombamento

In questa seconda parte di percorso, il corso d'acqua si svolge completamente a cielo aperto, costeggiando dapprima la via Nuova Fondine, poi sottopassando la Strada Statale S. 9 "via Emilia" e quindi rimanendo in fregio alla strada comunale via Ausa Nuova, fino al termine di quest'ultima.



Figura 9 – immagini del tratto in fregio alla Strada Nuova Fondine



Figura 10 – immagini del tratto successivo alla Strada Comunale e attraversamento della SS 9 “via Emilia”

A valle di questo tratto, al termine della viabilità comunale della via Nuova Fondine, il corso d'acqua prosegue sempre a cielo aperto, con sponde naturali (a parte un tratto di circa 60 metri rivestito in corrispondenza di un attraversamento), e con presenza di una serie di salti di fondo che ne disconnettono la regolarità di pendenza, fino all'immettersi nel torrente Ronco, con immissione naturale non regolata, attraversando una zona con presenza di elementi di manufatti in calcestruzzo di difesa spondale e di salto di fondo, disconnessi dalla corrente in occasione delle ultime recenti importanti piene del torrente.



Figura 11 – immagini del tratto terminale verso il torrente Ronco



Figura 12 – immagini del tratto rivestito e dell'immissione nel torrente Ronco

2.3 Copertura ed uso del suolo

Con riferimento all'uso e alla copertura del suolo è stato consultato lo strato informativo sviluppato dall'Unione Europea nell'ambito del progetto Corine Land Cover 2018.

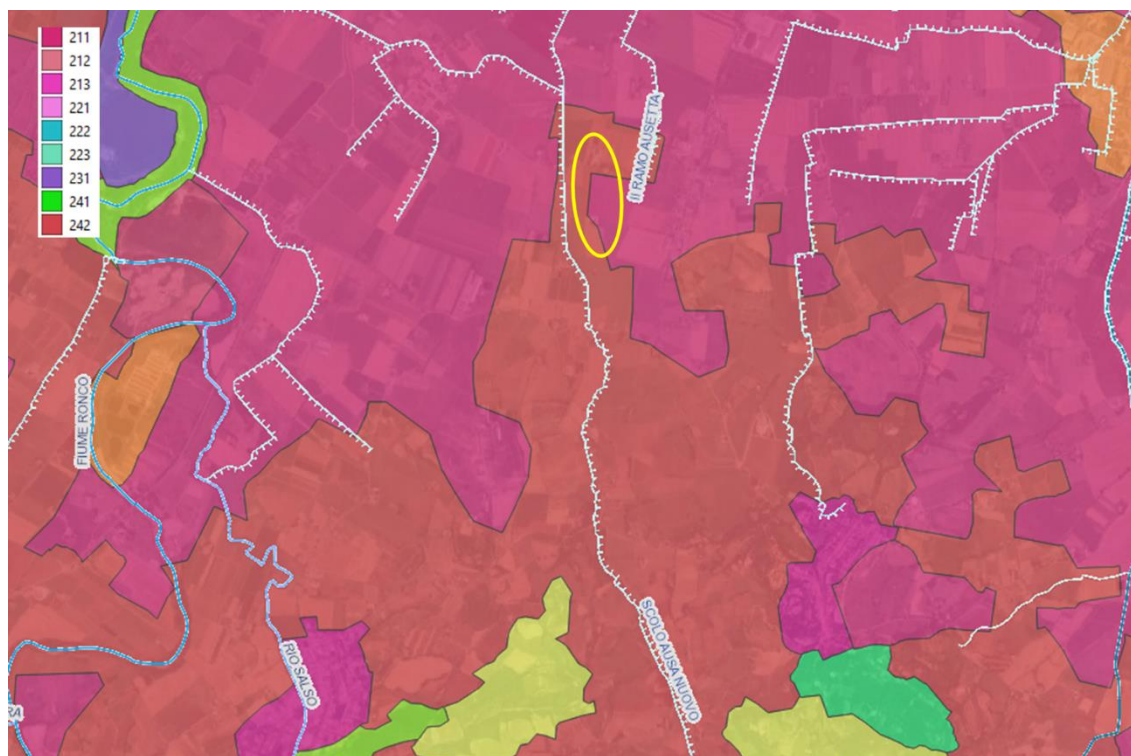


Figura 13 - CLC 2018: 242 = sistemi culturali; 211 = Seminativi in aree non irrigue; area interessata dall'intervento in giallo

Come indicato, l'intervento interessa prevalentemente campi agricoli, assimilabili a sistemi culturali e particellari complessi e seminativi in aree non irrigue.

2.4 Orografia dell'area

L'analisi del modello digitale del terreno, ottenuto attraverso i dati Lidar con una risoluzione di 0.50 m x 0.50 m forniti dalla Regione Emilia-Romagna, evidenzia che l'area interessata dai lavori

è prevalentemente pianeggiante, con altitudini che si attestano attorno ai 35 metri sul livello del medio mare.



Figura 14 - Andamento topografico dell'area - Lidar RER 0.5x0.5

Alle spalle di questa pianura si sviluppano le prime pendici dei colli preappenninici, i quali degradano dolcemente verso nord.

Questa conformazione morfologica contribuisce alla formazione di una valletta naturale, che costituisce il bacino idrografico del canale Ausa. La transizione tra la pianura e le aree collinari influenza significativamente il regime idraulico dell'area, determinando le direttrici di deflusso delle acque meteoriche e contribuendo alla definizione delle criticità idrauliche attualmente riscontrate.

2.5 Inquadramento idrologico – idraulico

Idrograficamente, l'area di intervento rientra all'interno dell'Autorità di Bacino – Bacini Regionali Romagnoli, ad oggi confluita nell'autorità di bacino distrettuale del Fiume Po.

Il bacino idrografico principale in cui ricadono gli interventi è quello dei Fiumi Uniti; quello secondario invece è il bacino del fiume Ronco.

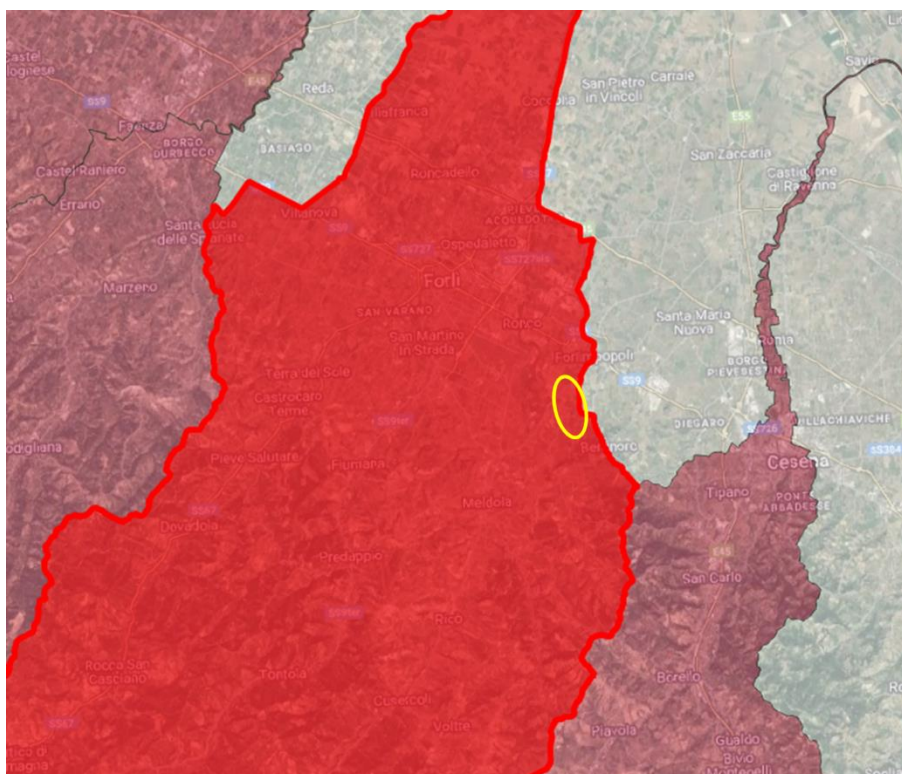


Figura 15 - Bacino Idrografico principale Fiumi Uniti; in giallo l'area di intervento

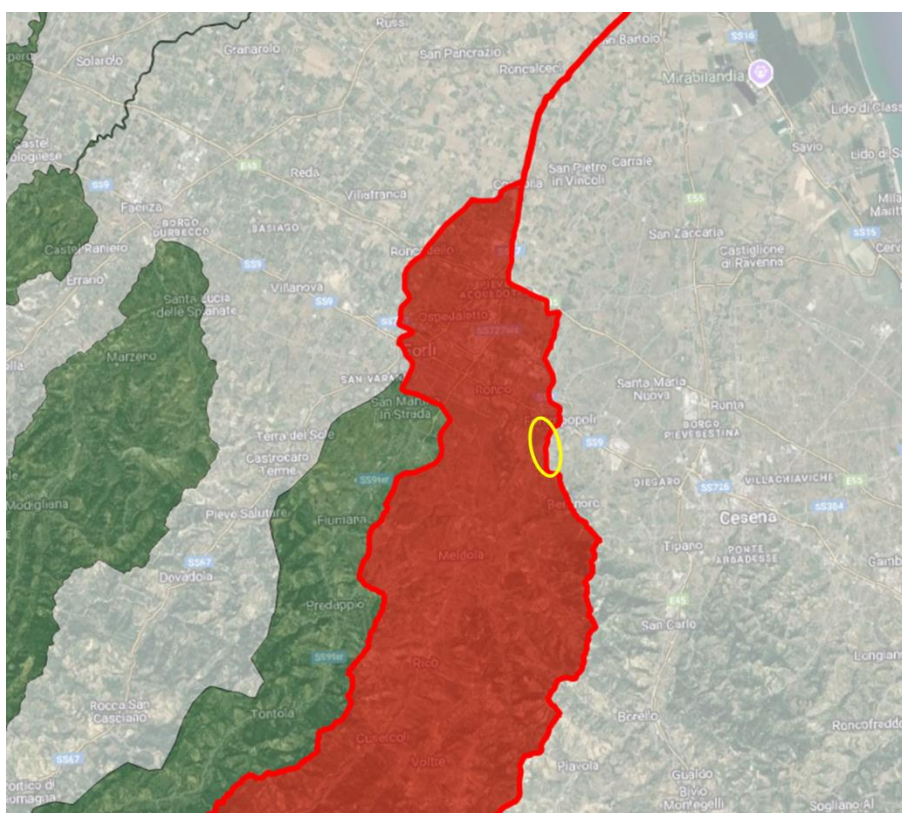


Figura 16 - Bacino Idrografico secondario fiume Ronco; in giallo l'area di intervento

L'area interessata dal progetto è a prevalente vocazione agricola e si caratterizza per la presenza di una fitta rete di canali e fossi di bonifica, funzionali sia al drenaggio delle acque meteoriche

che alla distribuzione irrigua. Questa rete idraulica minore si integra con il sistema idrografico principale, che comprende sia corsi d'acqua consortili sia fiumi e torrenti di rilievo.

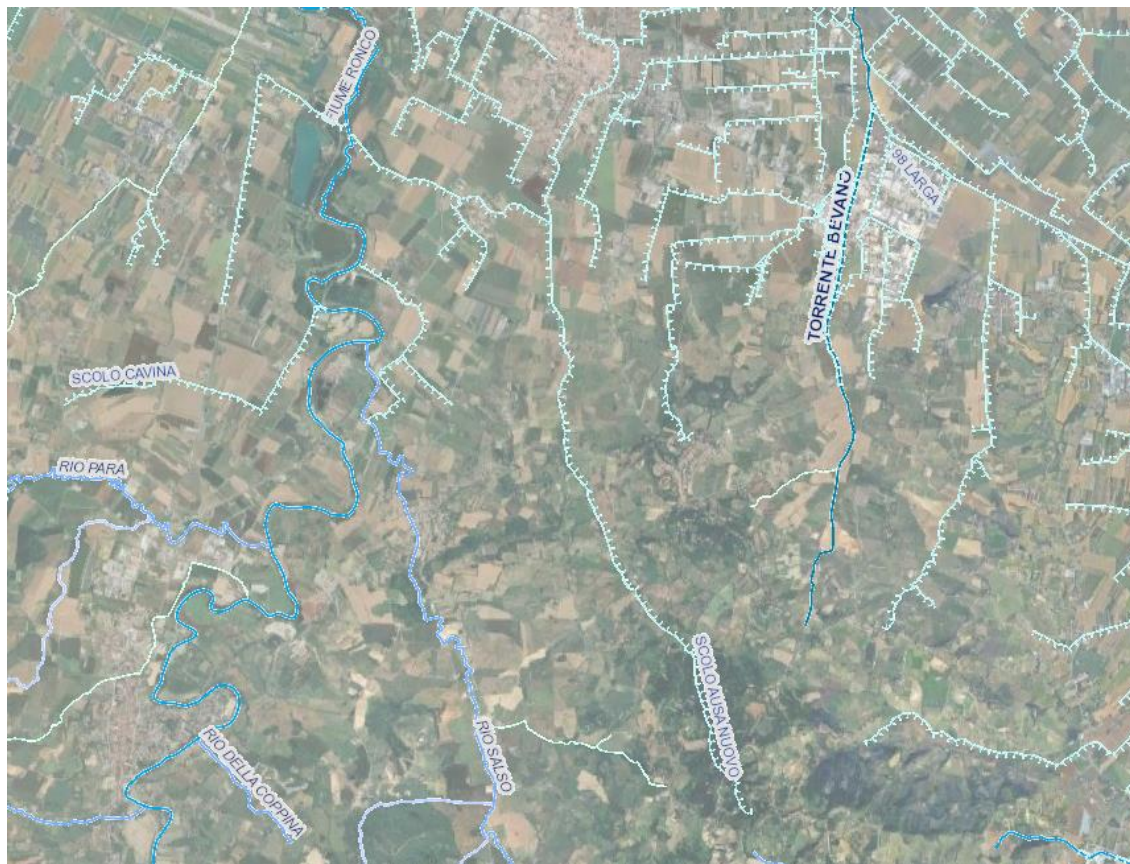


Figura 17 - Reticolo idrografico principale

Tra i principali corsi d'acqua della zona si annoverano il fiume Ronco, situato a est, e il torrente Bevano, a ovest.

Il fiume Ronco scorre con direzione sud-nord e confluisce nel fiume Montone a sud di Ravenna, contribuendo al sistema idraulico della pianura costiera. Il torrente Bevano, invece, segue un percorso sud-nord/est fino a sfociare direttamente nel Mar Adriatico.

Oltre a questi due principali assi fluviali, il reticolo idrografico è composto da una serie di corsi d'acqua minori che confluiscono in essi, tra cui appunto il canale Ausa Nuova. Questo corso d'acqua nasce nell'appennino tosko – romagnolo, in comune di Bertinoro presso l'abitato di Collinello; da qui scorre verso nord sino ad attraversare l'abitato di Selbagnone e quindi, proseguendo il suo percorso verso ovest, si immette nel fiume Ronco.

2.6 Pericolosità Idraulica dell'area: Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) 2022

Consultando la cartografia relativa alla pericolosità idraulica della regione Emilia Romagna, ossia il Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA) vigente – anno 2022, si osserva che, come presumibile, l'area è interessata da pericolosità idraulica.

