

REALIZZAZIONE DEL PRIMO BACINO DI LAMINAZIONE SUL FOSSO DELLA BADIA

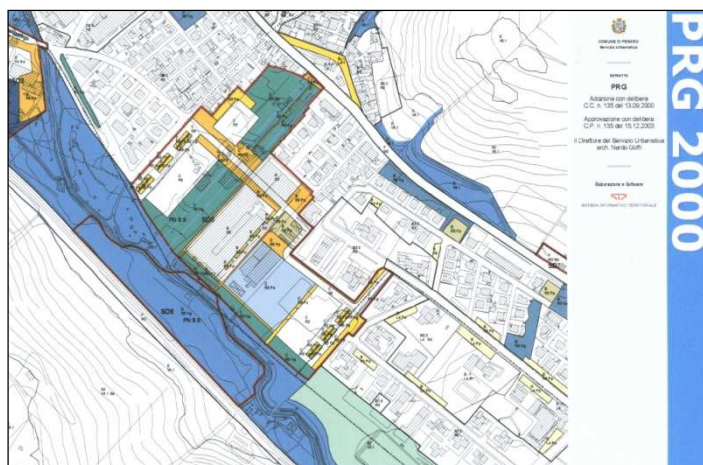
COMMITTENTI	COSTRUZIONI EDILI BERTOZZINI SPA
PERIODO	2010 – IN CORSO DI APPALTO
SERVIZIO	PROGETTO ESECUTIVO
IMPORTO DEI LAVORI IDRAULICI	€ 928.978,72
VOLUME	30000 mc

Premessa

Il progetto esecutivo dell'intervento di sistemazione idraulica denominato "REALIZZAZIONE DEL PRIMO BACINO DI LAMINAZIONE SUL FOSSO DELLA BADIA" è stato redatto nell'ambito delle opere di "URBANIZZAZIONE DEL PIANO PARTICOLAREGGIATO E DEL P.E.E.P. RELATIVI AL P.N. 8.9. - U.M.I. 8.9.2 - 8.9.3 LOCALITÀ CATTABRIGHE" già approvate con Deliberazione della Giunta del Comune di Pesaro n. 111 del 04/06/2009.

Il "Progetto Norma 8.9 – Cattabrighe" sopra richiamato ha il fondamentale obiettivo di riqualificare l'area posta fra i quartieri di Vismara e Cattabrighe attualmente occupata da attività produttive.

Figura 1: Estratto del PRG di Pesaro



Le opere di progetto costituiscono il 1° STRALCIO del progetto preliminare – definitivo denominato "SISTEMAZIONE IDRAULICA GENERALE FOSSI ALTARELLO E BADIA DALLA CONFLUENZA CON IL RIO ACQUABONA A VALLE DEL PONTE DI VIA VELINO E REALIZZAZIONE DEL PRIMO BACINO DI LAMINAZIONE", nel quale si prevedevano le seguenti opere:

- interventi di sistemazione e miglioramento idraulico del corso d'acqua Rio Badia dal tratto rivestito in c.a. e alla confluenza tra Fosso della Badia e Fosso Acquabona;

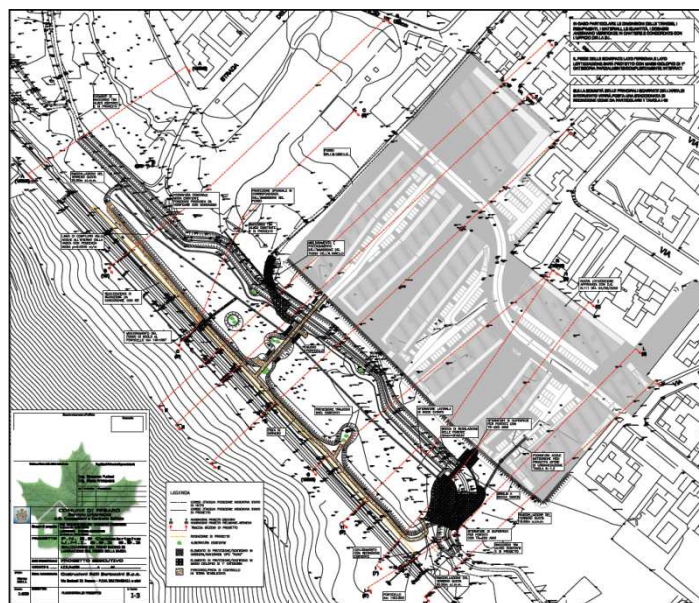
- 1° bacino di laminazione nell'area a destinazione verde pubblico e di tutte le opere di accessorie necessarie nell'ambito del Piano particolareggiato di iniziativa pubblica P.N. 8.9 Cattabrighe U.M.I. 8.9.2 – 8.9.3.

