

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGI OBIETTIVO N. 443/2001**

**PROGETTO PRELIMINARE**

**LINEA AV/AC VERONA – PADOVA  
LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA**

**CASSA D'ESPANSIONE TORRENTE ONTE  
RELAZIONE IDRAULICA**

SCALA:

-

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

I N 0 1    0 0    R    0 9    R I    I D 0 0 0 2    0 0 2    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore	Data
A	Emissione definitiva	M. Coccato	Luglio 2017	F. Casas	Luglio 2017	B. Bianchi	Luglio 2017		

**ITALFERR S.p.A.**  
 U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti  
 Dott. Ing. Angelo Pittorzi  
 Ordine degli ingegneri della Provincia di Roma  
 N° A20783

File: IN0100R09RIID0002002A.DOC

n. Elab.:

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	INQUADRAMENTO DELL'AMBITO DI STUDIO .....	4
2.1	<i>Inquadramento Geomorfologico</i> .....	4
2.2	<i>Caratteristiche Litologiche e Strutturali</i> .....	6
2.3	<i>Caratteristiche Idrogeologiche</i> .....	7
2.4	<i>Interpretazione dei Risultati e Aspetti Geotecnici</i> .....	8
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	11
3.1	<i>LA CASSA D'ESPANSIONE</i> .....	11
3.1.1	Opere in Terra .....	11
3.1.2	Opera di presa .....	12
3.1.1	Opera di restituzione .....	13
3.1.2	Sfioratore di sicurezza .....	14
3.2	<i>SISTEMAZIONE DEL CORSO D'ACQUA</i> .....	15
3.3	<i>BILANCIO DELLE TERRE E DEI MATERIALI</i> .....	15
4	IDROLOGIA .....	17
4.1	<i>Studio idrologico effettuato dall'Autorità di Bacino</i> .....	17
4.2	<i>Scelta degli ietogrammi di riferimento</i> .....	20
5	IDRAULICA .....	22
5.1	<i>FUNZIONAMENTO DELLA CASSA D'ESPANSIONE</i> .....	22
5.2	<i>DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEI MANUFATTI</i> .....	23
5.2.1	Opera di presa .....	23
5.2.2	Opera di restituzione .....	25
5.2.3	Sfioratore di sicurezza .....	26





TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA

LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA

PROGETTO PRELIMINARE

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 IN01 00 R 09 RI ID 00 02 002 A 3 di 26

## 1 PREMESSA

La presente Relazione riferisce in merito al Progetto di una cassa d'espansione sul Torrente Onte funzionale alla laminazione delle portate di piena che provocano allagamenti del Fiume Retrone nel territorio del Comune di Vicenza interessato dal Progetto Preliminare della tratta ferroviaria in oggetto. Per le considerazioni generali sull'assetto idraulico del territorio si rimanda allo studio idraulico e relativi elaborati, come di seguito elencati.

Relazione idrologica	I	N	0	I	0	0	R	0	9	R	I	I	D	0	0	0	1	0	0	1	A
Relazione idraulica	I	N	0	I	0	0	R	0	9	R	I	I	D	0	0	0	2	0	0	1	A
Corografia dei Bacini e reticolo idrografico	I	N	0	I	0	0	R	0	9	C	3	I	D	0	0	0	1	0	0	1	A
Stralcio P.A.I.	I	N	0	I	0	0	R	0	9	C	4	I	D	0	0	0	2	0	0	1	A
Planimetria esondazione Tr30 ante-operam	I	N	0	I	0	0	R	0	9	P	4	I	D	0	0	0	2	0	0	1	A
Planimetria esondazione Tr30 post-operam	I	N	0	I	0	0	R	0	9	P	4	I	D	0	0	0	2	0	0	2	A
Planimetria esondazione Tr100 ante-operam	I	N	0	I	0	0	R	0	9	P	4	I	D	0	0	0	2	0	0	3	A
Planimetria esondazione Tr100 post-operam	I	N	0	I	0	0	R	0	9	P	4	I	D	0	0	0	2	0	0	4	A
Planimetria esondazione Tr200 ante-operam	I	N	0	I	0	0	R	0	9	P	4	I	D	0	0	0	2	0	0	5	A
Planimetria esondazione Tr200 post-operam	I	N	0	I	0	0	R	0	9	P	4	I	D	0	0	0	2	0	0	6	A
Planimetria esondazione Tr300 ante-operam	I	N	0	I	0	0	R	0	9	P	4	I	D	0	0	0	2	0	0	7	A
Planimetria esondazione Tr300 post-operam	I	N	0	I	0	0	R	0	9	P	4	I	D	0	0	0	2	0	0	8	A
Profilo di rigurgito Tr30 ante e post operam	I	N	0	I	0	0	R	0	9	F	7	I	D	0	0	0	2	0	0	1	A
Profilo di rigurgito Tr100 ante e post operam	I	N	0	I	0	0	R	0	9	F	7	I	D	0	0	0	2	0	0	2	A
Profilo di rigurgito Tr200 anni ante e post operam	I	N	0	I	0	0	R	0	9	F	7	I	D	0	0	0	2	0	0	3	A
Profilo di rigurgito Tr300 ante e post operam	I	N	0	I	0	0	R	0	9	F	7	I	D	0	0	0	2	0	0	4	A
Argine sul Retrone - sezioni	I	N	0	I	0	0	R	0	9	W	Z	I	D	0	0	0	2	0	0	1	A
Ponte Retrone - Planimetria e sezioni	I	N	0	I	0	0	R	0	9	P	Z	I	D	0	0	0	2	0	0	1	A
Ponte Dioma - Planimetria e sezioni	I	N	0	I	0	0	R	0	9	P	Z	I	D	0	0	0	2	0	0	2	A

Le informazioni raccolte per la redazione del Progetto Preliminare degli interventi commissionato dalla Regione de Veneto nel 2003, nell'area di intervento del torrente Onte, sono state acquisite per la presente proposta progettuale.

	<b>TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA <b>INOI</b>	LOTTO 00	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. A

## 2 INQUADRAMENTO DELL'AMBITO DI STUDIO

### 2.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'attuale assetto geomorfologico del territorio d'indagine è caratterizzato da forme derivate da processi di modellamento strettamente legati agli eventi quaternari.

Nel periodo di massimo sviluppo glaciale (Pleniglaciale, 75.000-14.000 anni B.P.) a valle delle estese coltri würmiane i depositi fluvioglaciali, trasportati dagli scaricatori dei ghiacciai, formavano vaste piane proglaciali (sandur).

Questa unità morfologica, attualmente identificabile nell'alta pianura veneta, risulta costituita da un complesso di conoidi alluvionali a debole pendenza, in gran parte coalescenti e con apici in corrispondenza degli sbocchi in pianura degli scaricatori glaciali; durante il Pleniglaciale, infatti, l'apporto di sedimenti era un fenomeno generalizzato lungo tutto il fronte morenico. Verso meridione i conoidi ghiaiosi si rastremano progressivamente ma rapidamente, facendo transizione a depositi sabbiosi e limoso-argillosi.

In relazione all'evoluzione geologica e paleoclimatica della regione, i corsi d'acqua più importanti – caratterizzati da bacini montani a discreta affinità litologica, morfologica e climatica – dettero luogo a eventi deposizionali simili con conseguente buona uniformità litostratigrafia, laterale e longitudinale, dei sedimenti alluvionali.

Lungo il tratto terminale dei fondovalle dei torrenti Onte e Valdiezza (Figura 2-1) la piana di esondazione risulta modellata a conca; questa configurazione ha favorito, nell'ambito delle aree topograficamente depresse, il ristagno delle acque e il deposito di sedimenti prevalentemente argilloso-torbosi.



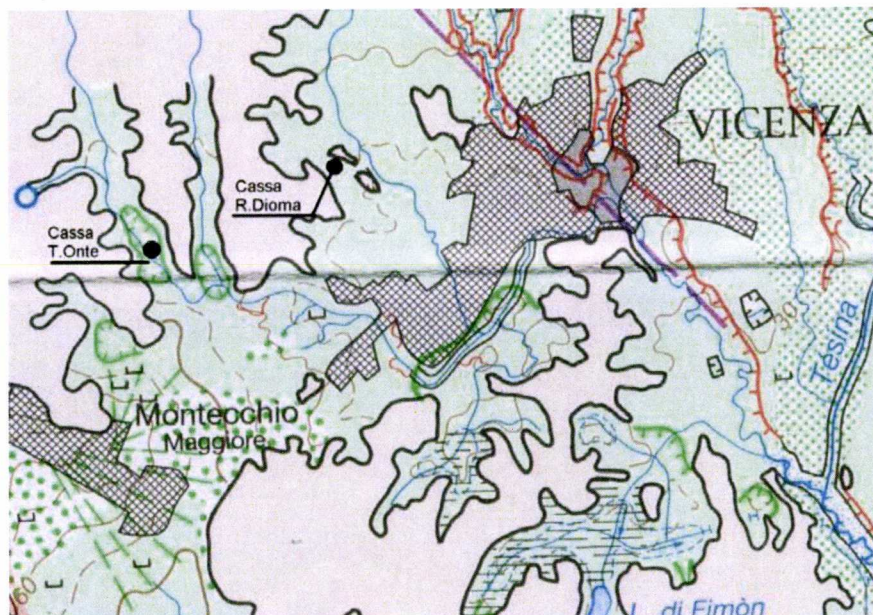


Figura 2-1: Profilo litologico dell'alta e media pianura vicentina (tratto da I.R.S.A., 1979).

Le massime concentrazioni di depositi sabbiosi corrispondono a corpi isolati, generalmente allungati (paleovalvi). La distribuzione delle sabbie, alquanto disomogenea e complessa, evidenzia che verso valle gli orizzonti ghiaiosi non fanno, di norma, direttamente transizione a sabbie pulite ma, piuttosto, a depositi a sabbioso-limosi. E' possibile, tuttavia, notare un aumento progressivo verso S della percentuale di sabbie anche se, localmente, la distribuzione di tali sedimenti appare relativamente complessa per la presenza di zone di massimo e minimo adiacenti e alternate.