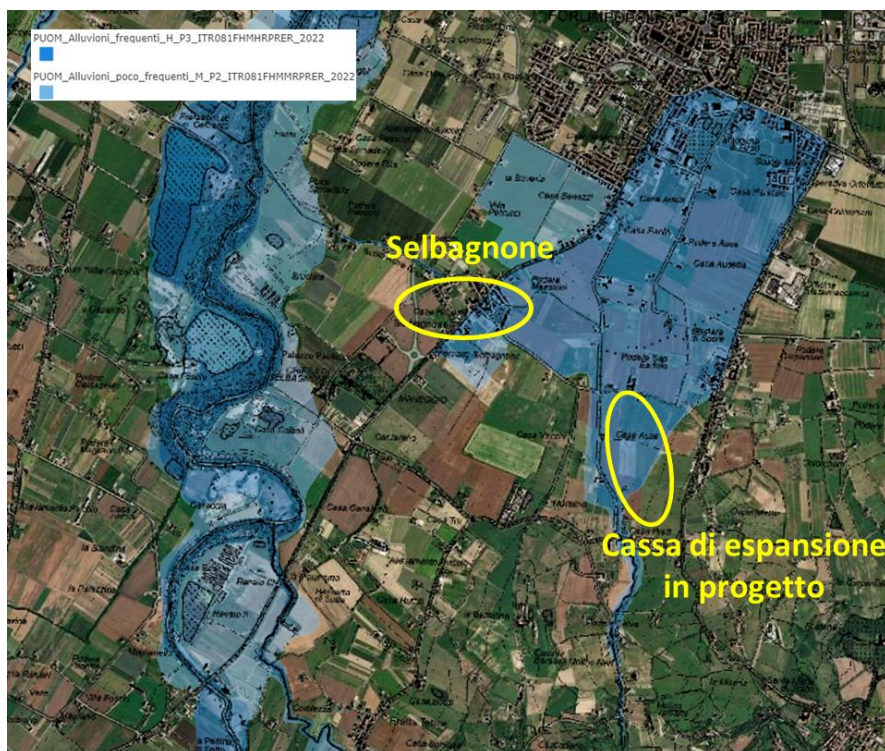


Figura 18 - PGRA 2022 - Reticolo Principale

Il reticolo idrografico principale, di cui fa parte il canale Ausa, determina un livello di pericolosità idraulica significativo sia per l'area oggetto dell'intervento, ovvero i terreni destinati alla realizzazione della nuova cassa di espansione, sia per l'abitato di Selbagnone. Entrambe queste zone risultano infatti classificate con un rischio di alluvioni frequenti (P3 – tempo di ritorno 20-50 anni) e poco frequenti (P2 – tempo di ritorno 100 ÷ 200 anni), come evidenziato dalle mappe di pericolosità idraulica.

Per quanto riguarda invece il reticolo idrografico secondario della pianura, la pericolosità idraulica dell'area si caratterizza prevalentemente per il rischio di alluvioni poco frequenti, indicando una minore esposizione a eventi alluvionali rispetto ai corsi d'acqua principali.

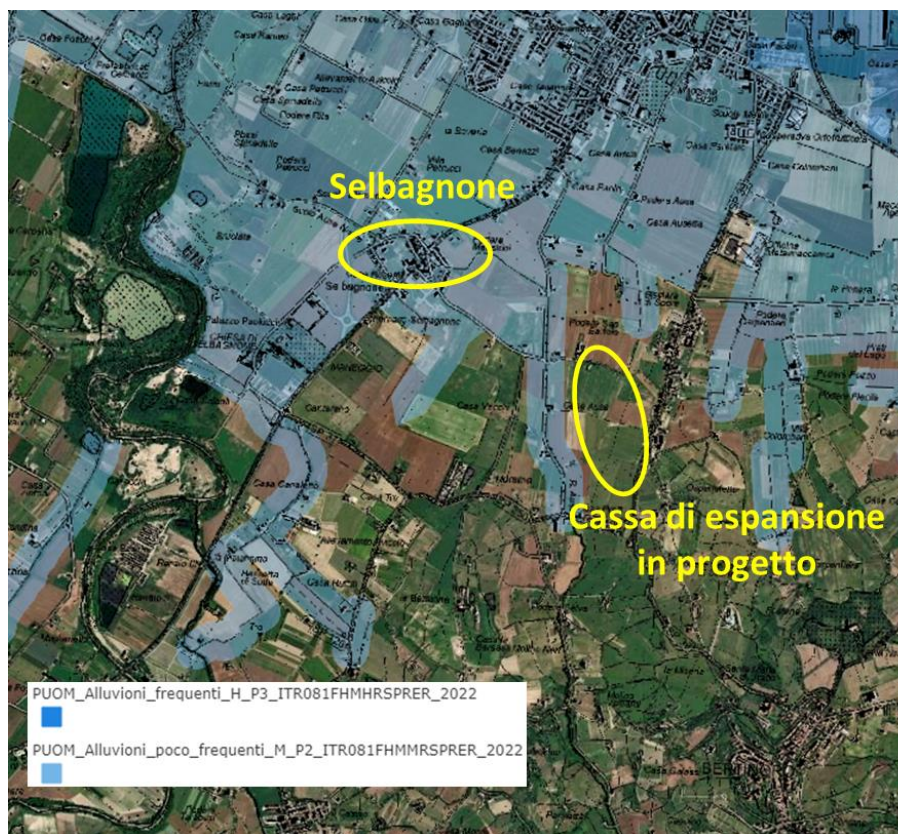


Figura 19 - PGRA 2022 - Reticolo Secondario di Pianura

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Gli interventi previsti in progetto sono i seguenti:

- Nuovo attraversamento di via Maestrina, realizzato con un manufatto scatolare di dimensioni 2.50 metri x 6.00 metri per una lunghezza di circa 36.00 metri;
- Cassa di espansione in destra idraulica del torrente Ausa, a monte dell'attraversamento di via Ausa Vecchia, costituita dall'opera di sfioro e da quella di scarico oltre che dalle nuove arginature perimetrali;
- Nuovo ponte di via Mariani, in sostituzione dell'esistente idraulicamente insufficiente e necessario per garantire l'accesso al cantiere. L'opera è realizzata con uno scatolare 3.00 m x 6.00, e risulta funzionale al raggiungimento della cassa di espansione da parte del personale addetto per le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria e per la gestione delle opere di presa e scarico, oltre che per garantire l'accesso alle proprietà private servite dal vecchio ponte che viene sostituito;
- Modesti cordoli di altezza pari a 60 – 80 centimetri posti in alcuni punti in sommità alle sponde del canale laddove queste risultano insufficienti al passaggio della piena Tr200.

Si riporta di seguito uno stralcio corografico di progetto, in cui sono indicati gli interventi in progetto.



Figura 20 - Planimetria di progetto

3.1 Attraversamento di via Maestrina

L'attraversamento di via Maestrina risulta attualmente in forte sofferenza idraulica, in quanto di sezione insufficiente al transito di portate non ordinarie e caratterizzato da un andamento planimetrico fortemente irregolare : allo stato attuale il canale di sezione naturale viene repentinamente deviato con due curve di 90° a monte dell'attraversamento e quindi restituito all'alveo naturale a valle della via Maestrina, superati due modesti salti di fondo in corrispondenza del ponte ad arco esistente.



Figura 21 - Attraversamento via Maestrina: andamento planimetrico T. Ausa



Figura 22 - Alveo T. Ausa a monte dell'attraversamento



Figura 23 - Canale rivestito in fregio alla via Maestrina

Il comportamento idraulico dell'attraversamento in condizioni di piene anche ordinarie, è caratterizzato da significativi sormonti idrici, con conseguenti allagamenti nelle aree e degli abitati circostanti, dovuti proprio alle condizioni idrodinamiche che si instaurano in questo tratto di canale al passaggio delle onde di piena.

L'intervento in progetto prevede la regolarizzazione plano-altimetrica di questo tratto, bypassando l'attuale attraversamento, tramite la posa di un manufatto scatolare per l'attraversamento della via Maestrina. La sezione dello scatolare prevede dimensioni interne $H = 2.50$ m, $B = 6.00$ m.

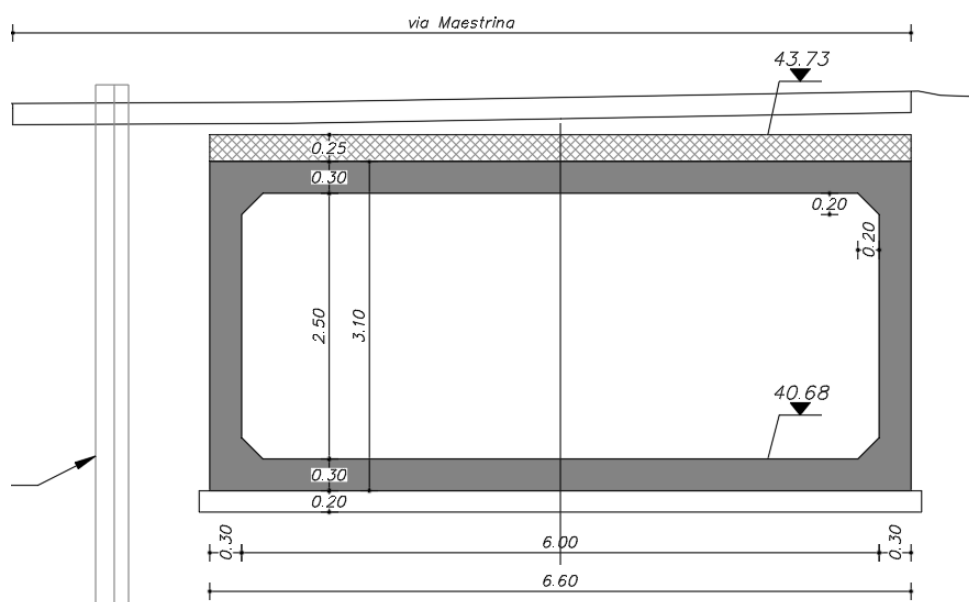


Figura 24 - Sezione del nuovo scatolare di attraversamento della via Maestrina

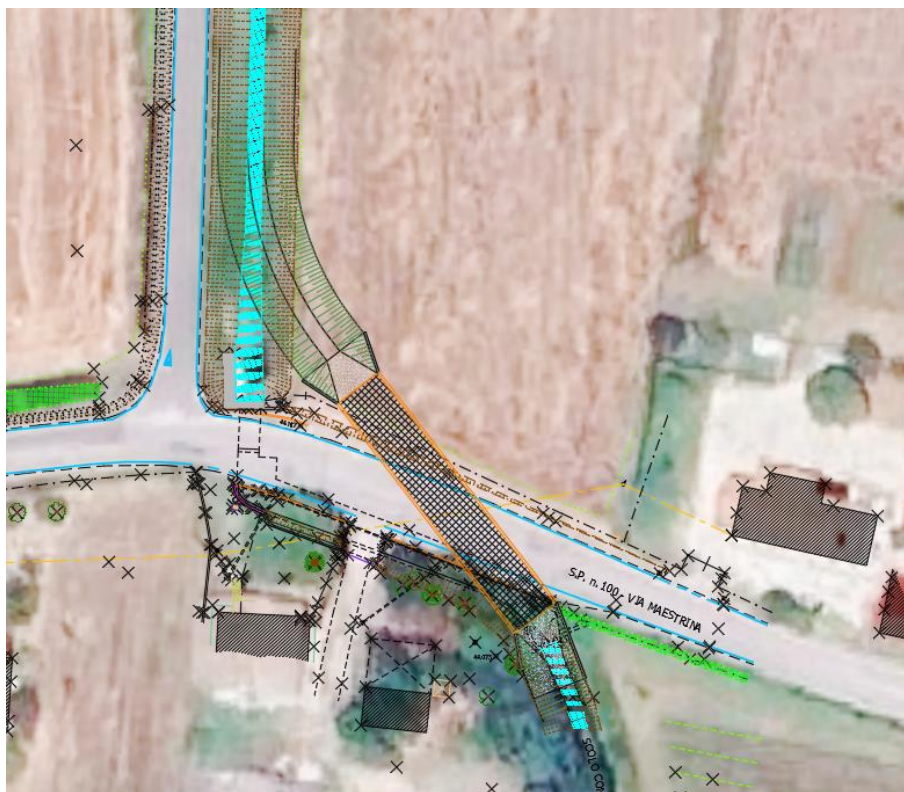


Figura 25 - Planimetria di progetto

L'attuale canale verrà parzialmente demolito nel tratto interessato dal nuovo manufatto, mentre un'altra parte sarà riempita fino a raggiungere il livello del piano campagna. La restante sezione, compresa tra il ponticello di accesso privato alla proprietà a sud del canale e il ponte ad arco, resterà invece a cielo aperto. Per prevenire il ristagno dell'acqua, è prevista l'installazione di un tubo che convoglierà le acque raccolte nel tratto dismesso, scaricandole nel nuovo canale in corrispondenza della sua immissione in quello esistente.

3.2 Cassa di espansione

Al fine di laminare le piene del canale a salvaguardia dell'abitato di Selbagnone si prevede la realizzazione di una cassa di espansione in destra idraulica posta a monte dell'attraversamento di via AUSA Vecchia.

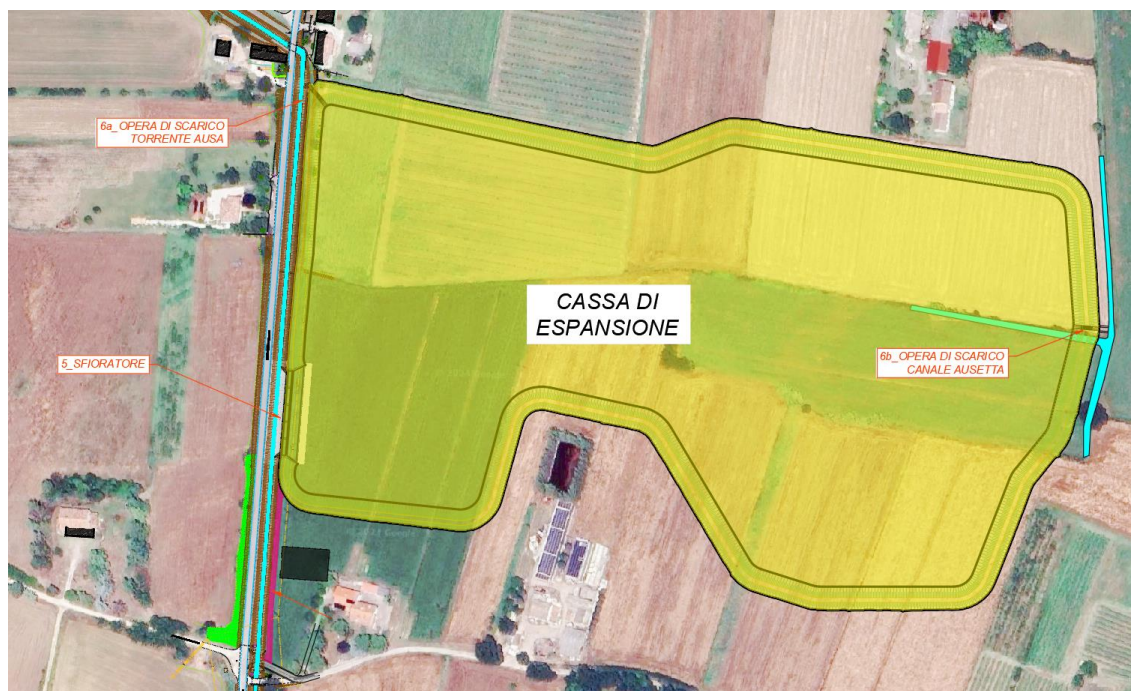


Figura 26 - Corografia cassa di espansione

L'area interessata dalla cassa è circa 12.70 ha; il volume invasato alla quota di sfioro è pari a 207'000 mc, quello invece alla quota di massimo sfioro è 379'000 mc.

Le opere da realizzare consistono quindi in:

- Opera di presa costituita da una soglia sfiorante aut omatica con profilo Creager Scimemi;
- nr. 2 modeste opere di scarico, per la restituzione del volume invasato e lo svuotamento della cassa, rispettivamente verso il canale Ausa Nuova e il canale Ausetta;
- arginature perimetrali che definiscono il volume della cassa e che si raccordano con le arginature esistenti in destra idraulica nel tratto di canale parallelo alla nuova cassa.

3.2.1 Opera di presa

L'opera di presa per il riempimento della cassa di espansione consiste in una soglia sfiorante laterale posta in destra idraulica. È caratterizzata da un'altezza di 1.50 m, con quota di sfioro posta a 37.77 m slm, profilo di sfioro di tipo Creager – Scimemi, e sviluppo longitudinale pari a 52 m. A valle dello sfioro, lato cassa, è presente una platea in calcestruzzo lunga 7.60 m che funge da bacino di dissipazione, con salto di fondo terminale alto 30 cm. A valle della platea, si prevede una fascia larga 4.00 m rivestita con pietrame scapolo di cava.