Cercando di capire come gli interventi di trasformazione urbanistica si rapportano con le diverse componenti ambientali, ed in particolare con le acque superficiali, si è ritenuto necessario proporre soluzioni che tendono a compensare le modificazioni antropiche prodotte al regime idrogeologico ed idraulico, superfici e relative concentrazione degli afflussi, soprattutto sotto il profilo quantitativo mediante il miglioramento dell'efficienza idraulica dei ricettori e la laminazione delle portate.

Caratteristiche generali dell'opera

L'individuazione dell'area è stata effettuata nell'ambito del progetto preliminare - definitivo, a seguito di un'attenta valutazione del contesto ambientale e fisiografico dell'area, partendo dagli spartiacque principali e secondari che delimitano i bacini idrografici e dall'esame del reticolo minore caratterizzato da fossi in parte tombati ed utilizzati anche come sistema di smaltimento delle acque reflue.

Figura 2: Planimetria generale stato di progetto



Nell'ambito della presente fase progettuale è stata condotta un'accurata modellazione matematica in moto vario sia su modello monodimensionale che bidimensionale per tenere in debito conto dell'effetto di laminazione delle aree esondabili poste fuori dall'alveo.

Le aree interessate dalla realizzazione della vasca di laminazione sono già zone di naturale esondazione del corso d'acqua; tuttavia per poter controllare il fenomeno naturale e aumentare la capacità di laminazione dell'area è necessario conformare adeguatamente le superfici topografiche, delimitarle e dotarle di organi di alimentazione e di scarico.

