

Indice del capitolo

2.	AMBIENTE IDRICO: LE ACQUE SUPERFICIALI	2
2.1.1.	<i>Premesse</i>	2
2.2.	Stato del settore	2
2.2.1.	<i>Il Fiume Adda</i>	2
2.2.2.	<i>Il Fiume Po</i>	4
2.2.3.	<i>Gli aspetti idrologici legati al progetto e minimo deflusso vitale</i>	5
2.2.4.	<i>Stato attuale della qualità delle acque superficiali</i>	8
2.3.	Pressioni attese e risposte progettuali.....	12
2.3.1.	<i>Risultati dello Studio di compatibilità idraulica</i>	12
2.3.2.	<i>Scarichi</i>	25
2.3.3.	<i>La valutazione degli impatti attesi a vasta scala</i>	27
2.4.	Fonti	29

2. AMBIENTE IDRICO: LE ACQUE SUPERFICIALI

2.1.1. Premesse

Il presente capitolo ha lo scopo di analizzare l'inserimento del progetto in esame nel contesto fluviale. In primo luogo verrà analizzato lo stato di fatto delle acque superficiali e dell'intorno significativo, per poi analizzare le modifiche indotte dal progetto e individuare i potenziali impatti sul regime idraulico. Essendo il progetto ubicato sull'Adda immediatamente prima della sua confluenza in Po, nella trattazione sono stati riportati quegli elementi del fiume Po utili alla comprensione delle dinamiche soprattutto di tipo idrauliche.

2.2. Stato del settore

2.2.1. Il Fiume Adda

Il bacino dell'Adda ha una superficie complessiva di circa 7.927 km², per il 94% circa in territorio italiano e per il rimanente 6% in territorio svizzero.

Complessivamente il bacino si trova per il 79% in ambito montano e per il 21% in pianura; la parte italiana del bacino si trova per l'81% in ambito montano e per il 19% in pianura. La quota in territorio italiano di questo bacino costituisce l'11% della superficie complessiva del bacino del fiume Po.

Il bacino imbrifero dell'Adda si compone dei seguenti sottobacini:

- Adda sopralacuale (Valtellina e Valchiavenna),
- Lago di Como,
- Adda sottolacuale,
- Brembo,
- Serio.

Le opere in progetto interessano il tratto terminale di Adda sottolacuale, che oltre a ricevere il Brembo e il Serio, è alimentato da un bacino di pianura di incerta definizione, in relazione alla fitta rete di canali e corsi d'acqua minori fittamente sviluppati che determinano interscambi con i bacini limitrofi. I principali affluenti in destra sono i torrenti Brembo di Mezzoldo, Enna, Brembilla, Imagna, Lesina e Dordo; in sinistra i torrenti Valsecca, Parina, Serina e Quisa.

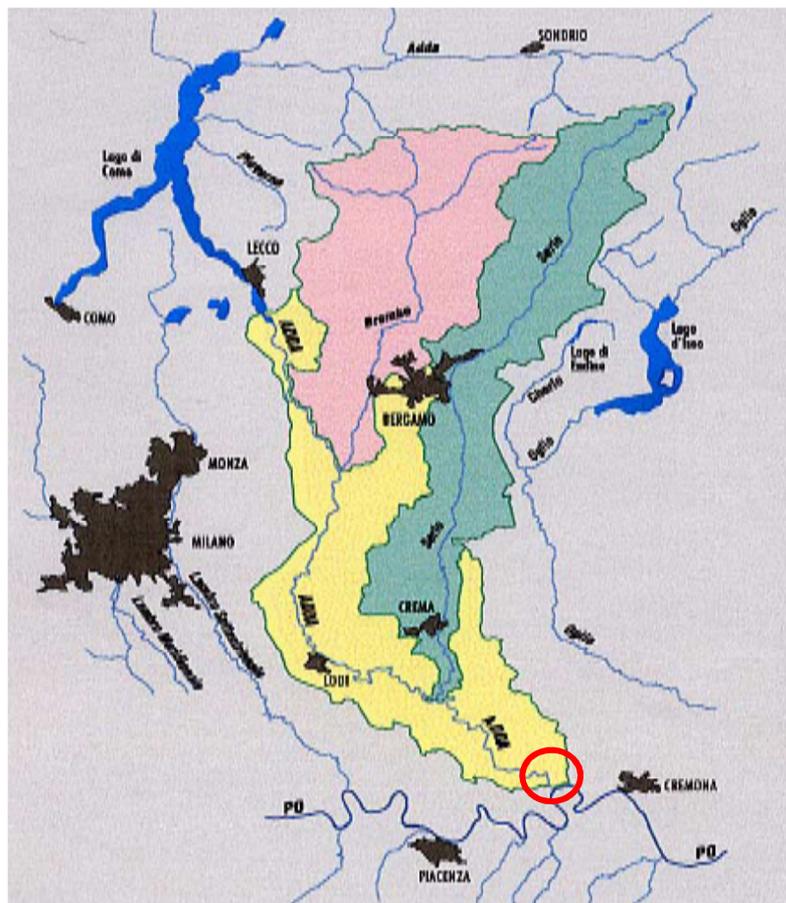


Figura 2. 1: Bacino dell'Adda sottolacuale: ambito geografico. Estratto da "fig. 6.1 linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi bacino dell'Adda sottolacuale – Autorità di Bacino del Fiume Po – PAI" con ubicazione dell'area interessata dal progetto

L'asta dell'Adda, a valle della confluenza del Brembo, è suddivisibile in tre tronchi omogenei per caratteristiche geometriche, morfologiche e idrauliche.

Il tronco di monte ha un alveo meandriforme, con curvature poco accentuate e presenza di formazioni alluvionali alimentate dall'apporto del Brembo, costituite in massima parte da ciottoli e ghiaia grossolana. La sezione dell'alveo inciso ha larghezza media di circa 200 m e altezza media di circa 6 m. Gli accumuli di materiale d'alveo comportano condizioni di deflusso irregolari, con conseguenti possibili fenomeni di instabilità morfologica.

Il tronco intermedio ha un alveo meandriforme, con curvatura più accentuata a monte e meno accentuata fino alla confluenza con il Serio, in cui permangono fenomeni di instabilità morfologica. La geometria dell'alveo è contraddistinta da una larghezza media di 80-100 m e da un'altezza di sponda media di 5,5 m. La pendenza, relativamente modesta rispetto ai tratti a monte, favorisce il deposito di materiale a granulometria medio-fine (nel campo delle ghiaie e delle sabbie).

Le formazioni alluvionali presenti sono alimentate ancora dall'apporto del Brembo e dalle erosioni di sponda riscontrabili in numerosi tratti.

Il tronco finale, prossimo alla confluenza con il Po e interessato dalle opere in progetto, ha un andamento a meandri con curvatura accentuata su cui sono inserite opere spondali e presenta fenomeni di instabilità evidenziati dalle locali tendenze all'erosione di sponda.

Le caratteristiche geometriche dell'alveo sono contraddistinte da una larghezza media pari a 100-120 m, con tendenza a presentare valori più ridotti all'uscita delle curve, e da una altezza media di sponda di 6-7 m. Il materiale d'alveo è di tipo ghiaioso, con presenza di lenti di sabbia molto consistenti.

2.2.2. Il Fiume Po

Il Po è il maggiore fiume italiano: il suo bacino idrografico comprende gran parte dell'Italia Settentrionale, per un totale di circa 71000 km² alla sezione di chiusura di Pontelagoscuro (FE). Trae le sue origini dal Monviso (CN), scorrendo poi attraverso la Pianura Padana fino al Mare Adriatico. Lungo il suo corso, riceve numerosi affluenti sia dalle Alpi che dagli Appennini, che incrementano notevolmente la sua portata. A Cremona, circa 10 km a valle della confluenza dell'Adda, il bacino drenato dal Fiume Po è di circa 50700 km².

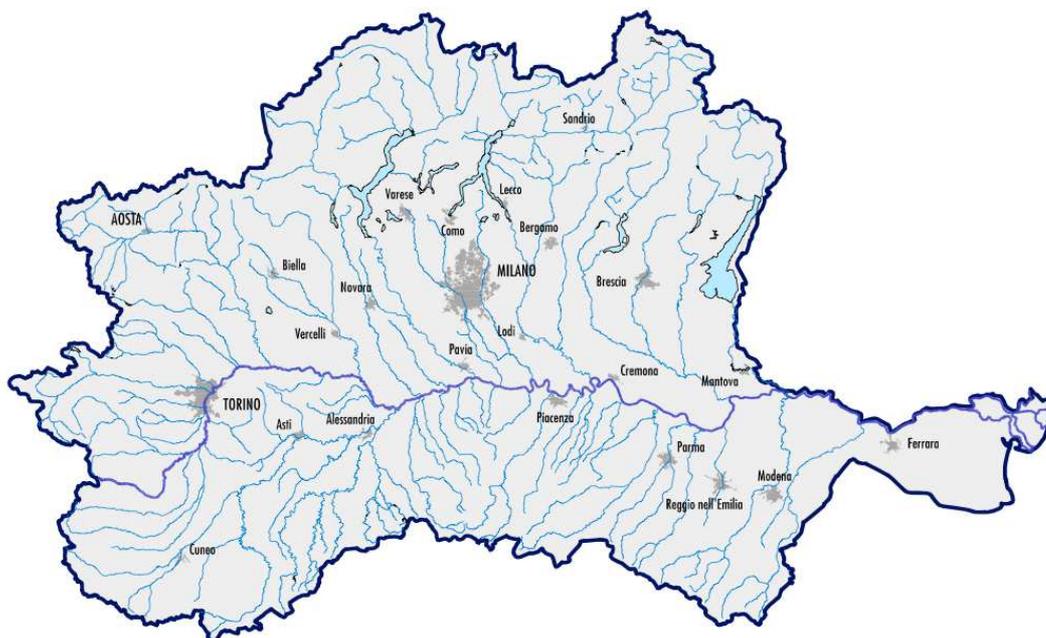


Figura 2. 2: Bacino idrografico del Fiume Po- Estratta dal P.A.I., Elaborato 3.1: Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico - Asta Po