### Assetto strutturale

L'assetto strutturale di questo territorio risulta condizionato dalla presenza di almeno tre sistemi tettonici di importanza regionale.

Flessura Pedemontana, ad andamento valsuganese ENE-WSW, delimita verso S gli affioramenti di rocce triassiche. Nel tratto considerato prende il nome di «Linea Marana-Piovene» ed ha determinato il sollevamento del settore settentrionale di circa un migliaio di metri. Secondo Conedera et al. (1972) questa linea è stata attiva soprattutto in età pliocenica, durante le fasi tettoniche tardo-orogenetiche, sebbene non si possa escludere una sua riattivazione anche in tempi recenti. Dal punto di vista morfologico essa determina, sulle pendici meridionali del M. Guizza-Faedo, una scarpata profondamente incisa da corsi d'acqua ad andamento N-S che hanno dato luogo ad una serie di faccette triangolari e trapezoidali.

Sistema giudicariense, caratterizzato da una serie di faglie subverticali orientate NE-SW e NNE-SSW, ben riconoscibile all'intersezione con la Linea Marana-Piovene. L'entità dei movimenti, per lo più a componente orizzontale e sinistrorsi è, nella zona della flessura, dell'ordine del chilometro (Barbieri et al., 1980).



	<b>TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA <b>IN01</b>	LOTTO <b>00</b>	CODIFICA <b>R 09 RI</b>	DOCUMENTO <b>ID 00 02 002</b>	REV. <b>A</b>

Nell'area in esame le evidenze morfologiche di tale sistema sono modeste e l'attività è considerata neogenico-quadernaria (Conedera et al. 1972).

Linea Schio-Vicenza. Con andamento NW-SE spiccatamente rettilineo disloca, con movimento trascorrente sinistro, la Linea Marana-Piovene. Le superfici di movimento corrispondenti alla Linea sono in genere subverticali, ma nel settore di pianura immergono verso NE, con forte inclinazione. A S di Schio il sistema tettonico è costituito da diverse faglie subparallele, in parte sepolte ed in parte rilevabili sul margine orientale dei Lessini. In questo secondo caso il fascio di faglie che attraversa le unità affioranti assume il nome di «Faglia di Malo» (De Boer, 1963) ed è responsabile di un rigetto sia in senso verticale che orizzontale. Nella zona montana il rigetto orizzontale prevale su quello verticale, che nei dintorni di Schio si aggira sui 500 m; nell'area di pianura risulta abbassato il settore orientale. Più a W, la Faglia di Priabona, a direzione NNW-SSE e prevalente movimento orizzontale destrorso, riconosciuta tra il M.Malo e Sovizzo, interessa la porzione orientale dei Lessini; il tratto meridionale di questo elemento è sepolto dalle alluvioni del T.Onte.

Nell'intervallo neogenico-quadernario i movimenti trascorrenti risultano sinistrorsi e, almeno nel tratto meridionale, la Linea Schio-Vicenza e le sue vicarianti risultano attive anche nel Quadernario.

## 2.2 CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E STRUTTURALI

### Litologia

L'alta pianura alluvionale veneta, per il suo carattere di grande omogeneità, derivante in varia misura da fattori morfologici, litologici e paleogeografici, può essere considerata come un'unità geologica autonoma nella Pianura Padana.

La copertura quadernaria che ne forma il sottosuolo poggia su un basamento di età prevalentemente terziaria e mesozoica. Sebbene le condizioni litologico-stratigrafiche e granulometriche del materasso alluvionale appaiano varie e difficilmente precisabili nel dettaglio, si possono individuare situazioni litologiche tipiche che, seppure orientativamente, caratterizzano intere fasce della pianura. Queste ultime, che presentano caratteri abbastanza omogenei e la cui distribuzione è la logica conseguenza dei processi che hanno determinato la deposizione del materasso alluvionale quadernario, si susseguono da N a S sviluppandosi in direzione subparallela al limite dei rilievi e perpendicolarmente ai corsi d'acqua.

L'alta pianura, che si individua tra il margine delle Prealpi e la fascia delle risorgive, è caratterizzata da materiali sciolti grossolani di origine fluvioglaciale, in prevalenza ghiaiosi, praticamente indifferenziati sino al substrato roccioso. Verso S questi materiali fanno transizione dapprima a sabbie e, quindi, a limi e argille (Figura 2-2).



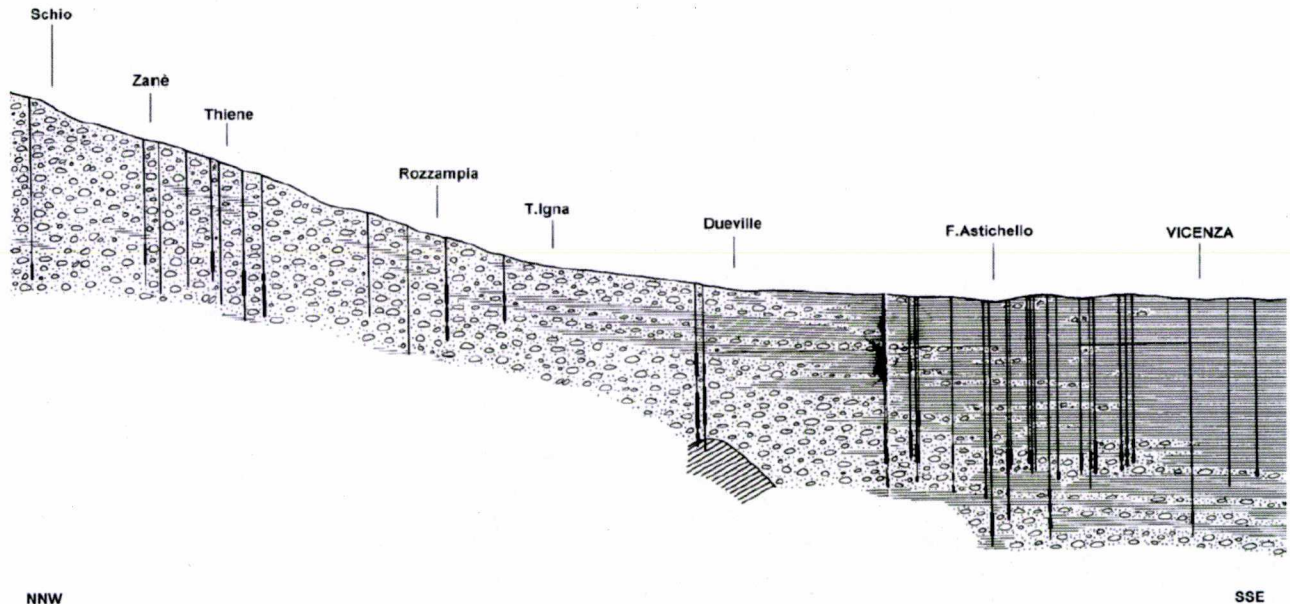


Figura 2-2: Assetto geomorfologico dell'area (tratta dalla Carta Geomorfologica della Pianura Padana – scala 1:250.000).

L'intervallo stratigrafico compreso tra il piano di campagna e circa 30 m risulta caratterizzato da ghiaie dominanti lungo una fascia continua, collocata a ridosso dei rilievi, con larghezza compresa tra 4 e 15 Km. L'estensione minima di questa fascia, che si rileva in corrispondenza del sistema fluviale Astico-Leogra, è in relazione alle modeste dimensioni dei bacini dei due corsi d'acqua. In corrispondenza degli intervalli stratigrafici inferiori (30÷60 m e 60÷90 m) l'andamento delle curve di uguale percentuale di ghiaie concorda, in generale, con quello dell'intervallo più superficiale, anche se le linee di massima distribuzione tendono progressivamente ad avvicinarsi al piede dei rilievi.

### 2.3 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Come precedentemente evidenziato, il sottosuolo dell'alta pianura vicentina, a ridosso dei rilievi prealpini, è costituito da alluvioni ghiaiose, praticamente indifferenziate sino al substrato roccioso, depositate dai corsi d'acqua al loro sbocco in pianura a formare grandi conoidi contigui, addentellati e parzialmente sovrapposti. Le ghiaie, di natura prevalentemente carbonatica, contengono sempre percentuali di sabbia dell'ordine del 10÷30% e, generalmente, un'abbondante frazione di materiali più grossolani. Questi depositi sono sede di un unico acquifero indifferenziato a carattere freatico.

Al confine meridionale dell'alta pianura si verifica la progressiva e rapida differenziazione delle ghiaie in orizzonti distinti e il conseguente passaggio da un materasso omogeneo ad un'alternanza litologicamente differenziata. Alla progressiva rastremazione dei depositi grossolani fa riscontro il rapido aumento dei

	<b>TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA <b>INOI</b>	LOTTO <b>00</b>	CODIFICA <b>R 09 RI</b>	DOCUMENTO <b>ID 00 02 002</b>	REV. <b>A</b>

materiali fini, limoso-argillosi, entro i quali tuttavia si individuano livelli e lenti sabbiose e/o sabbioso-ghiaiose arealmente estese. Tale situazione stratigrafica dà luogo, di conseguenza, ad un sistema idrogeologico a falde sovrapposte, idraulicamente connesse con l'acquifero dell'alta pianura.

