



Società Autostrada Tirrenica p.A.
GRUPPO AUTOSTRADALE PER L'ITALIA S.p.A.

AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA
LOTTO 5B

TRATTO: FONTEBLANDA – ANSEDONIA
PROGETTO DEFINITIVO

INFRASTRUTTURA STRATEGICA DI PREMINENTE INTERESSE NAZIONALE

AU-CORPO AUTOSTRADALE

IDROLOGIA E IDRAULICA
INTERFERENZE IDROGRAFICHE

RELAZIONE IDROLOGICO IDRAULICA

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Paolo De Paoli
Ord. Ingg. Pavia N. 1739
RESPONSABILE UFFICIO IDR

**IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

Ing. Alessandro Alfì
Ord. Ingg. Milano N. 20015
CAPO PROGETTO

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Massimiliano Giacobbi
Ord. Ingg. Milano N. 20746

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO							DATA: OTTOBRE 2016	REVISIONE	
	DIRETTORIO			FILE					n.	data
—	codice commessa	N.Prog.	unita'	ufficio argomento	n. progressivo	Rev.	1	MARZO 2017		
—	12121409	---	IDR0001	1	1	1	SCALA:			

 gruppo Atlantia	COORDINATORE GENERALE INIZIATIVA SAT Ing. Massimiliano Giacobbi Ord. Ingg. Milano N. 20746 CAPO COMMESSA		ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :
			ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :
	CONSULENZA A CURA DI :		

	VISTO DEL COMMITTENTE 	VISTO DEL CONCEDENTE Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small>
--	--------------------------------------	---

SOMMARIO

1	<i>PREMESSA</i>	4
2	<i>AMBITO DI RIFERIMENTO</i>	5
3	<i>Inquadramento normativo</i>	8
3.1	Normativa comunitaria.....	8
3.1.1	La Direttiva Alluvioni.....	8
3.2	Normativa nazionale.....	10
3.3	Normativa regionale.....	13
3.4	Piano Strutturale d'area Comune di Orbetello.....	14
3.5	Consorzio di Bonifica 6 Toscana Sud.....	14
3.6	Autorità di bacino del Fiume Arno.....	14
3.7	Commissario Delegato Ex L.228/2012.....	15
3.8	Regione Toscana – Ufficio Genio Civile di Bacino Toscana SUD e Opere Marittime (sede di Grosseto).....	15
3.9	Comitato Istituzionale Integrato.....	15
4	<i>ANALISI IDROLOGICA</i>	16
4.1	Definizione dei bacini idrografici e parametri morfometrici.....	16
4.2	Caratterizzazione delle precipitazioni di progetto.....	21
4.3	Determinazione delle portate di progetto.....	25
5	<i>ANALISI E COORDINAMENTO CON GLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE ESEGUITI E DA ESEGUIRE DA PARTE DELLA REGIONE TOSCANA (DGRT N° 916/2013)</i>	34
5.1	Zona di Fonteblanda e Collettore Orientale.....	35
5.2	Zona torrente Osa.....	39
5.3	Zona cassa di espansione Campo Regio.....	40
5.3.1	Verifica della compatibilità del progetto autostradale con il progetto della cassa di espansione.....	48

5.3.2	Compatibilità del progetto autostradale nei diversi scenari di progetto della cassa di espansione	62
5.4	Zona Guinzone	65
5.5	Zona Galleria artificiale – Orbetello	67
6	<i>INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA</i>	69
6.1	Collettore Orientale e Fosso della Bufalareccia	70
6.2	Galleria Fonteblanda	70
6.3	Torrente Osa e Controfosse	71
6.4	Campo Regio.....	71
6.5	Guinzone, Canale principale 4 e 6	71
6.6	Canale principale 5.....	73
6.7	Zona nord di Orbetello Scalo.....	73
6.8	Orbetello Scalo	73
6.9	Zona sud di Orbetello Scalo	74
6.10	Zona nord di Ansedonia	75
6.11	Ansedonia.....	75
6.12	Zona est di Ansedonia.....	76
7	<i>ALLEGATO 1 - CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO</i>	77
8	<i>ALLEGATO 2 – VERIFICA ATTRAVERSAMENTO FIUME ALBEGNA</i>	108
	STATO ATTUALE	108
	STATO DI PROGETTO.....	113
9	<i>ALLEGATO 3 – VERIFICA ATTRAVERSAMENTO FIUME OSA</i>	120
	STATO ATTUALE	120
	STATO DI PROGETTO.....	126
10	<i>ALLEGATO 4 – VERIFICA ATTRAVERSAMENTO COLLETTORE ORIENTALE</i>	133
	STATO ATTUALE	133
	STATO DI PROGETTO.....	135

11	ALLEGATO 5 – VERIFICA ATTRAVERSAMENTO BUFALARECCIA.....	137
	STATO ATTUALE	137
	STATO DI PROGETTO.....	138
12	ALLEGATO 6 – VERIFICA MANUFATTI DI ATTRAVERSAMENTO	139
13	ALLEGATO 7 – VERIFICA CANALIZZAZIONI PRINCIPALI.....	140

1 **PREMESSA**

L'intervento in esame, che è inserito nel più ampio progetto di collegamento dello svincolo di Rosignano a quello di Civitavecchia lungo la direttrice autostradale A12, ha come obiettivo l'adeguamento a sezione autostradale della S.S.1 Aurelia dal km 160+254.31 al km 136+371.54, per un'estensione di circa 24 km. In particolare, la presente relazione tratta le interferenze del tracciato autostradale col reticolo idrografico esistente, affrontando in una prima fase l'aspetto della quantificazione delle portate provenienti dal reticolo idrografico esistente e, successivamente, verificando l'adeguatezza idraulica dei manufatti di attraversamento esistenti e, ove necessario, dimensionando nuovi manufatti per il convogliamento di tali deflussi a valle del corpo autostradale. Tutte le analisi sono state effettuate con portate con tempo di ritorno duecentennale, adottando soluzioni che non permettono mai il superamento del piano autostradale, e contestualmente ottenendo un aumento, seppur talvolta modesto, del franco idraulico. Alla base degli interventi vi è l'obiettivo del miglioramento idraulico complessivo delle condizioni attuali del territorio circostante.

Le elaborazioni sono state sviluppate sulla base delle informazioni idrologico-idrauliche presentate negli studi redatti dal Commissario Delegato ex L.228/2012 – Regione Toscana Settore Difesa del Suolo – in seguito agli eventi alluvionali del Novembre 2012. Alla luce di tali eventi e sulla base di un'analisi idrologica ed idraulica di dettaglio, gli studi della Regione Toscana definiscono le principali criticità presenti nel sistema del Collettore Orientale, sugli affluenti del Fiume Albegna e del Torrente Osa e su alcuni colatori nella zona di Orbetello Scalo ed individua, ove necessario, gli interventi per la messa in sicurezza del territorio, aggiornando ed integrando il quadro conoscitivo di riferimento.

Nei capitoli successivi, dopo una descrizione macroscopica del tratto autostradale in oggetto e del contesto territoriale in cui la nuova infrastruttura si inserisce, viene esaminata la normativa e gli strumenti di pianificazione vigenti nella zona di interesse, a scala nazionale, regionale e di bacino, attinenti le problematiche idrologico-idrauliche. Successivamente si descrivono le analisi idrologico che hanno portato alla definizione delle portate di progetto utilizzate per le verifiche e il dimensionamento dei manufatti di attraversamento.

2 **AMBITO DI RIFERIMENTO**

Il Lotto 5B si sviluppa prevalentemente in rilevato e interseca lungo il suo tracciato numerosi corsi d'acqua, con manufatti di attraversamento le cui dimensioni sono generalmente funzione dell'importanza del corso d'acqua attraversato.

Il nuovo tracciato autostradale ha inizio sul sedime dell'attuale SS1 con un tratto in stretto affiancamento al corso d'acqua definito "Collettore Orientale", posto immediatamente a Est dell'infrastruttura di progetto, sul quale sono previsti interventi per il riequilibrio idraulico dell'intero bacino a carico della Regione Toscana. L'interferenza con il suddetto corso d'acqua viene risolta mediante un attraversamento con un manufatto di luce 25 m.

Al km 1+600 è ubicato lo svincolo di Talamone-Fonteblanda, le cui rampe interferiscono con il tracciato del Fosso della Bufalareccia: per risolvere tale interferenza, si è resa necessaria una deviazione dell'alveo del Fosso all'interno di un'area interclusa fra la rampa di svincolo e la viabilità esterna di progetto, e l'inserimento di alcuni manufatti di attraversamento. Sotto l'autostrada è prevista la realizzazione di un nuovo manufatto di attraversamento, in sostituzione di quello esistente.

Dopo lo svincolo di Talamone-Fonteblanda, il tracciato prosegue in sede nuova. Tra i km 2+800 e 2+900 è ubicata la galleria artificiale "Fonteblanda". In questo tratto, il tracciato corre in scavo lungo un'incisione naturale del terreno, rendendo necessaria la realizzazione di canalizzazioni sui due lati della carreggiata, per il convogliamento delle acque di versante nel reticolo esistente. Superata la zona della galleria, il tracciato prevede lo scavalco del torrente Osa mediante viadotto, di lunghezza 800 m. Il viadotto presenta 1 pila in area golenale, per la quale saranno previsti interventi di protezione e ripristino della sponda. Alcune pile risultano interferenti con il reticolo di bonifica e rendendo pertanto necessarie deviazioni localizzate delle canalizzazioni.

A valle del viadotto Osa, l'autostrada di progetto si porta in affiancamento alla linea ferroviaria Roma-Pisa, sul lato ovest. A partire dal km 6+000, il rilevato autostradale viene affiancato a sua volta, sul lato est, dall'argine della costruenda cassa di espansione sul fiume Albegna, denominata "Campo Regio", in progetto da parte della Regione Toscana; questo intervento, di interesse strategico per il riequilibrio dell'area, viene interessato in parte dal rilevato a nord della spalla del ponte sul fiume Albegna che sarà reso idraulicamente trasparente per minimizzarne l'impatto idraulico. Il successivo ponte sul fiume Albegna dalla Pk 8+987 alla Pk 10+188 presenta pile all'interno dell'area della cassa, che saranno protette dagli effetti dell'erosione generati da fenomeni di invaso e svaso.

Il tratto autostradale successivo al ponte sul fiume Albegna e lo svincolo di Albinia interessano l'area identificabile come "zona Guinzone" (km 11), area pianeggiante attraversata da numerosi canali di bonifica: in questa zona, data la conformazione topografica dell'area, il rilevato autostradale deve avere caratteristiche di trasparenza idraulica così da non rappresentare ostruzione al deflusso delle acque ed aggravare le condizioni di sofferenza idraulica dell'area. A tal fine è stata predisposta una serie di tubazioni in acciaio ondulato multipiastra a sezione policentrica ribassata con interasse 25 m, aggiuntive agli scatolari idraulici a servizio dei canali di bonifica, che mettono in comunicazione l'area a monte con quella a valle del rilevato autostradale.

Il tracciato prosegue quindi in direzione Sud con una successione di nodi viari quali il sottovia S.S. 1 Aurelia, le rampe di collegamento con la S.S. 1 Aurelia e lo svincolo di Orbetello-Monte Argentario.

In corrispondenza del nuovo svincolo di Orbetello-Monte Argentario, l'asse autostradale si sviluppa in galleria ("Galleria Orbetello Scalo" dalla Pk 17+440 alla Pk 17+930); anche questo tratto si inserisce nel quadro degli interventi previsti dalla Regione per il riassetto idraulico del territorio: nello specifico, sarà previsto un intervento di regimazione delle portate afferenti al tracciato in galleria e collettate esternamente alla stessa, prevedendo eventuali adeguamenti del reticolo di bonifica ricettore a valle, lato ovest dell'asse autostradale. In particolare, in considerazione delle notevoli portate generate dai bacini collinari a est di Orbetello, per la raccolta e l'allontanamento delle acque di versante si prevede la realizzazione di una canalizzazione rettangolare di dimensioni (Bxh) 7.5x2.5 m ubicata al di sotto della viabilità complanare all'autostrada, collegata all'esterno mediante apposite caditoie: la canalizzazione, giunta in prossimità della progressiva 16+400 attraversa il tracciato autostradale per mezzo di un manufatto a 2 canne affiancate ciascuna di dimensione (Bxh) 6.0x2.5 m e raggiunge il recapito finale sottopassando anche la linea ferroviaria (si prevede la realizzazione di un nuovo manufatto di attraversamento in adiacenza a quello esistente).

Il tracciato in ultimo procede in direzione Civitavecchia fino a raggiungere il nodo viario identificato dallo svincolo Ansedonia.

Il tracciato in progetto attraversa per una gran parte del suo sviluppo aree mappate dalla "Direttiva Alluvione 2007/60/CE" poi recepita dal "D.Lgs. 49/2010" di categorie di pericolosità P3 (alluvioni definite "frequenti", con elevata probabilità di accadimento $20 < T < 50$ anni), P2 anni (alluvioni "poco frequenti" – con media probabilità di accadimento $100 < T < 200$) e P1 (alluvioni "rare" di

estrema intensità – con bassa probabilità di accadimento). Tale scenario idrografico-idrologico viene necessariamente inquadrato di concerto con la Regione Toscana per la definizione dei criteri più idonei a rendere compatibile l'infrastruttura autostradale con il contesto territoriale attraversato.

La situazione attuale, come descritto in dettaglio nei successivi capitoli, presenta un insieme di criticità idrauliche rilevanti a causa principalmente dell'inadeguatezza dei manufatti esistenti di attraversamento della S.S.1 e della linea ferroviaria esistente. Aspetto già evidenziato anche negli studi della Regione Toscana.

Come verrà descritto nei capitoli successivi, per garantire un adeguato grado di sicurezza di tutte le strutture in esame, viene prevista, la risagomatura del fosso a ridosso dell'autostrada tramite interventi di sistemazione attraverso canali inerbiti, in gabbioni o, ove necessario, rivestiti (questi ultimi, ad esempio, utilizzati nei tratti particolarmente pendenti).

Nei casi in cui dall'analisi relativa allo stato di fatto si siano riscontrate insufficienze idrauliche, si è prevista la realizzazione di nuovi tombini scatolari, di dimensioni adeguate per garantire lo smaltimento della portata di progetto in condizioni di sicurezza. I nuovi tombini sono posti in opera con una pendenza del fondo di scorrimento tale da evitare il più possibile fenomeni di deposito e accumulo di sedimenti. Inoltre, a monte e a valle delle opere per un tratto significativo per ogni corso d'acqua analizzato, si prevedono delle riprofilature degli alvei stessi in modo da regolarizzare la geometria della sezione.

3 Inquadramento normativo

Di seguito vengono riportati i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale, regionale e provinciale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico-idraulico, ambientale e di difesa del suolo, in modo da verificare la compatibilità degli interventi di ampliamento della sede autostradale previsti con le indicazioni contenute nei suddetti strumenti di legge.

3.1 Normativa comunitaria

Direttiva 2000/60/CE

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (Direttiva acque).

Direttiva 2006/118/CE

Direttiva del Parlamento europeo e Consiglio, del 12 dicembre 2006, sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

Direttiva 2007/60/CE

Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2007, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.

3.1.1 La Direttiva Alluvioni

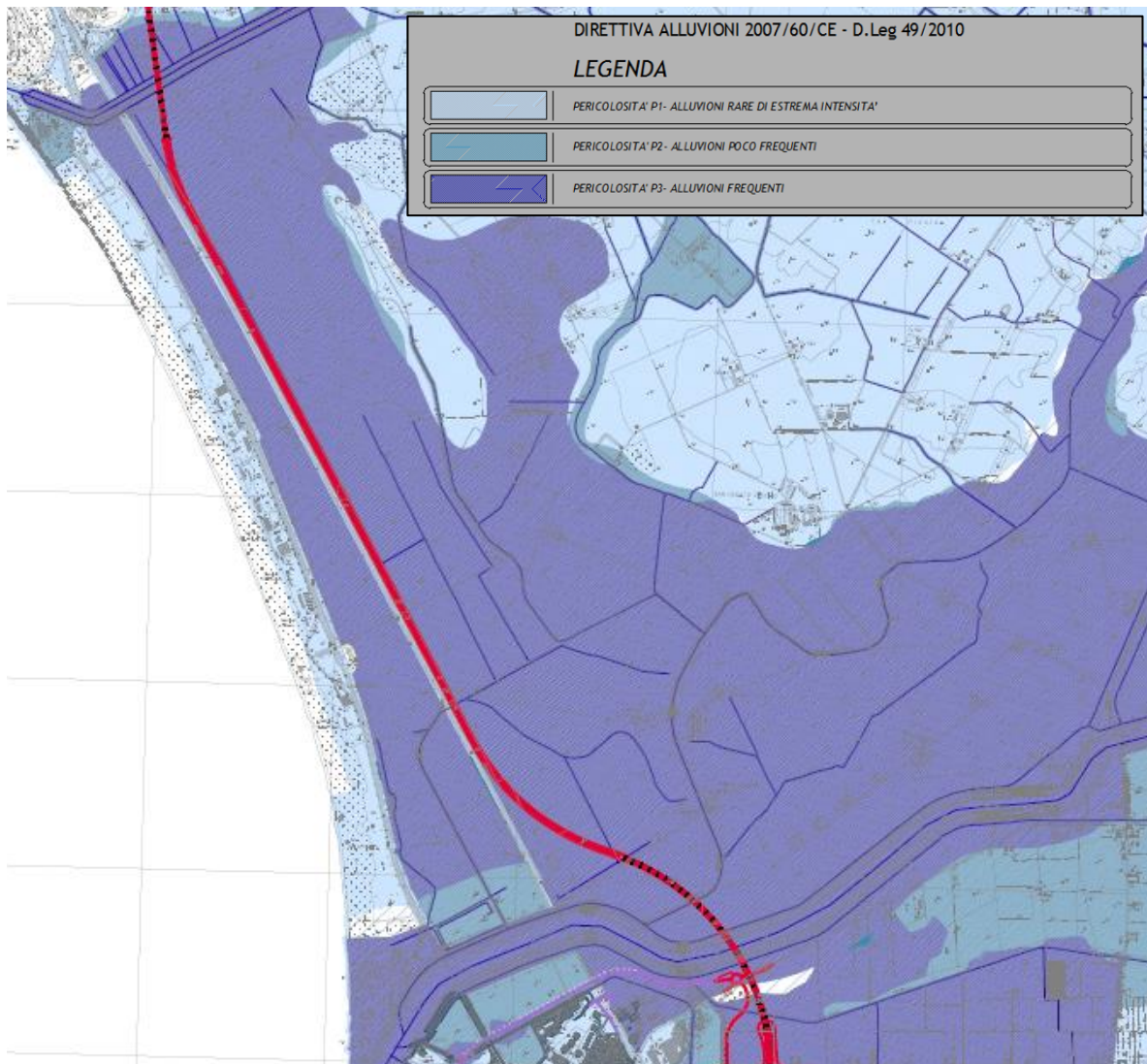
La normativa di riferimento in materia di valutazione e gestione del rischio di alluvioni è la Direttiva europea 200/60/CE conosciuta anche come "Direttiva Alluvioni".

La Direttiva, recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49, in analogia a quanto predispone la Direttiva 2000/60/CE in materia di qualità delle acque, vuole creare un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e si pone, pertanto, l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture.

Il recepimento della normativa europea da parte della legislazione nazionale ha portato alla definizione dei Distretti idrografici, soggetti competenti per gli adempimenti previsti dalla Normativa, tra i quali fondamentale importanza ha la redazione delle mappe di pericolosità idraulica e rischio idraulico.

Le mappe della pericolosità indicano le aree geografiche potenzialmente allagabili in relazione a tre scenari:

- Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (bassa probabilità), cui corrisponde un livello di pericolosità P1;
- Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità), cui corrisponde un livello di pericolosità P2;
- Alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (elevata probabilità), cui corrisponde un livello di pericolosità P3



Perimetrazione aree con Pericolosità Idraulica nella zona di Campo Regio

Nel caso in esame, il distretto competente è il Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale. Nel Dicembre 2014, il Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale ha pubblicato il PGRA – Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, strumento finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel

territorio delle U.o.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone. Il PGRA ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate, tenendo conto delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato e sulla base delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni di cui all'art. 6, le misure di prevenzione, di protezione, di preparazione e di risposta e ripristino finalizzate alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio delle U.o.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone. Fra gli elaborati contenuti nel PGRA vi è la Disciplina di Piano, contenente le norme di salvaguardia e gli indirizzi applicabili nel territorio del Distretto.

L'art. 7 della Disciplina di Piano contiene le norme da seguire per le aree con pericolosità da alluvione elevata P3. Per interventi in queste aree, l'Autorità di Bacino si esprime sulla compatibilità idraulica degli interventi consentiti rispetto agli obiettivi previsti dal PGRA. Fra gli interventi consentiti (comma 2,d), vi sono *“nuovi interventi relativi alla rete infrastrutturale primaria, se non diversamente localizzabili”*. Fra gli interventi non consentiti (comma 3,a), rientrano invece *“previsioni di nuove opere pubbliche e di interesse pubblico riferite a servizi essenziali”* e (comma 3, c) *“previsioni che comportano la realizzazione di sottopassi e volumi interrati”*. L'Autorità di bacino si esprime con un unico parere: per i piani e programmi soggetti a VAS il parere è reso nell'ambito della procedura di VAS; per opere e interventi soggetti a VIA, il parere è reso nell'ambito della procedura di VIA. (art. 24 comma 1)

Il parere dell'Autorità di bacino, per quanto attiene gli interventi di cui all'articolo 7 lett. c), d) e e) e articolo 9 lett. c), d) e e), è finalizzato ad attestare la congruenza delle opere con gli obiettivi e le finalità del PGRA delle U.O.M. delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone e ad accertare che gli studi idrologico-idraulici siano sviluppati tenendo conto delle mappe di pericolosità da alluvione esistenti e che il quadro conoscitivo a supporto della progettazione abbia un livello di approfondimento tale da permettere di valutare compiutamente gli eventuali effetti post operam.

Le modifiche alla mappa delle aree con pericolosità da alluvione, connesse alla realizzazione degli interventi previsti tra le misure di protezione del PGRA, sono valutate dall'Autorità di bacino sulla base della progettazione definitiva e/o esecutiva approvata relativa all'intervento. A seguito del collaudo, le modifiche cartografiche sono approvate dall'Autorità di bacino (art. 14, comma 8).

3.2 Normativa nazionale

Di seguito vengono riportate le principali leggi nazionali in materia ambientale e di difesa del suolo, accompagnate da un breve stralcio descrittivo.

Interferenze idrografiche - Relazione idrologico idraulica	Pagina 10 di 140
IDR001-1.doc	

RD 25/07/1904 n° 523

Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.

Regio Decreto Legislativo 30/12/1923, n° 3267

Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani. La legge introduce il vincolo idrogeologico.

DPR 15/01/1972 n° 8

Trasferimento alle Regioni a statuto ordinario delle funzioni amministrative statali in materia di urbanistica e di viabilità, acquedotti e lavori pubblici di interesse regionale e dei relativi personali ed uffici.

L. 64/74

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

L. 319/76 (Legge Merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

La legge sancisce l'obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.

DPR 24/7/1977 n° 616

Trasferimento delle funzioni statali alle Regioni

L. 431/85 (Legge Galasso)

Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.

Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1).

Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12). Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).

L. 142/90

Ordinamento delle autonomie locali.

DL 04-12-1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).

L. 36/94 (Legge Galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

DPR 14/4/94

Atto di indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale ed interregionale, di cui alla legge 18 maggio 1989, N. 183.

DPR 18/7/95

Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino.

DPCM 4/3/96

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).

Decreto Legislativo 31/3/1998, n° 112

Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59

DPCM 29/9/98

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1989, N. 180. Il decreto indica i criteri di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico (punto 2) e gli indirizzi per la definizione delle norme di salvaguardia (punto 3).

L. 267/98 (Legge Sarno)

Conversione in legge del DL 180/98 recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella Regione Campania. La legge impone alle Autorità di Bacino nazionali e interregionali la redazione dei Piani Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico e le misure di prevenzione per le aree a rischio (art. 1).

DL 152/99

Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

DL 258/00

Disposizioni correttive e integrative del DL 152/99.

L. 365/00 (Legge Soverato)

Conversione in legge del DL 279/00 recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della Regione Calabria danneggiate dalle calamità di settembre e ottobre 2000. La legge individua gli interventi per le

aree a rischio idrogeologico e in materia di protezione civile (art. 1); individua la procedura per l'adozione dei progetti di Piano Stralcio (art. 1-bis); prevede un'attività straordinaria di polizia idraulica e di controllo sul territorio (art. 2).

D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale

D.Lgs 49/2010

Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni

D.Lgs 219/2010

Disposizioni transitorie - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque

3.3 Normativa regionale

Come già evidenziato, il tratto autostradale di interesse ricade interamente all'interno dei confini amministrativi della Regione Toscana.

Di seguito vengono riportate le principali leggi regionali in materia ambientale e di difesa del suolo, accompagnate da un breve stralcio descrittivo.

LR 81/94

Disposizioni in materia di risorse idriche.

La Regione Toscana, in attuazione della legge Galli ha emanato tale legge con la finalità di recupero e mantenimento della risorsa idrica.

LR 50/94

Interventi strutturali finalizzati alla messa in sicurezza idraulica dei bacini idrografici toscani.

D.C.R. 155/97

Direttive tecniche per l'ingegneria naturalistica

L.R. 91/98

Norme per la difesa del suolo

L.R. 1/2005

Norme per il governo del territorio

Delibera 25/01/2005, n.6

Approvazione del piano di tutela delle Acque della Regione Toscana

L.R. 20/2006 - Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento

In attuazione al D.lgs 152/2006, ha per oggetto la tutela delle acque, tra cui, art.1, comma 1 c), le acque meteoriche e di lavaggio delle aree esterne di cui all'art. 113 del decreto legislativo citato.

Regolamento regionale 8 settembre 2008 n. 46/R

Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006 n. 20, che disciplina le acque meteoriche dilavanti.

Legge regionale 24 dicembre 2013, n. 77

Legge finanziaria per l'anno 2014 – che ha soppresso le Autorità di Bacino regionali, tra le quali l'Autorità di Bacino dell'Ombrone.

3.4 Piano Strutturale d'area Comune di Orbetello

Il "Piano Strutturale Comunale" è lo Strumento della Pianificazione Territoriale di competenza del Comune (art.9 L.R.T.n°1/2005).

Il piano strutturale è stato approvato con delibera del consiglio comunale n.16 del 19.03.2007. L'avviso relativo all'approvazione è stato pubblicato sul Bollettino ufficiale della Regione n. 2 del 2.05.2007. Da tale data, ai sensi art. 17 della L.R. n. 1/2005, il piano strutturale ha acquistato efficacia.

3.5 Consorzio di Bonifica 6 Toscana Sud

Il consorzio di bonifica interessato dall'intervento in esame è il Consorzio di Bonifica 6 Toscana Sud. Nella progettazione vengono rispettate tutte le specifiche poste dal Consorzio sui corsi d'acqua di propria competenza, in particolare in materia di fasce di rispetto, franchi, e piste per l'accesso e la manutenzione.

3.6 Autorità di bacino del Fiume Arno

Deliberazione n. 231 del 17 dicembre 2015

Adozione del Piano di gestione del rischio alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale.

Delibera del Comitato Istituzionale Integrato n 232 del 17 dicembre 2015

Piano di gestione del rischio alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale – Adozione di misura di salvaguardia per il bacino del fiume Arno, per i bacini regionali toscana nord, toscana costa e Ombrone.

Delibera del Comitato Istituzionale Integrato n 234 del 3 marzo 2016

Aggiornamento del Piano di gestione del rischio alluvioni del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale – (Il ciclo), adottato il 17 dicembre 2015, pubblicato il 22 dicembre 2015 e approvato definitivamente il 3 marzo 2016.

3.7 Commissario Delegato Ex L.228/2012

Studio Idrologico-Idraulico sul reticolo minore afferente il F. Albegna, il T.Osa e l'ambito di Orbetello Scalo interessato dagli eventi del 10-12 Novembre 2012.

3.8 Regione Toscana – Ufficio Genio Civile di Bacino Toscana SUD e Opere Marittime (sede di Grosseto)

Progetto preliminare degli interventi di riassetto idraulico del collettore Orientale.

3.9 Comitato Istituzionale Integrato

Delibera 234 del 3 Marzo 2016

Piano di Gestione delle acque del distretto idrografico dell'appennino settentrionale

Approvazione dell'aggiornamento del Piano di Gestione delle Acque (già adottato nel Comitato Istituzionale Integrato del 17 dicembre 2015)

4 ANALISI IDROLOGICA

4.1 Definizione dei bacini idrografici e parametri morfometrici

Per una fissata sezione trasversale di un corso d'acqua, si definisce bacino idrografico l'entità geografica costituita dalla proiezione su un piano orizzontale della superficie drenante sottesa alla suddetta sezione. Il bacino idrografico è l'unità fisiografica che raccoglie i deflussi superficiali, originati dalle precipitazioni che si abbattano sul bacino stesso, che trovano recapito nel corso d'acqua naturale e nei suoi diversi affluenti. La definizione del bacino idrografico in termini di estensione areale, conseguente alla sua delimitazione, è condizionata dall'individuazione della sezione di chiusura.

La definizione dei bacini idrografici che intersecano il rilevato autostradale è avvenuta sia manualmente, sia attraverso procedure di delimitazione automatiche.

Ove disponibile, sono state utilizzate le perimetrazioni ed informazioni idrologico-idrauliche presenti negli studi redatti dal Commissario Delegato ex L.228/2012 – Regione Toscana Settore Difesa del Suolo – in seguito agli eventi alluvionali del Novembre 2012. Alla luce di tali eventi e sulla base di un'analisi idrologica ed idraulica di dettaglio, lo studio definisce le principali criticità presenti nel sistema del Collettore Orientale, sugli affluenti del Fiume Albegna e del Torrente Osa e su alcuni colatori nella zona di Orbetello Scalo ed individua, ove necessario, gli interventi per la messa in sicurezza del territorio, aggiornando ed integrando il quadro conoscitivo di riferimento. Relativamente alla definizione manuale dei bacini, si è fatto riferimento alle CTR in scala 1:1000 e 1:2000. La delineazione dell'idrografia è avvenuta analizzando le curve di livello e i punti quotati delle CTR.

Per quanto riguarda l'estrazione automatica dei bacini, è stato utilizzato il software Geographic Resources Analysis Support System (GRASS). Le analisi hanno visto l'utilizzo del "DTM idrologico" fornito dalla Regione Toscana e consultabile online all'indirizzo:

<http://dati.toscana.it/dataset/dem10mt/resource/af01b90f-5c96-4ffc-ab8c-20f71ab4dedf>.

Esso consiste nella ricostruzione digitale dell'andamento del terreno ottenuto da CTR10K. Il dataset ha una struttura a celle omogenee di 10m x 10m. Il dato è definito "idrologico" in quanto "adattato per essere utilizzato nei modelli idrologici". A questo scopo, in tale DTM, sono stati livellati i piccoli avvallamenti che potevano falsare la determinazione del verso di scorrimento dell'acqua.

L'elaborazione del *DTM* è avvenuta utilizzando i geogorismi "r.watershed" ed "r.basin" presenti in GRASS. Utilizzando il *DTM* come dato di input, gli algoritmi permettono di ottenere diverse mappe e grandezze quali, ad esempio, la mappa di accumulo di flusso superficiale (*flow accumulation*), la mappa di direzioni di drenaggio (*drainage direction*), la mappa gerarchizzazione del reticolo secondo Strahler, Horton, Hack, Shreve ed altre caratteristiche morfometriche del bacino e del reticolo drenante.

In una prima fase del lavoro, attraverso il calcolo delle mappe di *flow accumulation* e *drainage direction*, è stato possibile definire i punti di intersezione tra il rilevato autostradale ed il reticolo drenante (quest'ultimo ottenuto dal *DTM*). Successivamente, tali punti (o intersezioni) sono stati imposti come sezioni di chiusura dei bacini interferenti con l'autostrada, ottenendo in questo modo i corsi d'acqua ed i bacini idrografici che intersecano il rilevato autostradale.

Le analisi sono avvenute attribuendo due valori di soglia alla dimensione minima dei bacini, pari a 200 e 500 celle (corrispondenti cioè ad una superficie minima dei bacini rispettivamente pari a 2 ha e 5 ha). Come algoritmo per il calcolo della mappa di *flow accumulation* è stato utilizzato il Multiple Flow Direction (MDF). Ovviamente, in alcuni casi, nel caso di estrazione di bacini di dimensioni estremamente ridotte, le soglie sono state abbassate anche a valori inferiori.

