

(AL-E-1790) – INCARICO DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA, ESECUTIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE PER I LAVORI DI ADEGUAMENTO DEI RILEVATI ARGINALI IN CORRISPONDENZA DEL NODO IDRAULICO BORMIDA - ORBA DAL PONTE AUTOSTRADALE A26 A PONTE FERROVIARIO SUL FIUME BORMIDA E SINO ALL'ABITATO DI CASAL CERMELLI NEL TRATTO DI MONTE - 2° LOTTO

CUP B15B18010240001 - CIG 8772035049



PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE GENERALE E TECNICA
ILLUSTRATIVA

N° ELABORATO

PD.B

SCALA



Largo 24 Agosto 1942, 33/A - Parma
Tel. 0521-292795 - studiotelo@studiotelo.it

IL RESPONSABILE DEL PROGETTO

Ing. Riccardo Telò

CONSULENTI ESTERNI

Marini dott. Marco
geologo

Via San Luigi, 8 - Arona (NO)
Tel. 347-2230473 - marcomarini_geologo@fastwebnet.it

DOTT.SSA ARCHEOLOGA
ANNALICE LEONI

Via Elia Capriolo, 4 - Brescia
Tel. 347-8304024 - annalice.leoni@gmail.com

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Gianluca Zanichelli

AGGIORNAMENTI:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLL.	APPROV.
0	GIUGNO 2023	EMISSIONE	Ing. Cappato	Ing. Telò	Ing. Telò

INDICE

1. PREMESSA	3
2. MODIFICA DELLA POSIZIONE DELL'ARGINE	4
3. INFORMAZIONI GENERALI DEL PROGETTO E QUADRO ECONOMICO	6
4. DEFINIZIONE DEL QUADRO CONOSCITIVO PROPEDEUTICO ALLA PROGETTAZIONE	7
4.1. TOPOGRAFIA E MORFOLOGIA	7
4.2. INDAGINI CATASTALI	8
4.3. GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA	8
4.3.1. Inquadramento geologico regionale	8
4.3.2. Inquadramento geologico locale	10
4.3.3. Acquifero superficiale	10
4.3.1. Acquifero profondo	11
4.4. IDROLOGIA E IDRAULICA	11
4.4.1. Descrizione sintetica del bacino idrografico del torrente Orba	11
4.4.1. Portate di piena e idrogramma	12
4.4.2. Vincoli Idraulici	17
4.4.2.1 PAI	17
4.4.2.2 PGRA	18
4.5. AMBIENTE E PAESAGGIO	19
4.6. INQUADRAMENTO ARCHEOLOGICO	20
4.6.1. Vincoli Archeologici	21
5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	22
5.1. INTERVENTO 1: RINGROSSO IN QUOTA ED IN SAGOMA DELL'ARGINE STRATEGICO – SEZIONI S35-S05	23
5.1.1. Problematiche riscontrate nello Stato di Fatto	24
5.1.1. Descrizione dell'intervento	26
5.2. INTERVENTO 2: RINGROSSO IN QUOTA ED IN SAGOMA DELLO STRADELLO DI SERVIZIO DI CASCINA SAN MICHELE – SEZIONI M00-M08	31
5.2.1. Problematiche riscontrate nello Stato di Fatto	31
5.2.2. Descrizione dell'intervento	33
5.3. INTERVENTO 3: REALIZZAZIONE DI UNA SOGLIA STRAMAZZANTE E RINGROSSO IN SAGOMA DELL'ARGINE GOLENALE ESISTENTE	36
5.3.1. Problematiche riscontrate nello Stato di Fatto	36
5.3.2. Descrizione dell'intervento	37
5.4. REALIZZAZIONE DELLA PISTA DI MANUTENZIONE PER LA GARZAIA DI BOSCO MARENGO	39

5.4.1. Problematiche riscontrate nello Stato di Fatto	40
5.4.1. Descrizione dell'intervento	41
6. INTERFERENZE COI SOTTOSERVIZI	43
6.1. INTERFERENZA 1	43
6.2. INTERFERENZA 2	45
6.3. INTERFERENZA 3	46
6.4. INTERFERENZA 4	47
6.5. INTERFERENZA 5	48
7. OPERE DI CANTIERIZZAZIONE	50

1. PREMESSA

Lo Studio Telò May Fly s.r.l. è stato incaricato dall'Agenzia Interregionale per il fiume Po – Ufficio Operativo di Alessandria (di seguito AIPO) di redigere il progetto definitivo ed esecutivo per i "Lavori di adeguamento dei rilevati arginali in corrispondenza del nodo idraulico Bormida – Orba dal ponte autostradale A26 a ponte ferroviario sul fiume Bormida e sino all'abitato di Casal Cermelli nel tratto di monte – 2° Lotto". L'incarico prevede nello specifico la materializzazione del Limite della Fascia B di Progetto definito nella Variante al PAI approvata con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n.283 del 09/10/2019 in destra idraulica nel tratto a monte del ponte della SP181 a Casal Cermelli (AL) mediante l'adeguamento in quota ed in sagoma dell'arginatura esistente per un tratto della lunghezza di circa 1000 m e la realizzazione di un nuovo presidio arginale per un tratto di lunghezza pari a 2500 m (Figura 1-1) in arretramento rispetto all'attuale argine golenale che attualmente delimita la Fascia A.

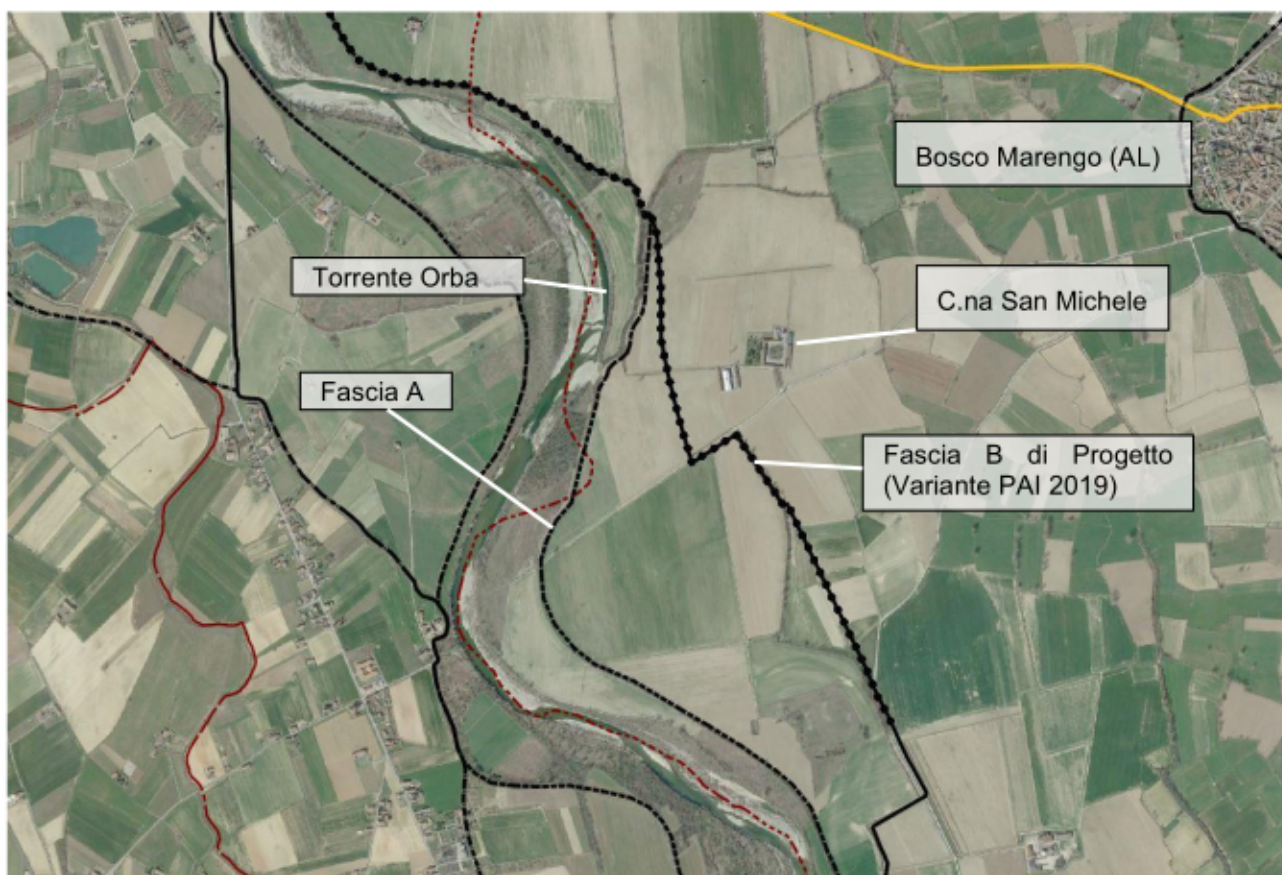


FIGURA 1-1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI DEFINITE NELLA VARIANTE AL PAI DEL 2019

2. MODIFICA DELLA POSIZIONE DELL'ARGINE

La modellazione idraulica bidimensionale in moto vario propedeutica alla redazione del progetto definitivo, ha mostrato in destra idraulica un'incoerenza tra il tracciato del limite della Fascia B e della Fascia B di Progetto con gli allagamenti che si verificano nell'area a seguito del transito dell'onda di piena di progetto definita dal PAI (TR200 anni). Ciò ha spinto i progettisti, in accordo con AIPO, a ricercare una soluzione progettuale differente capace di armonizzare le condizioni di difesa idraulica. Scaturiva pertanto una proposta di modifica del limite di progetto ovvero di una modifica del tracciato del presidio arginale rispetto a quello definito nella Variante al PAI del 2019. Tale proposta di modifica appariva inoltre in linea con quanto riportato all'interno della "Relazione descrittiva per tratti omogenei" (Variante al PAI 2019) che, per il tratto OR02100 Portanuova – Ponte di Casal Cermelli in destra idraulica, "[...] rimanda agli approfondimenti della fase progettuale la scelta definitiva del tracciato arginale che a sua volta determinerà, ad opera realizzata, il limite della Fascia B".

La proposta di modifica, riportata in Figura 2-1, prevedeva di:

- Proseguire il Limite B di Progetto a partire dal Punto A seguendo il tracciato dell'argine golenale esistente fino all'altezza di Cascina San Michele, attraversare il Fosso Acquanera e proseguire lungo lo stradello esistente fino all'altezza del granaio di Cascina San Michele;
- Dal granaio di Cascina San Michele, lo stradello esistente appare a quota sufficiente a trattenere l'allagamento senza ulteriori interventi e si prevede quindi di tracciare da questo punto il Limite della Fascia B percorrendo lo stradello prima e la strada di accesso poi, anch'essa posta ad una quota sufficiente
- Dalla strada di accesso, si propone di tramutare l'attuale limite della Fascia B di Progetto in Limite di Fascia B in quanto le quote del terrazzo fluviale sono sufficienti a contenere gli allagamenti senza la necessità di ulteriori opere.

L'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, esaminate le risultanze modellistiche fornite in merito alla proposta di modifica presentata, con nota del 22/08/2022 (Prot. 6793/2022) esprimeva un parere preliminare positivo ai sensi dell'art.5 del Regolamento Attuativo "Adempimenti necessari ai fini dell'adozione della deliberazione di presa d'atto del collaudo delle opere programmate per la difesa del territorio e indicate con segno grafico denominato "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C – art.28 delle N.A. del PAI".

A fronte del parere positivo si progetta il nuovo presidio arginale desunto dalle procedure modellistiche sopra enunciate e nelle pagine seguenti si riporta la descrizione del nuovo presidio arginale.

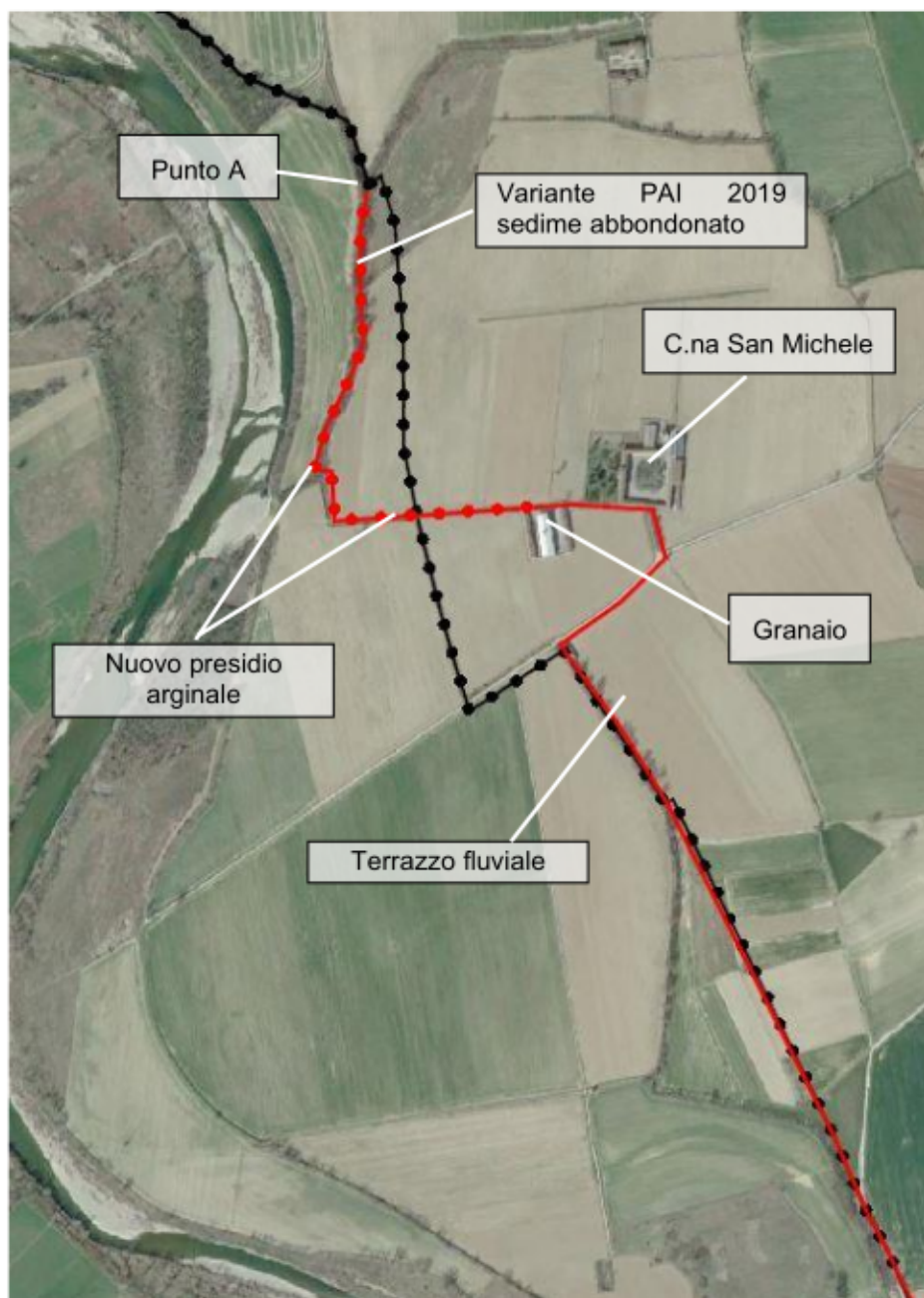


FIGURA 2-1 PROPOSTA DI MODIFICA (IN ROSSO) DEL LIMITE DELLA FASCIA B E B DI PROGETTO RISPETTO ALLA CONFIGURAZIONE ATTUALE (IN NERO) – AREA DI CASCINA SAN MICHELE

3. INFORMAZIONI GENERALI DEL PROGETTO E QUADRO ECONOMICO

TITOLO DELL'INTERVENTO: Lavori di adeguamento dei rilevati arginali in corrispondenza del nodo idraulico Bormida – Orba dal ponte autostradale A26 a ponte ferroviario sul fiume Bormida e sino all'abitato di Casal Cermelli nel tratto di monte - 2° Lotto

TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO: Lavori idraulici. Categoria D02 – Lavori OG8

SOGGETTO PUBBLICO TITOLARE DELLA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO: AIPO Ufficio operativo di Alessandria

STATO ATTUALE DELLA PROGETTAZIONE: Progetto Definitivo

IMPEGNO DI SPESA: Importo a base di gara € 1.939.072/36 soggetti a ribasso d'asta, € 16.360/08 per oneri della sicurezza non ribassabili e € 1.191.900/05 per Somme a disposizione dell'Amministrazione.

