



CONSORZIO di BONIFICA dell' EMILIA CENTRALE

Corso Garibaldi n. 42 42121 Reggio Emilia - www.emiliacentrale.it - direzione@emiliacentrale.it
Tel. 0522-443211 Fax. 0522-443254 C.F. 91149320359

M - PRG.
18.01

Rev. 4
del
23.02.2021

Titolo:

REALIZZAZIONE AREA DI LAMINAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL RIO ENZOLA

(Codice intervento: 16948)

Importo: **700.000,00**

Ente Finanziatore: **RER**

Tipologia Progetto				Riferimento Legislativo	Comune
Fattibilità	Preliminare	Definitivo	Esecutivo	OCDPD 503/2018 decreto RER n.18 del 24/02/21	QUATTRO CASTELLA (RE)
		X			

ELABORATO

N.	Titolo:
A	RELAZIONE TECNICA e ILLUSTRATIVA
Scala:	

Il Progettista Generale:

**Dott. Ing. Roberto Zanzucchi
F.to**



Consulenza Specialistica:

GEOLOGIA

**Dott. Geol. Stefano Castagnetti
Dott. Geol. Marco Baldi**

Il Responsabile del Procedimento:

**Dott. Agr. Aronne Ruffini
F.to**

Area Progettazione:
SAAF

Codice Progetto:
011/21/00

Codice CUP:
G55H21000310001

Codice CIG:

Redatto:	Verificato:	Nome File:	Note:

Data Progetto Originale: **Maggio 2021**

Data Aggiornamento:

UNI EN ISO 9001:2015

UNI EN ISO 14001:2015

OHSAS 45001:2018



INDICE

1. PREMESSA	3
2. OBIETTIVI DI PROGETTO E LINEE GENERALI DI INTERVENTO	5
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3.1 Il Rio Enzola	7
3.2 Analisi morfologica del Rio Enzola (progetto LIFE Rii)	9
3.3 L'area di intervento.....	12
3.4 Caratteristiche ambientali dell'area di intervento	15
3.5 Caratteristiche geologiche dell'area di intervento	15
4. SINTESI DELLE ANALISI IDRAULICHE	17
4.1 Idrologia e definizione della portata di riferimento	17
4.2 Analisi idrauliche	18
4.3 Risultati delle simulazioni idrauliche da: " <i>Interventi di mitigazione del rischio idraulico nel bacino del Rio Enzola – Relazione idrologica e idraulica</i> "	19
4.3.1 Geometria del modello – Schema quasi-bidimensionale con aree 2D	19
4.3.2 Risultati delle simulazioni – Scenario 3: Stato di progetto - Dettaglio Casse	20
5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI PROGETTO.....	27
6. DESCRIZIONE DELLE OPERE	31
6.1 Opere di movimento terra	31
6.2 Manufatti	32
7. OPERE AMBIENTALI	34
8. GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO	35
9. INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI ESISTENTI	37
10. COMPATIBILITA' URBANISTICA	39
11. DISPONIBILITÀ DELLE AREE.....	41
12. CONSIDERAZIONI SULLA CANTIERISTICA.....	43

1. PREMESSA

Il progetto "REALIZZAZIONE AREA DI LAMINAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL RIO ENZOLA" si sviluppa all'interno del territorio del Comune di Quattro Castella in Provincia di Reggio Emilia e fa parte di un più complessivo sistema di interventi per la messa in sicurezza del Rio Enzola che già diverse volte ha dato origine a locali esondazioni che hanno coinvolto anche gli abitati.

L'intervento è stato autorizzato da parte del capo del dipartimento nazionale della protezione civile con decreto del commissario delegato n. 18 del 24/2/2021 di approvazione del piano degli interventi urgenti tra cui 8-12 dicembre 2017 - OCDPC 503/2018 - annualità 2021, di cui all'articolo 2, comma 1 DPCM del 27 febbraio 2019 "assegnazione delle risorse finanziarie di cui all'articolo 1.

L'intervento è attuato con le modalità di cui all'Ordinanza del Capo Dipartimento della protezione civile (OCDPC) n. 558 del 15 novembre 2018 e successive modifiche.

Il Rio Enzola nasce in un compatto bacino montano-collinare a monte del Comune di Quattro Castella in Provincia di Reggio Emilia, ove scorre, con regime torrentizio, in un alveo incassato di larghezza 1-2 m fino alla località Monticelli dopo aver percorso circa 1700m con alveo a pendenza di circa 4%. Più oltre il rio entra in area di alta pianura per circa 800m con pendenze dell'ordine del 2% e con sezione in trincea di larghezza circa 2.5m e altezza 1.7-2.2m; in questo tratto il rio attraversa l'abitato di Quattro Castella e si registra la presenza di alcuni salti di fondo, di 2 attraversamenti e di un tratto tombinato. Da ultimo il rio Enzola entra in area di pianura dove scorre rettilineo, arginato e pensile per circa 2200m con alveo a sezione trapezoidale di larghezza 2m e altezza 1.7-2.2m e con pendenza variabile dal 1.5-1.0%. Ginto alla porte di Bibbiano è presente uno scaricatore che convoglia le acque dell'Enzola nel Canale del Ghiardo e da questo al torrente Crostolo. La pensilità, nel tratto vallivo, raggiunge valori pari a 3,50 e 5,00 m; essa costituisce, per gli insediamenti industriali di Fornaci e Bibbiano, una notevole pericolosità idraulica in caso di sormonto o rottura del corpo arginale.

Il Rio presenta una sezione idraulicamente adeguata al deflusso della piena bicentenaria nel tratto montano-collinare ed in quello di alta pianura, mentre la stessa risulta insufficiente nel tratto arginato pensile di pianura.

Dal 2007 ad oggi sono stati svolti vari studi idrologici ed idraulici per l'approfondimento delle conoscenze del bacino imbrifero e dell'asta del Rio Enzola finalizzati a comprendere il grado di rischio idraulico delle aree circostanti, soprattutto degli abitati di Quattro Castella e Bibbiano, andando poi ad individuare possibili interventi di mitigazione del rischio.

Lo studio idraulico realizzato nel 2007 dal Comune di Quattro Castella "Approfondimenti di natura idraulica e idrogeologica finalizzati alla definizione del quadro del dissesto a scala comunale e linee di intervento

per la mitigazione del rischio” ha mostrato come il Rio Enzola provochi inondazioni nelle aree urbane, industriali e agricole di Quattro Castella e Bibbiano, già con portate relative a tempi di ritorno inferiori ai 20 anni.

Il Progetto: LIFE 11 ENV/IT/000243 LIFE RII “RIQUALIFICAZIONE INTEGRATA IDRAULICO-AMBIENTALE DEI RII APPARTENENTI ALLA FASCIA PEDEMONTANA DELL'EMILIA – ROMAGNA” ha preso in esame alcuni corsi d'acqua della fascia montano-collinare tra cui il Rio Enzola andando ad approfondire le conoscenze in campo naturalistico, geomorfologico ed idraulico, definendone le criticità e proponendo interventi di riqualificazione idraulico-ambientale in parte attuati ed in parte da completare.

Nel 2020 il Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale ha elaborato lo Studio di fattibilità “INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO NEL BACINO DEL RIO ENZOLA” nell'ambito del quale veniva svolta una approfondita analisi idraulica finalizzata a mettere in evidenza le criticità idrauliche del tratto di pianura del rio individuando gli interventi progettuali risolutivi riconducibili alla riduzione dei picchi di piena mediante laminazione delle portate e contestuale adeguamento della sezione idraulica del Rio, nel tratto arginale e pensile, da Quattro Castella alla foce.

Il presente progetto costituisce il primo stralcio degli interventi di mitigazione del rischio idraulico sul Rio Enzola e comprende la realizzazione della cassa di laminazione progettata nella tipologia “in derivazione laterale” ubicata in sinistra idraulica a valle dell'abitato di Quattro Castella e compresa nell'area agricola posta a sud della tangenziale SP23. La cassa di laminazione è realizzata parzialmente in scavo e perimetralmente arginata, è strutturata con 2 bacini di laminazione, cassa di monte e cassa di valle, rispettivamente di volume utile $W_m=9700\text{m}^3$ e $W_v=15200\text{m}^3$. L'invaso delle acque nell'area di laminazione avviene attraverso un manufatto di sfioro laterale posto a monte; il passaggio dalla cassa di monte a quella di valle avviene con un manufatto di sfioro e analogamente avviene la restituzione di troppo pieno dalla cassa di valle al Rio Enzola. Lo svuotamento della cassa di laminazione avviene con scarico di fondo realizzato con tubazione che dal fondo cassa di valle convoglia le acque al Rio Enzola a monte dell'attraversamento SP23.

La cassa di laminazione è dimensionata per ridurre la portata di riferimento del Rio Enzola, avente tempo di ritorno 200 anni, da $Q_{200}=14.8\text{ m}^3/\text{s}$, valore della portata in arrivo a Quattro Castella, fino a $Q_{200}=7.0\text{ m}^3/\text{s}$ valore della portata a valle della cassa di laminazione assunta come portata di riferimento per il tratto vallivo del Rio Enzola.

2. OBIETTIVI DI PROGETTO E LINEE GENERALI DI INTERVENTO

L'obiettivo principale del progetto è la riduzione del rischio idraulico generato dal Rio Enzola ai centri abitati di Quattro Castella e Bibbiano e causato dall'esondazione che già diverse volte ha interessato strade ed abitazioni. Per tale motivo il progetto si inserisce negli interventi urgenti di Protezione Civile necessari a ridurre il rischio per la popolazione residente.

Gli interventi di progetto rientrano negli obiettivi di macro scala previsti per il Rio Enzola dal progetto LIFE Rii che ha approfondito ed individuato interventi generalizzati di riqualificazione fluviale rivolti sia al miglioramento della sicurezza idraulica sia al miglioramento delle caratteristiche ambientali di alcuni corsi d'acqua collinari della provincia di Reggio Emilia. In particolare gli obiettivi definiti prevedevano:

- Miglioramento livelli di sicurezza idraulica: obiettivo prioritario del progetto di riqualificazione del rio Enzola è la diminuzione delle esondazioni nei centri abitati di Quattro Castella e Bibbiano, da realizzarsi sia con interventi di aumento dei volumi d'acqua trattenuti a monte sia diminuendo la possibilità che materiali flottanti intasino il tratto tombato. L'obiettivo verrà raggiunto attraverso:
 - adeguamento della sezione idraulica alle portate di riferimento fissate in portate di ricorrenza TR=200 anni;
 - aumento delle aree allagabili e conseguente riduzione delle portate di valle;
 - realizzazione opere di riduzione del materiale flottante in alveo nel tratto pensile in attraversamento dell'abitato di Quattro Castella e fino a Bibbiano.
- Miglioramento dello stato ecologico: la diminuzione del rischio idraulico, deve essere raggiunta migliorando al contempo le valenze ecologiche del rio, soprattutto nel tratto pensile dove sono più scarse le caratteristiche naturali.

L'obiettivo di messa in sicurezza idraulica del Rio Enzola sarà attuato attraverso 3 azioni, tutte rientranti negli obiettivi e finanziamenti di Protezione Civile:

1. **Realizzazione area di laminazione e messa in sicurezza del rio Enzola (G55H21000310001);**
2. Messa in sicurezza e consolidamento delle arginature del rio Enzola (G55H21000320001);
3. Messa in sicurezza e consolidamento delle arginature del rio Enzola con realizzazione di manufatto derivatore in area di laminazione (G25H21000120001).

Nello specifico del presente progetto saranno trattati gli interventi di cui al punto 1 che riguardano il tratto del Rio Enzola adiacente all'abitato Quattro Castella e posto in sinistra del rio: REALIZZAZIONE AREA DI LAMINAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL RIO ENZOLA.

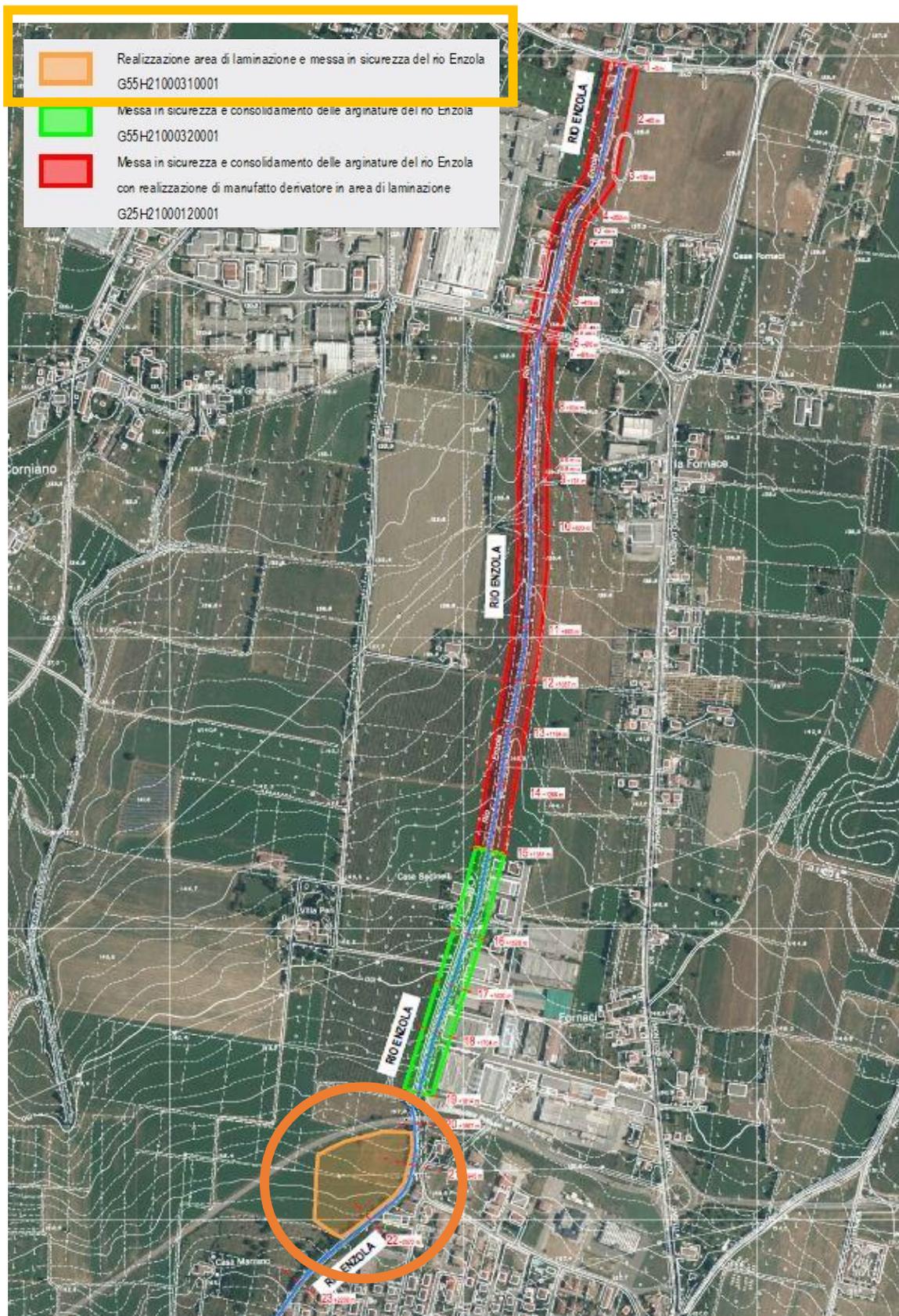


FIGURA 2-1 – INDIVIDUAZIONI AREA DI INTERVENTO

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3.1 IL RIO ENZOLA

Il Rio Enzola ha origine nelle colline caratterizzate dalla presenza di formazioni calanchive presenti a monte dell'abitato di Quattro Castella, ove scorre in una stretta vallecola affiancato su gran parte del percorso da una strada sterrata; il rio percorre l'ultimo tratto collinare scorrendo in un alveo naturalmente incassato compreso tra ripidi versanti, per poi entrare nell'alta pianura delimitato da terreni coltivati lievemente pendenti verso il rio. Fino all'abitato di Quattro Castella, il rio scorre in un alveo privo di opere che ne limitano la dinamica laterale.