Attraverso l'elaborazione del *DTM* fornito dalla Regione Toscana è stato quindi possibile estrarre diversi parametri morfometrici dei bacini interferenti con l'autostrada, fra i quali:

- area del bacino: calcolata semplicemente moltiplicando l'area di ogni cella per il numero di celle ricadenti nel bacino;
- perimetro: lunghezza del contorno della figura risultante dalla proiezione del bacino sul piano;
- quote caratteristiche: sono la quota massima, la minima e la media del bacino. Per le prime due si individuano i pixel del *DTM* di quota più elevata e minore (in questo caso il pixel è quello corrispondente alla sezione di chiusura), per la terza si fa la media aritmetica delle quote di tutti i pixel appartenenti al bacino. Inoltre viene restituito il dislivello tra la quota massima e la minima;
- pendenza media: media dei valori di pendenza associati ad ogni pixel;
- lunghezza dell'asta fluviale principale: intesa come la lunghezza della successione più lunga di segmenti che congiungono una sorgente alla sezione di chiusura del bacino;
- pendenza media dell'asta principale: calcolata come:

$$i_{media} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\Delta Z}{L_i}$$

dove gli N elementi della sommatoria sono i tratti in cui si può dividere l'asta principale.

Alle elaborazioni automatiche è conseguito un controllo visivo dei risultati (confrontando ad esempio i corsi d'acqua indicati nelle CTR o quelli visibili nelle ortofoto). Il reticolo drenante ottenuto è stato inoltre confrontato con il reticolo idrografico fornito dalla Regione Toscana – Difesa del suolo – sottoforma di shape file (<http://www.regione.toscana.it/-/reticolo-idrografico-e-di-gestione-aggiornamento-del-10-febbraio-2015>).

I risultati ottenuti sono in buon accordo col reticolo drenante fornito dalla Regione Toscana. Le maggiori differenze si trovano nelle zone pianeggianti. Tali discrepanze sono attribuite al fatto che la procedura di estrazione automatica dei bacini presenta limitazioni soprattutto nelle zone pianeggianti o laddove il territorio risulta fortemente urbanizzato, dove i corsi d'acqua sono canalizzati in sezioni chiuse, nelle quali la risoluzione del DTM riveste un ruolo fondamentale per l'individuazione reale delle vie di deflusso delle acque. Nella Planimetria dei Bacini (elaborato IDR004) è stata comunque mantenuta l'indicazione dei tracciati del reticolo idrografico proposto dalla Regione Toscana

I bacini estratti, sia manualmente che automaticamente, sono stati infine "raccordati" al rilevato autostradale. Essi rappresentano la base per il calcolo delle portate di progetto. La Figura 4-1 e la

Figura 4-2 riportano le corografie dei bacini estratti durante l'analisi idrologica.

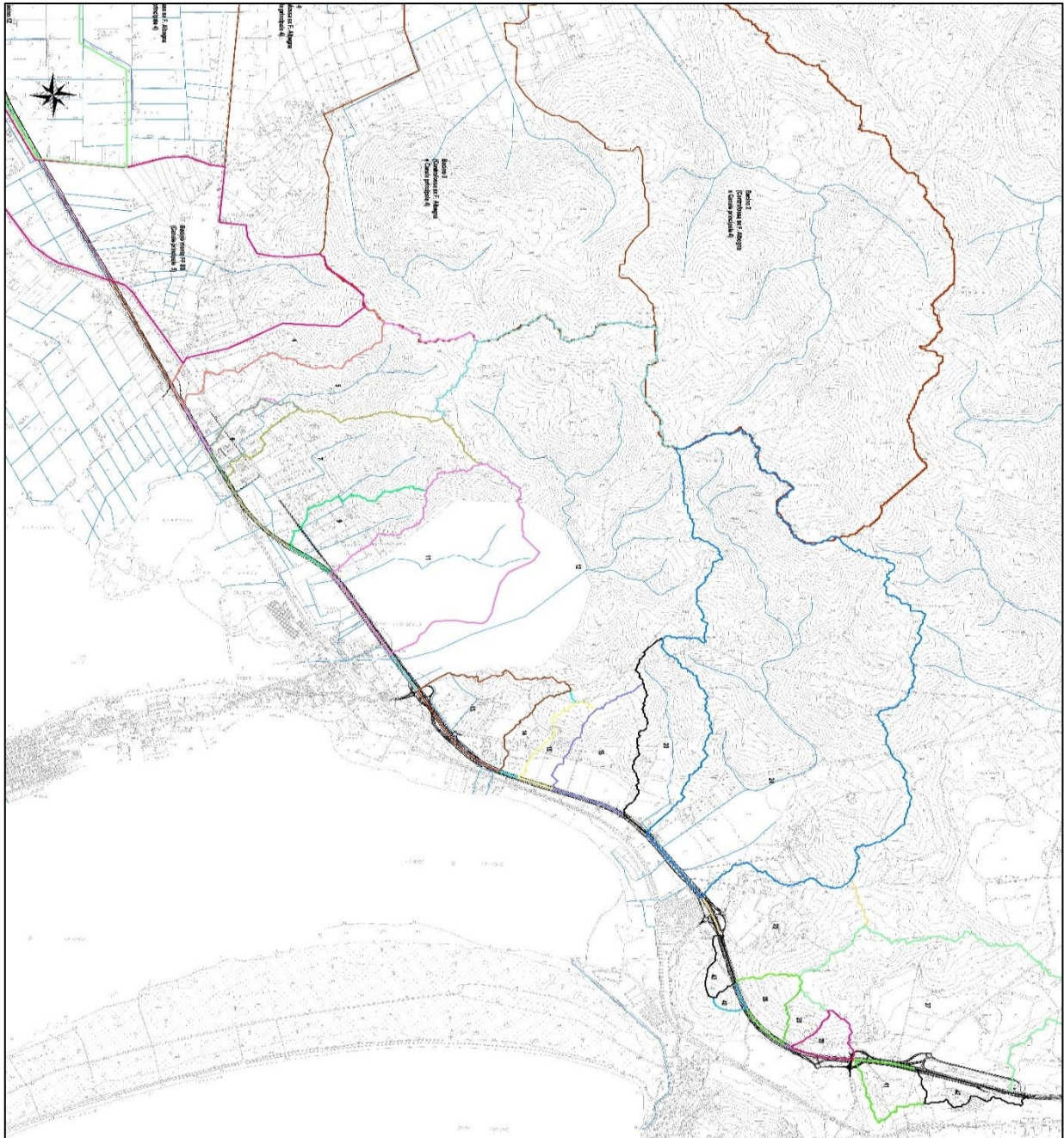


Figura 4-2 – Bacini idrografici considerati nelle analisi idrologiche (estratto della corografia idrografica – Tav. 2 di 2).

4.2 Caratterizzazione delle precipitazioni di progetto

Il regime pluviometrico è stato caratterizzato sulla base dei risultati prodotti dal gruppo di lavoro che, nell'ambito dell'accordo di collaborazione scientifica tra la Regione Toscana e il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012 (http://www.sir.toscana.it/supports/download/lsp_2012.pdf), ha sviluppato attività di ricerca relative alla "modellazione idrologica" per la mitigazione del rischio idraulico nella Regione Toscana. Nell'ambito di tale lavoro è stata effettuata la stima degli eventi estremi di precipitazione (altezza massima di pioggia per un assegnato tempo di ritorno) in bacini idrografici non strumentati o non provvisti di una serie temporale affidabile di dati mediante l'analisi di frequenza regionale, una tecnica tra le più robuste ed utilizzate a livello scientifico e tecnico.

Nello studio sono state stimate le altezze di pioggia per diverse durate caratteristiche (1, 3, 6, 12 e 24 ore) e diversi tempi di ritorno fissati (2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500 anni) sia come prodotto del valore della pioggia indice giornaliera μ (per le diverse durate) per il fattore di crescita adimensionale KT (per i diversi tempi di ritorno), che attraverso la determinazione della curva o linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (LSPP), cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata per un assegnato tempo di ritorno (T_r).

La LSPP è comunemente descritta da una legge monomia di potenza del tipo:

$$h(t) = a \cdot t^n \quad [\text{mm}]$$

dove:

h = altezza di pioggia [mm];

t = durata [ore],

a [mm ore⁻ⁿ] e n [adimensionale] sono parametri caratteristici per i tempi di ritorno e le località considerate.

La Regione Toscana ha pertanto reso disponibile in griglie di 1 km i parametri a e n su tutta la Regione (Figura 4-3). Noti i parametri a e n della LSPP per i tempi di ritorno fissati è possibile calcolare l'altezza di pioggia di durata desiderata in un qualsiasi punto della Regione Toscana.

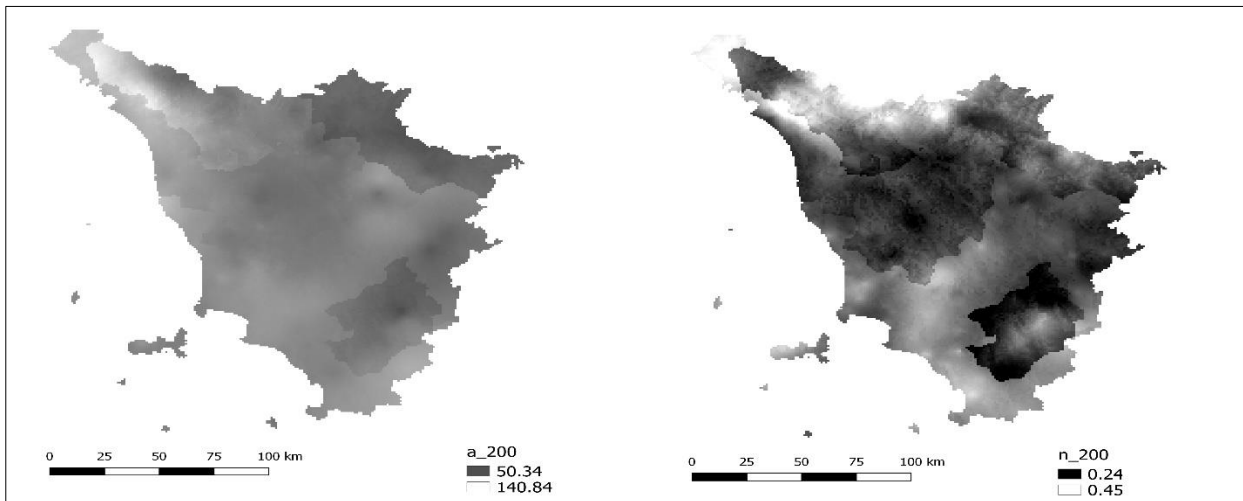


Figura 4-3 – Parametri a ed n corrispondenti ad un tempo di ritorno $TR=200$ anni e durate di precipitazione comprese tra 1 ora e 24 ore (Fonte: Settore Idrologico - Regione Toscana - Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme LSPP - Aggiornamento al 2012").

Nella presente relazione, per le altezze di precipitazione di durata superiore all'ora si è fatto riferimento alle sopracitate LSPP fornite dalla Regione Toscana, con tempo di ritorno 200 anni. I bacini precedentemente estratti sono stati "incrociati" con le mappe raster della Regione Toscana (ad esempio quelle mostrate in Figura 4-3), "ritagliando" quest'ultime in corrispondenza dei bacini estratti. Sono state quindi ottenute due mappe raster, dei parametri a ed n , con tempo di ritorno di 200 anni (Figura 4-4).

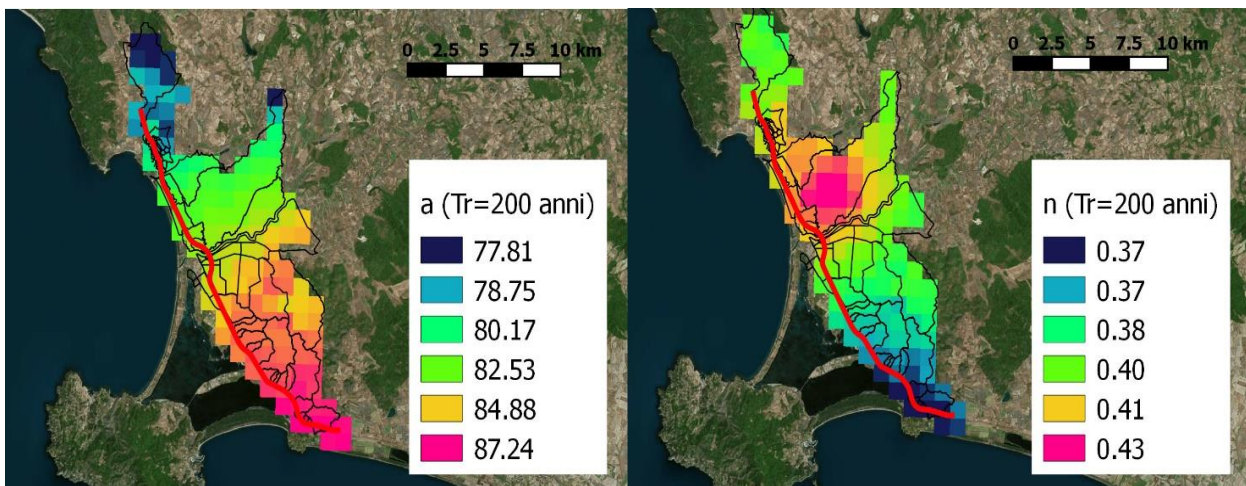


Figura 4-4 – Esempio di elaborazione delle mappe raster fornite dalla Regione Toscana (<http://www.sir.toscana.it/lsp-2012>) per la determinazione delle precipitazioni di progetto sui bacini idrografici che vengono intercettati dalla piattaforma autostradale. Le mappe raster fornite dalla Regione Toscana sono state "tagliate" sulla base dei bacini idrografici estratti (mostrati in figura). Il tracciato dell'autostrada viene rappresentato qualitativamente dalla linea rossa.

Per il calcolo della precipitazione di progetto, a titolo cautelativo, è stata scelta un'unica coppia di parametri a ed n che generano l'altezza di pioggia maggiore su tutti i bacini che vengono intercettati dalla piattaforma autostradale. Ovviamente tale metodologia è stata adottata per i bacini "minori" che vengono intercettati dalla piattaforma autostradale; per i bacini dei corpi idrici "maggiori", quali ad esempio il T. Osa ed il F. Albegna, le portate utilizzate per il dimensionamento si riferiscono ai valori ufficiali riportati negli studi della Regione Toscana effettuati in seguito agli eventi alluvionali che hanno colpito le aree oggetto di indagine nel 2012.

Nella progettazione dei sistemi di drenaggio è necessario fare riferimento agli eventi meteorici di breve durata: nel caso specifico essi sono commisurati al tempo di risposta relativamente breve (in genere largamente inferiore all'ora) dei bacini e sottobacini in cui la superficie drenata è stata suddivisa.

Pertanto, partendo dalle curve di possibilità pluviometrica ottenute per $t > 1$ h, è stato necessario, applicando una nota metodologia proposta in letteratura (AAVV, Sistemi di fognatura, Manuale di progettazione, 1997, ed. HOEPLI), estendere il campo di validità delle curve di possibilità pluviometrica anche alle durate di pioggia inferiori all'ora partendo dalle serie storiche di dati disponibili che comprendono unicamente altezze di pioggia registrate per durate superiori all'ora. In particolare, il sopraccitato metodo parte dall'osservazione che i rapporti r_δ fra le altezze di pioggia di durata δ inferiori all'ora e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località (Bell 1969, - Generalized rainfall duration frequency relationships, Journal of Hydraulic Div., ASCE, 95(1), 311-327).

Per le finalità del presente studio si è quindi ritenuto legittimo fare riferimento alla procedura classica introdotta da Bell 1969 che esprime attraverso un coefficiente r_δ i rapporti dei valori medi delle massime altezze di pioggia annue di diversa durata δ rispetto al valor medio della massima altezza annua oraria h_{1ora} . In particolare, Bell 1969 definisce la quantità r_δ secondo la seguente legge:

$$r_\delta = 0.54\delta^{0.25} - 0.5 \quad (1)$$

Attraverso essa è possibile ricavare i valori del coefficiente correttivo da introdurre nella valutazione delle piogge critiche di durata inferiore all'ora.

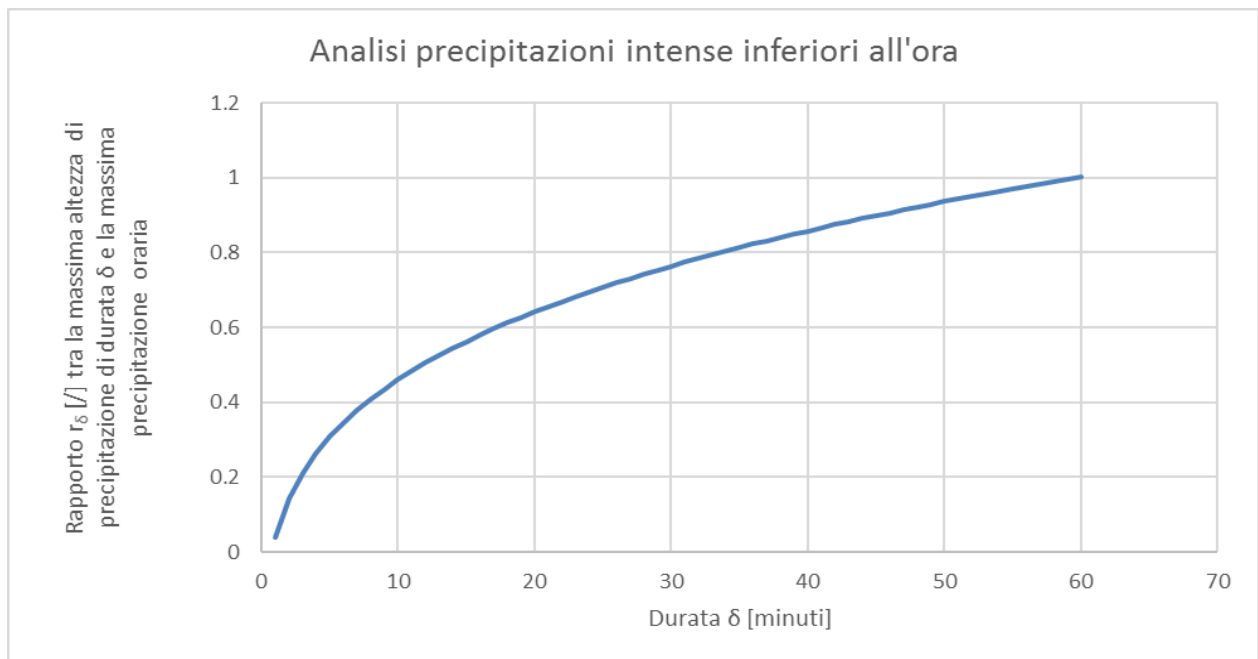


Figura 4-5 - Rappresentazione dei punti e della relativa curva di interpolazione per ottenere le altezze di pioggia per durate inferiori all'ora.

I coefficienti “a” ed “n” delle LSPP delle precipitazioni di progetto di durata inferiore all'ora, sono state determinate nel seguente modo: in ambiente GIS, è stata realizzata una “maschera” raster (maglia 1x1 km) di tutti i bacini estratti o forniti dalla Regione Toscana; le mappe raster dei diversi valori “a” ed “n” delle CPP fornite dalla Regione Toscana sono state “tagliate” in corrispondenza della maschera raster ottenuta al punto precedente (un esempio di risultato è riportato in Figura 4-4). Attraverso tali mappe, a parità di tempo di ritorno, incrociando i valori di “a” ed “n”, è possibile calcolare su ogni cella di 1 km x 1 km l'altezza di precipitazione (di durata uguale o maggiore ad 1 ora) afferente su una porzione della piattaforma autostradale. A titolo cautelativo, per il calcolo delle portate di progetto deputate al drenaggio del rilevato autostradale, è stata utilizzata la cella che produce l'altezza di precipitazione oraria maggiore. Tale cella può variare in funzione del tempo di ritorno; per tutti i tempi di ritorno considerati, ai valori di pioggia oraria precedentemente ricavati, è stata applicata la metodologia proposta da Bell. In questo modo si sono definiti i coefficienti “a” ed “n” delle precipitazioni estreme di durata inferiore all'ora. La metodologia di Bell, come illustrato in precedenza, riduce le piogge orarie di quantità fisse dipendenti esclusivamente dalla durata, ma non dal valore della precipitazione oraria o dal tempo di ritorno. Applicare tale metodologia alla cella che produce la precipitazione oraria “maggior” (determinata al punto precedente) significa ottenere anche la precipitazione “maggior” inferiore all'ora.

Di seguito si riporta il calcolo effettuato per i diversi tempi di ritorno. Le curve di possibilità climatica adottate per il dimensionamento dei manufatti sono riportate in Tabella 1 per i diversi tempi di ritorno. Poiché la mappa raster con $Tr=25$ anni non è disponibile, i parametri delle CPP per questo tempo di ritorno, sono stati determinati tramite interpolazione.

Tabella 1 – Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica adottate per le opere deputate al drenaggio della piattaforma autostradale.

Tr [anni]	Curve di possibilità pluviometrica			
	t < 1 ora		t >= 1 ora	
	a	n	a	n
	[mm h ⁻ⁿ]	[/]	[mm h ⁻ⁿ]	[/]
20	65.21	0.58	58.10	0.28
25	68.38	0.58	60.93	0.29
30	70.79	0.58	63.07	0.30
50	77.99	0.58	69.49	0.32
100	88.06	0.58	78.46	0.34
200	98.45	0.58	87.72	0.36

4.3 Determinazione delle portate di progetto

In analogia alla procedura per l'estrazione dei bacini interferenti col rilevato autostradale, anche la determinazione delle portate di progetto (avvenuta per tempi di ritorno duecentennali) si è basata innanzitutto sugli studi idraulici redatti dal Commissario Delegato ex L. 228/2012 – Regione Toscana Settore Difesa del Suolo in seguito agli eventi alluvionali del Novembre 2012. In tali studi vengono definite in dettaglio le portate idrologiche di diversi bacini interessati nel tratto autostradale in oggetto e vengono inoltre definite delle azioni e degli interventi di messa in sicurezza del territorio. In particolare, alla luce dell'evento del 10-12 Novembre 2012 e sulla base di un'analisi idrologica ed idraulica di dettaglio, lo studio definisce le principali criticità presenti sul sistema del Collettore Orientale, sugli affluenti del Fiume Albegna e del Torrente Osa e su alcuni colatori nella zona di Orbetello Scalo ed individua, ove necessario, gli interventi per la messa in sicurezza del territorio, aggiornando ed integrando il quadro conoscitivo di riferimento.

Il modello idrologico ed idraulico utilizzato dal Commissario Delegato ex L. 228/2012 – Regione Toscana Settore Difesa del Suolo - ha preso in considerazione tutti i tributari del reticolo principale che hanno presentato criticità durante l'evento del Novembre 2012; in particolare è stato studiato

il Collettore Orientale, Il torrente Osa ed il fiume Albegna, i principali corsi d'acqua afferenti al reticolo di bonifica (Controfosse del T. Osa e del F. Albegna, Canali principali 3,4,5 e 6).

L'analisi ha inoltre verificato puntualmente le condizioni di criticità afferenti il reticolo minore, con particolare riferimento alle intersezioni con le infrastrutture stradali e ferroviarie, e definito, ove necessario, le opere di adeguamento necessarie a superare locali insufficienze della sezione di deflusso e garantire la progressiva messa in sicurezza del territorio, compatibilmente con il contesto ambientale e di bonifica di riferimento.

Laddove disponibile, nel presente studio, si è fatto riferimento alle portate idrologiche duecentennali definite dal Commissario Delegato ex L. 228/2012 – Regione Toscana Settore Difesa del Suolo. Nelle zone in cui tali informazioni non erano disponibili o per la determinazione delle portate di bacini interferenti con l'autostrada di dimensioni estremamente ridotte, la determinazione delle portate di progetto è stata condotta con il Metodo Razionale (o cinematico). Esso rappresenta un procedimento semplice per il calcolo della portata al colmo Q per assegnato tempo di ritorno T_R in base alle linee di possibilità pluviometriche adottate.

Utilizzando questa metodologia di calcolo, alle piene sintetiche si attribuisce implicitamente lo stesso tempo di ritorno delle precipitazioni che le hanno generate.

Per il calcolo delle portate di piena si è utilizzata pertanto la formula:

$$Q = \frac{\varphi \cdot h \cdot S}{3,6 \cdot t_c} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

dove:

S = superficie del bacino [km^2];

φ = coefficiente medio di deflusso del bacino [adimensionale];

h = altezza massima di precipitazione per una durata pari al tempo di corrivazione [mm], determinata mediante la curva di possibilità pluviometrica;

T_c = tempo di corrivazione del bacino [ore].

Per la determinazione della precipitazione critica è necessario valutare il tempo di corrivazione utilizzando formule sperimentali e definendo un valore di riferimento in relazione alla letteratura tecnica sull'argomento e all'esperienza diretta in campo idrologico.

La determinazione del valore del tempo di corrivazione per i bacini di interesse è stata effettuata avvalendosi delle seguenti formule: Pezzoli, Ventura, Pasini e Kirpich. Questi metodi necessitano,

come dati di input, dei valori delle caratteristiche morfologiche, fisiografiche ed altimetriche dei bacini definiti alle corrispondenti sezioni di chiusura. Le grandezze considerate sono le seguenti:

- superficie S [km²];
- altitudine massima H_{max} [m s.l.m.];
- quota della sezione di chiusura H_{min} [m s.l.m.];
- lunghezza dell'asta principale L [km];
- pendenza dell'asta principale i [m/m].

Vengono di seguito esposte le formule di calcolo del tempo di corrivazione espresso in ore, per ognuno dei metodi adottati.

$$\text{Formula di Pezzoli: } t_c = 0.055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$$

$$\text{Formula di Ventura: } t_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i}}$$

$$\text{Formula di Pasini: } t_c = 0.108 \cdot \frac{\sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i}}$$

$$\text{Formula Kirpich: } t_c = 0.066 \cdot L^{0.77} \left(\frac{1000 \cdot L}{H_{max} - H_{min}} \right)^{0.385}$$

Nella determinazione delle portate di progetto è stato utilizzato come tempo di corrivazione la media dei tempi di corrivazione precedentemente descritti. Nei casi in cui le dimensioni dei bacini imbriferi risultavano estremamente ridotte, le formule teoriche forniscono valori del tempo di corrivazione non realistici che tendono a sovrastimare eccessivamente le portate di piena: in tali casi si è considerato un valore minimo del tempo di corrivazione da introdurre nella formula razionale pari a 0.25 ore (15 minuti).

Il coefficiente di deflusso φ , invece, tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione che intercorre tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia.

Un'indicazione dei valori da attribuire al fattore di trattenuta del terreno è fornita dalla letteratura scientifica come di seguito riportato:

Tabella 2 - Coefficiente di deflusso raccomandati da American Society of Civil Engineers

Caratteristiche del bacino	φ
Superfici pavimentate o impermeabili	0.70-0.95
Suoli sabbiosi a debole pendenza	0.05-0.10
Suoli sabbiosi a media pendenza	0.10-0.15
Suoli sabbiosi a elevata pendenza	0.15-0.20
Suoli argillosi a debole pendenza	0.13-0.17
Suoli argillosi a media pendenza	0.18-0.22
Suoli argillosi a elevata pendenza	0.25-0.35

La stima del valore appropriato del coefficiente di deflusso richiede la conoscenza del tipo di suolo e del suo uso, integrata ove possibile da dati e osservazioni sperimentali su eventi di piena nella regione idrologica di interesse.

Gli studi redatti dal Commissario Delegato ex L. 228/2012 – Regione Toscana Settore Difesa del Suolo, in seguito agli eventi alluvionali del Novembre 2012 che hanno colpito la Maremma Grossetana hanno utilizzato per il reticolo minore di Orbetello Scalo, ed in particolare la modellazione del fosso di S. Angelo e del fosso Pisana Alta, un coefficiente di deflusso φ pari a 0.3.

Nella presente relazione, per la determinazione del coefficiente di afflusso, si è fatto riferimento alla mappa dei suoli della Regione Toscana sviluppata nell'ambito dell'Accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012. All'interno di tale accordo, sono stati aggiornati diversi aspetti del modello Idrologico distribuito sviluppato dal Dipartimento di Ingegneria civile ed Ambientale in uso presso il Centro Funzionale della Regione Toscana per la previsione degli eventi di piena in tempo reale (MOBIDIC). In particolare a partire dalla banca dati pedologica, sono state stimate la densità apparente, la ritenzione idrica (contenuto in acqua gravitazionale e di acqua capillare) e della conducibilità idraulica satura sia per l'intero suolo che per l'orizzonte superficiale. I parametri sviluppati per MOBIDIC, laddove possibile, sono stati convertiti in parametri utili per le modellazioni idrologiche ed idrauliche per la Regione Toscana, tra i quali valori di "Curve Number" (di seguito CN) a partire dalla pedologia e dall'uso del suolo.

Il CN è un parametro sperimentale che tiene conto delle caratteristiche del bacino classificate secondo i criteri stabiliti dal U.S. Soil Conservation Service (Department of Agriculture). Il valore di CN si ricava con riferimento ad una specifica classificazione dell'uso del suolo che tiene conto anche della destinazione d'uso del suolo, il tipo di utilizzo e la condizione idrologica del suolo (USDA, 1986).

Le classi di appartenenza del suolo nel metodo S.C.S. sono:

- A - Suoli ad alta permeabilità, costituiti da sabbie grossolane, silt calcarei non consolidati ed omogenei.
- B - Suoli a moderata permeabilità, costituiti da sabbie limose ed argillose.
- C - Suoli a medio-bassa permeabilità, costituiti da argille e limi, con contenuti organici.
- D - Suoli a bassa permeabilità, costituiti da argille plastiche, con livello piezometrico permanentemente alto.

Il contenuto d'acqua del suolo in condizioni naturali ha un effetto significativo sia sul volume d'acqua in gioco sia sul deflusso superficiale. La metodologia SCS-CN prevede tre condizioni:

- condizione I: suoli asciutti;
- condizione II: suoli in condizioni medie;
- condizione III: suoli saturi;

La Tabella 3 riporta i valori di CN(II) adottati dalla Regione Toscana per le differenti tipologie di suolo.

Tabella 3 - Valori del coefficiente CN(II) (USDA 1986)

Corine LIVELLO 3	SCS-CN per diversi HSG				Rif. USDA 1986
	A	B	C	D	
111 - Tessuto urbano continuo	89	92	94	95	Commercial and business (85% imp.)
112 - Tessuto urbano discontinuo	77	85	90	92	1/8 acre or less (town houses) (85% imp./small>
121 - Unità industriali o commerciali	81	88	91	93	Industrial (72% imp.)
122 - Reti di strade e binari e territori associati	98	98	98	98	Paved parking lots, roofs, driveways, etc.
123 - Aree portuali	98	98	98	98	Paved parking lots, roofs, driveways, etc.
124 - Aeroporti	98	98	98	98	Paved parking lots, roofs, driveways, etc.
131 - Luoghi di estrazioni di minerali	76	85	89	91	Gravel (including right of way)
132 - Discariche	81	88	91	93	Industrial (72% imp.)
133 - Luoghi di costruzione	77	86	91	94	Newly graded areas (pervious areas only, no vegetation)
141 - Aree di verde urbano	49	69	79	84	Fair condition (grass cover 50 to 75%)
142 - Strutture di sport e tempo libero	68	79	86	89	Poor condition (grass cover <50%)
211 - Seminativi non irrigati	61	73	81	84	Contoured (C)
212 - Suolo permanentemente irrigato	67	78	85	89	Straight row (SR)
213 - Risaie	62	71	78	81	Contoured & terraced (C&T)
221 - Vigneti	76	85	90	93	Crop residue cover
222 - Frutteti e frutti minori	43	65	76	82	Woods—grass combination (orchard or tree farm)
223 - Oliveti	43	65	76	82	Woods—grass combination (orchard or tree farm)
231 - Pascoli	49	69	79	84	Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing.
241 - Colture annuali associate a colture permanenti	61	73	81	84	Small grain
242 - Coltivazione complessa	61	73	81	84	Small grain
243 - Suoli principalmente occupati dall'agricoltura	61	73	81	84	Small grain
244 - Aree di agro-selvicoltura	43	65	76	82	Small grain
311 - Foreste a latifoglie	36	60	73	79	Woods
312 - Foreste a conifere	36	60	73	79	Woods
313 - Foreste miste	36	60	73	79	Woods
321 - Prateria naturale	49	69	79	84	Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing.
322 - Lande e brugheria	49	69	79	84	Pasture, grassland, or range—continuous forage for grazing.
323 - Vegetazione sclerofila	35	56	70	77	Brush—brush-weed-grass mixture with brush the major element
324 - Transizione suolo boscoso/arbusti	35	56	70	77	Brush—brush-weed-grass mixture with brush the major element
331 - Spiagge, dune e piani di sabbia	46	65	77	82	12% imp.
332 - Roccia nuda	96	96	96	96	Artificial desert landscaping
333 - Aree scarsamente vegetate	63	77	85	88	Natural desert landscaping (pervious area only)
334 - Aree bruciate	63	77	85	88	Natural desert landscaping (pervious area only)
335 - Ghiacciai e nevi perenni	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
411 - Paludi interne	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
412 - Torbiere	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
421 - Paludi di sale	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
422 - Saline	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
423 - Piani intertidali	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
511 - Corsi d'acqua	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
512 - Corpi d'acqua	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
521 - Lagune costiere	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
522 - Estuari	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies
523 - Mare	98	98	98	98	Impervious surfaces, water bodies

L'applicazione della Tabella 3 ha portato alla realizzazione della mappa di CN(II) riportata nella Figura 4-6.