OPERE DI Progettazione definitiva relativa ai "Lavori di adeguamento dei rilevati arginali in corrispondenza del nodo idraulico Bormida - Orba dal ponte autostradale A26 a ponte ferroviario sul Fiume Bormida e sino all'abitato di Casalcermelli nel tratto di monte - 2° lotto"- CUP B15B18010240001		
QUADRO ECONOMICO GENERALE		
A	LAVORI IN APPALTO	IMPORTO
A1	IMPORTO PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	€ 1,939,072.36
A2	ONERI PER L'ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA NON SOGGETTI A RIBASSO	€ 16,360.08
	SOMMANO LAVORI IN APPALTO	€ 1,955,432.44
B	SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE	
B1	Imprevisti, opere complementari e arrotondamenti compreso IVA	€ 436,428.30
B2	Espropri, acquisizioni aree, occupazioni temporanee ed accordi bonari	€ 40,000.00
B3	Spese per spostamento sottoservizi ed interferenze	€ 5,000.00
B4	Spese tecniche	
	B4.1 Spese di progettazione Studio Telò May Fly (IVA ed oneri compresi)	€ 91,353.15
	B4.2 Indagini geologiche, Piano Indagini Rocce e Terre da scavo (IVA ed oneri compresi)	€ 26,172.73
	B4.3 Spese per accertamenti tecnici di capitolato in fase di collaudo (IVA ed oneri compresi)	€ 12,000.00
	B4.4 Spese tecniche integrative (IVA ed oneri compresi)	€ 35,000.00
	B4.6 Spese per servizi specialistici per procedure espropriative (IVA ed oneri compresi)	€ 15,000.00
	B4.7 Spese per pubblicazione avvisi del procedimento espropriativo (IVA ed oneri compresi)	€ 10,000.00
	B4.8 Spese tecniche: Relazione Geologica e Piano delle Indagini (IVA ed oneri compresi)	€ 11,242.08
B6	Oneri di discarica	€ 30,000.00
	Spese per pubblicità di gara e per commissioni aggiudicatrici	€ 8,000.00
B7	Per incentivo di cui all'art. 113 del D.lgs. 50/2016 e ss.mm.ii.	€ 39,108.65
B8	Spese generali e per Autorità di Vigilanza (delibera ANAC del 5.03.2014)	€ 600.00
B10	Assicurazione verificatori	€ 1,800.00
B11	IVA sui lavori (22% di A)	€ 430,195.14
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	€ 1,191,900.05
	TOTALE GENERALE	€ 3,147,332.49

4. DEFINIZIONE DEL QUADRO CONOSCITIVO PROPEDEUTICO ALLA PROGETTAZIONE

Le attività effettuate per la definizione del quadro conoscitivo propedeutico alla progettazione hanno riguardato i molteplici aspetti di seguito elencati ed hanno previsto numerosi sopralluoghi, indagini di campo e raccolta di informazioni e documentazione.

4.1. TOPOGRAFIA E MORFOLOGIA

I dati morfologico-topografici utilizzati per lo studio in oggetto sono i seguenti:

- Ortofoto catturate a seguito dell'evento alluvionale del 4 Ottobre 2021;
- Rilievo topografico dell'argine golenale in destra idraulica realizzato da AIPO ad Aprile del 2022;
- Censimento delle chiaviche presenti lungo il torrente Orba fornito da AIPO;
- Modello Digitale del Terreno (DTM) ricavato da volo LIDAR eseguito a seguito dell'evento alluvionale di Ottobre 2021 contestualmente alla cattura delle ortofoto (Figura 4-1);
- Ortofoto catturate a seguito dell'evento alluvionale del 21-23 Ottobre 2019;
- Sezioni fluviali del torrente Orba, rilevate nel 2007 da AIPO.

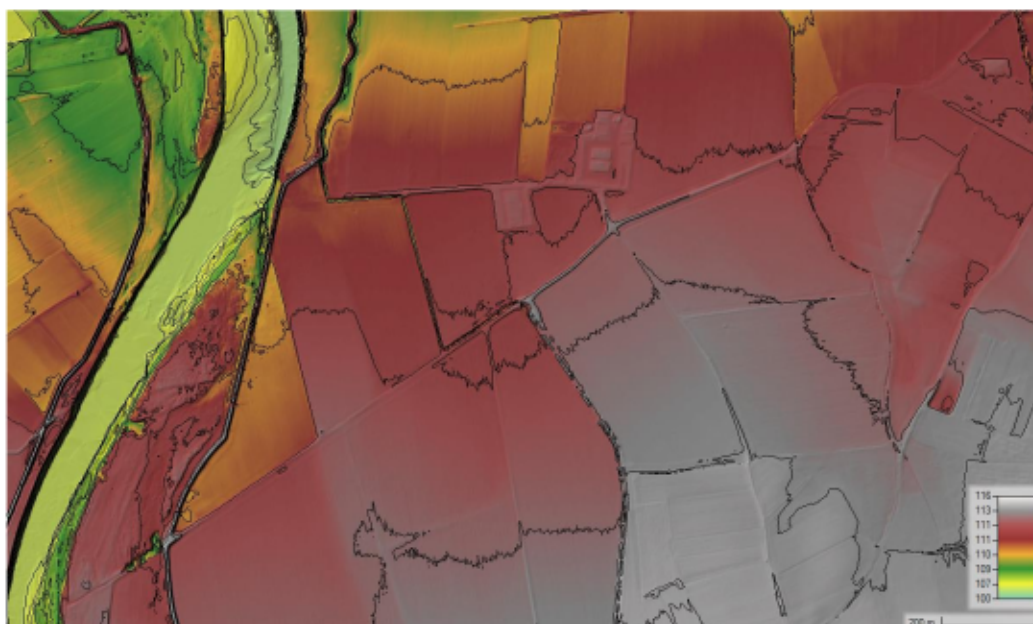


FIGURA 4-1 ESTRATTO DAL DTM REALIZZATO A SEGUITO DELL'EVENTO ALLUVIONALE DI OTTOBRE 2021 UTILIZZATO PER LA MODELLAZIONE IDRAULICA

4.2. INDAGINI CATASTALI

Per quanto riguarda le indagini catastali sono state individuate tutte le particelle sulle quali insistono gli interventi in progetto e sono state estratte le relative visure al fine di accertarne la proprietà.

4.3. GEOLOGIA E IDROGEOLOGIA

L'inquadramento geologico e idrogeologico propedeutico alla progettazione, curato dal Geol. Marco Marini, è stato effettuato sia facendo riferimento alla letteratura disponibile, in particolare ai contenuti del Foglio n.70 "Alessandria" della Carta Geologica d'Italia (Scala 1:100.000) e delle componenti geologiche dei Piani Regolatori Generali dei Comuni di Casal Cermelli (AL) e Bosco Marengo (AL), che ad una campagna di indagini geognostiche che hanno permesso di approfondire le caratteristiche geologiche locali. La campagna di indagini, condotta nel mese di Gennaio 2023, è stata così articolata:

- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, corredati da prove SPT e da prove Lefranc per la valutazione della permeabilità degli strati;
- n. 14 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 10 pozzetti esplorativi ambientali;
- n. 2 prove di geofisica sismica attiva.

La campagna di indagini è stata realizzata dalla Società S.In.Ge.A. S.r.l. di Montichiari (BS), al cui report si rimanda per tutti i dettagli.

Queste informazioni sono state inoltre integrate con quanto rilevato direttamente sul posto a seguito dei numerosi sopralluoghi effettuati.

Si rimanda alla Relazione Geologica ed alla Relazione Geotecnica, rispettivamente elaborati PD.E e PD.F, per approfondire nel dettaglio la tematica.

4.3.1. Inquadramento geologico regionale

Il territorio in esame è ascrivibile alla pianura alessandrina, che risulta costituita da depositi alluvionali che ricoprono un substrato riconducibile al Bacino Terziario Piemontese. La pianura alessandrina risulta separata dalla Pianura Padana dalla soglia sepolta che collega i rilievi di Pietra Marazzi e Montecastello con le colline tortonesi. Un elemento particolarmente significativo è rappresentato dall'elevato spessore dei sedimenti di età pliocenica al centro della pianura alessandrina, condizione questa che sta a testimoniare l'elevata subsidenza che ha caratterizzato questo settore tra il Pliocene ed il Quaternario antico.

L'assetto geomorfologico della pianura alessandrina, con una costante pendenza verso nord-nord-est, è condizionato da due elementi principali: la struttura del substrato prequaternario e il comportamento

idrologico dei vari corsi d'acqua. Per quanto riguarda il primo elemento appare evidente come la presenza del basso strutturale nel settore immediatamente a sud di Alessandria generi la convergenza delle pendenze del piano di campagna verso tale settore. Tale condizione è ulteriormente amplificata dal fatto che i terrazzi costituiscono, in buona parte, resti di grandi conoidi di deposizione lasciati dai corsi d'acqua ormai estinti ed attivi durante l'ultima fase interglaciale.

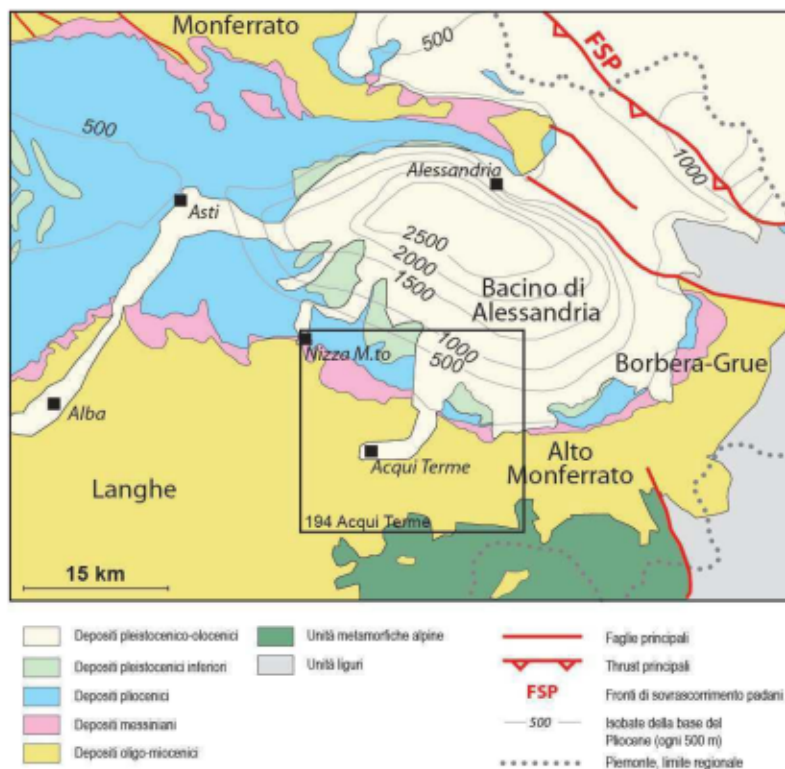


FIGURA 4-2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE ESTRATTO DAL FOGLIO 194 ACQUI TERME

Tutte le formazioni alluvionali quaternarie si presentano in regolare successione stratigrafica e, dall'esame delle numerose stratigrafie relative ai pozzi profondi perforati nella, è possibile ricostruire con buona approssimazione la reale successione stratigrafica locale che rispecchia chiaramente il colmamento di un antico bacino marino evoluto lentamente a lacustre e, infine, definitivamente colmato. È opportuno evidenziare come scarpate generate dai fenomeni di terrazzamento sono molto più importanti nelle formazioni alluvionali più antiche e si riducono fino a scomparire nelle zone centrali della pianura. Sotto l'aspetto strutturale, nel Bacino di Alessandria le strutture dominanti sono rappresentate dai sistemi di faglie inverse, thrust ed alti strutturali associati presenti nel sottosuolo, sulla verticale di Quargnento e in corrispondenza della zona di "platea" presente fra Tortona e Montecastello. In particolare, in corrispondenza della zona di "platea", le successioni del Messiniano e del Pliocene inferiore si chiudono verso NE alle

spalle dei thrust nord-vergenti, mentre le successioni del Pliocene medio Pleistocene sigillano le strutture, proseguono fisicamente al di sopra di queste, per aumentare di spessore verso nord nel Bacino Padano.

4.3.2. Inquadramento geologico locale

Il settore in esame è costituito dai sistemi deposizionali continentali terrazzati digradanti verso Nord, in direzione della pianura alluvionale alessandrina, distribuiti tra gli alvei dei tre principali corsi d'acqua presenti nell'area, costituiti, da est verso ovest, dal T. Orba, dal F. Bormida e dal T. Belbo. Nella cartografia CARG, il riconoscimento e la distinzione delle unità continentali sono stati effettuati mediante l'individuazione, la correlazione e la gerarchizzazione delle superfici di discontinuità che separano le diverse unità. In allegato alla Relazione Geologica viene proposta la carta geologica a scala 1:10.000 relativa al settore in esame. Per quanto concerne la nomenclatura delle diverse unità, si è fatto riferimento a quella riportata nel foglio "Acqui Terme" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000. Analogamente si è fatto riferimento alle note illustrative della medesima carta per quanto concerne la descrizione delle diverse unità, le quali si distinguono in Sistema di Merana, Sistema di Cairo Montenotte e Alluvioni attuali del T. Orba. Per approfondimenti circa ognuno dei sistemi coinvolti si rimanda alla Relazione Geologica, elaborato PD.E.

4.3.3. Acquifero superficiale

L'area in esame si colloca in un settore della pianura piemontese caratterizzato dalla presenza degli estesi complessi idrogeologici superficiali dei Depositi Fluviali e Fluvioglaciali del Pleistocene, costituiti da materiali ghiaiosi, sabbiosi e argillosi.

Lo spessore di questi depositi varia da oltre 50 m nelle zone di apice delle conoidi fino a ridursi fino a poche decine di metri nelle zone più distali, verso il Fiume Po. Nell'area compresa entro la Pianura Alessandrina s.s., l'acquifero costituito dalla Serie dei Depositi Fluviali, raggiunge spessori notevoli, valutabili alla confluenza Orba-Bormida in circa 50 m.

I flussi idrici sotterranei hanno un andamento centripeto verso la zona di Alessandria. Uno spartiacque, posto nell'area compresa tra il T. Orba e il T. Scrivia, subparallelo al T. Orba, delimita le acque che convergono verso il centro della Pianura Alessandrina s.s..

Facendo riferimento all'allegata Carta delle isopieze, tratta dal Geoportale ARPA Piemonte è possibile

- sviluppare le seguenti considerazioni:
- il gradiente idraulico varia da un minimo dello 0,35% ad un massimo dello 0,5 %;
- la soggiacenza della falda libera presenta valori compresi tra 12 e 15 m
- la direzione di flusso presenta un andamento verso NW.

Nell'area in studio la base dell'acquifero superficiale, com'è possibile osservare nell'allegata Carta della base dell'acquifero, tratta dal Geoportale ARPA Piemonte, varia tra le quote 50 e 65 m s.l.m. ed è stata

identificata con il tetto dei sedimenti Villafranchiani del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore.

4.3.1. Acquifero profondo

I depositi villafranchiani sopra citati sono costituiti da alternanze in banchi di spessore anche decametrico di limi argillosi, sabbie e ghiaie di ambiente lacustre, fluvio-lacustre e deltizio. Questo complesso sedimentario, avente spessore variabile, anche superiore al centinaio di metri, costituisce un sistema acquifero multifalda in pressione, generalmente con buone caratteristiche di produttività ed elevato grado di protezione da contaminazioni provenienti dalla superficie. Si tratta di corpi acquiferi profondi, parzialmente confinati, ma occasionalmente collegati indirettamente con l'acquifero libero. Gli acquiferi profondi risultano alimentati per filtrazione dalla base dell'acquifero superficiale, attraverso setti a bassa permeabilità e, secondariamente, per ricarica laterale nei settori superiori del sistema acquifero, in corrispondenza degli sbocchi vallivi.

4.4. IDROLOGIA E IDRAULICA

4.4.1. Descrizione sintetica del bacino idrografico del torrente Orba

Il torrente Orba ha origine nell'Appennino Ligure occidentale dal versante settentrionale Monte Reixa e scorre per 71 km con direzione principale NO fino a confluire nel fiume Bormida poco a monte della città di Alessandria. I suoi affluenti principali, tutti in destra, sono la Stura di Ovada, che confluisce in Orba in corrispondenza della città di Ovada (AL), il Piota poco a monte della città di Silvano d'Orba ed il Lemme, il principale, che si getta nel torrente Orba nei pressi di Basaluzzo (AL).

Il suo bacino idrografico complessivo si estende per 798 km² e si sviluppa nella quasi totalità in ambiente montano-collinare con pendenze significative. Il tratto di interesse in questo studio si estende dal viadotto dell'Autostrada A26, poco a valle della confluenza con il torrente Lemme, alla confluenza del fosso Acquanera per un'estensione complessiva di circa 10 km .

Il bacino del torrente Orba si configura come un tipico "bacino di tipo appenninico del settore piemontese", caratterizzato quindi da una generale scarsità di precipitazione nevose a causa della modesta altitudine media ed una decisa tendenza a manifestare eventi alluvionali nei mesi di ottobre, novembre e dicembre, sebbene questi siano possibili anche durante la quasi totalità dell'anno.