Nel tratto di attraversamento dell'abitato di Quattro Castella, si osserva la presenza di salti di fondo e di alcuni attraversamenti: a sud del paese si ha un primo salto di fondo cui segue l'attraversamento, con manufatto scatolare 300x120cm, di una strada sterrata; successivamente si ha ancora un salto di fondo e l'attraversamento di via de Gasperi, realizzato con manufatto scatolare 240x120cm, a cui segue un salto di fondo e poi un tratto dove il Rio scorre entro un condotto scatolare 200x200cm sotto alcune aree cortilizie. Successivamente il Rio Enzola scorre arginato e pensile sulla campagna di destra e sinistra idraulica. Il Rio prosegue con questo andamento fino a Bibbiano attraversando la SP23, manufatto scatolare 300x85cm e la via Vittorio Veneto, manufatto scatolare 360x105cm.

L'assetto strutturale pensile è mantenuto dal rio sino alle porte del comune di Bibbiano punto in cui è presente uno scaricatore che permette alle acque di piena (Q_{max} ricevente dal Rio Enzola pari a 7 mc/s) di aggirare il centro di Bibbiano, evitando che entrino nel tratto tombato presente nell'abitato. Lo scolmatore scarica le acque nel Canale del Ghiardo, il quale alimenta il Torrente Modolena, principale affluente del Torrente Crostolo

Il bacino ha una superficie complessiva di 157.4 ha ed è caratterizzato da rilievi collinari modesti, in quanto il limite non giunge allo spartiacque appenninico e risente di precipitazioni non molto intense, tipiche della pianura; il regime pluviale è infatti contraddistinto da elevata piovosità solo nelle zone prossime al crinale, dovuta alla particolare intensità dei fronti, che per ragioni orografiche e per la vicinanza del mar Ligure tendono ad amplificare la loro azione; anche la morfologia del territorio, con pendenze deboli, e del relativo idrografico drenante concorrono a rendere modesti i contributi unitari di piena. Eventi meteorici intensi sono possibili in tutte le stagioni anche se il periodo compreso tra settembre e novembre è quello con la massima incidenza di eventi gravosi.

Le portate caratteristiche del Rio alle diverse sezioni di chiusura sono evidenziate nella tabella seguente ricavata dagli studi pregressi citati nella quale sono riportati i valori raggiunti per assegnati tempi di ritorno. Le analisi idrauliche mostrano come il Rio presenti una sezione adeguata alle portate di deflusso solamente nel tratto montano dove corre incassato mentre nel tratto vallivo l'efficienza idraulica è inadeguata e si osservano allagamenti già per ricorrenze frequenti.

Bacino	Area sottesa (ha)	Q20 (m3/s)	Q50 (m3/s)	Q100 (m3/s)	Q200 (m3/s)
A-Montano	128.3	8.4	11.7	12.9	14.2
B- Montano	149.6	9.3	13.2	14.6	16.0
C-Pianura	151.3	8.7	12.4	13.6	15.0
D-Urbano	157.4	8.9	12.2	13.5	14.8
E-Chiusura	157.4	7.5	10.3	11.4	12.5

TABELLA 1: RIO ENZOLA, PORTATE CARATTERISTICHE IN DIVERSE SEZIONI DI CHIUSURA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO

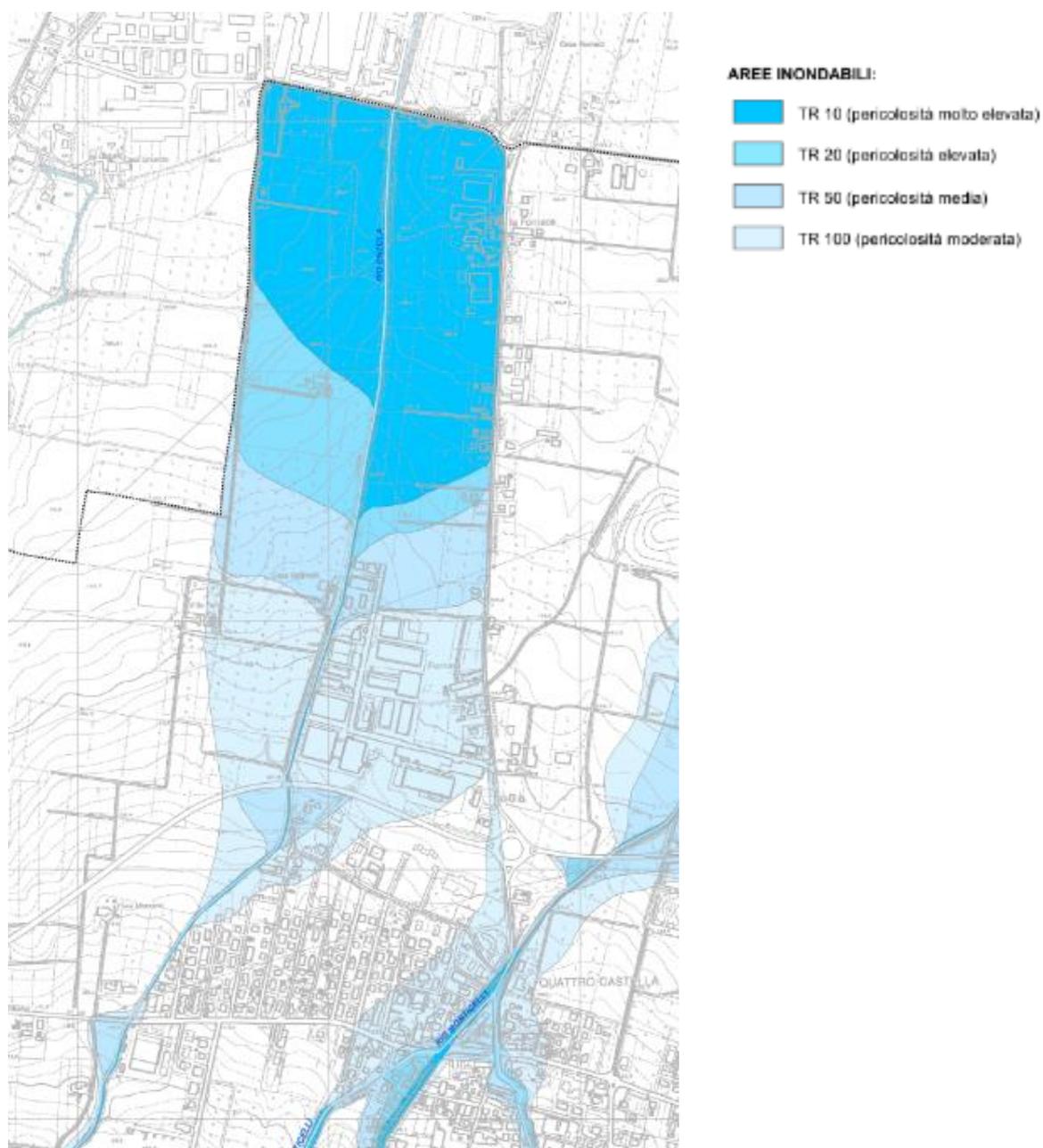


FIGURA 3-1 – ESTRATTO TAVOLA 08-1 PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA: FENOMENI TORRENTIZI DELLO STUDIO DEL 2009

3.2 ANALISI MORFOLOGICA DEL RIO ENZOLA (PROGETTO LIFE RII)

Nell'ambito del progetto Life Rii è stata condotta una specifica analisi morfologica sul Rio Enzola di cui si riporta la sintesi delle caratteristiche morfologiche dell'assetto attuale e le variazioni subite nel tempo, ciò ha consentito nel progetto Life Rii di definire i macro interventi di progetto.

In prima analisi è stato analizzato il corso d'acqua lungo l'intero tratto dalle sorgenti alla foce ed è stato suddiviso, mediante applicazione di analisi morfologica con indice IQM in tre tratti:

- tratto 1: coincide con il segmento confinato a canale singolo presente nell'area collinare appenninica
- tratto 2: coincide con il segmento non confinato sinuoso presente nell'alta pianura
- tratto 3: coincide con il segmento non confinato rettilineo presente nell'alta pianura

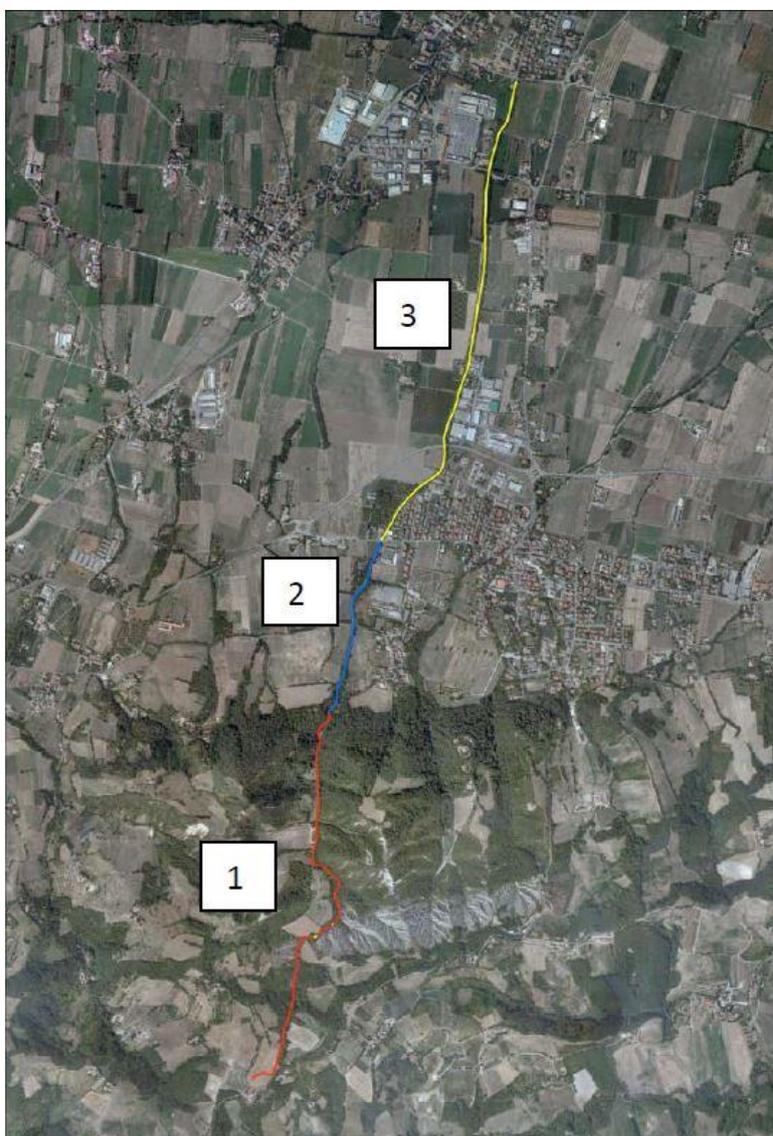


FIGURA 3-2 – ANALISI MORFOLOGICA RIO ENZOLA, SUDDIVISIONE IN TRATTI OMONEGENI (PROGETTO LIFE RII)

Tratto 1 del Rio Enzola

Il tratto, confinato a canale singolo, appare essere in stato morfologico moderato.

La principale alterazione è causata dalla strada sterrata che affianca il rio lungo quasi tutto il tratto, inizialmente in sinistra idraulica e più a valle in destra, che limita la connessione tra il versante e il rio.

La configurazione morfologica appare essere lievemente alterata a causa della strada, in particolare per quanto riguarda la variabilità della sezione, probabilmente ristretta e con effetti anche su profondità, vegetazione, massi, ecc., mentre le forme di fondo appaiono essere coerenti con la pendenza media della valle, così come l'eterogeneità del substrato, in relazione alle diverse unità sedimentarie (step, pool, riffle) e al possibile clogging, non appare essere significativamente alterata.

Lungo tutto il tratto sono presenti ampie formazioni vegetali funzionali localizzate lungo il versante, mentre dal lato strada tali formazioni sono molto limitate, con un'ampiezza totale pari al 33-90% di tutta l'eventuale piana e dei versanti adiacenti (50 m da ogni sponda, escludendo le porzioni in roccia o in frana). La fascia delle formazioni funzionali ospita sia formazioni arboree che arbustive, con presenza significativa delle prime (copertura delle formazioni arboree > 33% della fascia).

È inoltre presente lungo il rio un breve tratto tombato che passa sotto la strada, a cui fa seguito un salto di fondo artificiale di circa 3m, che non pare però influire significativamente sul trasporto di sedimenti, mentre più probabili sembrano essere i potenziali effetti sul trasporto di materiale legnoso flottante di grandi dimensioni, che si esplicano però principalmente sul tratto seguente.