L'alimentazione del sistema idrogeologico dell'alta pianura è legata in massima parte agli apporti sotterranei derivanti dalle dispersioni idriche di subalveo dei corsi d'acqua naturali e artificiali (in modo significativo le irrigazioni), e subordinatamente all'infiltrazione efficace degli afflussi meteorici. Relativamente al sistema Leogra-Timonchio è stato evidenziato (Sottani et al., 1982) che – lungo il tratto pedemontano (sino alla fascia delle risorgive) --per portate fino a 4 m<sup>3</sup>/sec tutta l'acqua si disperde nel sottosuolo, per portate comprese tra 5 e 25 m<sup>3</sup>/sec le dispersioni variano proporzionalmente tra 5 e 8 m<sup>3</sup>/sec circa, mentre per portate superiori a 22 m<sup>3</sup>/sec le dispersioni si stabilizzano intorno a 8÷9 m<sup>3</sup>/sec.

## 2.4 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI E ASPETTI GEOTECNICI

Per la redazione del Progetto Preliminare degli interventi Commissionato dalla Regione de Veneto nel 2003, nell'area di intervento del torrente Onte, sono state condotte le seguenti indagini geognostiche per la definizione delle caratteristiche geotecniche dei terreni, che sono state acquisite per la presente proposta progettuale:

- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo (ordine di profondità 20 m), comprensivo di prelievo di campioni indisturbati;
- esecuzione di prove di laboratorio sui campioni prelevati;
- n. 5 Prove Penetrometriche Statiche (CPT) fino alla profondità di 20 m dal piano campagna;
- rivestimento delle pareti del foro per consentire misure del livello di falda;
- indagini geofisiche con metodi sismici (sismica a rifrazione per onde P e per onde SH, metodo SASW basato sulla propagazione delle onde superficiali), per circa 500 m di sezione rilevata.

### Successione stratigrafica

I materiali di riempimento del fondovalle sono rappresentati da una sequenza di terreni coesivi, prevalentemente organici, con frequenti intercalazioni di torba a vegetali parzialmente decomposti. Solo in prossimità dei rilievi (cfr. C.P.T. n° 5) la sequenza è interrotta da lenti, arealmente poco estese e dello spessore medio di circa 1 m, di litotipi granulari (sabbie con limo o limose) di origine colluviale.

Il profilo stratigrafico riportato in Allegato 4 illustra i rapporti reciproci tra i diversi tipi litologici in corrispondenza della sezione di chiusura della cassa di espansione.

### Caratteristiche geotecniche

L'indagine stratigrafica, condotta in sede progettuale attraverso n. 2 sondaggi meccanici a rotazione verticale eseguiti a carotaggio continuo e n. 5 prove penetrometriche statiche (C.P.T.), ha consentito di individuare orizzonti e livelli irregolari di argille più o meno limose, prevalentemente organiche, con intercalati livelli o lenti torbosi e/o a sostanza organica parzialmente decomposta.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA <b>INOI</b>	LOTTO 00	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. A

In linea generale, i terreni rilevati sino a 20 m di profondità – caratterizzati da storia di consolidazione normale o da leggera sovraconsolidazione – risultano in gran parte coesivi, prevalentemente teneri, con comportamento meccanico contraddistinto da:

- bassa resistenza al taglio;
- influenza della velocità di applicazione dei carichi sulla resistenza al taglio iniziale;
- incremento della resistenza al taglio con il procedere della consolidazione;
- anisotropia nei riguardi del coefficiente di permeabilità e, quindi, dei processi di consolidazione, con possibilità di cedimenti differenziali notevoli;
- consolidazione a lungo termine;
- saturazione al di sotto della falda freatica.

Le correlazioni dei valori forniti dalle prove C.P.T. - in funzione delle litologie riscontrate - permettono di definire i parametri geotecnici dei litotipi rilevati lungo le verticali di prova (Seed & Idriss, 1971; Schmertmann, 1976-78; A.G.I., 1977; Bowles, 1982), consentendo di evidenziare la presenza di orizzonti cedevoli.

Nel caso specifico, i terreni rilevati sino a 13÷14 m dal p.c. (con valori di resistenza alla punta compresi in media tra 1 e 6 Kg/cm<sup>2</sup>) sono caratterizzati da resistenza al taglio molto bassa ( $c_u < 0.2$  Kg/cm<sup>2</sup>) e compressibilità molto elevata ( $M_o < 10$  Kg/cm<sup>2</sup>). Oltre tale profondità la serie sedimentaria è costituita da terreni con valori di  $c_u$  mediamente compresi tra 0.3 e 0.8 Kg/cm<sup>2</sup> e modulo edometrico tra 30 e 50 Kg/cm<sup>2</sup>.

### Considerazioni sui risultati delle prove di laboratorio

I terreni rilevati nel corso delle prove geognostiche sono state sottoposti a specifiche prove di laboratorio comprendenti analisi granulometriche, determinazioni dei limiti di Atterberg e prove di consolidazione edometrica.

Il quadro riassuntivo dei risultati è riportato in Tabella 2-1.

**Tabella 2-1: Classificazione dei terreni**

Camp.	Profondità m	ANALISI GRANULOMETRICA				CLASSIFICAZIONE	LIMITI DI ATTERBERG			CLASS. CNR UNI 10006	EDOMETRIA Cc
		Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %		W <sub>L</sub> %	W <sub>p</sub> %	I <sub>p</sub>		
S1/A	4.5 ÷ 5.1					Torba					
S1/B	9.0 ÷ 9.6	7.3	26.6	64.9	1.2	Limo con sabbia	86	85	1	A5	1.103
S1/C	13.1 ÷ 13.7	5.4	52.6	24	18	Sabbia limoso-argillosa	61	35	26	A7-5	0.824
S2/A	4.4 ÷ 4.8	8.1	36.8	52.4	2.7	Limo con sabbia debolmente ghiaioso	70	68	2	A5	1.208
S2/B	9.1 ÷ 9.7	5.2	17	73.9	3.9	Limo sabbioso	65	55	10	A5	0.863
S2/C	13.4 ÷ 14.0	1.8	10	62.4	25.8	Limo con argilla debolmente sabbioso	52	28	24	A7-6	0.410

	<b>TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	<b>COMMESSA</b> <b>INOI</b>	<b>LOTTO</b> <b>00</b>	<b>CODIFICA</b> <b>R 09 RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID 00 02 002</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>

In base ai risultati forniti dalle analisi granulometriche i terreni rilevati consistono, secondo le indicazioni A.G.I. (1977), in prevalenti limi con sabbia o sabbiosi, ad eccezione del campione S1/C costituito da sabbia limoso-argillosa. Le caratteristiche di consistenza – valutate sulla base delle determinazioni dei limiti di Atterberg. – evidenziando terreni alta compressibilità nel campo dei limi inorganici e terreni di alta plasticità nel campo delle argille inorganiche.

In base alle classificazioni correntemente usate i terreni esaminati sono definiti “non plastici” (camp. S1/A e S1/C), “poco plastici” (camp. S2/B) e “plastici” (camp. S1/C e S2/C).

Infine, le prove di consolidazione in cella edometrica hanno fornito i valori dell'indice di compressione Cc necessario alla valutazione dei cedimenti del rilevato arginale.



	<b>TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	<b>COMMESSA</b> <b>INOI</b>	<b>LOTTO</b> <b>00</b>	<b>CODIFICA</b> <b>R 09 RI</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>ID 00 02 002</b>	<b>REV.</b> <b>A</b>

### 3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'intervento in progetto riguarda la realizzazione di una cassa d'espansione in derivazione a servizio del torrente Onte e delle opere annesse e accessorie tra cui il risezionamento e la realizzazione di rilevati arginali del tratto di alveo a monte della cassa fino al ponte di via Valdimolino

#### 3.1 LA CASSA D'ESPANSIONE

Il presente progetto prevede la realizzazione di una cassa in derivazione in sponda sinistra del torrente Onte occupante una superficie di 23,5 ha delimitata a valle da via Vigo e a sinistra dalla S.P. Peschiera dei Mozzi.

Per permettere la derivazione in cassa viene realizzata una traversa in alveo per il sostegno dei livelli di fronte all'opera di presa. Lo scarico dell'invaso avviene tramite un'opera presidiata posta nell'angolo sud ovest. Per evitare l'eccessivo riempimento del bacino che potrebbe portare al sormonto e conseguente crollo delle arginture, nelle immediate vicinanze dell'opera di scarico è prevista la realizzazione di uno sfioratore di sicurezza che restituisce in alveo le portate in eccesso derivate dall'opera di presa.

##### 3.1.1 OPERE IN TERRA

Il bacino d'invaso è delimitato da un rilevato arginale lungo complessivamente quasi 2,0 km caratterizzato da una sezione trapezia con sommità larga 4,0 m posta a quota 45,0 m slm e scarpate aventi pendenza 1:2 sia lato cassa che lato esterno. L'intero tracciato in sommità è percorso da una viabilità in misto stabilizzato da cava.

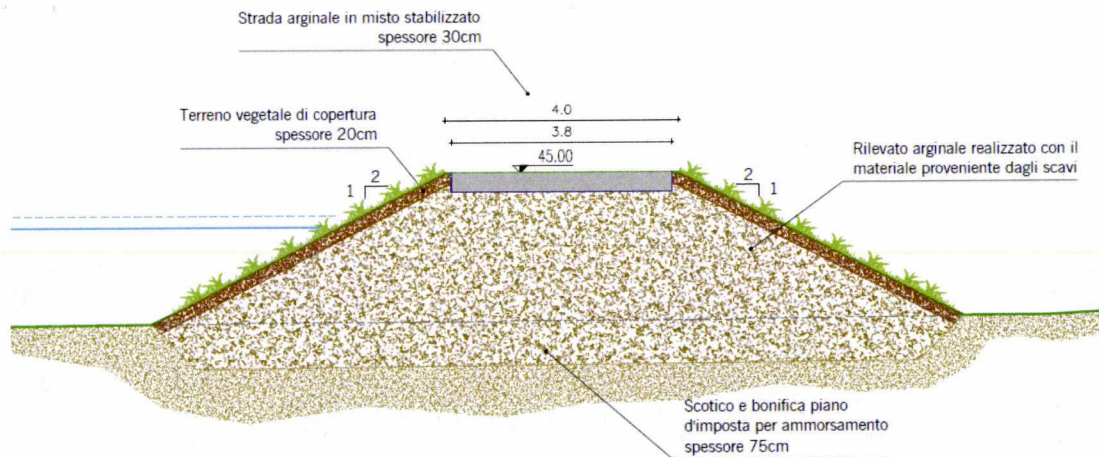


Figura 3-1: Sezione tipo del rilevato arginale della cassa.