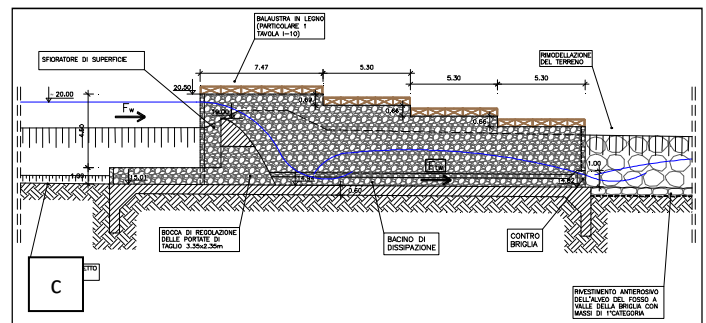
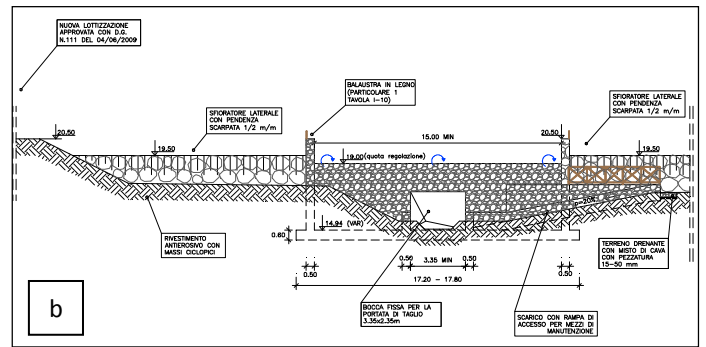
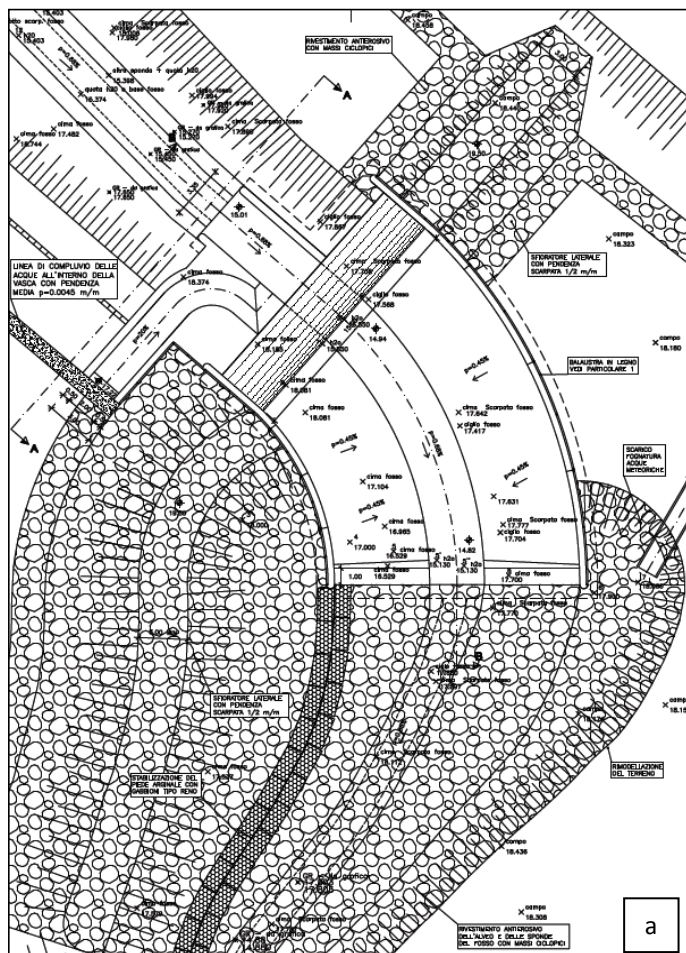
Il funzionamento della vasca, che consente un volume di invaso di circa 30000 m³, è praticamente in linea anche se la presenza dello sfioratore laterale costituito dall'argine sormontabile è tipico delle vasche in derivazione. Al servizio della vasca non sono previsti organi mobili di regolazione ma solamente opere fisse in modo che, anche in caso di improvviso stato di piena, non sia fondamentale la presenza di un presidio di controllo.

In particolare, come riportato in Figura 2, la vasca sarà realizzata in sponda destra del Fosso della Badia e sarà dotata di un organo di alimentazione costituito dalla rimodellazione del terreno presente tra la vasca ed il Fosso stesso in modo da ricavarne un argine ribassato sormontabile con sfioro preferenziale in prossimità della briglia di regolazione.

Per regolare le portate è stata inoltre prevista la realizzazione di una briglia a bocca tarata la quale farà proseguire a valle solamente la portata compatibile con il sistema fluviale esistente che allo stato attuale è condizionato dalla dimensione degli attraversamenti presenti presso l'abitato di Santa Maria delle Fabbreccie, dei quali quello avente dimensioni più limitate presenta della criticità già per portate aventi tempo di ritorno di circa 10-15 anni.

Il manufatto di intercettazione pertanto è un'opera trasversale al torrente realizzata in calcestruzzo armato costituita da un paramento di monte verticale, interessato dal deflusso di piena quando questa raggiunge quota 19.00 m slm.

Figura 3: Manufatto di intercettazione, briglia (pianta) (a), sezione trasversale (b), sezione longitudinale (c)



La briglia presenta una luce di fondo di dimensioni 3.35x2.35m che consente il normale deflusso delle portate meno importanti del torrente. L'opera sarà fondata in alveo con una platea di spessore pari a 0.60 m, mentre altezza complessiva sarà pari a circa 4,00 m. L'altezza della briglia è compresa fra la quota di scorrimento in alveo pari a 14,94 m slm e la quota massima di regolazione – petto della briglia – di 19,00 m slm e annesso muro di contenimento posto a quota 20,50 m slm i quali avranno uno spessore pari a 0.50 m. Il bacino di dissipazione è stato impostato a quote comprese fra 14,94 m slm e 14,82 m slm con una lunghezza complessiva di circa 20 m e larghezza pari a circa 15,00 m mentre la controbriglia è a quota pari a 15,82 m slm.