La strada agisce inoltre come potenziale difesa di sponda, in quanto possibili arretramenti non sono consentiti dagli Enti gestori del rio.

La manutenzione di sedimenti e vegetazione del tratto non sembrano essere significative e perlopiù limitate ad eventuali tagli localizzati e sporadici.

La configurazione morfologica appare in ogni caso essere modificata rispetto al riferimento (anni '50) a causa della strada, così come la larghezza, mentre la quota di fondo non appare aver subito significative variazioni se non localmente in corrispondenza del tratto tombato e del successivo salto di fondo.

Tratto 2 del Rio Enzola

Il tratto, non confinato sinuoso, appare essere in stato morfologico moderato, considerato che sono presenti alterazioni localizzate principalmente nella parte terminale del tratto.

La continuità longitudinale del flusso di sedimenti e materiale legnoso è solo parzialmente limitata da un attraversamento sottodimensionato di una strada sterrata.

Più evidente invece l'alterazione della piana inondabile, pressoché assente sia nella porzione di monte, a causa dell'uso agricolo della piana, sia nella porzione di valle del tratto, ove prima una strada e poi case e campi occupano la piana inondabile.

I processi di arretramento delle sponde sono solo parzialmente possibili a causa delle alterazioni antropiche sopramenzionate, mentre è comunque presente almeno nella porzione di monte del tratto una fascia potenzialmente erodibile sia in destra che in sinistra idrografica con buona continuità (> 66% del tratto) e

sufficientemente ampia, ovvero con larghezza media complessiva (somma sui due lati) di almeno 2 volte la larghezza dell'alveo.

La naturale eterogeneità del substrato non appare essere particolarmente alterata, con riferimento alle granulometrie dei sedimenti in relazione alle diverse unità sedimentarie presenti ed anche all'interno di una stessa unità, con situazioni di corazzamento e/o clogging poco significativi, così come la presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni.

Lungo la parte di monte del tratto è presente una fascia perfluviale monofilare ben sviluppata su entrambe le sponde, mentre nella parte finale questa appare essere meno continua e strutturata e non sempre presente su entrambe le sponde.

La manutenzione dei sedimenti del tratto non sembra essere significativa, così come quella della vegetazione, che appare essere ben sviluppata proprio grazie all'assenza da lungo tempo di tagli di una certa entità ed estensione.

La configurazione morfologica non appare essere stata modificata, mentre la larghezza sembra essere stata leggermente diminuita a causa della strada che affianca il rio nella parte finale del tratto occupando parzialmente quello che era il suo alveo originario.

Tratto 3 del Rio Enzola

Il tratto, non confinato rettilineo, appare essere in scadente stato morfologico (IQM indicativamente pari a 0,46), a causa delle arginature pressoché continue e alla pensilità del fondo.

La continuità longitudinale del flusso di sedimenti e materiale legnoso non appare essere limitata da opere presenti nel tratto.

L'alterazione della piana inondabile è invece totale, a causa degli argini che limitano la connessione tra piana e alveo, se non in concomitanza di sormonti o rotture arginali, di nessun interesse dal punto di vista morfologico.

I processi di arretramento delle sponde sono totalmente preclusi, a causa della configurazione arginale che non può essere di per sé compatibile con la presenza di erosioni spondali; conseguentemente non è nemmeno presente una fascia potenzialmente erodibile.

La naturale eterogeneità di forme è sensibilmente alterata dall'assetto idraulico imposto al rio, che non permette lo sviluppo di forme e processi tipici della configurazione morfologica di riferimento.

La variabilità della sezione è anch'essa alterata a causa della sezione trapezia imposta, e mantenuta tale, al rio, così come la naturale eterogeneità del substrato.

Si rileva inoltre una molto limitata presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni in quanto le dinamiche geomorfologiche che potrebbe indurre non sono compatibili con la configurazione arginata pensile imposta al rio.

Lungo tutto il rilevato arginale è presente una fascia perfluviale in parte autoctona ed in parte alloctona, di ampiezza limitata ad un assetto monofilare.

Il tombinamento presente a monte del tratto limita le portate solide, in particolare di legname flottante, così come anche i due attraversamenti tombati di due importanti arterie stradali.

Si segnala la presenza di salti di fondo lungo il tratto.

La manutenzione dei sedimenti e della vegetazione del tratto appaiono essere significativi, al fine di mantenere tal quale l'assetto artificiale imposto al rio.

Gli argini hanno inoltre modificato il tracciato, che ora appare essere artificialmente rettilineo, così come l'intera configurazione morfologica, la larghezza dell'alveo e la quota di fondo.

3.3 L'AREA DI INTERVENTO

L'area di realizzazione della cassa di laminazione sul Rio Enzola è individuata all'interno del territorio comunale di Quattro Castella ed è posta in sinistra idraulica del Rio in un'area agricola ricompresa tra il corso d'acqua che la limita ad est e la tangenziale SP23 che la limita a nord ed ovest.



FIGURA 3-3 – INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area è caratterizzata da una utilizzazione prevalentemente agricola intensiva, con prevalenza di seminativi foraggeri, con colture arboree isolate o in filari; gli ambiti naturali sono relegati in corrispondenza del corso d'acqua che costituisce un fondamentale connettore ecologico all'interno della matrice agricola.

Il tratto di Rio oggetto d'intervento è inizialmente in scavo nel tratto in uscita dall'abitato e progressivamente viene arginato fino a trovarsi completamente arginato e pensile in corrispondenza dell'attraversamento della SP23 dove termina il tratto in studio. Nel tratto d'interesse è presente sulle arginature ed in alveo una fitta vegetazione arbustiva ed arborea che, oltre a rappresentare una parziale ostruzione al deflusso rappresenta anche una causa di stabilizzazione dei corpi arginali e una causa del materiale flottante in alveo che può ridurre considerevolmente l'efficienza idraulica del corso d'acqua.

L'alveo è caratterizzato dalla presenza di ghiaie, ciottoli e blocchi, a differente grado di classazione ed embricatura, in matrice limoso sabbiosa, talora limoso argillosa e da locali e sottili lenti limoso sabbiose con presenza di clasti.



FIGURA 3-4 – RIO ENZOLA: ARGINE E ALVEO NEL TRATTO ADIACENTE L'AREA DELLA CASSA DI LAMINAZIONE



FIGURA 3-5 –RIO ENZOLA, ATTRAVERSAMENTO SP23 E TRATTO A MONTE



FIGURA 3-6 –RIO ENZOLA, AREA INTERESSATA DALLA CASSA DI LAMINAZIONE

3.4 CARATTERISTICHE AMBIENTALI DELL'AREA DI INTERVENTO

- Descrizione: Tratto planiziale in gran parte pensile con vegetazione che richiama i boschi collinari presenti a monte. La fascia boscata coinvolge esclusivamente i rilevati arginali. Sottobosco con presenza di specie nemorali.
- Complessità strutturale delle cenosi: Questo tratto conserva una complessità strutturale buona con notevole presenza di specie nemorali e una fascia ripariale di buone dimensioni nonostante il rio sia pensile rispetto alle aree circostanti.
- Grado di naturalità/artificialità: L'ambiente risulta avere un buon grado di naturalità in continuità con i boschi collinari presenti dell'area a monte.
- Grado di diversità: Lo strato arboreo è composto da *Quercus pubescens*, con esemplari di buone dimensioni, *Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*, *Juglans regia*, *Acer campestre*, *Ulmus minor*. Lo strato arbustivo ha prevalenza di *Sambucus nigra* con *Prunus sp.*, *Hedera helix*, *Rubus ulmifolius*, *Ligustrum vulgare*, *Euonymus europaeus*, *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*. Notevole lo stato erbaceo con presenza di: *Iris foetidissima*, *Viola odorata*, *Viola sp.*, *Helleborus foetidus*, *Hepatica nobilis*, *Chaerophyllum temulum*, *Eranthis hyemalis*, *Lamium sp.*, *Glechoma hederacea*, *Tamus communis*, *Bryonia cretica dioica*. Il grado di diversità biologica vegetale risulta pertanto buono
- Complessità e biodiversità in relazione al territorio circostante: Il tratto è posto tra insediamenti abitati e industriali ed un'area coltivata a vigneto. La biodiversità e la complessità risultano quindi altissime in rapporto alle aree circostanti.

3.5 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELL'AREA DI INTERVENTO

Per quanto attiene agli aspetti geologici, l'areale interessato dal progetto per la realizzazione dell'area di laminazione del Rio Enzola risulta a tutti gli effetti stabile ed è priva di forme di degradazione o dissesti in atto o quiescenti.

I terreni sono caratterizzati dalla presenza di un sottile orizzonte superficiale di terreno vegetale che ricopre depositi argillosi e argilloso-limosi, di origine alluvionale, caratterizzati da una consistenza più elevata oltre la profondità di 2,00÷3,00 m da p.c.. All'interno di questi depositi fini si rinvengono localmente sottili intercalazioni lenticolari contenenti ghiaie.

Sulla base delle indagini geognostiche eseguite, la porzione superficiale risulta generalmente normal consolidata ed è attribuibile al Subsintema di Ravenna. Quella sottostante presenta caratteristiche di sovraconsolidazione ed è probabilmente attribuibile al Subsintema di Villa Verrucchio – Unità di Niviano.

I terreni di risulta derivanti dagli scavi per la realizzazione delle vasche sono idonei sotto il profilo litologico e geotecnico ad essere reimpiegati per la realizzazione dei rilevati arginali.

Gli scavi in progetto, la cui profondità massima è prevista pari a circa -2,20 m da p.c., non andranno ad interessare la falda, il cui tetto si colloca ad una profondità maggiore.

Ai fini costruttivi dovrà essere asportato l'orizzonte di suolo agrario superficiale sull'intera area di intervento, per uno spessore di circa 30-40 cm, per poi riposizionarlo sul fondo delle vasche e sui paramenti dei rilevati arginali, al fine di favorire il rapido inerbimento delle superfici.

Secondo la DGR n° 1164/2018 "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna" il Comune di Quattro Castella è classificato sismico in Zona 3 e il sottosuolo di fondazione dell'area indagata è attribuibile alla categoria C, di cui al D.M. 17.01.2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

Sotto il profilo sismico gli effetti locali sono rappresentati dalla possibile amplificazione del segnale sismico, conseguente alla presenza di depositi con velocità delle onde di taglio (V_s) inferiori a 800 m/s, mentre l'assetto litostratigrafico permette di escludere potenziali fenomeni di cedimento o di liquefazione, ovvero di diminuzione della resistenza al taglio causata dall'aumento di pressione interstiziale durante il verificarsi di un evento sismico.

4. SINTESI DELLE ANALISI IDRAULICHE

Il presente progetto è fondato sulle analisi idrauliche sviluppate nel progetto di fattibilità “*Interventi di mitigazione del rischio idraulico nel bacino del Rio Enzola*” elaborato dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale nel Febbraio 2020 è stata svolta una approfondita ed esauriente analisi idraulica con modellazione della propagazione dei deflussi lungo l'asta del Rio Enzola in condizioni di moto stazionario monodimensionale ed una separata analisi con simulazione del comportamento idraulico della cassa d'espansione sul Rio Enzola in condizioni di moto vario bidimensionale. Tali analisi sono state aggiornate per quanto riguarda il modello monodimensionale dell'asta del Rio Enzola in quanto sono variate le condizioni di progetto rispetto al lavoro del 2020 mentre restano valide e invariate quelle del modello bidimensionale della cassa d'espansione in quanto è confermata la soluzione progettuale prevista nel 2020.

4.1 IDROLOGIA E DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI RIFERIMENTO

Le portate di piena di progetto devono essere conformi ai contenuti della “Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica” costituente parte integrante del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatta dall'Autorità di Bacino del fiume Po.

La portata di piena da assumere, rispetto alle quali devono essere dimensionate le opere in progetto e garantite il superamento delle verifiche di compatibilità idraulica, deve essere caratterizzata da un tempo di ritorno di 200 anni.

Nell'ambito del presente lavoro si confermano le portate già definite nella Relazione idrologico-idraulica dello Studio di fattibilità *Interventi di mitigazione del rischio idraulico nel bacino del Rio Enzola*”.

Per la sezione di chiusura di interesse, cui sottintende i bacini A+B+C+D, si verificano le seguenti portate al colmo calcolate per i diversi tempi di ritorno.

Bacino	Area (ha)	Area tot (ha)	tc (ore)	tc (min)	cd (tr10-tr20)	cd (tr50-tr200)	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q200 (m ³ /s)
A-Montano	128.3	128.3	0.55	33	0.36	0.43	7.3	8.4	11.7	12.9	14.2
B-Montano	21.3	149.6	0.63	38	0.38	0.46	8.2	9.3	13.2	14.6	16.0
C-Pianura	1.7	151.3	0.7	42	0.38	0.46	7.6	8.7	12.4	13.6	15.0
D-Urbano	6.1	157.4	0.77	46	0.4	0.47	7.8	8.9	12.2	13.5	14.8
E-Chiusura ambito comunale	0	157.4	0.97	58	0.4	0.47	6.6	7.5	10.3	11.4	12.5

TABELLA 2: RIO ENZOLA, PORTATE AL COLMO PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO

Il valore al colmo della portata del Rio Enzola con tempo di ritorno di 200 anni nel tratto di interesse viene assunta pari a **Q₂₀₀=14.8 m³/s**.

Se per le analisi in moto stazionario monodimensionale dell'asta del Rio Enzola è sufficiente la definizione delle portate al colmo ciò non è sufficiente per la definizione del modello idraulico bidimensionale in moto vario della cassa d'espansione per il quale occorre anche definire anche i volumi di piena e la forma degli idrogrammi.

Gli idrogrammi utilizzati per la modellazione della cassa d'espansione sono quindi di forma triangolare, con durata pari a 2 tc e picco in corrispondenza di tc. Il ramo di risalita, prima del picco è stato esteso fino ad una portata di 1.5 mc/s per poter garantire la stabilità di calcolo della simulazione in moto vario, essendo impossibile partire dalla condizione di alveo asciutto. Inoltre, anche il ramo di esaurimento è stato esteso fino ad una portata bassa oltre che nel tempo, in modo da far perdurare l'evento per una durata di 12 ore. Si è fatta tale valutazione per poter valutare interamente l'effetto di laminazione della cassa di espansione (l'effetto di laminazione della cassa può protrarsi per diverse ore dall'evento di piena).

