

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



## INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

### PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV/AC VERONA - PADOVA

SUB TRATTA VERONA - VICENZA

1° SUB LOTTO VERONA - MONTEBELLO VICENTINO

RELAZIONE

CANTIERIZZAZIONE - SITO DI PRODUZIONE INERTI E RECUPERO AMBIENTALE

CASSA DI ESPANSIONE ZEVIÒ - RELAZIONE GENERALE

GENERAL CONTRACTOR		ITALFERR S.p.A.	SCALA:
<b>ATI bonifica</b> Progettista integratore  Franco Persio Bocchetto Dottore in Ingegneria Civile iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° 8664 - Sez. A settore Civile ed Ambientale	Consorzio IRICAV DUE Il Direttore		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I N O D 0 0 D I 2 R G C A 0 0 0 1 1 0 6 B

<b>ATI bonifica</b>	VISTO ATI BONIFICA	
	Firma	Data
	Ing.F.P. Bocchetto	

Progettazione

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	EMISSIONE	EC	Giugno 2015	R. Tonin	Giugno 2015	G. De Stavola	Giugno 2015	G. De Stavola Giugno 2015

File: IN0D00DI2RGCA0001106A_00A.DOCX	CUP: J41E91000000009	n. Elab.:
	CIG: 3320049F17	

## INDICE

1	PREMESSE.....	3
2	INQUADRAMENTO GENERALE.....	4
2.1	L'area di intervento.....	5
2.2	Obiettivi dell'intervento.....	6
3	STUDI E INDAGINI.....	7
3.1	Strumenti di pianificazione.....	7
3.2	Rilievo topografico.....	8
3.3	Inquadramento geologico, idrogeologico ed indagini geotecniche.....	9
3.4	Studio idrologico - idraulico.....	10
4	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	13
4.1	Cassa di espansione.....	13
4.2	Manufatto di presa e manufatto di derivazione.....	15
4.3	Difesa spondale.....	18

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA - MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: CANTIERIZZAZIONE – SITO DI PRODUZIONE INERTI E RECUPERO AMBIENTALE CASSA DI ESPANSIONE ZEVIO - RELAZIONE GENERALE	
PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO	REV.	Pag 3di19
IN0D00DI2RGCA0001106	A	

## 1 PREMESSE

La presente relazione generale è stata redatta a corredo del progetto di realizzazione del “Sito produzione inerti e recupero ambientale: cassa di espansione Zevio” nell’ambito del PD della linea ferroviaria AV/AC Verona–Padova.

L’area in oggetto interessa una porzione di golena in sinistra idrografica del Fiume Adige appartenente al territorio comunale di Zevio ed è compresa tra la presa del canale Ex S.A.V.A. e la confluenza con il torrente Alpone ad Albaredo.

L’area è inquadrata come sito di produzione inerti sia per il sub lotto 2 “Montebello Vicentino-Vicenza” che per il sub lotto 1 “Verona-Montebello Vicentino” (cfr. relativo PUT); da essa si prevede la produzione di materiali da scavo con caratteristiche prestazionali tali da essere utilizzati per inerti pregiati. Si specifica che le effettive volumetrie che saranno conferite dalla prevista cassa di espansione di Zevio ai due sub lotti potranno essere determinate solo in funzione dell’effettivo avvio dei lavori e delle effettive tempistiche realizzative dei due sub lotti medesimi.

La relazione illustra il progetto definitivo di realizzazione, in corrispondenza del sito di produzione inerti previsto per la realizzazione della Linea AV/AC Verona – Padova, di una cassa di espansione del Fiume Adige, che permetta di mitigare il rischio idraulico presente nei territori lungo l’asta del Fiume a valle dell’abitato di Zevio.

Il progetto è stato redatto nel rispetto e nell’osservanza della vigente normativa statale in materia di progettazione di opere pubbliche con particolare riferimento al D.Lgs. 163/2006 e al D.P.R. 207/2010.

## 2 INQUADRAMENTO GENERALE

L'Adige nasce da una sorgente presso il lago di Resia a 1586 m s.m.m., attraversa le province di Trento e Bolzano e la regione Veneto e percorre 410 km prima di sfociare nel mare Adriatico a Porto Fossone. Il bacino montano chiude ad Albaredo: da qui al mare Adriatico, per circa 110 chilometri, il fiume è per lo più pensile. La superficie del bacino idrografico è di 12 100 km<sup>2</sup>.

Il corso d'acqua, per i primi 40 km attraversa la Val Venosta (bacino imbrifero pari a 2 722 km<sup>2</sup>) e raccoglie la confluenza del primo grande affluente, l'Isarco (bacino imbrifero pari 4 202 km<sup>2</sup>), poco dopo Bolzano. Gli ulteriori affluenti principali fanno capo a due rami, disposti in sinistra e destra orografica: il Noce e l'Avisio. Accanto a questi vi sono altri affluenti di minore importanza quali: il Ram, il Solda, il Plima, il Valsura e il Tasso in destra idrografica; il rio Carlino, il torrente Puni, il rio Senales, il Passirio, il Fersina, il Leno, il Valpantena, lo Squaranto-Fibbio, l'Illasi, l'Alpone in sinistra idrografica.

L'intervento in progetto si trova nel tratto di fiume tra lo sbarramento di Pontoncello e la confluenza dell'Alpone (Figura 2.1). Tale tratto è caratterizzato dalla presenza di aree golenali di dimensioni significative.