Il collegamento tra il bacino di laminazione e la briglia avverrà tramite una rampa in calcestruzzo armato con pendenza pari a circa il 20% che oltre alla funzione principale di scarico del bacino stesso consentirà anche l'accesso ai mezzi per le opere di manutenzione sia del Fosso della Badia che della briglia. Al fine di ridurre l'impatto dell'opera e migliorare il suo inserimento dal punto di vista ambientale, le parti fuori terra del manufatto saranno interamente rivestite in pietra naturale. A completare l'opera di intercettazione vi sono due sfioratori laterali, posti a quota 19.50 m slm con scarpate aventi pendenza 1/2 m/m e rivestiti con massi ciclopici, i quali entreranno in funzione per tempi di ritorno stimati in circa 15-25 anni se pur con battenti ridotti. Il loro dimensionamento è stato dettato dall'esigenza di massimizzare da un lato il volume di laminazione della vasca di espansione senza tuttavia mettere a rischio sia il rilevato ferroviario che la lottizzazione di progetto e peggiorare le condizioni ante – opera a monte e valle delle aree d'intervento.

Lo scarico della vasca è sempre connesso con la briglia ed è posto a monte della stessa e della relativa bocca tarata.

La vasca è caratterizzata da una pendenza monte-valle pari a circa 0,0045 m/m così come nelle sezioni trasversali in modo che le acque di esondazione e quelle meteoriche possano defluire rapidamente.

Interventi in alveo ed opere di protezione

Nell'ambito degli interventi previsti per la realizzazione del bacino di laminazione si provvederà alla riprofilatura ed al livellamento del profilo di fondo del Fosso della Badia in adiacenza al bacino con una nuova sezione trapezoidale con pendenza di sponda 1 su 2 ed in modo che gli interventi di 1° STRALCIO siano comunque compatibili con l'assetto del corso d'acqua nello stato di fatto e di futuri stralci successivi.

Contestualmente verrà migliorata e potenziata dell'immissione del Fosso dell'Altarello nel Fosso della Badia. In particolare per diminuire gli effetti degli stati di piena del Fosso della Badia sul deflusso del Fosso dell'Altarello verrà realizzata una difesa sporgente per dirigere il flusso creando "una zona morta" favorendo le condizioni di sbocco del Fosso dell'Altarello. Lo sbocco sarà quindi protetto a monte da una difesa sporgente radicata alla sponda e protesa verso l'alveo che favorirà il radicamento delle difese longitudinali di valle e farà diminuire i processi erosivi.

Inoltre sono previste opere di protezione, consolidamento e rimodellazione in alveo, in gola e nelle aree comunque interessate dalle piene. Le opere di protezione saranno costituite da materassi e gabbioni tipo Reno e da massi ciclopici. Gli scopi principali del rivestimento possono pertanto essere riassunti in questo modo:

- miglioramento della stabilità delle scarpate;
- difesa dell'erosione;
- aumento dell'efficienza idraulica del corso d'acqua;
- realizzazione di pareti a scabrezza prefissata.

Nel caso in questione potranno essere impiegate strutture capaci comunque di seguire le modificazioni del terreno senza perdere la loro funzionalità.