La particolare posizione del bacino idrografico del torrente Orba lo rende particolarmente soggetto a fenomeni piovosi intensi in quanto le correnti umide provenienti dal Golfo di Genova incontrano l'Appennino Ligure nel loro percorso verso Nord.

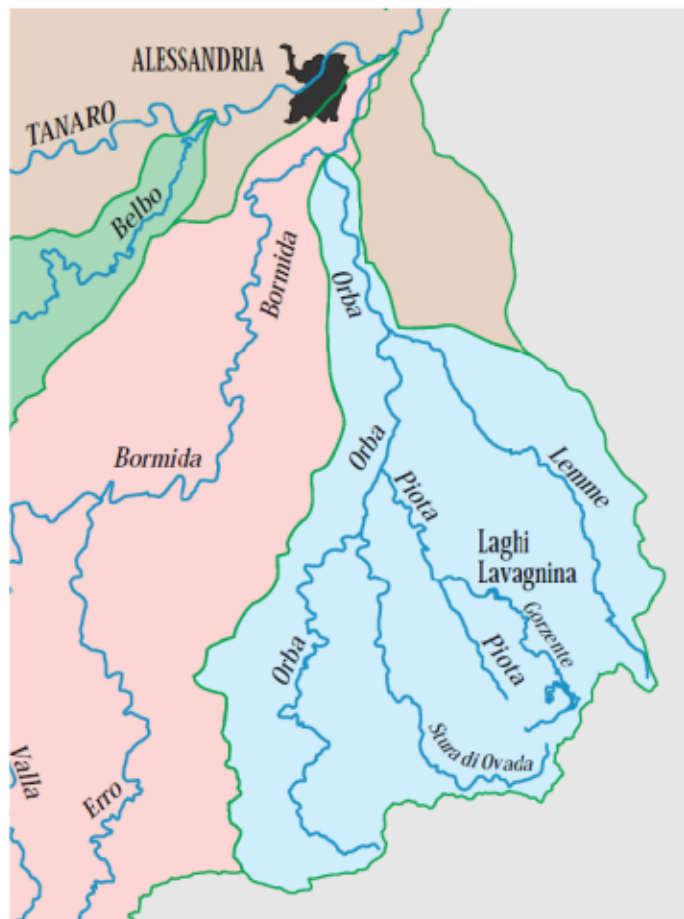


FIGURA 4-3 INDIVIDUAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE ORBA (PAI, ADBPo)

4.4.1. Portate di piena e idrogramma

Per la determinazione delle portate di riferimento da assumere per il torrente Orba nel tratto di asta fluviale considerato si è fatto riferimento agli studi idrologici condotti per la stesura dello Studio di Fattibilità del 2011 e della Variante al PAI del 2019, basati sulle serie storiche delle stazioni pluviometriche ed idrometriche disponibili per il bacino del torrente.

L'onda di piena di riferimento per questo studio è quella rappresentativa della sollecitazione idraulica associata ad un tempo di ritorno pari a 200 anni, coincidente con quella assunta per la delimitazione della Fascia B del torrente Orba. In Tabella 1 sono riportati i valori delle portate al colmo per il torrente Orba indicate dal PAI in funzione del tempo di ritorno. Per il progetto delle opere in oggetto è stato utilizzato il valore di portata al colmo pari a 2380 m³/s corrispondente alla sezione di Fresonara (Basaluzzo), immediatamente a valle della confluenza con il torrente Lemme nei pressi del viadotto della A26.

TABELLA 1 PORTATE AL COLMO DI RIFERIMENTO NELLE SEZIONI IDROLOGICHE DEL FIUME BORMIDA E DEL TORRENTE ORBA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO (DA DIRETTIVA PAI)

Corso d'acqua	Sezione	Superficie	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
		km ²	(m ³ /s)							
Bormida	Acqui Terme	1355	490	1060	1440	1740	2270	2720	2980	3360
Bormida	Strevi	1457	730	1250	1600	1900	2360	2740	3010	3390
Bormida	Cassine	1513	910	1390	1720	2010	2420	2750	3020	3400
Bormida	Sezzadio	1607	1010	1490	1810	2110	2520	2840	3110	3500
Bormida	Castellazzo B.	1693	1100	1580	1900	2200	2600	2900	3180	3580
Bormida	Alessandria	2566	1240	1790	2160	2510	2970	3310	3640	4100
Orba	Albereto	143	510	730	870	—	—	—	—	—
Orba	Belletto	176	540	770	930	—	—	—	—	—
Orba	Confl. Stura di O. (V)	323	650	930	1110	—	—	—	—	—
Orba	Silvano d'Orba	434	700	1010	1210	1410	1670	1860	2050	2300
Orba	Predosa	543	750	1080	1300	1510	1780	1990	2190	2460
Orba	Fresonara	723	810	1170	1410	1640	1940	2170	2380	2680
Orba	Confl. Bormida	798	830	1210	1450	1690	2000	2230	2450	2760

Il susseguirsi di eventi alluvionali straordinari sul torrente Orba nell'arco dell'ultimo decennio impone una riflessione in merito all'impatto che il cambiamento climatico sta avendo sull'idrologia del bacino.

Negli ultimi 10 anni si sono infatti verificati ben quattro eventi associati a tempi di ritorno centenari e bicentenari con riferimento ai valori indicati dal PAI per la sezione di Casal Cermelli (AL) come riportato in Tabella 2.

TABELLA 2 PORTATE AL COLMO REGistrate ALL'IDROMETRO DI CASAL CERMELLI (AL) NEGLI EVENTI ALLUVIONALI DELL'ULTIMO DECENNIO

Evento	Portata	Fonte
2011	2010 m ³ /s	ARPA
2014	2135 m ³ /s	ARPA
2019	2340 m ³ /s	ARPA
2021	2390 m ³ /s	AIPO

Si è quindi deciso di eseguire un'analisi statistica utilizzando la serie storica dei valori di portata al colmo registrati all'idrometro di Casal Cermelli (AL) 1997-2016 (Tabella 3), disponibile pubblicamente sul sito di ARPA Piemonte.

È stata quindi ricalcolata la curva di durata delle piene attraverso la distribuzione di probabilità Gumbel dei valori di portata al colmo in funzione del tempo di ritorno aggiornata ad una serie storica più recente.

**TABELLA 3 PORTATE AL COLMO DEL TORRENTE ORBA REGistrate ALL'IDROMETRO DI CASAL CERMELLI (AL) DAL 1997 AL 2016
 (FONTE ARPA PIEMONTE)**

Anno	Portata al colmo (m ³ /s)	Anno	Portata al colmo (m ³ /s)
1997	900	2007	220
1998	770	2008	530
1999	310	2009	970
2000	1260	2010	745
2001	430	2011	2010
2002	1280	2012	410
2003	780	2013	1205
2004	410	2014	2135
2005	590	2015	205
2006	920	2016	870

Successivamente, si è proceduto ad inoculare i valori di portata al colmo registrati nel 2019 e nel 2021 alla serie storica riportata in Tabella 3 per avere dati aggiornati agli ultimi eventi straordinari ed è stata quindi calcolata nuovamente la curva di durata delle piene applicando l'espressione di Gumbel.

Il risultato di queste operazioni statistiche è riportato in Tabella 4 ed in Figura 4-4. Si nota chiaramente come l'impatto del cambiamento climatico sia inequivocabile e sempre più accentuato con il passare del tempo. **Il valore della portata duecentennale per la sezione di Casal Cermelli (AL) ha subito un incremento del 19% considerando il periodo 1997-2016 passando da 2380 m³/s a 2838 m³/s e del 46% considerando anche gli eventi del 2019 e del 2021, arrivando al valore di 3.464 m³/s.**

TABELLA 4 CONFRONTO TRA VALORI DI PORTATA AL COLMO IN FUNZIONE DEL TEMPO DI RITORNO PER IL TORRENTE ORBA ALLA SEZIONE DI CASAL CERMELLI (AL)

TR [Anni]	Direttiva PAI	1997-2016	1997-2016 + 2019 + 2021
	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]
1.05	0	35	98
2	810	728	875
5	1170	1216	1470
10	1410	1554	1864
20	1640	1857	2242
50	1940	2250	2732
100	2170	2545	3098
200	2380	2838	3464
500	2680	3225	3946

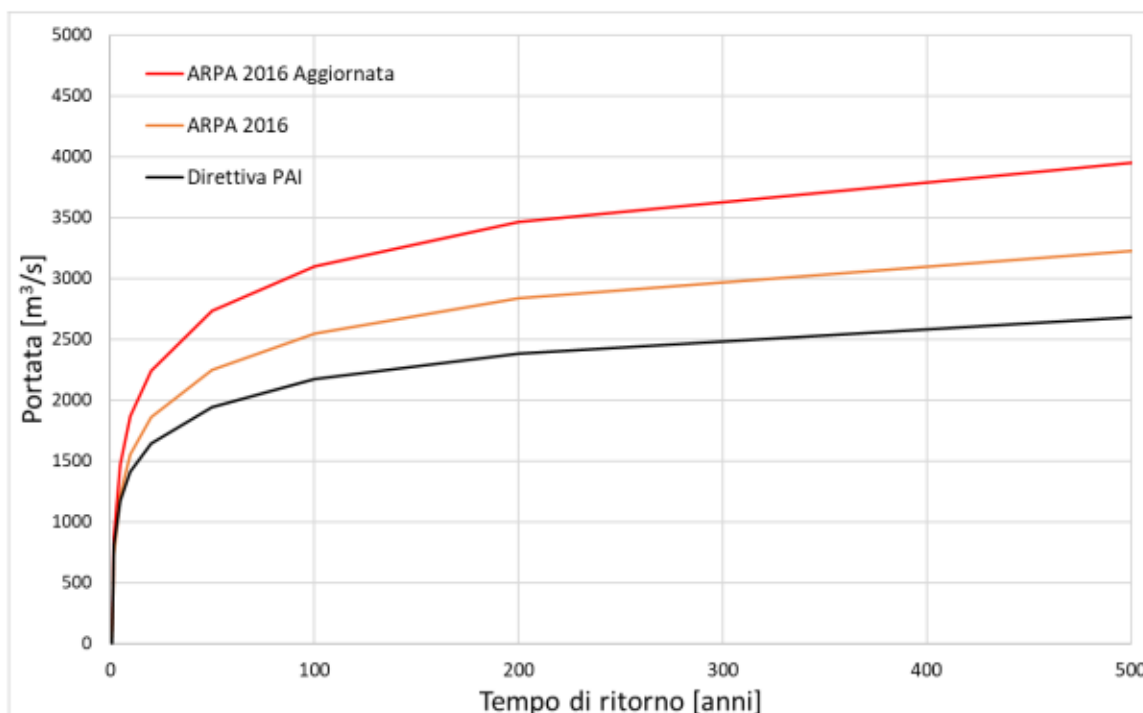


FIGURA 4-4 CONFRONTO TRA CURVE DI DISTRIBUZIONE DI PROBABILITÀ DI GUMBEL DELLE PORTATE AL COLMO IN FUNZIONE DEL TEMPO DI RITORNO PER IL TORRENTE ORBA ALLA SEZIONE DI CASAL CERMELLI (AL)

Alla luce dei risultati di questa analisi statistica, si è cautelativamente deciso di valutare la funzionalità delle opere progettate anche a fronte di sollecitazioni idrauliche caratterizzate da valori di portata al colmo superiori rispetto a quello indicato dal PAI. Tali valori sono **2838 m³/s** e **3464 m³/s** e corrispondono ad un valore di portata al colmo associato ad un evento di piena duecentennale secondo le curve di durata delle portate mostrate in Figura 4-4.

L'idrogramma di piena del torrente Orba utilizzato per la simulazione dell'evento di progetto ha la stessa forma di quello ricavato all'interno del “Modello matematico della risposta idrologica del fiume Tanaro (chiuso ad Alessandria)” realizzato dall'Università di Padova e che espone un valore al picco di 2.380 m³/s e volume di piena circa pari a 80 Mil. m³ per l'evento TR=200 anni (PAI).

Tale idrogramma coincide con quello dell'evento utilizzato come riferimento anche per la delimitazione delle fasce fluviali della Variante al PAI del 2019, nel seguito definito idrogramma “TR200 PAI” (Figura 4-5 in colore nero).

Lo stesso idrogramma è stato utilizzato per l'onda di piena avente portata al colmo pari a 2838 m³/s risultante dall'elaborazione statistica dei colmi di piena dal 1997 al 2016 forniti da ARPA Piemonte. Tale idrogramma espone un volume di piena pari a circa 100 Mil. m³ (Figura 4-5 in colore arancione) e verrà di seguito definito come idrogramma “ST16”.

Infine, è stato utilizzato l'idrogramma analogo a quello dell'evento impulsivo del 4 Ottobre 2021 ma scalato omoteticamente verso l'alto in modo da raggiungere un picco pari a 3464 m³/s e conseguentemente un volume di piena pari a circa 80 Mil. m³ (Figura 4-5 in colore rosso) nel seguito definito idrogramma “ST21”.

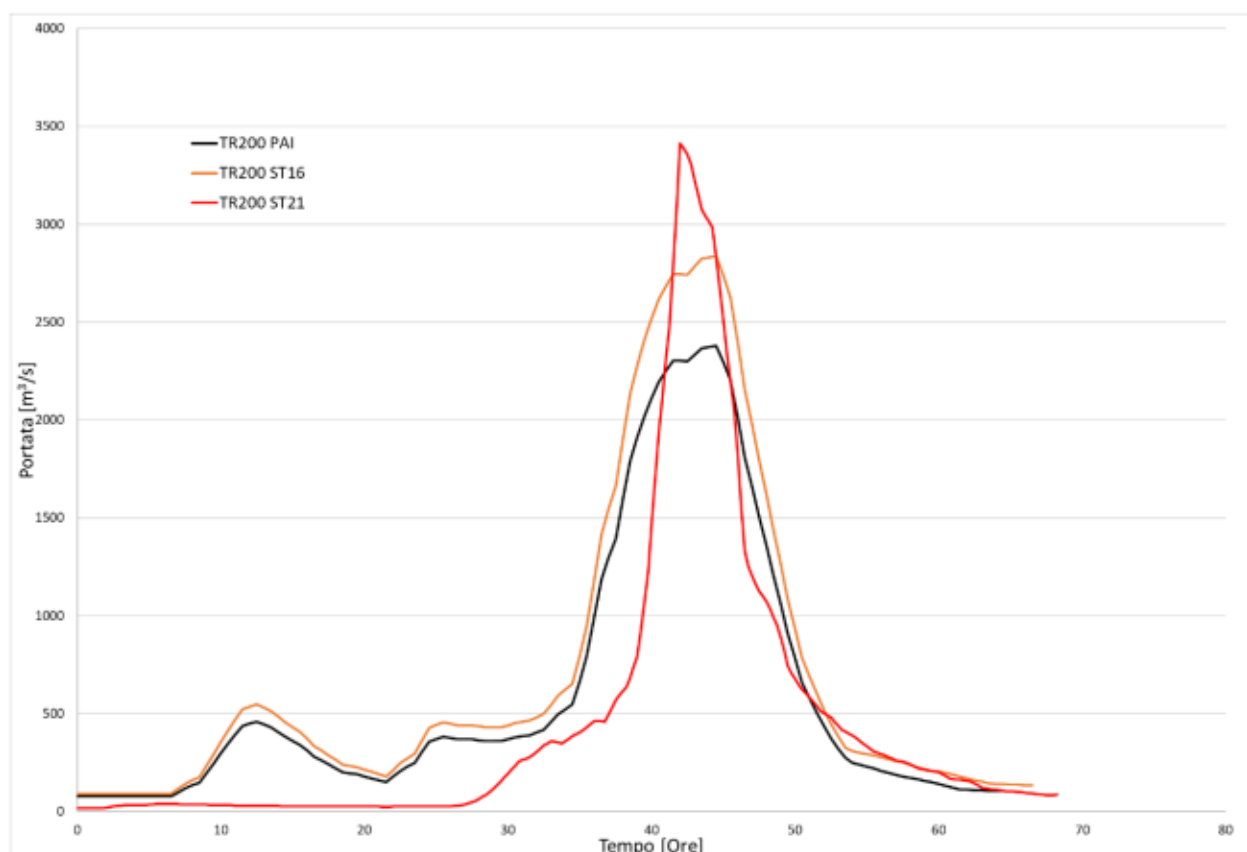


FIGURA 4-5 IDROGRAMMI DI PIENA UTILIZZATI NELLA MODELLAZIONE PER IL TORRENTE ORBA

4.4.2. Vincoli Idraulici

4.4.2.1 PAI

Il torrente Orba è soggetto alla vincolistica idraulica derivante dal PAI (fasce fluviali) dalla sua confluenza con il fiume Bormida per un tratto che si estende fino a Silvano D'Orba (AL), immediatamente a valle della confluenza con il t. Piota. Gli argini oggetto di analisi in questo studio ricadono interamente all'interno della Fascia B di esondazione. Attualmente vige sul territorio la Variante al PAI approvata con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n.283 del 09/10/2019, la quale, come riportato in Premessa, è stata ulteriormente modificata sulla base delle risultanze modellistiche propedeutiche alla progettazione delle opere in oggetto.