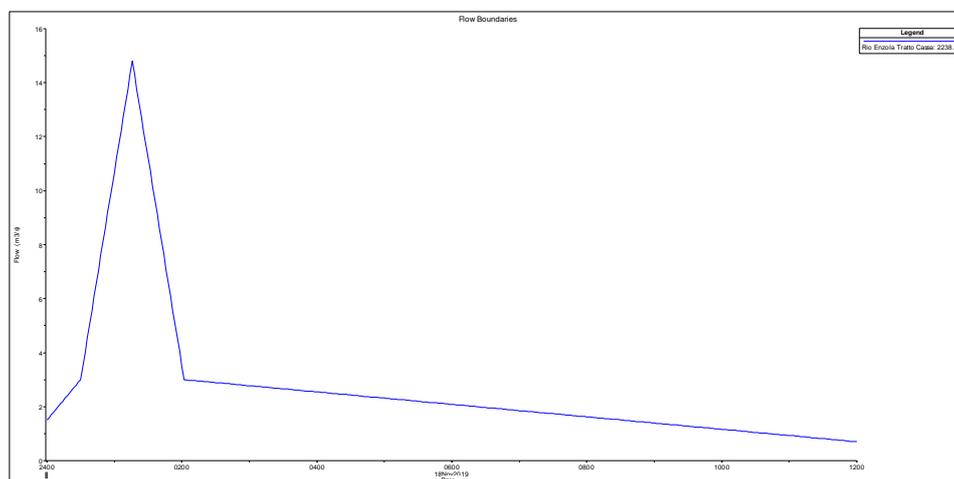


FIGURA 4-1 – RIO ENZOLA, IDROGRAMMA SIMULATO PER UN TEMPO DI RITORNO PARI A 200 ANNI

4.2 ANALISI IDRAULICHE

Nell'ambito del presente lavoro si fa riferimento alle analisi idrauliche in moto vario con schema quasi-bidimensionale sviluppate nella precedente fase progettuale che già avevano anticipato un livello di analisi molto approfondito al fine di dimensionare correttamente i volumi di invaso e la cassa d'espansione.

Le verifiche di compatibilità idraulica del progetto Cassa di laminazione sono state condotte con l'ausilio del programma di calcolo numerico HEC-RAS 5.0.7 sviluppato dalla HEC (Hydrologic Engineering Center dell'US. Army Corps of Engineers) per il quale sono state adottate analisi in moto vario con modello quasi-bidimensionale.

L'analisi idraulica sviluppata nello studio di fattibilità e qui riproposta è quella relativa allo "Scenario 3: STATO DI PROGETTO – DETTAGLIO CASSE" in cui si è valutato in modo circoscritto e più dettagliato il funzionamento delle casse di espansione attraverso la definizione della mappa degli allagamenti.

4.3 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE DA: “*INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO NEL BACINO DEL RIO ENZOLA – RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA*”

4.3.1 Geometria del modello – Schema quasi-bidimensionale con aree 2D

Per una corretta simulazione del funzionamento delle casse di espansione di monte e di valle è stato adottato un modello con schema quasi-bidimensionale, costruito secondo uno schema monodimensionale all'interno del corso d'acqua in grado di quantificare le fuoriuscite dallo stesso mediante l'utilizzo di un manufatto regolatore e di sfioratori laterali, questi ultimi connessi a delle storage areas, ovvero delle aree che assolvono la funzione di serbatoio e che rappresentano schematicamente le vasche di laminazione.

Per il progetto in esame il volume di laminazione è realizzato su due casse in serie una di monte e una di valle, collegate tra loro tramite uno sfioratore di collegamento. Lo sfioratore laterale di monte ha una lunghezza pari a $L=20$ m, mentre lo sfioratore di valle pari a $L=10$ m e l'acqua inizia a sfiorare a quota rispettivamente di 162.50 m s.l.m. e 159.30 m s.l.m..

Grazie alla realizzazione del modello digitale del terreno (DTM) delle aree delle casse di espansione è stato possibile assegnare una curva quota terreno-volume alle storage areas per aumentare il grado di accuratezza del calcolo dei volumi idrici invasati.



FIGURA 4-2 – RIO ENZOLA, MODELLO DIGITALE DEL TERRENO DELLE CASSE D'ESPANSIONE

Si è inoltre costruita un'ulteriore geometria, circoscritta all'area delle vasche di laminazione, in cui gli sfioratori laterali sono stati connessi idraulicamente alle aree a deflusso 2D; queste aree sono state introdotte nel modello tramite l'inserimento di un poligono che rappresenta il perimetro di un'unica area 2D comprendente le casse di monte e di valle.

Una volta definite le aree a deflusso sono state create al loro interno le maglie di calcolo che hanno la funzione di controllare il movimento dell'acqua. In particolare, viene calcolata un'altezza della superficie dell'acqua per ciascun centro cella della griglia ad ogni passo temporale.

La figura seguente rappresenta lo schema delle casse di espansione con l'inserimento delle aree a deflusso bidimensionale.



FIGURA 4-3 – RIO ENZOLA, CASSE DI ESPANSIONE MODELLATE CON AREE A DEFLUSSO 2D

4.3.2 Risultati delle simulazioni – Scenario 3: Stato di progetto - Dettaglio Casse

La simulazione dello scenario 3 (STATO DI PROGETTO – DETTAGLIO CASSE) è stata condotta su modello con schema quasi-bidimensionale con la schematizzazione delle casse di espansione attraverso aree di deflusso 2D. Si è utilizzato l'idrogramma di piena illustrato nel capitolo precedente.

Di seguito si riportano gli idrogrammi di piena che schematizzano il comportamento delle casse e che consentono di comprendere l'effetto laminativo e la sua efficacia.

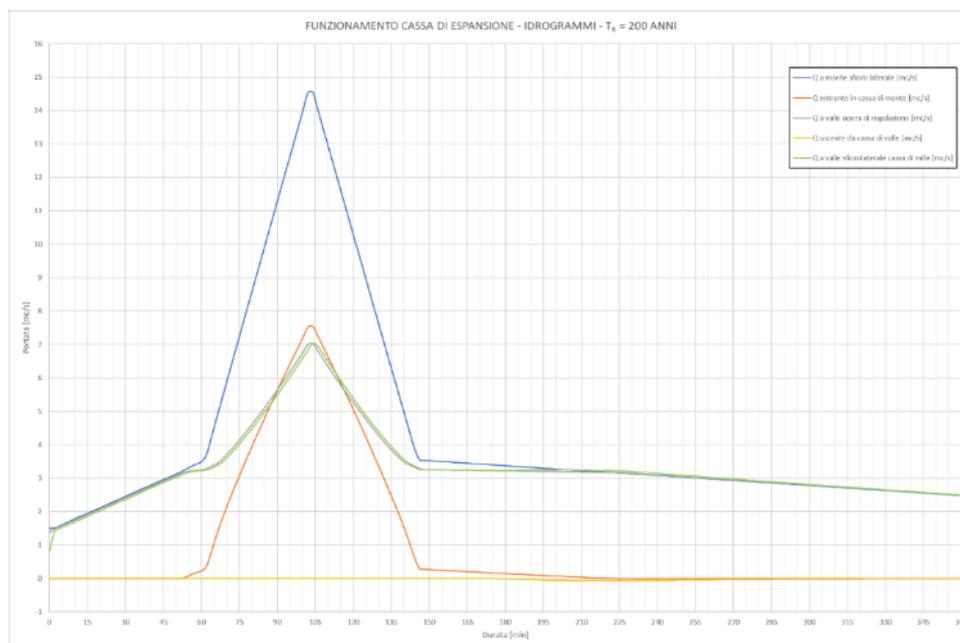


FIGURA 4-4 – IDROGRAMMI RAPPRESENTANTI IL FUNZIONAMENTO DELLE CASSE DI ESPANSIONE

Dalla figura si evince che nella cassa di monte viene laminata una portata massima avente valore circa $Q=7.8$ mc/s, mentre rientrano dallo sfioratore in uscita della cassa di valle poche centinaia di litri che sommati alla portata già transitante formano i 7 mc/s compatibili con le soluzioni di progetto adottate per il corso d'acqua a valle. Ciò significa che le casse sono in grado di contenere i volumi laminati dalla piena. In particolare, la cassa di monte lamina un volume massimo di 9730 mc mentre la cassa di valle 15230 mc. I grafici seguenti riportano l'andamento dei tiranti idrici e delle portate delle casse di monte e valle.

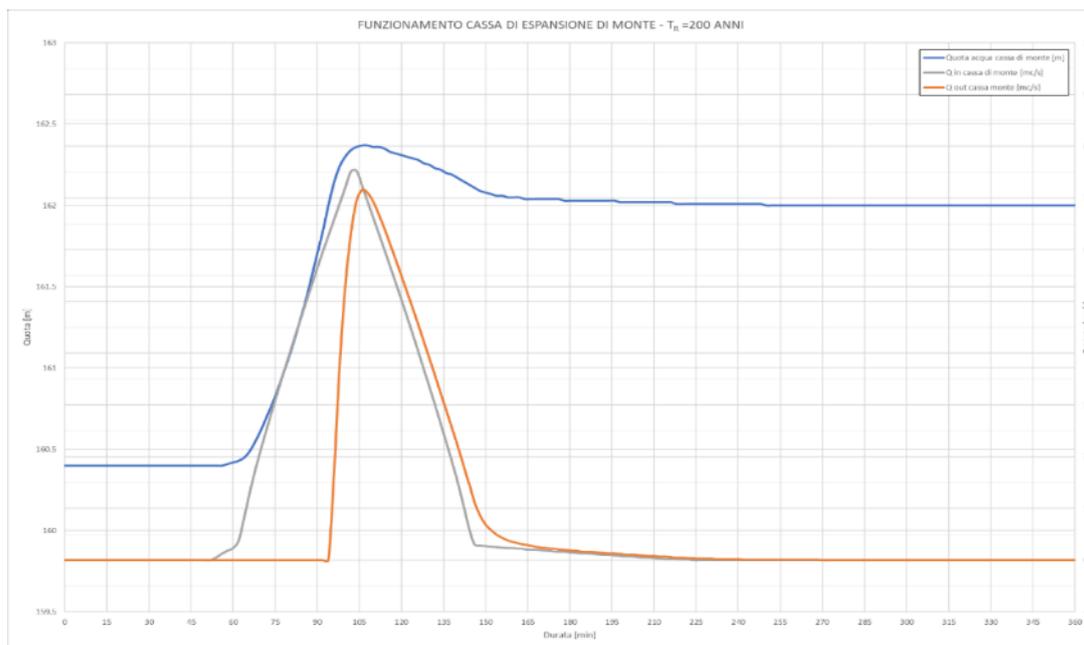


FIGURA 4-5 – QUOTA IDRICA E PORTATE IN INGRESSO ED USCITA CASSA DI MONTE

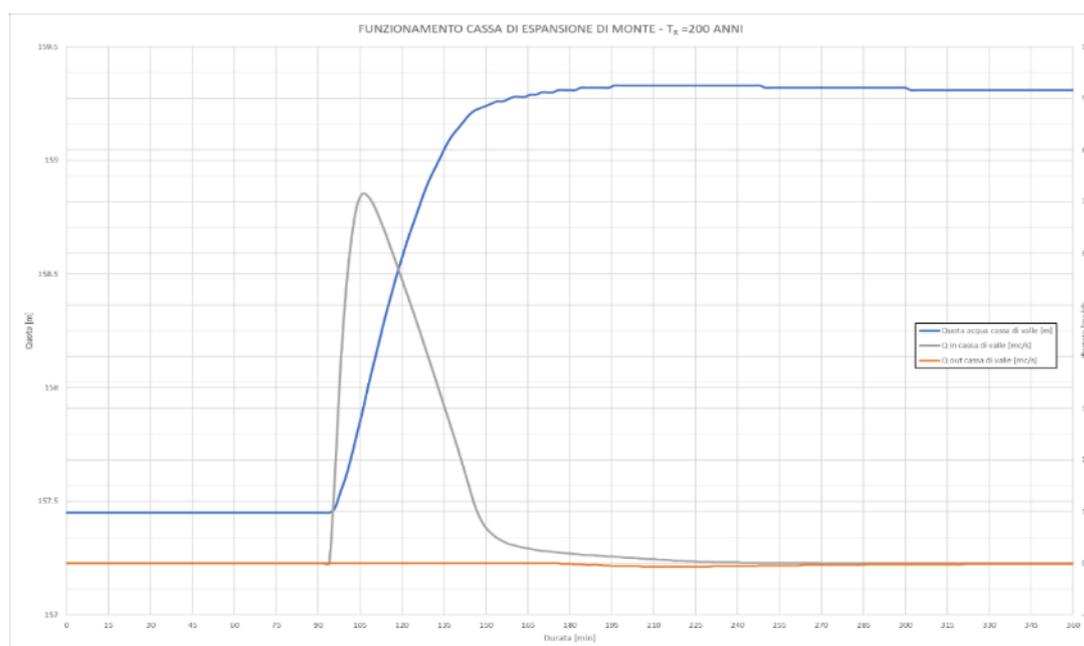


FIGURA 4-6 – QUOTA IDRICA E PORTATE IN INGRESSO ED USCITA CASSA DI VALLE

L'acqua contenuta all'interno della cassa di monte raggiunge una quota idrica di circa 162.40 msm, quindi sullo sfioratore di collegamento con la cassa di valle insiste un tirante idrico di circa 40 cm.

Dopo poco più di 90' entra in funzione anche la cassa di valle, nella quale l'acqua al può raggiungere una quota idrica pari a circa 159.35 msm, la quota dello sfioratore di uscita della cassa è 159.30 msm.

Di seguito si riportano le mappe di allagamento delle casse per i diversi istanti di tempo durante la propagazione della piena, in particolare ai minuti 52 (appena prima dell'entrata in funzione della cassa di monte), 60, 90, 97 (istante dell'entrata in funzione della cassa di valle), 100, 120, 150, 180 e 240 minuti. Dalle mappe si comprende l'andamento nel tempo dell'allagamento delle casse di laminazione e l'effetto di riduzione delle portate in alveo del Rio Enzola.

Lo scarico di fondo delle case, non riportato nelle presenti modellazioni, dovrà essere realizzato con una tubazione sul fondo di collegamento tra la cassa di monte e quella di valle, e con una condotta finale di scarico in alveo nel Rio Enzola subito a valle della briglia esistente a monte dell'attraversamento con la S.P. 23.