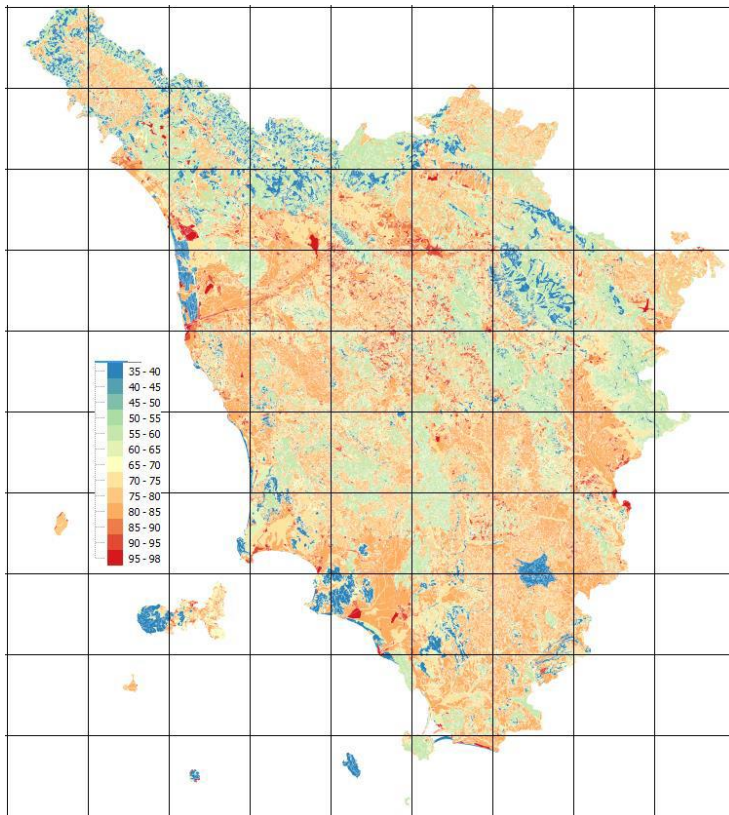


Figura 4-6 - Valori di Curve Number (CN-II) per la Toscana

Sulla base dei bacini idrografici interferenti con rilevato autostradale precedentemente estratti, la mappa dei valori di CN(II) è stata “tagliata” in corrispondenza di tali bacini. Per ogni bacino è stato quindi calcolato un valore di CN(II) equivalente. Successivamente, attraverso la seguente formula, è stato determinato il valore del coefficiente di deflusso per ogni bacino estratto:

$$\phi = \frac{(1 - 0.2 \cdot k)^2}{1 + 0.8 \cdot k}$$

con $K=S/h$, dove S [mm] rappresenta la ritenzione potenziale calcolata dal CN attraverso la seguente formula:

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

ed h [mm] l'altezza complessiva di pioggia. I valori di h sono stati determinati in base alle curve di possibilità pluviometrica precedentemente descritte. Per quanto riguarda i valori di CN, sono stati utilizzati sia i valori di $CN(II)$, che quelli di $CN(III)$. Questi ultimi ricavabili dalla relazione:

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057 \cdot CN(II)}$$

Dalle analisi eseguite, per la condizione di $CN(II)$ sono risultati valori di φ mediamente pari a 0.2, mentre per la condizione più gravosa, corrispondente a $CN(III)$, sono risultati valori di φ mediamente paria a 0.39-0.40.

Essendo i bacini analizzati prettamente di tipo agricolo o poco urbanizzato, il valore di 0.4 è stato considerato cautelativo ed è stato utilizzato per la successiva fase di determinazione delle portate di progetto.

I valori di portata utilizzati per il dimensionamento dei manufatti e dei nuovi collettori provenienti dagli studi del Commissario Delegato ex L. 228/2012 – Regione Toscana Settore Difesa del Suolo - sono riportati nella seguente Tabella 4. Per la localizzazione geografica dei bacini si rimanda alle tavole di corografia (Figura 4-1 e Figura 4-2).

Tabella 4 – Portate utilizzate per il dimensionamento di alcuni manufatti e nuovi collettori (fonte Commissario Delegato ex L. 228/2012 – Regione Toscana Settore Difesa del Suolo)

Corso d'acqua /Bacino idrografico	Q (Tr=200 anni) [m ³ /s]
Fosso della Bufalareccia	29.6
Canale principale 5 - Sottobacino a monte dell'attraversamento ferroviario	13.5
Canale principale 6 - Sottobacino a monte del tracciato autostradale (bacino 11)	2
Canale principale 6 - Sottobacino a monte del tracciato autostradale (bacino 12)	7.5

Per quanto riguarda le portate di progetto, per tutti gli altri corsi d'acqua, ottenute col metodo cinematico, si rimanda all'*ALLEGATO 1* che riporta inoltre alcune delle caratteristiche morfometriche dei bacini estratti in ambiente GIS. La presentazione dei risultati viene effettuata seguendo il tracciato autostradale in oggetto da nord verso sud.

5 ANALISI E COORDINAMENTO CON GLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE ESEGUITI E DA ESEGUIRE DA PARTE DELLA REGIONE TOSCANA (DGRT N° 916/2013)

Il tracciato è stato studiato in maniera da minimizzare gli impatti con il territorio e le problematiche di tipo idraulico, mirando alla mitigazione del rischio idraulico nell'area interessata. Nella progettazione sono stati considerati gli indirizzi forniti dalla Del. GRT n.916 del 4/11/13 in merito agli aspetti idraulici. Nel dettaglio, la citata Delibera prescrive:

“ Il progetto dovrà tener conto degli interventi urgenti ed indifferibili di ripristino e messa in sicurezza sviluppati a seguito dell'evento alluvionale verificatosi nel novembre 2012; tra gli aspetti da tenere in considerazione si segnala che nel tratto tra il fiume Osa e l'Albegna è in fase di progettazione una cassa d'espansione per la messa in sicurezza dell'abitato di Albinia; nella fase di progettazione definitiva è necessario quindi che la localizzazione del tracciato sia coordinata con gli uffici regionali ai fini di una progettazione integrata che contempili le varie esigenze e garantisca la riduzione del consumo di suolo (1), anche verificando la possibilità di utilizzare il rilevato autostradale con funzioni di contenimento idraulico per il lato a monte della cassa di espansione; e cioè sia allo scopo di ridurre gli elementi di divisione del territorio (2), sia di contenere le spese di realizzazione della cassa di espansione (3).”

Negli studi che sono stati redatti negli anni 2012 – 2013 per conto del Commissario Delegato ex L. 228/2012 – Regione Toscana Settore Prevenzione del Rischio Idraulico e Idrogeologico è stato definito, sulla base dell'analisi idrologica ed idraulica di dettaglio, il quadro generale degli interventi per la messa in sicurezza del F. Albegna a seguito dell'evento dell'11,12 novembre 2012.

Degli interventi individuati negli studi è stata ultimata la progettazione definitiva della Cassa d'espansione di Campo Regio e la progettazione preliminare dell'adeguamento del Collettore Orientale e cassa d'espansione in loc. Fonteblanda, entrambi datati dicembre 2014.

Rimangono a livello di indicazione progettuale gli interventi individuati nello studio idrologico idraulico del Commissario Delegato ex L.228/2012 sul reticolo minore afferente il F. Albegna, il T. Osa e l'ambito di Orbetello interessato dagli eventi del 10/12 dicembre 2012, datato luglio 2014.

Nei paragrafi seguenti viene riportata la descrizione degli interventi di sistemazioni idrauliche in atto e previste dalla Regione Toscana e le azioni progettuali di coordinamento con l'intervento autostradale. Per gli aspetti che saranno trattati l'area viene suddivisa in 5 zone, ciascuna avente

peculiarità progettuali rispetto agli interventi di riassetto idraulico della Regione Toscana. Le aree esaminate sono le seguenti:

- Zona Fonteblanda e Collettore Orientale.
- Zona viadotto Osa.
- Zona Cassa d'espansione di Campo Regio.
- Zona Guinzone.
- Zona Galleria artificiale – Orbetello.

5.1 Zona di Fonteblanda e Collettore Orientale

Nel 2014, la Regione Toscana – Ufficio del Genio Civile di Bacino Toscana Sud ha predisposto il “Progetto preliminare degli interventi di riassetto idraulico del Collettore Orientale”.

Il Collettore Orientale è un canale che drena un bacino di circa 15 km² caratterizzato da un territorio pianeggiante, con presenza di colture agrarie quali seminativi, vigneti, frutteti e oliveti. L'asta principale del corso d'acqua interferisce significativamente con il sistema infrastrutturale costituito dalla S.S.1-Aurelia, dalla Ferrovia Pisa-Livorno e da viabilità a carattere locale i cui manufatti di attraversamento presentano dei restringimenti di sezione o, comunque, sono insufficienti al transito della portata duecentennale, causando ricorrenti problemi di deflusso e conseguenti allagamenti anche in occasione di eventi meteorici non particolarmente critici.

Il Collettore raccoglie le acque di alcuni fossi minori (delle Porcarelle, Brancalino, di Cacciagrande, di Cacciarella, dell'Aquilone, del Portacciolo, delle Serracchiate, del Lasco alla Vite, della Grancina e della Bufalareccia), convogliandole a mare nella baia di Talamone.

La necessità di adeguamento del Collettore è dovuta alle frequenti inondazioni che hanno interessato le aree in fregio al corso d'acqua, con particolare riferimento alla SS1-Aurelia che è stata chiusa durante l'evento alluvionale del Novembre 2012.

Il progetto preliminare della Regione, suddiviso in 2 Lotti, prevede:

- la ricalibratura della sezione di deflusso, ad oggi insufficiente al transito di eventi anche con basso tempo di ritorno;
- la realizzazione di una cassa ad esondazione controllata e di un Canale Scolmatore.

La cassa ad esondazione controllata è alimentata da un'opera di presa posta a monte della SS1-Aurelia e da un'opera di sfioro posta nel tratto compreso fra la SS1-Aurelia e la Ferrovia; l'opera di

scarico convoglia le portate laminate al Canale Scolmatore posto all'estremo Sud-Ovest della cassa fino a confluire nella baia di Talamone.

Con riferimento agli interventi autostradali, l'interferenza con il canale è riferita al tratto in cui scorre in fregio alla SS1 Aurelia fra la progr Km 0+ 000 e la progr Km 1+120 del Tratto Fonteblanda-Ansedonia.

Nel progetto autostradale, l'allargamento della piattaforma autostradale, in stretto affiancamento al canale, richiede lo spostamento dello stesso verso monte, in modo ripristinarne la funzionalità idraulica nel rispetto delle distanze di sicurezza.

Considerati i livelli idrici nel canale riportati nel progetto preliminare della Regione (circa 4.20 m s.l.m. nella configurazione definitiva), la livelletta di progetto dell'autostrada in corrispondenza del tratto parallelo al canale è mantenuta a quota superiore ai 6.0 m s.l.m (6.30 m s.l.m. sull'attraversamento), quella della strada complanare circa 5,50-5,80 m s.l.m. e gli argini di progetto a quota 5.0 m s.l.m.

Le verifiche idrauliche condotte (cfr. *Allegato 4 – verifica attraversamento COLLETORE ORIENTALE*) dimostrano come la realizzazione del nuovo ponte autostradale, in assenza dell'intervento di messa in sicurezza del Collettore Orientale, migliora il deflusso delle portate ordinarie ma non altera il profilo idraulico in condizioni di piena bicentenaria, in quanto il deflusso è fortemente rigurgitato da valle. Il nuovo ponte non incrementa il rischio idraulico nell'area a valle dell'autostrada. Solo con la realizzazione del progetto della Regione Toscana di messa in sicurezza dell'area si potrà agire sul rischio idraulico, riducendolo sensibilmente.

Coordinamento fra progetto idraulico (RT) e autostradale (SAT)

Nella tabella seguente si riportano le considerazioni riguardanti le possibili interferenze con il tracciato autostradale e le azioni di coordinamento progettate.

Descrizione dell'intervento di sistemazione idraulica – Prog. Preliminare -2014 Commissario Del. Ex L.228/12		Considerazioni sul progetto di sistemazione idraulica ed interferenze con il progetto autostradale
Lotto	Intervento di:	
1	Demolizione e rifacimento/adeguamento di ponte esistente in prossimità della sezione 00288PB14	Nel progetto preliminare non è prevista la realizzazione di alcuna pista fra il canale e la strada, cosa che renderebbe inutile il rifacimento del ponticello. Occorre progettare la fascia di rispetto di 10 m prevista dalla norme idrauliche

Descrizione dell'intervento di sistemazione idraulica – Prog. Preliminare -2014 Commissario Del. Ex L.228/12		Considerazioni sul progetto di sistemazione idraulica ed interferenze con il progetto autostradale
Lotto	Intervento di:	
1	Demolizione di ponte in corrispondenza della sezione 00232__14	Nessuna interferenza
1	Ricalibratura della sezione di deflusso dalla sezione 00305__14 alla sezione 00214PB14 (B = 15 m, scarpate 3/2, L = 950 m, pendenza 0.001%) con argine sinistro da quota 5.5 m s.l.m. a quota 5.0 m s.l.m. e argine destro posto a quota morfologica più bassa (4.5 m s.l.m. a 4 m s.l.m.);	Il tratto parallelo alla strada ha quota arginale (lato autostrada) a 5 m s.l.m. La quota progetto è stata fissata a 6.30 m in corrispondenza dell'attraversamento del canale in quanto il livello idrico all'attraversamento è 4.47 m s.l.m. (post Lotto 1) e 4.2 m s.l.m. (quadro finale).
1	Realizzazione di opera di presa del canale derivatore a monte della sezione 00232__14 costituita da manufatto di regolazione con portella e da n° 2 manufatti scatolari con luce 5.0x2.0 m e canale derivatore con sottopasso della S.S.1 Aurelia costituito da n° scatolari 5.0x2.0 m	Trattandosi di progetto preliminare non vi sono ancora i particolari della piazzola di manovra degli organi meccanici, ne dell'alimentazione elettrica da prevedere. Gli scatolari di altezza 2 m sono compatibili con la livelletta autostradale.
1	Ricalibratura della sezione di deflusso dalla sezione 00214PC14 alla sezione 00144__14 in corrispondenza dell'alto morfologico (B = 15 m, scarpate 3/2, L = 600 m, pendenza 0.001%) con argini a quota 4.5 m s.l.m. in sinistra idraulica e a quota 5 m s.l.m. in destra idraulica;	Nessuna interferenza
1	Realizzazione di argini di cassa a quota 5.0 m s.l.m. a protezione delle infrastrutture stradali e ferroviarie;	Il progetto preliminare rappresenta gli argini di cassa a ridosso del rilevato autostradale Necessario lo spostamento di questo tratto di arginatura, allontanandolo dal rilevato autostradale in modo da permettere l'inserimento della fascia di rispetto di 10 m
2	Realizzazione di manufatto di sfioro L=50 m a quota 3 m s.l.m Realizzazione di opera di scarico della cassa costituita da manufatto scatolare 4.0x2.0 con sottopasso ferroviario della linea Pisa-Roma; Tra sezione 00092__14 e 00001__14, realizzazione di nuova inalveazione del Canale	Nessuna interferenza

Descrizione dell'intervento di sistemazione idraulica		Considerazioni sul progetto di sistemazione idraulica ed interferenze con il progetto autostradale
– Prog. Preliminare -2014 Commissario Del. Ex L.228/12		
Lotto	Intervento di:	
	<p>Scolmatore a sezione trapezia (B = 15 m, H = 2 m, L = 900 m, pendenza 0.001%) e scarpate 3/2;</p> <p>Sottopasso della S.P. n°1 di Talamone con manufatto scatolare 15.0x2.0 m;</p> <p>Realizzazione di manufatto di controllo a mare per la regolazione dello scarico a mare del Canale Scolmatore</p>	
2	<p>Ricalibratura della sezione di deflusso dalla sezione 00144__14 alla sezione 00123PB (B = 15 m, scarpate 3/2, L = 300 m, pendenza 0.001%) con argini a quota 5.0 m s.l.m. in destra idraulica;</p> <p>Ricalibratura della sezione di deflusso dalla sezione 00123PC14 allo sbocco a mare (B = 15 m, scarpate 3/2, L = 1100 m, pendenza 0.001%) con argini da quota 4 m s.l.m. a quota 3.5 m s.l.m.;</p> <p>Demolizione e rifacimento/adequamento ponti esistenti in corrispondenza delle sezioni 00059PB14 e 00013PB14</p> <p>Realizzazione di nuovo attraversamento carrabile a valle della sezione 00018__14 compreso raccordo alla viabilità esistente</p> <p>Risagomatura e riprogettazione dello sbocco a mare</p>	Nessuna interferenza
2	Adeguamento dell'attraversamento della S.S.1 Aurelia.	<p>Il progetto preliminare della Regione non illustra la sezione di progetto dell'attraversamento.</p> <p>Si propone un nuovo manufatto con luce 25 m.</p> <p>Considerando il livello idrico delle simulazioni (4.2 m s.l.m.), la quota stradale deve essere ad almeno 6.3 m s.l.m.</p>

5.2 Zona torrente Osa

Nel progetto definitivo della Cassa d'espansione di Campo Regio sono richiamati i seguenti interventi a beneficio dell'asta del T. Osa. La descrizione è stata estrapolata dalla Relazione Generale.

Il Consorzio di Bonifica Osa – Albegna (ora Consorzio di bonifica n.6 Toscana Sud) ha redatto il progetto definitivo-esecutivo delle opere di "Ripristino dell'ufficiosità idraulica del Torrente Osa a seguito dell'evento alluvionale del 11-12 novembre 2012" nei Comuni di Orbetello e Magliano.

Gli interventi previsti consistono nella realizzazione di una cassa di laminazione in linea con manufatto a bocca tarata in loc. Puntoni nel Comune di Magliano in Toscana, nonché altre opere minori di sistemazione spondale lungo l'asta del Torrente Osa.

La cassa in progetto rientra all'interno del perimetro dell'area A.S.I.P. prevista nel Piano degli Interventi Strutturali del Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale dell'Ombrone. Gli interventi in progetto sono finalizzati da un lato a ripristinare i danni subiti durante l'evento del novembre 2012 e a rinforzare le difese d'alveo, dall'altro a realizzare una cassa in linea con bocca tarata in loc. Puntoni quel primo contributo alla filosofia dell'Autorità di Bacino secondo cui la protezione delle aree vallive (maggiormente abitate e antropizzate) si realizza laminando le portate a monte.

CRITICITA' INTERVENTI INDIVIDUATI

- 1. Erosioni di sponda in corrispondenza del ponte della S.P. N.1 di Talamone con esondazione in sinistra idrografica sia a monte sia a valle dell'attraversamento, in loc. Scalabrelli. Realizzazione di opere longitudinali di difesa spondale in massi a monte e a valle del ponte.*
- 2. Scalzamento dell'esistente briglia a valle della S.P. N.1 di Talamone. Ripristino della briglia esistente.*
- 3. Marcate esondazioni in sinistra idrografica in loc. Puntoni, all'interno della prevista area A.S.I.P. Realizzazione di una cassa di espansione in linea con manufatto a bocca tarata e argine di chiusura.*

L'autostrada attraversa il torrente Osa alla progr Km 4+000. L'intervento autostradale nel tratto di attraversamento prevede la realizzazione di un viadotto con piloni ad interasse di 50 m, ad eccezione delle due campate di passaggio sul corso d'acqua dove la luce fra le pile è 65 m con orientamento del loro asse nel verso della corrente. Una pila occupa la parte golenale destra del corso d'acqua e per essa andranno previsti interventi di ripristino della sponda con relativa opera di protezione.

Le pile del viadotto all'esterno interferiscono con alcuni canali del reticolo di bonifica che verranno localmente deviati.

La livelletta del viadotto è stata progettata in modo da permettere il passaggio dei mezzi di manutenzione che percorreranno gli argini senza interruzione di continuità.

Gli interventi progettuali di riferibili all'interferenza con il corso d'acqua sono: alcune deviazioni dei canali del reticolo, la sistemazione delle sponde delle controfossa in sinistra che presenta un passaggio molto ravvicinato alla pila del viadotto e la sistemazione in scogliera di pietrame della parte golenale su cui insiste la pila centrale dell'attraversamento.

Le opere non interferiscono con quelle idrauliche previste dal Consorzio di Bonifica Toscana Sud. Nella tabella seguente si riporta la sintesi degli interventi.

Le verifiche idrauliche del viadotto Osa sono riportate nell'Allegato 3.

Descrizione dell'intervento di sistemazione idraulica - Prog. Preliminare -2014 Commissario Del. Ex L.228/12	Considerazioni sul progetto di sistemazione idraulica ed interferenze con il progetto autostradale
Realizzazione di una cassa di laminazione in linea con manufatto a bocca tarata in loc. Puntoni nel Comune di Magliano in Toscana, nonché altre opere minori di sistemazione spondale lungo l'asta del Torrente Osa. La cassa in progetto rientra all'interno del perimetro dell'area A.S.I.P. prevista nel Piano degli Interventi Strutturali del Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale dell'Ombrone	Nessuna interferenza
	<u>Viadotto sul T.OSA e Canale Controfossa DX e SX.</u> Il viadotto presenta n. 2 Pile di area Golenale. Si prevedono interventi di corazzamento delle fondazioni con scogliera di pietrame. Il Franco di attraversamento per i mezzi di manutenzione in sommità arginale è circa di 3 m.

5.3 Zona cassa di espansione Campo Regio

Anche quest'area è stata interessata nel mese di novembre 2012 da una forte evento piovoso che ha determinato allagamenti in sinistra idraulica del fiume Albegna, nella zona di monte prima e infine nell'abitato di Albinia.

A seguito di tali eventi calamitosi la Regione Toscana ha avanzato tre ipotesi d'intervento per la messa in sicurezza dell'abitato di Albinia.

Lo studio redatto da Commissario Delegato ex L. 228/2012 – Regione Toscana Settore Prevenzione del Rischio Idraulico e Idrogeologico, datato ottobre 2013, analizza i tre interventi di messa in sicurezza che per quanto riguarda l'area in esame "spostano" il potenziale allagamento nella zona drenata dal canale di Campo Regio a monte della ferrovia, che è l'area ipotizzata per la realizzazione della cassa d'espansione. Nella seguente figura si riporta l'estratto della carta 1:10000 dello studio del Commissario con evidenziati gli allagamenti dello scenario 3 più gravoso.

L'allagamento è confinato in maniera naturale nella fascia di circa 500 m tra la ferrovia e la scarpata in corrispondenza del salto di quota, ad eccezione dell'allagamento dell'area sotto la cascina S.Donato Vecchio in cui limite si spinge più ad est e crea un'ampia varice fra l'argine in dx del canale principale ed il cambio di quota sotto la cascina.

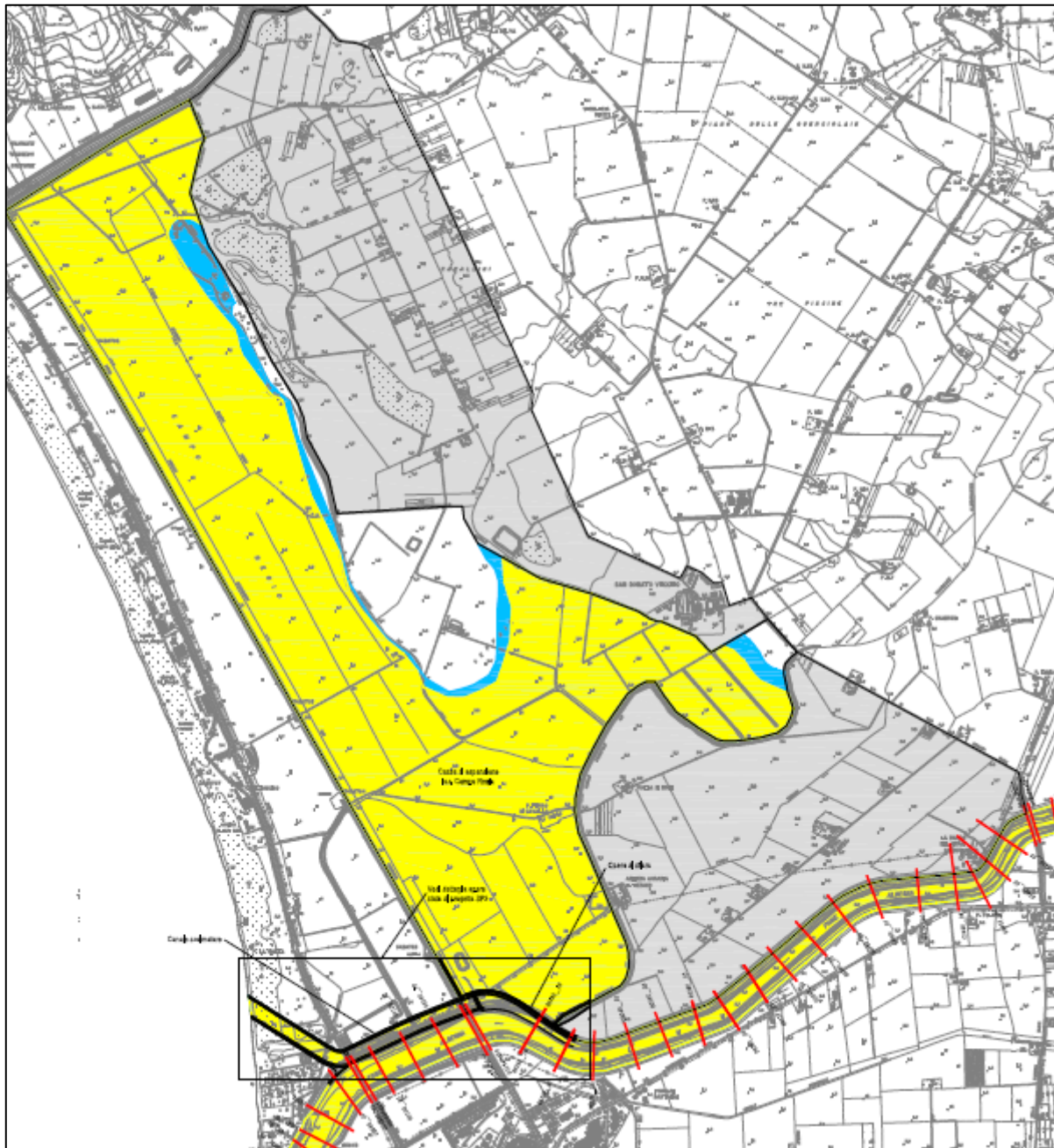


Figura 5-1 - Allagamenti di progetto con cassa d'espansione

Il massimo livello di allagamento dell'area ripreso dai risultati dello studio risulta 3,12 m s.l.m. corrispondenza dell'evento critico del novembre 2012.

Il progetto di sistemazione idraulica denominato Cassa d'espansione di Campo Regio, che la Regione Toscana ha approvato nel 2015, riguarda la costruzione di opere idrauliche di regimentazione dei deflussi del fiume Albegna, del torrente Albegnaccia e del Canale principale della bonifica. Gli interventi sono ubicati in destra idraulica del Fiume Albegna.

L'obiettivo finale dell'intervento è la messa in sicurezza del territorio attraversato dal Fiume Albegna per il tempo di ritorno di 200 anni con un adeguati franchi di sicurezza, garantendo al contempo il non incremento delle sollecitazioni idrauliche sulle opere idrauliche, sulle opere interferenti (attraversamenti, ecc...) e sulle aree contermini alle stesse.

Gli interventi previsti costituiscono un aggiornamento degli interventi strutturali definiti nel PAI alla luce del diverso quadro conoscitivo di maggiore dettaglio.

Il progetto Definitivo della Regione è suddiviso in due lotti funzionali; il primo lotto è costituito dal canale scolmatore e dalla sistemazione del reticolo minore interferente; il secondo lotto è costituito dalla Cassa di Espansione.

Il progetto di sistemazione idraulica è stato elaborato in coordinamento con A.N.A.S. e R.F.I. che effettueranno la progettazione dei rispettivi attraversamenti sul canale scolmatore e delle due opere infrastrutturali di propria competenza.

Descrizione del progetto della Cassa d'espansione di Campo Regio (estratto della relazione Generale di progetto).

Il progetto prevede la realizzazione della Cassa di Espansione e del Canale Scolmatore sul Fiume Albegna in località Campo Regio.

L'intervento ha duplice finalità:

- a. Riduzione del carico idraulico sulle infrastrutture e strutture idrauliche di contenimento sul tratto terminale del Fiume Albegna, per la mitigazione del rischio idraulico sull'abitato di Albinia;*
- b. Compensazione della pericolosità idraulica indotta dalla realizzazione dell'argine remoto, previsto tra il Ponte della Marsiliana e la confluenza del Torrente Patrignone.*

La capacità di invaso del tratto finale del fiume Albegna, implementata con lavori di arginatura relativamente recenti, è di fatto limitata dalla presenza degli attraversamenti della SS.n° 1 Aurelia e della Ferrovia Pisa Roma che presentano una quota di impalcato significativamente inferiore alla testa dell'arginature; In occasione di eventi di piena le due strutture di attraversamento potrebbero quindi rappresentare un ostacolo al deflusso delle portate con funzionamento in pressione dell'impalcato. Tale condizione può di fatto inficiare la funzionalità delle opere di contenimento arginale oltre alla stabilità stessa dei Ponti.

L'area di cassa sarà delimitata da arginature con quota di coronamento pari a 4.50 m s.l.m., in grado di garantire un franco idraulico adeguato sopra il massimo livello d'invaso per l'evento duecentennale. Il Canale Scolmatore avrà la funzione di allontanamento delle acque di esondazione sfiorate in cassa fino a mare.

Per la realizzazione della Cassa di Espansione di Camporegio sono previste una serie di opere che possono essere sintetizzate come di seguito riportato:

- *Manufatto di alimentazione della cassa di espansione e del Canale Scolmatore; la cassa è alimentata da un manufatto di presa da realizzarsi sull'arginatura Destra del F. Albegna a monte dell'attuale confluenza del Canale Principale n° 2 con la Controfossa destra del F. Albegna; Il manufatto è costituito da 16 paratie di dimensioni pari a circa 6 x 3 m, incastonate in una opere di sviluppo trasversale pari a circa 120 metri.*
- *Canale scolmatore e manufatti di controllo dello stesso; Il canale scolmatore di larghezza utile pari a circa 60 metri, trasferisce direttamente a mare i volumi di piena temporaneamente immagazzinati dalla cassa attraverso un manufatto di controllo; Il canale scolmatore ha una lunghezza pari a circa 1.2 km. Il presidio idraulico in testa al Canale è rappresentato da 7 paratie di dimensioni pari a circa 6 x 3 m, incastonate in una opera di sviluppo trasversale pari a circa 70 metri;*
- *Manufatti di interferenza fra il canale scolmatore e le principali reti infrastrutturali (SS 1 Aurerila, Linea ferroviaria Pisa Roma);*
- *Modifica al reticolo di Bonifica; Il progetto prevede la riorganizzazione e l'adeguamento del reticolo di bonifica esistente nell'area di Camporegio, i cui principali interventi sono:*
 - *L'arginatura del Torrente Albegnaccia in sinistra idraulica nel tratto a monte della cassa di espansione, la sua parziale deviazione all'interno dell'area di cassa per consentirne il passaggio nel nuovo attraversamento della Ferrovia Pisa Roma, e la ricongiunzione, a valle del rilevato ferroviario, all'attuale sedime della controfossa destra del F. Albegna;*
 - *La deviazione della Controfossa destra del F. Albegna per un tratto all'interno dell'area di cassa in modo da riconnettere il reticolo, a monte del rilevato ferroviario, al nuovo sedime del torrente Albegnaccia.*
 - *La nuova inalveazione del Canale Principale n° 3 a valle dell'impianto idrovoro di Torre Saline, con nuovo recapitato a mare in destra idraulica dello scolmatore;*
 - *Opere di presidio del reticolo di bonifica in corrispondenza delle arginature della cassa di espansione; Canale Secondario 6 e opera di immissione al Canale Principale 3 a monte del rilevato Ferroviario; quest'ultima avrà anche la funzione di scarico di esaurimento della cassa di espansione.*
 - *Arginature della Cassa di Espansione; le arginature della cassa di espansione sono pensate per cinturare, con adeguati franchi di sicurezza rispetto ai massimi livelli idrometrici attesi, le aree destinate all'allagamento controllato. Le arginature sono*

generalmente chiuse su alti morfologici, consentendo l'accesso in cassa di gran parte del reticolo afferente all'area di Campo Regio; di altezza modesta, non superano mai i 3,5 metri dal Piano campagna, e sono progettate per garantire una facile manutenzione da parte dell'ente gestore nonché una facile connessione fra gli appezzamenti agricoli divisi della stesse. Tutte le arginature presentano una sommità arginale di larghezza minima di 4 metri con scarpe a pendenza 3/2. Lo sviluppo longitudinale delle nuove arginature è pari a circa 10 Km;

- *Riassetto della viabilità pubblica esistente; Per quanto attiene l'assetto viario è prevista la modifica delle viabilità Vicinali e Comunali che dalla SS. N°1 Aurelia danno accesso alle aree edificate sul litorale e agli areali di Campo Regio; a tal proposito è stata ripensato il sistema di intersezioni a raso esistenti ed è stato previsto un nuovo attraversamento ferroviario in destra idraulica del canale scolmatore. Sul torrente Albegnaccia è inoltre previsto il rifacimento di due ponti; uno sulla Strada Provinciale n° 56 a sostituzione del ponte esistente; l'altro in corrispondenza dell'azienda agricola Il Tizzano, all'interno dell'area di Cassa. Sono inoltre previste modifiche alla viabilità vicinale e poderale;*
- *Opere di sistemazione morfologica degli areali oggetto di intervento; sono finalizzate all'approvvigionamento dei materiali idonei alla realizzazione delle arginature nonché alla ricollocazione all'interno del cantiere dei materiali escavati non idonei alla realizzazione delle arginature ma di alto pregio ambientale, trattandosi generalmente di suolo vegetale; Le aree di Scavo sono pari a circa 320000 mq.*

Con riferimento alle verifiche idrauliche riportate nel progetto definitivo della Cassa di Campo Regio risulta che le aree di cassa raggiungeranno un livello idrometrico di 3.2 m s.l.m. sullo scenario TR=200 anni di durata 12 ore con un volume statico di circa 6.6 milioni di mc. Sull'evento duecentennale di durata 6 ore i livelli raggiunti sono pari a 2.8 m s.l.m. ed i volumi in cassa 5.1 milioni di mc. Sull'evento reale i volumi statici massimi arrivano a 8.2 milioni di mc con un livello idrometrico massimo di 3.6 m s.l.m.