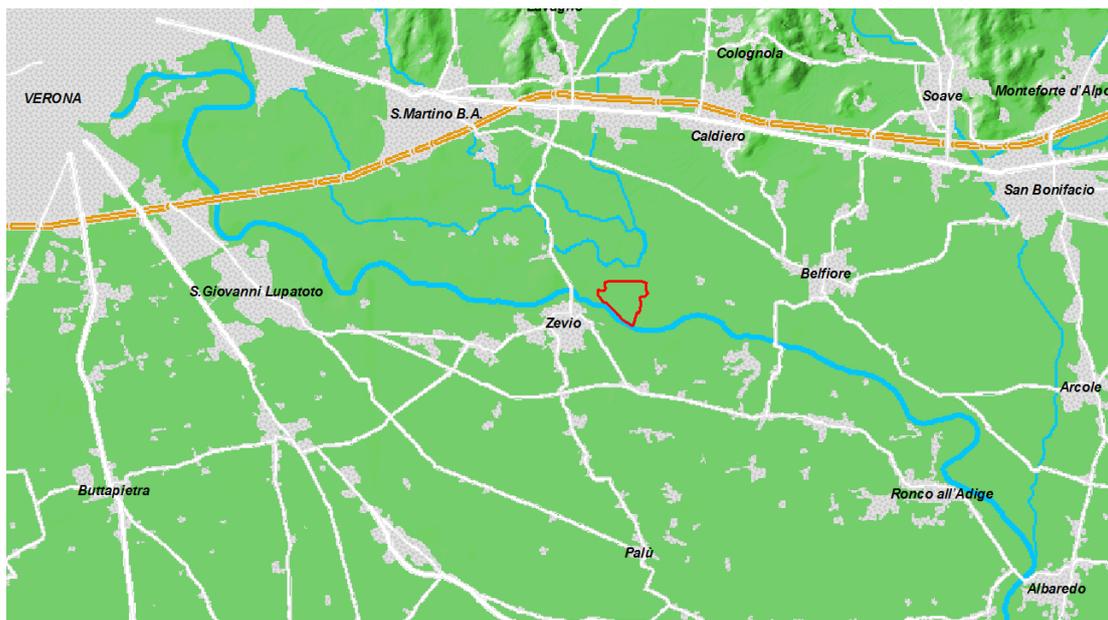


Figura 2.1 – Inquadramento dell'area interessata dall'intervento (in rosso).

## 2.1 L'area di intervento

L'intervento di progetto riguarda la realizzazione di una cassa di espansione lungo il corso del fiume Adige, nel tratto compreso tra la presa del canale Ex S.A.V.A. fino alla confluenza con il torrente Alpone ad Albaredo.

In particolare, l'intervento interessa una porzione di golena, attualmente adibita ad uso agricolo e totalmente in proprietà privata, ubicata in sinistra idraulica, in comune di Zevio (VR), come rappresentato in Figura 2.2.

Il tratto di fiume Adige oggetto del presente intervento (Figura 2.1) ricade interamente nel territorio del Comune di Zevio (VR). L'area interessata, avente superficie complessiva di 72 ha, comprende terreni agricoli di proprietà privata che ricadono tra il fiume Adige e il canale Ex S.A.V.A.

Le quote altimetriche sono comprese tra 28÷30 m s.m.m.



Figura 2.2 – Area d'intervento (in rosso).

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA - MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: CANTIERIZZAZIONE – SITO DI PRODUZIONE INERTI E RECUPERO AMBIENTALE CASSA DI ESPANSIONE ZEVIO - RELAZIONE GENERALE	
PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO	REV.	Pag 6di19
<b>IN0D00DI2RGCA0001106</b>		<b>A</b>

## 2.2 Obiettivi dell'intervento

La finalità dell'intervento è quella di realizzare un'area di espansione delle piene del fiume Adige, al fine di diminuire il grado di criticità idraulica che lo caratterizza nel tratto vallivo.

Per l'individuazione delle criticità idrauliche che riguardano il fiume Adige a valle della zona di intervento si è fatto riferimento al P.A.I., redatto dall'Autorità di Bacino Nazionale del Fiume Adige, adottato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 01/2005 del 15 febbraio 2005 e approvato dalla Regione del Veneto.

Il P.A.I. evidenzia relativamente al tratto vallivo del F. Adige:

- il progressivo abbassamento del franco di sicurezza idraulico procedendo da monte verso valle fino al raggiungimento dei suoi valori minimi in corrispondenza delle località di Cavarzere e Cavanella d'Adige a pochi chilometri dalla foce;
- in conseguenza di quanto sopra riportato, un aumento della pericolosità idraulica per eventi di piena caratterizzati da tempi di ritorno via via crescenti, soprattutto in relazione alla stabilità delle difese arginali, ed il conseguente elevato rischio di allagamenti di estese aree agricole ed urbane.

Sulla base di tali criticità e seguendo le indicazioni del P.A.I., che prevede la realizzazione di una cassa di espansione lungo il corso del fiume Adige nel tratto compreso tra la presa del canale ex S.A.V.A. fino alla confluenza con il torrente Alpone ad Albaredo, si è prevista la realizzazione delle opere in progetto.

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA - MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	<small>Titolo:</small> CANTIERIZZAZIONE – SITO DI PRODUZIONE INERTI E RECUPERO AMBIENTALE CASSA DI ESPANSIONE ZEVIO - RELAZIONE GENERALE	
<small>PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO</small> <b>IN0D00DI2RGCA0001106</b>	<small>REV.</small> <b>A</b>	<b>Pag 7di19</b>

### 3 STUDI E INDAGINI

#### 3.1 Strumenti di pianificazione

Gli strumenti di pianificazione territoriale relativi all'area interessata dall'intervento in progetto sono costituiti dal Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (P.T.R.C.), dal Piano di Area del Quadrante Europa (P.A.Q.E), dal Piano Territoriale Provinciale (P.T.P.) di Verona, dal Piano Regolatore Generale del Comune di Zevio e dal Piano Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del bacino del fiume Adige, Regione del Veneto (P.A.I.).

Secondo tali Piani l'area in argomento ricade in ambito di interesse naturalistico a livello regionale, sia dal punto di vista dell'assetto paesistico-ambientale che di protezione del suolo; in particolare essa è ricompresa all'interno del "Parco Fluviale dell'Adige" per il quale sono previste azioni di tutela rivolte alla riqualificazione delle aree golenali.