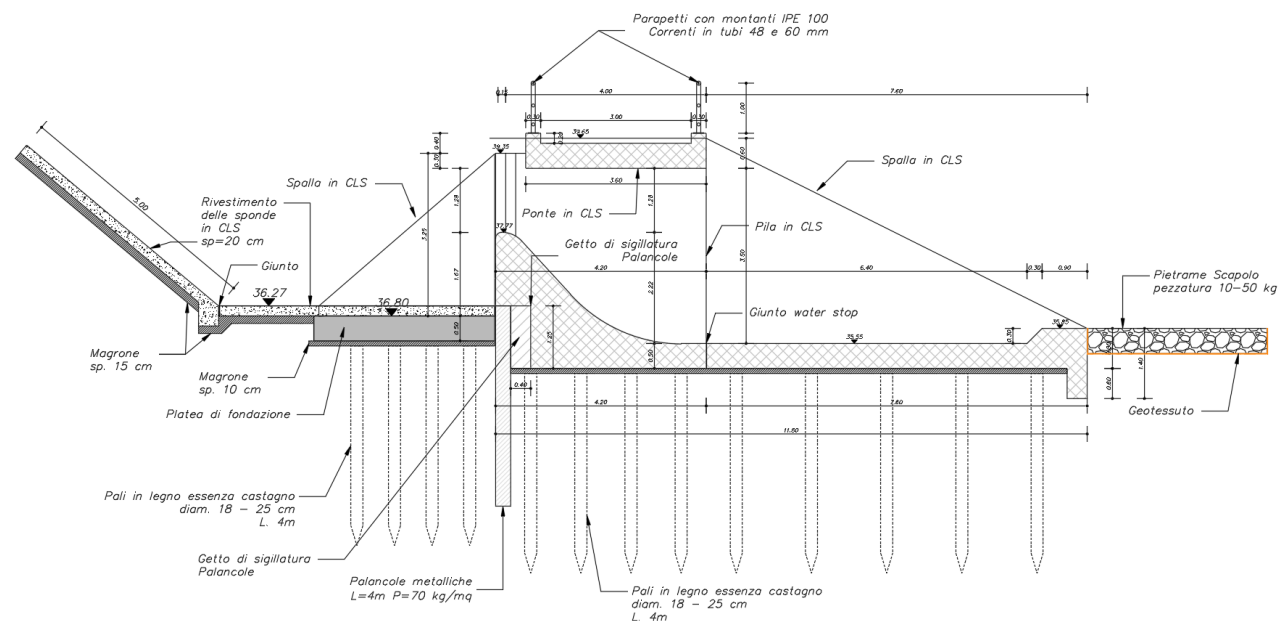


Figura 27 - Sezione tipologica

Per consentire l'attraversamento dell'opera e garantire continuità lungo la sommità arginale della cassa di espansione, si prevede la realizzazione di una passerella di collegamento in calcestruzzo lungo la sommità dello sfioratore.

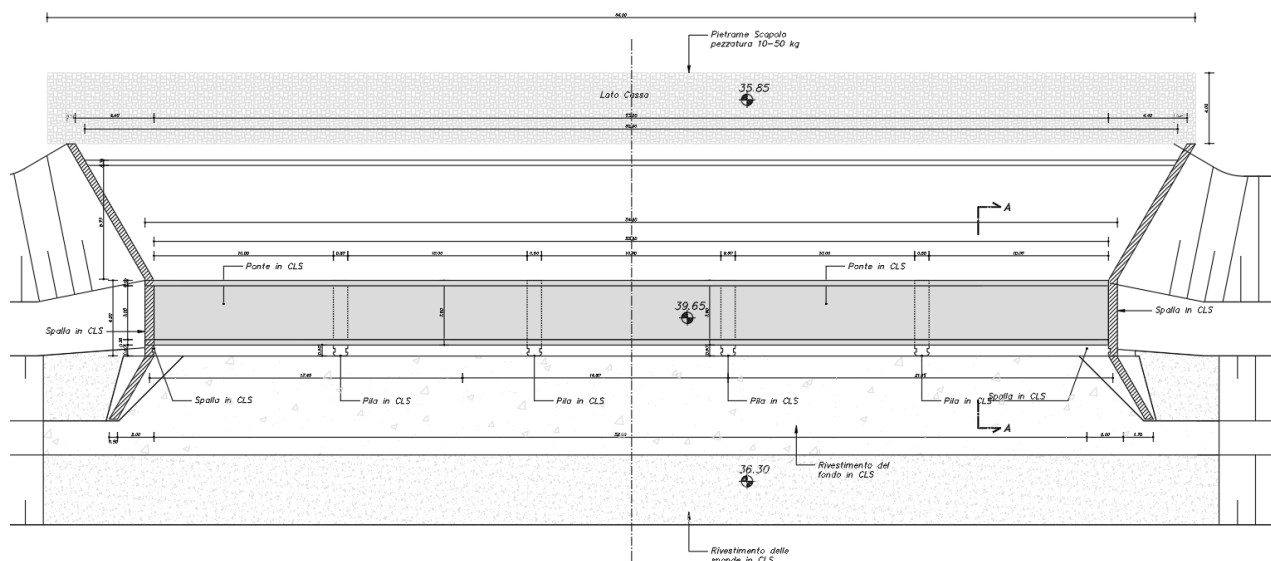


Figura 28 - Vista planimetrica

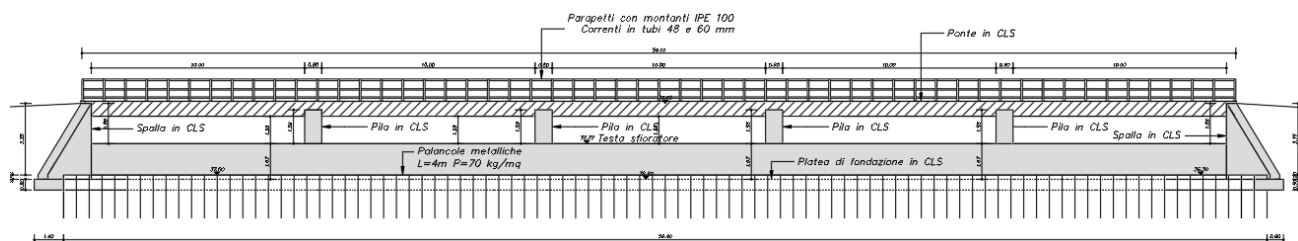


Figura 29 - Prospetto sfioro (lato canale)

3.2.2 Opera di scarico

Lo svuotamento della cassa avviene rilasciando gradualmente il volume invasato nella cassa durante l'evento di piena, nei canali Ausa Nuova e Ausetta, che rappresentano i collettori naturali dell'area. I punti di scarico sono stati individuati rispettando l'orografia dell'area, caratterizzata da un dislivello centrale. Questa conformazione naturale consente di mantenere le attuali direzioni di deflusso, riducendo al minimo i movimenti terra necessari e garantendo l'esistente sistema di regimazione delle acque delle campagne circostanti.

L'opera di scarico è costituita da un manufatto in calcestruzzo, con una canna di sezione quadrata e dimensioni 1.00 m x 1.00 m e, a monte della stessa, una paratoia per regolare il deflusso in uscita dalla cassa.

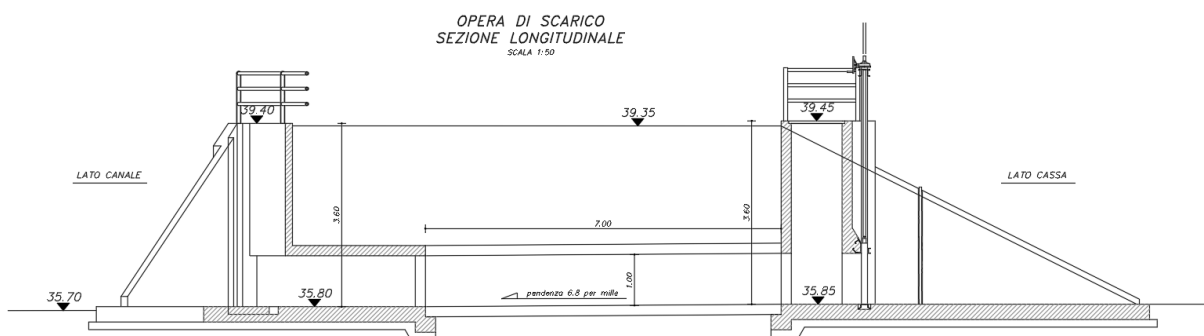


Figura 30 - Sezione tipologica opera di scarico

Si prevede il rivestimento del canale nel punto di immissione nello scarico nei corsi d'acqua con pietrame scapolo di cava.

3.2.3 Arginatura

Come anticipato, la cassa di espansione è chiusa da arginature di nuova realizzazione di altezza variabile, da 1.50 a 3.50 ÷ 4.00 metri rispetto al piano campagna esistente. Considerando il bilancio dei volumi scavati e riportati, l'obiettivo progettuale è quello di ottenere un equilibrio fra gli scavi e i rilevati arginali, verificato in corso d'opera che il materiale proveniente dagli scavi risulti adeguato e sufficientemente impermeabile per la realizzazione delle arginature.

La sezione arginale presenta le sponde con pendenza rispettivamente 1/2 lato cassa e 2/3 lato campagna; la sommità arginale è larga 4.00 m, comprensiva di una pista in ghiaia (materiale arido stabilizzato) larga 3.00 m così da garantire il transito dei mezzi per la manutenzione dell'opera.

L'accesso al fondo della cassa viene garantito da rampe di scavalco delle arginature. Si prevede anche la realizzazione di un fosso al piede lato campagna perimetrale, in modo da regimare le acque scolate dai campi agricoli e ricucire i percorsi di drenaggio di queste aree.

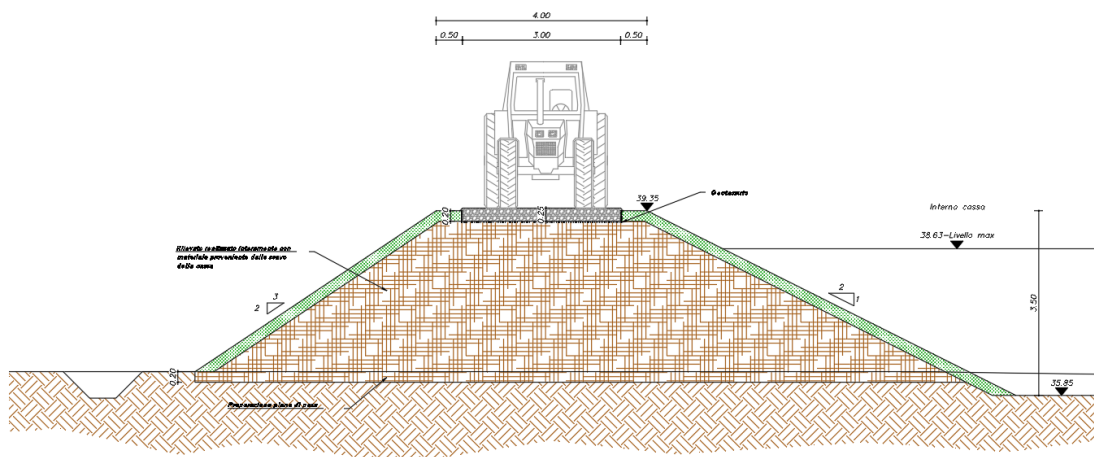


Figura 31 - Sezione tipo arginatura

3.3 Rivestimento del canale

Si prevede di rivestire il canale in corrispondenza dei tratti in cui si prevede maggior turbolenza in occasione del funzionamento della cassa. Specificatamente, questi tratti sono quelli lungo l'opera di sfioro e allo sbocco delle opere di scarico.

Il rivestimento previsto è in calcestruzzo, con un singolo foglio di rete elettrosaldata nelle sponde e doppia rete elettrosaldata nel fondo, come di seguito illustrato.

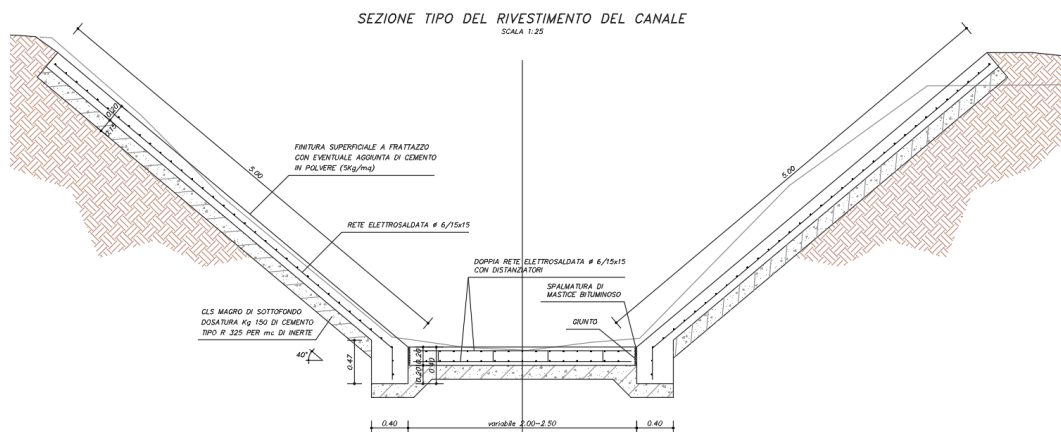


Figura 32 - Tipologico rivestimento canale

3.4 Nuovo ponte di via Mariani

Il ponte di attraversamento del canale Ausa lungo via Mariani non risulta adeguato idraulicamente per il transito della portata Tr200, evento di riferimento per il dimensionamento della cassa di espansione.



Figura 33 - Ponticello via A. Mariani

Essendo propedeutico all'accesso da via Ausa Vecchia all'area della cassa e all'opera di sfioro, e quindi di utilità ordinaria e straordinaria dell'Ente Gestore della nuova opera, se ne prevede il rifacimento con nuove geometrie idraulicamente verificate.

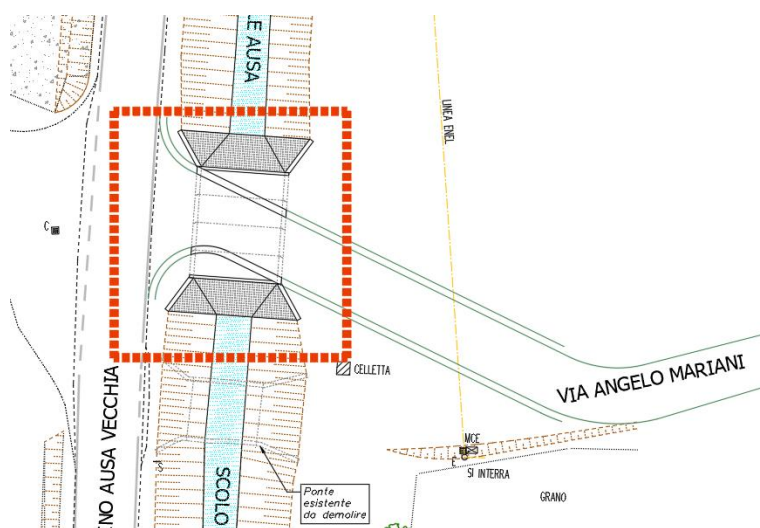


Figura 34 - Planimetria nuovo attraversamento via A. Mariani

Si prevede la demolizione dell'attraversamento esistente, con sezione ad arco ribassato, e la realizzazione di un nuovo attraversamento costituito da un manufatto scatolare di sezione rettangolare di dimensioni interne pari a $B = 6.00 \text{ m}$ e $H = 3.00 \text{ m}$.