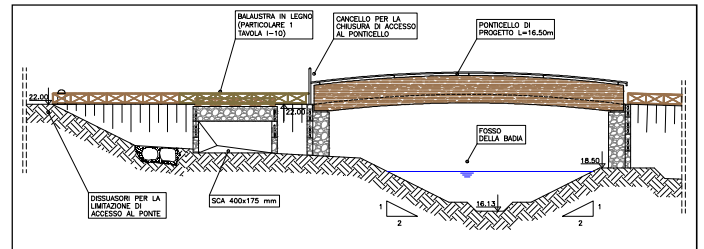
A completamento degli interventi previsti nel tratto di alveo in questione, dovranno essere rimossi gli accumuli di detriti di origine vegetale (tronchi, ramaglie morte, etc.) e di origine antropica (pezzi di plastica, copertoni usati, bottiglie, etc.) lì dove creeranno ostacolo al libero deflusso delle acque. Attualmente l'area risulta ricoperta per la maggior parte da canneti infestanti i quali dovranno essere rimossi e sostituiti da specie arbustive più adatte.

I diversi tipi di rivestimenti individuati, essendo facilmente intasati dal trasporto solido del corso d'acqua, favoriscono la ricopertura da parte della vegetazione con un sicuro inserimento naturalistico ed un aumento della durata nel tempo.

A corredo dell'opera è stato previsto un ponticello di attraversamento sul Fosso della Badia in legno per collegare la nuova lottizzazione approvata con D.G. n.111 del 04/06/2009, al bacino di laminazione e consentire le operazioni di manutenzione sia sul bacino che alla ferrovia come indicato nel Convenzione e nel parere di RFI.

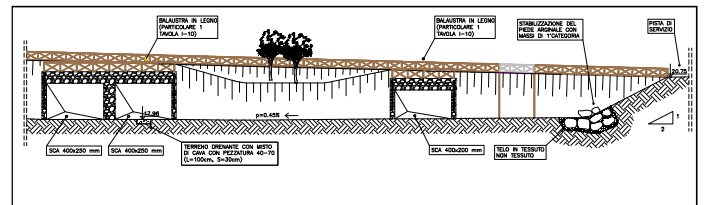
Il ponticello (Figura 4) avrà pertanto come unica funzione quella di consentire ai pedoni di scendere all'interno del bacino di laminazione ed utilizzarlo come parco per attività ludiche durante i periodi di magra nonché quello di consentire l'accesso ai mezzi per la manutenzione ed al personale di R.F.I. (Rete Ferrovia Italiana) in caso di intervento sulla rete ferroviaria adiacente al bacino di laminazione.

Figura 4: Sezione longitudinale Ponticello di attraversamento – tratto sul Fosso Badia



Il ponticello è collegato alla lottizzazione ed alla pista laterale da un rilevato in terra al di sotto del quale verranno posti quattro scatolari, uno in sinistra e tre in destra idrografica del torrente al fine di consentire il deflusso delle acque ed il transito dei mezzi per la manutenzione (Figura 4 e Figura 5).

Figura 5: Sezione longitudinale Ponticello di attraversamento – tratto interno al bacino di laminazione



All'ingresso sul ponticello dall'area di lottizzazione verranno posti due dissuasori per evitare il transito dei veicoli ed in caso di manutenzione potranno essere rimossi per consentire l'accesso ai mezzi. Inoltre il ponticello sarà dotato anche di un cancello che impedirà l'ingresso ai pedoni all'interno dell'area del bacino di laminazione nei periodi di piena del bacino stesso. Al fine di ridurre l'impatto dell'opera e migliorare il suo inserimento dal punto di vista ambientale, le parti fuori terra del manufatto saranno interamente rivestite in pietra naturale.

Analisi idrologica - idraulica di supporto

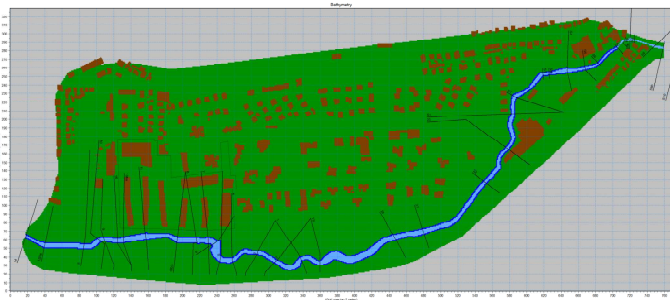
Il bacino idrografico del Fosso della Badia presenta un territorio prevalentemente collinare con un'estensione superiore a 13 km² alla confluenza con il Fiume Foglia. L'idrografia è costituita da due rami principali (quello che scende da La Siligata ed il ramo che scende da Tre Ponti) e da una serie di fossati minori che rappresentano sostanzialmente le linee di impluvio principali che scendono dal S. Bartolo. Tra questi il ramo principale è rappresentato dal fosso dell'Altarello che confluisce nel Fosso della Badia all'altezza dell'abitato di Cattabrighe.