Progetto autostradale

Il progetto autostradale nel tratto in questione, procedendo dal t. Osa verso il fiume Albegna, prevede un rilevato in affiancamento alla sede ferroviaria da cui si distacca solo in corrispondenza degli attraversamenti, deviando verso monte. Nel tratto di affiancamento alla cassa d'espansione, il

rilevato autostradale di progetto corre parallelo alla linea ferroviaria e all'argine in progetto della cassa di espansione, che viene riposizionato più a monte.

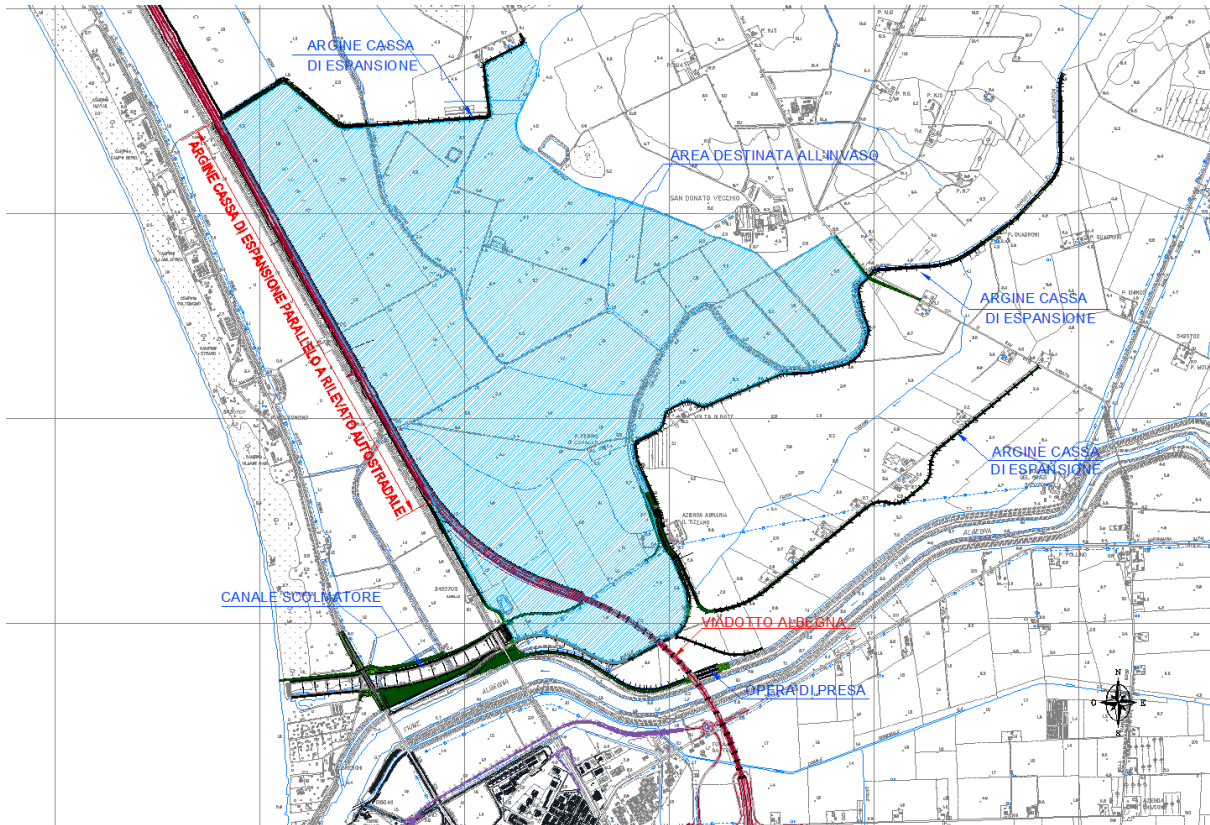


Figura 5-2 - Planimetria area cassa di espansione Campo Regio

Assumendo a riferimento gli studi idrologico idraulici sviluppati nell'ambito delle attività di progettazione per la messa in sicurezza dell'area, la quota di livelletta in sicurezza assunta nella progettazione è di 3.20 m s.l.m. sui cigli di piattaforma (a fronte della quota massima di invaso dell'area esterna alla cassa, pari a 2.50 m s.l.m. a cassa realizzata e 2.60 in assenza di cassa), la sommità dell'argine della cassa di espansione è a quota 4.5 m s.l.m. (a fronte di un livello di massimo invaso di progetto nella cassa pari a 3.60 m s.l.m.). Il rilevato stradale manterrà una distanza da quello ferroviario di 25 m misurati al piede del rilevato, per limitare le deformazioni sulla linea ferroviaria. Similmente, il rilevato arginale della cassa di espansione sarà posizionato a 10 m dal rilevato autostradale. La quota autostradale risultante sarà leggermente superiore a quella del piano ferro.

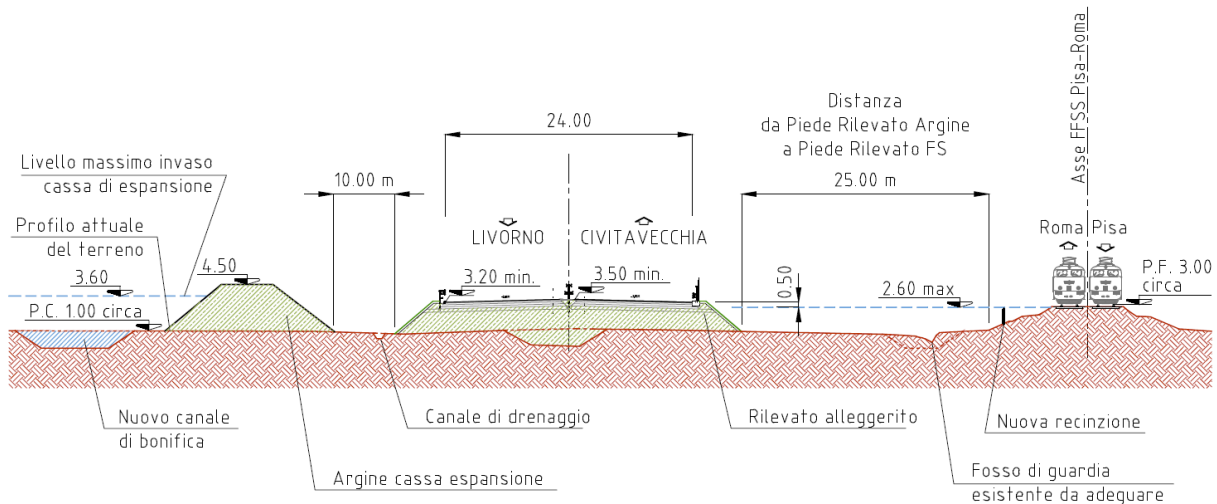


Figura 5-3 - Sezione tipo autostradale nell'area Campo Regio

Nell'ultimo tratto, in avvicinamento al nuovo viadotto del fiume Albegna, a partire dal punto di distacco dal parallelismo con la ferrovia, il rilevato avrà altezze crescenti fino alla parte in viadotto, configurazione che rende il tracciato idraulicamente trasparente per tutto il tratto interno alla cassa. Il viadotto è costituito da 23 campate di luce variabile: 3 campate di luce 80 m per l'attraversamento dell'Albegna, 2 campate da 65 m ai lati dello scavalco e campate da 40-50 m man mano che ci si allontana dal fiume. L'opera d'arte prevista per lo scolmatore di progetto sul fiume è compatibile con le posizioni delle pile del viadotto. Come per il viadotto sul fiume Osa, alcune pile interferiscono con canali del reticolo di bonifica che verranno localmente deviati.

La soluzione progettuale proposta mostra i seguenti vantaggi:

- 1) Riduzione dei cedimenti indotti. Il progetto ha tenuto conto del rilevato ferroviario sia in termini effetti idraulici che geotecnici. La costruzione di un rilevato autostradale più basso, realizzato con materiali alleggeriti, consente di ridurre il carico sul terreno circostante l'autostrada e quindi contenere i cedimenti indotti al di sotto del rilevato ferroviario.
- 2) Semplificazione delle operazioni di realizzazione e manutenzione dell'argine della cassa. La soluzione con argine della cassa di espansione realizzato con materiali di risulta provenienti dagli scavi preparatori per il rilevato stradale e separato dal rilevato stradale ne consente una più agevole realizzazione, in quanto i due rilevati possono essere realizzati in tempi diversi e con modalità diverse, garantendo in ogni caso la sicurezza idraulica dell'infrastruttura. Inoltre, questo schema semplifica le operazioni di manutenzione dei rilevati.

- 3) Minori costi. La soluzione prescelta consente di ottimizzare i movimenti di terra, recuperando parte dei volumi escavati per la bonifica preliminare che sono destinati alla costruzione dell'argine di tenuta idraulica.

5.3.1 Verifica della compatibilità del progetto autostradale con il progetto della cassa di espansione

La cassa di espansione costituisce un sistema idraulico molto complesso, il cui comportamento può essere descritto quantitativamente solo mediante l'implementazione di un modello di calcolo.

Il progetto della cassa di espansione ha richiesto l'implementazione di un sofisticato modello idraulico, che accoppia modellistiche monodimensionali in alveo e bidimensionali nelle aree contermini, determinando le aree allagate in termini di battenti, livelli e velocità di propagazione.

La costruzione di tale modello e la simulazione dei diversi scenari costituiscono un insieme molto complesso di attività, che richiedono l'acquisizione di un'ingente mole di dati (topografici, idrologici, idraulici), disponibili solo per i progettisti incaricati dello studio della Cassa.

Ciò premesso, per avere una stima del possibile impatto della realizzazione dell'autostrada e dell'argine di cassa nella configurazione proposta sul funzionamento della cassa di Campo Regio, è stata calcolata la riduzione di volume utile all'invaso, sulla base della superficie di territorio sottratta alla cassa come prevista dal progetto definitivo. La realizzazione dell'autostrada comporterebbe una riduzione di superficie utile all'invaso valutata in circa 210.000 m² sui circa 4.200.000 m² occupati dalla superficie della cassa: ipotizzando un battente medio di invaso di 2.5 m su tutta l'area, la sottrazione di volume utile all'invaso ammonta a circa 525.000 m³.

Dall'esame delle Relazioni allegate al progetto della cassa di espansione (elab. T2.2 "Verifica Idrologica Idraulica), emerge che il volume statico della cassa nello scenario più gravoso (corrispondente all'evento 2012) ammonta a circa 8.2x10⁶ m³ mentre il volume complessivo derivato dall'opera di presa ammonta a circa 24.9x10⁶ m³.

La sottrazione di 525.000 m³ di volume utile corrisponde a circa il 6.4% del massimo volume statico da invasare, pari a 8.200.000 m³, pertanto di entità ridotta. Rispetto al massimo volume disponibile all'invaso, la riduzione è di circa il 3.7%.

Va sottolineato che la cassa, funzionando come un serbatoio che riceve una portata in ingresso e rilascia una portata (inferiore) in uscita, è in grado di assorbire eventuali riduzioni del volume di invaso sia mediante un innalzamento dei livelli in cassa sia mediante un prolungamento della durata temporale dei massimi livelli in cassa sia mediante un incremento della portata in uscita. Queste

possibili risposte del sistema alla variazione della geometria della vasca non sono, come detto, determinabili senza l'implementazione di appositi modelli idraulici.

Dal punto di vista qualitativo è invece possibile valutare la probabile interazione dell'autostrada di progetto con la cassa d'espansione, nei diversi scenari di progetto.

Nel corso delle analisi di ottimizzazione del tracciato plano-altimetrico, sono state infatti valutate diverse ipotesi di progettuali, in modo da ottimizzare il profilo della costruenda autostrada garantendone la compatibilità con il regime idraulico dell'area, anche in assenza degli interventi di sistemazione idraulica previsti dalla Regione Toscana.

Lo studio idraulico condotto dalla Regione Toscana per la verifica del dimensionamento della cassa prevede la simulazione di 3 diverse configurazioni del territorio:

- **Stato Attuale SA:** rappresenta l'attuale configurazione del territorio, e permette di ricavare informazioni dettagliate sulla pericolosità idraulica delle aree oggetto di intervento e sulla funzionalità delle opere idrauliche esistenti. Nello scenario SA si ipotizza che a monte del tratto di intervento le portate idrologiche del Fiume Albegna siano interamente contenute in alveo senza causare esondazioni;
- **Stato di Progetto Lotto 1 P1:** consente di verificare il comportamento idraulico degli interventi previsti nel Primo Stralcio Funzionale del Progetto Definitivo ed i loro effetti in termini di riduzione del rischio idraulico;
- **Stato di Progetto Generale PG:** rappresenta la configurazione territoriale finale del Progetto Definitivo, e permette di verificare il comportamento idraulico della cassa di espansione e del canale scolmatore nella loro configurazione finale. Lo studio delle diverse ipotesi di profilo altimetrico del tracciato autostradale

Le sollecitazioni pluviometriche sul reticolo esistente implementate nella modellazione sono:

- 1) Evento sintetico con TR=200 anni di durata 12 ore (durata critica per il reticolo principale);
- 2) Evento sintetico con TR=200 anni di durata 6 ore (durata critica per il reticolo minore);
- 3) Evento reale del Novembre 2012.

La compatibilità idraulica dell'infrastruttura autostradale deve essere garantita indipendentemente dalla realizzazione degli interventi di messa in sicurezza idraulica del territorio, pertanto vanno valutati tutti gli scenari analizzati nello studio della Regione Toscana.

Si riportano nel seguito i risultati delle simulazioni condotte per i diversi scenari.

Scenario Stato Attuale SA

Interferenze idrografiche - Relazione idrologico idraulica	Pagina 49 di 140
IDR001-1.doc	

Le verifiche implementate sullo Stato Attuale mostrano criticità idrauliche marcate e diffuse su tutto il territorio oggetto di studio.

La sollecitazione maggiormente critica per questa configurazione del territorio risulta essere quella derivata dall'evento pluviometrico del 2012, per la quale si ottiene una quota del livello idrico compresa fra +1.5 e +2.5 m s.l.m., con battenti idraulici compresi fra 1 e 2 m sul piano campagna in tutta l'area compresa fra l'Osa e l'Albegna, che raggiungono i 3 m nella parte a Nord dell'idrovora di Torre Saline. Si instaura una condizione simile ad una idrostatica, nell'area a valle della ferrovia si ottengono i medesimi livelli idrici che si hanno nell'area a monte, nonostante fra le due aree vi sia comunicazione idraulica solo tramite la controfossa sinistra dell'Osa, la controfossa destra dell'Albegna e il tombino in corrispondenza dell'idrovora.

Nell'ipotesi di un evento con $Tr=200$ anni e durata 6 ore, i livelli risultano leggermente più bassi, con battenti idrici dell'ordine di 1 m sul piano campagna.

Considerando una sezione del modello in corrispondenza dell'impianto idrovoro di Campo Regio, all'altezza della progressiva autostradale 7+700 (sezione 00058_14 sul Canale Secondario n.2), i livelli idrici sono +2.53 m s.l.m per l'Evento 2012, +1.98 m s.l.m. per l'evento $Tr_{200-12\ h}$ e +1.96 m s.l.m. per l'evento $Tr_{200-6\ h}$

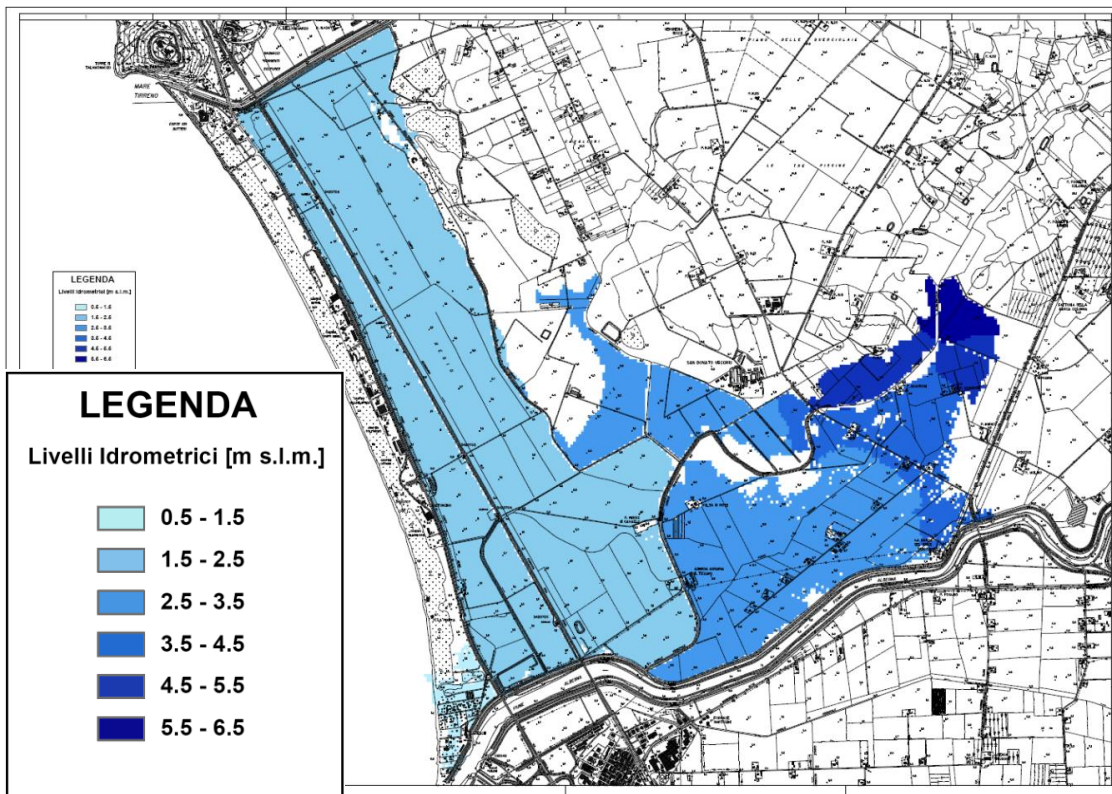


Figura 5-4: Stato Attuale, livelli idrici per Evento 2012

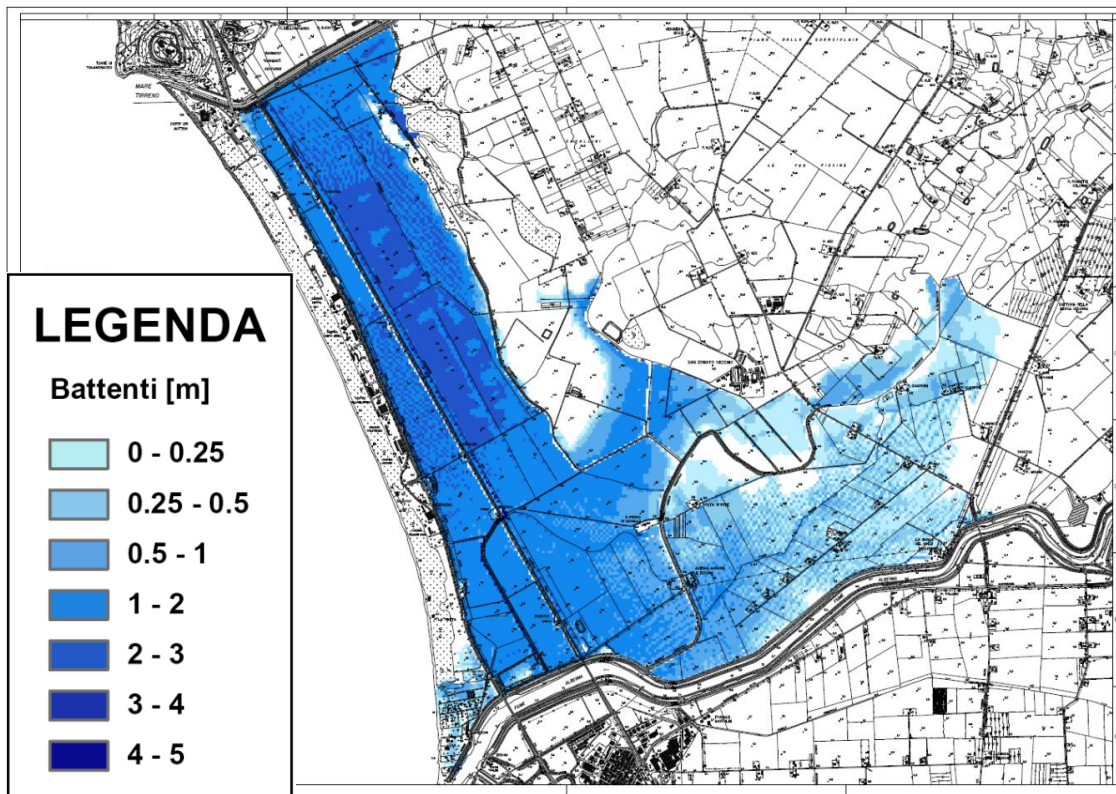


Figura 5-5: Stato Attuale, battenti idrici per Evento 2012

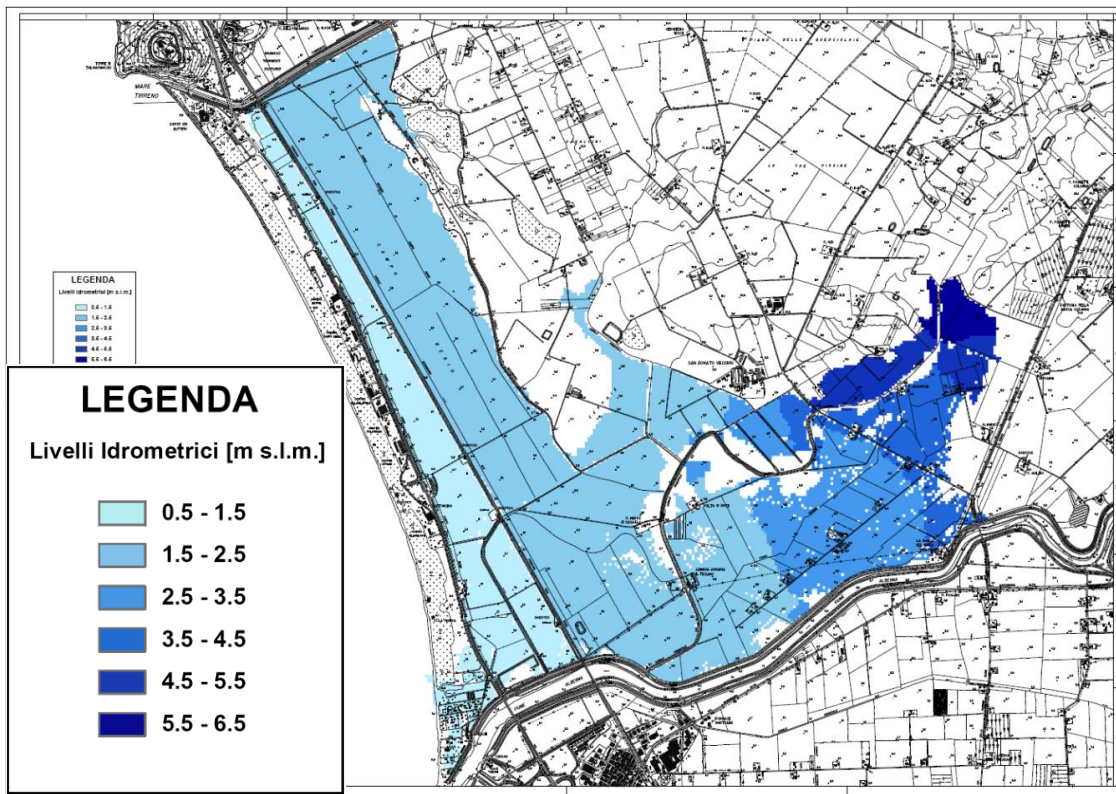


Figura 5-6: Stato Attuale, livelli idrici per evento con durata 6 ore

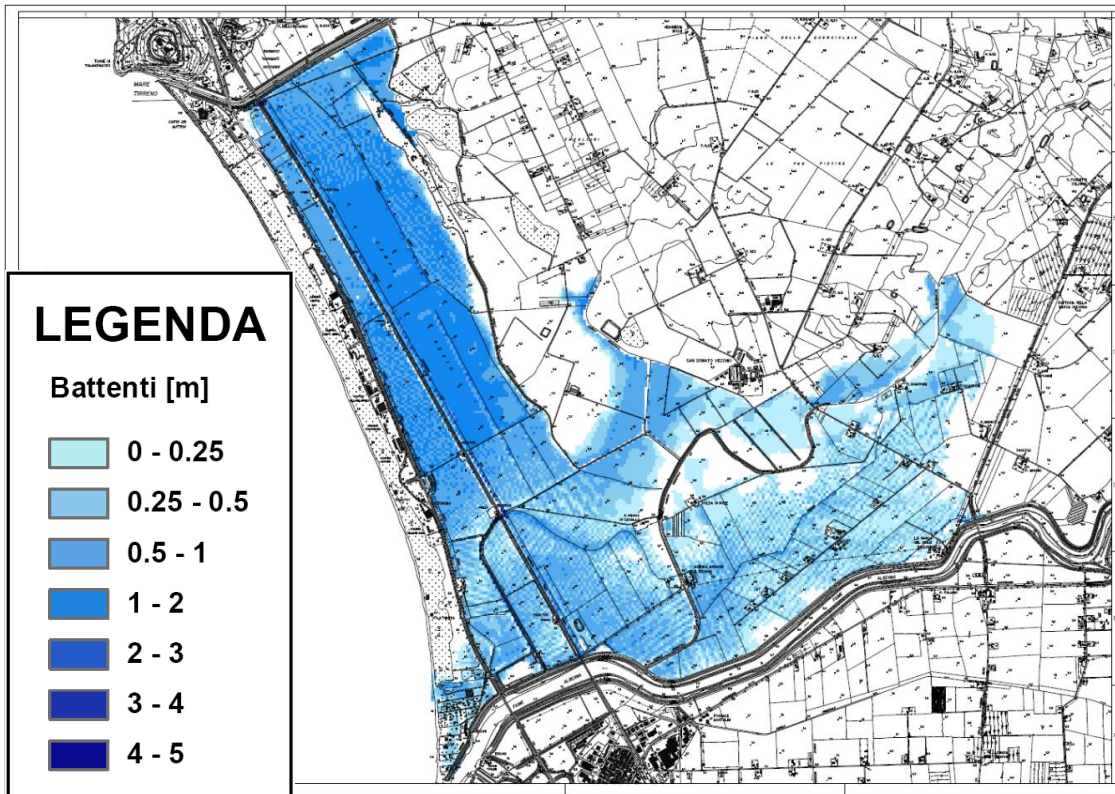


Figura 5-7: Stato Attuale, battenti idrici per evento con durata 6 ore

Scenario Stato di Progetto Lotto 1 P1

Nello scenario di progetto Lotto 1 P1, si prevede la realizzazione dell'opera di presa sull'argine destro dell'Albegna e del canale scolmatore che scarica a mare le portate derivate dall'Albegna tramite l'opera di presa. Le opere di questo lotto funzionale sono finanziate, pertanto è una configurazione che ha buone possibilità di essere realizzata.

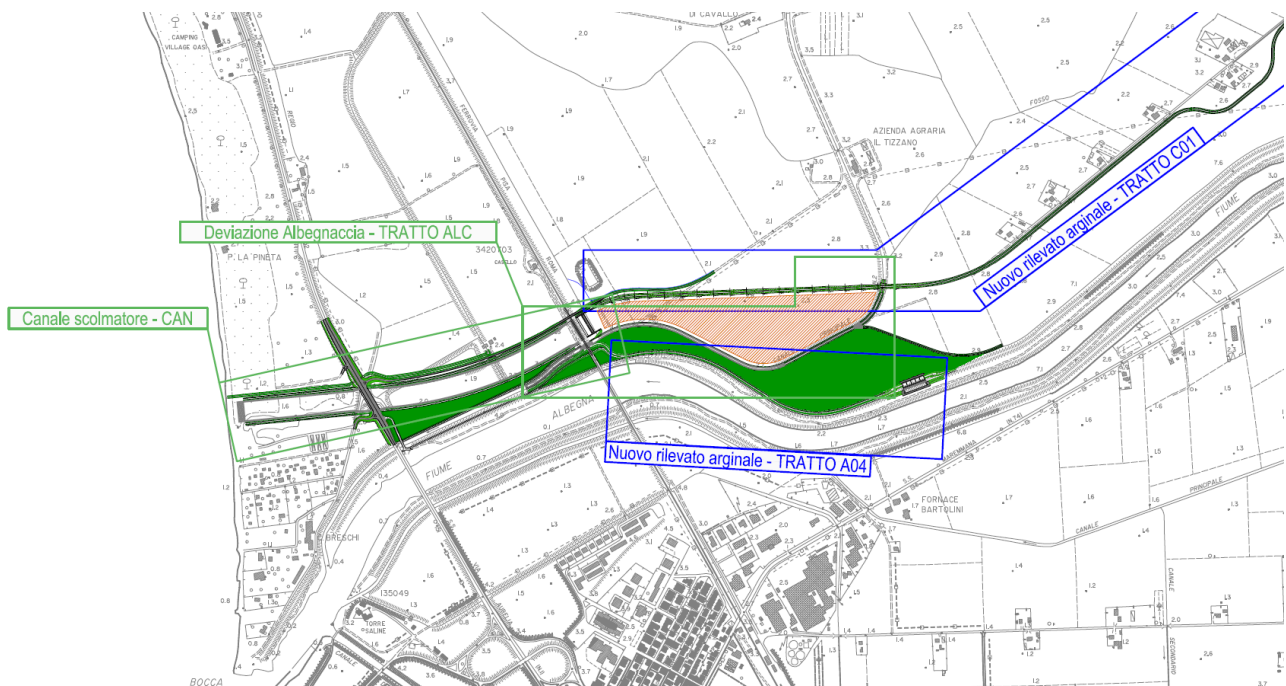


Figura 5-10: opere di progetto stralcio funzionale P1

L'opera di presa sull'Albegna consente la derivazione di oltre 200 m³/s verso il canale scolmatore, abbassando i livelli in alveo di circa 0.50m sul ponte FFSS e 0.3 m sul ponte SS1 (considerando l'evento 2012). Nelle aree esterne invece la realizzazione delle opere dello stralcio P1 non determina significative variazioni di livello e battente rispetto allo scenario SA. Nella zona della controfossa destra dell'Albegna, la confluenza del torrente Albegnaccia nella controfossa e l'immissione nello scolmatore delle portate derivate determina un innalzamento dei livelli dell'ordine di 0.5-1.0 m.