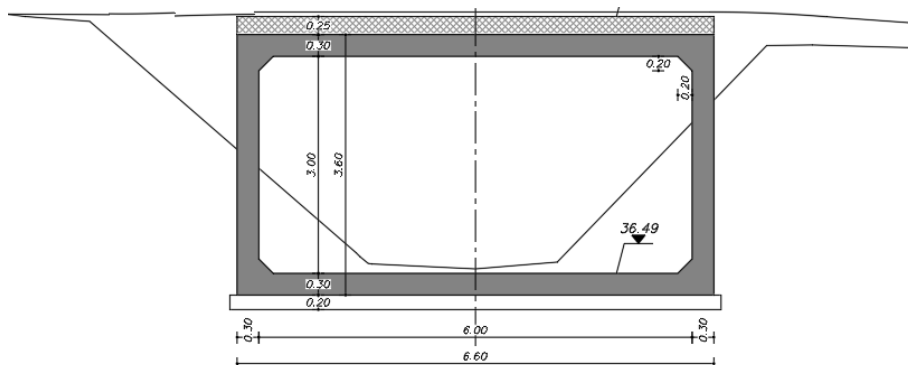


Figura 35 - Sezione tipologica dell'opera a servizio della via Mariani

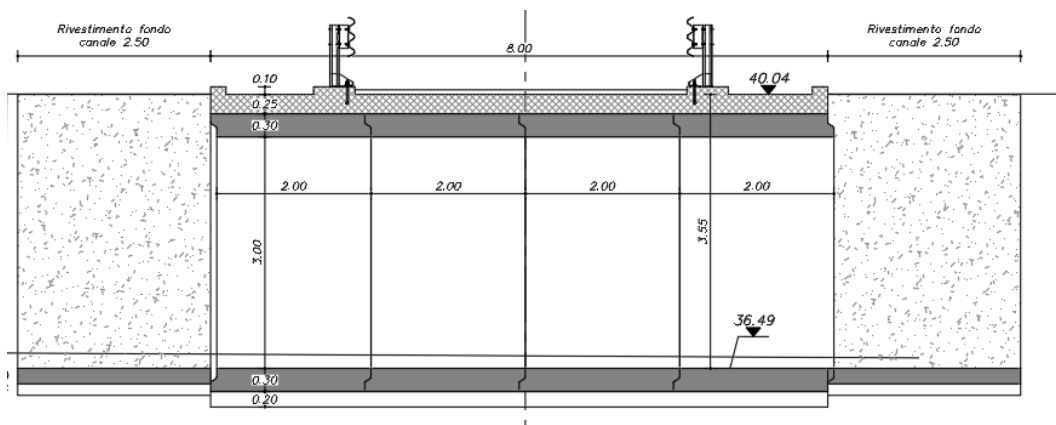


Figura 36 – Profilo

3.5 Muretti in opera

In corrispondenza degli attraversamenti a monte dell'opera di presa non interessati da ripristini e/o rifacimenti ma risultanti idraulicamente sofferenti nei riguardi del transito della piena Tr200 anni, si prevede la realizzazione di muretti laterali atti a contenere il deflusso in alveo ed evitare così allagamenti del piano campagna.

Le strutture sono in calcestruzzo armato, gettato in opera; interessano prevalentemente la sponda destra in quanto più bassa di quella sinistra (dove è posizionata la strada via Ausa Vecchia) e hanno un'altezza inferiore a 1.00 m.

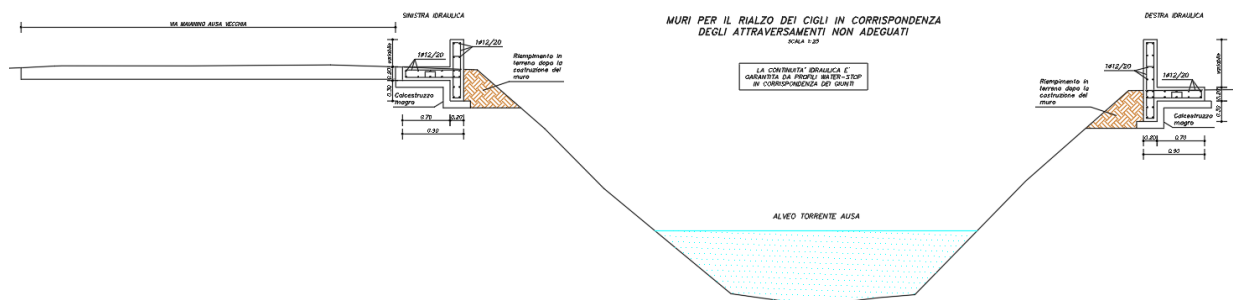


Figura 37 - Muretti laterali

Questi muretti laterali di fatto costituiscono un presidio di garanzia nei riguardi degli eventi di piena considerati, e di fatto sostituiscono le difese con sacchetti che vengono previste in tali occasioni dai provati e frontisti interessati dalle piene del corso d'acqua, come si può vedere nell'attraversamento della via Ausa Vecchia a valle del ponte di via Mariani.



Figura 38 – Particolari delle difese in caso di piena con sacchetti di sabbia

4 GEOLOGIA E GEOTECNICA

4.1 Inquadramento geomorfologico

L'area di studio si pone nell'alta pianura a ridosso del margine collinare, a circa 900 metri ad est di Selbagnone ed un chilometro a sud di Forlimpopoli, ad una quota di circa 36 m sul l.m.m., in destra idrografica del Rio Ausa. La zona si pone sul penultimo ordine terrazzato alluvionale (b2 o AES8a, Unità di Modena, secondo la Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna alla scala 1:10.000)

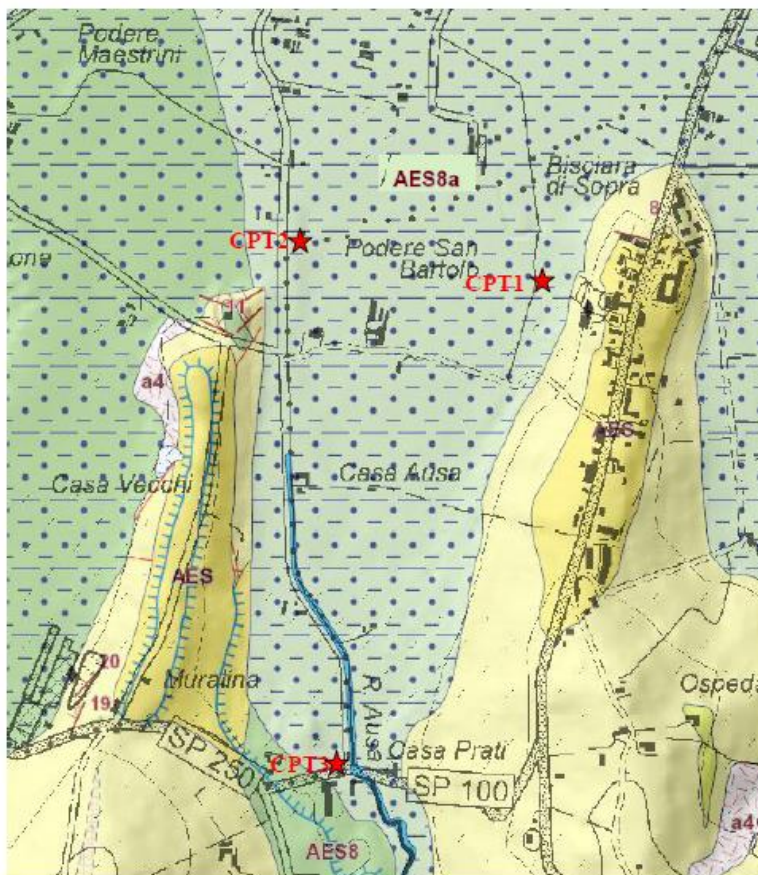


Figura 39 - Inquadramento geologico

4.2 Prove geognostiche in situ

La successione sedimentaria alluvionale terrazzata è stata indagata attraverso la effettuazione di Una campagna prove costituita da :

- nr. 3 tre prove penetrometriche statiche meccaniche (CPT) spinte alla profondità di – 20,0 metri di profondità
- un rilevamento geologico di superficie
- un sondaggio sismico per caratterizzare il terreno che ospiterà le opere in progetto.

Per l'esecuzione dell'indagine di cui sopra è stato utilizzato un penetrometro statico tipo Gouda da 12.00 tonnellate di spinta, munito di punta meccanica tipo Begemann che ha consentito la misura delle seguenti grandezze :

- R_p : resistenza alla punta in Kg/cm²;
- R_L : resistenza laterale in Kg/cm².

I valori riscontrati in campagna sono riportati nella allegata relazione geologica e geotecnica allegata al progetto.

Il sondaggio sismico passivo tipo Nakamura (HVSr) è stato realizzato tramite tromografo del tipo Tromino *Grilla*® “ancorato” alla stratigrafia ricostruita dal rilievo geologico coadiuvato dall’indagine geognostica che ha permesso l’estrapolazione della V_{seq} (velocità delle onde sismiche) e la determinazione della frequenza fondamentale.

Sono state eseguite inoltre le misure della profondità del livello della falda freatica superficiale all’interno di un pozzo presente nell’area di progetto e nei fori dei sondaggi penetrometrici.

Le campagne geognostiche bibliografiche disponibili sul sito della Banca Dati della Regione Emilia-Romagna effettuate nei pressi dell’area in oggetto non danno informazioni aggiuntive se non la conferma della presenza di un’alternanza tra sabbie, limi ed argille alle profondità ispezionate; è costituita da depositi alluvionali terrazzati e di alta pianura coevi coi depositi alluvionali terrazzati del penultimo ordine, caratterizzati da una alternanza di sedimenti medi (limi prevalenti da argillosi a sabbiosi) dell’Olocene Superiore (per i primi 11 metri) seguiti da sabbie di spessore metrico in alternanza con argille e limi per circa 5 metri, quindi da ulteriori 4 metri di argille e limi fino a fine prova.

Le ghiaie si pongono verosimilmente ad una profondità di oltre 20 metri in discordanza sul substrato pliocenico argilloso alla profondità di circa 22-24 metri; si tratta di sedimenti prevalentemente fini litificati di origine marina della Formazione delle Argille Azzurre di età pliocenica.

4.3 Idrogeologia

Nell’area di interesse l’elemento idrografico principale è il Rio Ausa. In questa zona, l’attività idrologica di superficie e l’attività erosiva, a causa del bassissimo gradiente topografico, sono del tutto irrilevanti. Inoltre nell’ambito specifico è presente una buona regimazione idrica superficiale che consente lo smaltimento ordinario delle acque di precipitazione meteorica attraverso un’adeguata rete di scolo, evitando il ristagno in superficie.

Nonostante questo l’area non è esente dai rischi di esondazione dovuti alla presenza costante di una falda molto superficiale il cui livello si attesta a – 1 m di profondità dal piano campagna attuale in corrispondenza della CPT 1 e a – 2 m di profondità in corrispondenza dei punti delle prove CPT2 e CPT3 in quanto a quote altimetriche differenti.

5 ASPETTI IDRAULICI

Lo studio idrologico – idraulico condotto è stato finalizzato alla valutazione del processo afflussi – deflussi per ottenere gli idrogrammi di piena del bacino idrografico del corso d'acqua in esame, quindi all'individuazione delle criticità e dei possibili interventi da attuare nel tratto del canale in studio e infine gli effetti dati dalla realizzazione delle opere in progetto.

5.1 Analisi idrologica ed idraulica

Lo studio idrologico condotto è basato sui dati trasmessi dal Consorzio dei coefficienti pluviometrici da considerare per l'analisi afflussi-deflussi.

Si riporta di seguito la tabella di riferimento per l'assunzione dei coefficienti a, n trasmessa dal Consorzio.

per $T_p \geq 1h$

TR (anni)	a				n			
	Rimini	Cesena	Forlì	Ravenna	Rimini	Cesena	Forlì	Ravenna
10	40.86	35	35	35	0.28	0.33	0.33	0.33
30	51.09	51	48	51	0.27	0.29	0.30	0.28
50	55.76	58	54	58	0.27	0.29	0.28	0.30
200	76.63	74	72	74	0.26	0.29	0.28	0.30

L'area di riferimento è quella di Forlì; il tempo di ritorno per la verifica del corso d'acqua e il dimensionamento delle opere in progetto è, in accordo con il Settore Tecnico del Consorzio, $T_r = 200$ anni.

I coefficienti assunti sono quindi:

- $a = 72 \text{ mm/h}$
- $n = 0.28$

5.1.1 Analisi idrologica

L'analisi idrologica è stata svolta al fine di determinare una serie di idrogrammi sintetici in corrispondenza di determinati punti notevoli lungo l'asta del corso d'acqua da impiegare per verificare il passaggio dell'onda di piena lungo il canale e quindi valutare gli interventi da attuare per risolvere le criticità idrauliche riscontrate allo stato attuale.

Analizzando la morfologia dell'area è stato possibile perimetrare il bacino idrografico del torrente Ausa. Il modello digitale del terreno di riferimento è lo strato informativo fornito dalla Regione Emilia Romagna DTM 5 m x 5 m.

Si riporta di seguito l'estensione del bacino idrografico del T. Ausa, con sezione di chiusura all'immissione nel Fiume Ronco.

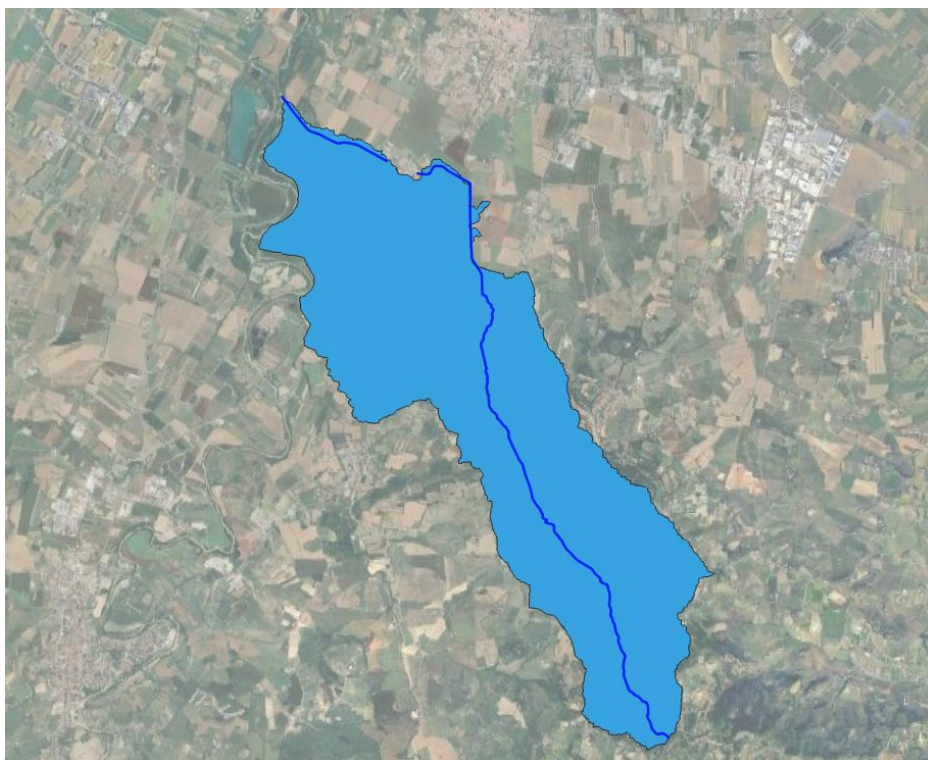


Figura 40 - Bacino idrografico T. Ausa

Per valutare le possibili criticità lungo l'asta in esame, che va da via Maestrina all'imbocco nel tombamento sotto l'abitato di Selbagnone, sono stati studiati nel dettaglio alcune sezioni di chiusura, di seguito elencate: sono così stati perimetrati ed analizzati i bacini idrografici in corrispondenza di queste.

Si riporta di seguito l'elenco delle sezioni di chiusura considerate e della codifica dei corrispettivi bacini idrografici studiati.

Attraversamento Via Maestrina (Bertinoro)	➡	B2
Attraversamento Via Mariani (Bertinoro)	➡	B3
Attraversamento Via Ausa Vecchia (Forlimpopoli)	➡	B4
Attraversamento Via Meldola (Forlimpopoli)	➡	B1
Attraversamento Via Ausa Nuova (Forlimpopoli)	➡	B5
Immissione fiume Ronco (Forlimpopoli)	➡	B6

I bacini individuati sono così perimetrati.