A valle della confluenza del Ticino, il Po passa da un comportamento ancora con qualche carattere torrentizio a uno decisamente fluviale. Si ha infatti un andamento più uniforme della portata durante l'anno per gli apporti degli affluenti dai grandi laghi alpini. La pendenza assume valori compresi tra 0.2‰ e 2‰. Nel tratto compreso tra Castel San Giovanni (PC) e Cremona, in cui avviene la confluenza dell'Adda, il fiume conserva ancora parte dell'andamento estremamente meandreggiante di

un tempo, testimoniato dalle tracce dei paleovalvi. Le arginature sono continue su entrambe le sponde e hanno tracciato irregolare, con distanze tra gli argini sulle sponde opposte comprese tra 1 km e 4 km. Tale distanza elevata fa sì che l'effetto di laminazione delle piene in questo tratto di fiume sia particolarmente significativo: tra la confluenza con il Ticino e Pontelagoscuro, la portata di piena rimane circa costante, nonostante l'estensione del bacino raddoppi. In questo tratto di Fiume, il limite esterno della Fascia B segue quello delle arginature maestre, mentre la Fascia C è spesso delimitata dai terrazzi alluvionali risalenti alle glaciazioni.

2.2.3. *Gli aspetti idrologici legati al progetto e minimo deflusso vitale*

L'articolata configurazione del bacino del Po, composto da corsi d'acqua alpini e collinari (Piemonte), alpini regimati da laghi (Lombardia) e appenninici, con regimi idrologici diversi, determina situazioni di piena differenti, dipendenti dalle diverse distribuzioni spazio-temporali degli apporti dai tributari.

Il tratto in esame del fiume Adda, invece, fa parte dei quei tratti sub-lacuali dei corsi d'acqua lombardi (Ticino, Adda, Oglio, Chiese e Mincio) in cui assumono importanza l'effetto di laminazione dei colmi di piena lungo l'asta, la non contemporaneità delle piene sugli affluenti e la regolazione dei laghi.

L'ubicazione del progetto a così poca distanza dalla confluenza Adda-Po ha quindi comportato la valutazione di un regime idrologico complesso che tenesse in considerazione l'interazione dei due fiumi.

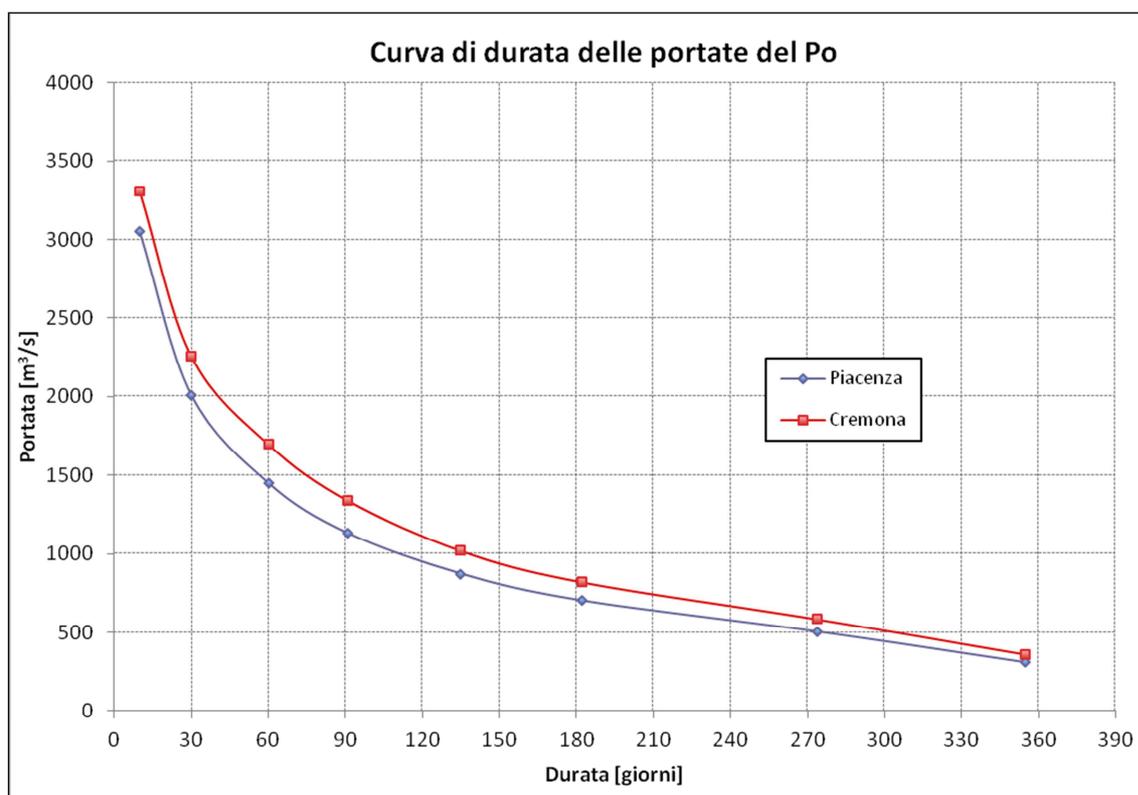
Per questo è stato deciso di porre alla base dello studio idraulico l'idrologia già valutata nello Studio di Fattibilità¹ la quale ha avuto come base di partenza le stime delle portate di piena effettuate dall'AdBPo negli studi condotti per il PAI; dette stime sono state aggiornate ed approfondite nello Studio di fattibilità stesso. In particolare, lo Studio di fattibilità ha effettuato una valutazione delle onde di piena per assegnati valori di tempo di ritorno.

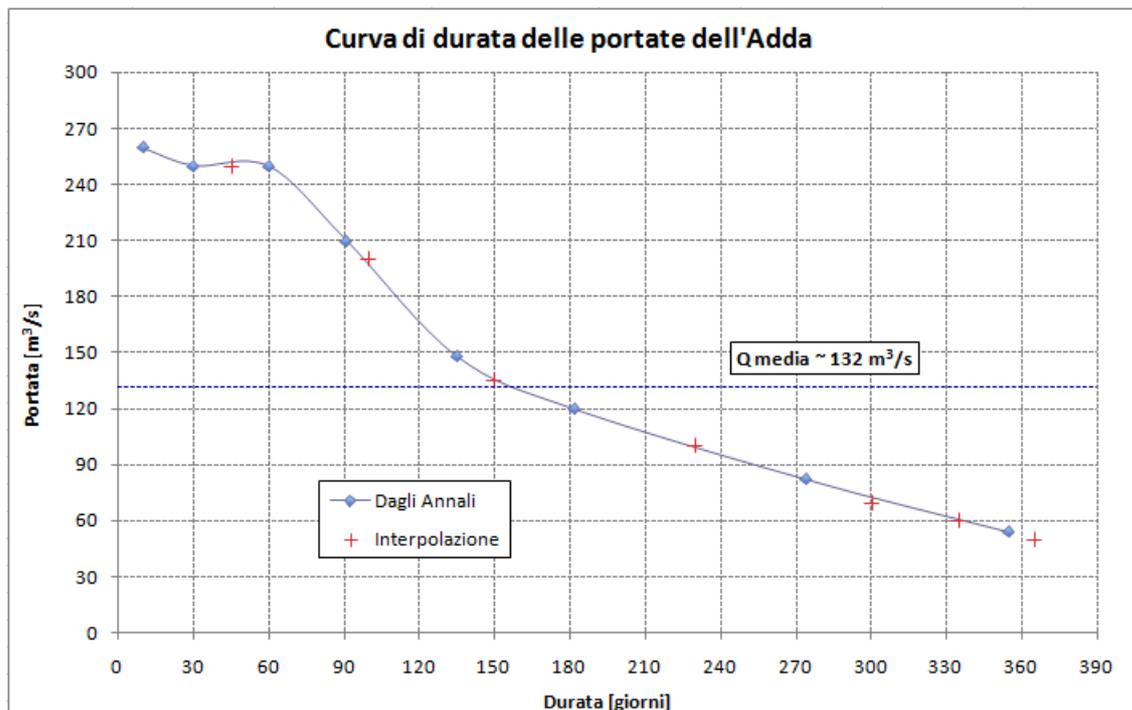
Unico dato idrologico ulteriore, ai fini delle verifiche idrauliche, è la curva di durata delle portate a Pizzighettone (tratta dal PGT di Castiglione d'Adda) da cui è stata desunta la portata di piena ordinaria (definita tradizionalmente comelivello o portata di piena in una sezione di un corso d'acqua che, rispetto alla serie storica dei massimi livelli o delle massime portate annuali verificatisi nella stessa sezione, è uguagliata o superata nel 75% dei casi) pari a 210 mc/s.