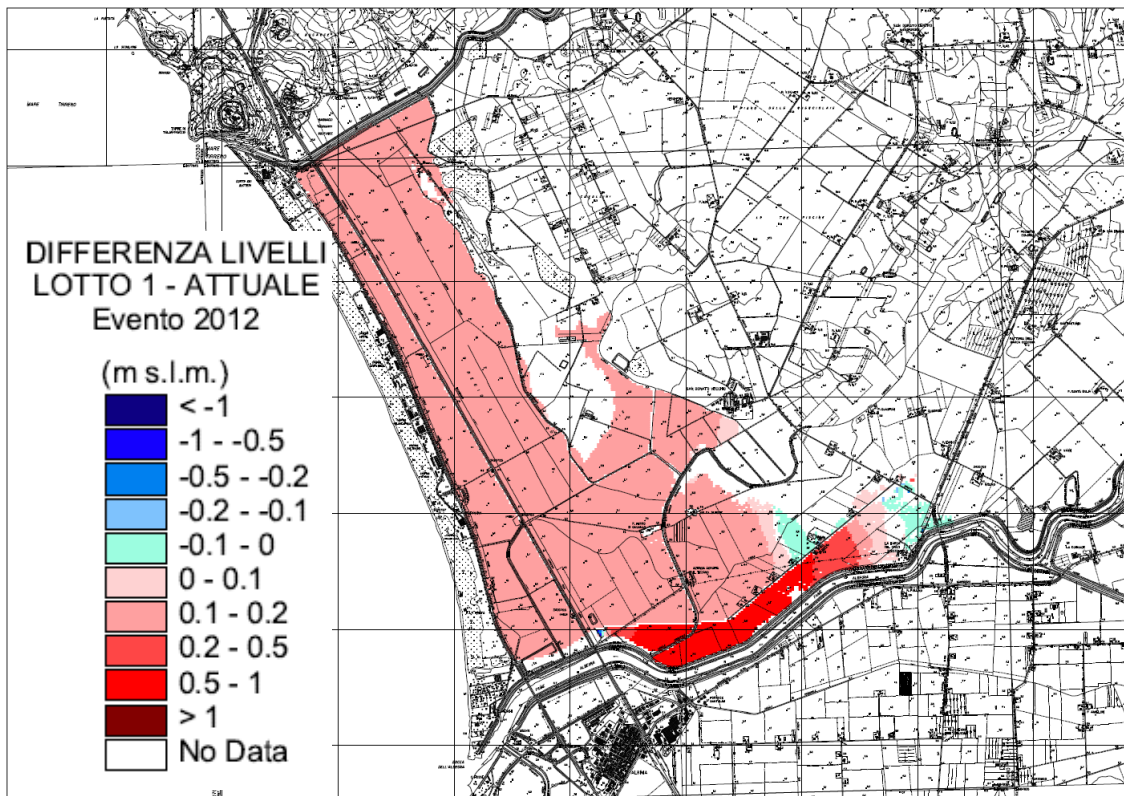


Figura 5-11: confronto livelli idrici fra scenari SA e P1 per Evento 2012

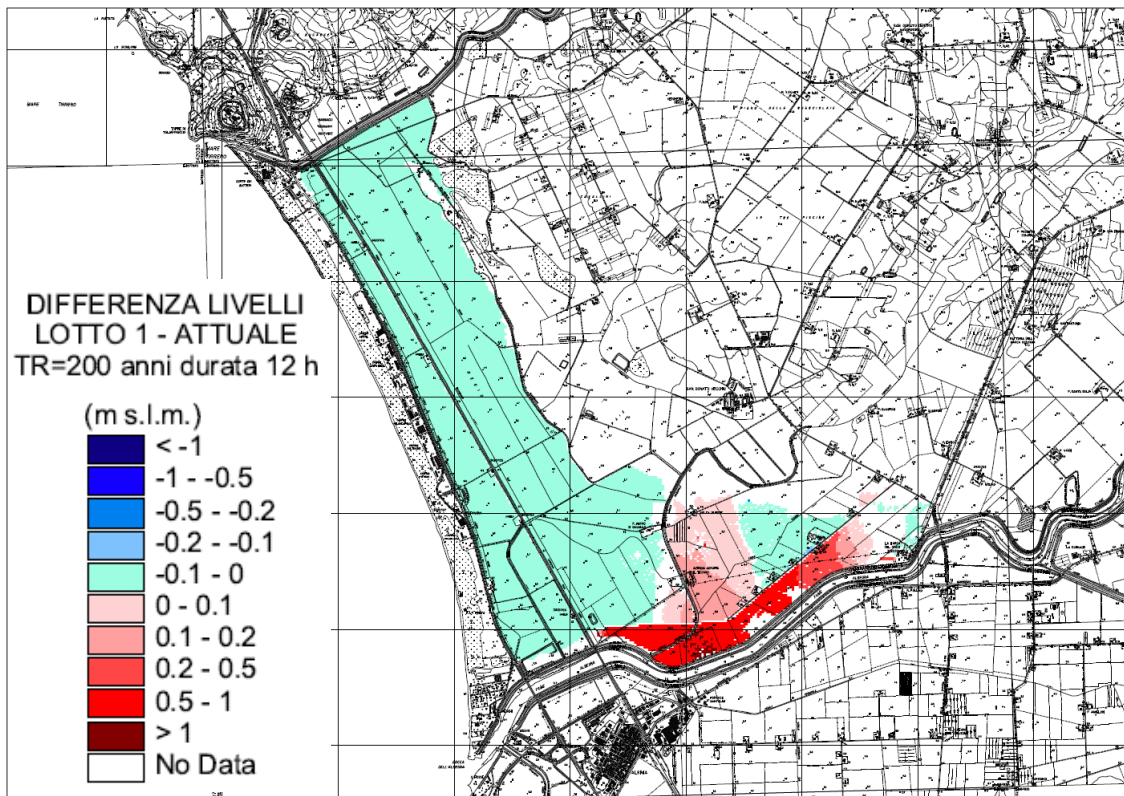


Figura 5-12: confronto livelli idrici fra scenari SA e P1 per evento con durata 12 h

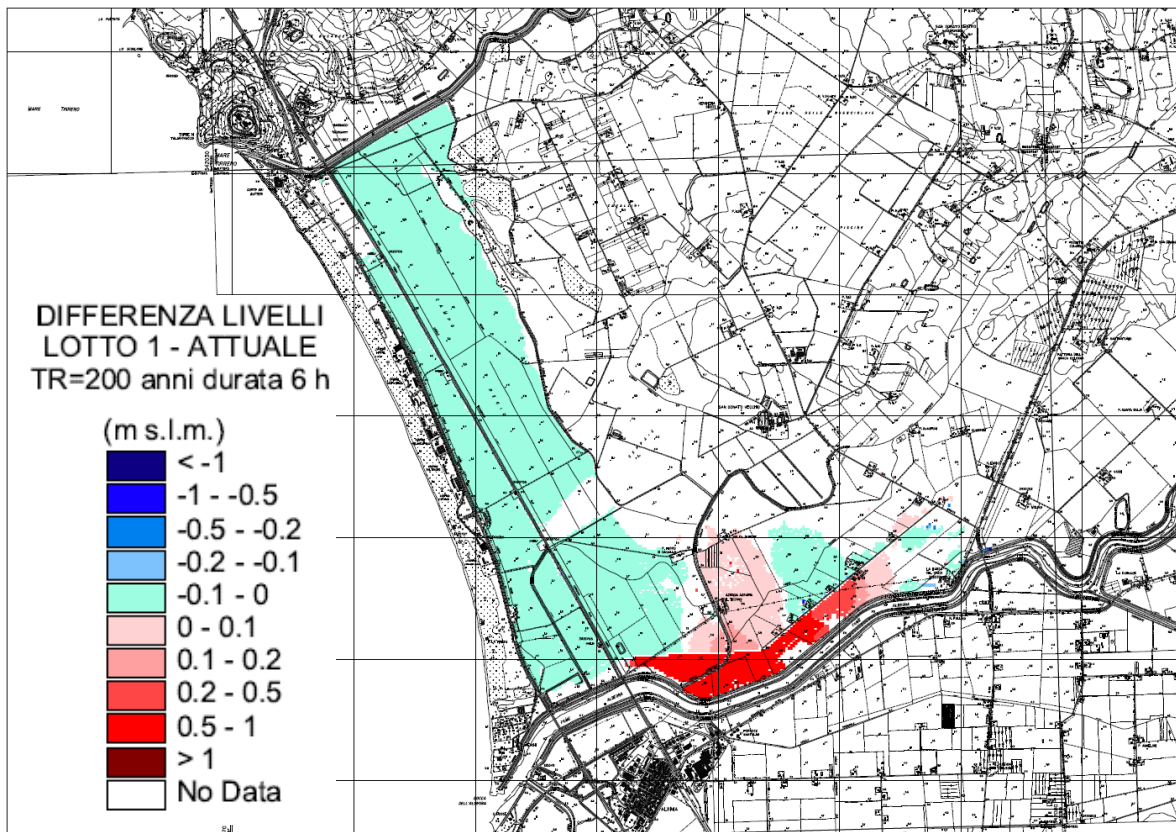


Figura 5-13: confronto livelli idrici fra scenari SA e P1 per evento con durata 6 h

Scenario Stato di Progetto Generale PG

Nello scenario finale PG vengono realizzate tutte le opere previste dal progetto, tra cui l'arginatura parallela alla linea ferroviaria che consente di invasare gran parte del volume di piena in arrivo da monte.

In questa configurazione, i livelli in alveo dell'Albegna scendono ulteriormente, con evidente beneficio per i ponti esistenti di ferrovia e SS1. Nelle aree esterne, il riempimento della cassa di espansione determina un forte innalzamento dei livelli idrici nell'area di invaso, con un massimo di +3.60 m s.l.m. per una sollecitazione pari all'Evento 2012. In questo scenario, i battenti idrici all'interno della cassa possono superare i 3 m sul piano campagna,

Esternamente alla cassa, si ha una riduzione del battente idrico rispetto allo stato SA, che può arrivare a -1.0 m nell'area compresa fra linea ferroviaria e SS1.

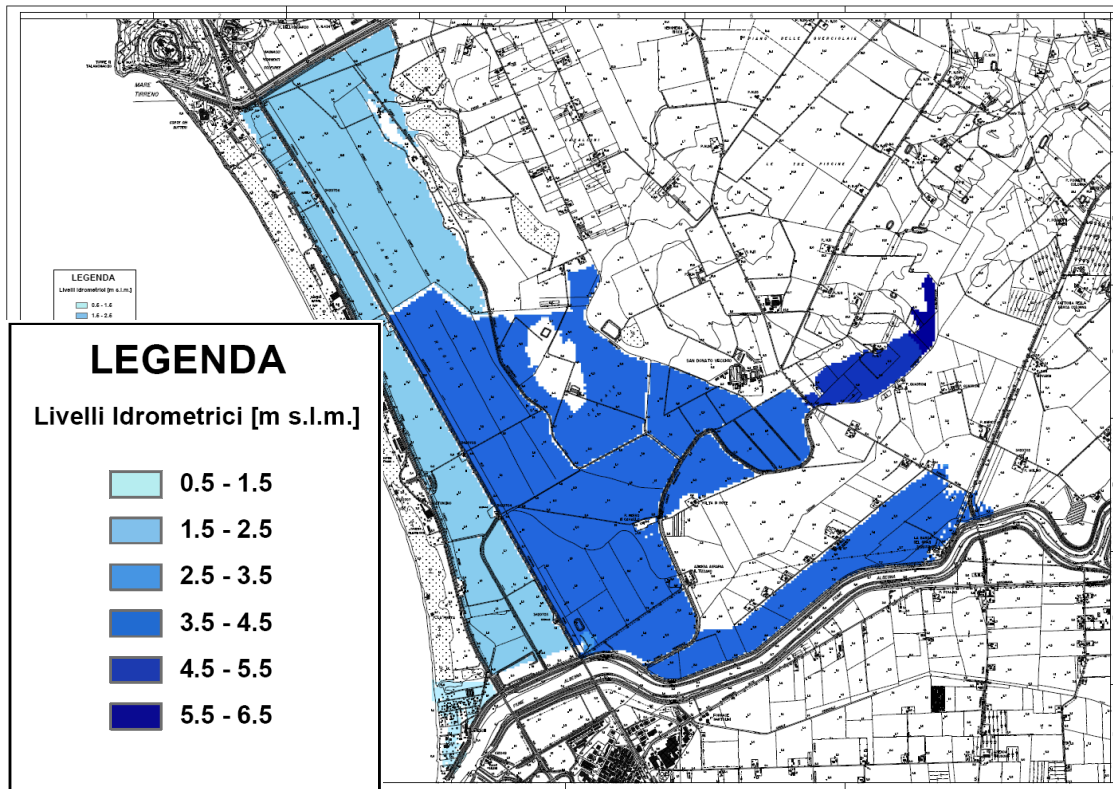


Figura 5-14: Stato di Progetto PG, livelli idrici per Evento 2012

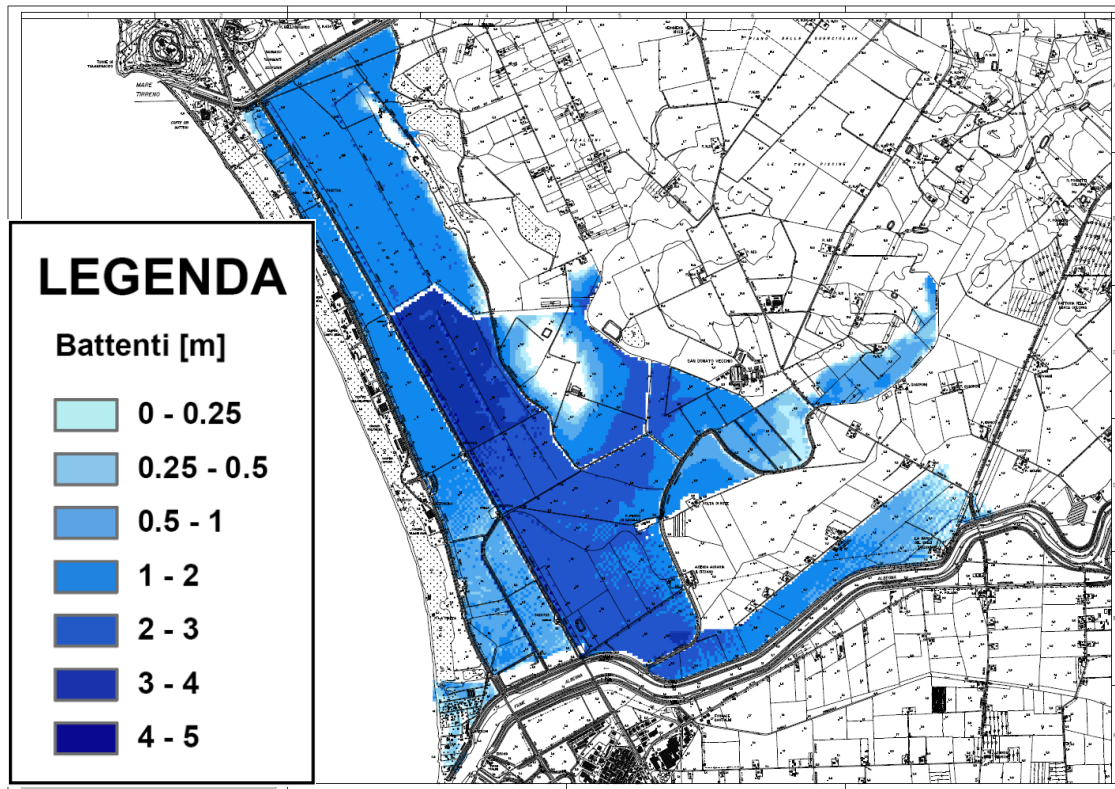


Figura 5-15: Stato di progetto PG, battenti idrici per Evento 2012

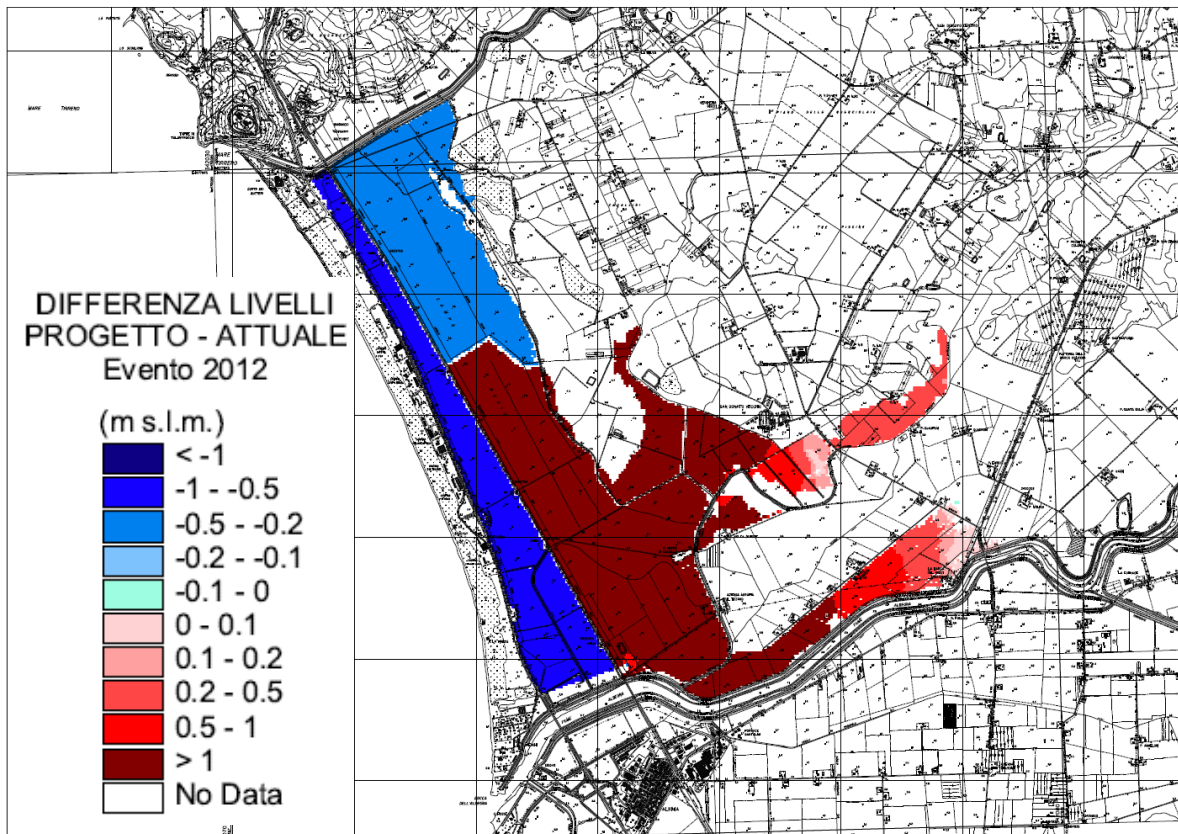


Figura 5-16: confronto livelli idrici fra scenari SA e PG per Evento 2012

5.3.2 Compatibilità del progetto autostradale nei diversi scenari di progetto della cassa di espansione

Dall'analisi dello studio della Regione Toscana, sono stati ricavati alcuni dati utili alla definizione della livelletta autostradale di progetto, in funzione dei diversi scenari che si possono presentare.

Le ipotesi di abbassamento del rilevato autostradale sono scaturite dall'esigenza di ridurre il peso del rilevato e di conseguenza i cedimenti che il rilevato stesso induce nell'area circostante il tracciato.

Le soluzioni prospettate nel seguito si basano sulle seguenti assunzioni semplificative di partenza:

- livelletta autostradale perfettamente orizzontale, senza variazioni necessarie a favorire lo smaltimento delle acque di piattaforma
- assenza di cedimenti del rilevato stradale (nella realtà non trascurabili)

Realizzazione autostrada con cassa di espansione completata

Nell'ipotesi che il progetto della cassa di espansione di Campo Regio venga completamente realizzato (scenario PG), **la compatibilità idraulica dell'autostrada va verificata rispetto ad una quota di massimo invaso di +3.60 m s.l.m.**

In questo scenario, la livelletta stradale di progetto con quota cigli a 3.20 m s.l.m. garantisce la sicurezza idraulica dell'autostrada. La piattaforma stradale manterrebbe un franco di circa 0.70 m sulla quota di massimo invaso nell'area esterna alla cassa, pari a 2.50 m s.l.m. mentre a monte il livello di massimo invaso di progetto nella cassa pari a 3.60 m s.l.m. sarebbe contenuto dall'argine della cassa di espansione la cui sommità è posta a quota 4.5 m s.l.m..

Realizzazione autostrada con cassa di espansione non completata

Nell'ipotesi di realizzazione parziale del progetto della cassa (P1) o di non realizzazione del progetto (SA), la quota di riferimento da considerarsi per la compatibilità idraulica dell'autostrada è di +2.60 m s.l.m.

Anche in questo scenario, la livelletta stradale di progetto con quota cigli a 3.20 m s.l.m. garantisce la sicurezza idraulica dell'autostrada. La piattaforma stradale manterrebbe un franco di circa 0.60 m sulla quota di massimo invaso.

Il rilevato autostradale fungerebbe in questo caso da ostacolo ai deflussi superficiali nell'area di Campo Regio costituendo di fatto un vero e proprio argine. Pertanto si dovrebbe conferire al rilevato una elevata trasparenza idraulica, mediante, ad esempio, l'inserimento di batterie di tombini di grande luce lungo tutto il tratto.

In questo scenario, per un evento pari a quello occorso nel 2012 si instaura un livello idrico costante in tutta l'area a monte della SS1 esistente. Nell'ipotesi di realizzare l'infrastruttura stradale in questa configurazione, vanno pertanto predisposti accorgimenti tali da proteggere la nuova autostrada dall'allagamento proveniente da monte e da valle.

Coordinamento fra il progetto idraulico (RT) e autostradale (SAT)

Nella tabella seguente si riportano gli interventi di coordinamento previsti fra il progetto di sistemazione idraulica della Regione Toscana e l'intervento autostradale.

Interferenze idrografiche - Relazione idrologico idraulica	Pagina 63 di 140
IDR001-1.doc	

Descrizione dell'intervento di sistemazione idraulica – Prog. Preliminare -2014 Commissario Del. Ex L.228/12	Considerazioni sul progetto di sistemazione idraulica ed interferenze con il progetto autostradale
<p>Il progetto si compone di <u>due STRALCI FUNZIONALI.</u></p> <p>STRALCIO FUNZIONALE N° 1</p> <p>È costituito dallo <u>Sfioratore sul Fiume Albegna</u> e dal <u>Canale scolmatore.</u></p> <p><u>Lo sfioratore sul Fiume Albegna</u> è un manufatto in destra del fiume Albegna, a monte dell'attuale confluenza del Canale Principale n° 2 con la Controfossa destra; di sviluppo trasversale pari a circa 70 metri, con 10 paratie di regolazione.</p> <p><u>Il Canale scolmatore.</u> Il canale ha larghezza utile pari a circa 60 m lunghezza pari a circa 1.2 km, trasferisce direttamente a mare i volumi di piena temporaneamente immagazzinati in una prima porzione della cassa d'espansione in prossimità dell'Albegnaccia, attraverso un manufatto di controllo.</p> <p><u>Modifica al reticolo di Bonifica;</u> Il progetto prevede la riorganizzazione e l'adeguamento del reticolo di bonifica esistente nell'area di Camporegio, i cui principali interventi sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Parziale deviazione del Torrente Albegnaccia all'interno dell'area di cassa per consentirne il passaggio nel nuovo attraversamento della Ferrovia Pisa Roma, e la ricongiunzione, a valle del rilevato ferroviario, all'attuale sedime della controfossa destra del F. Albegna; <input type="checkbox"/> La deviazione della Controfossa destra del F. Albegna per un tratto all'interno dell'area di cassa in modo da riconnettere il reticolo, a monte del rilevato ferroviario, al nuovo sedime del torrente Albegnaccia. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> La nuova inalveazione del Canale Principale n° 3 a valle dell'impianto idrovoro di Torre Saline, con nuovo recapitato a mare in destra idraulica dello scolmatore; <p><u>Arginature della Cassa di Espansione;</u> Verrà realizzata una porzione della Cassa di espansione in prossimità del Fiume Albegnaccia. In particolare l'arginatura si chiuderà in destra idraulica del manufatto di ingresso del Canale scolmatore e proseguirà con un tratto <u>Provvisorio</u> fino alla arginatura prevista a campagna che corre parallela alla controfossa destra del Fiume Albegna. Le arginature sono di altezza modesta, non superano mai i 3,5 metri dal Piano campagna.</p>	<p><u>Lo sfioratore sul Fiume Albegna e Canale Scolmatore.</u></p> <p>Il viadotto autostradale di progetto supera l'argine del fiume in prossimità dello sfioratore, a valle, in sinistra idraulica dello stesso.</p> <p><u>Non si rilevano interferenze fra la struttura fondale del viadotto e la platea di fondazione dello Sfioratore.</u></p> <p>Il livello idrico previsto per la piena duecentennale varia in funzione degli scenari di progetto che saranno attuati.</p> <p>Considerando cautelativamente che il livello sia quello dello stato attuale (per durate 4h, 9h), a monte del ponte della linea ferroviaria Roma-Pisa. Tale livello risulta 3.40 m slm per l'evento TR200 e 3.84 m slm per l'evento 11-12 Novembre 2012 a fronte di una quota di intradosso di circa 3.13 m slm.</p> <p><u>La livelletta autostradale è compatibile con il franco idraulico richiesto sul livello di piena duecentennale</u></p> <p><u>Deviazione della Controfossa in dx.</u></p> <p>La nuova Controfossa viene attraversata in prossimità della Spalla Grosseto del viadotto.</p> <p><u>La quota dell'impalcato autostradale è compatibile con il livello di deflusso del corso d'acqua.</u> (cfr. verifiche idrauliche degli studi idrologici della regione Toscana "STUDIO IDROLOGICO –IDRAULICO SUL RETICOLO MINORE AFFERENTE IL F. ALBEGNA, IL T. OSA E L'AMBITO DI ORBETELLO, LUGLIO 2014").</p> <p><u>Cassa d'espansione.</u></p>

Descrizione dell'intervento di sistemazione idraulica – Prog. Preliminare -2014 Commissario Del. Ex L.228/12	Considerazioni sul progetto di sistemazione idraulica ed interferenze con il progetto autostradale
<p>Riassetto della viabilità pubblica esistente; Per quanto attiene l'assetto viario è prevista la modifica delle viabilità Vicinali e Comunali che dalla SS. N°1 Aurelia danno accesso alle aree edificate sul litorale e agli areali di Campo Regio.</p> <p>Presidio del Torrente Albegnaccia; è una opere provvisoria che permette l'attraversamento del Torrente Albegnaccia all'Arginature di contenimento del primo settore di cassa di espansione che andremo a realizzare. L'opera è dotata di un presidio realizzato con una paratia di dimensioni 6x3 metri che in caso di evento consente di chiudere il Torrente Albegnaccia evitando il rigurgito dei volumi presenti in cassa nelle aree di CampoRegio esterne alla stessa.</p> <p>Opere di sistemazione morfologica degli areali oggetto di intervento; sono finalizzate all'approvvigionamento dei materiali idonei alla realizzazione delle arginature nonché alla ricollocazione all'interno del cantiere dei materiali escavati non idonei alla realizzazione delle arginature ma di alto pregio ambientale, trattandosi generalmente di suolo vegetale; Le aree di Scavo sono pari a circa 90000 mq.</p> <p>STRALCIO FUNZIONALE N° 2 DI COMPLETAMENTO Lo stralcio funzionale n° 2 o di completamento delle opere previste nel progetto generale, prevede:</p> <p>a. l'adeguamento delle opere parzialmente realizzate nel primo stralcio funzionale; in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manufatto di alimentazione della cassa di espansione e del Canale Scolmatore; allargamento del manufatto con inserimento di ulteriori 6 paratie di 6x3 m. • Canale scolmatore e manufatti di controllo dello stesso; Realizzazione del presidio idraulico in testa al Canale, rappresentato da 7 paratie di dimensioni pari a circa 6 x 3 m, incastonate in una opere di sviluppo trasversale pari a circa 70 metri; 	<p>Il viadotto Autostradale attraversa in rilevato l'area della prima porzione della cassa costituendone un ostacolo al deflusso.</p> <p>L'interferenza viene risolta realizzando manufatti di attraversamento del rilevato , in serie, tali da risultare trasparenti al deflusso dei vari scenari di deflusso.</p> <p>Nel tratto tra km 6 e km 9 circa, il rilevato stradale viene posto a distanza minima di 25 m (misurati al piede dei rilevati) dal rilevato ferroviario, con quota progetto in asse a +3.50 m s.l.m.. L'argine della cassa viene realizzato a 10 m (misurati al piede dei rilevati) dal rilevato stradale, con testa argine alla quota prevista dal progetto della Regione.</p>

5.4 Zona Guinzone

Il tratto di autostrada fra il fiume Albegna e Orbetello attraversa un territorio di notevole fragilità idraulica. Si tratta dell'area pianeggiante prossima alla strada provinciale del Guinzone, attraversata da numerosi canali di bonifica, con recapito alla idrovora di Torre Saline.

Tra questi il canale principale n.4 che prima di ricevere il contributo del reticolo di pianura raccoglie anche parte dei deflussi collinari e pedecollinari. Ne risulta un sistema misto tra acque alte e basse che frequentemente entra in crisi. Sono state ipotizzate varie soluzioni che prevedono con non poca difficoltà di scolmare parte delle acque provenienti dal bacino collinare nella controfossa sinistra del Fiume, sgravando così il deflusso del canale principale n. 4 di bonifica. Allo stato attuale il sistema risulta tuttavia ancora misto.

L'autostrada si colloca trasversalmente alla pendenza naturale di questa parte di territorio e può ostacolare il deflusso nel caso di eventuali esondazioni della campagna per insufficienza della rete di bonifica.

Nella figura seguente si riporta uno stralcio del reticolo di bonifica dell'area del Guinzone con indicati alcuni interventi idraulici programmati.

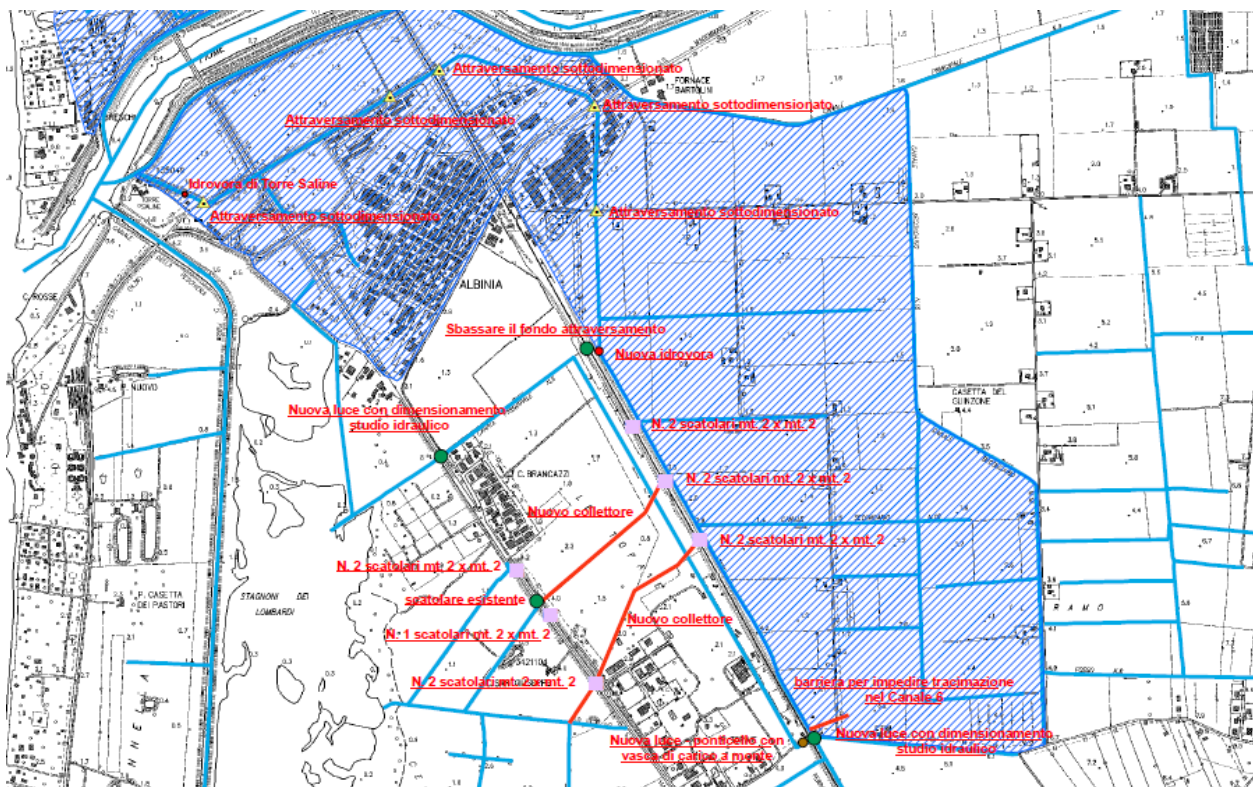


Figura 5-17 - Area Guinzone, ipotesi interventi idraulici

In questo tratto sia la soluzione autostradale in viadotto che quella a raso non risultano praticabili. Ragioni di tipo paesaggistico portano ad escludere la soluzione in viadotto, per l'eccessiva altezza che avrebbe la livelletta rispetto al terreno. Ragioni di sicurezza idraulica portano ad escludere la soluzione a raso, che così risulterebbe a rischio allagamento e quindi non in sicurezza.