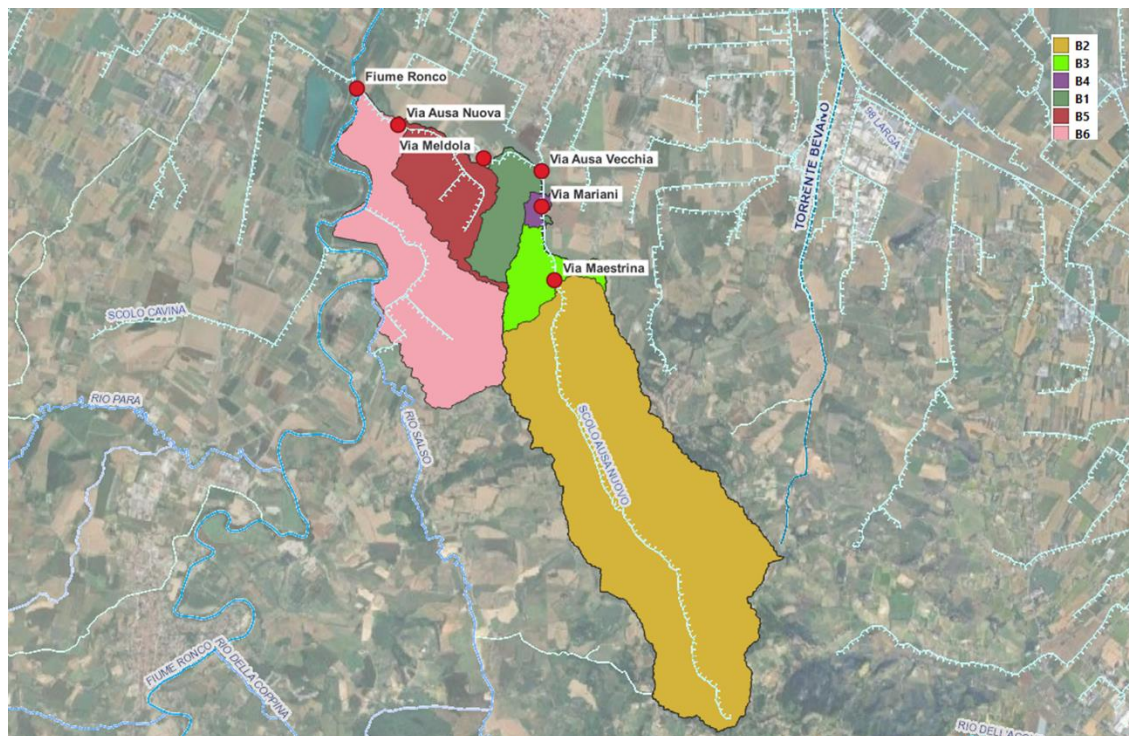


Figura 41 - Bacini idrografici analizzati

L'analisi geomorfologica ha consentito di determinare il tempo di corrivazione di ciascuno bacino. Considerando la natura e l'estensione dei bacini in esame, in accordo con il Reparto Tecnico del Consorzio è stata adottata la formulazione di Kirpich per la determinazione di tale parametro.

	L [km]	z max [mslm]	z min [mslm]	i [m/m]	A[km2]	t Kirpich [h]	tc [min]
B1	8.00	310.81	33	3.47%	8.63	1.2	71.99
B2	6.00	310.81	45.16	4.43%	7.3	0.9	52.53
B3	6.88	310.81	36.76	3.98%	7.9	1.0	60.80
B4	7.28	310.81	35.53	3.78%	8	1.1	64.79
B5	9.18	310.81	28.88	3.07%	9.75	1.4	83.91
B6	9.81	310.81	26.36	2.90%	12.76	1.5	90.29

L'analisi dell'uso e della copertura del suolo, basata sui dati del Corine Land Cover (CLC) 2018, insieme allo studio della tipologia dei suoli, ottenuto dalla cartografia geologica della Regione Emilia-Romagna, ha consentito di determinare il coefficiente Curve Number (CN) per ciascun bacino. Questo parametro è fondamentale per la corretta valutazione del rapporto afflussi-deflussi, permettendo di stimare l'infiltrazione e il deflusso superficiale delle precipitazioni.

Bacino	CN
B1	81.62

B2	81.44
B3	81.51
B4	81.53
B5	81.97
B6	82.37

Come si può notare, in linea con quanto riportato dalle indagini geologiche, l'area del bacino idrografico del torrente Ausa presenta un'elevata potenzialità di deflusso superficiali, in quanto caratterizzata da suoli dalla natura prevalentemente argillosa.

Gli eventi di pioggia di progetto sono stati simulati con ietogrammi sintetici triangolari; in considerazione del fatto che il presente studio è volto al dimensionamento di opere atte al contenimento dei volumi di onda di piena e alla laminazione delle portate difficilmente smaltibili dal canale, le analisi idrologiche hanno considerato una serie di durate degli eventi di pioggia di progetto: gli ietogrammi impiegati variano da 60 min sino a 2880 min. Il modello di trasformazione degli afflussi netti in deflussi è stato quello denominato "Clark Unit Hydrograph".

La trasformazione afflussi deflussi è stata condotta per Tr30, Tr50, Tr100 e Tr200 per ciascuno dei 6 bacini sopra indicati considerando 13 diverse durate di pioggia.

Si riportano di seguito le tabelle riepilogative dei risultati ottenuti, specificatamente della portata di picco, dalla modellazione afflussi – deflussi completata.

- *Tr30 anni:*

Bacino	Q_picco [m3/s]													Q_picco [m3/s]	Durata critica [min]
	Durate [min]														
	1	1.5	3	5	6	7	8	9	12	18	24	36	48		
	60	90	180	300	360	420	480	540	720	1080	1440	2160	2880		
B1	12.3	15.2	19.8	21.5	21.6	21.4	21.2	20.8	19.7	17.5	15.7	13	11.3	21.6	360
B2	11.9	14.6	18.4	19.4	19.3	19.1	18.8	18.4	17.2	15.1	13.5	11.1	9.6	19.4	300
B3	12.1	14.9	19.2	20.5	20.5	20.3	20	19.6	18.4	16.2	14.5	12	10.3	20.5	300
B4	12.2	15	19.3	20.7	20.7	20.5	20.2	19.8	18.6	16.4	14.7	12.1	10.5	20.7	300
B5	12.4	15.5	20.5	22.7	23	23	22.8	22.6	21.5	19.3	17.4	14.6	12.7	23	360
B6	14.5	18.1	24.2	27.3	27.9	28	28	27.8	26.8	24.5	22.3	18.9	16.5	28	420

- *Tr50 anni:*

Bacino	Q_picco [m3/s]													Q_picco [m3/s]	Durata critica [min]
	Durate [min]														
	1	1.5	3	5	6	7	8	9	12	18	24	36	48		
	60	90	180	300	360	420	480	540	720	1080	1440	2160	2880		

B1	15.6	18.8	23.4	24.7	24.6	24.2	23.8	23.3	21.8	19	16.9	13.9	11.9	24.7	300
B2	15.1	18	21.7	22.3	22	21.6	21.1	20.6	19.1	16.5	14.5	11.8	10.1	22.3	300
B3	15.4	18.5	22.6	23.5	23.3	22.9	22.5	21.9	20.4	17.7	15.6	12.8	10.9	23.5	300
B4	15.5	18.6	22.8	23.8	23.6	23.2	22.7	22.2	20.6	17.9	15.8	12.9	11	23.8	300
B5	15.8	19.1	24.2	26.1	26.2	26	25.6	25.2	23.8	21	18.8	15.6	13.4	26.2	360
B6	18.4	22.2	28.6	31.4	31.7	31.7	31.4	31.1	29.6	26.6	24	20.1	17.3	31.7	360

- *Tr100 anni:*

Bacino	Q_picco [m3/s]													Q_picco [m3/s]	Durata critica [min]
	Durate [min]														
	1	1.5	3	5	6	7	8	9	12	18	24	36	48		
	60	90	180	300	360	420	480	540	720	1080	1440	2160	2880		
B1	19.1	22.8	27.9	29.1	28.9	28.4	27.9	27.3	25.4	22.1	19.5	15.9	13.6	29.1	300
B2	18.6	21.8	25.9	26.4	25.9	25.4	24.8	24.1	22.2	19.1	16.8	13.6	11.6	26.4	300
B3	18.9	22.4	27	27.8	27.4	26.9	26.3	25.7	23.7	20.5	18	14.7	12.5	27.8	300
B4	19	22.6	27.3	28.1	27.7	27.2	26.6	25.9	24	20.7	18.3	14.9	12.7	28.1	300
B5	19.3	23.1	28.9	30.8	30.8	30.5	30	29.5	27.7	24.3	21.7	17.9	15.3	30.8	300
B6	22.5	26.9	34	37	37.2	37.1	36.7	36.3	34.4	30.8	27.6	23	19.9	37.2	360

- *Tr200 anni:*

Bacino	Q_picco [m3/s]													Q_picco [m3/s]	Durata critica [min]
	Durate [min]														
	1	1.5	3	5	6	7	8	9	12	18	24	36	48		
	60	90	180	300	360	420	480	540	720	1080	1440	2160	2880		
B1	26.7	31.2	37.3	38.3	37.8	37.1	36.2	35.3	32.7	28.2	24.8	20.1	17.1	38.3	300
B2	25.9	30	34.7	34.7	34	33.1	32.2	31.2	28.6	24.4	21.3	17.2	14.5	34.7	180
B3	26.4	30.7	36.2	36.6	35.9	35.1	34.2	33.2	30.6	26.2	22.9	18.5	15.7	36.6	300
B4	26.6	31	36.5	36.9	36.3	35.5	34.6	33.6	30.9	26.5	23.2	18.8	15.9	36.9	300
B5	26.9	31.7	38.6	40.5	40.2	39.7	38.9	38.1	35.6	31	27.5	22.5	19.2	40.5	300
B6	31.1	36.7	45.4	48.5	48.6	48.2	47.6	46.8	44.2	39.2	35	29	24.9	48.6	360

5.1.2 Analisi idraulica

Ottenuti i valori idrologici di riferimento, è stata condotta un'analisi idraulica di dettaglio monodimensionale in regime di moto permanente e di moto vario dell'asta fluviale compresa tra il ponte poderale a sud di via Maestrina e l'attraversamento della via Emilia.

La geometria dell'asta fluviale è stata desunta unendo il rilievo di dettaglio trasmesso dal Consorzio di Bonifica che interessa il tratto di canale a valle di via Maestrina e le sezioni topografiche messe a disposizione dalla Regione Emilia Romagna – Uff. Protezione Civile, che copre il tratto di canale a monte di via Maestrina.



Figura 42 - Asta fluviale e sezioni topografiche

Stato di fatto

Sono stati modellati tutti gli scenari relativi alle durate critiche individuate per ciascun sottobacino idrografico. Nel dettaglio:

Tr 30	300 min
Tr 30	360 min
Tr 50	300 min
Tr 50	360 min
Tr 100	300 min

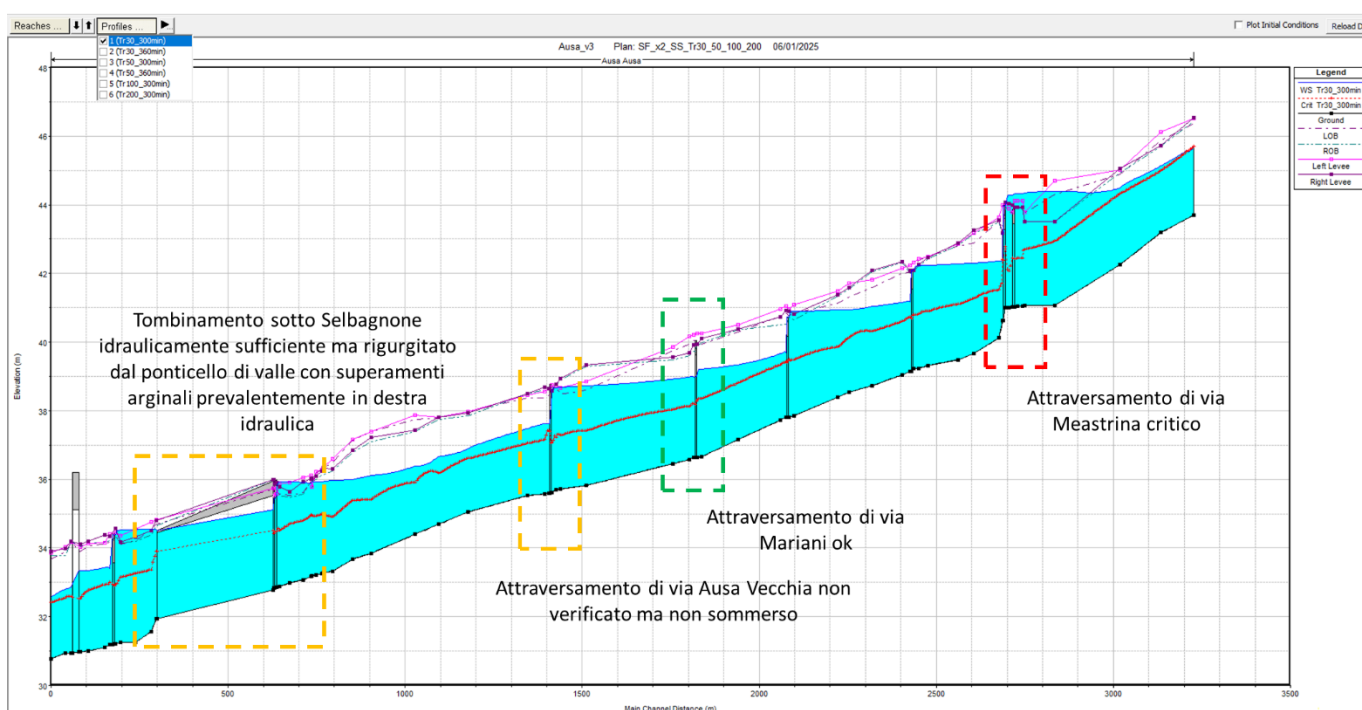
Tr 200

300 min

I risultati evidenziano una criticità in corrispondenza dell'attraversamento di via Maestrina e una sofferenza del tominamento sotto Selbagnone per eventi con Tr30 anni; la situazione si aggrava per Tr100 anni, con insufficienza idraulica di tutti gli attraversamenti del canale e del tominamento sotto Selbagnone rigurgitato dall'attraversamento a valle dello stesso.

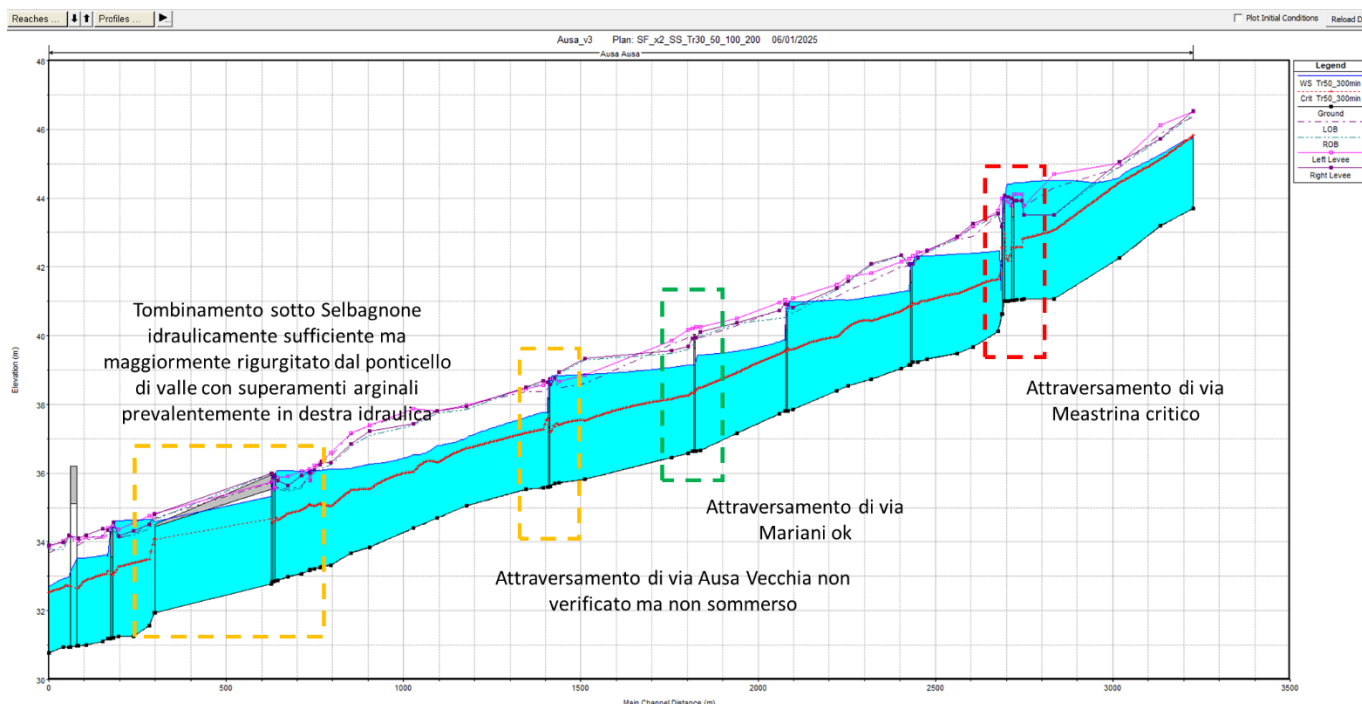
Si riportano di seguito i risultati delle modellazioni condotte.