Il fondo cassa in gran parte non viene interessato da lavori tranne che in un'area di 33 400 m<sup>2</sup> nella parte sud che sarà scavata per recuperare il terreno necessario alla realizzazione dei rilevati arginali. In tale area il terreno di coltivo verrà ripristinato al termine degli scavi per permettere la continuazione delle attività di conduzione ddei fondi agricoli interessati.

### 3.1.2 OPERA DI PRESA

L'opera di presa è costituita da una traversa in alveo per il sostegno dei livelli idrici di fonte allo sfioratore che costituisce l'opera di derivazione in cassa.

L'opera di derivazione è costituita da uno sfioratore libero caratterizzato da una sezione sagomata secondo un profilo Creagher-Scimemi lungo 95 m. La quota del petto (43,30 m slm) è tale da garantire il funzionamento ottimale dell'opera che non viene mai rigurgitata dai livelli idrici in cassa (quota massima regolazione 43,10 m slm). A valle dello sfioratore è presente una vasca di dissipazione lunga circa 5,5 m avente una pendenza del 2% verso l'interno cassa per evitare il ristagno di acqua. Per evitare lo scalzamento delle fondazioni dell'opera, sia a monte che a valle è prevista la realizzazione di un piccolo taglione di protezione e il rivestimento del fondo con massi.

Per garantire la continuità del percorso carrabile in sommità arginale sull'opera è realizzato un impalcato largo 4,80 m (carreggiata utile 4,0 m) poggiante su pile larghe 50 cm poste con luce netta di 10,0 m.



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA <b>INOI</b>	LOTTO <b>00</b>	CODIFICA <b>R 09 RI</b>	DOCUMENTO <b>ID 00 02 002</b>	REV. <b>A</b>

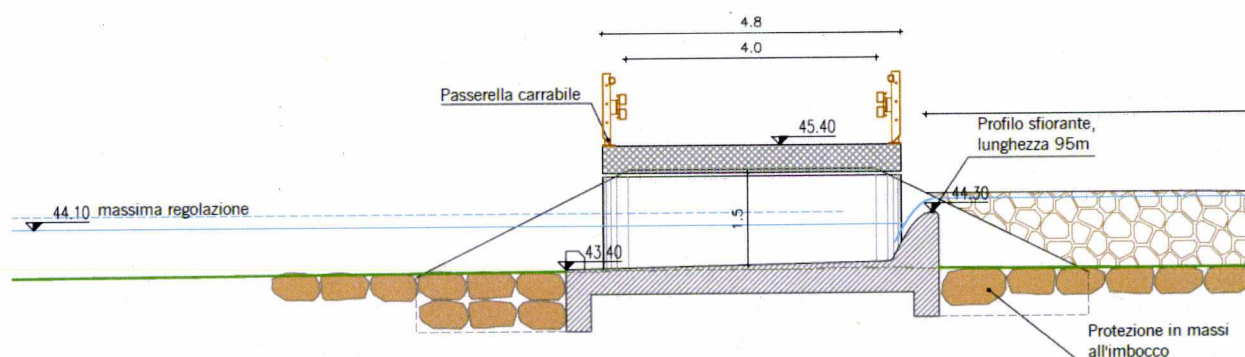


Figura 3-2: Sezione trasversale dell'opera di derivazione in cassa.

La traversa in alveo per il sostegno dei livelli è un'opera in c.a. formata da una soglia a filo fondo alveo e due muri d'ala che restringono la sezione di deflusso lasciando un'apertura di forma trapezia larga al fondo 2,50 m e in sommità 3,90 m.

La soglia di fondazione è costituita da una platea larga 2,0 m e profonda 1,0 m protetta lato valle da possibili scalzamenti da un taglione di sottofondazione profondo ulteriori 1,70 m. I muri d'ala hanno un'altezza di 3,30 m dalla quota di fondo pari a 41,20 m slm fino a quota 44,50 m slm e hanno un profilo debolmente degradante dal punto di ammassamento nel rilevato arginale verso l'interno dell'alveo.

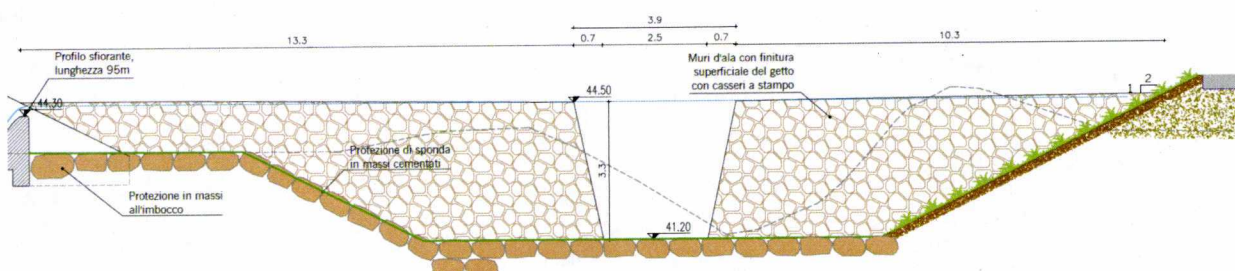


Figura 3-3: Vista da monte della traversa in alveo.

### 3.1.1 OPERA DI RESTITUZIONE

L'opera di restituzione a fiume è costituita da un tombotto in c.a. lungo circa 16,0m a sezione rettangolare con base 1,5 m e altezza 2,0 m, presidiato da una partovia piana in acciaio a scorrimento su ruote a tenuta su ambo i lati ad azionamento elettroattuato e telecomandato. L'opera è prolungata più del minimo necessario

per garantire la continuità del percorso al piede dell'argine lato fiume necessario alle operazioni di manutenzione periodica dell'alveo e del rilevato arginale.

Il fondo dell'opera ha una pendenza dell'1% verso lo scarico a fiume per impedire il ristagno di acqua sulle superfici orizzontali. Per evitare lo scalzamento delle fondazioni dell'opera, sia a monte che a valle è prevista la realizzazione di un piccolo taglione di protezione e il rivestimento del fondo con massi.

In corrispondenza del punto di scarico a fiume è previsto il rivestimento in massi della sponda opposta della sezione fluviale (regolarizzata con una larghezza al fondo di 2,50 m e sponde con pendenza 3:2).

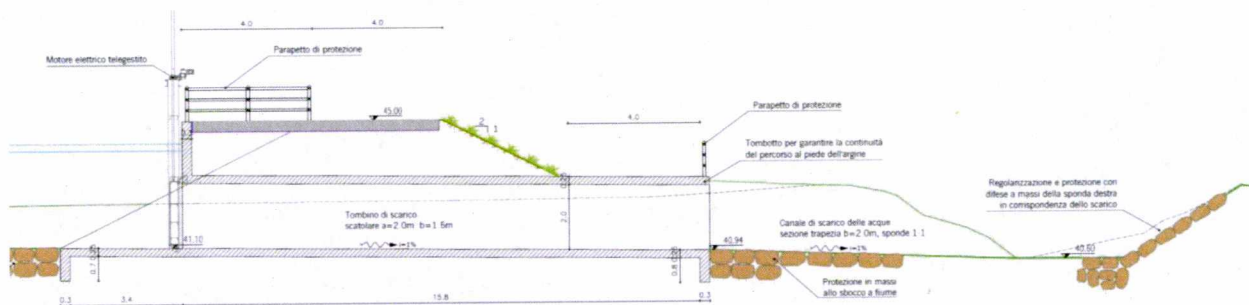


Figura 3-4: Sezione trasversale dell'opera di restituzione.

### 3.1.2 SFIORATORE DI SICUREZZA

L'opera è necessaria per permettere di restituire al corso d'acqua la portata in eccesso che in caso di eventi eccezionali non può essere immagazzinata nel bacino di laminazione.

L'opera è costituita da uno sfioratore libero caratterizzato da una sezione sagomata secondo un profilo Creagher-Scimemi lungo 50 m. A valle dello sfioratore è presente una vasca di dissipazione lunga circa 10,0 m avente una pendenza del 2% verso l'interno cassa per evitare il ristagno di acqua. Per evitare lo scalzamento delle fondazioni dell'opera, sia a monte che, soprattutto, a valle è prevista la realizzazione di un taglione di protezione (profondo 1,0 m a monte e 2,0 m a valle) e il rivestimento del fondo con massi. Lato fiume il rivestimento in massi viene prolungato su tutta la sezione fluviale (regolarizzata con una larghezza al fondo di 2,50 m e sponde con pendenza 3:2).

Per garantire la continuità del percorso carrabile in sommità arginale sull'opera è realizzato un impalcato largo 4,80 m (carreggiata utile 4,0 m) poggiante su pile larghe 50 cm poste con luce netta di 10,0 m.