Peraltro il P.A.Q.E., così come l'Autorità di Bacino Nazionale dell'Adige all'interno del P.A.I., prevede la realizzazione di una cassa di espansione lungo il corso del fiume Adige nel tratto compreso tra la presa del canale Ex S.A.V.A. fino alla confluenza con il torrente Alpone ad Albaredo.

In Figura 3.1 è riportato uno stralcio del P.A.T. del comune di Zevio, con indicati i vincoli che insistono sull'area di intervento.

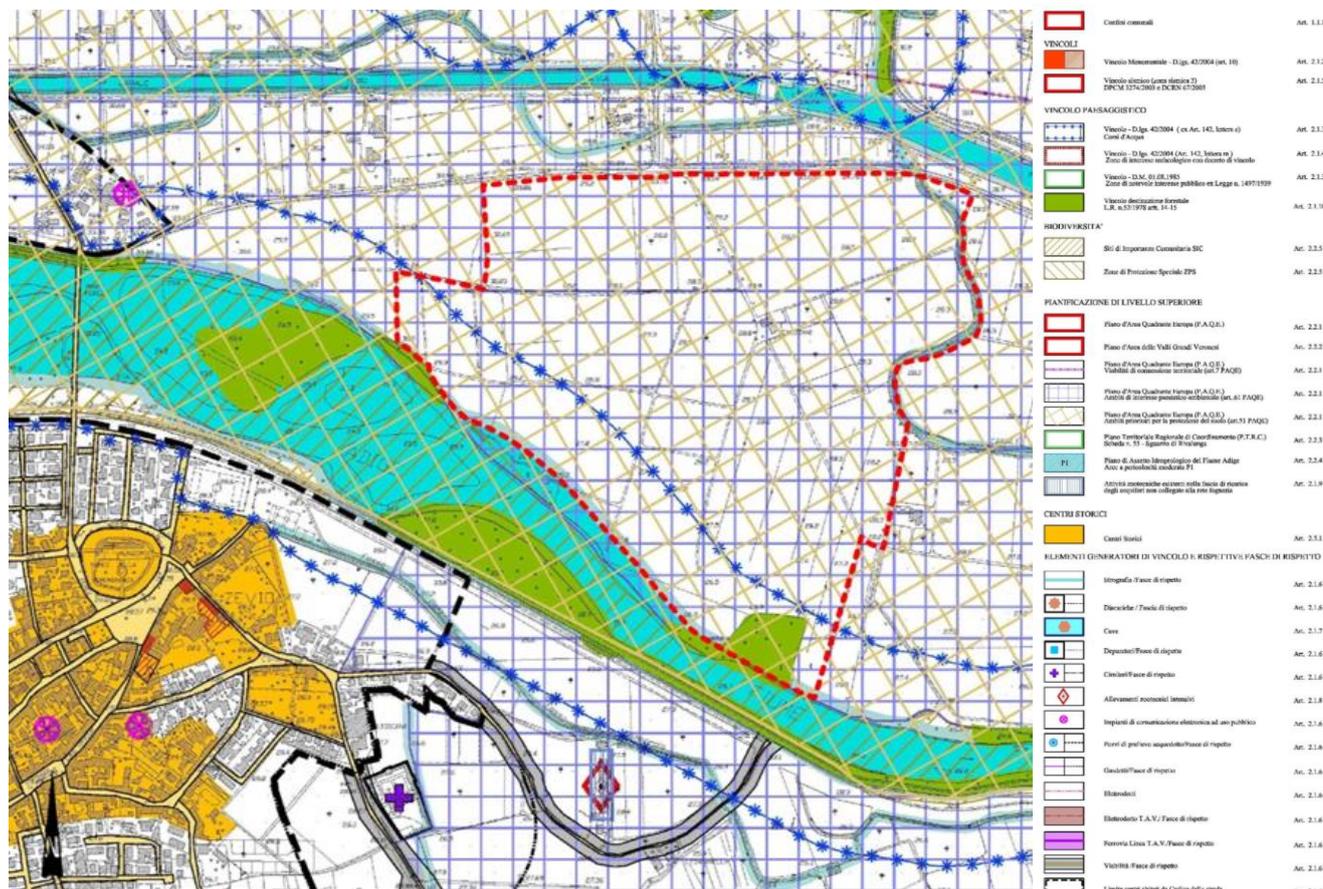


Figura 3.1 – P.A.T. Comune di Zevio. Carta dei vincoli

## 3.2 Rilievo topografico

Nel mese di giugno 2015 è stato eseguito il rilievo topografico, che ha permesso di ricostruire i profili plano-altimetrici dell'area di intervento.

A integrazione dei dati topografici rilevati mediante tecnica tradizionale è stato reperito un rilievo laser altimetrico dell'area di indagine. Il rilievo è caratterizzato da una densità a terra di circa 1.5 punti al m<sup>2</sup>, con un'accuratezza altimetrica migliore di  $\pm 15$  cm e planimetrica pari a circa  $\pm 30$  cm.

Con l'insieme delle informazioni disponibili è stato, dunque, possibile ricostruire il modello digitale del terreno (DTM) dell'area di intervento, con una densità e accuratezza di informazione superiore a quella presente nei dati della Carta Tecnica Regionale.

Il DTM è rappresentato nell'elaborato IN0D00DI2P5CA001223B "Indagini topografiche. Planimetria dell'area nello stato attuale".

### 3.3 Inquadramento geologico, idrogeologico ed indagini geotecniche

Nell'ambito della progettazione è stata effettuata una campagna di indagini geognostiche, al fine di caratterizzare la tipologia e le caratteristiche del materiale presente in golena.

La Figura 3.2 riporta la planimetria con ubicazione dei sondaggi eseguiti.