Tr 30 anni – 300 min e 360 min



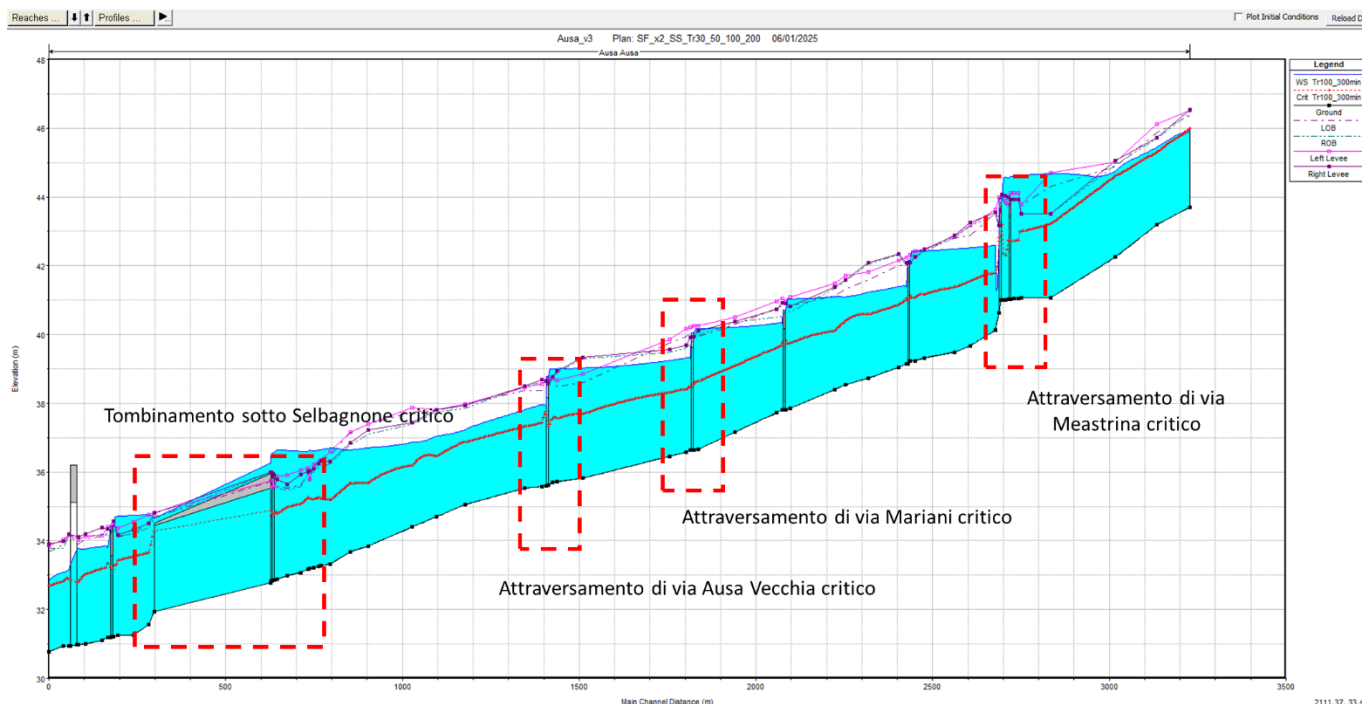
Per Tr 50 anni la condizione idraulica resta pressoché simile a quella relativa a Tr 30 anni, con un aggravio in termini di tiranti idrici.

Tr 50 anni – 300 min e 360 min

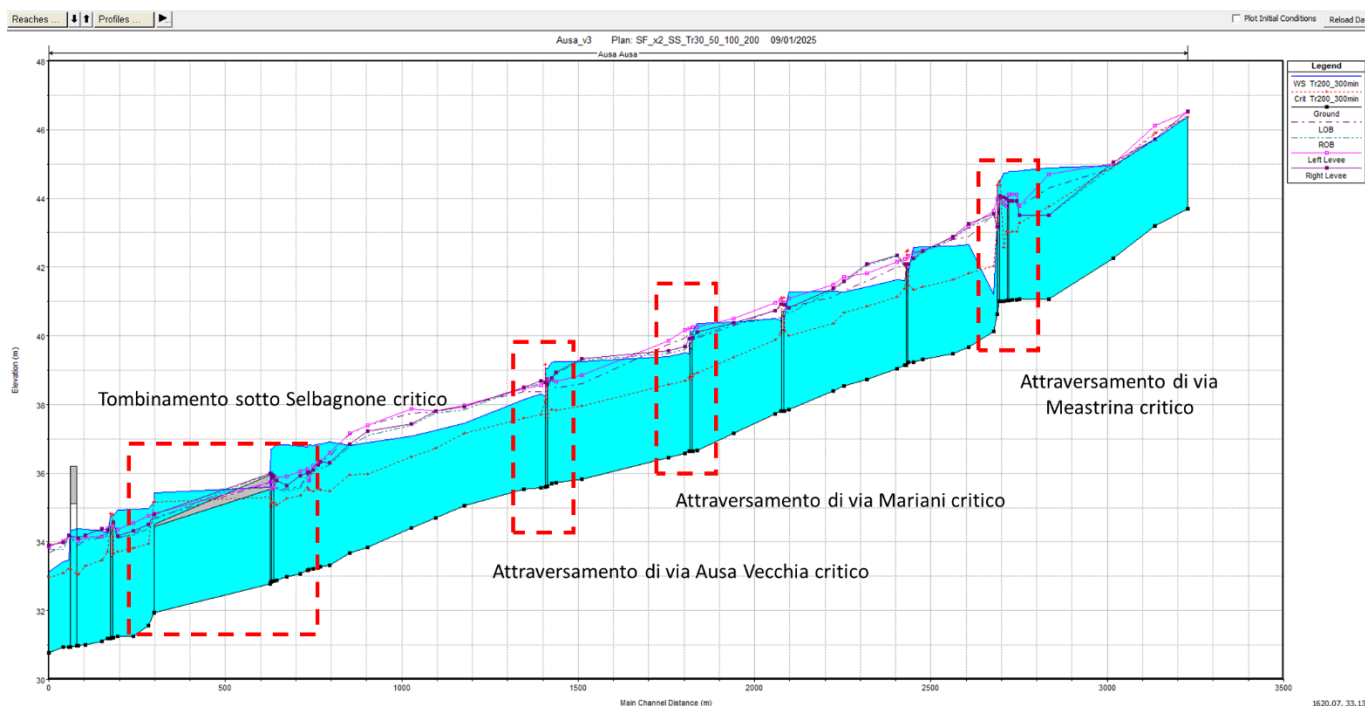


Per Tr 100 e 200 anni invece tutti gli attraversamenti risultano critici e il tombinamento di attraversamento dell'abitato di Selbagnone invece insufficiente al transito delle portate.

Tr 100 anni – 300 min



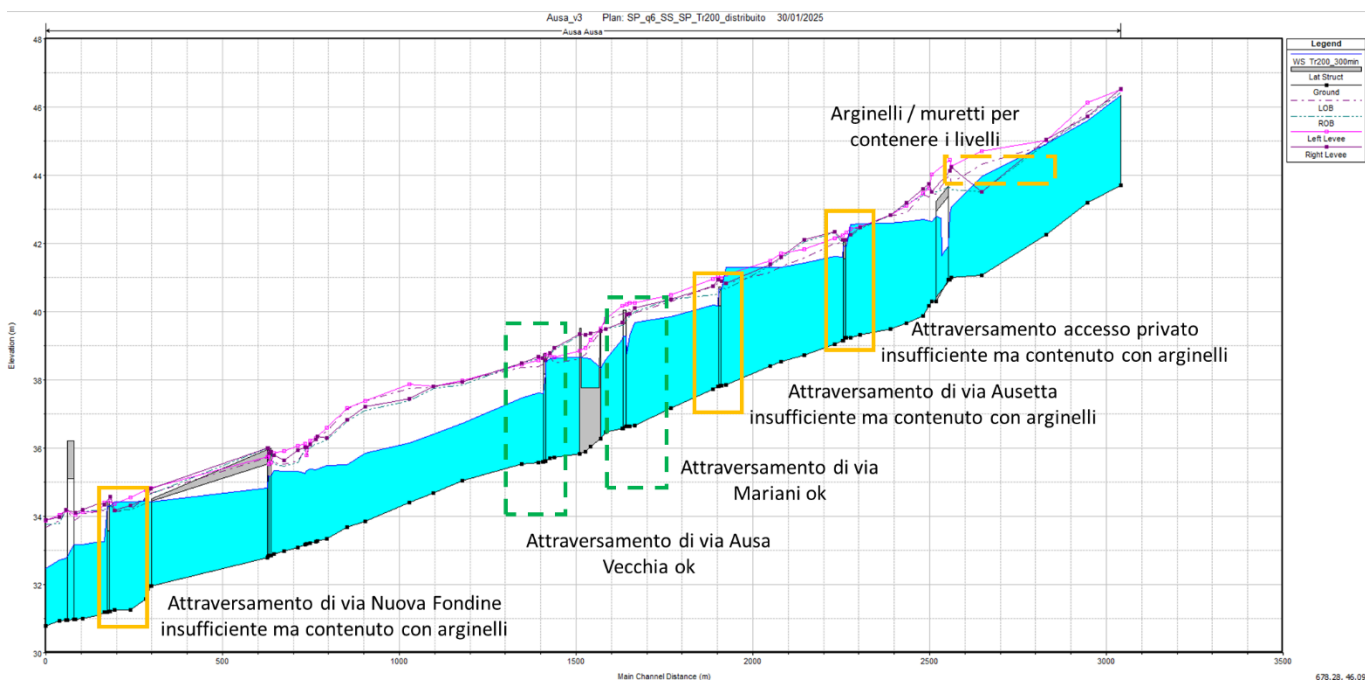
Tr 200 anni – 300 min



Stato di progetto

Lo stato di progetto modellato è quello relativo a Tr200 anni, prevedendo gli interventi di regolarizzazione dell'attraversamento di via Maestrina e la realizzazione della cassa di espansione in destra idraulica, connessa al corso d'acqua tramite lo sfioratore laterale.

Tr 200 anni – 300 min



Come si osserva, l'attraversamento di via Maestrina non risulta più insufficiente; così anche il tombamento di attraversamento di Selbagnone e l'attraversamento di via Ausa Vecchia. I profili

idrici che si instaurano però richiedono limitati interventi di innalzamento spondale (prevalentemente in destra idraulica) per via delle ridotte sezioni in corrispondenza degli attraversamenti del corso d'acqua (via Ausetta, accessi privati, via Nuova Fondine) che causano un rigurgito a monte dell'attraversamento.

La portata di picco, transitante nel c. Ausa alla sezione di chiusura B4 (attraversamento via Ausa Vecchia), pari a 37 mc/s come da analisi idrologica, risulta quindi laminata dall'attivazione dello sfioro e quindi dalla cassa di laminazione fino a raggiungere un picco a valle dello sfioro pari a 19 mc/s.

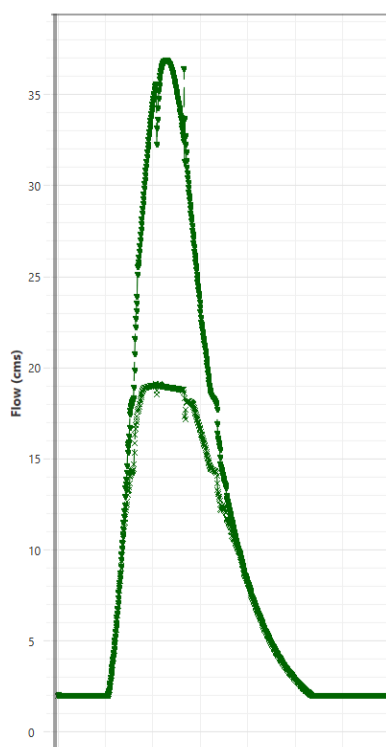


Figura 43 - Idrogrammi a monte e a valle della soglia di sfioro

Il volume della cassa è stato determinato modellando le differenti durate di pioggia al fine di trovare la durata critica e il valore massimo di volume necessario a garantire una regolare laminazione dell'idrogramma in arrivo.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dei valori di portata massima transitante nel corso d'acqua a valle dello sfioro laterale per ciascuna durata di evento piovoso analizzata e il rispettivo volume invasato nella cassa d'espansione.

d [min]	Q DS [m3/s]	V [1000 m3]
60.00	18.61	37.46
90.00	19.26	59.38
180.00	18.62	97.24
300.00	19.00	153.87
360.00	19.00	167.61
420.00	18.85	177.81
480.00	18.80	184.97
540.00	18.79	189.87
720.00	18.62	192.03
1'080.00	17.89	188.65
1'440.00	16.81	172.42
2'160.00	14.63	136.4
2'880.00	13.20	96.14

Come si osserva, il volume massimo è dato dall'evento di durata 720 min ed è pari a 192'030 mc.

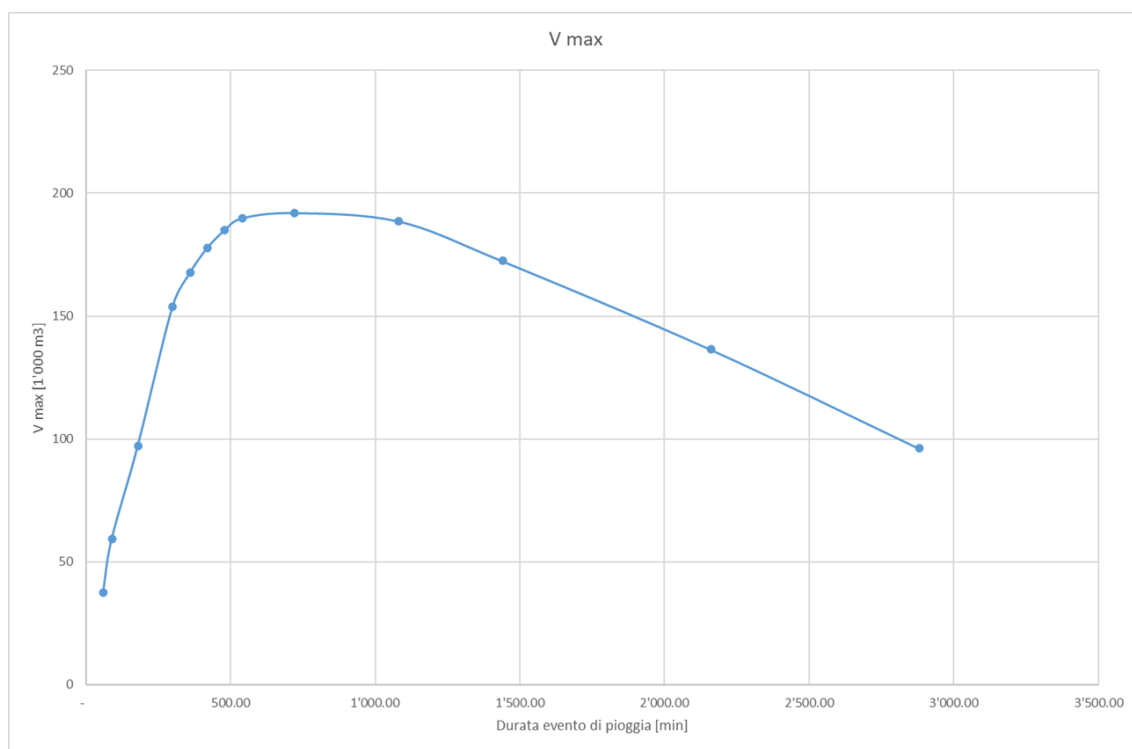


Figura 44 - Volume invasato per le diverse durate di pioggia

6 ASPETTI ESECUTIVI E DI CANTIERIZZAZIONE

Le fasi esecutive previste per la realizzazione dell'opera possono essere così sommariamente riassunte :

- realizzazione del by pass di via Maestrina e del sottopasso scatolare con temporanea interruzione di traffico
- realizzazione del nuovo ponticello di via Mariani e impianto di cantiere
- realizzazione della cassa con le relative opere di regolazione (sfioro e scarico)

Come illustrato nel cronoprogramma, la durata dei lavori è prevista in prima istanza pari a 360 giorni.