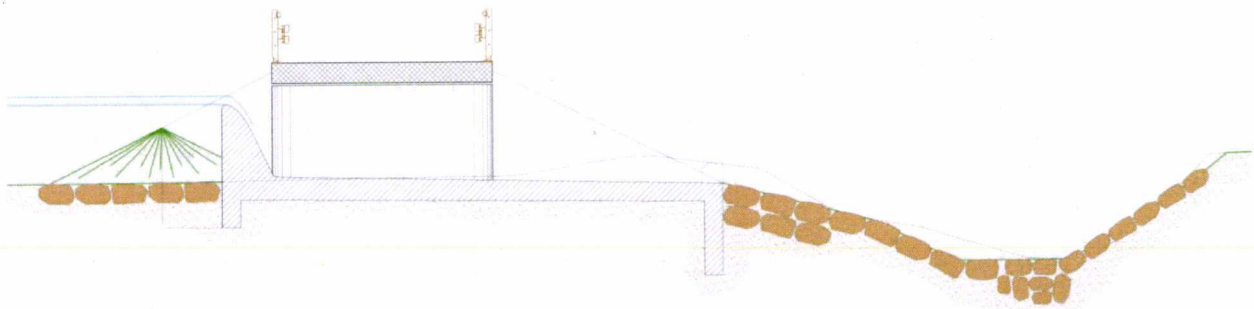


Figura 3-5: Sezione trasversale dello sfioro di sicurezza e relativa restituzione a fiume.

### 3.2 SISTEMAZIONE DEL CORSO D'ACQUA

A complemento degli interventi, per garantire il contenimento delle portate in alveo e il loro convogliamento all'opera di presa, è previsto il risezionamento dell'alveo del torrente Onte a partire dal ponte di via Valdimolino per un tratto di circa 900 m.

La nuova sezione di deflusso è caratterizzata da una sezione trapezia con base larga 11 m (contro i circa 2 m della sezione attuale) e quota della sommità arginale costante a 45,0 m slm, larga 3,0 m. Le scarpate hanno sempre pendenza 1:2.

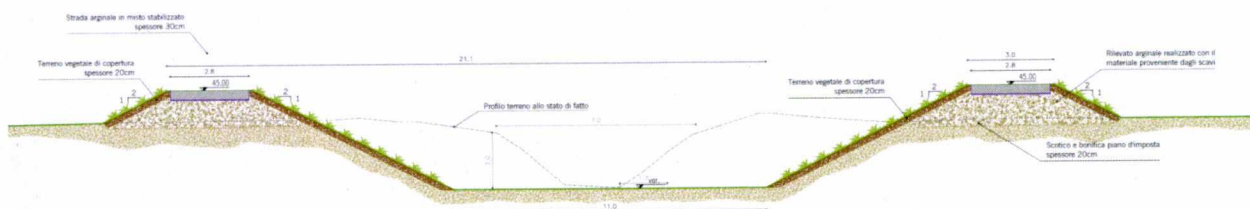


Figura 3-6: sezione tipo dell'intervento di risezionamento fluviale previsto.

### 3.3 BILANCIO DELLE TERRE E DEI MATERIALI

Gli interventi si prefiggono il completo riutilizzo nell'ambito del cantiere delle terre movimentate e il solo approvvigionamento dall'esterno riguarda i materiali da costruzione e i massi per le difese di sponda del corso d'acqua.

Il bilancio delle terre è riassunto in Tabella 3-1:



**Tabella 3-1: bilancio delle terre del progetto**

	Lunghezza arginature [m]	altezza arginature [m]		Volume movimento terre (incluso scotico e ammorsamento) [m <sup>3</sup> ]		
		max	media	sterro	riporto	netto
Argine cassa	1 990	3.60	2.04	17 680	50 468	32 788
Scavo cassa	--	1.39	0.65	38 462	16 708	-21 754
Risezionamento torrente Onte a monte della cassa	1 650	2.15	0.87	24 637	11 921	-12 716
rampe e finiture				2 000	3 682	1 682
<b>TOTALE</b>				<b>82 779</b>	<b>82 779</b>	<b>0</b>

Per le difese a massi in corrispondenza delle opere di presa e restituzione è previsto l'utilizzo di circa 1700 m<sup>3</sup> di massi aventi un diametro variabile da 0,4 a 0,6 m (da 150 a 600 kg).

Per le opere in c.a. è previsto l'impiego di circa 1500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo armato con 15 t di ferri di armatura.

	<b>TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA <b>INOI</b>	LOTTO 00	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. A

## 4 IDROLOGIA

Le verifiche idrauliche vengono effettuate utilizzando gli idrogrammi in ingresso alla rete idraulica del sistema Bacchiglione, generati secondo i criteri stabiliti nel *"Piano delle azioni e degli interventi di mitigazione del rischio idraulico e geologico"* predisposto in esito all'art. 1, comma 3, lettera g) dell'ordinanza n° 3906 del 13 novembre 2010.

Di seguito è sintetizzata l'analisi idrologica effettuata dall'Autorità di Bacino e gli idrogrammi risultati da tale analisi, nonché quelli selezionati per le verifiche di cui al presente studio.

### 4.1 STUDIO IDROLOGICO EFFETTUATO DALL'AUTORITÀ DI BACINO

Il fiume Bacchiglione si può considerare l'emissario di una vasta e complessa rete idrografica che si estende per gran parte nella zona montana e pedemontana del vicentino e che dal punto di vista idrografico comprende sia sistemi di risorgiva che sistemi di carattere fluvio-torrentizio.

Al fine di rappresentare in modo compiuto tale sistema e dare applicazione al modello idrologico, il bacino tributario del Bacchiglione è stato considerato come un insieme di sottobacini, caratterizzati ciascuno da una propria risposta idrologica e connessi tra loro principalmente da fenomeni di tipo propagatorio. La Figura 4-1 rappresenta la complessità del sistema idrografico.

Si possono individuare sul versante nord occidentale i bacini del Leogra e del Timonchio (quest'ultimo all'altezza di Caldogno e Dueville, dopo l'immissione dell'Igna e del Bacchiglioncello, assume il nome di Bacchiglione), sul versante sud occidentale il bacino dell'Orolo e del Retrone.

Detti corsi d'acqua contribuiscono in modo ampiamente diversificato alla formazione delle piene alla sezione di Vicenza insieme al contributo sia delle rogge che confluiscano in Bacchiglione a monte di Ponte del Marchese, sia del fiume Astichello che si immette in Bacchiglione circa 130 m a valle del Ponte Pusterla.

Al fine di definire e caratterizzare i processi di produzione di deflusso e trasporto durante il manifestarsi di eventi alluvionali, l'Autorità di Bacino ha utilizzato uno schema di tipo geomorfologico, che ancora la risposta del bacino alle caratteristiche fisiche e geomorfologiche del sistema idrografico. In particolar modo è stato adottato un approccio di tipo geomorfoclimatico, che si discosta dagli schemi prodotti nel passato, basati su ipotesi semplificative, come, ad esempio, l'assunzione di una distribuzione temporale uniforme (a scala di evento) delle precipitazioni e una sommaria descrizione della geometria del bacino con modelli Hortoniani, che non tengono conto della complessità della reale rete idraulica.

Lo schema di calcolo adottato dall'Autorità di Bacino utilizza l'informazione derivante da mappe digitali del terreno, dall'interpolazione geostatistica di dati meteorologici, da mappe di uso del suolo e pertanto si configura come distribuito nella descrizione dei processi ma concentrato nei parametri.



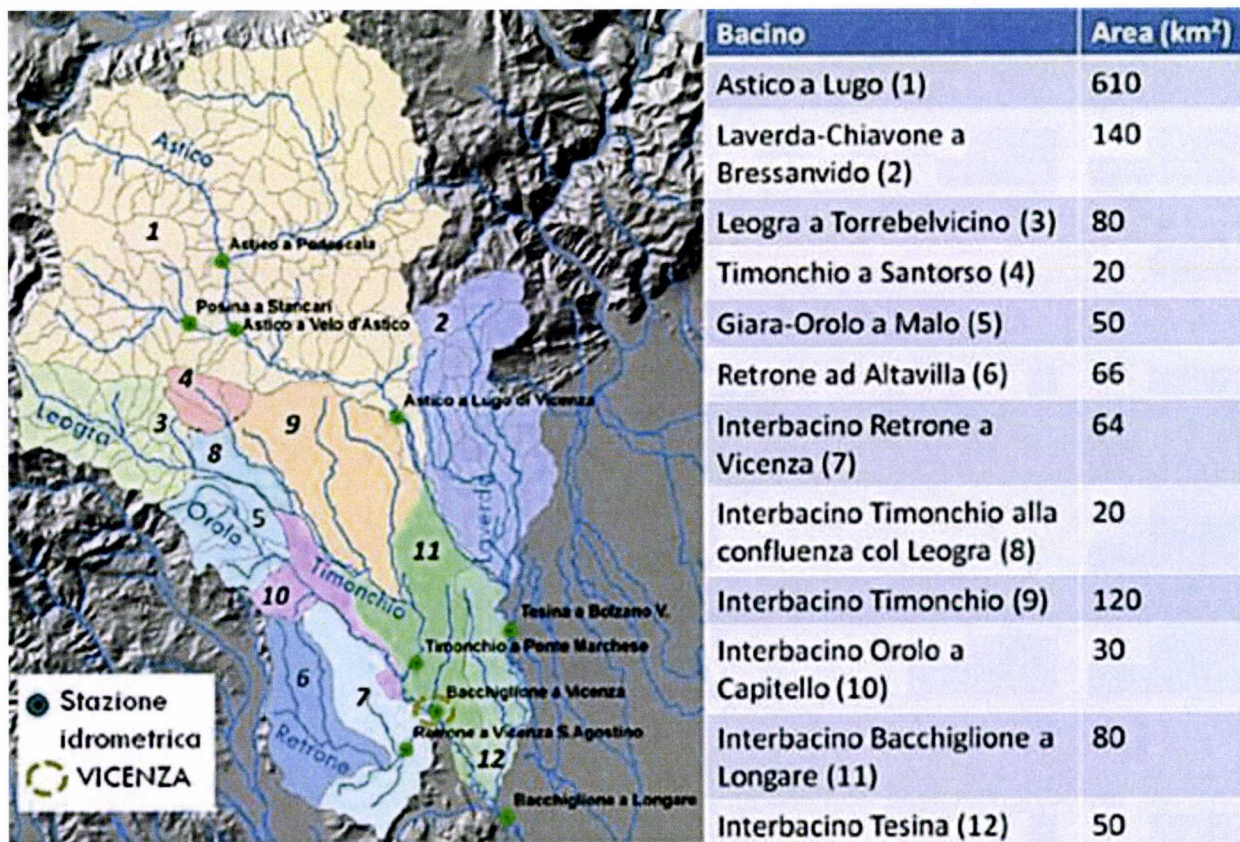


Figura 4-1: Bacini tributari del Bacchiglione (da Autorità di Bacino Alto Adriatico, 2013)