Si ricorda brevemente il significato dei tre limiti di pertinenza fluviali definiti dal PAI dell'AdBPo:

- **Fascia di deflusso di piena (Fascia A):** costituita dalla porzione di alveo che consente, per la piena di riferimento (TR 200 anni), l'intero deflusso della corrente (alveo di piena straordinaria), ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili in piena.
- **Fascia di esondazione (Fascia B):** esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione in relazione alla piena di riferimento (TR 200 anni), e che svolge funzioni di laminazione. Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Il PAI indica con apposito segno grafico, denominato **"limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C"**, le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del PAI per il tracciato di cui si tratta.
- **Area di esondazione per piena catastrofica (Fascia C):** costituita dalla porzione di territorio interessata da una piena storicamente registrata se corrispondente ad un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni.

L'attuale delimitazione delle fasce fluviali del torrente Orba è quella riportata nella Variante al PAI del 2019 ed è riportata in Figura 4-6. L'unica differenza significativa per il tratto di interesse rispetto a tale documento consiste nella modifica proposta a seguito delle analisi idrauliche propedeutiche alla progettazione delle opere oggetto di questo incarico, come indicato nella Premessa di questo documento.

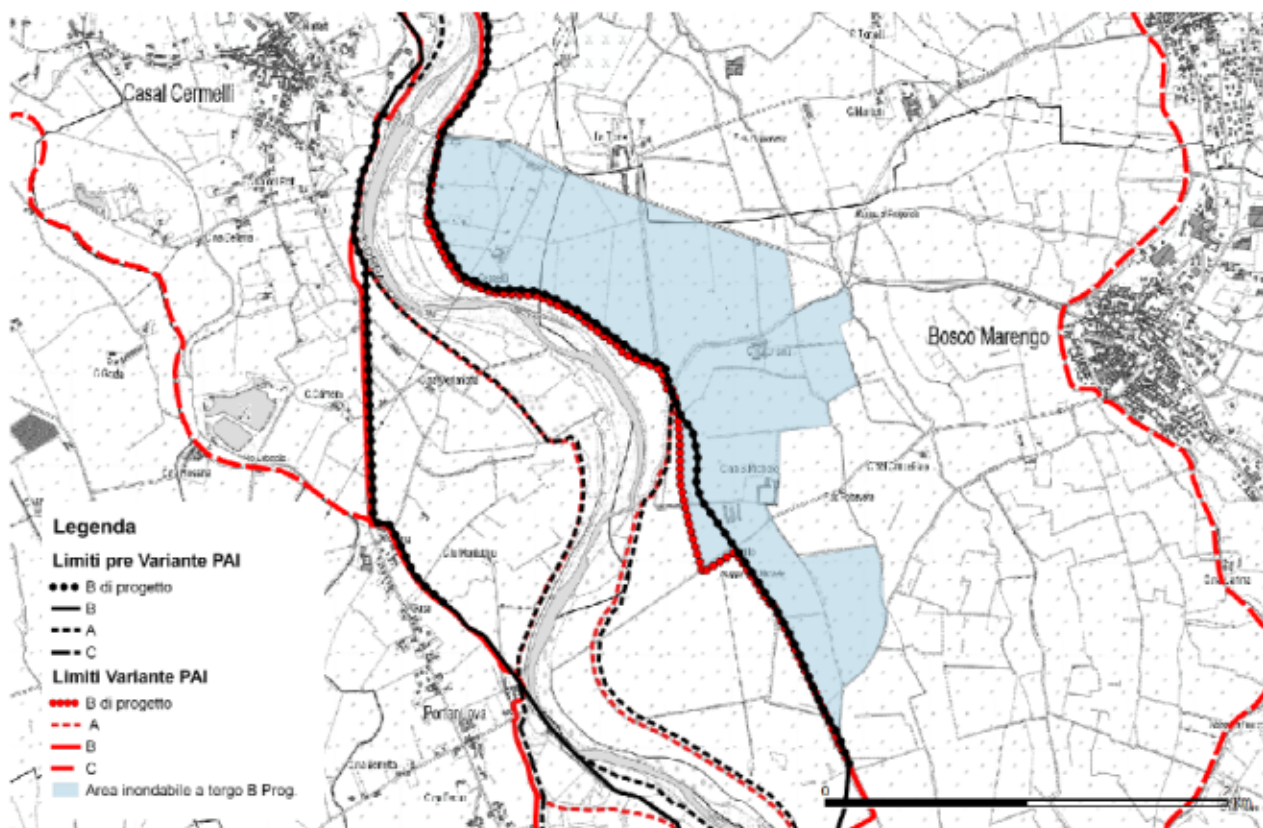


FIGURA 4-6 LIMITI FASCE FLUVIALI VIGENTI PRIMA (NERO) E DOPO (ROSSO) LA VARIANTE AL PAI – TRATTO OR02100 PORTANUOVA – CASAL CERPELLI

4.4.2.2 PGRA

Gli scenari di **pericolosità** individuati dal PGRA sono di 3 tipi, visualizzati con tonalità di blu differenti dal più chiaro al più scuro in funzione della maggiore frequenza dell'evento di riferimento che, per il reticolo nel quale ricade il fiume Serio, assume le seguenti specifiche:

- **Alluvioni rare di estrema intensità (P1):** il limite esterno è individuato sulla base delle aree interessate dalla piena catastrofica ovvero generata da un evento con tempo di ritorno pari a 500 anni (bassa probabilità);
- **Alluvioni poco frequenti (P2):** il limite esterno è individuato sulla base delle aree interessate dalla piena generata da un evento con tempo di ritorno pari a 200 anni (media probabilità);
- **Alluvioni frequenti (P3):** il limite esterno è individuato sulla base delle aree interessate dalla piena generata da un evento con tempo di ritorno pari a 20-50 anni (elevata probabilità).

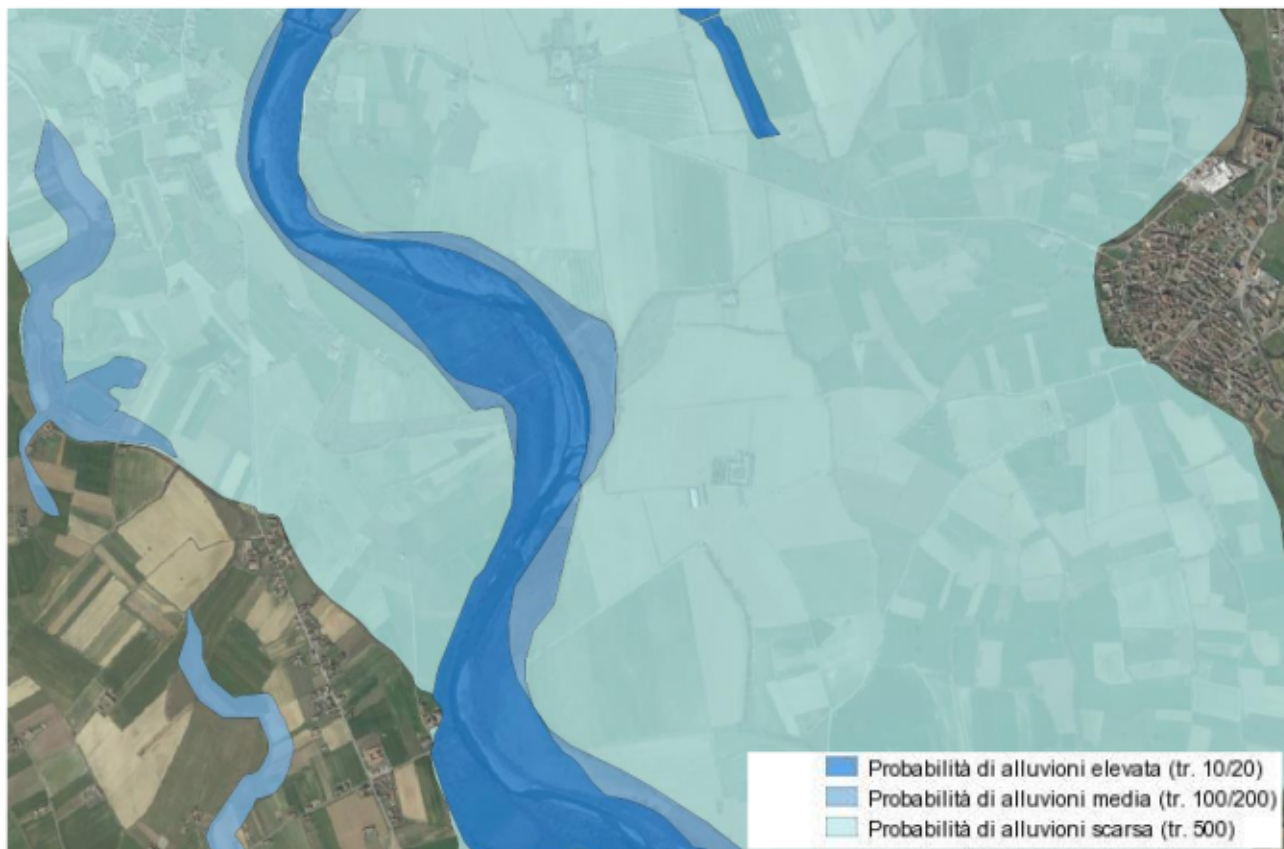


FIGURA 4-7 MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ DI ALLUVIONI NELL'AREA OGGETTO DI STUDIO DA PGRA

4.5. AMBIENTE E PAESAGGIO

Nello specifico gli interventi si concentrano in un tratto del torrente Orba interessando aree del sito SIC-ZPS "Torrente Orba" in comune di Casal Cermelli e di Bosco Marengo, provincia di Alessandria.

Tutti i progetti o piani che interessano aree classificate nella rete ecologica europea Natura 2000 e che possano avere un impatto significativo su tali zone, debbono essere corredati di una "Relazione di Valutazione di Incidenza Ambientale (V.Inc.A.)". Essa, diversamente da uno studio di impatto ambientale, ha un'azione più mirata, considera infatti le implicazioni degli interventi solamente in relazione al sito coinvolto, valutando se esiste compatibilità tra le azioni proposte e gli obiettivi presenti all'interno della normativa europea. Le direttive considerate sono la Direttiva "HABITAT" 43/92, nel caso di un Sito di Importanza Comunitaria – SIC, e la Direttiva "UCCELLI" 79/409, nel caso di una Zona a Protezione Speciale – ZPS.

Secondo le direttive, comunque, la valutazione di incidenza è da redigere anche se i piani o i progetti interessano zone all'esterno del perimetro dei SIC-ZPS, infatti l'impatto degli interventi potrebbe risultare significativo anche se realizzato in zone relativamente distanti dai siti. Nella specifica Relazione di Incidenza Ambientale (Elaborato PD_L) si riportano i passi salienti delle verifiche condotte che hanno riguardato:

- Descrizione del sito SIC-ZPS Medio Taro.
- Descrizione del progetto e analisi delle azioni progettuali che potrebbero avere un'incidenza significativa sulla conservazione del SIC-ZPS
- Verifica della compatibilità degli interventi con i principi di conservazione presenti all'interno della direttiva comunitaria
- Definizione delle misure di mitigazione

4.6. INQUADRAMENTO ARCHEOLOGICO

Gli studi propedeutici alla definizione dell'inquadramento archeologico e la redazione del Documento di Valutazione di Rischio e Impatto Archeologico (VIPIA) sono stati condotti dall'Archeologa Anna Alice Leoni, coadiuvata dall'Archeologo Fausto Simonotti che ha condotto una ricognizione dei luoghi oggetto di intervento.

Il rischio archeologico è stato valutato a seguito di approfondite ricerche ed analisi di documentazione storica. In particolare, sono state condotte le seguenti attività, per i cui dettagli si rimanda all'elaborato *PD.G Relazione Archeologica*:

- Ricerca Bibliografica
- Consultazione dell'archivio della Soprintendenza Archeologica del Piemonte
- Analisi della cartografia attuale e storica
- Fotointerpretazione
- Ricognizione sul terreno
- Consultazione delle schede del Sistema Informativo Territoriale "Carta del Rischio messo a punto dall'Istituto Superiore per la Conservazione (già ICR).

I dati così acquisiti sono stati successivamente elaborati ed è stata redatta una tavola riassuntiva su base CTR in allegato all'elaborato *PD.G Relazione Archeologica*.

Dall'analisi dei dati disponibili, risulta che nei pressi dell'areale di interesse **non sono presenti**, allo stato attuale della ricerca, **rinvenimenti archeologici noti**. La zona si colloca però all'interno di un territorio da cui provengono, anche se a distanze ragguardevoli, siti di interesse archeologico di notevole interesse. In particolare, in località Portanuova è stata rinvenuta nel 1948 una necropoli di età tardo repubblicana (sito 1). Altri luoghi di interesse rinvenuti nelle vicinanze sono la Cascina San Michele (sito 2), citata già in epoca bassomedievale come proprietà dell'abbazia cistercense di Tiglieto (GE) ed un Molino (sito 3) probabilmente

legato alle attività della Cascina stessa. Tuttavia, le strutture del complesso non conservano ad oggi caratteri di antichità e, comunque, si trovano a debita distanza dalle opere oggetto di progettazione in questa sede.

4.6.1. Vincoli Archeologici

Sebbene le opere si inseriscano in un contesto di ricca frequentazione antropica fin dalle epoche più remote, le evidenze materiali sono scarse. Si riporta a tal proposito in un riassunto dei rinvenimenti archeologici.

CASALCERMELLI						
N	Anno	Località	Descrizione	Modalità	Epoca	Bibliografia
1	1948	Cascina La Merlana	Nel maggio del 1948 durante i lavori di scavo per una vasca di raccolta delle acque di irrigazione si mise in luce una necropoli a cremazione indiretta con sepolture in pozzetti terragni con copertura in laterizi. I corredi sono caratterizzati da elementi di tradizione locale in associazione ad oggetti della cultura La Tène e si inseriscono nella fase di romanizzazione del territorio	Rinvenimento fortuito; scavo archeologico	Età Repubblicana (seconda metà II - inizi I secolo a.C.)	LO PORTO 1952; ANTICO GALLINA 1987, p. 94 n. 1; DE MARCHI A - S. PIROTTA 2004, pp. 87-89; L. BRECCIAROLI TABORELLI 2004
2		Cascina San Michele	Cascina di proprietà dell'abbazia cistercense di Tiglieto (GE) ¹ .	Imprecisata	Bassomedievale	Leonardi, 2017, p. 32
3		Mulino	Edificio pertinente ad un mulino oggi trasformato in struttura ricettiva	Cartografia - Toponomastica	Imprecisata	inedito

Definito quindi l'inquadramento archeologico delle aree oggetto di intervento ed in considerazione del fatto che le lavorazioni previste insistono in prevalenza su manufatti esistenti e sono di poco impatto per le zone limitrofe, si può ragionevolmente concludere che la definizione del potenziale archeologico per il tracciato in esame, esprime un **RISCHIO ARCHEOLOGICO BASSO**

¹ Leonardi, 2017, p. 32. Non viene citata la fonte da cui il dato è estratto.

5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Come anticipato nella Premessa, le opere oggetto di progettazione sono volte alla materializzazione della Fascia B di progetto individuata all'interno della Variante al PAI del torrente Orba, per il tratto OR02100 Portanuova – Ponte di Casal Cermelli, risalente al 2019. A seguito delle risultanze della modellazione idraulica, il tracciato della Fascia B di progetto è stato variato ulteriormente in funzione delle opere progettate in questa sede (Figura 2-1). Data l'estensione delle opere, evidenziate in (Figura 5-1) è stato deciso di suddividere la progettazione in 3 interventi principali, descritti in dettaglio nei paragrafi successivi:

INTERVENTO N°1: Ringrosso in quota ed in sagoma dell'argine strategico esistente dalla Sezione S35, ubicata nei pressi di Cascina Casseti, alla Sezione S05 per una lunghezza complessiva di circa 1600 m. Contestualmente a questo intervento verrà realizzata una pulizia del Fosso Acquanera ed un rivestimento in massi della sua sponda sinistra in tutto il tratto in affiancamento all'opera in progetto. Inoltre, è previsto il recupero ed il restauro del ripartitore di portata storico in mattoni presente in corrispondenza della sezione S14. Infine, verrà ripristinata la difesa sponale in corrispondenza della sezione S35 sostituendo i gabbioni danneggiati con una scogliera in massi da cava per uno sviluppo di circa 30m;

INTERVENTO N°2: Ringrosso in quota ed in sagoma dello stradello di servizio della Cascina San Michele dalla sezione M00 alla sezione M08 di raccordo con l'argine esistente per una lunghezza complessiva pari a circa 410 m. Rientra in questo intervento anche la realizzazione di un manufatto chiavicale a paratoie mobili sul fosso Acquanera;

INTERVENTO N°3: Realizzazione di una soglia stramazzante (L=40 m) sull'argine golenale esistente in corrispondenza della sezione T03 e ringrosso in quota ed in sagoma dell'argine esistente fino alla sezione T05, oltre al raccordo con gli interventi N°1 e N°2;

REALIZZAZIONE DI UNA PISTA DI MANUTENZIONE PER LA GARZAIA DI BOSCO MARENGO di proprietà dell'Ente Parco con formazione di rampa corazzata che consente alle maestranze del Parco di poter accedere alla Garzaia. Tale pista inoltre, essendo protetta da una difesa in massi, evita indesiderate vie preferenziali dell'acqua durante lo sviluppo di onde di piena.