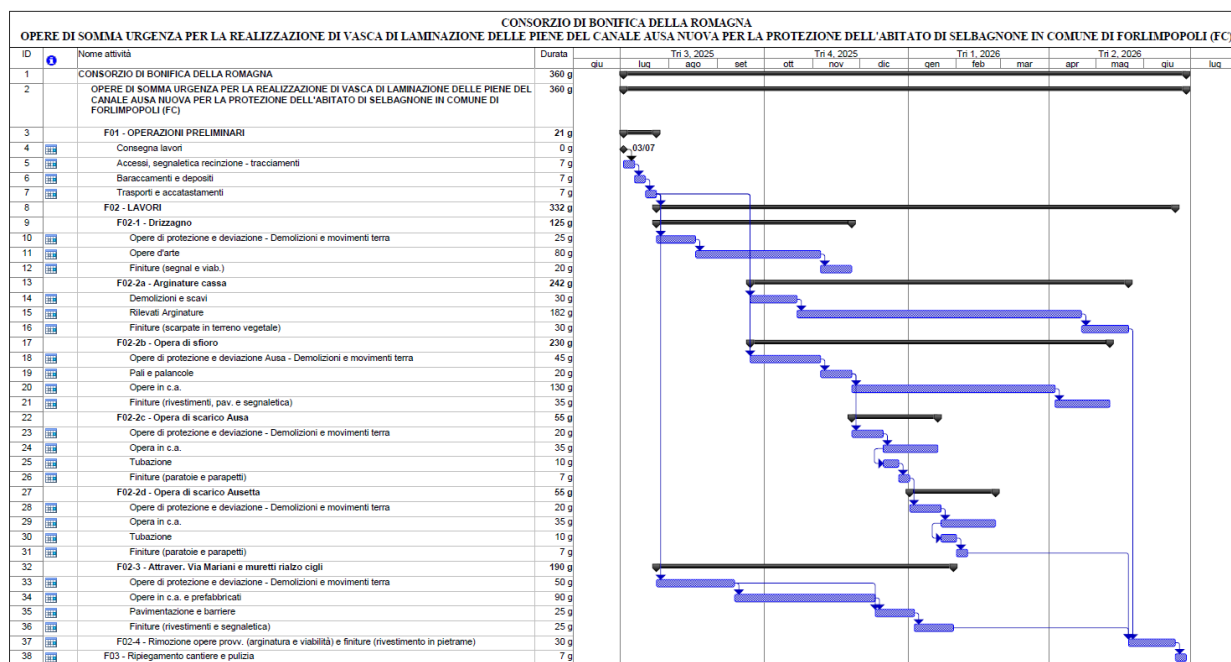


Figura 45 - Cronoprogramma

6.1 Bypass della via Maestrina

La realizzazione del bypass della via Maestrina prevede una serie di fasi che vengono nel seguito descritte

6.1.1 Fase 1 : preparazione del sito.

Questa fase è costituita dalle seguenti lavorazioni :

- risoluzione delle interferenze presenti al di sotto della Strada Provinciale, attraverso la definizione degli spostamenti temporanei e delle sistemazioni definitive con gli Enti interessati;
- approntamento dell'area di cantiere con realizzazione di una rampa di accesso dalla strada provinciale e delimitazione dell'area con apposita recinzione di cantiere e cancello carrabile di accesso;
- realizzazione di una tura a monte lungo il torrente Ausa con collegamento idraulico per garantire la continuità di deflusso verso valle, con l'eventuale ausilio di una pompa;

- Interruzione della viabilità della via Maestrina e definizione della segnaletica per l'individuazione dei percorsi alternativi (attraverso l'abitato di Forlimpopoli);
- infissione delle palancole provvisorie per definire lo scavo e garantire la possibilità di accesso alle proprietà frontiste, comprese quelle necessarie per realizzare lo scavo del bypass a valle della strada senza interferenza con il deflusso nel torrente.

6.1.2 Fase 2 : effettuazione degli scavi

In questa fase si effettuano gli scavi, contenuti dalle opere provvisorie costituite dalle palancole, per la posa degli elementi di manufatto scatolare e per la deviazione del canale con raccordo all'esistente corso d'acqua, mantenendo le palancole di separazione fra i due canali (esistente e bypass di raccordo).

6.1.3 Fase 3 : varo degli elementi scatolari

In questa fase le lavorazioni significative sono le seguenti :

- posa in opera degli elementi prefabbricati costituente lo scatolare di sottopasso alla Strada Provinciale
- realizzazione dei muri d'ala in cemento armato (all'imbocco ed allo sbocco) del manufatto scatolare

6.1.4 Fase 4 : ripristino della viabilità

Le operazioni relative a questa fase sono sostanzialmente le seguenti :

- riempimento degli scavi in corrispondenza del manufatto posato
- posa delle nuove canalizzazioni in accordo o in affiancamento agli Enti gestori
- estrazione delle palancole relativamente alla via Maestrina
- ripristino delle pavimentazioni e delle barriere di protezione della strada

6.1.5 Fase 5 : apertura al traffico e apertura del bypass

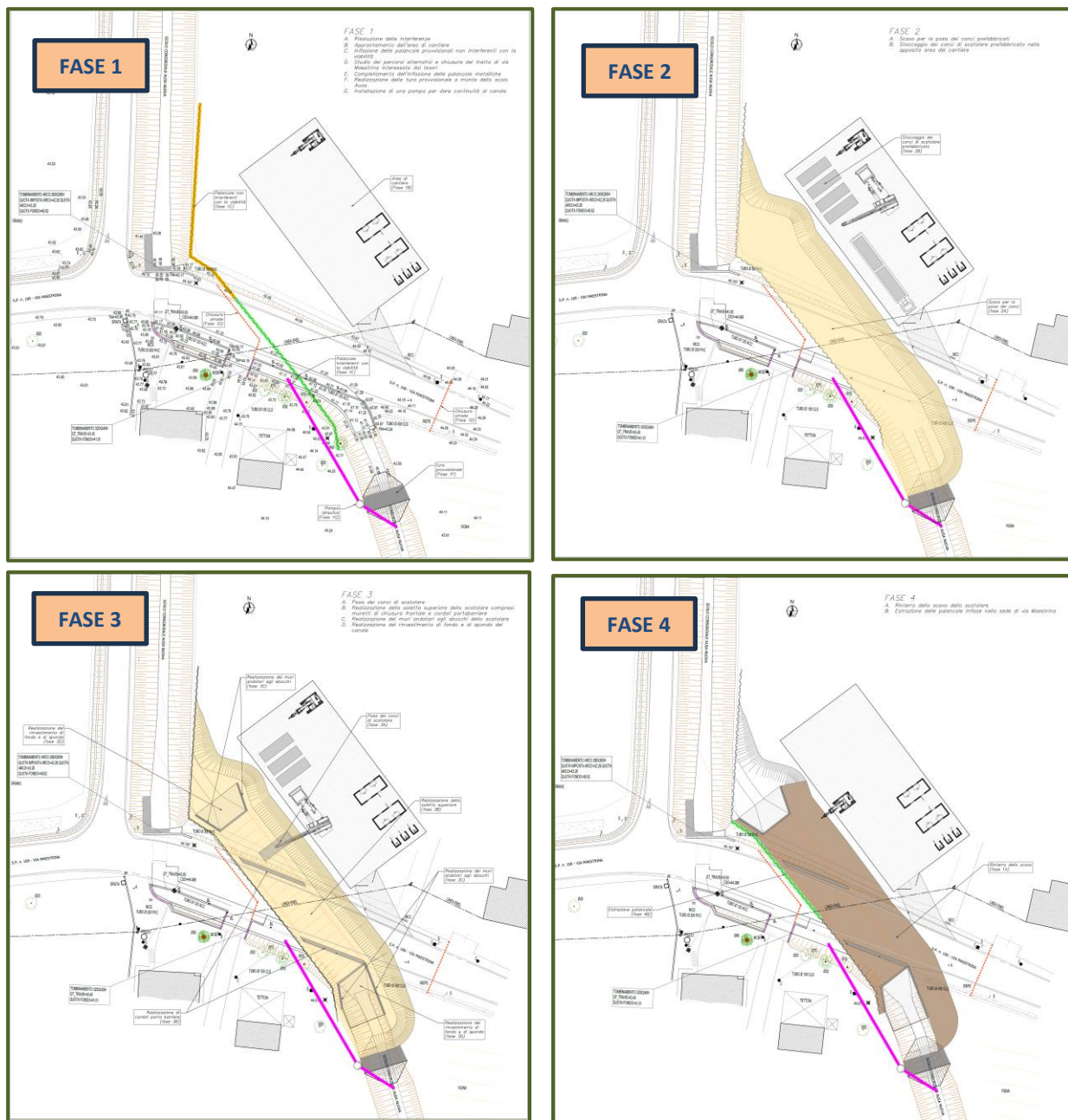
In questa fase le lavorazioni significative sono le seguenti :

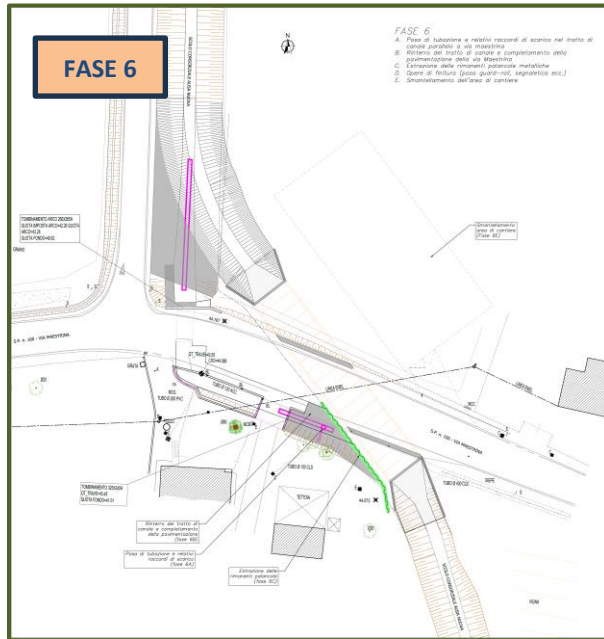
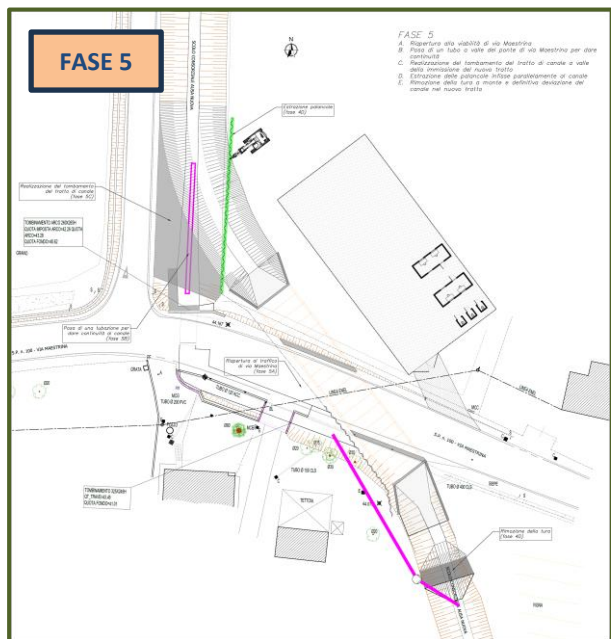
- riapertura al traffico della Strada Provinciale;
- realizzazione di un collegamento di scarico di continuità idraulica dell'attuale corso del Canale;
- tombamento del tratto di canale a valle delle palancole con sistemazione delle aree prospicienti la proprietà privata esistente;
- apertura del collegamento fra bypass ed attuale corso di valle del Canale;
- rimozione della tura e della condotta di continuità originariamente prevista.

6.1.6 Fase 6 : ripristino delle aree

In questa fase si ripristinano le aree interessate dalle lavorazioni e si smantella il cantiere con riqualificazione dell'area attraverso eventuale bonifica e successiva sistemazione a verde.

Nel seguito i riportano sommariamente la rappresentazione delle fasi come precedentemente illustrate.





6.2 Nuovo ponticello di via Mariani

La ricostruzione del ponticello di via Mariani si rende necessario per potere garantire il passaggio all'area di cantiere dalla viabilità comunale durante l'intera durata del cantiere.

Anche queste lavorazioni si svilupperanno per fasi, come illustrato negli elaborati progettuali allegati.

In particolare, le lavorazioni si svilupperanno secondo le fasi nel seguito descritte.

6.2.1 Fase 1 : fasi preliminari e preparazione dell'area

In questa fase si realizza una coppia di ture a monte e a valle del cantiere con mantenimento della continuità idraulica attraverso la realizzazione di una condotta fra monte e alle con eventuale ausilio di pompa idraulica.

Tali lavorazioni saranno precedute dallo spostamento delle linee eventualmente interferenti da parte degli Enti interessati e territorialmente competenti.

6.2.2 Fase 2 : realizzazione delle opere provvisionali

In questa fase si effettua l'infissione di palancole provvisionali parallelamente alla via AUSA Vecchia per una lunghezza di circa 22 metri e successivamente si procede con lo scavo all'iterno del canale esistente per preparare il piano di posa dei manufatti scatolari prefabbricati costituenti il nuovo ponte

6.2.3 Fase 3 : realizzazione delle opere provvisionali

In questa fase si procede con la posa degli elementi di scatolare prefabbricato (nr. 4 elementi per una lunghezza di circa 8.00 metri) con relative opere in cemento armato di completamento, quali la soletta superiore di collegamento degli elementi, i cordoli ed i muretti di testata.

6.2.4 Fase 4: fase di completamento dell'opera

In questa fase si procede alle lavorazioni relative al completamento dell'opera per rendere fruibile l'opera, con la realizzazione del rivestimento del canale all'imbocco ed allo sbocco, all'estrazione delle palancole provvisorie ed alla realizzazione della strada bianca di accesso e continuità del collegamento viario.