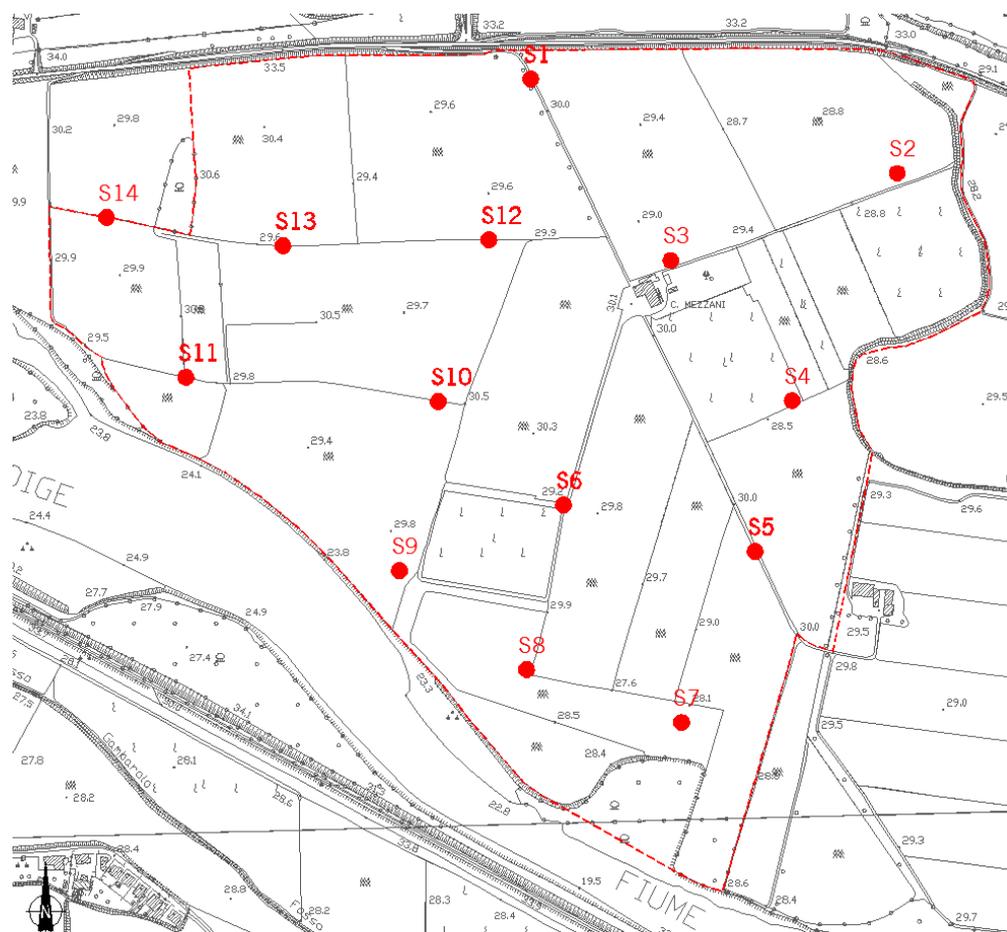


Figura 3.2 – Ubicazione dei sondaggi eseguiti nell'area di intervento.

I sondaggi sono stati eseguiti fino a profondità di 10 m dal piano campagna; i campioni evidenziano omogeneità stratigrafica e litologica del sottosuolo, che è costituito

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA - MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: CANTIERIZZAZIONE – SITO DI PRODUZIONE INERTI E RECUPERO AMBIENTALE CASSA DI ESPANSIONE ZEVIO - RELAZIONE GENERALE	
PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO	REV.	Pag 10di19
<b>IN0D00DI2RGCA0001106</b>		<b>A</b>

prevalentemente, nei primi 2.00÷3.00 m da depositi limosi e sabbiosi, cui segue un orizzonte ghiaioso.

La presenza d'acqua è stata, invece, rinvenuta mediamente a 5.00÷6.00 m dal piano campagna.

Nell'elaborato IN0D00DI2RHCA001201A "Relazione geologica, idrogeologica e geotecnica" sono riportati nel dettaglio l'inquadramento geologico e la caratterizzazione stratigrafica, l'inquadramento idrogeologico, le considerazioni geotecniche relative all'area di intervento.

### 3.4 Studio idrologico - idraulico

Come riportato nell'Elaborato IN0D00DI2RICA001201B "Relazione idrologica - idraulica", per la determinazione degli elementi caratteristici dell'idrologia di piena si è fatto riferimento al "Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del bacino del fiume Adige, Regione del Veneto" (P.A.I.), redatto dall'Autorità di Bacino Nazionale del Fiume Adige, adottato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 01/2005 del 15 febbraio 2005 e approvato dalla Regione del Veneto.

Il Piano indica gli idrogrammi di piena di riferimento per ciascuno dei quattro tronchi in cui è stata suddivisa l'asta del fiume Adige. In particolare, l'idrogramma di piena di riferimento per le valutazioni idrauliche del tratto di interesse, associato a tempo di ritorno di 200 anni, è quello ottenuto alla sezione di chiusura "a valle di Verona" del tratto Trento – Verona, che risente dell'effetto di laminazione della galleria Adige-Garda e ha una portata al colmo di 1 522 m<sup>3</sup>/s.

Le valutazioni di carattere idraulico effettuate si basano sull'applicazione dei seguenti modelli:

- il modello di calcolo monodimensionale HEC-RAS (River Analysis System) a moto vario. Il modello è stato utilizzato per valutare le dinamiche a grande scala del fiume Adige, da Verona alla foce, nello stato di fatto e per ricavare le condizioni a contorno del modello di dettaglio;

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA - MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: CANTIERIZZAZIONE – SITO DI PRODUZIONE INERTI E RECUPERO AMBIENTALE CASSA DI ESPANSIONE ZEVIO - RELAZIONE GENERALE	
PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO	REV.	Pag 11di19
<b>IN0D00DI2RGCA0001106</b>		<b>A</b>

- il modello di calcolo mono-bidimensionale InfoWorks ICM, della software house Innovyze, utilizzato per valutare a scala di dettaglio le dinamiche idrauliche nello stato di progetto, nel tratto in cui si prevede di realizzare l'opera.