La soluzione scelta risulta quella in rilevato con quota in sicurezza idraulica e fornici di trasparenza realizzati lungo tutto il percorso (cfr. capitoli 6.5, 6.6).

Coordinamento fra il progetto idraulico (RT) e autostradale (SAT)

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DA STUDIO IDROLOGICO- IDRAULICO SUL RETICOLO AFFERENTE IL F. ALBEGNA, IL T. OSA E L'AMBITO DI ORBETELLO SCALO INTERESSATO DAGLI EVENTI DEL 10/12 NOVEMBRE 2012 – LUG 2014	CONSIDERAZIONI SUL PROGETTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA IN RIFERIMENTO AL PROGETTO AUTOSTRADALE
<p>Interventi di Riassetto idraulico del Fiume Albegna.</p> <p>Lo Studio Idrologico della Regione Toscana evidenzia problematiche di allagamento in Sx idraulica del F. Albegna. In particolare viene segnalata l'insufficienza idraulica del Canale Principale n.4 (bacino idrografico sotteso di oltre 15 kmq).</p> <p>Risulta ancora da studiare la fattibilità idraulica dell'adeguamento dell'ufficiosità del canale n° 4, calibrata sulle attuali capacità di deflusso delle opere esistenti (attraversamento Ferroviario e sull'Aurelia nel loro assetto attuale).</p> <p>Lo scenario sopra descritto prevederebbe:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. la realizzazione di cinta idraulica in corrispondenze del Canale n°16 in modo da proteggere la frazione di Albinia; 2. la realizzazione di canale scolmatore di piena del Canale n°4 che consenta di deviare i maggiori afflussi direttamente nella controfossa sinistra, a monte dell'attuale confluenza del canale n° 4 con la controfossa; 3. l'adeguamento della sezione fluviale della controfossa nel tratto fra la confluenza con il canale n° 4 ed il nuovo scolmatore. 	<p>Attraversamento canale controfossa SX:</p> <p>L'autostrada attraversa in viadotto la controfossa SX del F Albegna</p> <p>Attraversamento Canale Principale n. 4</p> <p>Progettazione di manufatto di attraversamento del Canale principale n. 4 su rampa di svincolo</p> <p>Reticolo minore</p> <p>Adeguamento degli attraversamenti del reticolo minore in funzione degli studi di fattibilità della Regione Toscana.</p>

5.5 Zona Galleria artificiale – Orbetello

Il tracciato autostradale è collocato sull'asse dell'attuale strada Aurelia SS1, alle pendici del versante dove è situata la ex area SIPE Nobel di Orbetello. Sul medesimo corridoio è collocata anche la viabilità secondaria urbana.

La direttrice stradale intercetta un bacino idrografico di oltre 6 km². Sono previsti due canali di gronda che intercetteranno il deflusso e lo trasferiscono rispettivamente verso nord e sud in nuovi attraversamenti stradali; a nord all'altezza del Fosso Pisana Alta e verso sud in un altro nuovo attraversamento con scarico direttamente in Laguna.

La livelletta stradale del tratto in galleria ha pendenza costante del 0.2% verso sud, senza punti di minimo altimetrico in zona di scavo. In questo modo si previene il pericolo di allagamenti in tratti in scavo ed il drenaggio può avvenire a gravità.

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DA STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO SUL RETICOLO AFFERENTE IL F. ALBEGNA, IL T. OSA E L'AMBITO DI ORBETELLO SCALO INTERESSATO DAGLI EVENTI DEL 10/12 NOVEMBRE 2012 – LUG 2014	CONSIDERAZIONI SUL PROGETTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA IN RIFERIMENTO AL PROGETTO AUTOSTRADALE
Interventi di adeguamento degli attraversamenti autostradali del reticolo minore. I principali corsi d'acqua interessati sono il f. Dell'Angelo e il f. Pisana Alta	<ul style="list-style-type: none"> • Canalizzazione di gronda a monte della Galleria artificiale • Adeguamento degli interventi di attraversamento stradale per garantire la compatibilità con il nuovo assetto del reticolo idrografico. • Sistemazione idraulica degli attraversamenti sul reticolo di Bonifica.

Per il calcolo delle portate intercettate dalle nuove canalizzazioni si faccia riferimento ai capitoli 6.7, 6.8, 6.9. La verifica delle canalizzazioni è riportata nell'Allegato 7.

6 INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

A valle dell'analisi idrologica e della definizione delle portate di progetto, si è proceduto con l'analisi idraulica di manufatti esistenti e, dove necessario, alla definizione di nuove soluzioni atte a far transitare le portate di progetto a valle del tratto autostradale in oggetto.

La situazione attuale, come evidenziato negli studi della Regione Toscana, presenta un insieme di criticità idrauliche rilevanti, principalmente a causa dell'inadeguatezza dei manufatti di attraversamento della S.S.1 e della linea ferroviaria esistente.

Di seguito vengono riportate, le principali soluzioni adottate per il convogliamento ed il transito delle portate di progetto attraverso il tracciato autostradale. In particolare, in diversi tratti è stata prevista il risezionamento della sezione del fosso a cavallo dell'autostrada tramite interventi di sistemazione attraverso canali inerbiti o rivestiti in gabbioni metallici. La progettazione è avvenuta cercando di ridurre al minimo i tratti di canali rivestiti, limitando il loro utilizzo solamente ad alcune aree, ad esempio quelle con pendenze elevate o aree i cui edifici esistenti imponevano limitazioni agli ingombri dei canali. Contestualmente, nei casi in cui dall'analisi relativa allo stato di fatto si riscontravano insufficienze idrauliche, è stato previsto la realizzazione di nuovi tombini scatolari, di dimensioni adeguate per garantire lo smaltimento della portata di progetto. Inoltre, a monte e a valle di alcune opere per un tratto significativo del corso d'acqua analizzato, si prevedono delle risagomature degli alvei stessi in modo tale regolarizzare la geometria della sezione.

Gli interventi in progetto garantiscono che il piano autostradale non venga mai tracimato, ottenendo un migliorando complessivamente delle condizioni del territorio circostante.

Di seguito si riportano le soluzioni adottate nei diversi tratti del tracciato autostradale in oggetto. Tutti gli interventi, sono stati concepiti per essere coordinati con i progetti di messa in sicurezza del territorio proposti dalla Regione Toscana, come descritto nel capitolo precedente.

6.1 Collettore Orientale e Fosso della Bufalareccia

Come detto, il Lotto 5B ha inizio sul sedime dell'attuale SS1 con un tratto in stretto affiancamento al corso d'acqua "Collettore Orientale", posto immediatamente a Est dell'infrastruttura di progetto. Su questo corpo idrico arginato, che funge da canale di raccolta delle acque di versante, sono previsti interventi per il riequilibrio idraulico dell'intero bacino a carico della Regione Toscana, tra i quali la creazione di un'area di esondazione controllata, la riprofilatura dell'alveo e degli argini, la realizzazione di un nuovo manufatto di attraversamento.

L'interferenza con il suddetto corso d'acqua viene risolta mediante un attraversamento con un manufatto di luce 25 m.

Successivamente alla Pk 1+560 l'autostrada, ancora in rilevato, incontra il Fosso della Bufalareccia la cui portata idrologica duecentennale è stata stimata dalla Regione Toscana essere pari a 29.6 m³/s (cfr. "Progetto Preliminare degli interventi di riassetto idraulico del Collettore Orientale", elab. A303_PP_TXT_002_A – Allegato 1) . In questo tratto di autostrada, si è prevista la realizzazione di due manufatti scatolari affiancati, ciascuno di dimensioni 6x2.5 m (larghezza x altezza). E' inoltre stata prevista la risagomatura con l'allargamento del Fosso della Bufalareccia attraverso la realizzazione di un canale trapezoidale inerbito con base inferiore larga 10 m e altezza variabile (minimo 1.5 m).

Tali interventi si estendono per circa 700 a monte del Fosso della Bufalareccia e verso valle fino alla confluenza con Collettore Orientale, per mettere in sicurezza idraulica il nuovo svincolo autostradale di Talamone-Fonteblanda (indicativamente dalla Pk 1+500 alla Pk 1+900).

6.2 Galleria Fonteblanda

Tra le Pk 2+740 e Pk 3+500 il tracciato autostradale si colloca nel dislivello di due rilievi topografici che drenano le loro acque in parte al Fosso della Bufalareccia, in parte alla controfossa destra del Torrente Osa (Bacini da 1F a 8F, Figura 4-1). In questo tratto, in particolare tra le Pk 2+800 e 2+900, è prevista la realizzazione di una nuova galleria. Le opere di collettamento delle acque generate dai bacini attraversati dall'autostrada prevedono delle canalizzazioni ad "U" rivestite, di base 1.5 m ed altezza minima 1.5 m. Tale scelta è conseguenza sia dei forti gradienti topografici dell'area, sia per garantire un'adeguata protezione idraulica del tracciato autostradale che in questo tratto è in sterro, tra muri. Le opere di canalizzazione previste in questo tratto, recapitano le acque in un nuovo canale in gabbioni (a monte, verso il fosso della Bufalareccia) e in un nuovo canale con funzione "filtro" (a valle, verso la Controfossa destra del torrente Osa). Inoltre, alla Pk

2+760 è prevista la realizzazione di un pozzo di caduta e di un tombino scatolare di dimensioni 2 m x 2m che permette il transito dalla carreggiata est verso quella ovest di una portata duecentennale pari a circa 1 m³/s. Quest'ultima verrà poi raccolta nel naturale compluvio collocato ad ovest del tracciato autostradale.

Le verifiche idrauliche delle canalizzazioni sono riportate nell'Allegato 7.

6.3 Torrente Osa e Controfosse

Tra le Pk 3+500 e 4+300 è prevista la realizzazione di un viadotto che permette il superamento del Torrente Osa e delle sue controfosse. Di fatto, le uniche interferenze col reticolo idrografico esistente sono costituite dalle pile del ponte, che saranno opportunamente protette dai fenomeni di erosione e scalzamento al piede. Ove le pile intersecano la rete di scoline e fossi minori, è prevista la deviazione e ricostruzione del reticolo minore drenante.

Le verifiche idrauliche del viadotto Osa sono riportate nell'Allegato 3.

6.4 Campo Regio

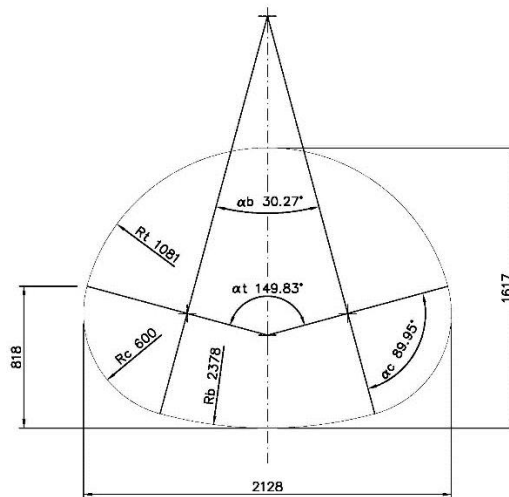
Proseguendo verso sud, il tracciato autostradale attraversa la zona denominata "Campo Regio". In prossimità della progressiva Pk 6+000 l'autostrada in rilevato, già in affiancamento alla rete ferroviaria Roma-Pisa, sul lato est si affianca al rilevato arginale dell'area ad esondazione controllata su fiume Albegna, in progetto da parte della Regione Toscana, denominata "Campo Regio". Il successivo ponte sul fiume Albegna dalla Pk 8+982 alla Pk 10+112 laddove ha pile presenti all'interno dell'area della cassa o in alveo, le stesse saranno protette dagli effetti dell'erosione che si potranno manifestare.

Le verifiche idrauliche del viadotto Albegna sono riportate nell'Allegato 2.

6.5 Guinzone, Canale principale 4 e 6

Il tratto autostradale successivo al ponte sul fiume Albegna e lo svincolo di Albinia interessa l'area identificabile come "zona Guinzone". Queste aree sono drenate da un fitto reticolo di canali di bonifica, le cui arterie principali sono il canale principale 4 ed il canale principale 6, entrambi che colleghino le acque verso la controfossa sinistra del Fiume Albegna. In queste aree è stata prevista la realizzazione di una serie di tombini scatoari di dimensioni minime a 2.5 m (larghezza) e 2 m (altezza) al fine di garantire continuità all'attuale reticolo di canali. Inoltre, data la

conformazione topografica dell'area, con l'obiettivo di fornire al tracciato autostradale caratteristiche di trasparenza idraulica così da non rappresentare ostruzione al deflusso delle acque ed aggravare le condizioni di sofferenza idraulica dell'area a monte, è stata prevista la realizzazione di 25 attraversamenti realizzati mediante la posa di tubi ARMCO a sezione policentrica con luce di 2.13 m ed altezza di 1.62 m parzialmente affondati, con interasse 25 m.



6-1: sezione tipo fornace di trasparenza

Le condizioni di deflusso garantite dal suddetto tubo sono, considerando un affondamento di 1 m nel terreno e una sezione piena: $Q = 4.59 \text{ m}^3/\text{s}$ e $V = 1.68 \text{ m/s}$ che per un numero di 25 tubazioni si ottiene una portata di $114.84 \text{ m}^3/\text{s}$ veicolata da monte a valle.

Nella condizione peggiore, ipotizzando che il metro di affondamento sia completamente ostruito, ciascuna tubazione riesce a veicolare a valle una portata $Q = 0.82 \text{ m}^3/\text{s}$ con una velocità di $V = 0.96 \text{ m/s}$ che per un numero di 25 tubazioni si ottiene una portata di $20.54 \text{ m}^3/\text{s}$.

Inoltre, dalla Pk 11+580 alla Pk 12+180, poiché il tracciato autostradale si colloca al di sopra del canale principale 6, è stata prevista una nuova inalveazione di questo collettore ad est dell'autostrada. Il dimensionamento di questo nuovo tratto è avvenuto considerando una portata di progetto duecentennale, stimata per questo breve tratto di canale, pari a $3.5 \text{ m}^3/\text{s}$. La nuova inalveazione avrà sezione trapezia, inerbita, profondità minima di 1 m ed una larghezza in base da 4 m (monte, Pk 12+180) fino a 7 m (valle, alla Pk 7+500).

6.6 Canale principale 5

Dalla Pk 12+200 alla Pk 13+600 il tracciato autostradale, posizionato a lato della linea ferroviaria Roma-Pisa, si colloca in corrispondenza dell'attuale sedime del Canale principale 5. Alla Pk 12+200 è prevista la realizzazione di un manufatto scatolare di 6x2 m (larghezza per altezza) in grado di far transitare una portata di progetto duecentennale pari 13.5 m³/s. Sarà necessario prevedere adeguate opere di attraversamento del rilevato ferroviario Roma-Pisa e l'adeguamento del reticolo a valle fino alla controfossa sinistra del fiume Albegna.

6.7 Zona nord di Orbetello Scalo

Ancora in affiancamento alla linea ferroviaria Roma-Pisa, il rilevato autostradale interseca la rete drenante che convoglia i deflussi prodotti dalle limitrofe zone collinari (collocate ad est del rilevato autostradale). In particolare, per il dimensionamento dei nuovi collettori sono state considerate le portate duecentennali prodotte dalla parte sud del bacino del canale principale 5 e dai bacini 4, 5, 6, 7 e 9 (Figura 4-1e Figura 4-2). I deflussi prodotti dai suddetti bacini vengono convogliati attraverso una serie di nuove canalizzazioni poste ad est del tracciato autostradale (da Pk 13+470 a Pk 15+540), che attraverso tombini scatoari, oltrepassano il rilevato autostradale. Questi attraversamenti, costituiti ciascuno dall'affiancamento di due tombini scatoari di larghezza 6 m ed altezza 2 m, dovranno convogliare i deflussi al di sotto del rilevato autostradale. Le portate di progetto saranno poi fatte defluire verso il mare attraverso la realizzazione di due nuovi canali ad "U" sagomati e rivestiti attraverso gabbioni metallici.

Alla pk 15+520 il tombino ed il canale sono stati dimensionati con portate duecentennali pari a 19.24 m³/s, alla Pk 15+160 è stata considerata per il dimensionamento una portata di progetto pari a 10 m³/s. I manufatti di attraversamento del rilevato ferroviario Roma-Pisa avranno dimensione pari ai manufatti di attraversamento dell'Autostrada in progetto (Bxh) 2.5x2m alle Pk14+340, Pk14+500, Pk14+720, e due manufatti affiancati (Bxh) 6x2m alla Pk15+520

6.8 Orbetello Scalo

I deflussi dei bacini 7, 9 11 e 12 che da monte, verso valle, intersecano il rilevato autostradale dalla Pk 15+800 fino alla 16+620, vengono convogliati al lato est dell'autostrada da nuovi canali a sezione trapezia e rettangolare che convoglieranno le acque verso due punti (Pk 16+180 e Pk 16+400) dove è prevista la realizzazione di manufatti scatoari che permetteranno l'attraversamento delle portate da monte verso valle del rilevato autostradale. Da questi manufatti

partiranno due nuove canalizzazioni che, a loro volta, confluiranno in un unico canale posizionato in prossimità dell'attuale attraversamento della linea ferroviaria Roma-Pisa (indicativamente posizionato a ovest della Pk 16+360). La portata duecentennale convogliata da queste canalizzazioni è complessivamente pari a circa 90 m³/s. Per lo smaltimento di tale portata, sarà necessario prevedere 4 tombini scatolari di dimensioni ciascuno pari a (Bxh) 6x2m come opere di attraversamento del rilevato ferroviario Roma-Pisa.

Alla Pk 16+180 è prevista la realizzazione di due tombini scatolari affiancati di dimensioni (Bxh) 6x2m. L'attraversamento raccoglie i deflussi prodotti da parte dei bacini 7 e 9. Il dimensionamento dei due tombini scatolari è avvenuto considerando una portata idrologica duecentennale di 30 m³/s. A valle, la portata verrà fatta defluire verso l'attuale attraversamento ferroviario attraverso un nuovo canale ad "U" rivestito di larghezza 10 m ed altezza 2 m.

Analogamente, i deflussi prodotti dai bacini 11 e 12, verranno convogliati in un unico nuovo canale di gronda posizionato al di sotto della viabilità, in affiancamento al tracciato autostradale, dalla Pk 17+620 alla Pk 16+400, lato est. Questo canale, interrato, avrà una larghezza di 7.5 m ed un'altezza di 2.5 m. Esso sarà in grado di convogliare la portata duecentennale dei bacini 11 e 12, pari a 57 m³/s. Alla Pk 16+400 è prevista la realizzazione di due tombini scatolari ciascuno con dimensioni pari a 6 m e 2.5 m (rispettivamente larghezza ed altezza) che permettono l'attraversamento della portata di progetto al di sotto del rilevato autostradale, verso valle. I deflussi saranno poi convogliati attraverso un canale ad "U" di larghezza 10 m ed altezza minima di 2 m, rivestito, fino all'attuale attraversamento della linea ferroviaria Roma-Pisa (indicativamente posizionato a ovest della Pk 16+360), il cui adeguamento è riportato poco sopra.

6.9 Zona sud di Orbetello Scalo

Dalla Pk 17+620 alla Pk 18+920 le portate dei bacini 13, 14, 15 e 16 verranno convogliate verso due tombini scatolari posizionati alle Pk 18+680 ciascuno di dimensione 6m x 2m (larghezza per altezza). La portata duecentennale convogliata complessivamente dai tombini è pari a 20 m³/s. A valle di questi manufatti, sarà realizzato l'attraversamento del rilevato ferroviario Roma-Pisa mediante la posa di due tombini scatolari affiancati ciascuno di dimensione 6m x 2m (larghezza per altezza) e l'adeguamento del reticolo a valle fino allo scarico a mare.

I deflussi del bacino 20 e parte del bacino 24 verranno convogliate attraverso canali, al lato nord del tracciato autostradale verso un tombino scatolare di dimensioni posizionato alla Pk 19+700 di dimensione 6m x 2m (larghezza per altezza). La portata duecentennale convogliata

complessivamente dal tombino è pari a $15 \text{ m}^3/\text{s}$. A valle del manufatto, è prevista la realizzazione di un canale a sezione trapezia di base inferiore 10 m ed altezza 1.5 m in gabbioni che convoglierà la portata fino al mare. L'attraversamento del rilevato ferroviario Roma-Pisa sarà realizzato mediante la posa di due manufatti scatolari affiancati ciascuno di dimensione (Bxh) 6x2m.

6.10 Zona nord di Ansedonia

Dalla Pk 20+00 alla Pk 21+180 i deflussi dei bacini 24, 25 e 43 verranno convogliate attraverso canali a sezione trapezia in gabbioni di dimensioni variabili (da 1 m a 6 m di base e 2 m di altezza), al lato nord del tracciato autostradale verso una serie di tombini scatolari posizionati alle Pk 20+140, Pk 20+360 e 20+620, in grado di convogliare rispettivamente 44, 30 e $14 \text{ m}^3/\text{s}$. Questi attraversamenti sono costituiti da una serie di tre tombini scatolari 6x2m, due tombini scatolari 6x2.5m ed un tombino scatolare 4x3m (Pk 20+140, Pk 20+360 e 20+620 rispettivamente). I manufatti convoglieranno i deflussi attraverso due canali ad "U" in gabbioni fino all'esistente attraversamento ferroviario (posizionato circa all'altezza della Pk 20+400), dove sarà realizzato l'attraversamento del rilevato ferroviario Roma-Pisa mediante la posa di quattro tombini scatolari affiancati ciascuno con dimensioni (Bxh) 6x2m.

Inoltre, dalla Pk 20+400 alla 21+180 è prevista la realizzazione di un canale ad "U" rivestito 1.5x1.5 m che raccoglierà le acque di versante del bacino 43 e parte del bacino 40, posizionato a sud del tracciato autostradale, che attraverserà il braccio della rotatoria all'altezza della Pk 20+780 mediante un manufatto scatolare di dimensione (Bxh) 2x2m.

6.11 Ansedonia

I deflussi dei bacini 28, 26 e 29, dalla Pk 21+200 alla 22+600, a nord del tracciato autostradale, verranno collettati attraverso canali a sezione trapezia rivestiti che convoglieranno i deflussi in due tombini alle Pk 21+740 e Pk 21+940 di dimensioni 3mx2m (larghezza per altezza). In particolare, il tombino esistente alla Pk 21+940, verrà prolungato e raccordato ai nuovi canali al lato nord dell'autostrada. Questi manufatti convoglieranno i deflussi dei bacini negli esistenti canali posizionati al lato sud del rilevato autostradale. I tombini, complessivamente, saranno in grado di convogliare una portata pari a $5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Per quanto riguarda il lato sud dell'autostrada, dalla Pk 21+260 alla Pk 21+620 è prevista la realizzazione di un canale a sezione trapezia, rivestita, ed ad "U" in gabbioni che raccoglierà le acque di versante del bacino 40 fino all'esistente fosso al lato sud dell'autostrada. Analogamente,

dalla Pk 22+040 alla Pk 22+620, è prevista la realizzazione di un canale al lato sud del tracciato autostradale che convoglierà le acque alla Pk 22+040, all'attuale fosso esistente.

6.12 Zona est di Ansedonia

Dalla Pk 22+620 alla Pk 24+295, lato nord del tracciato autostradale, i deflussi provenienti dal bacino 27,41 e 42 verranno convogliati attraverso canali posizionati al lato dell'autostrada fino al tombino scatolare 6.0x2.0 alla Pk 23+940. Tali deflussi saranno convogliati verso la vasca di laminazione (appartenente ad altro Lotto funzionale dell'Autostrada) posizionata a sud del tracciato autostradale, localizzata nelle aree depresse indicativamente alla Pk 24+060.

Relativamente al lato sud del tracciato autostradale, alla Pk 23+060 è prevista la realizzazione di un tombino scatolare che convoglierà la portata di 6 m³/s (bacino 41 e bacino 42) proveniente dai versanti posti a sud del tracciato autostradale, verso i canali posizionati a nord del tracciato autostradale.

7 ALLEGATO 1 - CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO

Il presente Allegato riporta in forma tabellare i principali risultati delle elaborazioni idrologiche eseguite per la definizione delle portate di progetto. In particolare, riporta alcune caratteristiche morfometriche dei diversi bacini attraversati dall'autostrada, i parametri utilizzati per la definizione del tempo di corrivazione del bacino ed il valore della portata di progetto duecentennale ottenuta attraverso l'applicazione del metodo cinematico (formula razionale).

La presentazione dei risultati viene effettuata seguendo il tracciato autostradale in oggetto da nord verso sud. Per la visualizzazione grafica dei bacini si rimanda alle tavole di corografia e riportate in Figura 4-1 e Figura 4-2.

Bacino 1F (sottobacino del Fosso della Bufalarecchia)

	Bacino 1F
Area del Bacino [m ²]	88485
Area del Bacino [km ²]	0.088
Perimetro del bacino [km]	1.67
Elevazione massima [m s.l.m.]	96.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	23.00
Differenza di elevazione [m]	73.00
Elevazione media [m s.l.m.]	59.50
Pendenza media del bacino [%]	10.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.54
Pendenza media asta principale [%]	13.52
Tc_PEZZOLI [ORE] (1970)	0.081
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.103
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.107
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.089
Tc_MEDIO [ORE]	0.095
Metodo Cinematico	
A [m ²]	88485
A[ha]	8.85
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	1.73
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 2F (sottobacino del Fosso della Bufalareccia)

	Bacino 2F
Area del Bacino [m ²]	28819
Area del Bacino [km ²]	0.029
Perimetro del bacino [km]	0.88
Elevazione massima [m s.l.m.]	72.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	28.06
Differenza di elevazione [m]	43.94
Elevazione media [m s.l.m.]	50.03
Pendenza media del bacino [%]	20.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.16
Pendenza media asta principale [%]	27.64
Tc_PEAZZOLI [ORE] (1970)	0.017
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.041
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.034
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.026
Tc_MEDIO [ORE]	0.030
Metodo Cinematico	
A [m ²]	28819
A[ha]	2.88
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	0.56
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 3F (sottobacino del Fosso della Bufalareccia)

	Bacino 3F
Area del Bacino [m ²]	51999
Area del Bacino [km ²]	0.052
Perimetro del bacino [km]	0.97
Elevazione massima [m s.l.m.]	90.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	45.00
Differenza di elevazione [m]	45.00
Elevazione media [m s.l.m.]	67.50
Pendenza media del bacino [%]	17.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.15
Pendenza media asta principale [%]	30.00
Tc_PЕZZOLI [ORE] (1970)	0.015
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.053
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.039
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.024
Tc_MEDIO [ORE]	0.033
Metodo Cinematico	
A [m ²]	51999
A[ha]	5.20
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	1.02
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 4F (sottobacino della Controfossa destra del T. Osa)

	Bacino 4F
Area del Bacino [m ²]	45084
Area del Bacino [km ²]	0.045
Perimetro del bacino [km]	0.95
Elevazione massima [m s.l.m.]	96.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	45.00
Differenza di elevazione [m]	51.00
Elevazione media [m s.l.m.]	70.50
Pendenza media del bacino [%]	10.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.21
Pendenza media asta principale [%]	24.29
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.023
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.055
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.046
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.034
Tc_MEDIO [ORE]	0.040
Metodo Cinematico	
A [m ²]	45084
A[ha]	4.51
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	0.88
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 5F (sottobacino della Controfossa destra del T. Osa)

	Bacino 5F
Area del Bacino [m ²]	110853
Area del Bacino [km ²]	0.111
Perimetro del bacino [km]	1.68
Elevazione massima [m s.l.m.]	90.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	10.00
Differenza di elevazione [m]	80.00
Elevazione media [m s.l.m.]	50.00
Pendenza media del bacino [%]	20.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.52
Pendenza media asta principale [%]	15.38
Tc_PEAZZOLI [ORE] (1970)	0.073
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.108
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.106
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.082
Tc_MEDIO [ORE]	0.092
Metodo Cinematico	
A [m ²]	110853
A[ha]	11.09
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	2.17
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 6F (sottobacino della Controfossa destra del T. Osa)

	Bacino 6F
Area del Bacino [m ²]	16818
Area del Bacino [km ²]	0.017
Perimetro del bacino [km]	0.70
Elevazione massima [m s.l.m.]	53.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	12.00
Differenza di elevazione [m]	41.00
Elevazione media [m s.l.m.]	32.50
Pendenza media del bacino [%]	15.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.20
Pendenza media asta principale [%]	20.50
Tc_PEAZZOLI [ORE] (1970)	0.024
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.036
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.036
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.035
Tc_MEDIO [ORE]	0.033
Metodo Cinematico	
A [m ²]	16818
A[ha]	1.68
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	0.33
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 7F (sottobacino della Controfossa destra del T. Osa)

	Bacino 7F
Area del Bacino [m ²]	64559
Area del Bacino [km ²]	0.065
Perimetro del bacino [km]	1.08
Elevazione massima [m s.l.m.]	69.20
Elevazione minima [m s.l.m.]	37.00
Differenza di elevazione [m]	32.20
Elevazione media [m s.l.m.]	53.10
Pendenza media del bacino [%]	15.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.20
Pendenza media asta principale [%]	16.10
Tc_PEAZZOLI [ORE] (1970)	0.027
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.081
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.063
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.039
Tc_MEDIO [ORE]	0.052
Metodo Cinematico	
A [m ²]	64559
A[ha]	6.46
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	1.26
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 8F (sottobacino del Fosso della Bufalareccia)

	Bacino 8F
Area del Bacino [m ²]	9806
Area del Bacino [km ²]	0.010
Perimetro del bacino [km]	0.39
Elevazione massima [m s.l.m.]	74.50
Elevazione minima [m s.l.m.]	43.00
Differenza di elevazione [m]	31.50
Elevazione media [m s.l.m.]	58.75
Pendenza media del bacino [%]	30.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.08
Pendenza media asta principale [%]	37.50
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.008
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.021
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.017
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.014
Tc_MEDIO [ORE]	0.015
Metodo Cinematico	
A [m ²]	9806
A[ha]	0.98
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	0.19
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 4 (zona a nord-ovest di Orbetello Scalo)

	Bacino 4F
Area del Bacino [m ²]	456114
Area del Bacino [km ²]	0.456
Perimetro del bacino [km]	4.50
Elevazione massima [m s.l.m.]	232.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	8.00
Differenza di elevazione [m]	224.00
Elevazione media [m s.l.m.]	86.97
Pendenza media del bacino [%]	9.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	1.77
Pendenza media asta principale [%]	4.00
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.487
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.430
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.503
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.227
Tc_MEDIO [ORE]	0.412
Metodo Cinematico	
A [m ²]	456114
A[ha]	45.61
Tc [ore]	0.41
Tc[min]	24.69
Tc[secondi]	1481.53
h[Tr=200 anni] [mm]	58.83
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	142.94
φ [/]	0.4
Q [m ³ /s]	7.24
Coeff udometrico [l/s ha]	158.83

Bacino 5 – (zona a nord-ovest di Orbetello Scalo)

	Bacino 5F
Area del Bacino [m ²]	1073552
Area del Bacino [km ²]	1.074
Perimetro del bacino [km]	7.07
Elevazione massima [m s.l.m.]	267.61
Elevazione minima [m s.l.m.]	8.00
Differenza di elevazione [m]	259.61
Elevazione media [m s.l.m.]	114.93
Pendenza media del bacino [%]	12.15
Lunghezza asta fluviale principale [km]	1.24
Pendenza media asta principale [%]	2.00
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.482
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.932
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.840
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.142
Tc_MEDIO [ORE]	0.599
Metodo Cinematico	
A [m ²]	1073552
A[ha]	107.36
Tc [ore]	0.60
Tc[min]	35.95
Tc[secondi]	2156.83
h[Tr=200 anni] [mm]	73.14
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	122.08
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	14.56
Coeff udometrico [l/s ha]	135.65

Bacino 6 – (zona a nord-ovest di Orbetello Scalo)

	Bacino 6
Area del Bacino [m ²]	191702
Area del Bacino [km ²]	0.192
Perimetro del bacino [km]	2.50
Elevazione massima [m s.l.m.]	49.80
Elevazione minima [m s.l.m.]	4.73
Differenza di elevazione [m]	45.07
Elevazione media [m s.l.m.]	10.72
Pendenza media del bacino [%]	4.51
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.80
Pendenza media asta principale [%]	1.02
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.436
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.552
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.573
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.168
Tc_MEDIO [ORE]	0.432
Metodo Cinematico	
A [m ²]	191702
A[ha]	19.17
Tc [ore]	0.43
Tc[min]	25.93
Tc[secondi]	1555.93
h[Tr=200 anni] [mm]	60.52
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	140.03
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	2.98
Coeff udometrico [l/s ha]	155.59

Bacino 7 – (zona a nord-ovest di Orbetello Scalo)