Vengono assunte le seguenti ipotesi di progetto per la determinazione degli idrogrammi con assegnata frequenza di accadimento con l'obiettivo di semplificare le procedure/tempi di calcolo nel rispetto della validità dei risultati:

1. il tempo di ritorno è riferito all'evento meteorico e quindi al volume di precipitazione caduto in un determinato intervallo temporale. Questo assunto trova giustificazione nella semplificazione della procedura di calcolo che si intende adottare e che, in alternativa, dovrebbe considerare la probabilità composta di molteplici variabili, quali la temperatura, lo spessore del manto nevoso, il grado di imbibizione del terreno, le condizioni di sicurezza dei corpi arginali esistenti al verificarsi dell'evento meteorico;
2. il modello idrologico viene utilizzato ad evento e non in modo continuo;
3. le condizioni iniziali delle variabili che entrano in gioco nella determinazione della precipitazione efficace sono determinati mediante taratura con riferimento all'evento storico di riferimento (più



gravoso) registrato per il bacino idrografico in esame. Questo approccio permette di tenere conto dei fenomeni di scioglimento nivale.

Gli idrogrammi prodotti dall'Autorità di Bacino e forniti agli scriventi consistono nei contributi idrologici dei diversi sottobacini per:

- 6 forme dello ietogramma (uniforme, monotono crescente, doppio colmo come risultato di un processo moltiplicativo binomiale casuale, triangolare isoscele, monotono decrescente);
- 39 diverse durate dell'evento di pioggia da 6 a 120 ore (con risoluzione trioraria);
- 8 diversi tempi di ritorno (10, 20, 30, 50, 70, 100, 200, 300 anni).

In Figura 4-2 sono riportati gli idrogrammi con TR 100 anni associati a diverse forme dello ietogramma. In tutti i casi analizzati si osserva che le forme di ietogramma che determinano i picchi di portata maggiori sono la M02 (monotono crescente) e la M05 (triangolare isoscele).

La Figura 4-3 rappresenta gli idrogrammi relativi alla sezione del Retrone a monte della confluenza con il Bacchiglione per TR 100 anni: si osserva che la durata critica di questo bacino è 18 ore, e che la durata di 24 ore determina un idrogramma non molto dissimile.

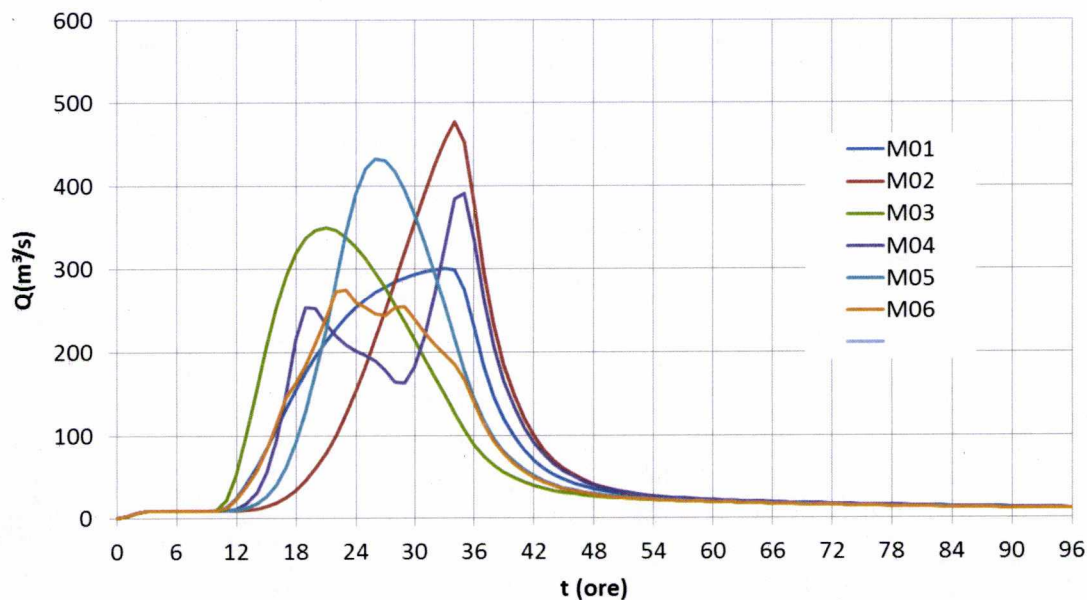


Figura 4-2: Idrogrammi con tempo di ritorno centennale associati a diverse forme dello ietogramma



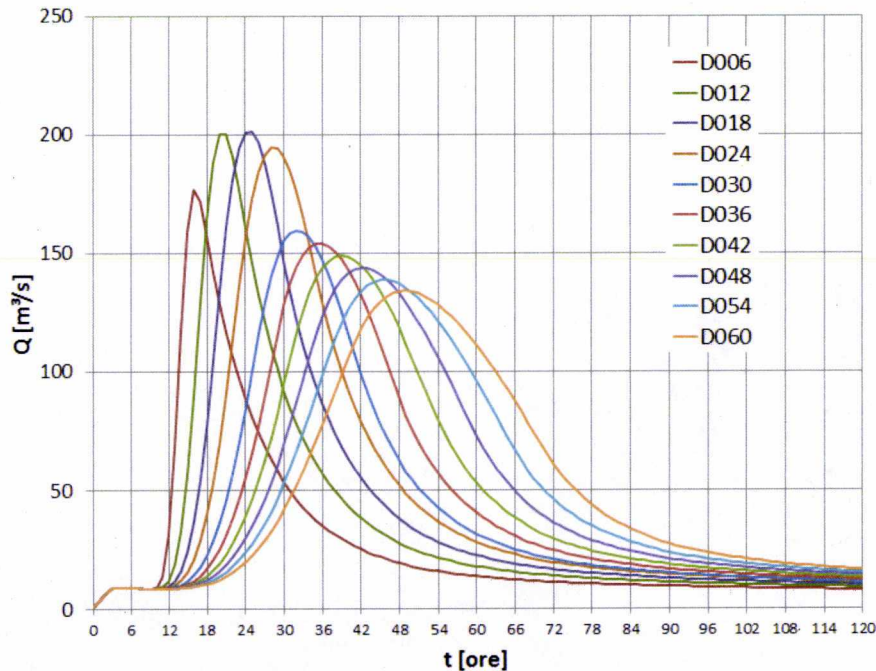


Figura 4-3: Idrogrammi alla sezione del Retrone a monte della confluenza con il Bacchiglione per TR 100 anni, forma dello ietogramma M05, per diverse durate di pioggia

#### 4.2 SCELTA DEGLI IETOGRAMMI DI RIFERIMENTO

Visti gli obiettivi del presente studio, sono stati scelti come idrogrammi di riferimento quelli caratterizzati da:

- tempo di ritorno pari a 30, 100, 200 e 300 anni;
- durata di pioggia 24 ore, che risulta essere la durata critica del sistema Retrone - Bacchiglione a Vicenza per i tempi di ritorno esaminati;
- forma dello ietogramma M05 (triangolare isoscele), che determina i picchi di piena maggiori, escludendo la forma monotona crescente che per il tipo di bacini studiati non appare realistica.

Dal momento che gli idrogrammi idrologici forniti dall'Autorità di Bacino si riferiscono a sezioni principali di chiusura dei diversi sottobacini, al fine di individuare l'idrogramma alla sezione in corrispondenza della cassa di espansione sul torrente Onte si è reso necessario ricavare gli idrogrammi di piena di riferimento. Tali idrogrammi, riportati in Figura 4-4, sono stati ricavati sulla base dell'area del sottobacino sotteso alla sezione di interesse.

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
INOI	00	R 09 RI	ID 00 02 002	A	21 di 26

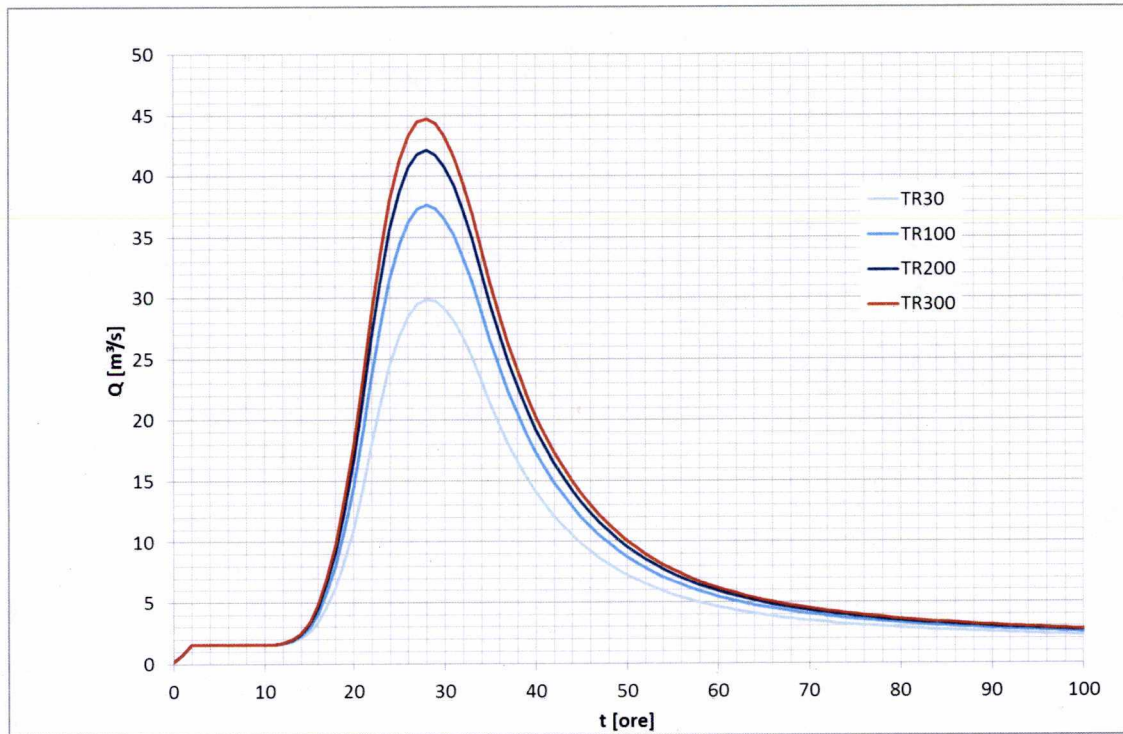


Figura 4-4: Idrogrammi TR 100 anni.