¹ "Studio di Fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda", redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Invece, ai fini del calcolo delle portate disponibili il progetto si è basato su un bilancio di massa del Po semplificato da cui è stata desunta la curva di durata riportata nella tabella e nei grafici seguenti. La portata media annua dell'Adda alla sezione d'interesse risulta pari a circa 132 m³/s.

Q (Q _{orni})	Po CR [m ³ /s]	Po PC [m ³ /s]	Adda [m ³ /s]
10	310	205	260
30	260	170	250
45	230	150	250
60	200	130	250
91	150	100	210
100	140	90	200
135	120	80	148
150	110	75	135
182	100	70	120
230	80	60	100
274	60	50	82
300	50	45	70
335	40	40	60
355	35	35	54
365	30	30	50
ANO	184,8	152,3	132,5





Il progetto prevede una portata massima di derivazione di 120 m³/s, presente in alveo per circa metà anno in base alla curva di durata considerata.

Gli art. 14 e 15 del Regolamento regionale 24 marzo 2006 n. 2 prevedono, fra i criteri per il rilascio della concessione, che sia “garantito il deflusso minimo vitale (DMV) a valle della captazione” “così come determinato per ciascuna sezione dal corso d’acqua dalla pianificazione di settore e della normativa vigente al momento dell’assunzione del provvedimento”.

In realtà la Regione Lombardia, già con la L.R. n. 25 del 26/5/1982, all’art. 19, aveva richiesto agli Enti che rilasciano le concessioni di derivazione d’acqua di predisporre norme disciplinari per prevedere il deflusso continuo d’una quantità di acqua sufficiente a garantire anche in periodi di magra la sopravvivenza e la rimonta dell’ittiofauna.

Nel caso specifico, essendo l’impianto realizzato a ridosso di un salto di fondo creato da una soglia preesistente, la presa e la restituzione vengono mantenute praticamente nello stesso punto, senza variazioni del regime idrologico in nessun tratto del corso d’acqua, nel quale continuerà a transitare l’intera portata attualmente disponibile.

Di conseguenza perde di significato l’applicazione stessa del Deflusso Minimo Vitale.

Ad ogni modo, il progetto prevede lo sfioro continuo di 2,53 m³/s (corrispondenti a una lama d’acqua di 5 cm) dal ciglio dello sbarramento, nonché il rilascio, sempre in continuo, di ~1,44 m³/s con funzione di richiamo (396 l/s) e alimentazione (1.045 l/s) della scala pesci.

Quadro di riferimento ambientale

In totale saranno dunque rilasciati circa 4 m³/s dalla traversa; detto rilascio avverrà in continuo nelle condizioni di normale esercizio, mentre perde chiaramente di significato in condizioni di piena, quando lo sbarramento sarà abbassato e l'impianto stesso non sarà in funzione.

La tabella seguente riporta, per le varie durate, la portata dell'Adda, quella disponibile (cioè depurata dei rilasci e limitata alla massima derivabile) e quella effettivamente derivata dall'impianto.

durata	Adda	disp.	der.
orni	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
10	260	20	0
30	250	20	50
45	250	20	80
60	250	20	104
91	210	20	20
100	200	20	20
135	148	20	20
150	135	20	20
182	120	16	16
230	100	96	96
274	82	78	78
300	70	66	66
335	60	56	56
355	54	50	50
365	50	46	46
ANNO	2,50	5,60	5,72

2.2.4. Stato attuale della qualità delle acque superficiali

Il Programma di Tutela e Uso delle Acque è stato approvato con Deliberazione del Consiglio regionale n. 2244 del 29 marzo 2006. Insieme all'Atto di indirizzo, approvato con Delibera Consigliare n. VII/1048 del 28 luglio 2004, costituisce il Piano di Gestione del bacino idrografico previsto dalla LR n. 26/2003 e, nella sua prima elaborazione, costituisce il "Piano di tutela delle acque" previsto dal Decreto legislativo n. 152 dell'11 maggio 1999, all'articolo 44.

Il Piano costituisce lo strumento di programmazione a disposizione della Regione e delle altre amministrazioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici fissati dalle Direttive Europee, attraverso un approccio che deve necessariamente integrare gli aspetti qualitativi e quantitativi, ma anche ambientali e socio-economici.

La metodologia per la classificazione dei corsi d'acqua è dettata da quanto previsto nel D.Lgs 152/99, successivamente compreso nella parte III del D.lgs 152/2006 e s.m.i., che definisce gli indicatori necessari per la ricostruzione del quadro conoscitivo rappresentativo dello Stato Ecologico e Ambientale delle acque sulla base del quale misurare il raggiungimento degli obiettivi di qualità

prefissati. Alla definizione dello Stato Ecologico contribuiscono sia parametri chimico - fisici di base relativi al bilancio dell'ossigeno ed allo stato trofico (indice Livello di Inquinamento da Macrodescrittori, di seguito L.I.M.), sia la composizione della comunità macrobentonica delle acque correnti (Indice Biotico Esteso, di seguito I.B.E.).²

Fra i punti di monitoraggio individuati nel PTUA, quello sul fiume Adda più vicino all'impianto in progetto è sito a Pizzighettone. Nella seguente tabella **la classificazione del PTUA per il tratto considerato da cui risulta uno stato "sufficiente"**.

² Per i dettagli sull'individuazione dei corpi idrici da monitorare e le metodologie di analisi si rimanda a quanto descritto nel quadro programmatico

Corpo idrico	Rilevanza del corpo idrico	Tipo	Punti di monitoraggio	LIM classe valore	IBE classe valore	SECA	SACA
Fiume Adda	Significativo	Naturale	Calolziocorte	2	II	2	
				300	8		
			Cornate d'Adda	2	I	2	
				320	9		
			Rivolta d'Adda	2	III	3	Sufficiente
				400	7		
			Cavenago d'Adda	2	II	2	Buono
				280	9		
			Pizzighettone	2	III	3	Sufficiente
				350	7		

Figura 2. 3: Classificazione del fiume Adda sublacuale relativa ai dati di monitoraggio dell'anno 2003 (PTUA – relazione, capitolo 4.2)

Il monitoraggio sulla qualità delle acque superficiali è effettuato in modo sistematico da ARPA Lombardia sull'intero territorio regionale dal 2001, secondo la normativa vigente. A partire dal 2009 il monitoraggio è stato gradualmente adeguato ai criteri stabiliti a seguito del recepimento della Direttiva 2000/60/CE. Il monitoraggio, che si basa su cicli sessennali, si è concluso nel 2014 e sta portando alla revisione del Piano di Gestione del distretto idrografico Padano, previsto per il 2015.

I dati disponibili sono relativi all'anno 2013 e pubblicati nel Rapporto sullo Stato Ambientale 2013³.

La rete di monitoraggio dei corsi d'acqua nel bacino dell'Adda sublacuale è costituita da 64 punti di monitoraggio, di cui 19 punti collocati nel bacino direttamente afferente all'asta dell'Adda sublacuale. Il punto di monitoraggio dell'Adda dal fiume Serio all'immissione nel Po è a Pizzighettone (CR) con un ciclo di monitoraggio operativo triennale.

Corso d'acqua	Località	Prov.	STATO ECOLOGICO		STATO CHIMICO	
			Classe	Elemento che determina la classificazione	Classe	Sostanze che determinano la classificazione
Adda	Calolziocorte	LC	SUFFICIENTE	macroinvertebrati - macrofite	NON BUONO	mercurio
	Trezzo - Viale del Cimitero	MI	BUONO	macroinvertebrati - LIMeco - arsenico	BUONO	-
	Fara Gera d'Adda	BG	ND	-	BUONO	-
	Montanaso Lombardo	LO	BUONO	macroinvertebrati - macrofite - LIMeco - arsenico	BUONO	-
	Pizzighettone	CR	BUONO	macroinvertebrati - diatomee - arsenico - cromo - terbutilazina - terbutilazina desetil	BUONO	-

³ Stato delle acque superficiali – Bacino del fiume Adda e lago di Como- Rapporto annuale 2013, ARPA Lombardia, ottobre 2014.

Figura 2. 4: Estratto dalla tabella "Stato dei corsi d'acqua del bacino dell'Adda sublacuale nel triennio 2009-2011 (Rapporto annuale 2013, p. 29)

Nelle seguenti immagini è rappresentato lo stato biologico e chimico nei diversi punti di monitoraggio del bacino dell'Adda sublacuale 2009-2011:

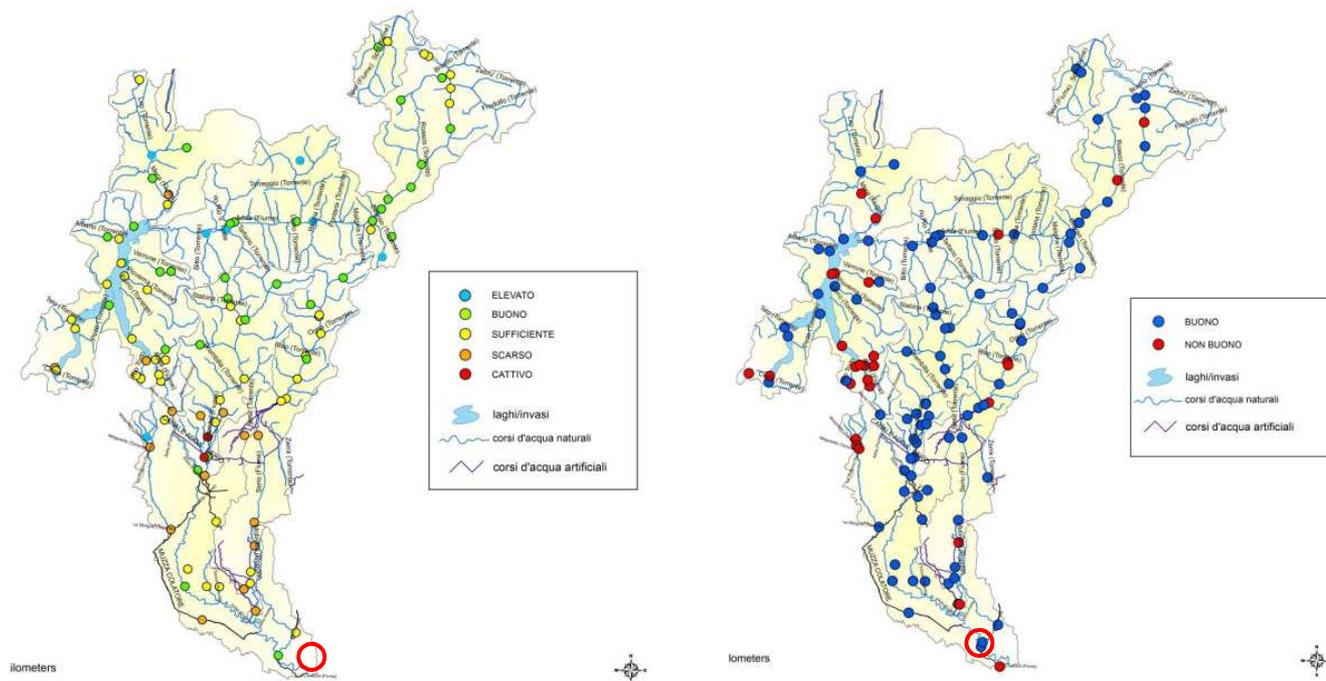


Figura 2. 5: Stato biologico e stato chimico dei corsi d'acqua del bacino dell'Adda sublacuale nel triennio 2009-2011 (Rapporto annuale 2013, pp. 33-34)

Nel 2012 è stato avviato il secondo triennio di monitoraggio. Nella seguente tabella sono messi a confronto i dati rilevati negli anni 2012 e 2013.

Lo stato biologico risulta, come nel triennio precedente, *buono*, mentre lo stato chimico nel 2012 ha visto un peggioramento in classe *non buono*, con ripresa nel 2013.

Corso d'acqua	Località	Prov.	Elementi di qualità biologica						Elementi generali chimico-fisici a sostegno		STATO CHIMICO	
			macroinv.		diatomee		macrofite		LIMeco		2012	2013
			2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013		
Adda	Calolziocorte	LC	-	-	ELEVATO	-	-	SUFFICIENTE	ELEVATO	ELEVATO	NON BUONO	NON BUONO
	Trezzo - Viale del Cimitero	MI	-	-	-	-	-	-	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO
	Fara Gera d'Adda	BG	-	-	-	-	-	-	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
	Montanaso Lombardo	LO	-	-	-	-	-	-	SCARSO	BUONO	BUONO	BUONO
	Pizzighettone	CR	BUONO	BUONO	BUONO	-	-	-	BUONO	SUFFICIENTE	NON BUONO	BUONO

Figura 2. 6: Estratto dalla tabella "Esito del monitoraggio dei corsi d'acqua del bacino dell'Adda sub lacuale eseguito nel 2013 e confronto 2012" (Rapporto annuale 2013, p. 38)

2.3. Pressioni attese e risposte progettuali

L'impianto in progetto si colloca in sponda destra del fiume Adda e tra le opere da realizzare è prevista la realizzazione di uno sbarramento su una traversa esistente.

Le opere in progetto quindi vanno ad interferire localmente con l'alveo e la zona golenale del fiume Adda ed indirettamente con la creazione di un rigurgito per un tratto compreso fino alla sezione 19, circa 3 km a valle della traversa esistente a Pizzighettone.

Ne consegue che l'alterazione dei regimi idrodinamici a monte delle opere di sbarramento crea degli effetti designati come "bacinizzazione". Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni idrauliche che permettono la valutazione delle pressioni del progetto sulle matrici ambientali coinvolte.

2.3.1. Risultati dello Studio di compatibilità idraulica

Lo studio ha preso in considerazione tutti gli elementi conoscitivi necessari a valutare la compatibilità idraulica delle opere di progetto, in ottemperanza alla Direttiva 4 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B" approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale n.2 dell'11 maggio 1999 – aggiornata con deliberazione n.10 del Comitato Istituzionale del 5 aprile 2006 – e allo specifico Allegato alla deliberazione n. 8 del 21 Dicembre 2010 "Criteri integrativi per la valutazione della compatibilità di opere trasversali e degli impianti per l'uso della risorsa idrica".

Inoltre si fa riferimento a:

- "Studio di Fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda", redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po (denominato Studio di Fattibilità);
- "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po" (PAI), redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po;
- Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvione (PGRA), redatto dall'AdBPo.

L'impianto in progetto è ubicato tra le sezioni n. 02 e n. 03 individuate nelle tavole di delimitazione delle fasce fluviali allegate al Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino

del Fiume Po "Interventi sulla rete idrografica e sui versanti - Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter - Tavole di delimitazione delle fasce fluviali FOGLIO 162 - Piacenza PO 22".

E' stato analizzato quindi il tratto di fiume Adda compreso tra il ponte ferroviario di Pizzighettone (AD027 del PAI) e la confluenza nel Po, per una lunghezza totale di circa 14,2 km, e il tratto del Fiume Po compreso tra Isola Serafini e Cremona.

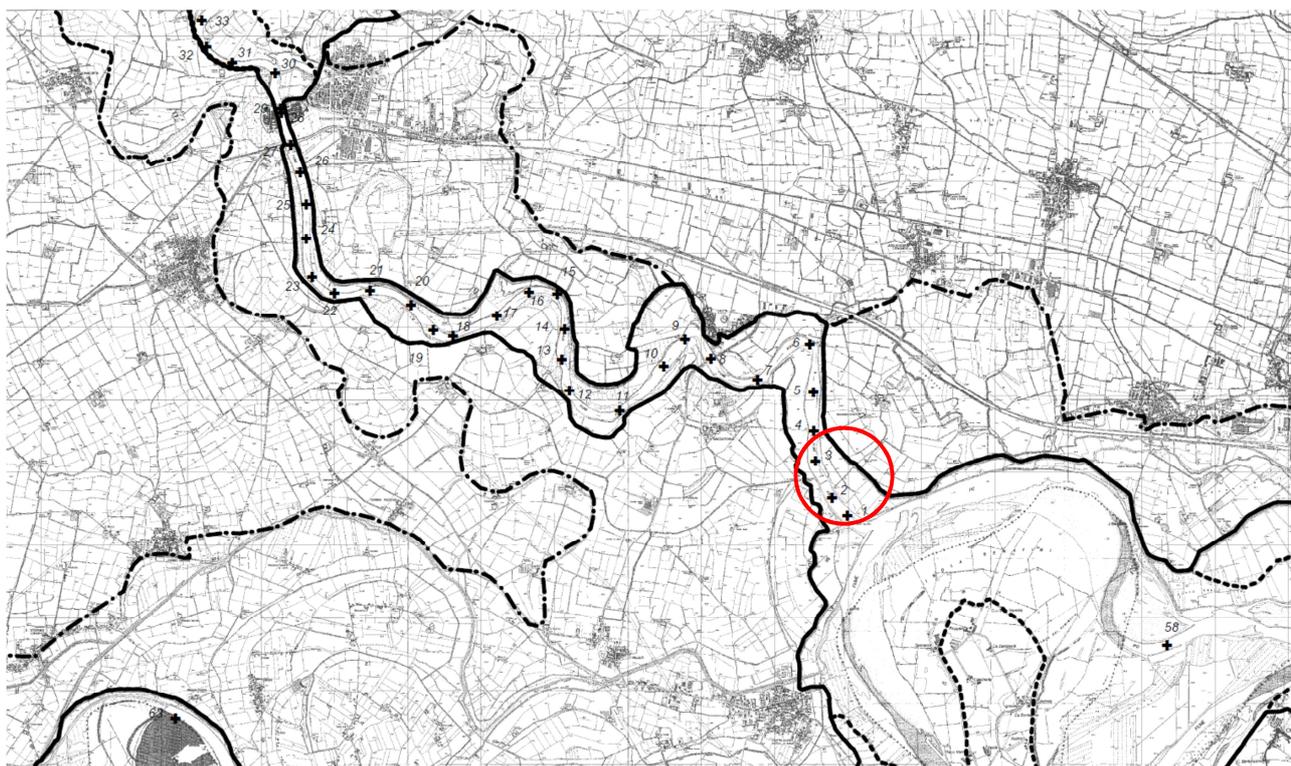


Figura 2. 7: Immagine tratta dal Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po "Interventi sulla rete idrografica e sui versanti - Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter - Tavole di delimitazione delle fasce fluviali FOGLIO 162 - Piacenza PO 22"



Figura 2. 8: Ortofoto dell'area di interesse con l'indicazione delle sezioni desunte dal PAI e la sezione di progetto. L'area modellizzata ai fini del presente studio si estende dal ponte ferroviario di Piazzighettone (monte) a poco a monte della confluenza in Po (valle).