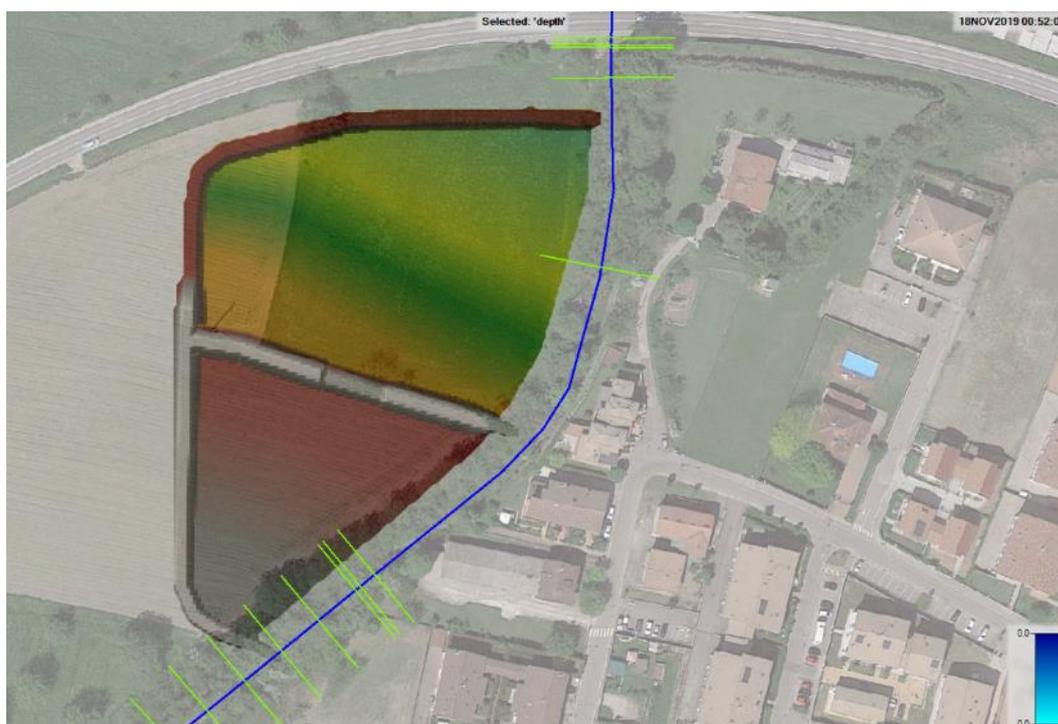


FIGURA 4-7 – MAPPA DI ALLAGAMENTO CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 52, (PRIMA DELL'ENTRATA IN FUNZIONE CASSA MONTE)

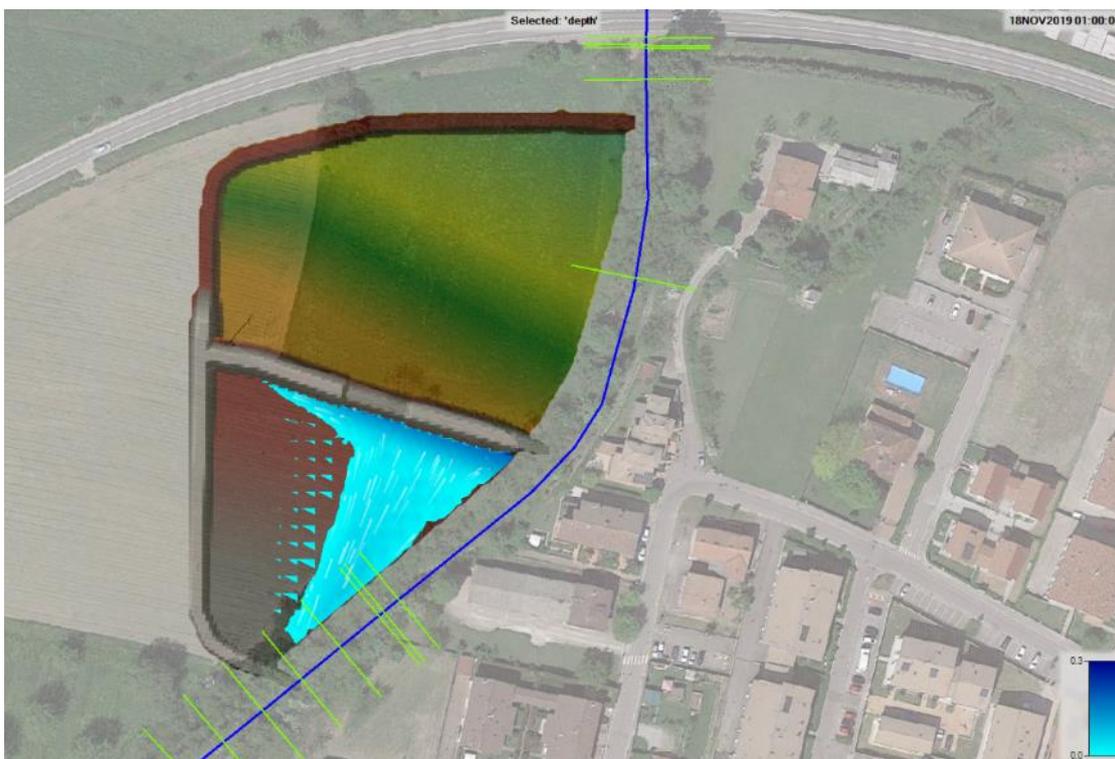


FIGURA 4-8 – MAPPA DI ALLAGAMENTO DELLE CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 60

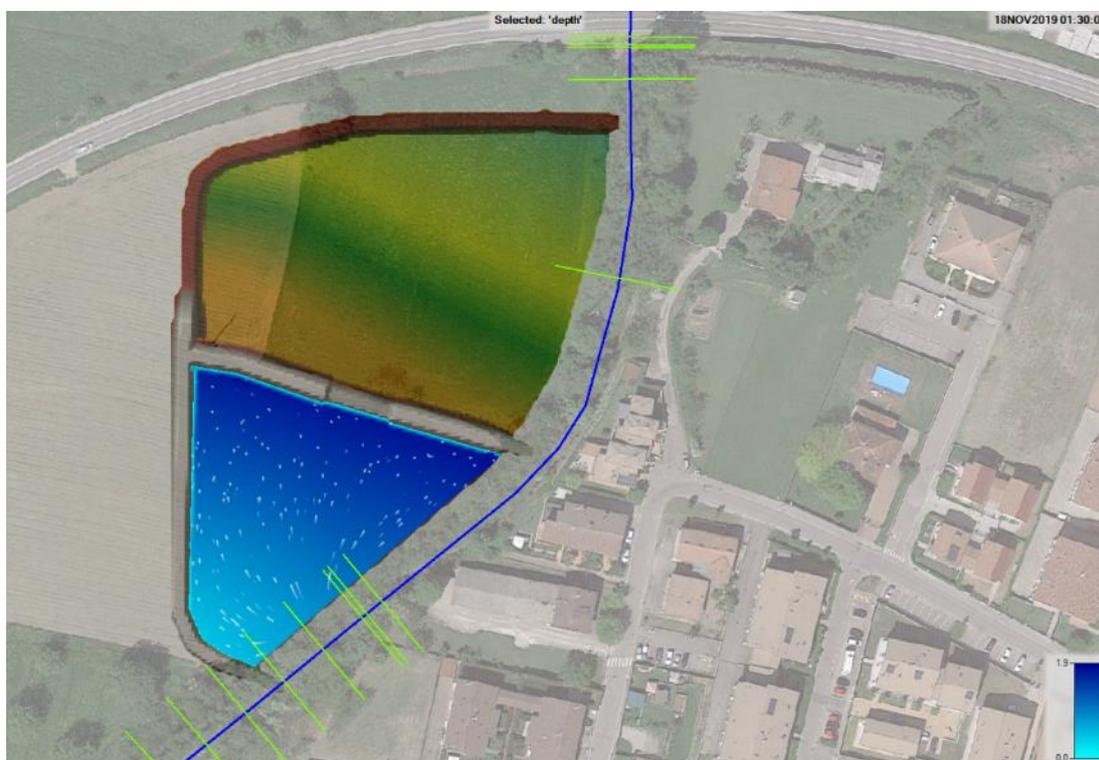


FIGURA 4-9 – MAPPA DI ALLAGAMENTO CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 90

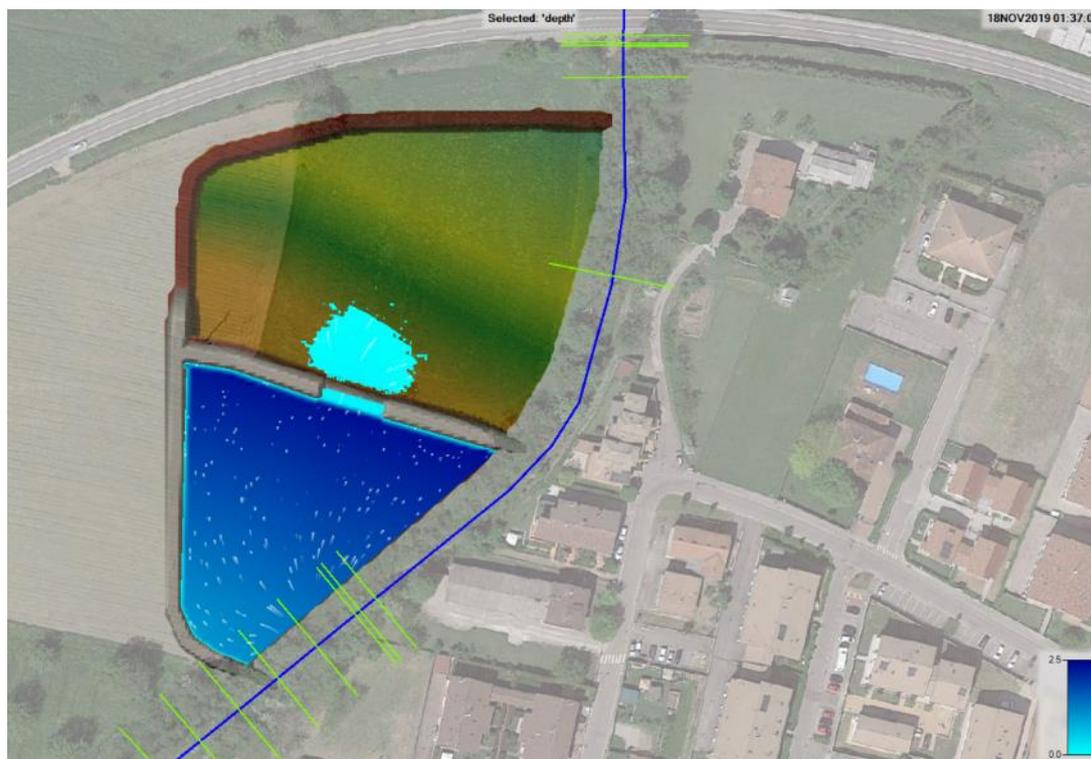


FIGURA 4-10 – MAPPA DI ALLAGAMENTO CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 97 (PRIMA DELL'ENTRATA IN FUNZIONE CASSA VALLE)

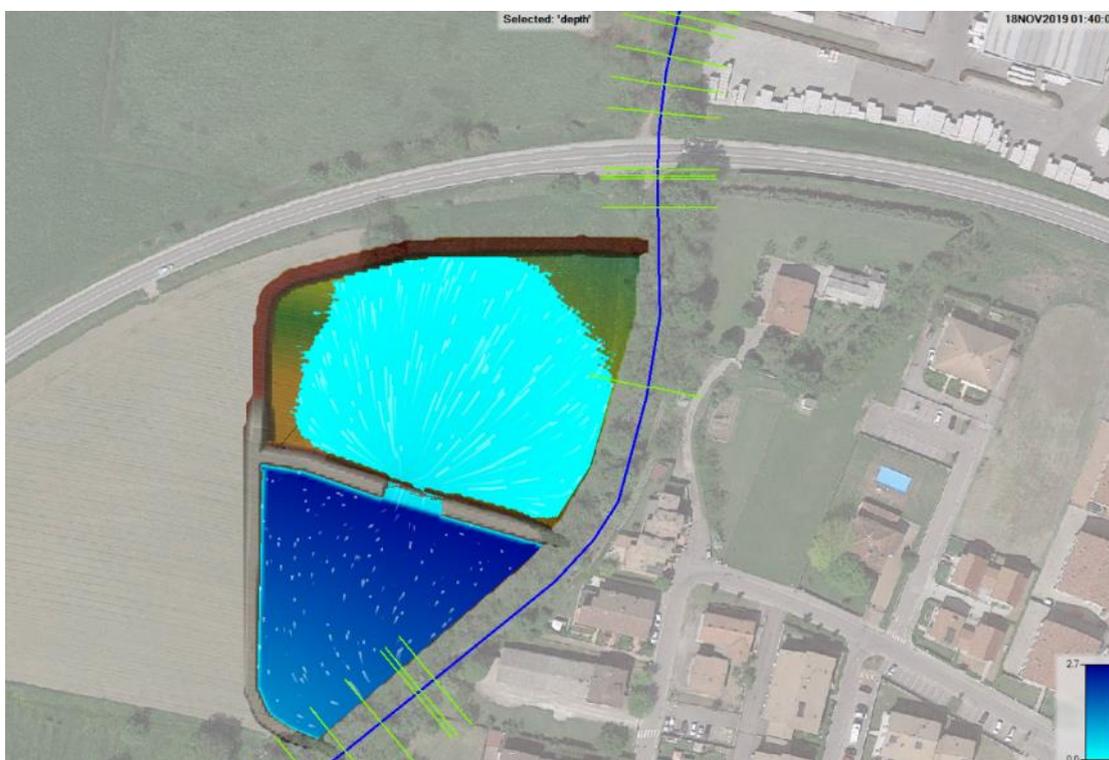


FIGURA 4-11 – MAPPA DI ALLAGAMENTO DELLE CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 100



FIGURA 4-12 – MAPPA DI ALLAGAMENTO DELLE CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 120



FIGURA 4-13 – MAPPA DI ALLAGAMENTO DELLE CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 150



FIGURA 4-14 – MAPPA DI ALLAGAMENTO DELLE CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 180