## 5 IDRAULICA

### 5.1 FUNZIONAMENTO DELLA CASSA D'ESPANSIONE

Rispetto ad una cassa in linea, la cassa di espansione in derivazione prevista permette di ottimizzare l'effetto di laminazione. La Figura 5-1 e la Figura 5-2 riportano gli idrogrammi stato di fatto e stato di progetto in corrispondenza della sezione immediatamente a valle dell'opera di presa per TR200 anni (evento di riferimento) e TR300 anni rispettivamente.

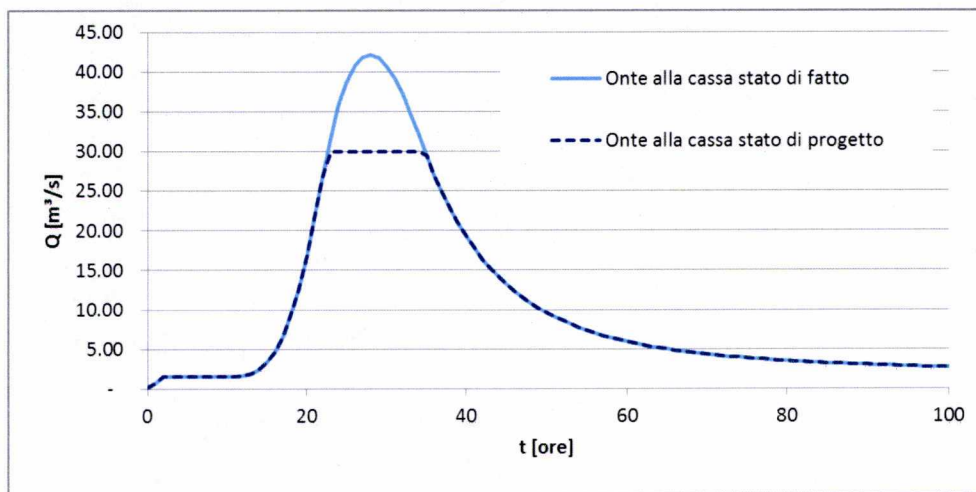


Figura 5-1: Idrogrammi stato di fatto e stato di progetto per TR 200 anni.

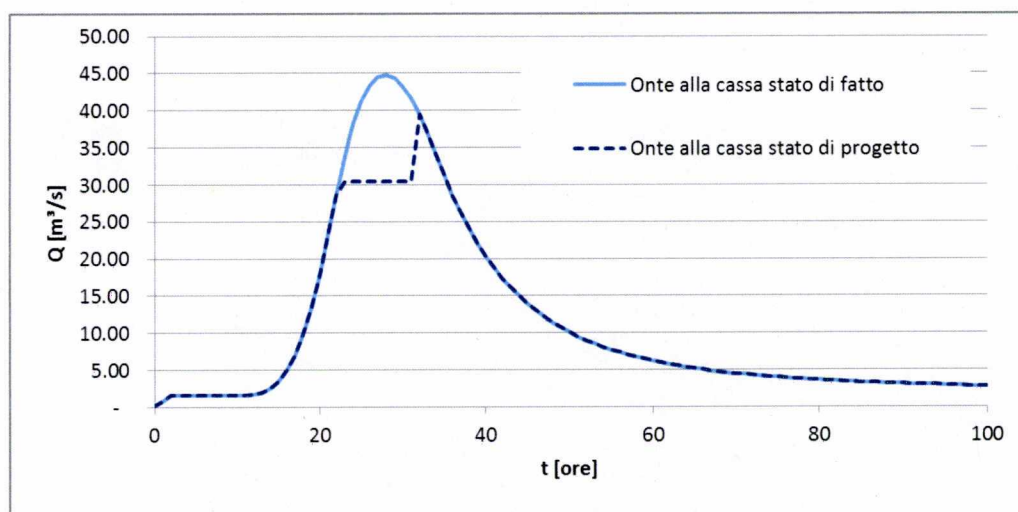


Figura 5-2: Idrogrammi stato di fatto e stato di progetto per TR 300 anni.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA</b> <b>LOTTO FUNZIONALE II: ATTRAVERSAMENTO DI VICENZA</b> <b>PROGETTO PRELIMINARE</b>					
	<b>RELAZIONE IDRAULICA</b>	COMMESSA <b>IN01</b>	LOTTO <b>00</b>	CODIFICA <b>R 09 RI</b>	DOCUMENTO <b>ID 00 02 002</b>	REV. <b>A</b>

## 5.2 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DEI MANUFATTI

### 5.2.1 OPERA DI PRESA

L'opera di presa è costituita da una traversa in alveo per il sostegno dei livelli idrici di fronte allo sfioratore che costituisce l'opera di derivazione in cassa.

L'opera di derivazione è costituita da uno sfioratore libero caratterizzato da una sezione sagomata secondo un profilo Creagher-Scimemi lungo 95 m in grado di far transitare la portata di progetto di 15 m<sup>3</sup>/s con un tirante sopra al petto di soli 20 cm. La quota del petto (43,30 m slm) è tale da garantire il funzionamento ottimale dell'opera che non viene mai rigurgitata dai livelli idrici in cassa (quota massima regolazione 43,10 m slm).

Avendo così definito le quote di funzionamento ottimali dell'opera di derivazione, per il dimensionamento della traversa di sostegno dei livelli e la verifica del comportamento del corso d'acqua nel tratto di intervento, è stato implementato un modello monodimensionale in moto permanente con portata variabile lungo l'asta fluviale in Hec-RAS adeguatamente esteso a coprire dall'inizio del tratto oggetto di riserzionamento fino alla confluenza con la roggia Brenta.

Il modello così implementato ha permesso di definire le dimensioni dell'opera in alveo in grado di innalzare la quota del pelo libero di fronte all'opera di derivazione in cassa senza arrecare pericolo alle arginature nel tratto di monte anche per portate superiori a quelle di progetto.

Si riportano di seguito le curve di portata in corrispondenza della sezione a monte della traversa che comanda il livello di fronte allo sfioratore di derivazione in cassa e la conseguente curva di correlazione tra la portata proveniente da monte e quella derivabile in cassa e quella che prosegue verso valle:

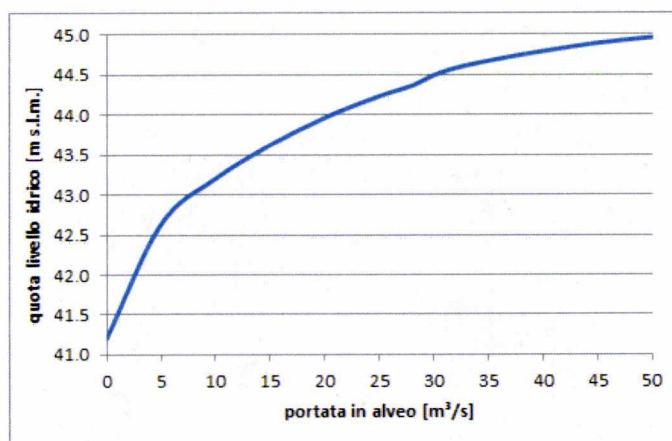
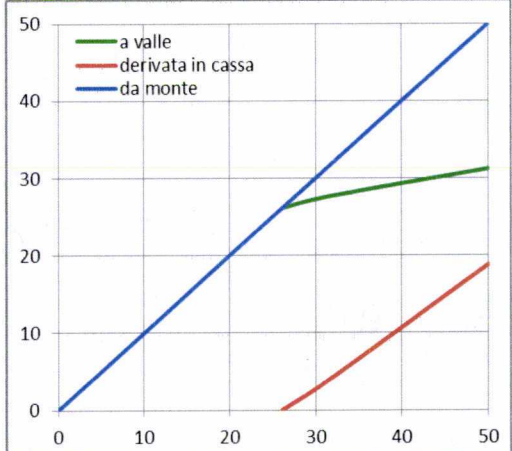


Figura 5-3: Scala delle portate in corrispondenza della sezione a monte della traversa.



Tabella 5-1: curve di correlazione tra le portate del nodo idraulico dell'opera di presa.

	Portata [m <sup>3</sup> /s]		
	a monte	a valle	derivata
	50.0	31.21	18.79
	45.0	30.26	14.74
<i>picco TR300</i>	44.7	30.20	14.50
<i>picco TR200</i>	42.1	29.71	12.39
	40.0	29.32	10.68
<i>picco TR100</i>	37.6	28.86	8.74
	35.0	28.35	6.65
<i>picco TR30</i>	29.9	27.27	2.63
	26.15	26.15	0.00
	0.0	0.00	0.00



La minima portata di derivazione in cassa è di 26,15 m<sup>3</sup>/s e all'aumento della portata proveniente da monte, il comportamento del nodo idraulico è significativamente stabile ed in grado di garantire la prosecuzione verso valle di una portata sempre molto prossima ai desiderati 30 m<sup>3</sup>/s.