Innanzitutto è stata svolta la verifica in riferimento alla Direttiva 4/2006 dell'AdBPo, in cui la portata assunta per le valutazioni idrauliche è quella per cui è stata condotta la delimitazione della Fascia B, ovvero la portata per tempo di ritorno di 200 anni.

Come già anticipato, data l'ubicazione specifica dell'impianto in progetto, non distante dalla confluenza dell'Adda in Po, i massimi livelli di piena per assegnato tempo di ritorno possono verificarsi a causa del rigurgito idraulico provocato da una piena in Po caratterizzata dalla stessa rarità. Nel rispetto dei risultati ottenuti ed illustrati nello Studio di Fattibilità dell'Adda, che evidenziano la dominanza delle piene del Po nel tratto terminale dell'Adda, si è deciso di svolgere le simulazioni idrauliche tenendo conto sia della portata di piena duecentennale dell'Adda, che della portata di piena duecentennale del Po: naturalmente, l'evento di piena duecentennale concomitante in Adda e Po ha una frequenza di accadimento molto minore e non è stato preso in esame.

Si sono analizzati quindi due diversi scenari di piena:

- il primo (**caso A**) prevede che si verifichi un evento di piena duecentennale in Adda, mentre in Po è presente una piena ordinaria;
- il secondo (**caso B**) prevede che la piena duecentennale si verifichi nel Po, mentre in Adda è presente una piena ordinaria.

Per tutte le simulazioni effettuate, al fine di studiare dal punto di vista idraulico il tratto in corrispondenza dell'opera di progetto, sono stati creati due modelli numerici: un modello monodimensionale mediante il software HEC-RAS (U.S.A.C.E.), che schematizza il tratto del Fiume Po compreso tra Isola Serafini e Cremona, ed uno bidimensionale ai volumi finiti mediante l'ausilio dei software SMS (Aquaveo) e BASEMENT (ETH Zurich) per riprodurre, con diversi scenari di portata, i profili di corrente nel tratto di Fiume Adda compreso tra il ponte ferroviario di Pizzighettone e la confluenza in Po. Lo scopo del modello monodimensionale del tratto di Po è stato quello di fornire le condizioni al contorno da imporre nella sezione di valle del modello bi-dimensionale del tratto di Adda, in caso di rigurgito da Po in Adda.

Nella seguente immagine è riportata l'area di studio con individuazione del dominio ottenuto da importazione del DTM nel software di calcolo SMS.

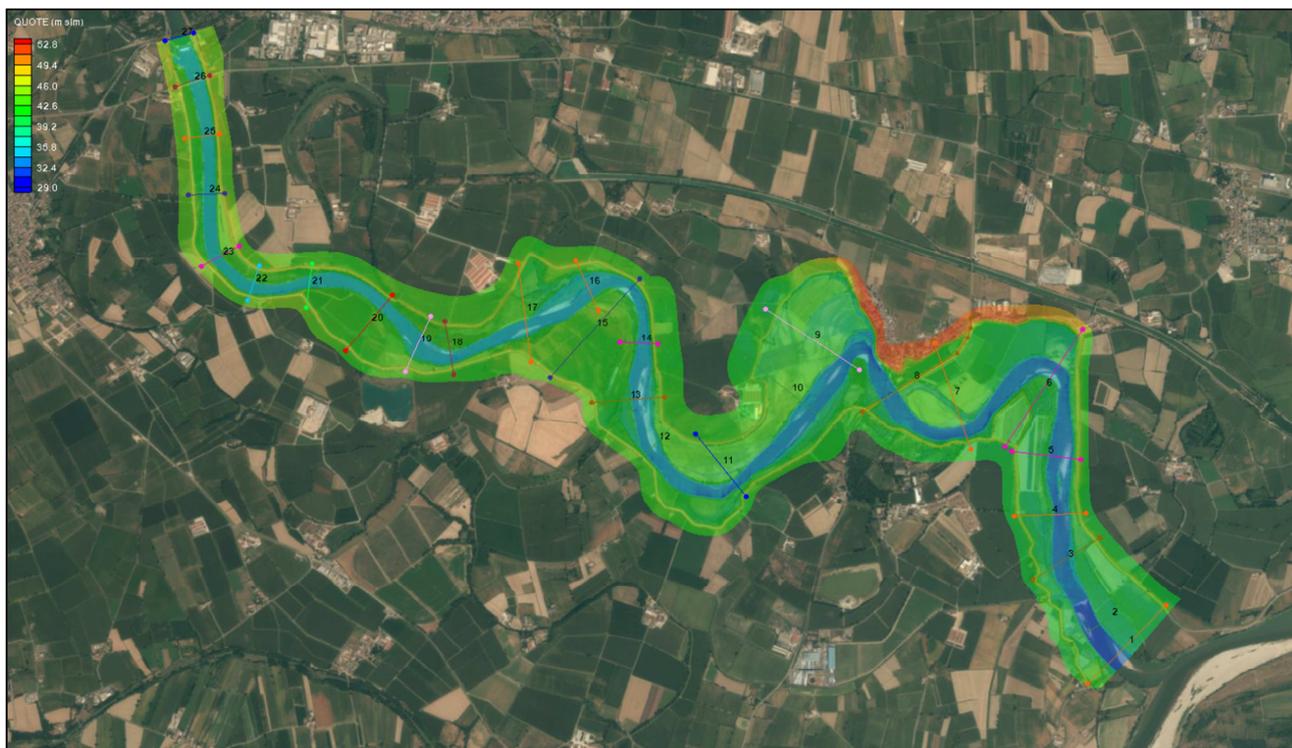


Figura 2. 9: Mesh di calcolo che riporta le quote del terreno in scala di colori come indicato in legenda, sovrapposta ad ortofoto presa dal software SMS (Aquaveo). Sono indicate anche le sezioni in cui è stata suddivisa l'area di calcolo.

La geometria posta invece alla base del modello monodimensionale sviluppato in HEC-RAS, che schematizza il tratto del Fiume Po compreso tra Isola Serafini e Cremona, è stata creata inserendo nel modello stesso le sezioni AIPO "rilievo fluviale del 2005".

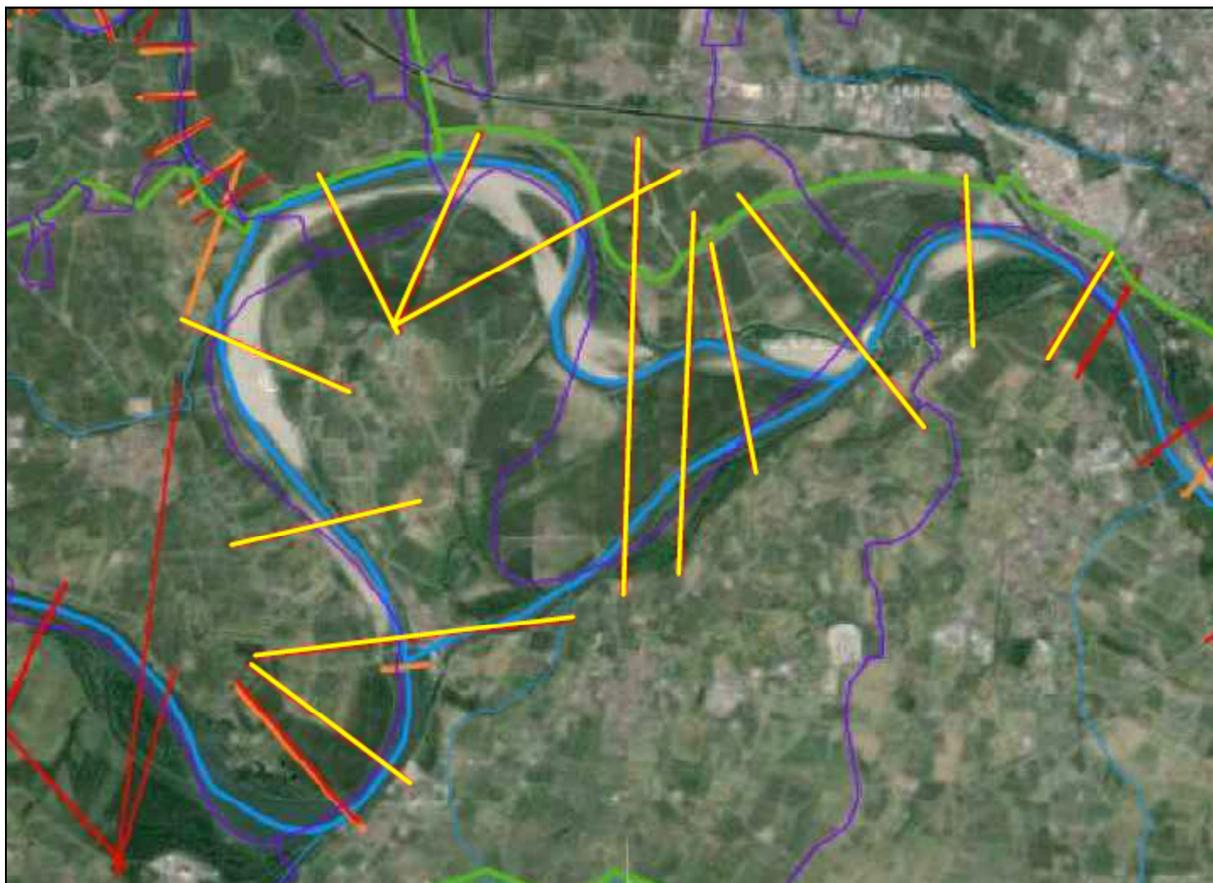


Figura 2. 10: Ortofoto dell'area di interesse del Po con l'indicazione delle sezioni desunte da AIPO (rilievo 2005). L'area modellizzata ai fini del presente studio si estende dallo sbarramento di Isola Serafini al ponte di Cremona (sezioni in giallo).