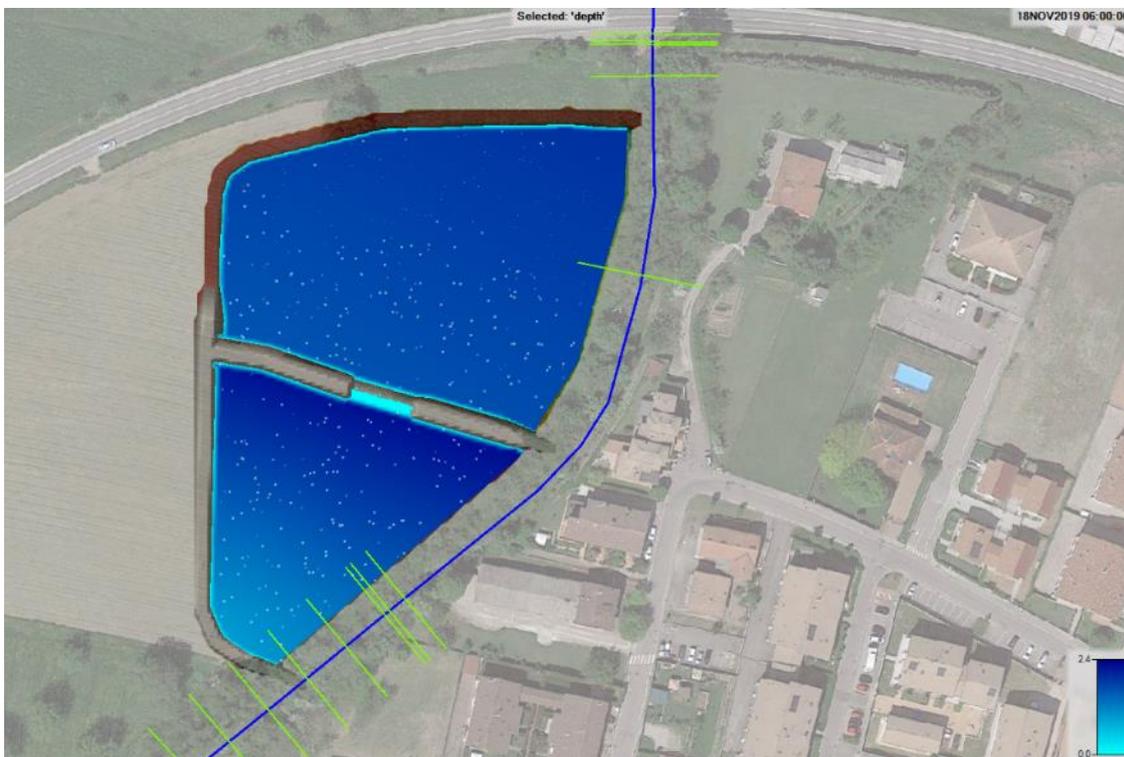


FIGURA 4-15 – MAPPA DI ALLAGAMENTO DELLE CASSE: SITUAZIONE AL MINUTO 240

5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO DI PROGETTO

Le analisi idrauliche condotte per il presente progetto hanno dimostrato come l'attuale assetto del Rio Enzola non consenta il deflusso della portata di riferimento avente, ai sensi della normativa vigente, tempo di ritorno 200 anni. Dalle analisi, condotte sull'intera asta di pianura del Rio Enzola da Monticelli a Bibbiano, emerge altresì che le configurazioni di progetto ipotizzate verificano l'ufficiosa idraulica del corso d'acqua e il raggiungimento delle condizioni di sicurezza richieste.

Gli interventi di sistemazione consistono nella realizzazione di una cassa di espansione funzionale alla riduzione delle portate al colmo ed in un risezionamento del Rio Enzola funzionale all'adeguamento della sezione al transito della portata duecentennale laminata.

L'obiettivo del presente progetto è quello di realizzare un volume di invaso in grado di ridurre la portata nel Rio Enzola da 14.8m³/s a 7.0 m³/s e cioè dalla portata duecentennale in arrivo dal tratto montano e di alta pianura, all'uscita del centro urbano di Quattro Castella, fino ad un valore compatibile con il contributo ammesso nel recettore finale individuato nel Canale del Ghiardo e che pertanto dovrà poter transitare nel tratto di pianura del Rio Enzola da Quattro Castella a Bibbiano.

L'intervento necessario per garantire la sicurezza idraulica del Rio Enzola e, più in generale dei territori posti a valle, è costituito da una doppia cassa di espansione in grado di raggiungere il volume teorico richiesto e consentire attraverso opportuni manufatti, la laminazione delle portate.

E' prevista la realizzazione di una cassa di espansione arginata ed affiancata al Rio Enzola in sponda sinistra della tipologia "in derivazione". Le acque del Rio verranno deviate nella cassa di espansione dove saranno trattenute per il tempo sufficiente a garantire il passaggio della piena e poter essere poi lentamente restituite al Rio.

La cassa è realizzata con 2 invasi, monte e valle, funzionali a sfruttare al meglio la morfologia dell'area sedime e ridurre conseguentemente gli scavi ed i riporti. la cassa di espansione ha una forma romboidale dettata dall'adattamento al territorio disponibile. L'argine est viene addossato all'argine esistente del Rio Enzola andando ad allargarlo per ottenere sul coronamento una larghezza di 4m tale da garantire sia la tenuta idraulica sia il passaggio della pista di manutenzione. Analogamente l'argine prosegue sul lato ovest e delimita il perimetro esterno della cassa fino alla sua chiusura posta a ridosso della SP23. L'argine della cassa è distante dalla tangenziale SP23 garantendo una fascia di rispetto minima di 10.0m tra il piede del rilevato stradale ed il piede esterno del rilevato arginale.

Il coronamento arginale presenta sempre una larghezza di 4.0m.

La cassa presenta un argine intermedio dotato di manufatto di sfioro in modo da generare un invaso di monte ed un invaso di valle collegati fra loro sia con uno sfioratore superiore sia con uno scarico di fondo. I manufatti di sfioro sono realizzati con pietrame intasato di calcestruzzo per garantire la tenuta idraulica ed impedire le infiltrazioni all'interno del corpo arginale.

Gli scarichi di fondo vengono realizzati con tubazioni.

Il dimensionamento della Cassa è fondato sulle risultanze degli studi idraulici e presenta le seguenti caratteristiche dimensionali:

Caratteristiche	Cassa Monte	Cassa Valle	Totale
volume massimo invaso	9.700	15.200	24.900
quota argine	163.00	160.30	
quota fondo	159.80-159.60	157.50-157.30	
quota sfioro ingresso	162.00	162.00	
quota sfioro uscita	162.00	159.30	
quota scarico di fondo	159.60	157.30	157.30
quota massimo invaso	162.00	159.30	
superficie media			
volume di scavo			
volume di riporto			

TABELLA 3: RIO ENZOLA, CASSA D'ESPANSIONE: DIMENSIONAMENTO

L'accumulo e lo svuotamento della cassa, avverrà simultaneamente e progressivamente al verificarsi della piena secondo le seguenti fasi:

- **accumulo** delle acque nella cassa di monte dove vengono invasate attraverso il manufatto di sfioro di sfioro che si innesca al superamento della quota di 162.00msm nel Rio Enzola, attivata per $Q > 3.0 \text{ m}^3/\text{s}$ e fino alla quota di riempimento max della cassa di monte, pari a 162.00 msm, (quota dello sfioratore intermedio);
- **accumulo** nella cassa di valle delle acque invasate attraverso il manufatto di sfioro intermedio che si innesca al superamento della quota di 162.00msm nella cassa di monte e fino alla quota di riempimento max della cassa di valle, pari a 159.30 msm, (quota dello sfioratore finale);
- **svuotamento** della cassa di monte e della cassa di valle per esaurimento naturale attraverso lo scarico di fondo.

Per evitare ristagni di acque all'interno della cassa il fondo cassa sarà sagomato in pendenza in modo da favorire il naturale deflusso verso lo scaricatore di fondo.

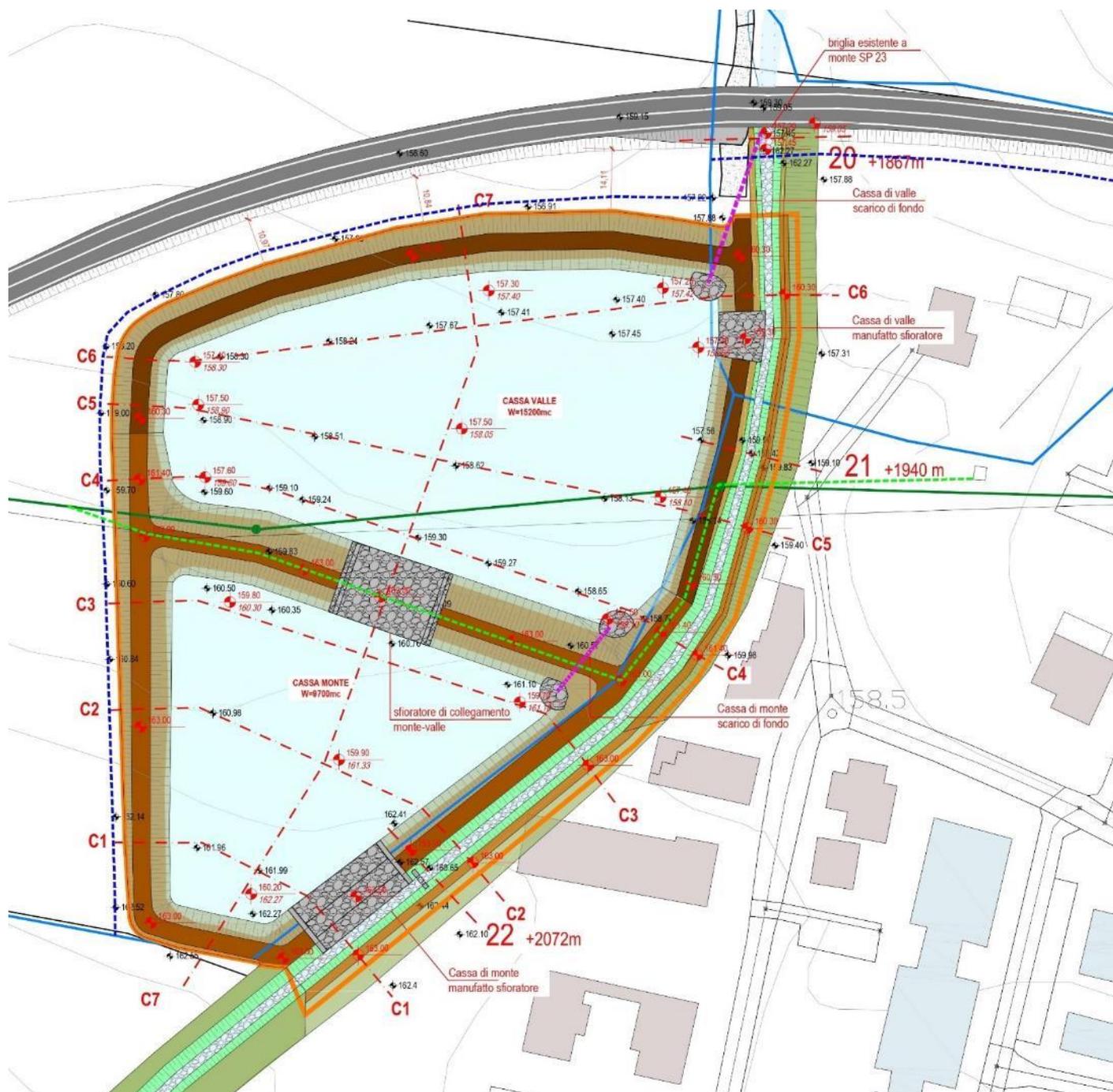


FIGURA 5-1 – INDIVIDUAZIONE INTERVENTI DI PROGETTO



FIGURA 5-2 – RIO ENZOLA, CASSA DI LAMINAZIONE DI MONTE: PROFILO LONGITUDINALE

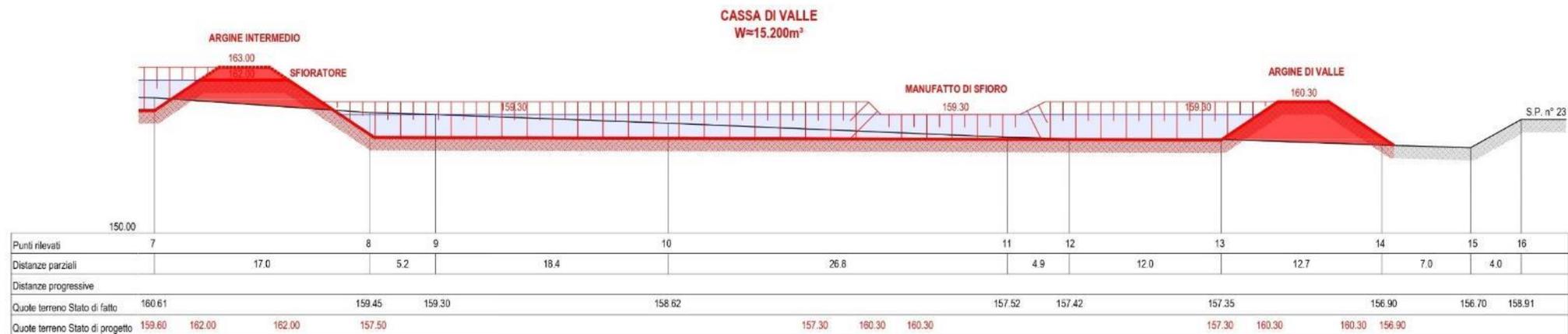


FIGURA 5-3 – RIO ENZOLA, CASSA DI LAMINAZIONE DI VALLE: PROFILO LONGITUDINALE

6. DESCRIZIONE DELLE OPERE

6.1 OPERE DI MOVIMENTO TERRA

La cassa d'espansione sarà realizzata parzialmente in scavo, con fondo e sponde in terra e arginature su tutto il perimetro esterno. Il materiale di scavo sarà reimpiegato per la formazione della arginature perimetrali che avranno pendenza delle sponde di 2/3 sia nel paramento lato cassa sia nel paramento lato campagna. Gli argini avranno quota sommitale costante lungo tutto il perimetro della cassa di monte e poi degraderanno alla quota di coronamento della cassa di valle; l'argine intermedio ha la quota della cassa di monte. Le quote arginali garantiscono un franco di sicurezza idraulica pari a $F=1.0m$ sul livello di massimo invaso. Il fondo cassa sarà sagomato per favorire il drenaggio verso gli scarichi di fondo.