Gli effetti del sovrizzo dovuti alla traversa si propagano significativamente verso monte, ma gli interventi di allargamento e rialzo arginale del tratto interessato permettono di contenere in ogni condizione il deflusso all'interno della sezione fluviale (Figura 5-4).

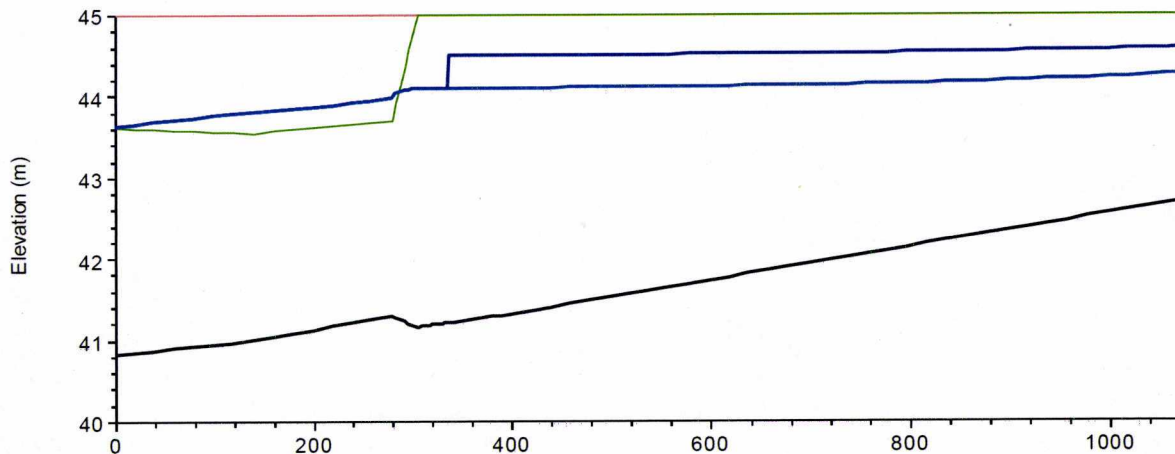


Figura 5-4: Profilo del livello idrico (portata 30 m<sup>3</sup>/s) in alveo con e senza l'effetto della traversa

I profili del livello idrico in alveo per gli eventi di progetto, caratterizzati da un tempo di ritorno di 300 e 200 anni (rispettivamente in blu e celeste in Figura 5-5), mostrano con egli interventi garantiscono il funzionamento delle opere progettate:

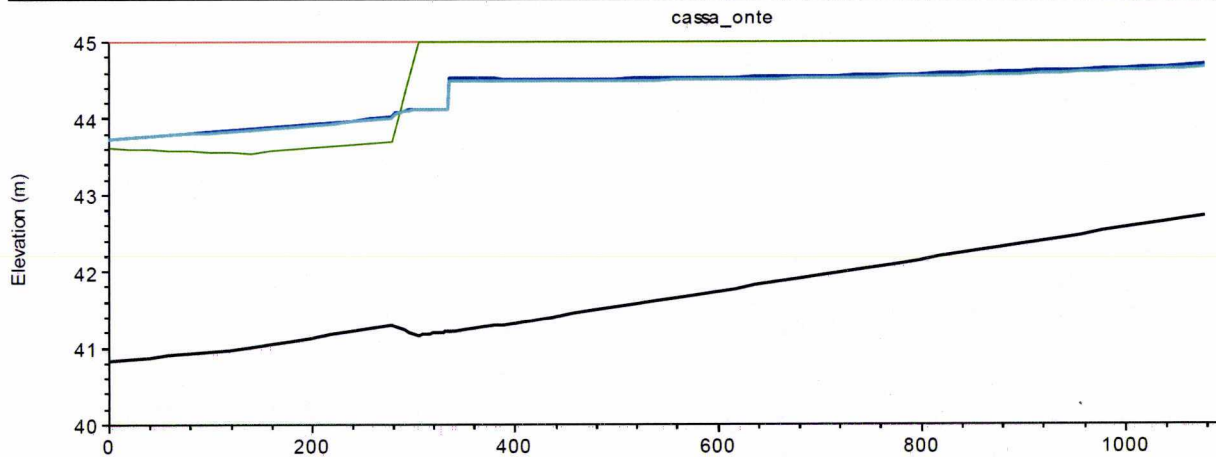


Figura 5-5: Profili del livello idrico in alveo per gli eventi di progetto (TR=300anni in blu; TR=200anni in celeste)

### 5.2.2 OPERA DI RESTITUZIONE

L'opera di restituzione a fiume è costituita da un tombotto in c.a. a sezione rettangolare con base 1,5 m e altezza 2,0 m, presidiato da una paratoia piana in acciaio a scorrimento su ruote a tenuta su ambo i lati.

L'opera, se non regolata, permette di scaricare in alveo una portata massima (con un livello in cassa alla quota di massima regolazione e quindi un tirante di 3,0 m) di circa 10,8 m<sup>3</sup>/s

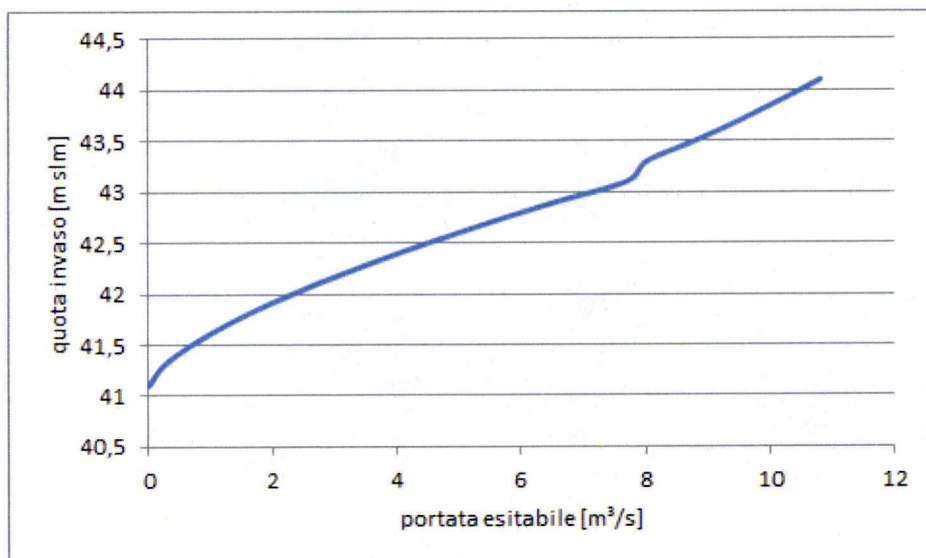


Figura 5-6: Scala delle portate opera di restituzione a fiume.



Il tempo di vuotamento della cassa d'espansione è inferiore alla 15 ore:

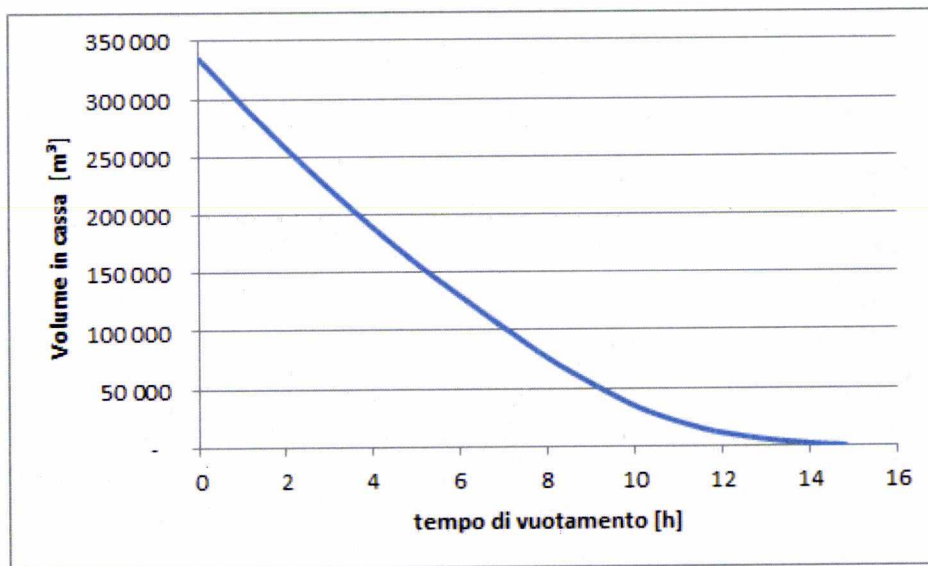


Figura 5-7: Curva di svuotamento della cassa d'espansione.

### 5.2.3 SFIORATORE DI SICUREZZA

L'opera è dimensionata per permettere di restituire al corso d'acqua la portata in eccesso che in caso di eventi eccezionali non può essere immagazzinata nel bacino di laminazione.

L'evento di riferimento per il dimensionamento è quello caratterizzato da un tempo di ritorno di 300 anni; la portata di progetto è quindi pari a  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ , che tiene conto della laminazione del picco derivato dall'opera di presa.

L'opera è costituita da uno sfioratore libero caratterizzato da una sezione sagomata secondo un profilo Creagher-Scimemi lungo 50 m in grado di far transitare la portata di progetto di  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  con un tirante sopra al petto di soli 20 cm. La quota del petto (43,10 m slm, pari alla quota massima regolazione) è tale da garantire un franco di 70 cm tra il livello di massimo invaso e la sommità arginale (a quota 45,0 m slm).