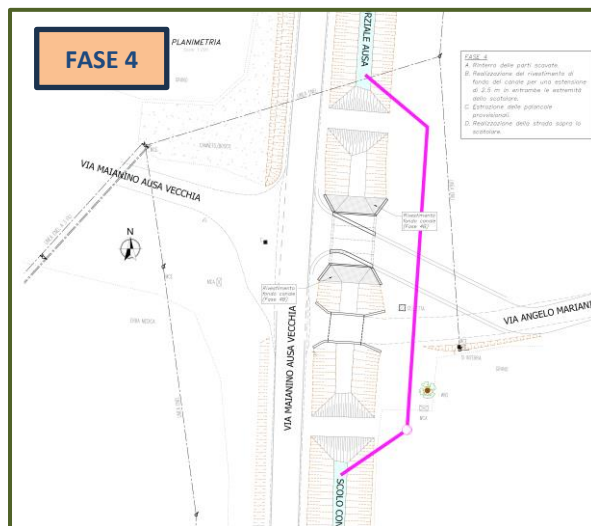
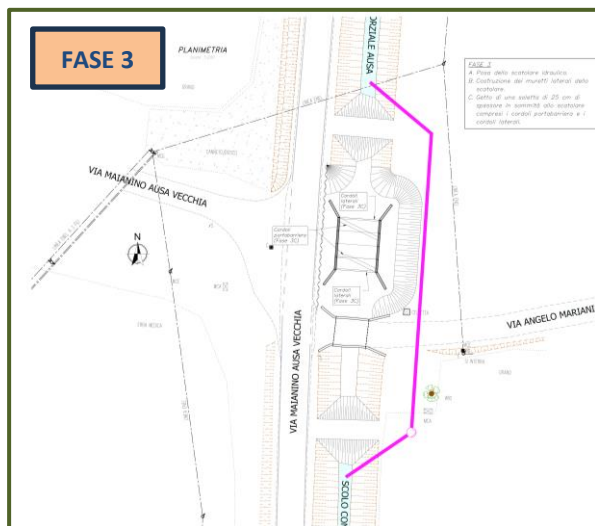
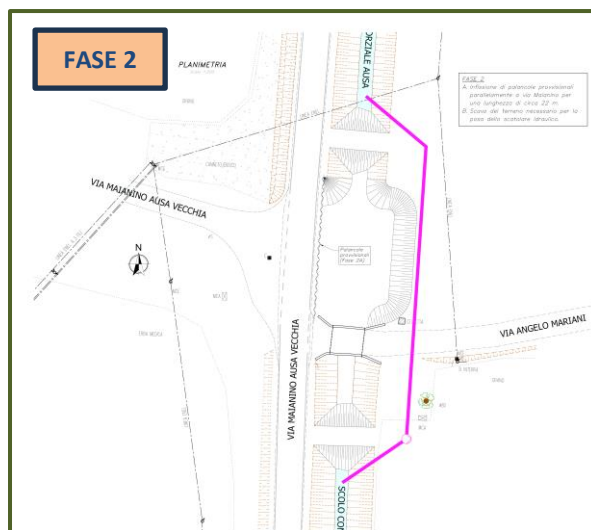
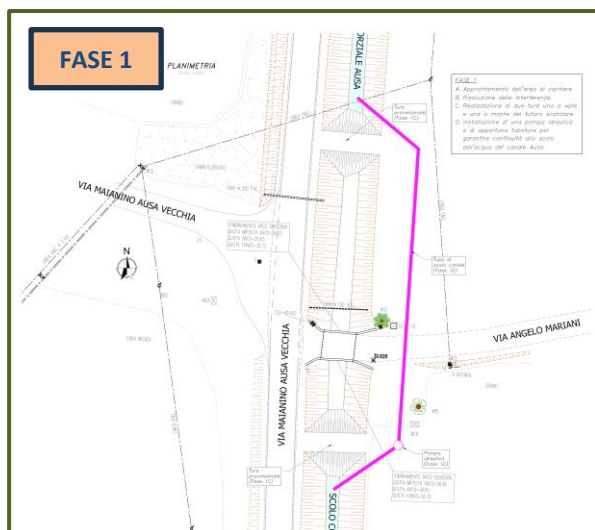
6.2.5 Fase 5 : demolizione ponte esistente e ripristino del canale

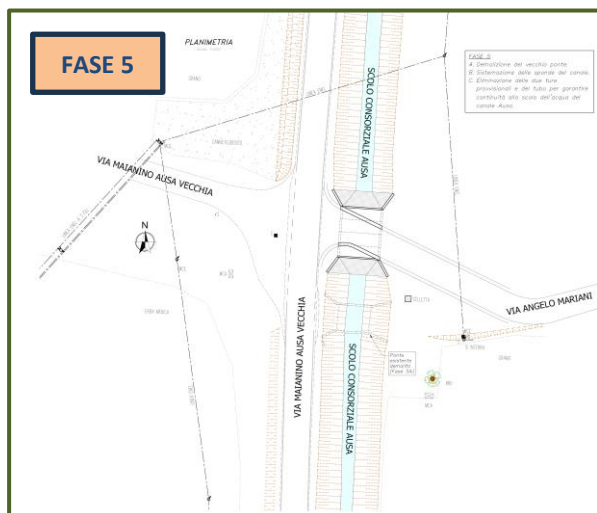
In questa fase si procede alla demolizione del ponte esistente, comprensiva della sistemazione delle sponde, ed alla rimozione delle ture di tenuta idraulica originariamente previste.

Al termine di questa fase il sito di cantiere sarà completamente ripristinato, a meno delle zone interessate dal passaggio dei mezzi per la costruzione del manufatto di sfioro della cassa.

Si fa presente che nel corso di tutte le fasi così come sopra descritte, l'accessibilità alle proprietà private rimane sempre garantita.

Nel seguito i riportano sommariamente la rappresentazione delle fasi come precedentemente illustrate.





6.3 Realizzazione della cassa con le relative opere di regolazione (sfioro e scarico)

L'opera più significativa della cassa è sicuramente l'opera di sfioro che è di fatto costituita da uno sfioratore in parete grossa con profilo Creager Scimemi della lunghezza di circa 50.00 metri, con relativa passerella di servizio e muri di testata in calcestruzzo.

Anche queste lavorazioni si svilupperanno per fasi, come illustrato negli elaborati progettuali allegati.

In particolare, le lavorazioni si svilupperanno secondo le fasi nel seguito descritte.

6.3.1 Fase 1 : fasi preliminari e preparazione dell'area

In questa fase si prepara il sito oggetto di intervento, liberandolo dalla eventuale presenza di interferenze attraverso l'intervento delle società di gestione delle interferenze stesse

In particolare, in questa fase si realizzano le due ture a monte ed a valle dell'opera da realizzare, con collegamento idraulico fra monte e valle ed eventuale presenza di un impianto di pompaggio.

6.3.2 Fase 2 : realizzazione delle opere provvisorie

In questa fase si predispongono le palancole provvisorie per proteggere la sede stradale dal successivo scavo per raggiungere la quota di imposta della fondazione dell'opera in cemento armato. Nell'ambito di tale fase si prevede anche la realizzazione del consolidamento della fondazione dell'opera attraverso l'infilazione di una serie di pali in legno per consolidare il piano di imposta dell'opera.

6.3.3 Fase 3 : costruzione dell'opera di sfioro ed opere connesse

In questa fase si prevede di realizzare l'opera in cemento armato con i relativi manufatti in cemento armato di testata (muri d'ala) e le opere di completamento, quali la passerella di collegamento al di sopra dello sfioro, e quindi di collegamento al sistema arginale di centuriazione della cassa.

Infine in questa fase si prevede il completamento delle opere relative allo sfioro quali i rivestimenti delle platee del bacino di dissipazione ed i tratti di rivestimento dell'alveo del Canale Ausa a monte e valle dell'opera di sfioro stessa.

6.3.4 Fase 4 : completamento dell'opera e ripristino del cantiere

Le lavorazioni relative a questa fase comprendono :

- la rimozione delle ture provvisorie a monte e a valle dell'opera;
- la ricostituzione degli argini dello scolo lato cassa e verso la strada comunale via Ausa Nuova;
- la rimozione degli argini della deviazione provvisoria dello scolo con relativo impianto di continuità idraulica.

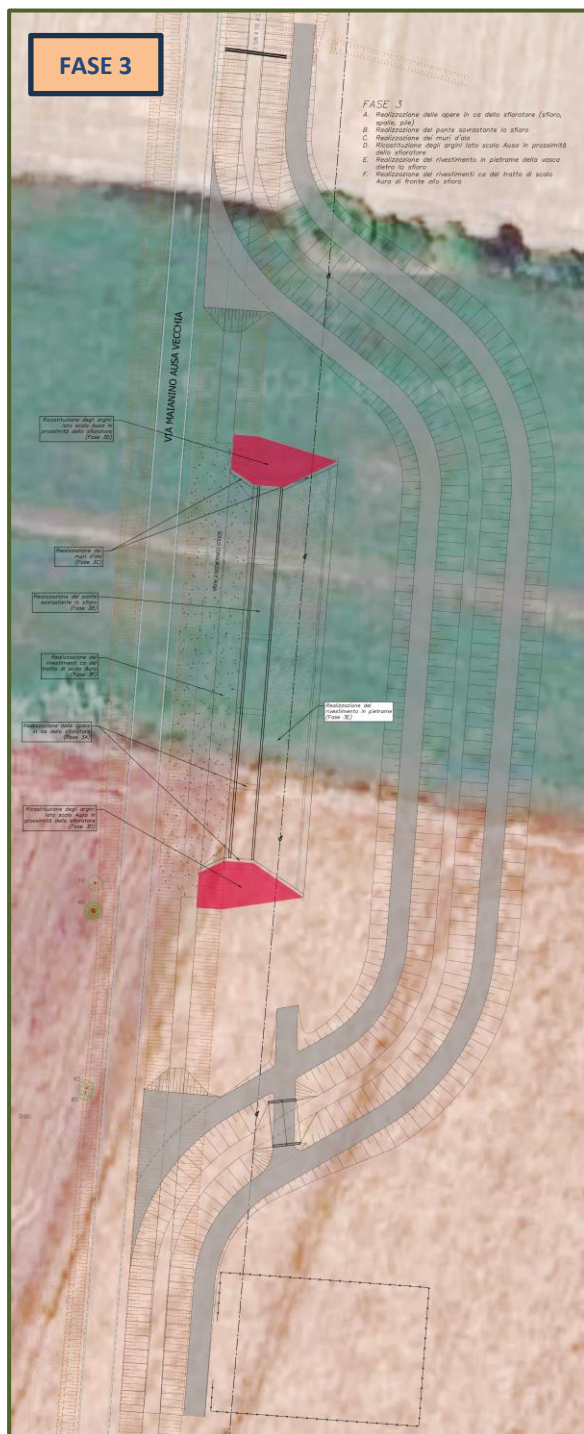
6.4 Costruzione della Cassa di laminazione

La costruzione della cassa di fatto consiste sostanzialmente nelle operazioni di scavo all'interno della cassa fino alla quota prevista progettualmente, con utilizzo del materiale derivante dallo scavo per la costruzione delle arginature perimetrali della cassa.

Questa operazione di fatto si svolge all'interno dell'area della cassa con sostanziale equilibrio fra materiale scavato e materiale posto in opera per la costruzione delle arginature perimetrali.

Nel seguito si riportano sommariamente la rappresentazione delle fasi come precedentemente illustrate.





6.5 Bilancio delle terre

Come anticipato, il progetto prevede la sostanziale equivalenza fra materiale escavato e materiale utilizzato in rilevato per la costruzione degli argini perimetrali alla cassa.

Nel seguente quadro riassuntivo si riportano le quantità previste in sede progettuale, ed in particolare :

lavorazioni	quantità		destinazione
demolizione opere esistenti in cemento armato	740,00	mc	portati a discarica (discarica CBR)
demolizione di massicciata stradale	350,00	mc	portati a discarica (discarica CBR)
scavo di sbancamento (terreno agricolo)	56.294,00	mc	tutti recuperati per costruire gli argini
formazione di rilevato (arginale)	55.171,00	mc	proveniente dallo scavo
calcestruzzi preconfezionati	2.825,00	mc	provenienti da impianto di produzione
pietrame per rivestimento	260,00	mc	proveniente da cava (Brescia)

Relativamente alle discariche si è fatto riferimento a quelle presenti sul territorio ed in particolare la discarica presente a San Carlo di Cesena di proprietà ICR – Impianto Cave Romagna s.r.l., posta a circa 10 chilometri dal sito di intervento.

7 ASPETTI ECONOMICI

L'importo delle opere in progetto è stato stimato riferendosi al prezzo Emilia Romagna edizione 2025, e, dove le lavorazioni non fossero ricomprese nell'elenco prezzi regionale, ANAS 2024.

L'importo delle opere è pari a 2'155'554,29 € per lavori e 50'491,01 € per costi della sicurezza; l'importo di finanziamento globale invece è pari a 4'000'000 €.

a) LAVORI		
1	Lavori a corpo	- €
2	Lavori a misura	2 155 554,29 €
		2 155 554,29 €
b) COSTI DELLA SICUREZZA non soggetti a ribasso d'asta		
1	costi della sicurezza a corpo	50 491,01 €
2	costi della sicurezza a misura	- €
		50 491,01 €
c) Importo relativo all'aliquota per l'attuazione di misure volte alla prevenzione e repressione della criminalità e tentativi di infrazione mafiosa (Art. 204, c. 6, lett. e), D.Lgs. 36/2023) non soggetto a ribasso;		
		<i>n.p.</i>
d) COSTI AMBIENTALI < 2% del costo complessivo dell'opera)		
1	Opere di mitigazione e di compensazione dell'impatto ambientale e sociale	<i>n.a.</i>
2	costi per il monitoraggio ambientale	<i>n.a.</i>
		<i>n.a.</i>
e) SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		
1	lavori in amministrazione diretta previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura;	- €
2	Rilievi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura della stazione appaltante (iva inclusa)	20 000,00 €
3	Rilievi, accertamenti e indagini da eseguire ai diversi livelli di progettazione a cura del progettista;	<i>n.p.</i>
4	Allacciamenti ai pubblici servizi e superamento eventuali interferenze (iva inclusa)	30 000,00 €
5	Imprevisti (premio accelerazione, eventi imprevisti e imprevedibili)	110 302,26 €
6	Accantonamenti in relazione alle modifiche di cui agli articoli 60 (revisione prezzi) e 120, comma 1, lettera a) (modifiche al contratto previste in clausole chiare, precise e inequivocabili), del D.Lgs 36/2023	110 302,26 €
7	Acquisizione aree o immobili, indennizzi; <i>indennità e danni</i> <i>spese frazionamenti (compresi oneri fiscali e previdenziali)</i> <i>spese per rogiti e atti notarili (compresi oneri fiscali e previdenziali)</i>	720 000,00 €
8	Spese tecniche relative alla progettazione, alle attività preliminari, ivi compreso l'eventuale monitoraggio di parametri necessari ai fini della progettazione ove pertinente, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze dei servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, all'incentivo di cui all'articolo 45 del D.Lgs 36/2023, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente (compresi oneri fiscali e previdenziali)	222 869,08 €
9	Spese per attività tecnico-amministrative e strumentali connesse alla progettazione, di supporto al RUP qualora si tratti di personale dipendente, di assicurazione dei progettisti qualora dipendenti dell'amministrazione, ai sensi dell'articolo 2, comma 4, del D.Lgs. 36/2023 nonché per la verifica preventiva della progettazione ai sensi dell'articolo 42 del D.Lgs. 36/2023 (compresi oneri fiscali e previdenziali)	15 000,00 €
10	Spese di cui all'articolo 45, commi 6 e 7, del D.Lgs. 36/2023 (beni e tecnologie per l'innovazione e formazione del personale) (iva inclusa)	8 824,18 €
11	Eventuali spese per commissioni giudicatrici (compresi oneri fiscali e previdenziali)	- €
12	Spese per pubblicità	10 000,00 €
13	Spese per prove di laboratorio, accertamenti e verifiche tecniche obbligatorie o specificamente previste dal capitolato speciale d'appalto, di cui all'articolo 116 comma 11, del D.Lgs 36/2023, nonché per l'eventuale monitoraggio successivo alla realizzazione dell'opera, ove prescritto (compresi oneri fiscali e previdenziali)	22 060,45 €
14	Spese per collaudo tecnico-amministrativo, collaudo statico e altri eventuali collaudi specialistici (compresi oneri fiscali e previdenziali)	15 000,00 €
15	Spese per la verifica preventiva dell'interesse archeologico, di cui all'articolo 41, comma 4, del D.Lgs. 36/2023 (compresi oneri fiscali e previdenziali)	- €
16	Spese per i rimedi alternativi alla tutela giurisdizionale (accordo bonario, arbitrato, CCT) (compresi oneri fiscali e previdenziali)	- €
17	nei casi in cui sono previste, spese per le opere artistiche di cui alla legge 20 luglio 1949, n. 717	<i>n.p.</i>
18	IVA ed eventuali altre imposte.	509 596,46 €
		1 793 954,71 €
		1 793 954,71 €
IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA		4 000 000,00 €

Figura 46 - Quadro Economico di progetto