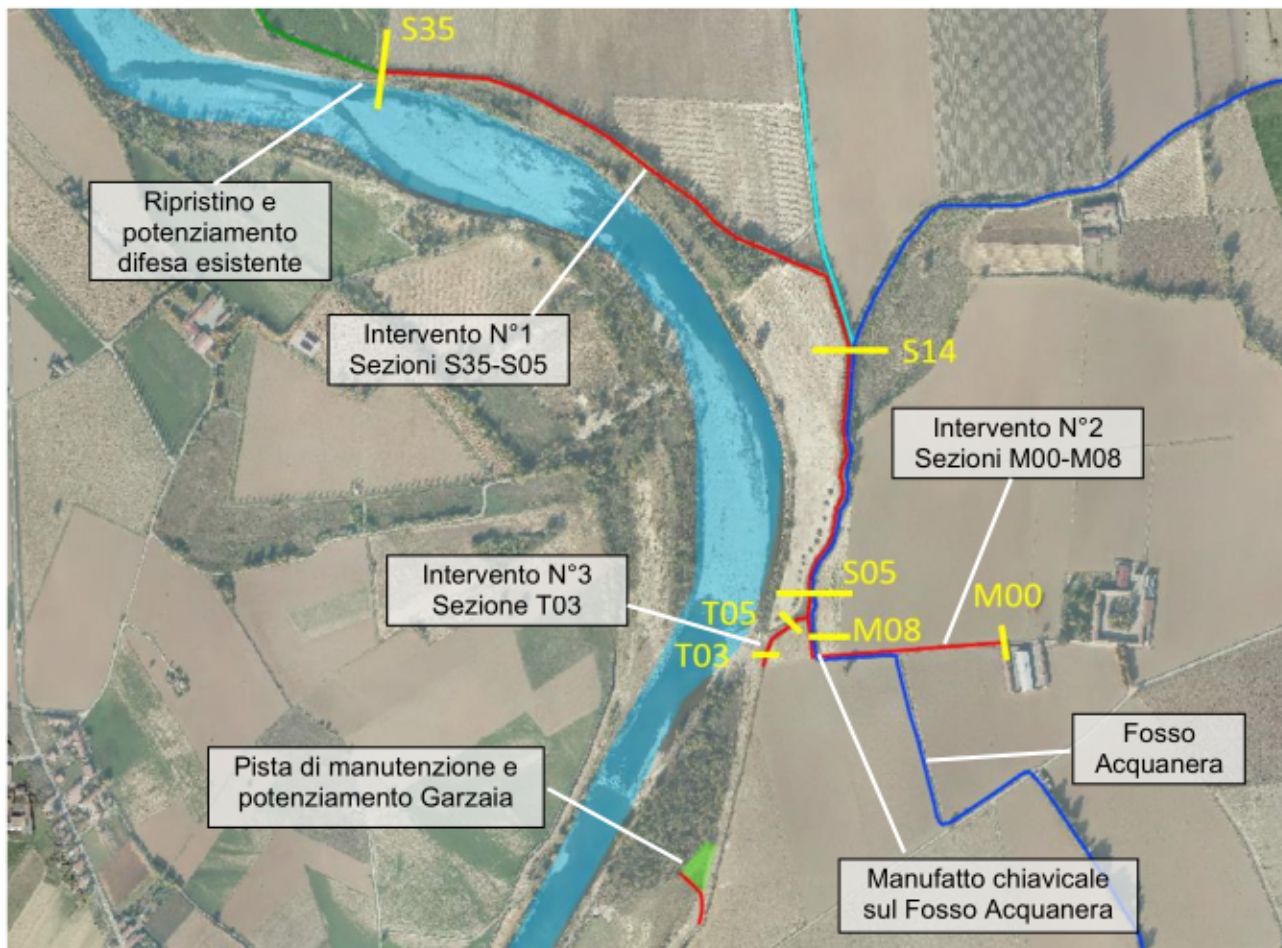


FIGURA 5-1 PLANIMETRIA GENERALE DI PROGETTO - MASTERPLAN DELLE OPERE

5.1. INTERVENTO 1: RINGROSSO IN QUOTA ED IN SAGOMA DELL'ARGINE STRATEGICO – SEZIONI S35-S05

L'Intervento N°1 prevede il ringrosso in quota ed in sagoma dell'argine strategico esistente dalla Sezione S35, ubicata nei pressi di Cascina Cassetti, alla Sezione S05 per una lunghezza complessiva di circa 1600 m. Il tracciato dell'intervento coincide con quanto previsto dalla Variante al PAI del 2019 dalla sezione S35 alla sezione S14, mentre dalla S14 alla S05 si è deciso di adeguare l'argine esistente, in sponda sinistra dell'Acquanera, invece che realizzare un nuovo presidio in sponda destra in allontanamento rispetto all'attuale. In corrispondenza della sezione S35 l'Intervento N°1 si raccorda con l'intervento AL-E-1780 che prevede, tra le varie opere, il ringrosso in quota ed in sagoma dell'argine nel tratto compreso tra il ponte della SP181 e la rampa di accesso all'argine posta immediatamente a valle della sezione S35. Tale

intervento è già stato progettato a livello Esecutivo (in fase di approvazione) da parte dello Studio Rosso Ingegneri Associati (SRIA) e non è quindi oggetto di progettazione in questa sede.

Contestualmente al ringrosso in sagoma e in quota dell'argine esistente, si prevede il potenziamento dell'attuale difesa radente in gabbioni posta in prossimità del torrente Orba al confine con l'intervento previsto dal progetto dello Studio Rosso, attraverso il posizionamento di una nuova difesa in massi da Cava delle Prealpi di peso degli elementi superiore a 2000 kg.

Per maggiori dettagli in merito all'Intervento N°1 si rimanda agli elaborati PD.06/07/08.

5.1.1. Problematiche riscontrate nello Stato di Fatto

L'argine oggetto di adeguamento nell'ambito dell'Intervento N°1, classificato come "Opera Strategica" nella Variante al PAI del 2019 tra le sezioni S35 e la sezione S14, si presenta in scarse condizioni di conservazione. Il profilo della sommità arginale è discontinuo in quanto presenta una sella tra le sezioni S27 e S21 (40 cm circa) ed un deciso abbassamento (1.00 m circa) tra la S13 e la S05, poco a monte della quale ha inizio il tratto di argine golenale sistemato a Dicembre 2021 a seguito dell'evento alluvionale. In questo tratto, di cui si riporta una fotografia in Figura 5-3, l'argine si riduce ad un rilevato di piccole dimensioni e scarsamente distinguibile. Lungo tutto il suo sviluppo l'argine non è carrabile a causa dell'assenza di una pista di sommità e della presenza della vegetazione. L'argine inoltre è caratterizzato da una sagoma di larghezza insufficiente al transito dei mezzi di manutenzione (1.5 m circa).



FIGURA 5-2 ARGINE DA ADEGUARE IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE S26



FIGURA 5-3 ARGINE DA ADEGUARE IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE S05

A causa del progressivo processo di incisione del fondo alveo del torrente Orba tuttavia, l'argine tra le sezioni S35 ed S05 viene raggiunto dalle acque solamente durante le fasi apicali di un evento di piena con tempo di ritorno duecentennale, con modesti tiranti (20-30 cm) e sono lungo alcuni tratti. Non è stata quindi riscontrata una suscettibilità dell'argine al sormonto per insufficienza della quota di sommità. Il franco idraulico è superiore al metro lungo tutto lo sviluppo dell'opera, anche a fronte di portate superiori a quella definita dal PAI.

5.1.1. Descrizione dell'intervento

L'intervento N°1 prevede l'adeguamento in quota dell'argine nei tratti in cui il profilo di sommità presenta le discontinuità citate nel paragrafo precedente ed in sagoma lungo tutto lo sviluppo dell'opera al fine migliorarne la stabilità e permettere la realizzazione della pista di manutenzione in sommità. Si rimanda alle tavole progettuali (elaborati PD.06/07/08) per la descrizione di dettaglio dell'intervento.

Il ringrosso dell'arginatura viene realizzato secondo delle modalità che variano leggermente a seconda del tratto, ma nel suo complesso l'intervento presenta le medesime caratteristiche lungo tutto il suo sviluppo. L'argine esistente viene smantellato ed il materiale di cui è composto, ritenuto idoneo a seguito delle prove geognostiche ed ambientali effettuate (elaborati PD.E/F) viene riutilizzato in sede di cantiere e miscelato con materiale di classe A4/A6 proveniente da cava autorizzata per la realizzazione della nuova arginatura. Si prevede inoltre di disporre su entrambi i paramenti dell'arginatura una rete metallica a doppia torsione di maglia esagonale 8x10 cm al fine di impedire agli animali fossori di formare le proprie tane, creando possibili problemi di sifonamento e stabilità dell'opera.

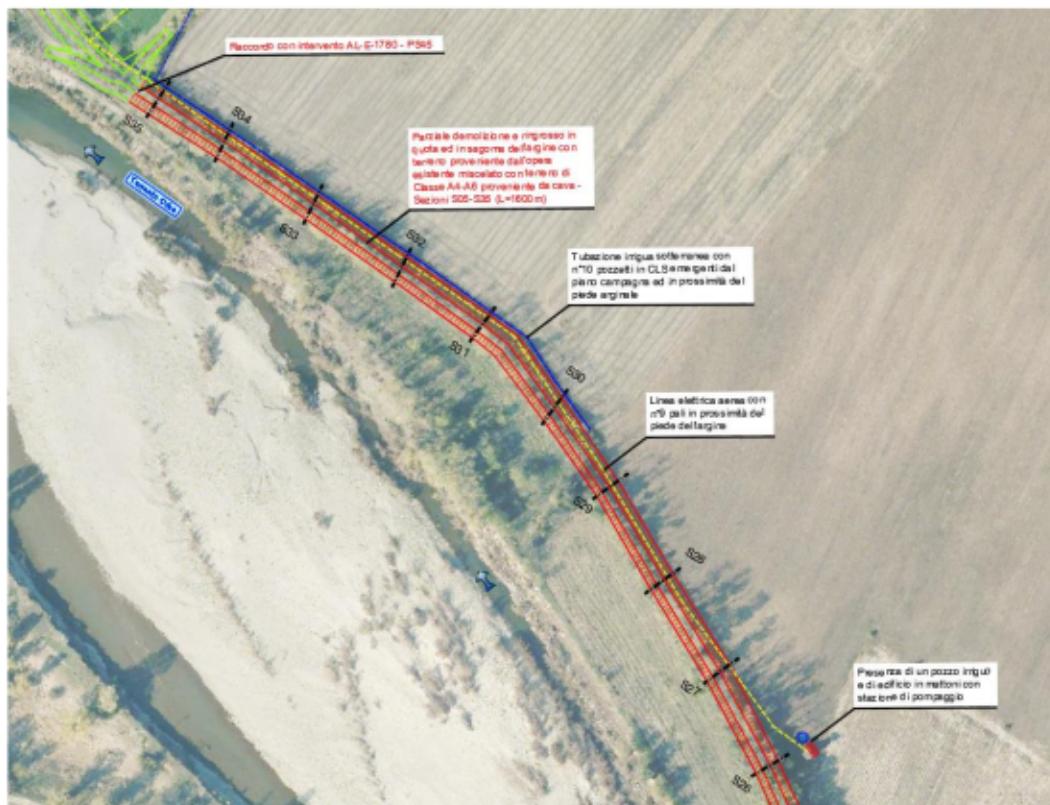


FIGURA 5-4 ESTRATTO DELLA PLANIMETRIA DI PROGETTO DELL'INTERVENTO N°1 TRA LE SEZIONI S35 ED S26

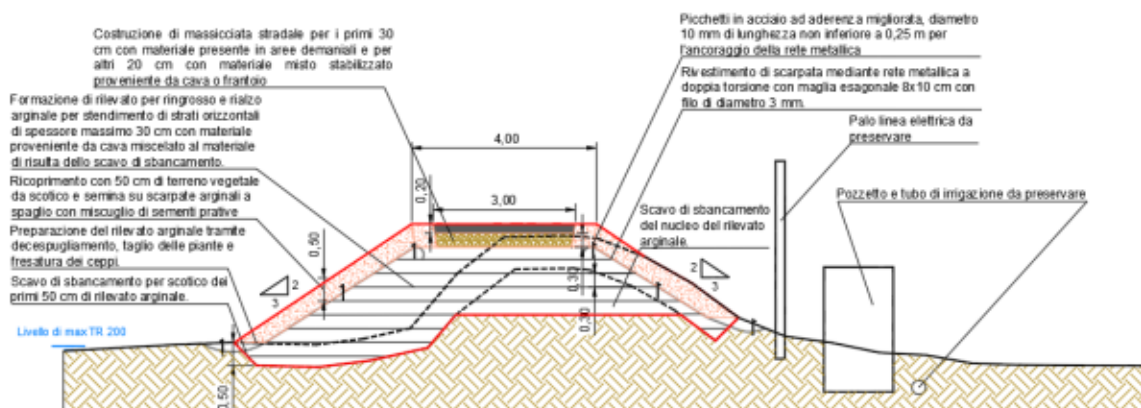


FIGURA 5-5 SEZIONE TIPOLOGICA DEL RINGROSSO ARGINALE TRA LE SEZIONI S35 ED S26

Nel tratto compreso tra le sezioni S35 ed S26 (Figura 5-4) si prevede di ringrossare l'argine lato fiume, secondo le modalità mostrate nella sezione tipologica riportata in Figura 5-5, sebbene in questo tratto la sponda del torrente sia a breve distanza rispetto all'argine esistente (10 m in corrispondenza della S35). Le ragioni di questa scelta discendono da due fattori principali: il raccordo con il progetto esecutivo del tratto

immediatamente a valle della S35 e la presenza di numerosi sottoservizi lungo il paramento lato campagna che si intende preservare.

Nel tratto compreso tra le sezioni S26 ed S17 (Figura 5-6) si prevede di ringrossare l'argine lato campagna, secondo le modalità mostrate nella sezione tipologica riportata in Figura 5-8, al fine di preservare l'area boschiva presente lato fiume nel tratto compreso tra la sezione S25 e la rampa di sezione S18.



FIGURA 5-7 ESTRATTO DELLA PLANIMETRIA DI PROGETTO DELL'INTERVENTO N°1 TRA LE SEZIONI S26 ED S17

[illegible]

FIGURA 5-10 ESTRATTO DELLA PLANIMETRIA DI PROGETTO DELL'INTERVENTO N°1 TRA LE SEZIONI S17 ED S05

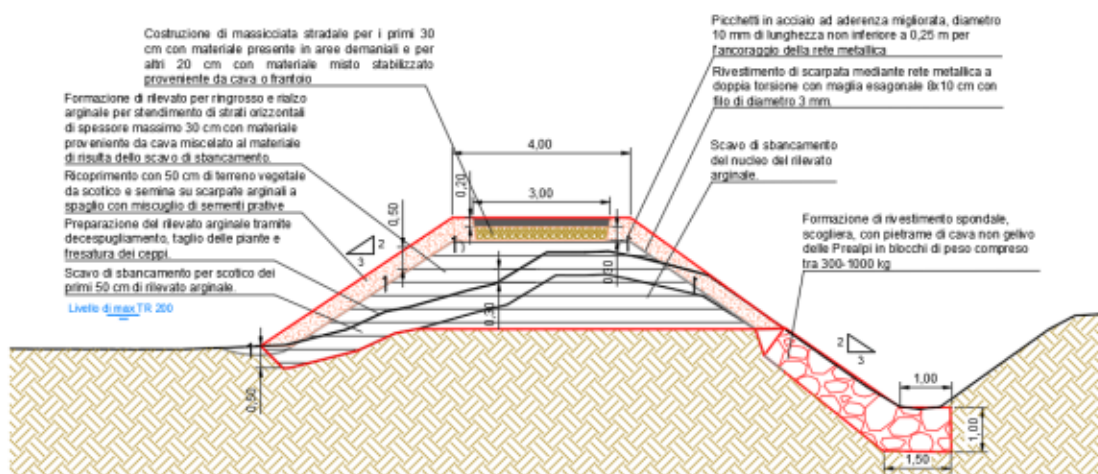


FIGURA 5-11 SEZIONE TIPOLOGICA DEL RINGROSSO ARGINALE TRA LE SEZIONI S17 ED S05

Nei tratti in cui l'argine è in affiancamento al fosso Acquanera (sezioni S14-S05) ed al fosso irriguo (sezioni S16-S14) si prevede di realizzare una difesa in massi del peso compreso tra i 300 ed i 1000 kg sulla sponda sinistra dei due rii.