La geometria di calcolo dell'alveo è stata ricostruita utilizzando le sezioni topografiche del rilievo realizzato dall'Autorità di Bacino Nazionale dell'Adige nel 1996-1997, da Verona alla foce. L'area della cassa di espansione in progetto, invece, è stata discretizzata nel dominio di calcolo bidimensionale mediante una mesh di elementi triangolari, di dimensione variabile, la cui quota è stata ricavata dal rilievo topografico eseguito nell'ambito del presente progetto definitivo.

La modellazione è stata utilizzata per analizzare il comportamento idraulico dell'asta nello stato di fatto e al fine di verificare i dimensionamenti progettuali, le dinamiche di riempimento e svuotamento della cassa, nonché l'efficacia dell'opera in termini di laminazione del picco di piena.

I benefici ottenibili dalla realizzazione dell'intervento consistono in un incremento del franco idraulico che riguarda il tratto di fiume Adige che va da Zevio fino alla foce. In occasione dell'evento duecentennale, tale incremento ammonta a 5 cm per il tratto di fiume Adige a valle di Zevio.

La Figura 3.3 riporta gli idrogrammi nelle sezioni a monte e a valle dell'opera di derivazione per TR200 anni, nello stato di progetto: si osserva una laminazione del picco di piena di circa 20 m<sup>3</sup>/s che si traducono in un abbassamento di circa 5 cm dei livelli idrici in alveo.

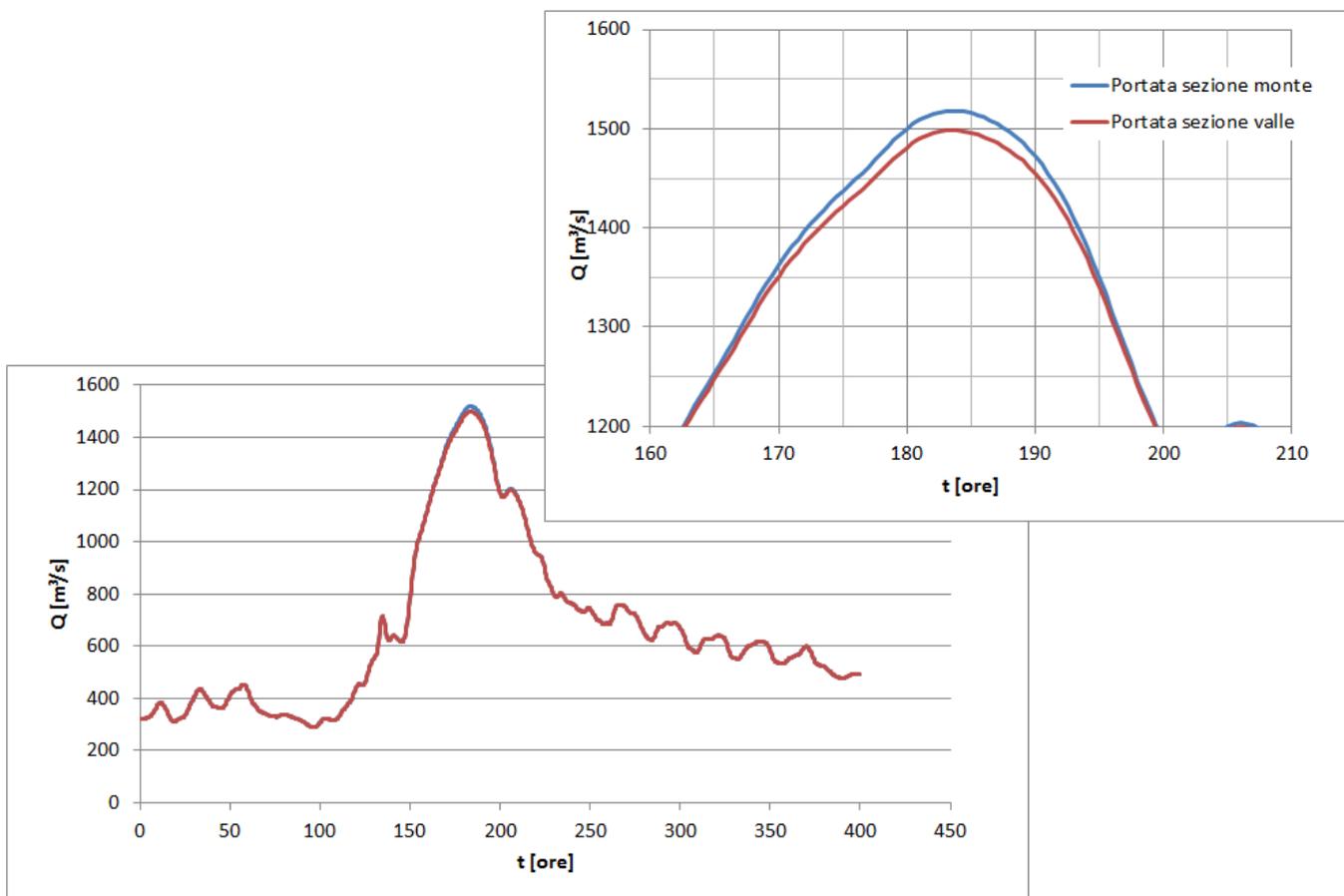


Figura 3.3 – Idrogrammi nelle sezioni a monte e a valle dell'opera di derivazione per TR200 anni, nello stato di progetto.

## 4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 4.1 Cassa di espansione

La cassa di espansione è costituita da un bacino di laminazione, che utilizzerà la quasi totalità dell'area disponibile: circa 65 ha su 72 disponibili saranno adibiti a cassa.

Il bacino è realizzato con uno scavo a profondità media di circa 4.20 m dal piano campagna, in modo tale da permettere l'invaso di circa 1 800 000 m<sup>3</sup> d'acqua. Per realizzare l'intervento si rende necessaria la movimentazione, con successivo allontanamento, del materiale inerte proveniente dagli scavi, il cui volume si stima pari a circa 3.0 Mm<sup>3</sup>.

La Figura 4.1 riporta la planimetria delle opere in progetto.