Tutti i calcoli idraulici sono stati svolti nelle seguenti condizioni:

- *assenza dell'opera di progetto*: allo stato di fatto è presente un salto di fondo di circa 1,5 m in corrispondenza della sezione di progetto;
- *presenza dell'impianto come da progetto definitivo*.

Infine, in aggiunta alla verifica prevista sulle piene, è stato valutato il deflusso nella configurazione di progetto sia in condizioni di normale funzionamento dell'impianto (con portata 60 mc/s e 124 mc/s), che nella condizione - altamente improbabile - di totale malfunzionamento dello stesso.

I calcoli idraulici sono stati condotti in condizioni di moto permanente e vario.

Le simulazioni svolte quindi sono le seguenti, nella configurazione di fatto:

1. piena duecentennale dell'Adda (moto permanente e vario) ed assenza di rigurgito da Po;
2. piena duecentennale del Po con piena ordinaria in Adda (moto permanente e vario);
3. magra dell'Adda per portata pari a 60 m³/s (moto permanente);

4. portata in Adda corrispondente alla massima di concessione dell'impianto, pari a $124 \text{ m}^3/\text{s}$ (moto permanente);
e nella configurazione di progetto (traverse e centrale presenti come da progetto definitivo);
5. piena duecentennale dell'Adda (moto permanente) ed assenza di rigurgito da Po con traverse abbassate (corretto funzionamento dell'impianto);
6. piena duecentennale dell'Adda (moto permanente) ed assenza di rigurgito da Po con traverse alzate (totale malfunzionamento dell'impianto);
7. piena duecentennale del Po e piena ordinaria in Adda (moto permanente) con traverse abbassate (corretto funzionamento dell'impianto);
8. magra dell'Adda con portata pari a $60 \text{ m}^3/\text{s}$ (moto permanente) e traverse alzate;
9. portata in Adda pari a $124 \text{ m}^3/\text{s}$ (moto permanente) e traverse alzate.

Per verificare la bontà del modello bidimensionale creato, i risultati del caso B (piena duecentennale del Po con piena ordinaria in Adda) sono stati verificati in riferimento a quelli illustrati nello Studio di Fattibilità dell'Adda: da tale confronto è emerso che i risultati ottenuti in termini di altezze d'acqua sono coerenti e differiscono per un massimo dello 0,73%.

Dal confronto dei risultati ottenuti nella situazione di progetto con le piene dell'Adda e del Po con i risultati negli stessi scenari nella situazione di fatto, è emerso in generale che l'opera in progetto *non modifica i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo nelle fasce PAI, che le opere in progetto non costituiscono significativo ostacolo al deflusso, non limitano in modo significativo la capacità di invaso e che non concorrono ad incrementare il carico insediativo.*

Inoltre, più nel dettaglio, dalle simulazioni svolte in condizioni di piena duecentennale di Po e Adda (non concomitanti) nello stato di fatto e di progetto, è emerso che:

- le variazioni in termini di altezze d'acqua sono trascurabili, in quanto inferiori allo 0,27% per piena duecentennale in Adda ed inferiori allo 0,13% per piena duecentennale in Po;
- le variazioni in termini di velocità sono trascurabili;
- la variazione del valore della portata al colmo a valle è trascurabile, in quanto la capacità di laminazione in alveo non viene modificata in misura apprezzabile.

Nella relazione idraulica allegata al progetto definitivo sono riportati i risultati grafici ottenuti con il programma di calcolo BASEMENT e visualizzati con il programma SMS oltre che i profili di piena risultanti dal calcolo idraulico bidimensionale.

Di seguito si riportano gli altri risultati emersi dal modello idraulico in riferimento alle pressioni attese del progetto:

1. *non si verifica una riduzione della capacità di invaso dell'alveo*, in quanto la geometria di progetto non varia in maniera sostanziale rispetto a quella di fatto.
2. *Interazione con le opere di difesa idrauliche (opere di sponda e argini esistenti)*: Nel tratto in esame del fiume Adda (Pizzighettone – confluenza Po) sono presenti diverse opere di stabilizzazione del fondo, di stabilizzazione del tracciato planimetrico e di contenimento dei livelli idrici (in prevalenza argini). Tutte queste opere risultano cartografate nelle tavole AD01-02-03-04-05 estratte dallo Studio di Fattibilità dell'Adda, Attività 3.1.3.1 – Valutazione delle condizioni di sicurezza del sistema difensivo. Si segnala che nella zona interessata dalla realizzazione dell'impianto in sponda sinistra le opere esistenti risultano “inadeguate idraulicamente”; mentre in sponda destra tra le sezioni 4 e 5 è presente una difesa classificata “idraulicamente e strutturalmente inadeguata”. Nel tratto analizzato sono inoltre presenti n. 2 ponti:
 - ponte alla progressiva km 289+107 Maccastorna-Crotta d'Adda (figg. 2.8 e 2.9);
 - ponte alla progressiva km 280+242 Maleo-Pizzighettone (SS234) (figg. 2.10 e 2.11).

In entrambi i casi l'orientamento delle pile è parallelo al filone principale della corrente ed il dislivello tra le quote di intradosso dell'impalcato e quella del fondo dell'alveo è superiore a 6 m. I risultati dello studio idraulico sono stati confrontati e validati con quelli illustrati nello Studio di Fattibilità dell'Adda, dai quali si evincono valori di franco minimo o insufficiente rispetto agli argini esistenti nelle stesse sezioni. Si evidenzia che lo stesso Studio di Fattibilità riportava nelle medesime sezioni le opere esistenti come “inadeguate idraulicamente”.



Figura **Errore**. Nel documento non esiste testo dello stile specificato..11: Ubicazione del ponte di Crotta d'Adda. Estratti dallo Studio di Fattibilità dell'Adda.



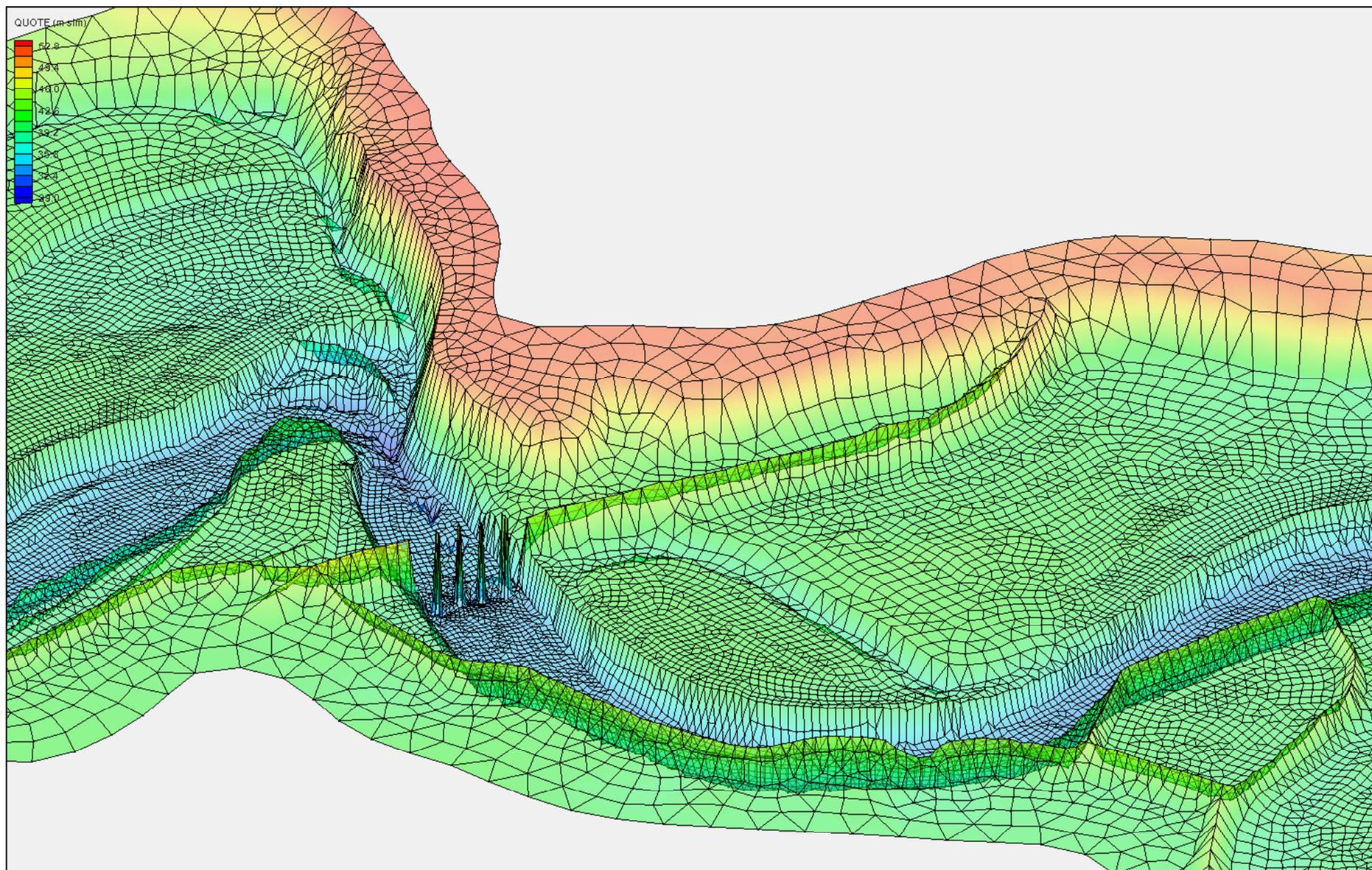


Figura 2.12: Mesh di calcolo in corrispondenza del ponte di Crotta d'Adda.