In aggiunta ai lavori sopra descritti si prevede di sistemare il ripartitore di portata in mattoni presente in corrispondenza della sezione S14 (Figura 5-12), realizzato probabilmente agli inizi del secolo scorso, che deriva parte delle acque del fosso Acquanera verso il fosso irriguo minore che affianca l'argine esistente tra le sezioni S14 ed S16.



FIGURA 5-12 INGRESSO DEL FOSSO ACQUANERA NEL RIPARTITORE DI PORTATA IN MATTONI (S14) - VISTA VERSO VALLE

5.2. INTERVENTO 2: RINGROSSO IN QUOTA ED IN SAGOMA DELLO STRADELLO DI SERVIZIO DI CASCINA SAN MICHELE – SEZIONI M00-M08

L'Intervento N°2 prevede il ringrosso in quota ed in sagoma dello stradello di servizio della Cascina San Michele dalla sezione M00, ubicata nei pressi del granaio di Cascina San Michele, alla Sezione M08 per una lunghezza complessiva di circa 410 m. Contestualmente all'adeguamento dello stradello verrà realizzato un manufatto chiavicale a paratoie mobili per attraversare il fosso Acquanera tra le sezioni M06 ed M07 al fine di garantire la continuità idraulica del fosso e per consentire lo smaltimento di parte delle acque che raggiungono l'area a causa delle esondazioni più a monte.

Per maggiori dettagli in merito all'Intervento N°2 si rimanda agli elaborati PD.09/10.

5.2.1. Problematiche riscontrate nello Stato di Fatto

Le risultanze della modellazione idraulica, corroborate dall'osservazione di eventi alluvionali accaduti in passato, in particolare nel 1977 e nel 2019, hanno messo in evidenza come le acque che raggiungono l'area oggetto di intervento provengono da monte guidate a tergo dell'argine golenale dal fosso Acquanera (percorso viola in Figura 5-13), oppure a causa del crollo dell'argine stesso (percorso giallo in Figura 5-13).

Tale particolare dinamica si è verificata nel 2019 quando, durante l'evento di piena, si è aperta una breccia nell'argine golenale causando l'esondazione di un consistente volume d'acqua che in parte è rientrato in Orba aprendo una seconda breccia di rientro circa 300 m più a valle, mentre un'altra ha proseguito verso valle attraverso il fosso Acquanera in Figura 5-13 (percorso blu in Figura 5-13).

Si è quindi deciso di contrastare quest'ultima dinamica potenziando lo stradello di servizio della Cascina San Michele (Figura 5-14), disposto ortogonalmente rispetto alla direzione principale del flusso, impedendo così alle acque in arrivo da monte di proseguire verso valle attraverso il fosso Acquanera e prevenendo l'allagamento di numerose cascine e della SP181.

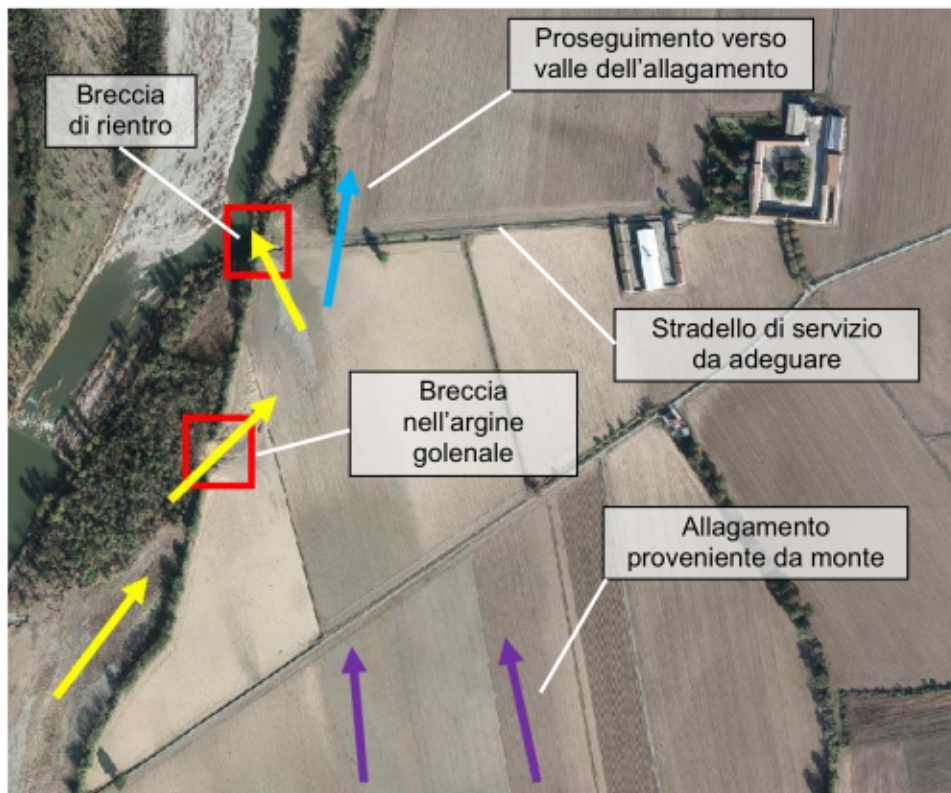


FIGURA 5-13 DINAMICA DI ALLAGAMENTO VERIFICATASI NEL 1977 E NEL 2019 DA PREVENIRE CON L'INTERVENTO N°2



FIGURA 5-14 STRADELLO DI SERVIZIO DELLA CASCINA SAN MICHELE VISTO DALLA SEZIONE M00 VERSO L'ARGINE GOLENALE

5.2.2. Descrizione dell'intervento

Come anticipato in precedenza, l'Intervento N°2 prevede l'adeguamento in quota ed in sagoma dello stradello di servizio della Cascina San Michele ed il suo raccordo con l'argine adeguato nell'ambito degli Interventi N°2 e N°3. Si prevede inoltre di realizzare un manufatto chiavicale a paratoie mobili tra le sezioni M06 ed M07 in corrispondenza dell'attraversamento del fosso Acquanera. Si rimanda alle tavole progettuali (elaborati PD.09/10) per la descrizione di dettaglio dell'intervento.

Il ringrosso dello viene realizzato secondo delle modalità che variano leggermente a seconda del tratto (Figura 5-16, Figura 5-17, Figura 5-18, ma nel suo complesso l'intervento presenta le medesime caratteristiche lungo tutto il suo sviluppo. Lo stradello esistente viene scoticato ed il materiale di cui è composto viene riutilizzato in sede di cantiere e miscelato con materiale proveniente da cave autorizzate.



FIGURA 5-15 ESTRATTO DELLA PLANIMETRIA DI PROGETTO DELL'INTERVENTO N°2 TRA LE SEZIONI M00 ED M08

Il sovralzato dello stradello nel tratto compreso tra la sezione M00 e la chiavica è previsto fino alla quota di 112.00 m s.l.m. al fine di contenere, con adeguato franco di sicurezza, i livelli idrici attesi a seguito del transito di un'onda di piena con tempo di ritorno duecentennale e pari a 111.17 m s.l.m. In corrispondenza della chiavica, e fino al raccordo con l'argine adeguato nell'ambito degli Interventi N°1 e N°3, la quota viene incrementata a 112.30 m s.l.m. in quanto risulta essere il tratto maggiormente sollecitato e per favorire il raccordo altimetrico con gli altri interventi.

Nel tratto in affiancamento con il fosso Acquanera si prevede di realizzare una scogliera in massi con le stesse caratteristiche di quella prevista nell'ambito dell'Intervento N°1, mentre nel tratto compreso tra la sezione M07 ed il raccordo con gli interventi N°1 e N°3 si prevede di disporre lato campagna un geocomposito tridimensionale lungo il paramento arginale al fine di assicurare una maggiore protezione nei confronti di possibili fenomeni di erosione.

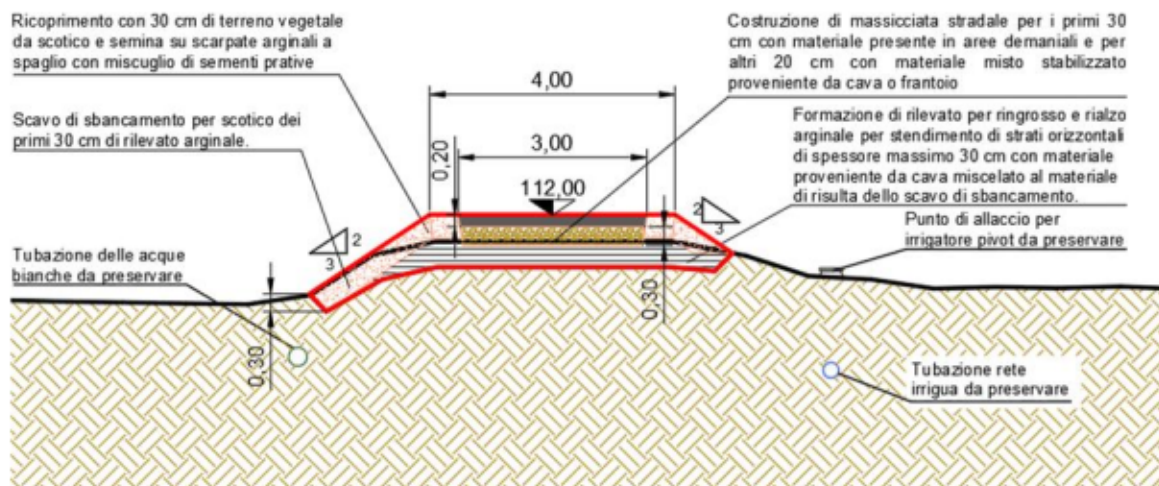


FIGURA 5-16 SEZIONE TIPOLOGICA DEL RINGROSSO DELLO STRADELLO TRA LA SEZIONE M01A E LA SEZIONE M04

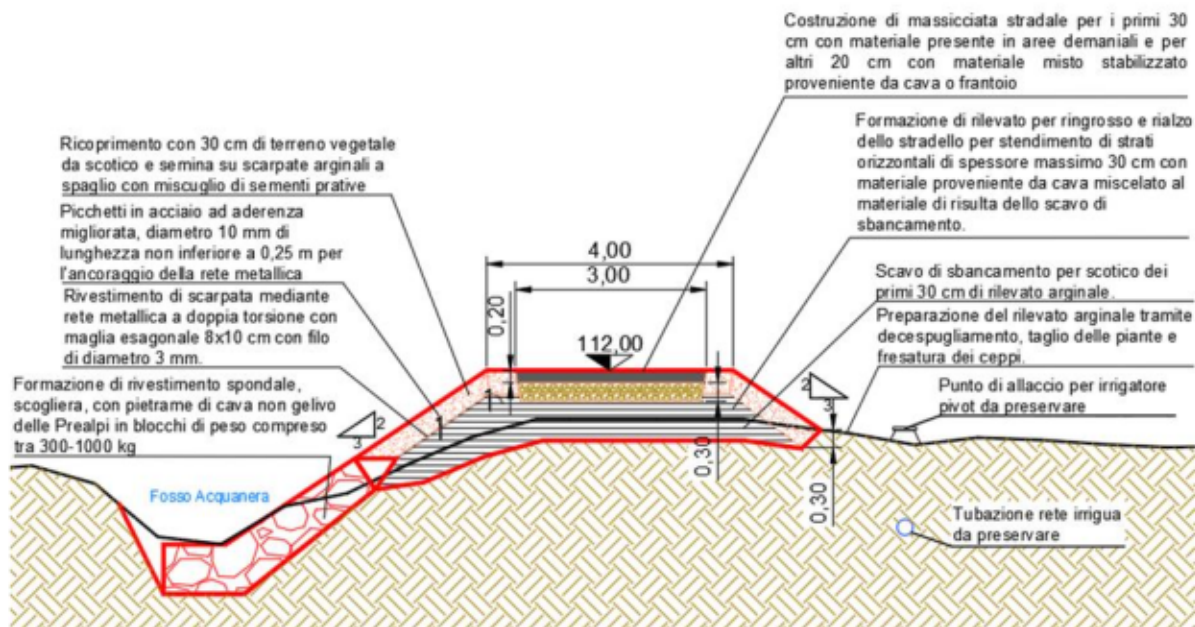


FIGURA 5-17 SEZIONE TIPOLOGICA DEL RINGROSSO DELLO STRADELLO TRA LA SEZIONE M04 ED IL MANUFATTO CHIAVICALE

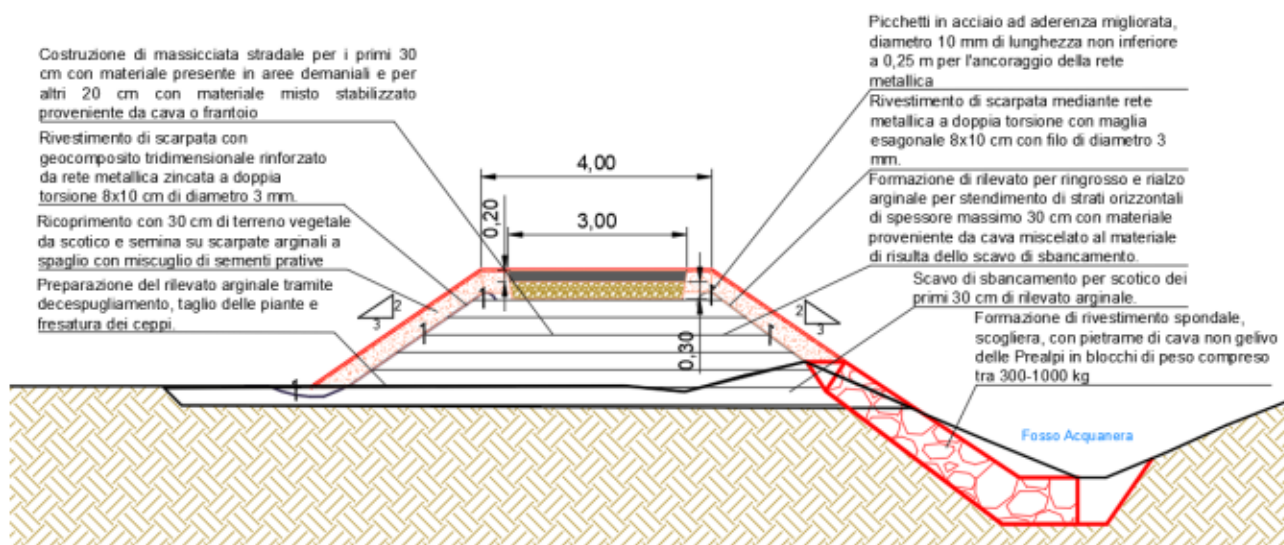


FIGURA 5-18 SEZIONE TIPOLOGICA DEL RINGROSSO DELLO STRADELLO TRA IL MANUFATTO CHIAVICALE E LA SEZIONE M08

Il potenziamento dello stradello di servizio ed il raccordo con l'argine esistente costituiscono una barriera insormontabile per le acque esondate che, di conseguenza, tenderebbero a ristagnare nell'area. Per ovviare a questa problematica, si prevede di realizzare un manufatto chiavicale dotato di una paratoia mobile meccanizzata da posizionare sul fosso Acquanera per garantirne la continuità idraulica e per consentire lo scarico verso valle delle acque esondate. La chiavica, di cui si riporta una sezione longitudinale in Figura 5-19, è dotata di una tubazione del diametro di 1000 mm che permetterà l'allontanamento delle acque senza arrecare disagi più a valle.