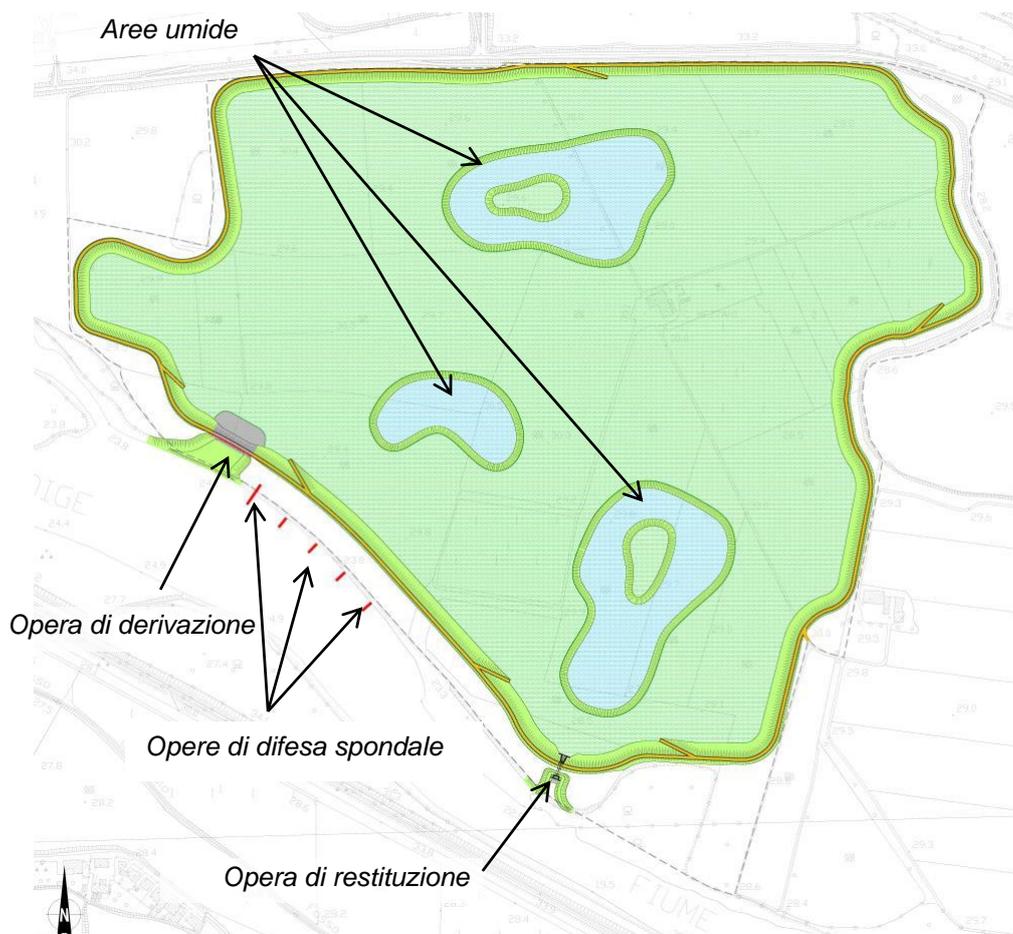


Figura 4.1 – Planimetria delle opere in progetto.

In continuità al pendio in scavo, sarà realizzato un arginello di modesta altezza con il quale si intende raggiungere la quota di sicurezza idraulica contro le possibili esondazioni del fiume. L'arginello verrà realizzato con materiale proveniente dagli scavi.

La quota di sicurezza idraulica è stata fissata pari a 30.50 m s.m.m. in modo da garantire un franco idraulico di almeno 1.0 m rispetto ai livelli del F. Adige, nel tratto di intervento, in occasione della piena di riferimento, caratterizzata da un tempo di ritorno  $T_r$  pari a 200 anni.

Il profilo arginale risulterà ribassato in corrispondenza del manufatto di presa, per consentire lo sfioro delle portate all'interno della cassa di espansione, e per un tratto di circa 200 m a valle dell'opera di restituzione. Tale tratto sarà caratterizzato da una quota minima pari a 29.80 m s.m.m. ed è stato previsto quale "sfioro di emergenza", qualora i livelli del F. Adige dovessero superare quelli della piena di progetto.

Lungo il pendio di scavo è previsto il riporto di terreno vegetale per uno spessore di 30 cm, mentre sul fondo della cassa il riporto di terreno vegetale ha uno spessore di 80 cm. E' prevista una sistemazione finale mediante inerbimento sia delle scarpate che del fondo del bacino. In Figura 4.2 è rappresentata la sezione tipo di realizzazione della cassa.

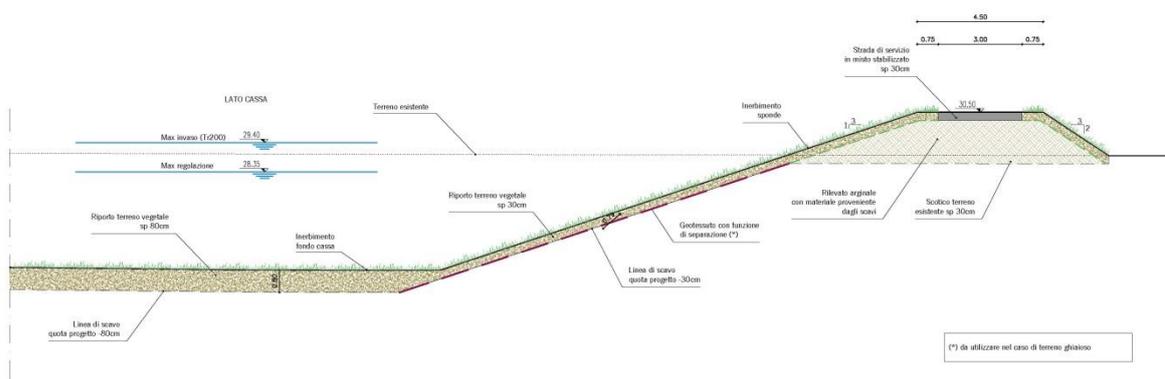


Figura 4.2 – Sezione tipo della cassa di espansione

All'interno del bacino si è previsto, inoltre, di destinare tre porzioni della cassa ad aree umide (Figura 4.1) per il miglioramento ecologico-funzionale del sito.