Figura 2.13: Ubicazione del ponte ferroviario di Pizzighettone. Estratti dallo Studio di Fattibilità dell'Adda.



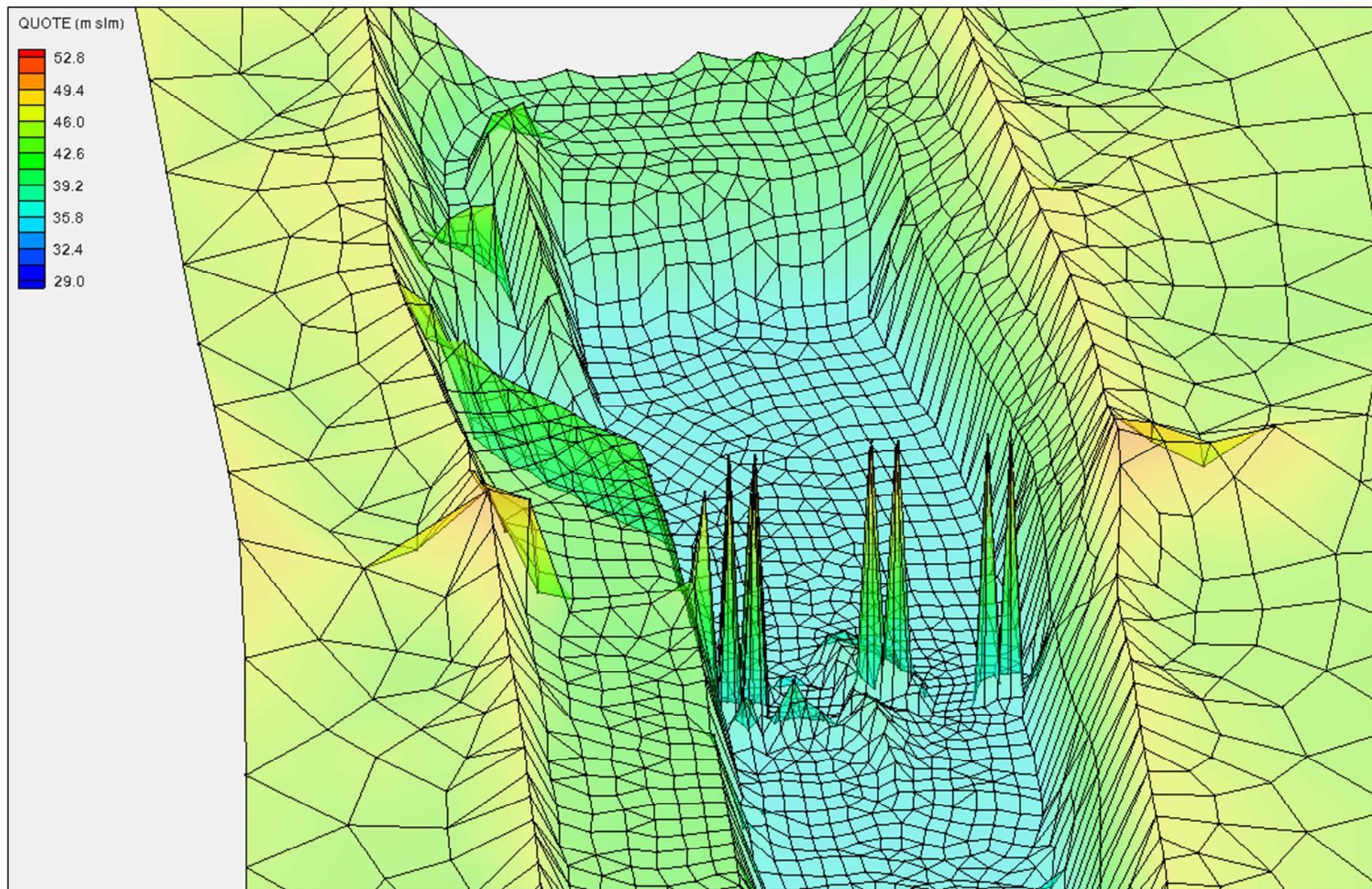


Figura 2.14: Mesh di calcolo in corrispondenza del ponte di Pizzighetone.

3. *Modifiche dell'assetto morfologico dell'alveo: la geometria delle opere di centrale e derivazione non variano sostanzialmente lo stato di fatto in quanto completamente interrato. La traversa verrà invece alzata rispetto alla configurazione attuale.*
4. *Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena: Il sistema in progetto è a sicurezza intrinseca in quanto in mancanza del segnale di livello a monte o al superamento d'una soglia preimpostata o per mezzo del rilevamento della pressione esercitata dall'acqua sullo sbarramento, quest'ultimo, senza necessità d'energia elettrica, s'abbatte completamente, in ogni condizione, in un lasso di tempo pre-impostabile e progettato sulla base delle caratteristiche dell'asta a monte e a valle della sezione di progetto. In poche parole questo tipo di tecnologia garantisce, senza eccezioni, che in caso di qualsiasi stato di emergenza, idraulico, elettrico o meccanico, lo sbarramento possa abbattersi autonomamente e automaticamente permettendo così il deflusso di tutte le portate transitanti. Inoltre, in occasione delle piene, la ventola protegge la sottostante struttura gommata, garantendo l'affidabilità e la sicurezza d'esercizio dello sbarramento. Il funzionamento dello sbarramento, per le portate di morbida e di piena, sarà il seguente:*
 - inizialmente si abbassa la campata centrale, che farà sfiorare circa 377 m³/s (con livello sempre a 35,50 m s.l.m.) quando è tutta abbattuta;
 - a questo punto si abbassa completamente il ventolino, alto 1,00 m, sfiorando altri 7 m³/s;
 - in seguito si abbassa la campata destra e infine anche quella sinistra;
 - a partire da circa 1.137 m³/s (cioè 377 m³/s per le tre campate più 7 m³/s dal ventolino) non si regola più il livello a monte dello sbarramento, che è dato dall'altezza di sfioro sulle soglie sopra descritte.
5. *Effetti del malfunzionamento dell'opera in caso di piena: Al fine di valutare gli effetti del malfunzionamento dell'opera di progetto in caso di piena duecentennale dell'Adda, è stata svolta una simulazione notevolmente cautelativa ipotizzando che lo sbarramento rimanga interamente alzato: questa condizione risulta particolarmente sfavorevole visto quanto precisato al punto precedente.*

I risultati ottenuti mostrano che, anche nel caso fortemente improbabile di malfunzionamento totale dell'impianto, non si ha rischio di esondazione ed il franco minimo raggiunto è pari a 1,31 m nella sezione 25 sponda sinistra.
6. *Valutazioni in condizioni di esercizio: al fine di valutare l'effetto di rigurgito indotto dalla presenza dell'impianto, sono state svolte le seguenti simulazioni:*

- condizione di fatto (salto di fondo presente – centrale assente) con portata in Adda pari a 60 m³/s (portata di magra);
- condizione di progetto (sbarramento e centrale presenti come da progetto definitivo) con portata in Adda pari a 60 m³/s;
- condizione di fatto (salto di fondo presente – centrale assente) con portata in Adda pari a 124 m³/s (portata in Adda corrispondente alla portata massima di concessione dell'impianto);
- condizione di progetto (sbarramento e centrale presenti come da progetto definitivo) con portata in Adda pari a 124 m³/s.

Il confronto dei casi sopra riportati ha permesso di definire i profili di rigurgito per le portate di 60 e 124 m³/s riportati nelle tavole allegata al progetto definitivo.

Dall'analisi dei risultati è emerso che l'effetto di rigurgito, maggiore per portate inferiori, si estende per circa 10 km, esaurendosi in prossimità della sezione n. 19.

Inoltre è stato verificato che con la portata di 124 m³/s le altezze idrometriche che si instaurano nella sezione di scarico del Collettore Adda Maccastorna non vanno ad interferire ed influenzare la funzionalità dell'opera idraulica stessa.