SEZIONE LONGITUDINALE A-A
Scala 1:50

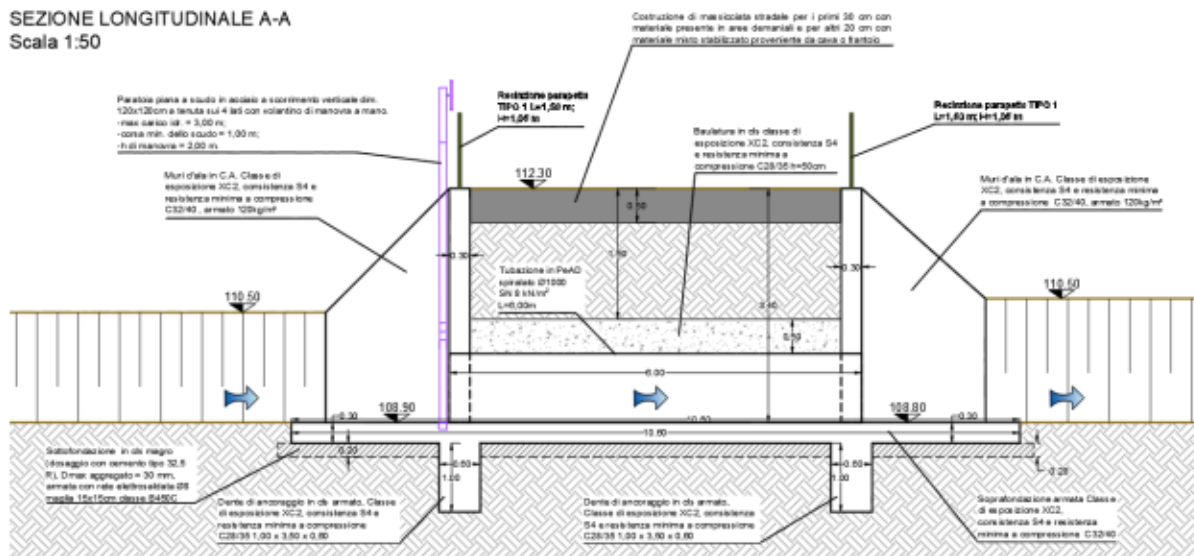


FIGURA 5-19 SEZIONE TRASVERSALE DEL MANUFATTO CHIAVICALE IN PROGETTO

5.3. INTERVENTO 3: REALIZZAZIONE DI UNA SOGLIA STRAMAZZANTE E RINGROSSO IN SAGOMA DELL'ARGINE GOLENALE ESISTENTE

L'Intervento N°3 prevede la realizzazione di una soglia stramazante in massi cementati sull'argine golendale esistente della lunghezza di circa 40 m ed il ringrosso in sagoma dell'argine golendale nel tratto di raccordo tra la soglia e gli interventi N°1 e N°2 per una lunghezza complessiva di circa 100 m.

Per maggiori dettagli in merito all'Intervento N°3 si rimanda all'elaborato PD.11.

5.3.1. Problematiche riscontrate nello Stato di Fatto

Come già messo in evidenza nel paragrafo precedente di descrizione dell'Intervento N°2, le acque che raggiungono l'area oggetto di intervento provengono da monte guidate a tergo dell'argine golendale dal fosso Acquanera (percorso viola in Figura 5-13), oppure a causa del crollo dell'argine stesso (percorso giallo in Figura 5-13). Una volta aggirato l'argine, le acque proseguono verso valle ed impattano ad elevata velocità contro il paramento lato campagna, provocando delle brecce di rientro come avvenuto nel 2019 (Figura 5-20).

La realizzazione delle opere previste nell'ambito dell'Intervento N°2 impediscono alle acque provenienti da monte di proseguire verso valle veicolate dal fosso Acquanera, potenzialmente aggravando la sollecitazione dell'argine golendale e causando un innalzamento dei tiranti idrici dell'allagamento nell'area. Per questo motivo è stato deciso di realizzare una soglia stramazante rivestita in massi che consenta il rientro in sicurezza delle acque esondate verso il torrente Orba, prevenendo un eccessivo innalzamento dei livelli idrici nell'area.

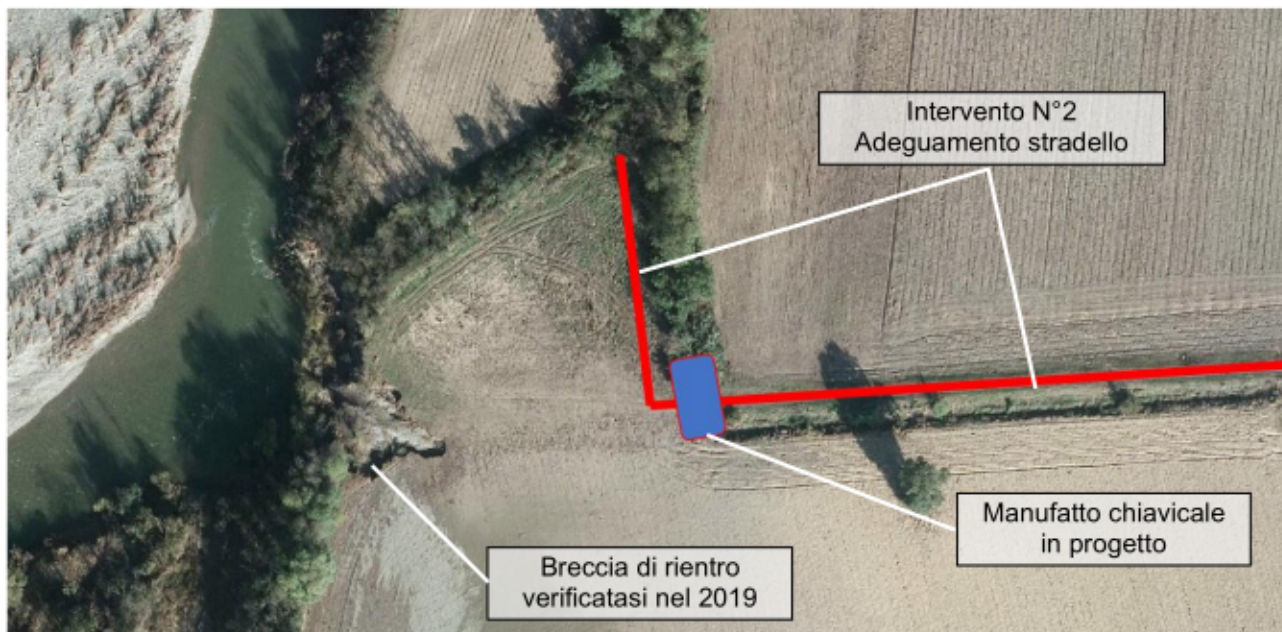


FIGURA 5-20 BRECCIA DI RIENTRO VERIFICATASI DURANTE L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 2019

5.3.2. Descrizione dell'intervento

La realizzazione della chiavica sul fosso Acquanera ed il suo raccordo con l'argine adeguato nell'ambito dell'Intervento N°1 determina un innalzamento dei tiranti dell'allagamento che raggiunge l'area a seguito delle esondazioni che giungono da monte, aggravando le sollecitazioni idriche dell'argine golenale ed esponendolo maggiormente a breccie di rientro, come già accaduto nel 2019. Per ovviare a questa problematica si è deciso di realizzare una soglia stramazzante tra le sezioni T02bis e T04bis abbassando la quota sommitale dell'argine golenale per consentire un deflusso delle acque in eccesso verso il torrente Orba (Figura 5-21).

La soglia prevista ha una lunghezza pari a 40 m ed è rivestita in massi cementati al fine di evitare l'insorgere di fenomeni erosivi che comprometterebbero la funzionalità dell'opera. La quota di innesco della soglia è posta a 110.90 m s.l.m. mentre l'attuale quota sommitale dell'argine in quel tratto varia tra i 112.70 m s.l.m. della sezione T04bis ed i 112.25 m s.l.m. della sezione T02bis. La quota del terreno al piede dell'argine nel tratto in oggetto è pari a 110.60 m s.l.m. lato campagna, e 109.70 m s.l.m. lato Orba con una sensibile pendenza verso l'alveo.

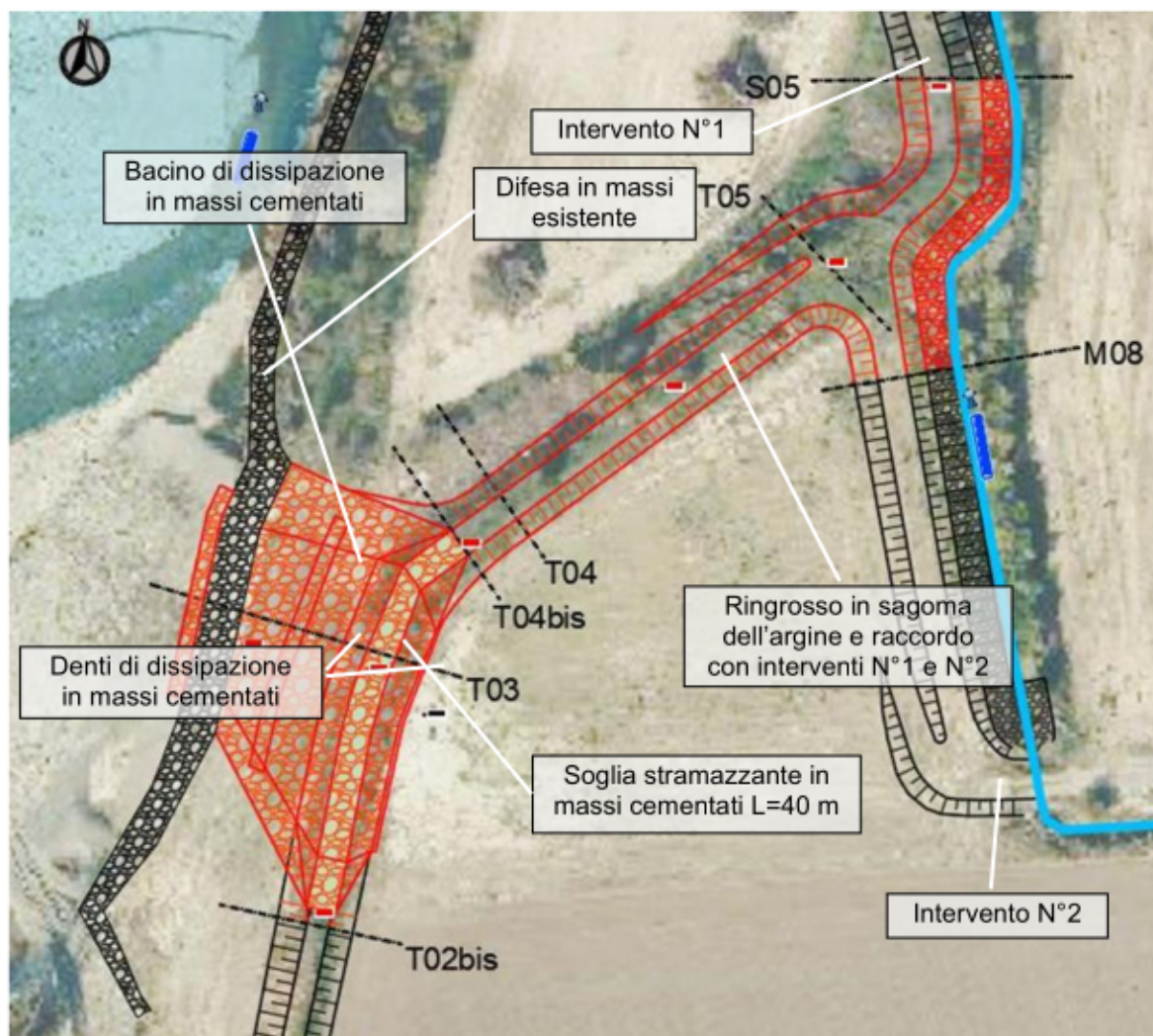
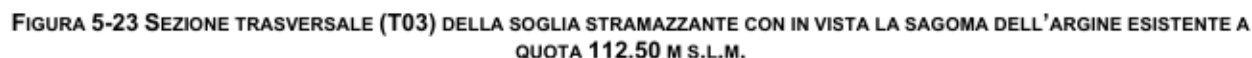


FIGURA 5-21 ESTRATTO DELLA PLANIMETRIA DI PROGETTO DELL'INTERVENTO N°3

A valle della soglia, lato fiume, è prevista la realizzazione di un bacino di dissipazione della lunghezza di circa 15 m realizzato in massi cementati del peso compreso tra i 1000 ed i 2000 kg che la colleghi con la scogliera esistente, prevenendo fenomeni erosivi a tergo della difesa che ne comprometterebbero la stabilità strutturale. Sono inoltre previsti due denti di dissipazione, anch'essi in massi cementati, da realizzarsi uno alla base della scogliera esistente ed uno di dimensioni maggiori a metà del bacino di dissipazione. In Figura 5-22 è riportata una sezione trasversale dell'opera (sezione T03).



Per maggiori dettagli in merito all'intervento in oggetto si rimanda all'elaborato PD.12.

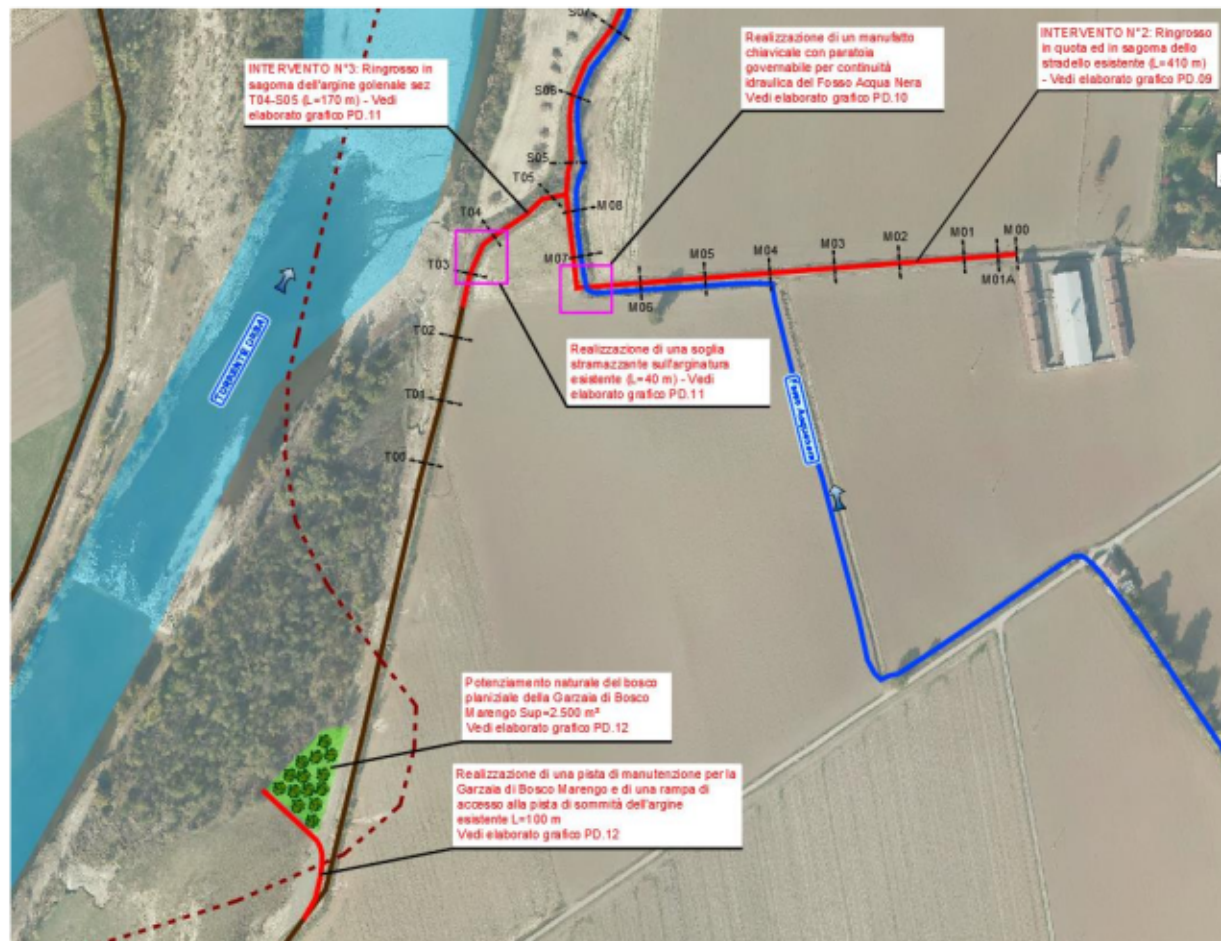


FIGURA 5-24 UBICAZIONE DELLA PISTA DI MANUTENZIONE DELLA GARZAIA DI BOSCO MARENGO RISPETTO AGLI INTERVENTI N°2 E N°3

5.4.1. Problematiche riscontrate nello Stato di Fatto

Come già messo in evidenza nei paragrafi precedenti di descrizione degli Interventi N°2 e N°3, l'argine golense a monte del tratto in cui è prevista la realizzazione della soglia stramazzante è soggetto alla formazione di brecce, come già accaduto in passato (Figura 5-13). Tale fenomeno è imputabile principalmente all'alta velocità delle acque che raggiungono la golena e che transitano nello stretto lembo di terreno erboso che si frappone tra l'argine golense e la Garzaia di Bosco Marengo, la cui forma ad "imbuto" ne intensifica gli effetti.