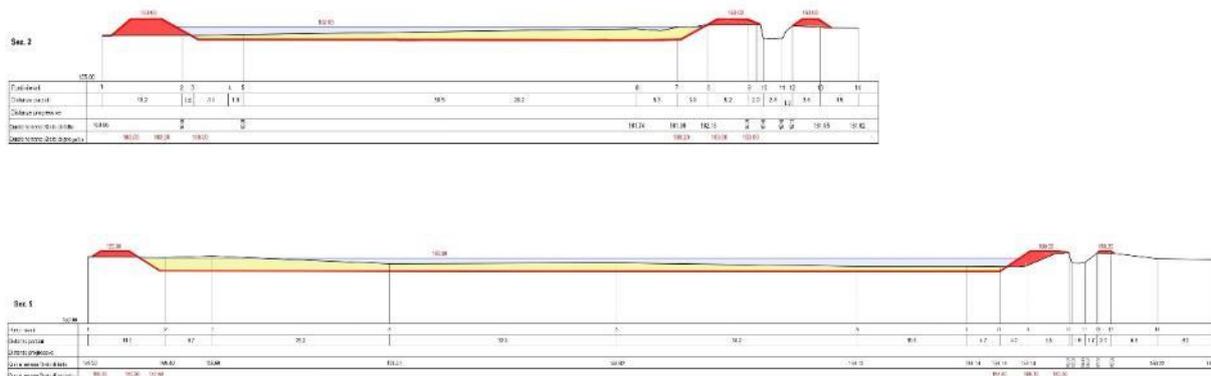
Le operazioni di movimento terra comprendono:

- scavo del terreno vegetale superficiale dell'area sedime per una profondità di 30-40cm con accumulo temporaneo dello stesso in area di cantiere;
- scavo di sbancamento per la formazione del piano di fondo cassa con progressivo accumulo del materiale scavato in deposito temporaneo all'interno dell'area di cantiere e fino al raggiungimento della quota di progetto (quota di fondo alveo meno la quota di posa del terreno vegetale);
- preparazione imbancamento dei rilevati arginali;
- costruzione dei rilevati arginali a strati progressivi di 50cm mediante posa del materiale idoneo proveniente dagli scavi, eventuale bagnatura e successiva compattazione, riporto dei successivi 50cm e prosecuzione delle attività fino al raggiungimento delle quote di coronamento arginale. Le scarpate, interna ed esterna, saranno realizzate con pendenza 2/3 (altezza/lunghezza);
- ricarico e messa in quota dell'arginatura destra del Rio Enzola mediante formazione di gradonatura di immersione, riporto terreno proveniente dagli scavi e ricarica a strati non superiori a 50cm, con bagnatura e compattazione
- stesa e riporto del terreno vegetale proveniente dallo scotico iniziale sul fondo cassa e sui paramenti arginali.

Nella realizzazione degli interventi di scavo e riporto andrà posta particolare cura alle operazioni di formazione delle arginature ed al loro collegamento tra corpi arginali perimetrali e quello intermedio nonché il collegamento con l'arginatura sinistra del Rio Enzola.

I collegamenti tra corpi arginali dovranno essere realizzati previa preparazione di gradonature di immersione.

Le pendenze dovranno essere garantite e configurate con l'ausilio di apposite modine di tracciamento.



6.2 MANUFATTI

Nell'ambito del progetto sono previsti 3 manufatti di sfioro, 1 briglia selettiva sul Rio Enzola e 2 manufatti di scarico:

- manufatto di sfioro di monte: è ubicato all'inizio dell'intervenuto sul Rio Enzola in corrispondenza dell'inizio della cassa di monte ed è realizzato con massi di pezzatura media 1000kg che saranno posizionati in sagoma con il rilevato arginale e intasati in calcestruzzo al fine di garantire lo sfioro delle acque senza infiltrazione nel corpo arginale. Il manufatto avrà lunghezza utile 20.0m ed è previsto, a monte e valle, un risvolto di 2m per collegamento in quota con le arginature; è altresì previsto, in corrispondenza del manufatto, il rivestimento delle sonde e alveo del Rio Enzola nonché quello della cassa al piede del manufatto per un'estensione di 2.0m. Le scarpate saranno con pendenza 2/3 (altezza/lunghezza);
- manufatto di sfioro intermedio: è ubicato sull'argine intermedio in collegamento tra la cassa di monte e la cassa di valle e realizzato anch'esso con massi di pezzatura media 1000kg che saranno posizionati in sagoma con il rilevato arginale e intasati in calcestruzzo. Il manufatto avrà lunghezza utile 20.0m, le scarpate avranno pendenza 2/3 e sono presenti risvolti del rivestimento in massi sia lateralmente sul corpo arginale sia sul fondo cassa a monte e valle;
- manufatto di sfioro di valle: è ubicato alla fine della cassa di valle in collegamento tra la stessa e l'alveo del Rio Enzola; la tipologia è analoga agli altri manufatti sia per materiali sia per forma con la sola variante che la lunghezza è di 10.0m.
- briglia selettiva: è ubicata nell'alveo del Rio Enzola a valle del manufatto di sfioro di monte e realizzata anch'essa in massi o con opera in calcestruzzo armato. La briglia presenta una sagoma rettangolare centrale di luce 1.0x1.2m tale da lasciar defluire nel rio la portata di progetto stimata e realizzare un rigurgito dei livelli idrometrici a monte della stessa tale da innescare lo sfioratore e l'invaso delle acque nella cassa di monte;
- manufatto di scarico di monte: lo scarico di valle sarà realizzato con tubazione in PeAD di diametro interno D=400mm e lunghezza 20.0m. La tubazione sarà posata e rinfiancata con calcestruzzo e ancorata

all'imbocco e sbocco con opera in pietrame tale da ancorare la tubazione, impedire l'erosione localizzata e favorire le azioni di manutenzione e pulizia. Il rivestimento in massi di monte sarà esteso ad un'area di 6m² e intasato con calcestruzzo. A monte del rivestimento spondale sarà realizzato un manufatto deflettore con pali infissi per consentire la trattenuta di eventuale materiale galleggiante e impedire l'intasamento della tubazione. Allo sbocco della tubazione sarà installata una valvola anti rigurgito;

- manufatto di scarico di valle: lo scarico di sarà realizzato con tubazione in PeAD di diametro interno D=400mm e lunghezza 36.0m. La tubazione sarà realizzata con modalità analoghe a quella di monte e sarà previsto il rivestimento in pietrame all'imbocco e sbocco e il manufatto deflettore all'imbocco. Il manufatto si completa con l'opera di collegamento della tubazione di scarico al Rio Enzola: la tubazione sarà inserita nella struttura in calcestruzzo armato della briglia posta a monte dell'attraversamento della SP23 mediante apposita foronomia, ancoraggio e stuccatura nonché inserimento della valvola anti rigurgito.

7. OPERE AMBIENTALI

Il Rio Enzola è un corso d'acqua naturale di pregio ambientale e individuato come corridoio ecologico nell'ambito della pianificazione comunale e provinciale.

Il rio è caratterizzato dalla presenza sugli argini di cordoni continui di vegetazione ripariale, costituite quasi interamente dalle specie avventizie e colonizzatrici di *Robinia pseudoacacia* e *Ailanthus altissima*, a queste si accompagna una componente arbustiva autoctona nella quale sono presenti tra gli altri *Cornus ssp*, *Acer campestre*, *Sambucus nigra*; gli elementi di maggior pregio sono costituiti da alcuni esemplari isolati di specie autoctone, *Quercus spp* e *Fraxinus spp*.

Al fine di salvaguardare le alberature di pregio che per l'area di interesse risultano prevalentemente localizzate sulle arginature del Rio Enzola è previsto il taglio selettivo della vegetazione arborea ed arbustiva, sia in destra sia in sinistra idraulica, dove saranno rinvenute le essenze autoctone che saranno censite puntualmente in fase di cantiere e realizzata la martellata forestale.

In sponda sinistra dove è prevista la realizzazione dell'argine perimetrale della cassa in appoggio all'argine esigente del Rio Enzola sarà necessario provvedere a taglio a raso, a meno degli elementi di maggior pregio, funzionale alla gradonatura di collegamento tra i corpi arginali, alla loro omogeneizzazione ed alla risagomatura secondo le pendenze di progetto e costruzione di una pista sul coronamento arginale.

Le opere ambientali previste in progetto sono riconducibili a due tipologie di interventi:

- scotico del terreno vegetale su tutta l'area sedime e riposizionamento dello stesso dopo l'escavazione della cassa al fine di ricostituire un fondo cassa in cui realizzare la preparazione dei terreni e la semina delle specie erbacee autoctone. L'inerbimento è previsto anche sui corpi arginali sia per i paramenti interni ed esterni sia per la pista sommitale;
- realizzazione di una siepe perimetrale esterna alla cassa lungo i lati sud, ovest e nord da realizzare ad una entro l'area di proprietà e oltre il piede arginale con messa a dimora di essenze arboree ed arbustive per le quali è previsto sia l'impianto sia la manutenzione per i 2 anni successivi. Saranno sempre emesse a dimora essenze autoctone e fruttifere per favorire la colonizzazione e frequentazione della fauna selvatica e dell'avifauna.

Le piste di manutenzione saranno in terra inerbita senza specifica pavimentazione.

Tutti gli interventi di impianto delle opere a verde saranno realizzati su area acquisita in proprietà.

8. GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO

La realizzazione degli interventi di progetto prevede attività di movimentazione dei terreni per sbancamenti di suolo, creazione di accumuli temporanei, realizzazione rilevati e sistemazioni finali.

I materiali di scavo che troveranno rimpiego in cantiere saranno trattati ai sensi del DPR 120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164", comma 1 lettera C:

1 Non rientrano nel campo di applicazione della Parte quarta del presente decreto:

.....c) il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato.

Prima dell'inizio dei lavori sarà comunicato agli Enti competenti (Comune di Quattro Castella e all'ARPAE di Reggio Emilia) la dichiarazione di utilizzo di cui all'allegato 6 del DPR 120/2017 contenente i quantitativi di terre e rocce da asportare, l'eventuale sito di deposito intermedio, dove lo stoccaggio del materiale che non potrà superare l'anno ai sensi dell'art. 21 dello stesso decreto ed il sito di utilizzo finale che, se nel tempo dovesse cambiare, dovrà essere aggiornato con una nuova dichiarazione di utilizzo.

Al termine dell'impiego delle terre il processo sarà concluso con la Dichiarazione di avvenuto utilizzo di cui all'allegato 8 del DPR 120/2017.

I terreni di scavo eccedenti il rimpiego, circa 1800mc, saranno trattati secondo le disposizioni del DPR 120/2017.

Sono state eseguite le analisi su diversi campioni di terra, attuati seguendo quanto indicato negli allegati 2 e 4 del DPR 120/2017, prelevati dall'area di intervento fino alla profondità massima di scavo e tutti i parametri inquinanti oggetto di analisi sono risultati inferiori ai limiti di legge di cui alla Tabella 1 Colonna A dell'Allegato 5 alla Parte IV del D.Lgs 152/2006 e s.m.i..

Dall'esame delle prove a confronto con i limiti della Colonna A dell'Allegato5 della parte Quarta del D.Lgs 152/2006, si può affermare che il sito non è contaminato e i terreni scavati potranno quindi essere riutilizzati secondo quanto stabilito dalla lettera C comma 1 art. 185 del D.Lgs 152/2006 o in alternativa essere impiegati come sottoprodotti ai sensi dell'art 4 del DPR 120/2017 in altro sito anche attraverso un deposito intermedio secondo quanto disposto all'art 5 dello stesso decreto.

Si precisa che per evitare la perdita dello strato fertile del suolo, il progetto prevede che il terreno vegetale che sarà prodotto dallo scotico superficiale dell'area di cantiere relativa alla realizzazione dell'area di

laminazione, sarà totalmente riutilizzato in loco per il recupero finale dell'area (formazione del fondo dell'area e rinverdimento). Lo scotico avverrà mediante utilizzo di mezzi meccanici tipo escavatore o pala ed il terreno asportato verrà temporaneamente stoccato in cantiere in un luogo dedicato, in attesa del successivo riutilizzo. Questo limiterà la perdita dello strato pedogenizzato.

La tabella seguente riporta la sintesi del calcolo dei volumi di movimento terra. Come si evince dal bilancio delle terre e rocce da scavo è prevista una eccedenza degli scavi rispetto ai rinterri con esubero di circa 1800mc. Il materiale in esubero sarà sistemato in area di deposito definitivo che sarà individuata nella Dichiarazione agli Enti competenti.

Opere	Scavi	Rilevati	Bilancio
	<i>mc</i>	<i>mc</i>	<i>mc</i>
Scotico terreno vegetale	-5,550.00	5,550.00	0.00
Cassa di espansione Monte	-5,131.49	5,161.16	29.67
Cassa di espansione Valle	-7,532.07	5,695.06	-1,837.02
TOTALI	-18,213.56	16,406.22	-1,807.35

TABELLA 4: RIO ENZOLA, CASSA D'ESPANSIONE: BILANCIO DEI VOLUMI DI SCAVO E RIPORTO

9. INTERFERENZE CON SOTTOSERVIZI ESISTENTI

All'interno dell'area sedime della cassa di espansione sono presenti due sottoservizi che interferiscono con le opere e per i quali si rende necessario provvedere alla risoluzione attraverso la deviazione e la creazione di by-pass:

- linea acquedotto IRETI posta al piede dell'argine sinistro del Ro Enzola;
- linea elettrica aerea di media tensione ENEL che attraversa l'area e che impatta con le opere per la presenza di 2 pali e per la presenza dei cavi sospesi.



FIGURA 9-1 –RIO ENZOLA, INTERFERENZA CON LINEA ACQUEDOTTO IRETI E LINEA ELETTRICA ENEL

In fase di progettazione definitiva sono stati svolti sopralluoghi con gli Enti proprietari/gestori delle reti al fine di condividere le modalità di risoluzione dell'interferenza. Sono stati successivamente acquisite le indicazioni progettuali preliminari ed i preventivi per la risoluzione delle interferenze la cui realizzazione verrà eseguita direttamente dagli Enti e la cui copertura dei costi trova riscontro nelle Somme a disposizione della Stazione Appaltante del Quadro Economico di progetto.

La linea dell'acquedotto IRETI verrà dismessa e sarà realizzato un by-pass per il collegamento nord sud ubicato all'esterno della cassa di laminazione, lato SP13, interrato e distante dal piede dell'argine secondo le disposizioni dell'ente. sarà altresì realizzato un ulteriore collegamento dalla linea principale a lato Rio in prossimità della SP13 e che sottopassando il Rio sarà ubicato al piede del rilevato stradale della SP13 per ricollegare la linea al ramo diretto a Montecavolo.