Per la caratterizzazione pluviometrica del bacino in esame è stato possibile reperire la serie storica di dati pluviometrici disponibile per la stazione di misura di Pesaro (103 anni di dati). Per la stima delle portate di piena si è fatto ricorso in primo luogo all'uso del metodo razionale tramite il quale sono state stimate le portate del Fosso della Badia in due sezioni di riferimento, quali la sezione a valle della confluenza fra il Fosso della Badia ed il Fosso Altarello, ovvero in corrispondenza dell'area di progetto della vasca di espansione, e la sezione di chiusura del bacino.

Successivamente si è ritenuto opportuno approfondire l'analisi riconducendosi alle indagini effettuate nello studio denominato "Studio Idrologico – Idraulico del bacino del fosso della Ranocchia a supporto dello sviluppo urbanistico di S. Maria delle Fabbre", durante il quale si è fatta una prima stima dei volumi di laminazione necessari per il bacino del Fosso della Badia per la messa in sicurezza degli abitati.

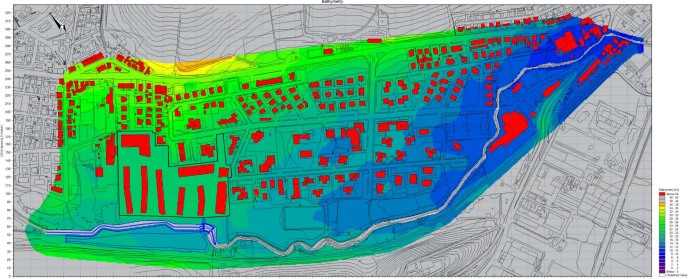
Le analisi idrauliche sono state effettuate attraverso fasi di approfondimento successive: in primo luogo si è condotta una valutazione mediante modellazione monodimensionale in moto permanente e vario attraverso il modello di calcolo Hec-Ras, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers; successivamente ci si è avvalsi del modello 2D denominato MIKE FLOOD, sviluppato dal Danish Hydraulic Institute (DHI). Quest'ultimo approvato dalla US Federal Emergency Management Agency (FEMA) nel programma NFIP (National Flood Insurance Program), è uno strumento integrato sviluppato dal DHI per lo studio dell'idrodinamica fluviale e delle aree di esondazione basato sulla combinazione del modello monodimensionale idrodinamico Mike 11 e del modello idrodinamico bidimensionale Mike 21.

Figura 6: Accoppiamento MIKE 11 - MIKE 21 per il Fosso della Badia



In particolare è stato analizzato un tratto con una lunghezza complessiva pari a circa 2395 m ricorrendo all'utilizzo di 47 sezioni trasversali nello stato di fatto e 51 nello stato di progetto, ricostruite mediante un rilievo topografico effettuato a terra. All'interno del tratto esaminato sono stati schematizzati i 6 ponti esistenti più la briglia e controbriglia nello stato di progetto. Per l'utilizzo di MIKE 21 accoppiato a MIKE 11 in MIKE FLOOD è stata creata una batimetria (Figura 7) con griglia a maglia classica (griglia rettangolare uniforme in tutto il dominio di calcolo) di dimensioni 2 m x 2 m per un totale di 770 celle in direzione x e 330 celle in direzione y coprendo quindi una superficie di territorio pari a 1016400 mq.

Figura 7: Batimetria Stato di progetto.