Le tre aree umide presentano differenti forme e dimensioni; il fondo dello scavo sarà approfondito di circa tre metri rispetto al fondo della cassa di espansione in maniera da intercettare la falda idrica, garantendo un tirante di circa un metro, che consente la permanenza dell'acqua nello scavo per lunghi periodi.

All'interno delle due aree di maggiore dimensione saranno realizzati piccoli isolotti appositamente modellati, che andranno a costituire uno specifico 'punto di appoggio' (stepping stone) per la sosta e nidificazione dell'avifauna.

La Tabella 4.1 riassume le caratteristiche principali della cassa di espansione in progetto.

*Tabella 4.1 – Caratteristiche principali della cassa di espansione in progetto.*

Superficie occupata	65	ha
Volume di scavo	3.0	Mm <sup>3</sup>
Volume di invaso alla max regolazione	1.8	Mm <sup>3</sup>
Quota di massimo invaso (Tr 200)	29.40	m s.m.m.
Quota media del fondo	25.20	m s.m.m.
Quota di massima regolazione	28.35	m s.m.m.
Lunghezza dello sfioratore	30.0	m
Portata massima sfiorata per TR200	20.0	m <sup>3</sup> /s
Incremento del franco idraulico a valle	~ 5	cm

## 4.2 Manufatto di presa e manufatto di derivazione

Il funzionamento idraulico dell'opera segue lo schema di cassa di espansione "in derivazione", in cui l'invaso temporaneo dell'acqua all'interno dell'area avviene attraverso uno sfioratore laterale, posto immediatamente a monte della sezione 1049; lo sfioratore ha una larghezza di 30 m ed una quota di sfioro di 28.35 m s.m.m.. Poiché l'argine golenale esistente ha una quota pari a circa 29.50-30.00 m s.m.m., si è previsto lo scavo fino a quota pari a 27.00 m s.m.m. della fascia, di larghezza pari a circa 30.0 m, di fronte allo sfioratore.

Dal momento che il progetto non prevede di fissare la sezione di deflusso in corrispondenza del manufatto di presa mediante una soglia fissa in alveo, la scala delle portate in corrispondenza delle opere potrà subire dei cambiamenti nel corso del tempo. Pertanto, al fine di garantirne il corretto funzionamento e di ottimizzarne l'efficacia, il manufatto di derivazione è stato progettato in modo tale che la quota di sfioro (equivalente alla quota di massima regolazione) possa essere agevolmente modificata,

al mutare delle condizioni di riferimento. Il profilo sfiorante è, dunque, previsto in moduli di acciaio, fissati a elementi di supporto in calcestruzzo, che possono essere rimossi e/o sostituiti, per poter attuare una diversa regolazione della cassa.

La Figura 4.3 riporta la sezioni trasversale dell'opera di derivazione.

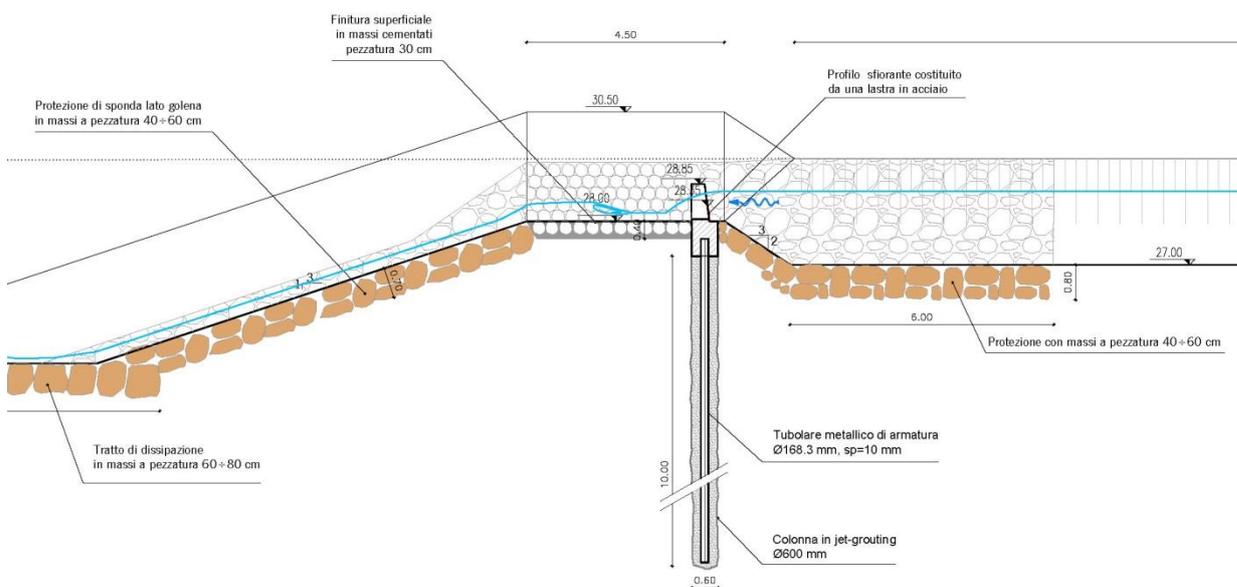


Figura 4.3 – Opera di derivazione: sezione trasversale.

La Figura 4.4 riporta, invece, la curva dei volumi di invaso della cassa di espansione in progetto.