Un'altra problematica riscontrata è di tipo amministrativo. Sebbene l'area boscata occupata dalla Garzaia di Bosco Marengo sia interamente di proprietà dell'Ente Parco, non vi è un accesso diretto e tutte le aree

limitrofe sono proprietà private. Ne consegue che l'accesso all'area da parte dell'Ente Parco è subordinata al rilascio di autorizzazione da parte del proprietario delle aree private per il transito dei mezzi di manutenzione.

5.4.1. Descrizione dell'intervento

Alla luce delle problematiche riscontrate e descritte nel paragrafo precedente si è deciso di realizzare una pista di manutenzione con il duplice obiettivo di fornire un accesso diretto alla Garzaia da parte dell'Ente Parco e di contrastare la canalizzazione delle acque esondate dal torrente Orba nello stretto lembo di terreno erboso che separa la Garzaia dall'argine golenale.

La pista, della lunghezza di circa 45 m, presenta una quota sommitale maggiore rispetto a quella del piano campagna, posto a 110.60 m s.l.m., ed è rivestita in massi fino alla quota di 111.50 m s.l.m. (associata ad un evento TR 50 anni) per limitare i danni conseguenti al suo sormonto per eventi con tempo di ritorno superiore.

La pista è raccordata all'argine golenale tramite una rampa realizzata in modo da creare un continuum con il piede dell'argine esistente in modo che la corrente venga deviata, limitando al minimo la formazione di vortici che potrebbero generare fenomeni di erosione localizzata compromettendo la stabilità dell'argine.

L'area posta a tergo della pista, attualmente coltivata, risulterebbe interclusa tra la pista stessa, l'argine golenale e la Garzaia e, di conseguenza, non potrà più essere coltivata a causa delle piccole dimensioni (Superficie = 2000 m² circa) e delle difficoltà di manovra delle macchine agricole. Per questi motivi, si prevede che tale area verrà col tempo naturalmente e naturalmente ricompresa all'interno della Garzaia

La realizzazione della pista di manutenzione, che sarebbe di proprietà del demanio statale, apporterebbe inoltre grandi benefici all'Ente Parco che potrebbe fruire della pista senza più necessità di richiedere autorizzazioni ed avere un accesso diretto alla Garzaia.



FIGURA 5-25 ESTRATTO DELLA PLANIMETRIA DI PROGETTO DELLA PISTA DI MANUTENZIONE DELLA GARZAIA DI BOSCO MARENGO

6. INTERFERENZE COI SOTTOSERVIZI

In questo capitolo vengono analizzate le eventuali interferenze che le opere in progetto hanno con la rete locale dei sottoservizi e vengono proposte delle soluzioni per la loro risoluzione.

A seguito dei numerosi sopralluoghi effettuati e dell'interlocuzione con i gestori dei servizi potenzialmente presenti in zona sono emerse cinque potenziali interferenze:

1. Intervento N°1 sezioni S26-S35: interferenza con rete elettrica sospesa a media tensione gestita da ENEL e con sistema di irrigazione privato S35 a S29, entrambi lato campagna;
2. Intervento N°1 sezione S26: interferenza con pozzo irriguo e con locale pompe ad esso attiguo, lato campagna;
3. Intervento N°2 sezioni M00-M06: interferenza con sistema di irrigazione privato sul lato di valle dello stradello;
4. Intervento N°2 sezioni M00-M04: interferenza con tubazione interrata per lo scarico delle acque bianche del granaio di Cascina San Michele sul lato di monte dello stradello;
5. Intervento N°2: sezione M01A: interferenze con rete elettrica aerea a media tensione gestita da ENEL.

6.1. INTERFERENZA 1

Nell'ambito dell'Intervento N°1 è emersa la presenza di alcuni sottoservizi lato campagna tra le sezioni S35 e S26 nel tratto in cui è previsto il ringrosso in quota ed in sagoma dell'argine strategico esistente. In particolare, è presente una rete elettrica aerea a media tensione che si erge su 8 pali infissi nella parte bassa del paramento arginale lato campagna, come mostrato in Figura 6-1. Tale rete elettrica è gestita da ENEL, la quale è stata contattata più volte, sia mezzo PEC che telefonicamente, senza tuttavia ottenere riscontro alcuno.

Oltre alla rete elettrica ed ai relativi pali sono stati rilevati sul paramento arginale lato campagna n°10 pozzetti irrigui in cemento (Figura 6-1) collegati da una tubazione interrata che, probabilmente, corre al di sotto del piede arginale. Tali pozzetti hanno profondità totale 2.30 m di cui 1.30 m fuori terra e hanno larghezza pari a 70 cm.

Data la numerosità degli elementi interferenti con l'argine, si è deciso di adeguarlo in sagoma lato fiume (Figura 6-2), preservando l'attuale piede lato campagna del rilevato e mantenere inalterata l'attuale rete di sottoservizi. Sarà necessario durante le operazioni, in particolare nelle fasi di smantellamento del rilevato esistente, porre particolare attenzione al fine di evitare danneggiamenti agli elementi interrati ed ai cavi sospesi.



6.2. INTERFERENZA 2

Nell'ambito dell'Intervento N°1, in corrispondenza della sezione S26, è presente un pozzo irriguo con annesso locale pompe racchiuso all'interno di un edificio in mattoni come testimoniato dalla fotografia in Figura 6-3. A poca distanza dal pozzo è inoltre presente un palo della rete elettrica aerea a media tensione gestito da ENEL.

Gli elementi citati si trovano ad una distanza sufficiente dalle opere in progetto e non si prevede pertanto che vi siano interferenze.



FIGURA 6-3 INTERFERENZA 2 - POZZO IRRIGUO CON ANNESSO LOCALE POMPE IN MATTONI E PALO DELLA RETE ELETTRICA

6.3. INTERFERENZA 3

Nell'ambito dell'Intervento N°2, tra le sezioni M00 e M06, è presente una tubazione in destra dello stradello di servizio della Cascina San Michele a scopo irriguo con diametro 250 mm, interrata a circa 1.5 m di profondità e posta a 4 m dall'asse dello stradello. Ad una cadenza di 25 m sono presenti lungo tutto il tratto degli allacci per l'irrigatore di tipo pivot mostrati nella fotografia in Figura 6-4.

Il ringrosso dello stradello previsto nell'Intervento N°2 è realizzato in modo da garantire che il piede del rilevato si mantenga ad una distanza di circa 80 cm dai bocchettoni e, di conseguenza, dalla tubazione interrata. Si prevede di asportare durante le fasi di scavo solamente i primi 50 cm dello stradello esistente, evitando quindi possibili interferenze con la tubazione, la quale è interrata ad una profondità di 1.5 m.

Non si prevede pertanto di effettuare alcuna operazione particolare per la risoluzione dell'interferenza in quanto questa non sussiste. Si raccomanda in ogni caso l'impresa esecutrice dei lavori di prestare particolare attenzione a non arrecare danno al sistema irriguo durante le fasi di cantiere.



FIGURA 6-4 INTERFERENZA 3 - ALLACCIO ALLA TUBAZIONE PER L'IRRIGATORE PIVOT POSTO A LATO DELLO STRADELLO DI SERVIZIO DELLA CASCINA SAN MICHELE

6.4. INTERFERENZA 4

Nell'ambito dell'Intervento N°2, tra le sezioni M00 e M04, è presente interferenza con tubazione interrata per lo scarico delle acque bianche del granaio di Cascina San Michele sul lato di monte dello stradello. Tale tubazione è in CLS, ha un diametro pari a 600 mm ed è posta ad una profondità di 1.00 m. In corrispondenza di un punto mediano tra le sezioni M01 e M02 è presente un pozzetto di ispezione con tombino in ghisa posto a circa 3.5 m dall'asse dello stradello mostrato in Figura 6-5.

La tubazione è posta ad una profondità tale da non essere interessata dalle operazioni di scotico che interessano solamente i primi 50 cm di terreno, mentre il pozzetto interferisce con il paramento lato monte dello stradello ringrossato. Per risolvere tale interferenza si prevede di realizzare un muretto di contenimento ad U in blocchi prefabbricati di CLS in modo da sostenere il rilevato e consentire l'accesso al pozzetto.



FIGURA 6-5 INTERFERENZA 4 - POZZETTO DI ISPEZIONE DELLA TUBAZIONE DI SCARICO DELLE ACQUE BIANCHE DELLA CASCINA SAN MICHELE CON TOMBINO IN GHISA

6.5. INTERFERENZA 5

Nell'ambito dell'Intervento N°2, in corrispondenza della sezione M01A, è presente una interferenza con un palo della linea elettrica aerea a media tensione, come mostrato in Figura 6-6, posto a circa 5.60 m dall'asse dello stradello, lato monte.

Osservando l'estratto della planimetria di progetto dell'Intervento N°2 in Figura 6-7 si osserva come il palo della luce in oggetto non venga interessato dalle opere in progetto e non sono pertanto necessarie azioni per risolvere questa interferenza. Si raccomanda solamente l'impresa esecutrice di porre particolare attenzione durante il transito con i mezzi operatori a non collidere con i cavi sospesi.



FIGURA 6-6 INTERFERENZA 5 - PALO DELLA LINEA ELETTRICA AEREA A MEDIA TENSIONE IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE M01A

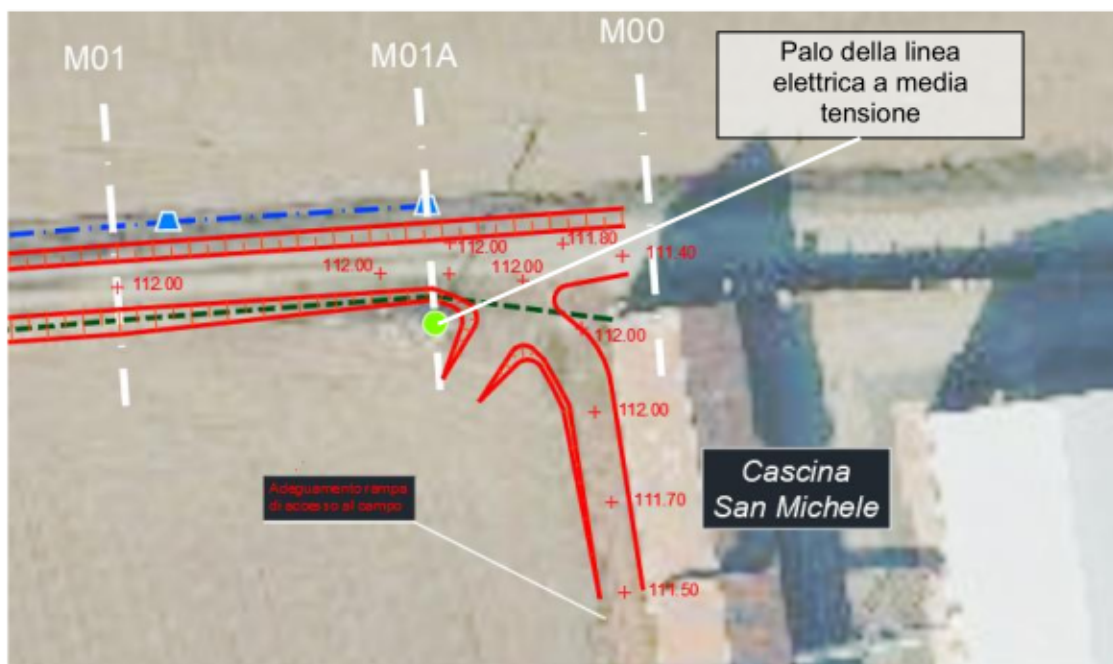


FIGURA 6-7 ESTRATTO DELLA PLANIMETRIA DI PROGETTO DELL'INTERVENTO N°2 IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE M01A

7. OPERE DI CANTIERIZZAZIONE

La tipologia delle opere oggetto di progettazione e la morfologia delle aree non richiedono particolari opere di cantiere, a meno delle piste provvisorie di accesso alle aree di interesse. L'area di cantiere è ben servita dalla viabilità ordinaria in quanto si trova a breve distanza dalla SP181 che collega i comuni di Casal Cermelli (AL) e Bosco Marengo (AL), e sono presenti numerose strade bianche di collegamento come mostrato in Figura 7-1.

Si prevede di posizionare l'area tecnica di cantiere in corrispondenza di un campo triangolare della superficie di circa 2600 m² confinato ad Ovest da una strada bianca di collegamento con la SP181, ad Est con il fosso irriguo che diparte dal ripartitore di portata del fosso Acquanera e a Sud dall'argine esistente. Per maggiori dettagli circa la viabilità di cantiere e l'area tecnica di cantiere si rimanda alla tavola PD.14.

Si raccomanda l'impresa esecutrice delle opere di astenersi dal transitare con mezzi pesanti sullo stradello di servizio di Cascina San Michele nel tratto compreso tra il granaio e l'edificio principale in quanto sono presenti al di sotto della strada delle tubazioni che possono essere facilmente danneggiate.

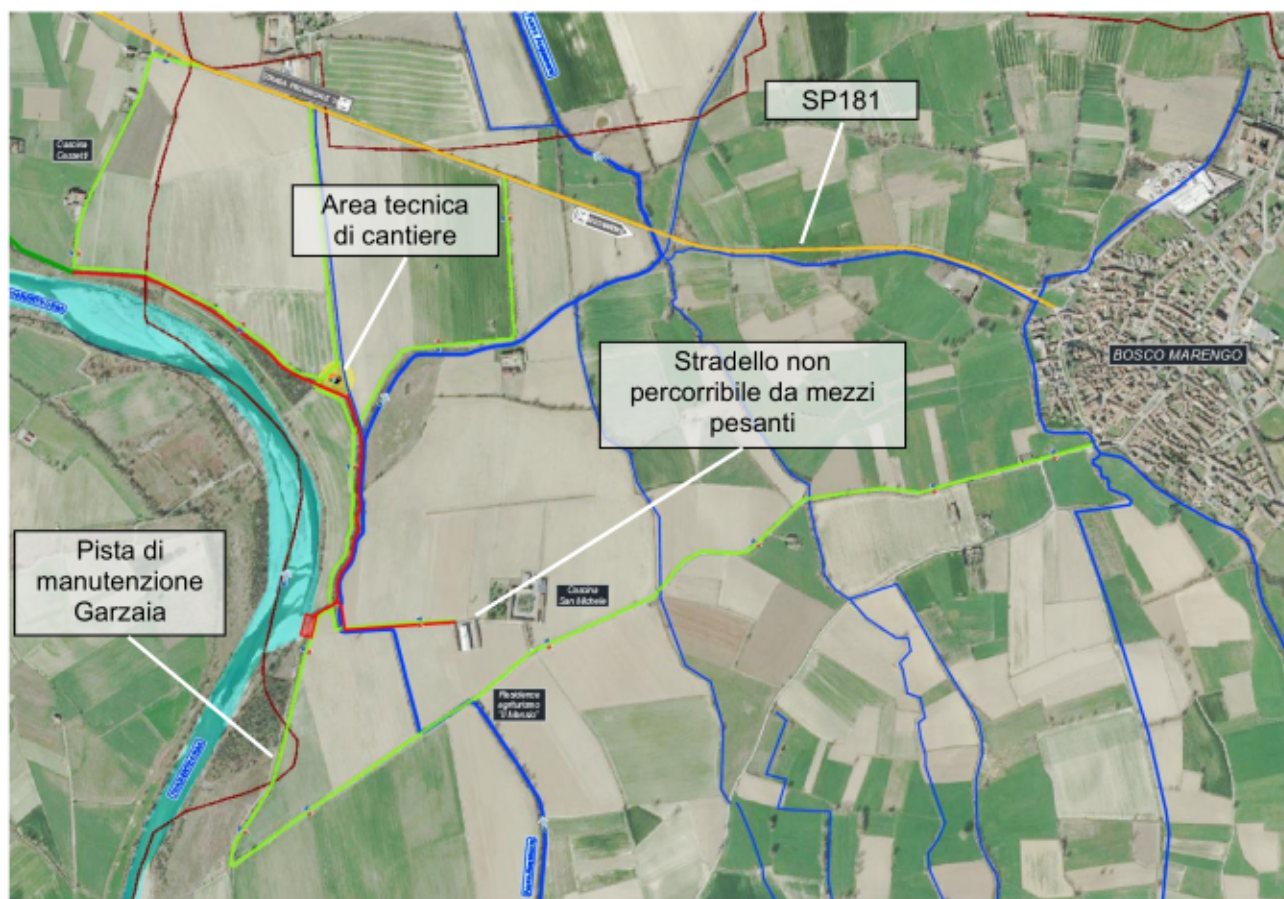


FIGURA 7-1 ESTRATTO DELLA PLANIMETRIA DEI PERCORSI DI CANTIERE - ELABORATO PD.14