7. *Riduzione della velocità della corrente:* il rigurgito provocato dallo sbarramento interferisce con la velocità della corrente: nel tratto tra la sezione della traversa e la sezione n. 26 (ponte di Pizzighettone), **si ha una generale diminuzione delle velocità di corrente** (mediamente del 4%) rispetto allo stato attuale. La diminuzione diventa più evidente nel tratto immediatamente a monte della traversa arrivando nella sezione a monte della traversa ad una riduzione circa del 20%. La riduzione della velocità fa parte di quegli effetti globali denominati "bacinizzazione".
8. *Trasporto legnoso:* per considerare questo fenomeno si è fatto riferimento innanzitutto alla tesi di C. Francia (tesi Master II livello) in cui viene analizzato il livello di rischio (risultato generalmente medio-alto) e vengono riportate le specie arbustive più frequenti nel tratto di Adda immediatamente a monte rispetto a quello analizzato nel presente studio e si è ritenuto di poter estendere tale studio fino alla confluenza in Po. In secondo luogo è stata valutata, nel caso di condizioni d'esercizio normali e portate di magra, la forza di impatto del materiale legnoso trasportato dalla corrente, con un risultato compreso tra 85 e 200 kN. Non sono state eseguite valutazioni circa la forza d'impatto in piena, in quanto, in tali occasioni, lo sbarramento risulterà abbassato e il materiale verrà trasportato dalla corrente in superficie superando le strutture fisse. Infine è stato previsto, lungo il tratto interessato dal rigurgito, un monitoraggio costante della vegetazione, al fine di gestire la sicurezza sia delle sponde che dell'impianto. Nel tempo, saranno quindi effettuati tagli selettivi di quegli alberi, insediati sulla sponda

sommersa, che dimostreranno condizioni fitosanitarie e/o statiche precarie. Potranno essere mantenute in situ piante morte se non pericolose idraulicamente e di interesse ecologico. L'abbattimento dello sbarramento per la manutenzione dell'impianto costituirà momento privilegiato per i controlli e gli eventuali interventi sulla vegetazione

2.3.2. Scarichi

La tutela delle acque è competenza delle Regioni attraverso gli strumenti di pianificazione previsti dal D.lgs.152/06 e s.m.i.. Attraverso i Piani di tutela delle acque e i Piani di gestione del bacino idrografico le regioni individuano i principali apporti inquinanti e il loro effetto sulla qualità dei corpi idrici.

Sono poi le Province che, ai sensi del D. lgs. 152/06 e dei Regolamenti Regionali n 3 e 4 del 24.03.06, hanno la competenza al rilascio delle autorizzazioni allo scarico in corso d'acqua superficiale (fiumi, torrenti, rogge, laghi e canali, sia naturali che artificiali), su suolo o negli strati superficiali del sottosuolo e in falda, per le seguenti tipologie di scarichi:

- acque reflue domestiche e assimilate;
- acque meteoriche di dilavamento di prima e di seconda pioggia e acque di lavaggio di aree esterne;
- acque reflue urbane (reti fognarie comunali);
- acque di processo (industriali);
- acque di raffreddamento e acque utilizzate negli impianti di scambio termico (pompe di calore).

Le informazioni relative agli scarichi vengono raccolte in banche dati, che permettono di individuare e localizzare tutti gli scarichi allo scopo di conoscere le fonti potenziali di inquinamento e i principali agenti inquinanti relativamente ai rispettivi corpi idrici ricettori.

2.3.2.1. Fase di cantiere

Le aree del cantiere principale sono state divise in due, rappresentate nei disegni di progetto:

- *l'area operativa*, dove si svolgeranno le attività edificatorie, necessariamente in golena;
- *l'area di deposito*, ubicata oltre l'argine maestro e adeguatamente recintata, dove potranno essere collocati i materiali d'utilizzo non immediato, nonché ricoverati i mezzi meccanici a fine giornata.

Nell'area di deposito sarà anche installato un impianto di lavaggio inerti e di betonaggio, dove sarà impiegato in gran parte il materiale di risulta (essenzialmente sabbia e ghiaietto) proveniente dagli

scavi, dopo essere stato lavato e corretto con un adeguato dosaggio di ghiaia d'adeguata pezzatura per ottenere una curva granulometrica appropriata.

Inoltre qui troveranno posto una o più baracche di cantiere, che costituiranno il recapito dell'esecutore delle opere e il ricovero dell'attrezzatura di piccole dimensioni e della documentazione di progetto, nonché la sede per le riunioni di cantiere con la Direzione Lavori e con il Coordinatore per la sicurezza.

Le attività svolte nell'area di cantiere esterna alla golena dovrà gestire due tipi di acque reflue:

- le acque di lavaggio dell'impianto di trattamento e betonaggio,
- le acque di scarico dei servizi igienici delle attrezzature di cantiere.

Il progetto prevede per le acque di lavaggio degli inerti l'utilizzo di impianto con completo riutilizzo e vasche di decantazione per le acque. Sarà quindi realizzato uno scarico di troppo pieno che si attiverà soprattutto nei periodi piovosi e che convoglierà le acque meteoriche, previa eventuale separazione delle acque di prima pioggia, nel Collettore Adda Maccastorna. Per lo scarico qui descritto verrà richiesta autorizzazione alla Provincia di Lodi e nulla osta idraulico all'ente gestore del corpo idrico (Consorzio Muzza Bassa Lodigiana).

Per quanto riguarda gli scarichi delle acque nere derivanti dai servizi igienici, verranno realizzate vasche "chimiche" a tenuta che raccoglieranno i reflui per tutta la durata dei lavori. Il dimensionamento sarà funzione del tipo di apprestamenti decisi in sede di Piano di Sicurezza e Coordinamento a cura del Coordinatore della Sicurezza.

Per quanto concerne l'area operativa in golena, si segnala che durante alcune fasi di lavorazione per allontanare dalle zone di lavoro le acque di infiltrazione è previsto l'utilizzo di pompe di aggettamento, posate a più livelli in funzione dei piani di scavo. Nel caso le acque in uscita dalle pompe abbiano torbidità elevata si procederà a convogliarle in vasche di decantazione prima dello scarico nel Fiume Adda.

Tutti gli scarichi saranno opportunamente confinati e convogliati per evitare dispersioni non controllate.

2.3.2.2. Fase di esercizio

Una volta realizzato l'impianto non si avranno impatti sulla qualità dell'acqua se non nelle fasi di manutenzione, che avverranno con tutti gli accorgimenti atti a prevedere sversamenti accidentali e comunque saranno localizzati all'interno della centrale. Per manutenzioni esterne (scala dei pesci e sbarramento) il progetto prevede la messa in opera di accorgimenti per minimizzare se non eliminare i movimenti terra che potrebbero creare torbidità in acqua.

Ad opera realizzata non sono previsti punti di scarico delle acque reflue. Le acque meteoriche invece, essendo la centrale completamente interrata, defluiranno a scorrimento superficiale verso il Fiume Adda come già avviene attualmente.

2.3.3. La valutazione degli impatti attesi a vasta scala

E' presente sul fiume Adda un impianto idroelettrico in corrispondenza della traversa a Maleo-Pizzighettone (sez. 26_01), al km 279+946.

Sul fiume Po è presente l'impianto idroelettrico di Isola Serafini, ca. 5 km a monte della confluenza Adda-Po.



Figura 2. 115: Immagine aerea con indicazione degli impianti idroelettrici esistenti a Maleo e a Isola Serafini e dell'ubicazione dell'impianto in progetto

Il rigurgito provocato dallo sbarramento dell'impianto in progetto a Castelnuovo Bocca d'Adda si esaurisce alla sezione 19 (km a 283+688), ca. 3,7 km valle dell'impianto esistente.

Relativamente all'impianto di isola Serafini non vi è alcuna interferenza. Al contrario, in questo caso è l'impianto di Isola Serafini che interferisce con l'impianto in progetto in quanto le portate e i livelli idrici conseguenti nel ramo di fiume Po in corrispondenza della confluenza Adda-Po dipendono dallo sbarramento a monte.

Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), ai sensi del D.Lgs 152/2006 e s.m.i., relativa alla realizzazione dell'impianto idroelettrico "Budriese" sul Fiume Adda in Comune di Castelnuovo Bocca d'Adda (LO).

Quadro di riferimento ambientale

2.4. Fonti

- PGT Castiglione d'Adda;
- Geoportale Regione Lombardia, <http://www.cartografia.regione.lombardia.it/geoportale/>.
- www.ors.regione.lombardia.it
- Ministero LL.PP., Consiglio Superiore LL.PP., Servizio Idrografico . (1928). Memorie e studi idrografici.
- Università degli Studi di Pavia, Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale (2001). Caratterizzazione idraulica dell'asta principale del fiume Po nel tratto per il quale esiste l'aggiornamento del rilievo topografico delle sezioni al 1999 (modello numerico di moto vario monodimensionale) e definizione di scenari di inondazione a seguito . Pavia.
- Autorità di Bacino del Fiume Po. (2004). Studio di Fattibilità della sistemazione idraulica: - del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, - del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda, - del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda.
- Autorità di Bacino del Fiume Po. (1999) "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po" (PAI) approvato con Deliberazione n. 18/2001.
- US Army Corps of Engineers. (2010). HEC-RAS River Analysis System Application Guide. Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Centre.
- US Army Corps of Engineers. (2010). HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic reference Manual. Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Centre.
- US Army Corps of Engineers. (2010). HEC-RAS River Analysis System, Hydraulic reference Manual. Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Centre.
- C. Francia. (2004). Il fenomeno della vegetazione flottante mossa negli eventi di piena. Il caso del fiume Adda cremonese: proposta di metodo di individuazione delle zone di origine e classificazione dei livelli di rischio. Tesi Master di II livello in Ingegneria del Suolo e delle Acque – Politecnico di Milano, Sede di Cremona.
- Haehnel and Daly, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 130, No. 2, February 1, 2004
- "Memorie e studi idrografici", Ministero LL.PP., Consiglio Superiore LL.PP., Servizio Idrografico, 1928

Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), ai sensi del D.Lgs 152/2006 e s.m.i., relativa alla realizzazione dell'impianto idroelettrico "Budriese" sul Fiume Adda in Comune di Castelnuovo Bocca d'Adda (LO).

Quadro di riferimento ambientale