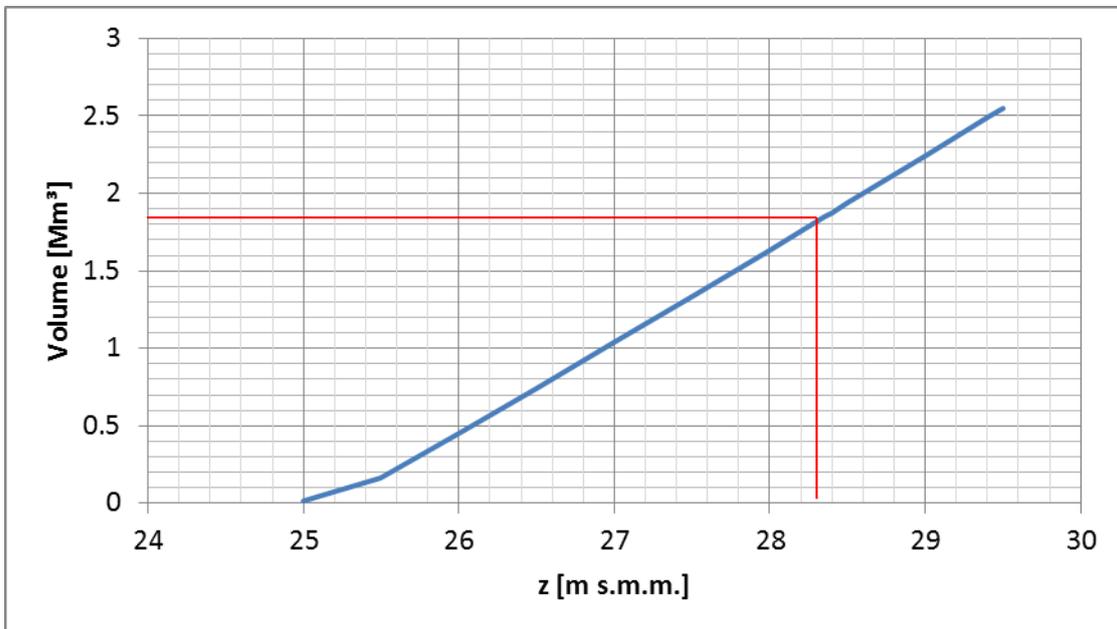


Figura 4.4 – Curva d’invaso della cassa di espansione in progetto.

Nella porzione più a valle della cassa d’espansione laterale è posto il manufatto di restituzione, costituito da due scatolari in c.a. di dimensioni 1.50x1.50 m e regolabili per mezzo di paratoie piane a scorrimento verticale (Figura 4.5).

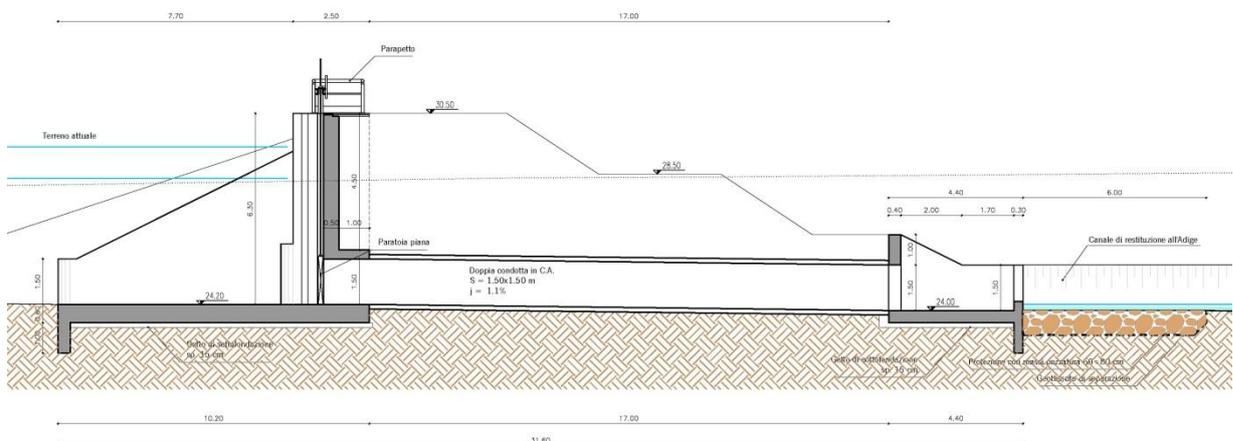


Figura 4.5 – Opera di restituzione: sezione trasversale.

 <b>ATI bonifica</b>	<b>Linea AV/AC VERONA – PADOVA</b>	
	<b>1° Sublotto: VERONA - MONTEBELLO VICENTINO</b>	
	Titolo: CANTIERIZZAZIONE – SITO DI PRODUZIONE INERTI E RECUPERO AMBIENTALE CASSA DI ESPANSIONE ZEVIO - RELAZIONE GENERALE	
PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO	REV.	Pag 18di19
<b>IN0D00DI2RGCA0001106</b>		<b>A</b>

### 4.3 Difesa spondale

La stabilità delle opere di progetto potrebbe essere compromessa da un eventuale migrazione planimetrica fluviale, dovute alla naturale dinamica morfologica del F. Adige. Se tale migrazione dovesse dirigersi verso la sinistra idraulica, il fronte erosivo potrebbe andare a determinare lo scalzamento del rilevato arginale e dei manufatti di derivazione e di restituzione.

Le alternative di intervento per scongiurare questa possibilità sono due:

- realizzazione di opere di protezione spondale per impedire tale migrazione;
- mantenere una distanza di sicurezza tra l'unghia esterna dell'argine e la sponda fluviale.

Il progetto è stato quindi dimensionato mantenendo, tra la scarpata fluviale e l'unghia esterna dell'argine, una distanza di circa 30 metri.

Per maggiore garanzia, si è previsto l'inserimento di alcuni pennelli fluviali, realizzati con tecniche dell'ingegneria naturalistica, a difesa di un tratto di circa 300.0 m a valle del manufatto di derivazione, dove attualmente si ha una maggiore pressione dell'azione della corrente sulla sponda sinistra.

In Figura 4.6 è riportata la sezione trasversale tipologica delle opere di protezione spondale.