Le modellazioni idrauliche sono state effettuate in moto vario utilizzando gli idrogrammi con tempo di ritorno di 200, 100, 50, 25, 15, 10, 5 anni, consentendo di valutare oltre ai livelli attesi nello stato di fatto che in quello di progetto, anche la direzione ed il verso del vettore velocità in ogni cella della matrice di calcolo. Le analisi idrauliche hanno mostrato come l'opera consenta di migliorare le attuali condizioni idrauliche a valle dell'opera; tuttavia non consente di risolvere da sola le condizioni di rischio legate alle portate con tempi di ritorno di 25-50 anni e superiori in quanto i volumi invasabili sono limitati.

Figura 8: Tiranti idrici nel bacino di laminazione

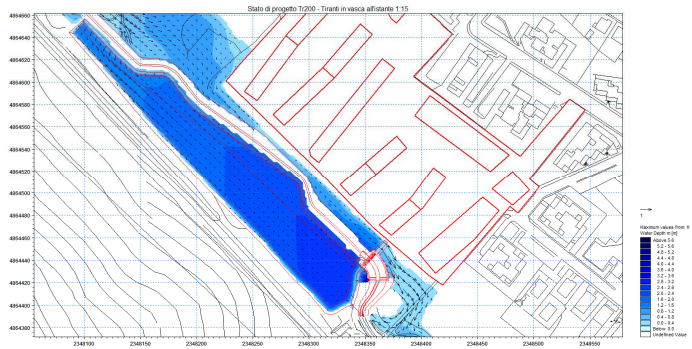
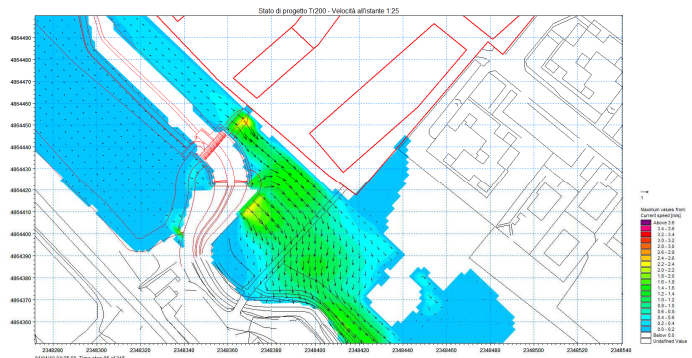


Figura 9: Distribuzione e valore delle velocità in corrispondenza della briglia



Le verifiche hanno fornito un indispensabile supporto per il dimensionamento idraulico delle opere con particolare riferimento alle principali caratteristiche dei manufatti quali quote, dimensioni della luce di fondo e degli sfioratori, nonché dei franchi di sicurezza nei confronti del ballast ferroviario e della lottizzazione di progetto.

Progetto del verde

Parallelamente al progetto idraulico è stato necessario sviluppare anche un progetto del verde che rendesse le aree interessate dagli interventi facilmente fruibili ed idonee a svolgere, oltre alla funzione di protezione idraulica del territorio, anche una funzione ricreativa come spazi da destinare a verde pubblico a servizio del Piano particolareggiato P.N. 8.9 Cattabrighe U.M.I. 8.9.2 – 8.9.3.

Il PRG vigente, attribuisce a questa area un ruolo di “connessione interambientale” che dovrà “favorire la comunicazione eco-biologica, lo scambio e lo sviluppo della biodiversità...” tra il territorio agricolo a Sud-Ovest ed i versanti del monte San Bartolo a Nord-Est, migliorando la qualità ambientale del comparto residenziale di Vismara.

Gli obiettivi di tale progetto, sia per quanto riguarda la sistemazione ed il miglioramento idraulico sul Rio Badia che per la realizzazione del bacino di laminazione ed accumulo sono i seguenti:

- _ rinverdire con specie erbacee le sponde, le scarpate ed il fondo della vasca;
- _ ripiantumare con specie arbustive ed arboree autoctone compensando gli abbattimenti eseguiti;
- _ ridurre al minimo le operazioni di manutenzione future e comunque permettere ai mezzi per la manutenzione di poter accedere a tutte le zone della vasca;
- _ permettere un accesso facile ed in sicurezza da parte degli utenti;
- _ rendere l'area un luogo dedicato anche alla fruizione e allo svago.