	Bacino 7
Area del Bacino [m ²]	1217274
Area del Bacino [km ²]	1.217
Perimetro del bacino [km]	5.81
Elevazione massima [m s.l.m.]	246.37
Elevazione minima [m s.l.m.]	3.52
Differenza di elevazione [m]	242.85
Elevazione media [m s.l.m.]	78.22
Pendenza media del bacino [%]	12.18
Lunghezza asta fluviale principale [km]	1.40
Pendenza media asta principale [%]	5.35
Tc_PEAZZOLI [ORE] (1970)	0.333
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.607
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.558
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.168
Tc_MEDIO [ORE]	0.416
Metodo Cinematico	
A [m ²]	1217274
A[ha]	121.73
Tc [ore]	0.42
Tc[min]	24.98
Tc[secondi]	1498.71
h[Tr=200 anni] [mm]	59.22
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	142.25
φ [/]	0.4
Q [m ³ /s]	19.24
Coeff udometrico [l/s ha]	158.06

Bacino 9 – (zona Orbetello Scalo)

	Bacino 9
Area del Bacino [m ²]	418702
Area del Bacino [km ²]	0.419
Perimetro del bacino [km]	3.15
Elevazione massima [m s.l.m.]	174.26
Elevazione minima [m s.l.m.]	4.79
Differenza di elevazione [m]	169.47
Elevazione media [m s.l.m.]	59.18
Pendenza media del bacino [%]	13.28
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.90
Pendenza media asta principale [%]	3.00
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.286
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.475
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.450
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.116
Tc_MEDIO [ORE]	0.332
Metodo Cinematico	
A [m ²]	418702
A[ha]	41.87
Tc [ore]	0.33
Tc[min]	19.91
Tc[secondi]	1194.40
h[Tr=200 anni] [mm]	51.92
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	156.48
φ [/]	0.4
Q [m ³ /s]	7.28
Coeff udometrico [l/s ha]	173.87

Bacino 11 – (zona Orbetello Scalo)

	Bacino 11
Area del Bacino [m ²]	1386441
Area del Bacino [km ²]	1.386
Perimetro del bacino [km]	5.39
Elevazione massima [m s.l.m.]	248.72
Elevazione minima [m s.l.m.]	2.57
Differenza di elevazione [m]	246.15
Elevazione media [m s.l.m.]	108.00
Pendenza media del bacino [%]	13.26
Lunghezza asta fluviale principale [km]	1.76
Pendenza media asta principale [%]	5.03
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.432
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.668
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.649
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.218
Tc_MEDIO [ORE]	0.492
Metodo Cinematico	
A [m ²]	1386441
A[ha]	138.64
Tc [ore]	0.49
Tc[min]	29.50
Tc[secondi]	1770.27
h[Tr=200 anni] [mm]	65.23
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	132.64
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	20.43
Coeff udometrico [l/s ha]	147.38

Bacino 12 – (zona Orbetello Scalo)

	Bacino 12
Area del Bacino [m ²]	4715752
Area del Bacino [km ²]	4.716
Perimetro del bacino [km]	13.25
Elevazione massima [m s.l.m.]	348.93
Elevazione minima [m s.l.m.]	7.32
Differenza di elevazione [m]	341.60
Elevazione media [m s.l.m.]	174.86
Pendenza media del bacino [%]	13.58
Lunghezza asta fluviale principale [km]	4.57
Pendenza media asta principale [%]	7.00
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.950
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	1.044
Tc_PASINI [ORE] (1914)	1.136
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.577
Tc_MEDIO [ORE]	0.927
Metodo Cinematico	
A [m ²]	4715752
A[ha]	471.58
Tc [ore]	0.93
Tc[min]	55.60
Tc[secondi]	3336.12
h[Tr=200 anni] [mm]	94.20
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	101.65
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	53.26
Coeff udometrico [l/s ha]	112.94

Bacino 13 – (zona Orbetello Scalo)

	Bacino 13
Area del Bacino [m ²]	494059
Area del Bacino [km ²]	0.494
Perimetro del bacino [km]	3.56
Elevazione massima [m s.l.m.]	105.05
Elevazione minima [m s.l.m.]	4.76
Differenza di elevazione [m]	100.29
Elevazione media [m s.l.m.]	24.05
Pendenza media del bacino [%]	6.21
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.80
Pendenza media asta principale [%]	1.00
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.440
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.894
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.793
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.124
Tc_MEDIO [ORE]	0.563
Metodo Cinematico	
A [m ²]	494059
A[ha]	49.41
Tc [ore]	0.56
Tc[min]	33.75
Tc[secondi]	2025.27
h[Tr=200 anni] [mm]	70.52
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	125.35
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	6.88
Coeff udometrico [l/s ha]	139.28

Bacino 14 – (zona a sud di Orbetello Scalo)

	Bacino 14
Area del Bacino [m ²]	173683
Area del Bacino [km ²]	0.174
Perimetro del bacino [km]	2.29
Elevazione massima [m s.l.m.]	105.07
Elevazione minima [m s.l.m.]	2.99
Differenza di elevazione [m]	102.08
Elevazione media [m s.l.m.]	26.80
Pendenza media del bacino [%]	7.18
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.60
Pendenza media asta principale [%]	1.50
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.269
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.433
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.415
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.088
Tc_MEDIO [ORE]	0.301
Metodo Cinematico	
A [m ²]	173683
A[ha]	17.37
Tc [ore]	0.30
Tc[min]	18.08
Tc[secondi]	1084.79
h[Tr=200 anni] [mm]	49.10
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	162.94
ϕ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	3.14
Coeff udometrico [l/s ha]	181.04

Bacino 15 – (zona a sud di Orbetello Scalo)

	Bacino 15
Area del Bacino [m ²]	159757
Area del Bacino [km ²]	0.160
Perimetro del bacino [km]	2.29
Elevazione massima [m s.l.m.]	115.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	3.60
Differenza di elevazione [m]	111.40
Elevazione media [m s.l.m.]	33.61
Pendenza media del bacino [%]	7.98
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.60
Pendenza media asta principale [%]	2.72
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.199
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.308
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.300
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.085
Tc_MEDIO [ORE]	0.223
Metodo Cinematico	
A [m ²]	159757
A[ha]	15.98
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
ϕ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	3.13
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 16

	Bacino 16
Area del Bacino [m ²]	468043
Area del Bacino [km ²]	0.468
Perimetro del bacino [km]	3.34
Elevazione massima [m s.l.m.]	40.85
Elevazione minima [m s.l.m.]	3.85
Differenza di elevazione [m]	37.00
Elevazione media [m s.l.m.]	8.32
Pendenza media del bacino [%]	2.31
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.70
Pendenza media asta principale [%]	1.00
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.385
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.870
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.745
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.156
Tc_MEDIO [ORE]	0.539
Metodo Cinematico	
A [m ²]	468043
A[ha]	46.80
Tc [ore]	0.54
Tc[min]	32.33
Tc[secondi]	1939.78
h[Tr=200 anni] [mm]	68.78
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	127.65
ϕ [/]	0.4
Q [m ³ /s]	6.64
Coeff udometrico [l/s ha]	141.83

Bacino 20

	Bacino 20
Area del Bacino [m ²]	637336
Area del Bacino [km ²]	0.637
Perimetro del bacino [km]	4.41
Elevazione massima [m s.l.m.]	192.31
Elevazione minima [m s.l.m.]	3.84
Differenza di elevazione [m]	188.48
Elevazione media [m s.l.m.]	73.33
Pendenza media del bacino [%]	12.80
Lunghezza asta fluviale principale [km]	1.10
Pendenza media asta principale [%]	3.00
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.349
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.586
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.554
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.140
Tc_MEDIO [ORE]	0.407
Metodo Cinematico	
A [m ²]	637336
A[ha]	63.73
Tc [ore]	0.41
Tc[min]	24.44
Tc[secondi]	1466.63
h[Tr=200 anni] [mm]	58.48
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	143.55
ϕ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	10.17
Coeff udometrico [l/s ha]	159.50

Bacino 24

	Bacino 24
Area del Bacino [m ²]	5162509
Area del Bacino [km ²]	5.163
Perimetro del bacino [km]	13.85
Elevazione massima [m s.l.m.]	340.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	3.96
Differenza di elevazione [m]	336.04
Elevazione media [m s.l.m.]	134.92
Pendenza media del bacino [%]	14.02
Lunghezza asta fluviale principale [km]	5.18
Pendenza media asta principale [%]	4.58
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	1.330
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	1.350
Tc_PASINI [ORE] (1914)	1.508
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.671
Tc_MEDIO [ORE]	1.215
Metodo Cinematico	
A [m ²]	5162509
A[ha]	516.25
Tc [ore]	1.21
Tc[min]	72.88
Tc[secondi]	4372.99
h[Tr=200 anni] [mm]	94.08
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	77.45
ϕ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	44.43
Coeff udometrico [l/s ha]	86.06

Bacino 25

	Bacino 25
Area del Bacino [m ²]	849595
Area del Bacino [km ²]	0.850
Perimetro del bacino [km]	4.19
Elevazione massima [m s.l.m.]	123.49
Elevazione minima [m s.l.m.]	5.52
Differenza di elevazione [m]	117.97
Elevazione media [m s.l.m.]	51.76
Pendenza media del bacino [%]	7.68
Lunghezza asta fluviale principale [km]	1.24
Pendenza media asta principale [%]	3.89
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.346
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.595
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.557
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.193
Tc_MEDIO [ORE]	0.423
Metodo Cinematico	
A [m ²]	849595
A[ha]	84.96
Tc [ore]	0.42
Tc[min]	25.36
Tc[secondi]	1521.36
h[Tr=200 anni] [mm]	59.74
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	141.36
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	13.34
Coeff udometrico [l/s ha]	157.07

Bacino 43

	Bacino 43
Area del Bacino [m ²]	67409
Area del Bacino [km ²]	0.067
Perimetro del bacino [km]	1.28
Elevazione massima [m s.l.m.]	70.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	17.00
Differenza di elevazione [m]	53.00
Elevazione media [m s.l.m.]	43.50
Pendenza media del bacino [%]	10.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.23
Pendenza media asta principale [%]	23.04
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.026
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.069
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.056
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.037
Tc_MEDIO [ORE]	0.047
Metodo Cinematico	
A [m ²]	67409
A[ha]	6.74
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
ϕ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	1.32
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 40

	Bacino 40
Area del Bacino [m ²]	36602
Area del Bacino [km ²]	0.037
Perimetro del bacino [km]	0.80
Elevazione massima [m s.l.m.]	70.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	23.00
Differenza di elevazione [m]	47.00
Elevazione media [m s.l.m.]	46.50
Pendenza media del bacino [%]	10.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.12
Pendenza media asta principale [%]	39.17
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.011
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.039
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.028
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.019
Tc_MEDIO [ORE]	0.024
Metodo Cinematico	
A [m ²]	36602
A[ha]	3.66
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
ϕ [/]	0.4
Q [m ³ /s]	0.72
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 28

	Bacino 28
Area del Bacino [m ²]	176655
Area del Bacino [km ²]	0.177
Perimetro del bacino [km]	1.97
Elevazione massima [m s.l.m.]	115.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	15.00
Differenza di elevazione [m]	100.00
Elevazione media [m s.l.m.]	65.00
Pendenza media del bacino [%]	0.10
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.44
Pendenza media asta principale [%]	0.10
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.757
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	1.691
Tc_PASINI [ORE] (1914)	1.452
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.061
Tc_MEDIO [ORE]	0.990
Metodo Cinematico	
A [m ²]	176655
A[ha]	17.67
Tc [ore]	0.99
Tc[min]	59.42
Tc[secondi]	3565.15
h[Tr=200 anni] [mm]	97.90
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	98.85
ϕ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	1.94
Coeff udometrico [l/s ha]	109.84

Bacino 26

	Bacino 26
Area del Bacino [m ²]	99341
Area del Bacino [km ²]	0.099
Perimetro del bacino [km]	1.47
Elevazione massima [m s.l.m.]	114.41
Elevazione minima [m s.l.m.]	15.70
Differenza di elevazione [m]	98.71
Elevazione media [m s.l.m.]	70.04
Pendenza media del bacino [%]	13.05
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.34
Pendenza media asta principale [%]	7.65
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.068
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.145
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.126
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.046
Tc_MEDIO [ORE]	0.096
Metodo Cinematico	
A [m ²]	99341
A[ha]	9.93
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
ϕ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	1.95
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 29

	Bacino 29
Area del Bacino [m ²]	108228
Area del Bacino [km ²]	0.108
Perimetro del bacino [km]	1.55
Elevazione massima [m s.l.m.]	100.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	16.00
Differenza di elevazione [m]	84.00
Elevazione media [m s.l.m.]	58.00
Pendenza media del bacino [%]	0.08
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.34
Pendenza media asta principale [%]	0.08
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.645
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	1.444
Tc_PASINI [ORE] (1914)	1.240
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.049
Tc_MEDIO [ORE]	0.845
Metodo Cinematico	
A [m ²]	108228
A[ha]	10.82
Tc [ore]	0.84
Tc[min]	50.67
Tc[secondi]	3040.48
h[Tr=200 anni] [mm]	89.26
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	105.69
ϕ [/]	0.4
Q [m ³ /s]	1.27
Coeff udometrico [l/s ha]	117.43

Bacino 41

	Bacino 41
Area del Bacino [m ²]	178185
Area del Bacino [km ²]	0.178
Perimetro del bacino [km]	1.90
Elevazione massima [m s.l.m.]	28.50
Elevazione minima [m s.l.m.]	7.00
Differenza di elevazione [m]	21.50
Elevazione media [m s.l.m.]	17.75
Pendenza media del bacino [%]	17.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.36
Pendenza media asta principale [%]	5.97
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.081
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.220
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.177
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.089
Tc_MEDIO [ORE]	0.142
Metodo Cinematico	
A [m ²]	178185
A[ha]	17.82
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	3.49
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 42

	Bacino 42
Area del Bacino [m ²]	121097
Area del Bacino [km ²]	0.121
Perimetro del bacino [km]	2.30
Elevazione massima [m s.l.m.]	25.00
Elevazione minima [m s.l.m.]	7.00
Differenza di elevazione [m]	18.00
Elevazione media [m s.l.m.]	16.00
Pendenza media del bacino [%]	17.00
Lunghezza asta fluviale principale [km]	0.36
Pendenza media asta principale [%]	5.00
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.089
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.198
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.170
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.095
Tc_MEDIO [ORE]	0.138
Metodo Cinematico	
A [m ²]	121097
A[ha]	12.11
Tc [ore]	0.25
Tc[min]	15.00
Tc[secondi]	900.00
h[Tr=200 anni] [mm]	44.06
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	176.23
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	2.37
Coeff udometrico [l/s ha]	195.81

Bacino 27

	Bacino 27
Area del Bacino [m ²]	1880874
Area del Bacino [km ²]	1.881
Perimetro del bacino [km]	6.86
Elevazione massima [m s.l.m.]	123.67
Elevazione minima [m s.l.m.]	7.53
Differenza di elevazione [m]	116.14
Elevazione media [m s.l.m.]	33.34
Pendenza media del bacino [%]	6.05
Lunghezza asta fluviale principale [km]	2.03
Pendenza media asta principale [%]	4.44
Tc_PIZZOLI [ORE] (1970)	0.530
Tc_VENTURA [ORE] (1905)	0.828
Tc_PASINI [ORE] (1914)	0.801
Tc_KIRPICH[ORE] (1940)	0.343
Tc_MEDIO [ORE]	0.625
Metodo Cinematico	
A [m ²]	1880874
A[ha]	188.09
Tc [ore]	0.63
Tc[min]	37.52
Tc[secondi]	2251.24
h[Tr=200 anni] [mm]	74.98
i(Tr=200 anni) [mm/ora]	119.91
φ [l]	0.4
Q [m ³ /s]	25.06
Coeff udometrico [l/s ha]	133.23

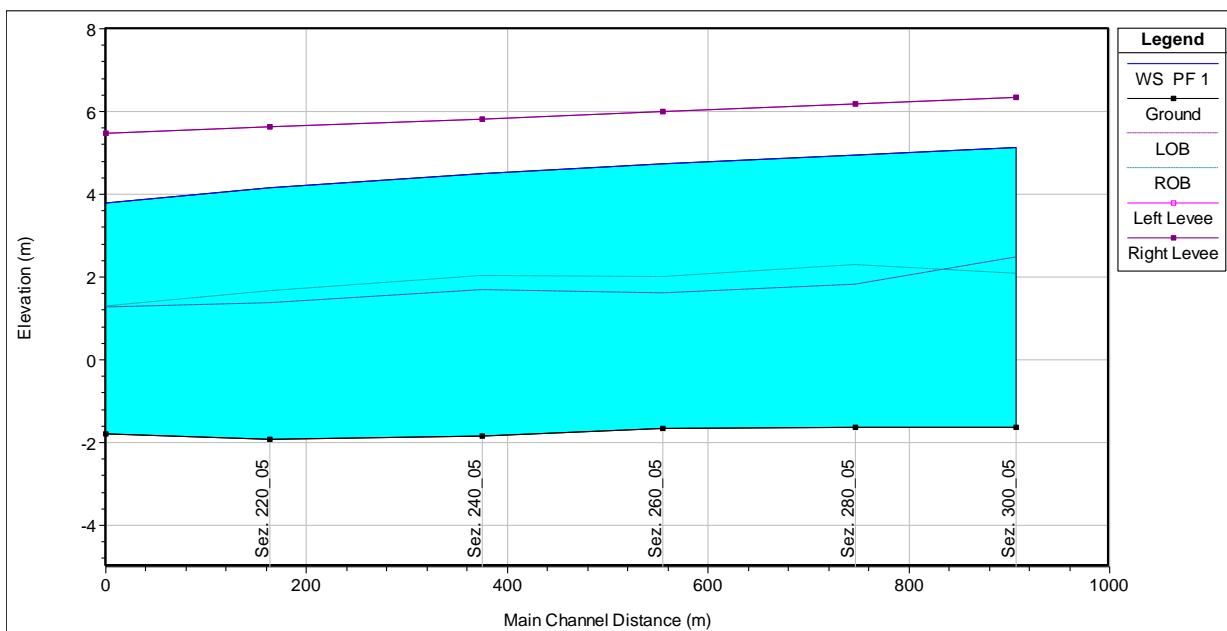
8 ALLEGATO 2 – VERIFICA ATTRAVERSAMENTO FIUME ALBEGNA

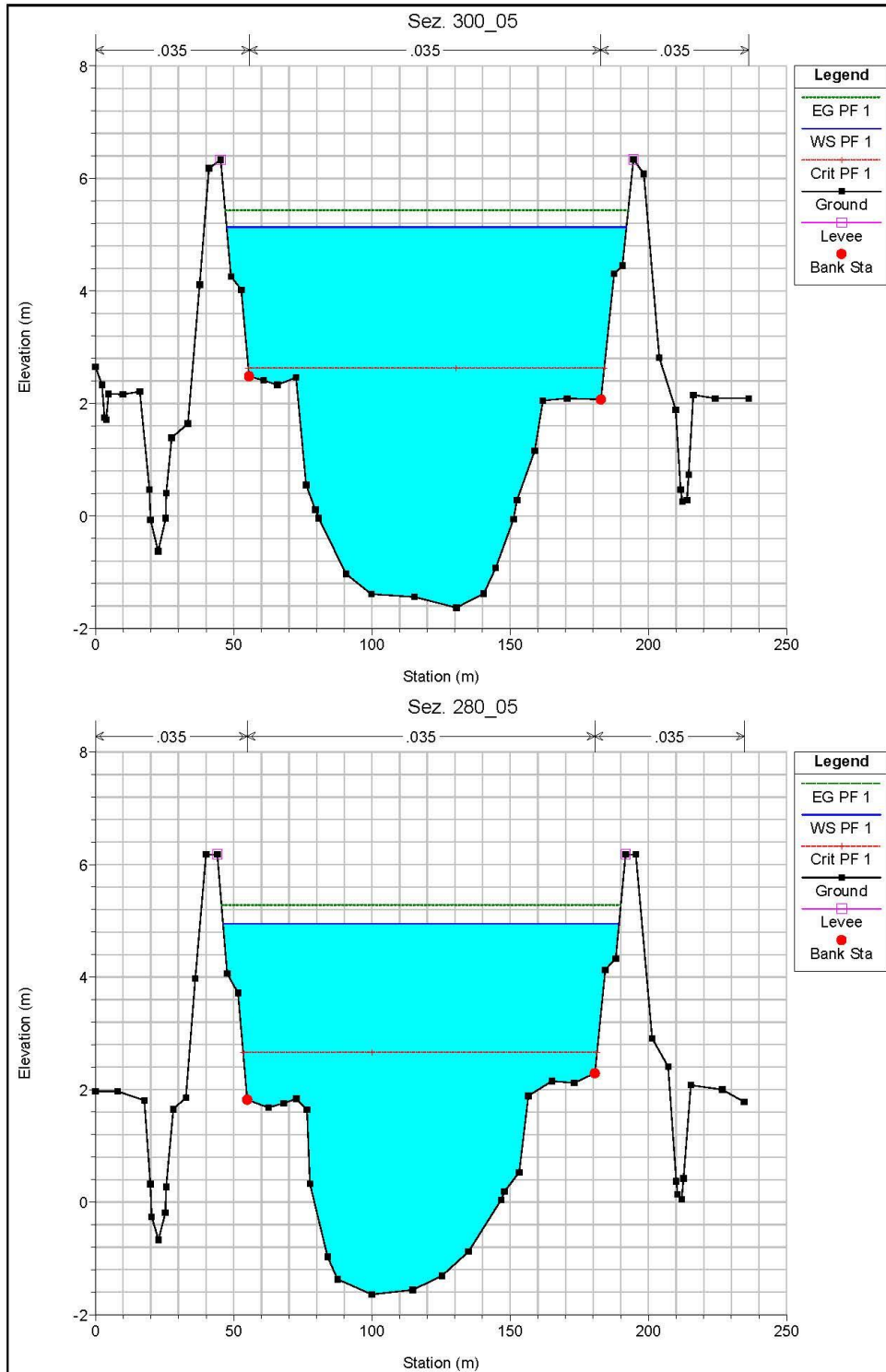
STATO ATTUALE

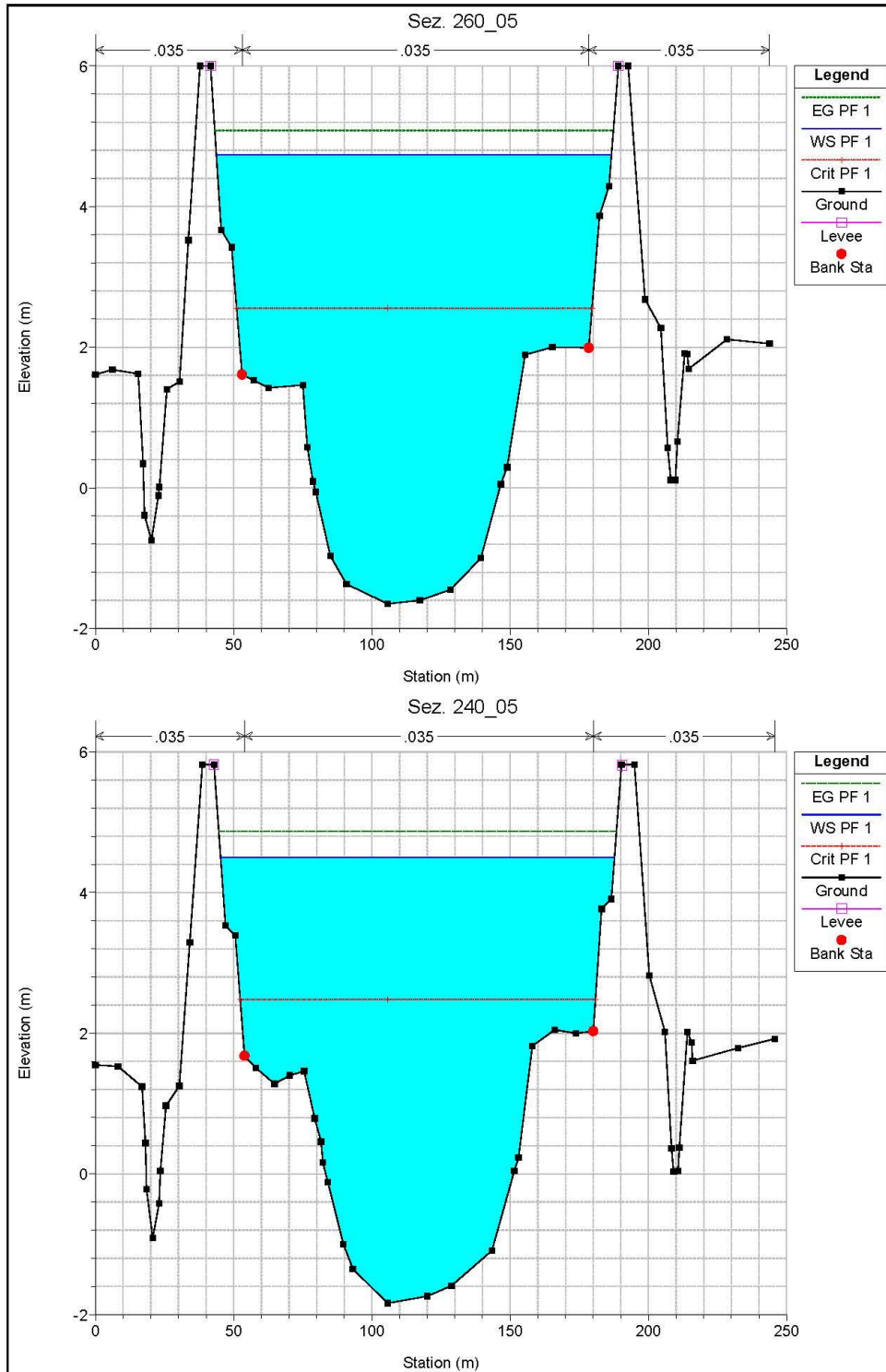
Il modello idraulico dello stato attuale è stato realizzato con portata TR200 pari a 1557 m³/s

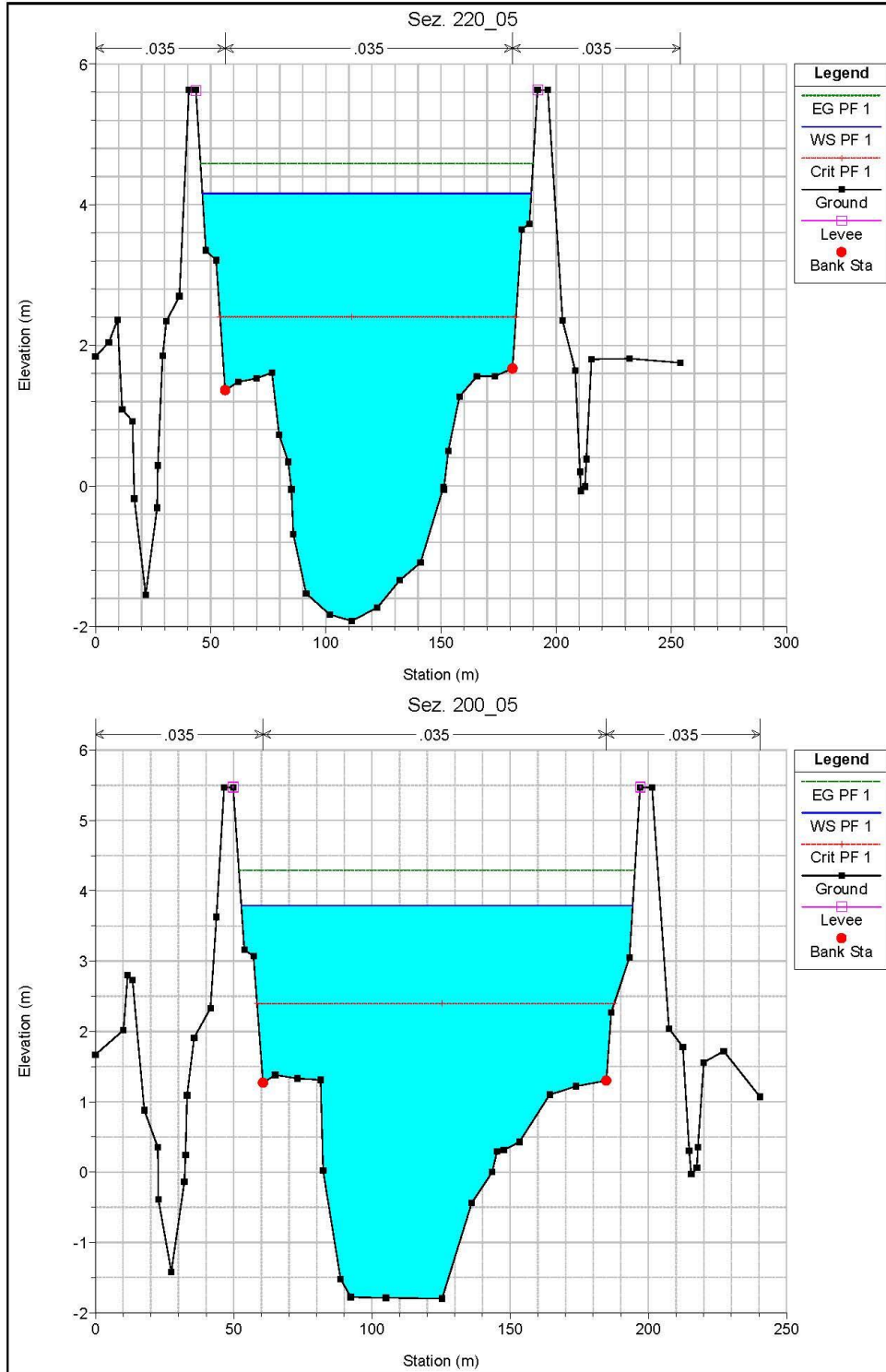


Il profilo idraulico allo stato attuale è rappresentato nell'immagine seguente:







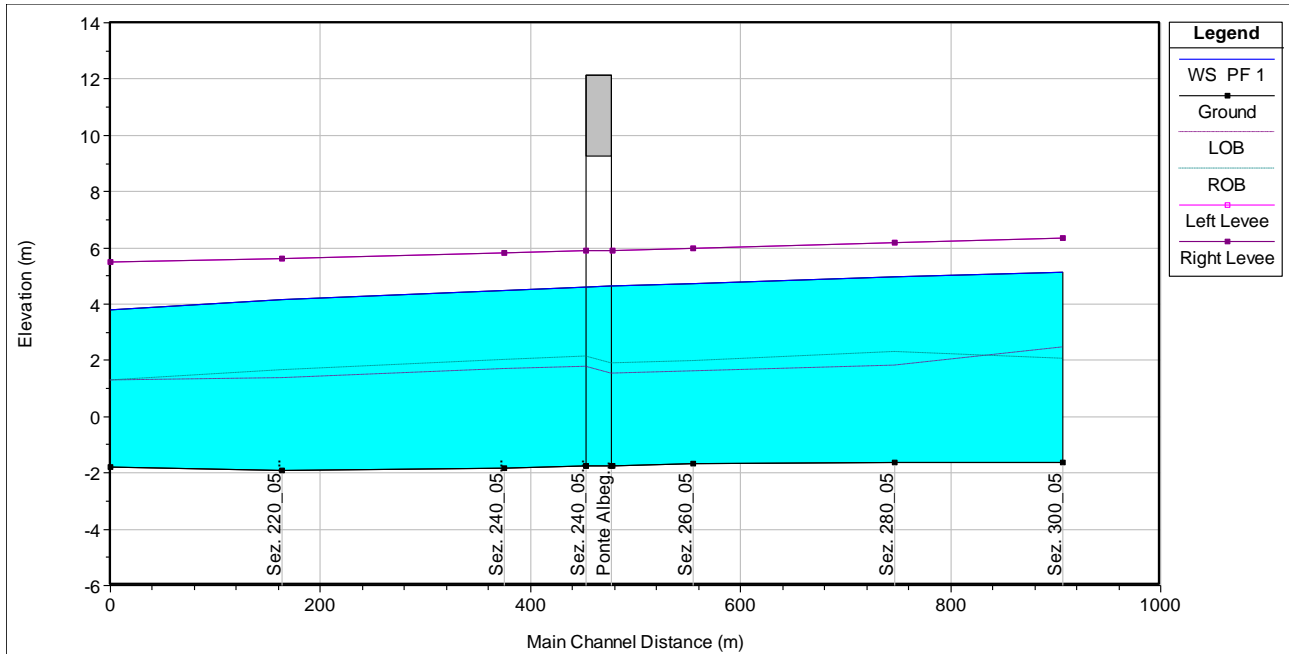


I risultati in forma analitica sono rappresentati nella tabella sottostante:

Reach	River Sta	Q Total	Min Ch EI	W.S. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Albegna	300	1576.96	-1.63	5.13	2.44	658.99	144.61	0.35
Albegna	280	1576.96	-1.64	4.95	2.57	627.54	143.27	0.37
Albegna	260	1576.96	-1.65	4.73	2.63	613.82	142.95	0.39
Albegna	240	1576.96	-1.84	4.5	2.72	591.59	142.45	0.41
Albegna	220	1576.96	-1.92	4.16	2.9	554.9	142.77	0.45
Albegna	200	1576.96	-1.8	3.79	3.17	508.76	141.59	0.51