La linea elettrica ENEL verrà anch'essa deviata e interrata: si prevede lo spostamento del palo ovest all'esterno della cassa d'espansione ad una distanza di 5.0m dal piede dell'argine, dal palo la linea prosegue interrata sotto il corpo arginale intermedio e poi sotto l'argine est della cassa, attraversa il corso d'acqua e raggiunge la cabina elettrica posta in destra del Rio Enzola. In alternativa potrà essere valutata la deviazione all'esterno della cassa d'espansione in affiancamento alla linea d'acquedotto.

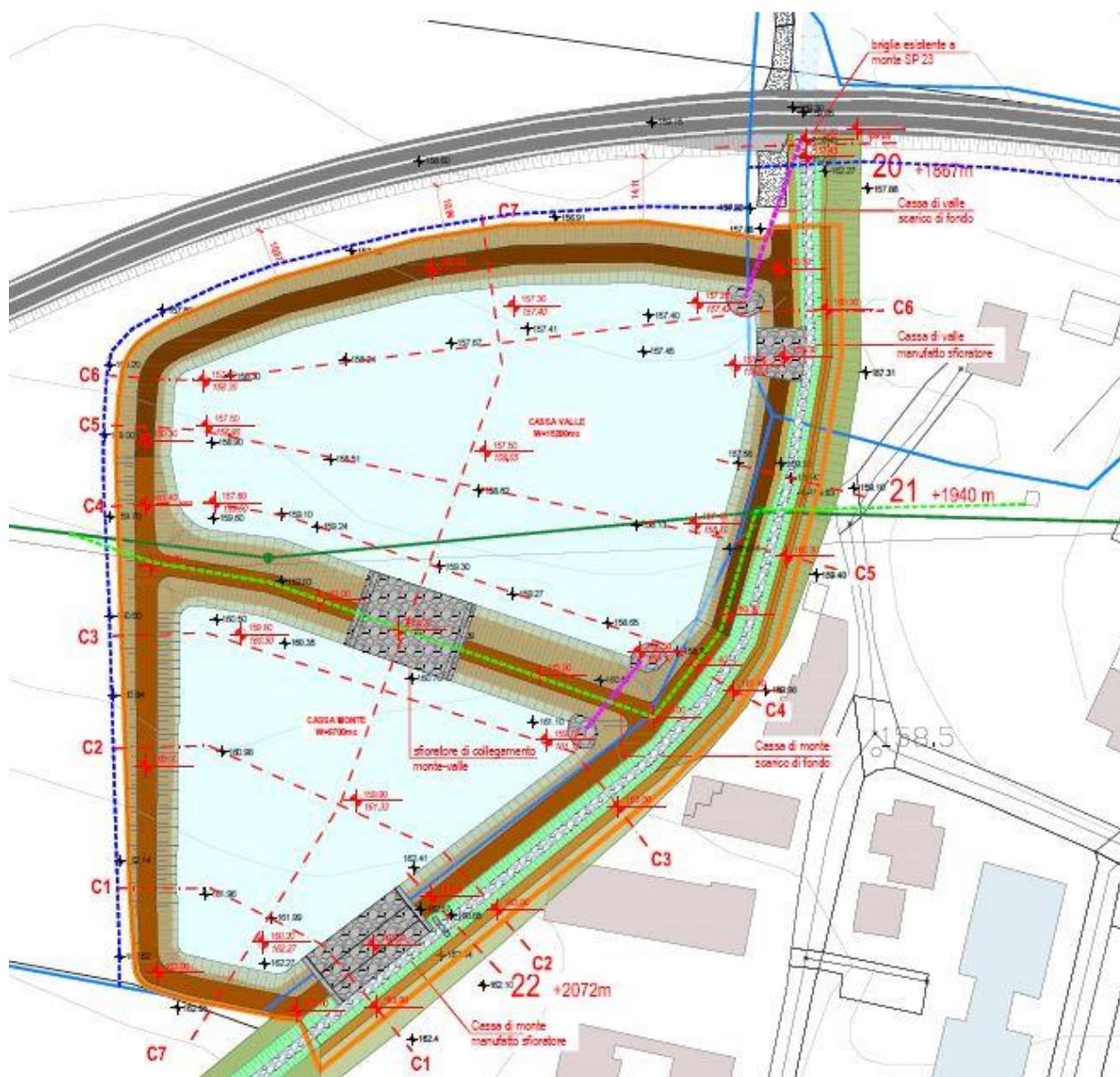


FIGURA 9-2 – RIO ENZOLA, CASSA D'ESPANSIONE: RISOLUZIONE INTERFERENZE IRETI (LINEA BLU) E ENEL (LINEA VERDE)

10. COMPATIBILITA' URBANISTICA

Nell'ambito del progetto è stato condotto uno specifico studio di inserimento urbanistico finalizzato ad inquadrare le aree d'intervento all'interno degli strumenti di pianificazione territoriale sovraordinata di carattere nazionale, regionale e provinciale e negli strumenti di pianificazione urbanistica comunale.

L'area oggetto di intervento fa parte delle "Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua" di cui all'art.40 del PTCP, nello specifico delle "zone a tutela ordinaria".

Il Rio Enzola è assoggettato a vincolo paesaggistico, per un'area che comprende l'alveo più la fascia di rispetto 150 mt dal piede dell'argine, in quanto fa parte dell'elenco dei corsi d'acqua pubblici di cui al R.D. 1775/1933 tutelati per legge ai sensi dell'art. 142 D. Lgs. 42/2004 e s.m.i.. Pertanto, il progetto è sottoposto ad Autorizzazione paesaggistica, di cui all'art 146 del D. Lgs. 42/2004.

Un tratto del Rio Enzola oggetto di intervento è classificato nella Rete Ecologica Provinciale come corridoio primario pedecollinare, pertanto l'intervento cercherà di salvaguardare le valenze naturalistiche della zona compatibilmente nel garantire la mitigazione del rischio idraulico.

Da quanto sopra indagato, l'opera risulta essere conforme alle previsioni urbanistiche vigenti.

I Progetti saranno autorizzati secondo quanto stabilito all'art. 14 "Procedure di approvazione dei progetti" dell'Ordinanza del Capo Dipartimento della protezione civile (OCDPC) n. 558 del 15 novembre 2018 e successive modifiche.

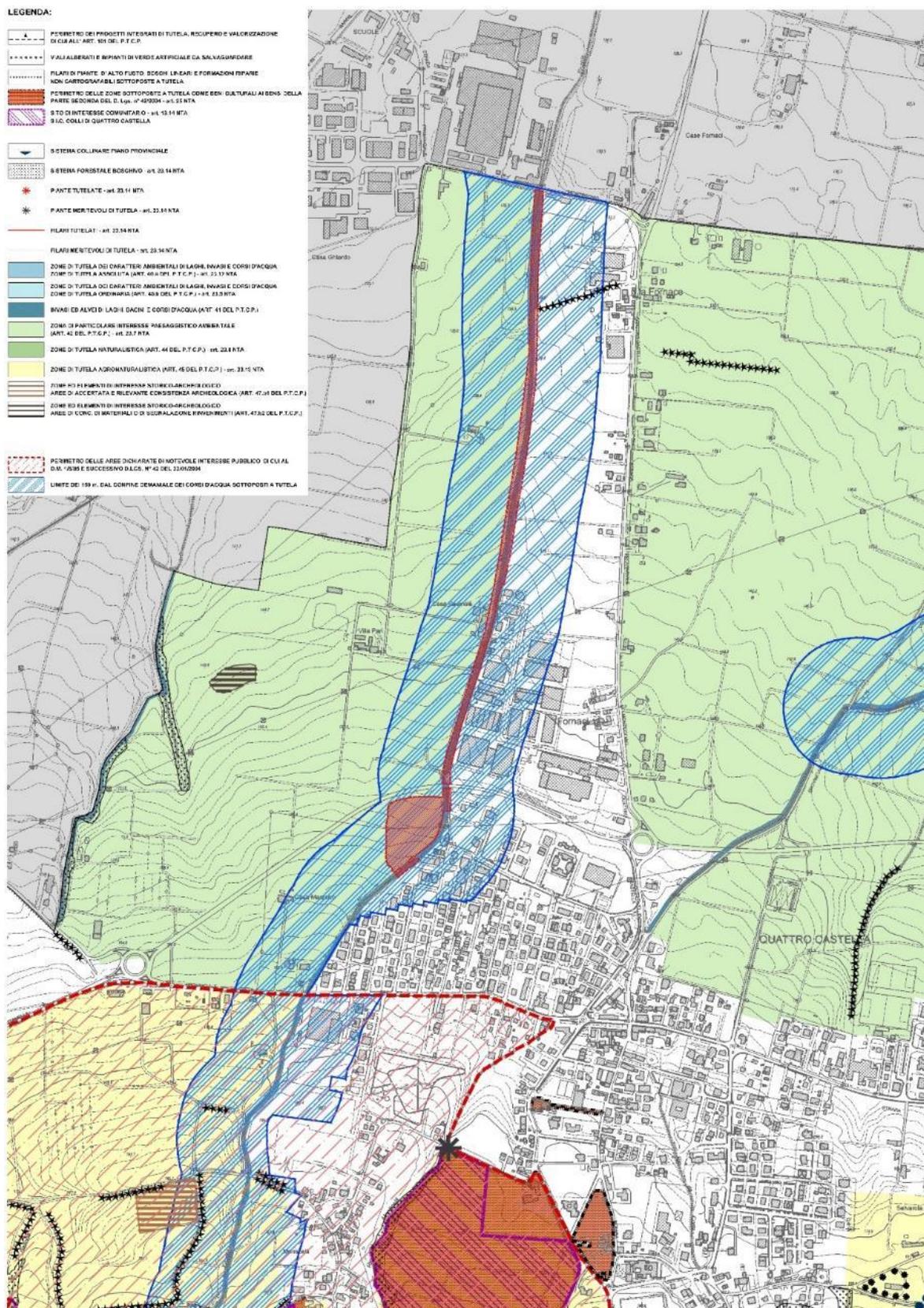


FIGURA 10-1 – PRG COMUNE DI QUATTRO CASTELLA, STRALCIO TAVOLA DEI VINCOLI CON INDIVIDUAZIONE AREA DI INTERVENTO

11. DISPONIBILITÀ DELLE AREE

Gli interventi in progetto interessano un tratto limitato del Rio Enzola in prossimità dell'abitato di Quattro Castella ed interessano un'area agricola posta in sinistra idraulica compresa tra il corso d'acqua ed il rilevato stradale della SP23.

Il Rio Enzola è catastalmente individuato come area del demanio idrico di proprietà della Regione Emilia Romagna ed in gestione al Consorzio di Bonifica.

Le aree dei corpi arginali e della cassa d'espansione risultano in parte su proprietà privata e saranno pertanto acquisiti prima della realizzazione degli interventi.

La mappa seguente, derivata dal Piano particellare di esproprio, individua le aree sedime della cassa d'espansione e le aree di esproprio ed occupazione temporanea.



FIGURA 11-1 – RIO ENZOLA, CASSA DI LAMINAZIONE: INDIVIDUAZIONE AREE DI OCCUPAZIONE ED EPROPRIO

Gli interventi in progetto rivestono un'importanza strategica per il territorio del Comune di Quattro Castella e sono pertanto di interesse pubblico, a tal fine l'Amministrazione Comunale provvederà ad avviare apposito iter di Variante urbanistica immediatamente eseguibile. L'approvazione di tale variante comporterà altresì, l'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio rendendo il progetto dell'opera conformi alle norme urbanistiche vigenti.

La conclusione della conferenza di servizi, con la conseguente approvazione del progetto definitivo in oggetto, comporterà dichiarazione di Pubblica Utilità dell'opera ai sensi dell'art. 15 e seguenti della L.R. 19 dicembre 2002 n. 37 e s.m. e i.

Gli interventi in progetto richiedono l'espropriazione di terreni di proprietà privata la cui natura, ubicazione tipo di coltivazione e utilizzazione, implicano una stima articolata in diversi prezzi di indennizzo, per cui è stato redatto, in allegato al progetto definitivo, un Piano Particellare d'Esproprio costituito da relazione ed elaborati grafici.

Nell'ambito del Piano particellare sono state altresì individuate le Ditte interessate e le somme da destinare per l'espropriazione delle aree arginali che saranno così restituite al demanio in quanto le stesse costituiscono parte integrante del demanio idrico.

12. CONSIDERAZIONI SULLA CANTIERISTICA

L'accesso all'area dove sorgerà la cassa di espansione è garantito dalla carraia presente in prossimità della strada Provinciale 23 nel punto di intersezione con il Rio Enzola, la stessa sarà opportunamente sistemata ed adeguatamente segnalata con segnali previsti dal codice della strada. L'area su cui verrà realizzata la cassa sarà espropriata per la parte di sedime e occupata temporaneamente per la parte esterna fino al rilevato della SP23; tutte le lavorazioni si svolgeranno in area chiusa e delimitata.

Le fasi del cantiere in sequenza saranno le seguenti:

- Accantieramento e predisposizione piste di cantiere;
- Taglio selettivo e a raso per asportazione della vegetazione non di pregio, asportazione delle ceppaie e trasporto a deposito del materiale legnoso di risulta;
- Risoluzione interferenze IRETI e ENEL;
- Asportazione della parte superficiale scotico e posizionamento in area idonea;
- Scavi a sezione obbligata per risagomatura alveo e impianto manufatti di progetto;
- Scavo di terreno per abbassamento quota di fondo nell'area delle casse di laminazione;
- Formazione delle arginature con materiale proveniente dallo scavo;
- Realizzazione di manufatti idraulici con posizionamento di massi cementati;
- Realizzazione di scarico di fondo;
- Riporto terreno vegetale e sistemazione generale dell'area;
- Inerbimenti della cassa d'espansione e delle sponde dei corpi arginali;
- Piantumazione di specie vegetali e arboree arbustive.

Il Piano della Sicurezza e Coordinamento, da redigere in sede di progetto esecutivo ai sensi del D. Lgs 81/2008 e s.m.i, individuerà le misure da adottare per l'esecuzione dei lavori nelle condizioni di massima sicurezza e salubrità, considerato che la tipologia dei lavori prevede l'interferenza con:

- la viabilità ordinaria;
- Rio Enzola ed opere idrauliche.

Si rimanda pertanto a tale elaborato per la descrizione delle problematiche e delle modalità previste per la gestione ed esecuzione dei lavori.