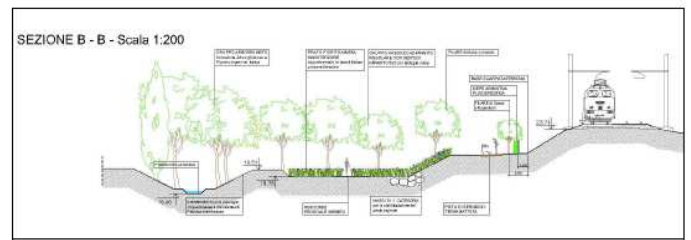
Per quanto riguarda gli interventi da effettuarsi sul Rio della Badia si prevede di contenere al massimo l'impatto sulle componenti ambientali, limitando il più possibile gli abbattimenti arborei, cercando di mantenere gli esemplari di maggior pregio compatibili con quanto previsto dal progetto e ripiantumando successivamente ai lavori idraulici previsti, numerose specie arboree tipiche dell'ambiente naturale di riferimento. Nei limiti del possibile si cercherà anche mediante la DL di evitare tagli a raso della vegetazione, tranne che per quegli elementi che si pongono ad ostacolo ai flussi di piena, salvaguardare le cenosi rappresentative del sistema ambientale originario e, relativamente allo strato erbaceo e arbustivo, vista la necessità di intervenire con mezzi meccanici, prevedere uno scotico pressoché totale che verrà ripristinato alla fine dei lavori mediante idrosemina.

Sull'area dove si prevede la realizzazione del bacino di laminazione, il rilievo eseguito ha messo in evidenza la presenza di una vegetazione molto degradata, anche in questo caso il progetto ha cercato, compatibilmente con le esigenze funzionali del bacino di laminazione, di limitare gli abbattimenti.

Al fine di favorire la fruibilità della zona accanto alle specie già esistenti e mantenute, sono stati inseriti nuovi alberi disposti per lo più in boschetti collegati da percorsi in terra battuta o

manutentive. Per raggiungere tali obiettivi sono stati predisposti impianti arborei principalmente in filare o in gruppi vicino alle scarpate e ampie superfici a prato fiorito. Le specie vegetali scelte per la piantumazione del parco che si realizzerà nell'area della vasca sono tutte autoctone, con buone caratteristiche di rusticità e adattabilità.

Figura 10: Sezione del parco con evidenziato il prato fiorito nel periodo primaverile-estivo.



Il parco che si verrà così a creare nella suddetta area potrà essere facilmente raggiunto tramite la realizzazione di un ponticello in legno che continua lungo un percorso sopraelevato che permette di percorrere tutto il lato lungo della vasca, parallelo alla ferrovia. Questo percorso in terra battuta oltre a essere utile ai fini manutentivi, rappresenterà il principale percorso pedonale del parco e collegandosi con quelli inerbiti posti sul fondo della vasca consentirà la fruibilità dell'intera area. Il percorso sopraelevato in prossimità del ponte, si collegherà con il fondo della vasca mediante delle scarpate inerbite delimitate da grandi massi e vegetazione. Sul fondo della vasca l'area sarà prevalentemente a prato con la successione di piccoli boschetti che attraverso la formazione di quinte creeranno delle stanze, ulteriormente scandite nel periodo primaverile-estivo da un'alternanza di spazi aperti inerbiti e spazi a grandi fioriture.

Nel definire il progetto del bacino, in accordo con le autorità competenti, si è cercato di limitare il più possibile il taglio della vegetazione arborea e soprattutto di salvaguardare gli esemplari di maggior pregio e di maggiori dimensioni.

Il progetto integra questa finalità lasciando in alcuni punti delle isole di terreno alla cui sommità permarranno alberi oggi esistenti e su tutta la superficie scavata, alla fine dei lavori, verranno effettuate le operazioni di sistemazione del terreno ed eseguita l'idrosemina.