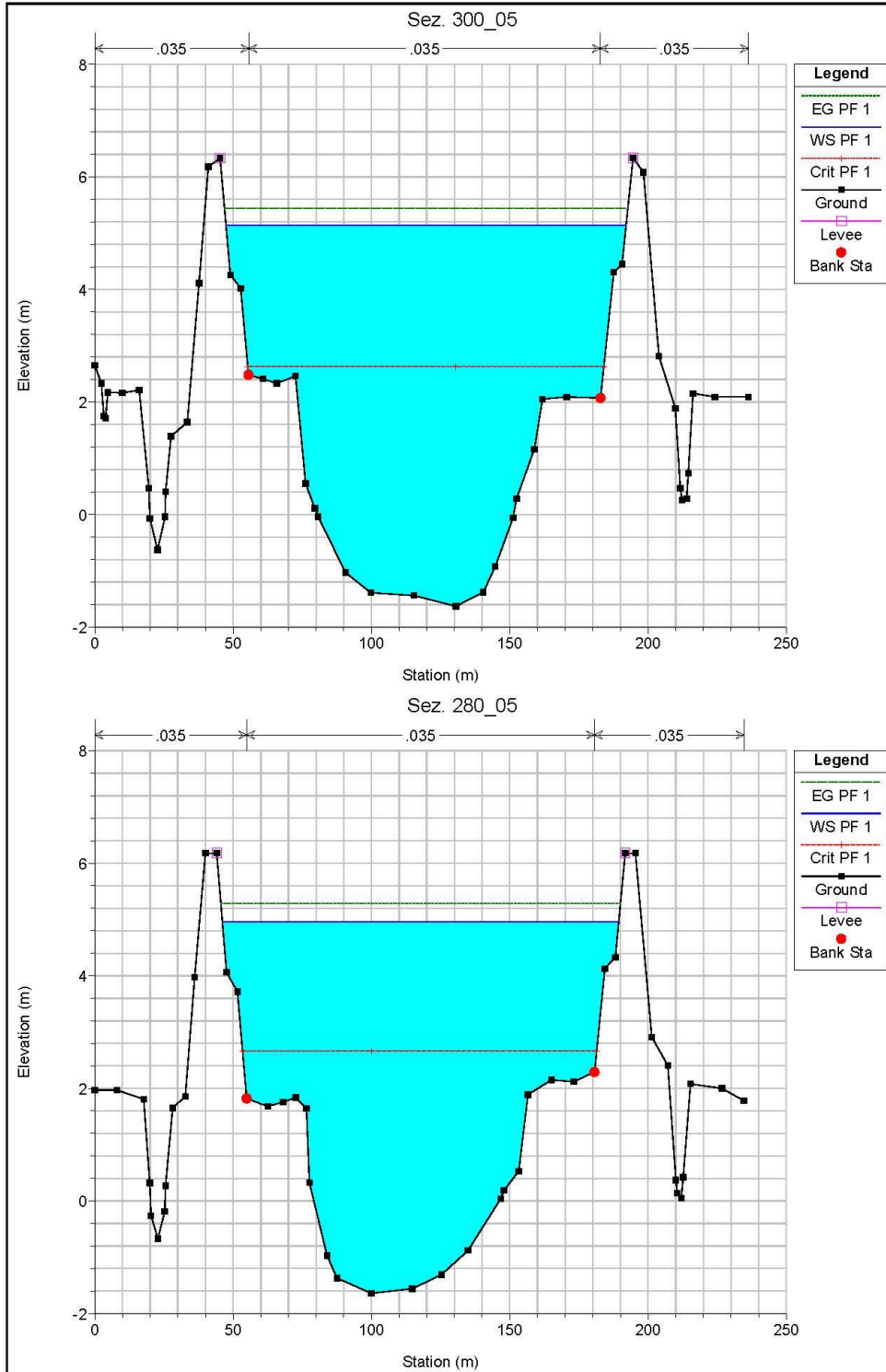
STATO DI PROGETTO

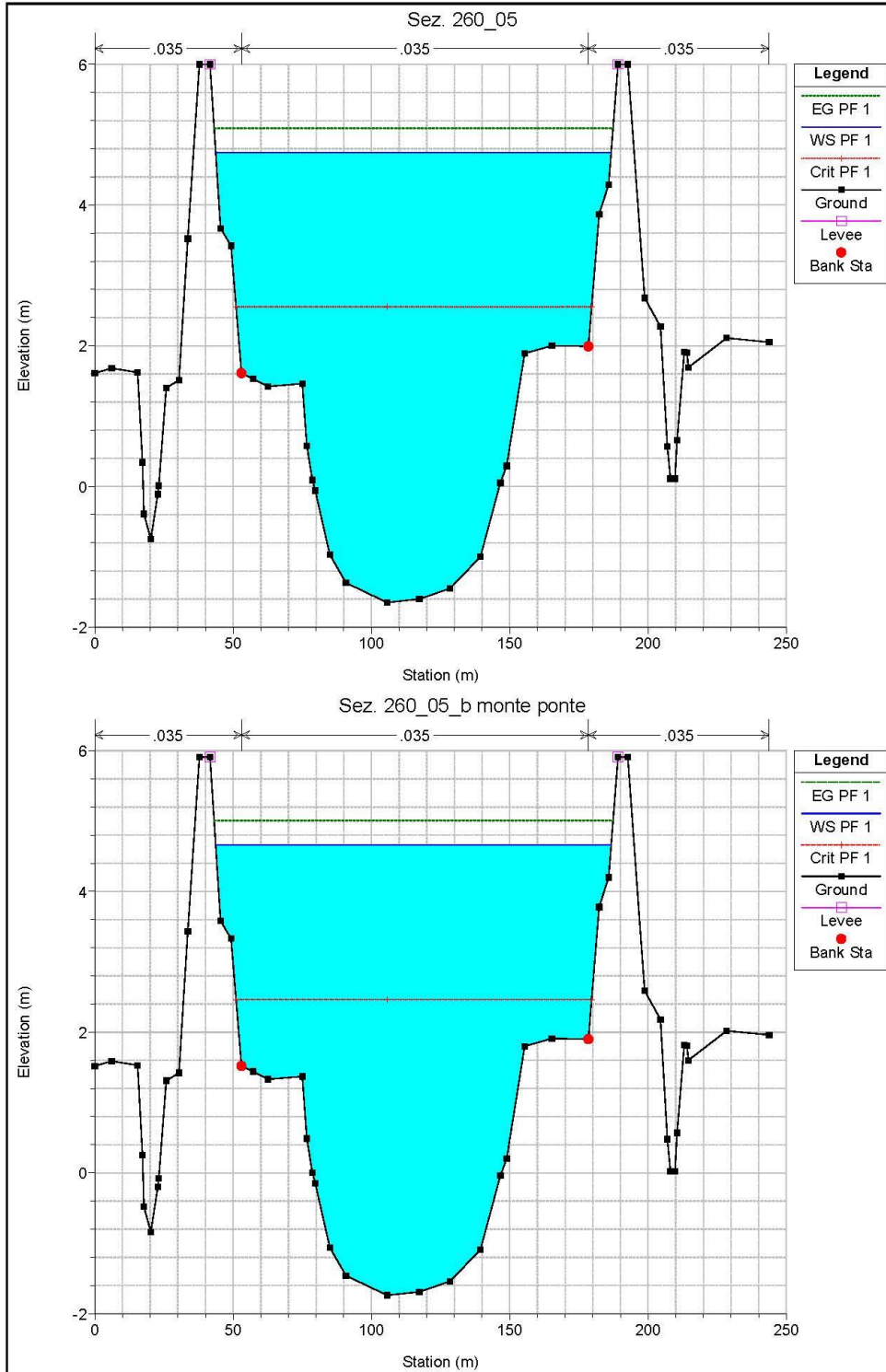
Il profilo idraulico allo stato di progetto è rappresentato dall'immagine di seguito:

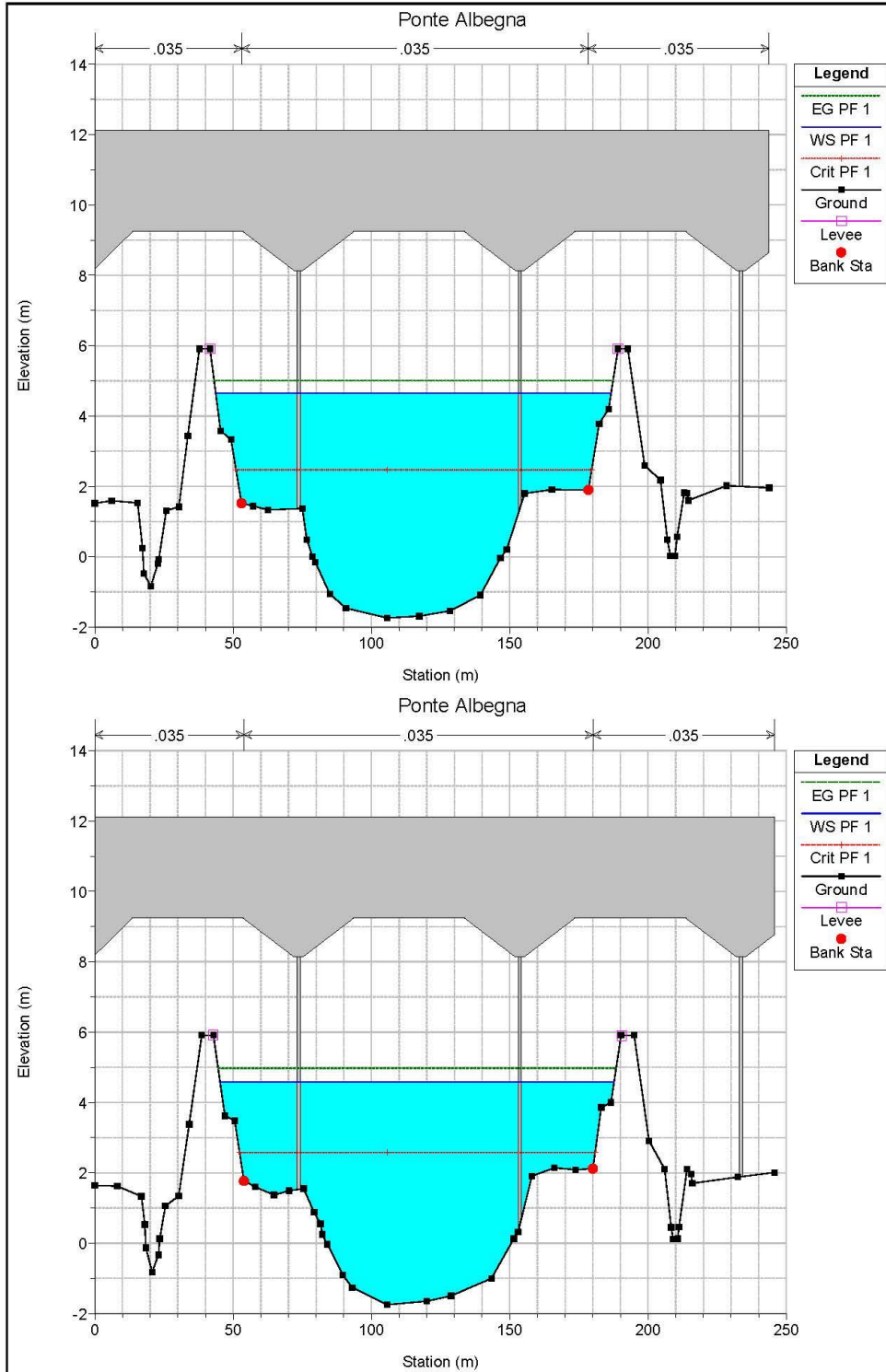


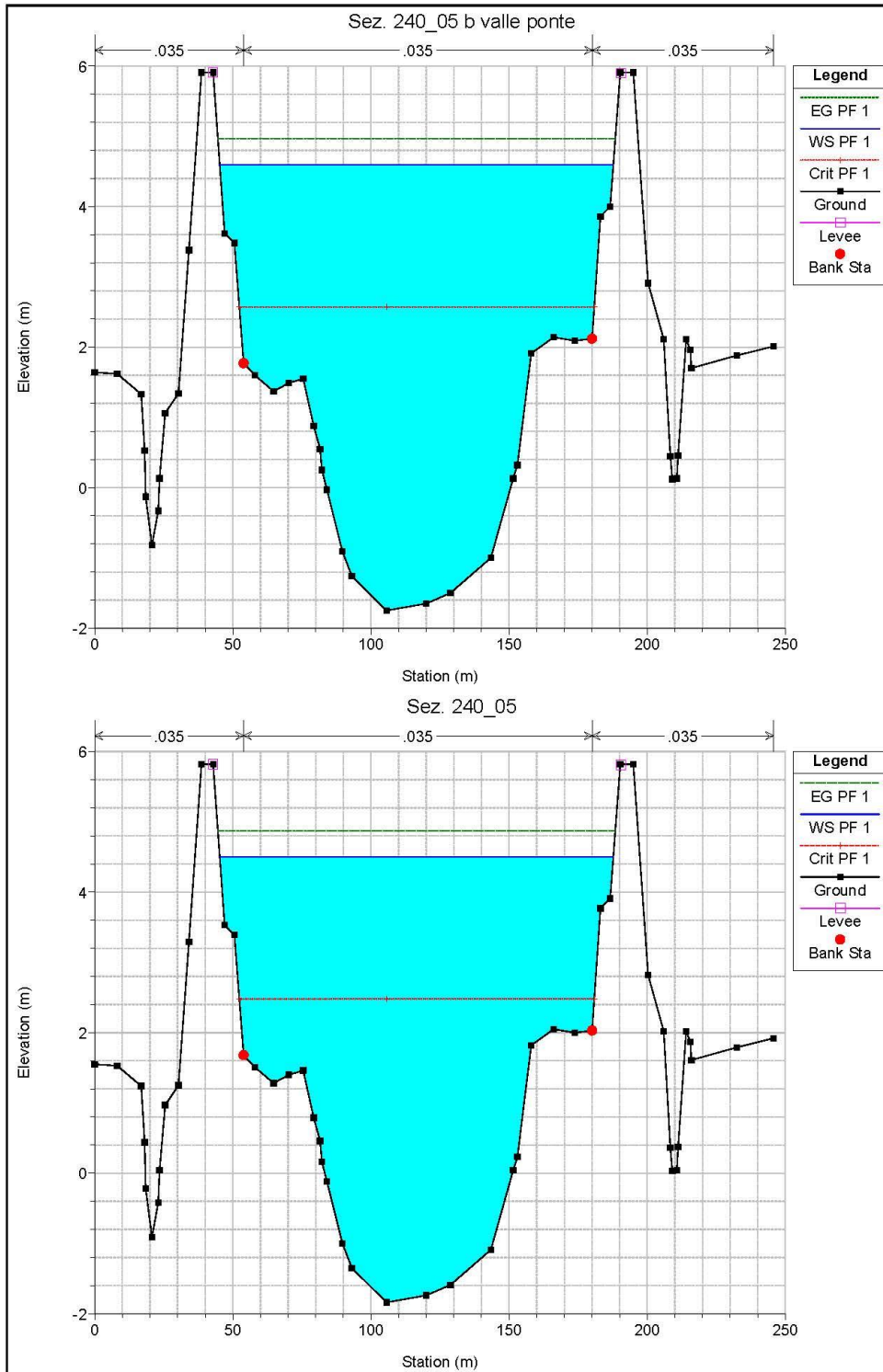
I risultati in forma analitica sono rappresentati nella tabella sottostante:

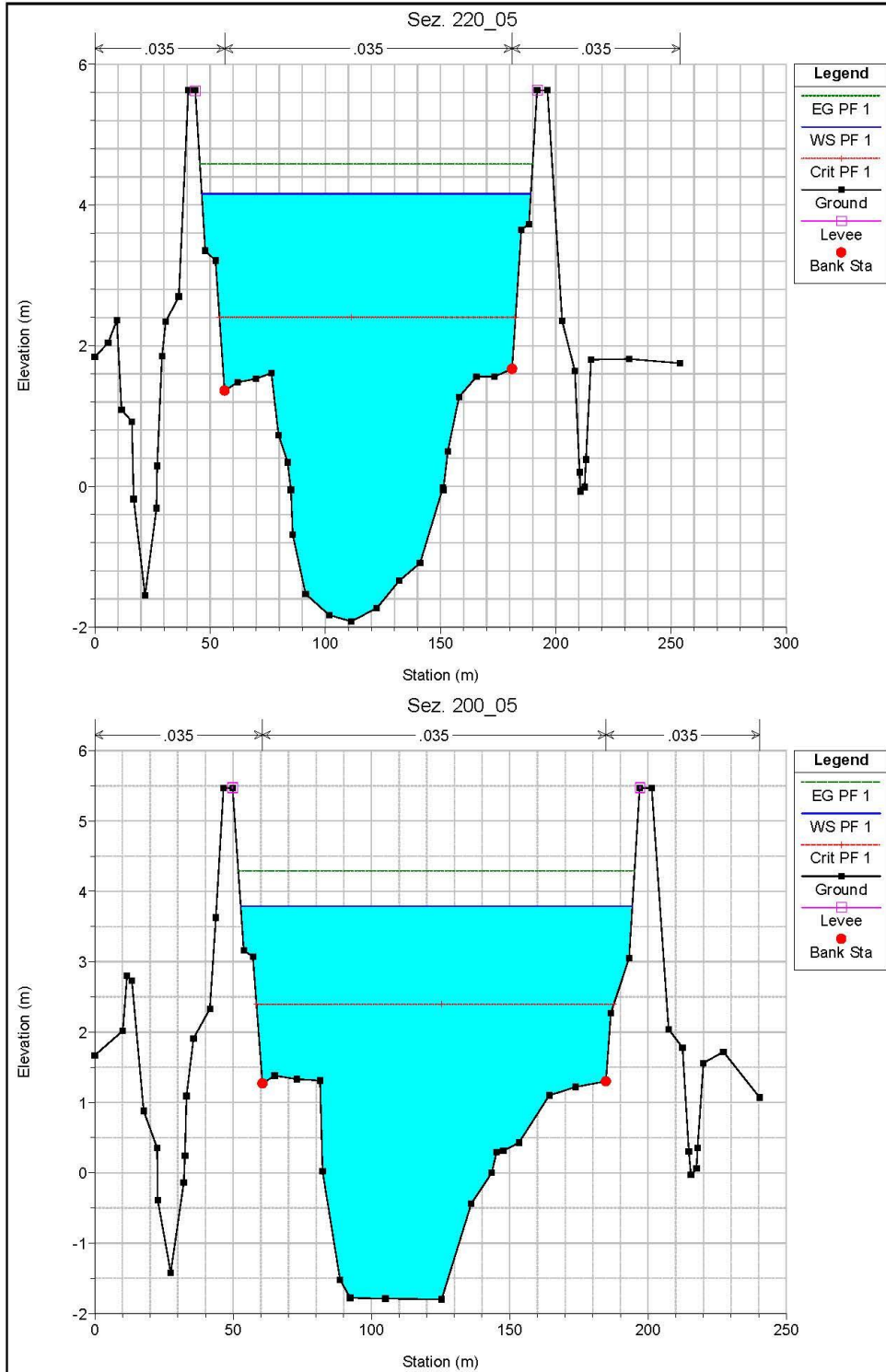
Reach	River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
		(m3/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Albegna	300	1576.96	-1.63	5.14	2.44	660.21	144.64	0.35
Albegna	280	1576.96	-1.64	4.96	2.56	628.94	143.3	0.37
Albegna	260	1576.96	-1.65	4.75	2.62	615.7	142.99	0.38
Albegna	Monte ponte	1576.96	-1.74	4.66	2.61	616.87	143.02	0.38
Albegna	Valle ponte	1576.96	-1.75	4.59	2.71	592.34	142.47	0.41
Albegna	240	1576.96	-1.84	4.5	2.72	591.59	142.45	0.41
Albegna	220	1576.96	-1.92	4.16	2.9	554.9	142.77	0.45
Albegna	200	1576.96	-1.8	3.79	3.17	508.76	141.59	0.51











II

Il confronto fra i tiranti allo stato attuale e nella condizione di progetto è il seguente:

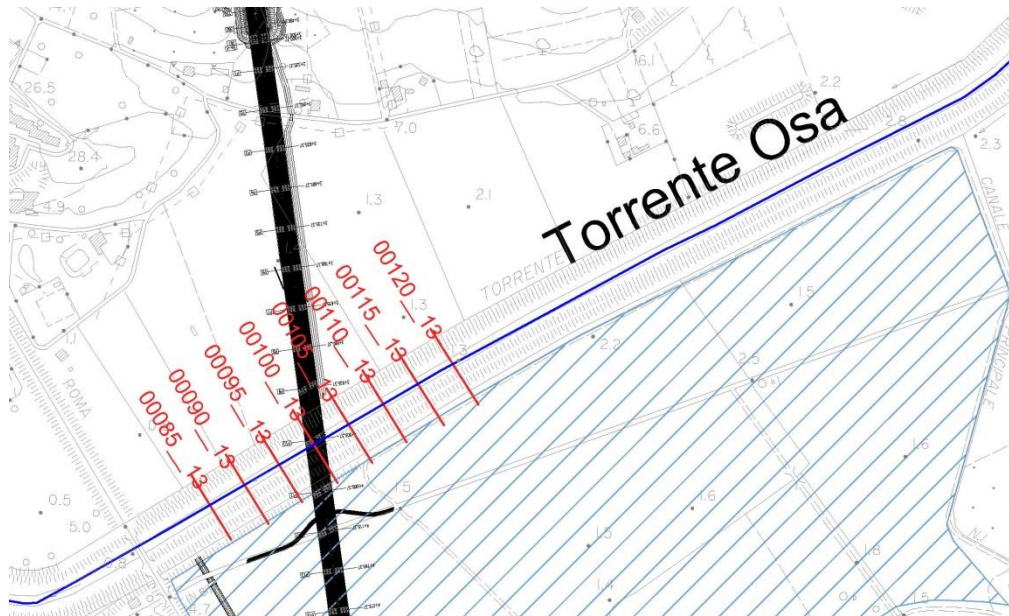
Sezione	W.S. Elev (m) Attuale	W.S. Elev (m) Progetto	Differenza (m)
300	5.13	5.14	0.01
280	4.95	4.96	0.01
260	4.73	4.75	0.02
240	4.5	4.5	0
220	4.16	4.16	0
200	3.79	3.79	0

L'inserimento delle pile del ponte determina, in condizioni di portata bicentenaria un incremento del tutto trascurabile della quota del pelo libero, stimabile in qualche cm, che viene contenuto all'interno della sezione arginata.

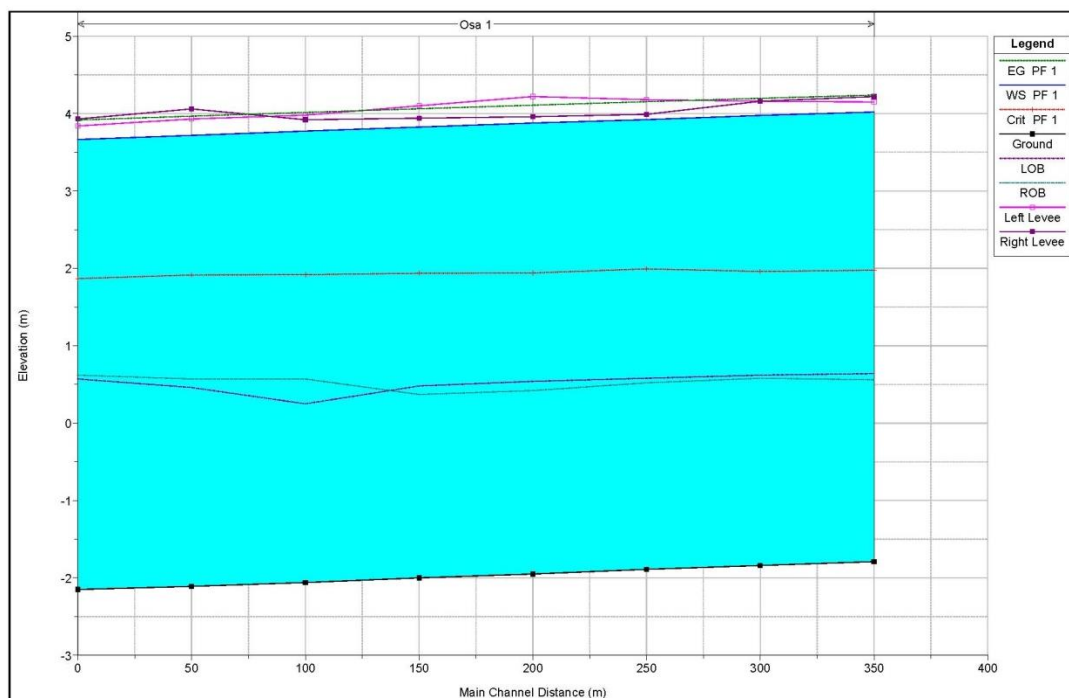
9 ALLEGATO 3 – VERIFICA ATTRAVERSAMENTO FIUME OSA

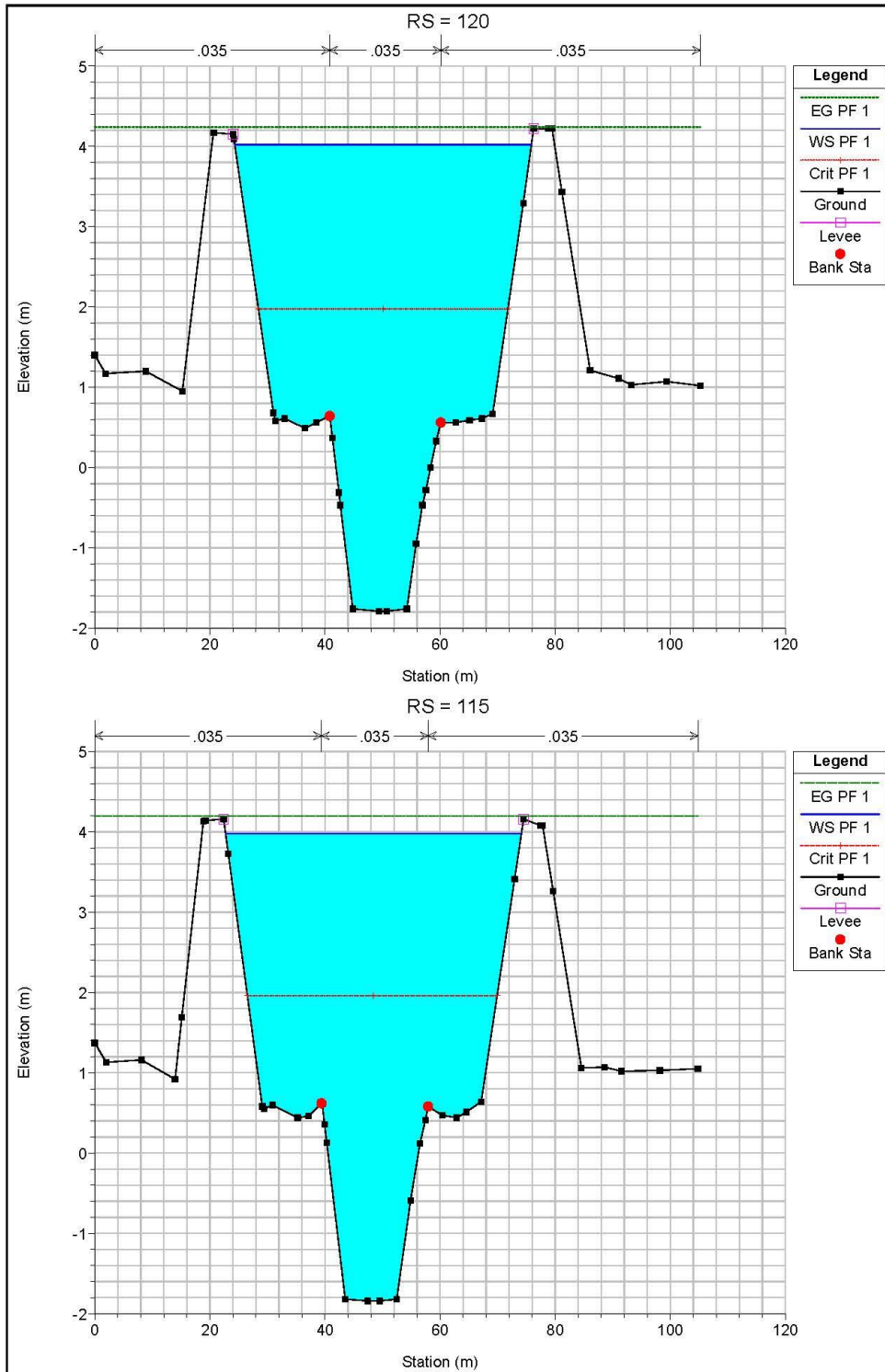
STATO ATTUALE

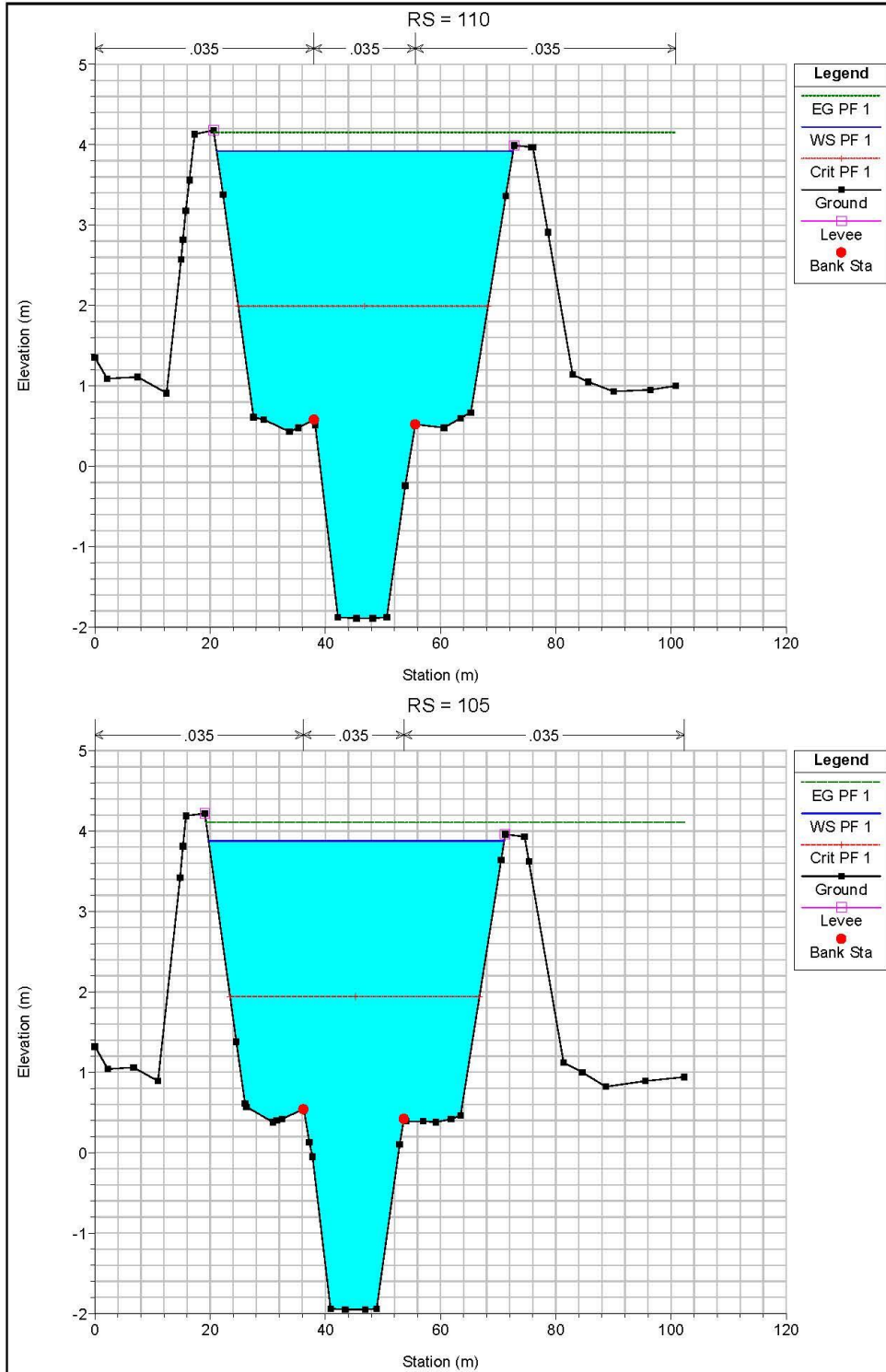
Il modello idraulico dello stato attuale è stato realizzato con portata TR200 pari a 364.48 m³/s

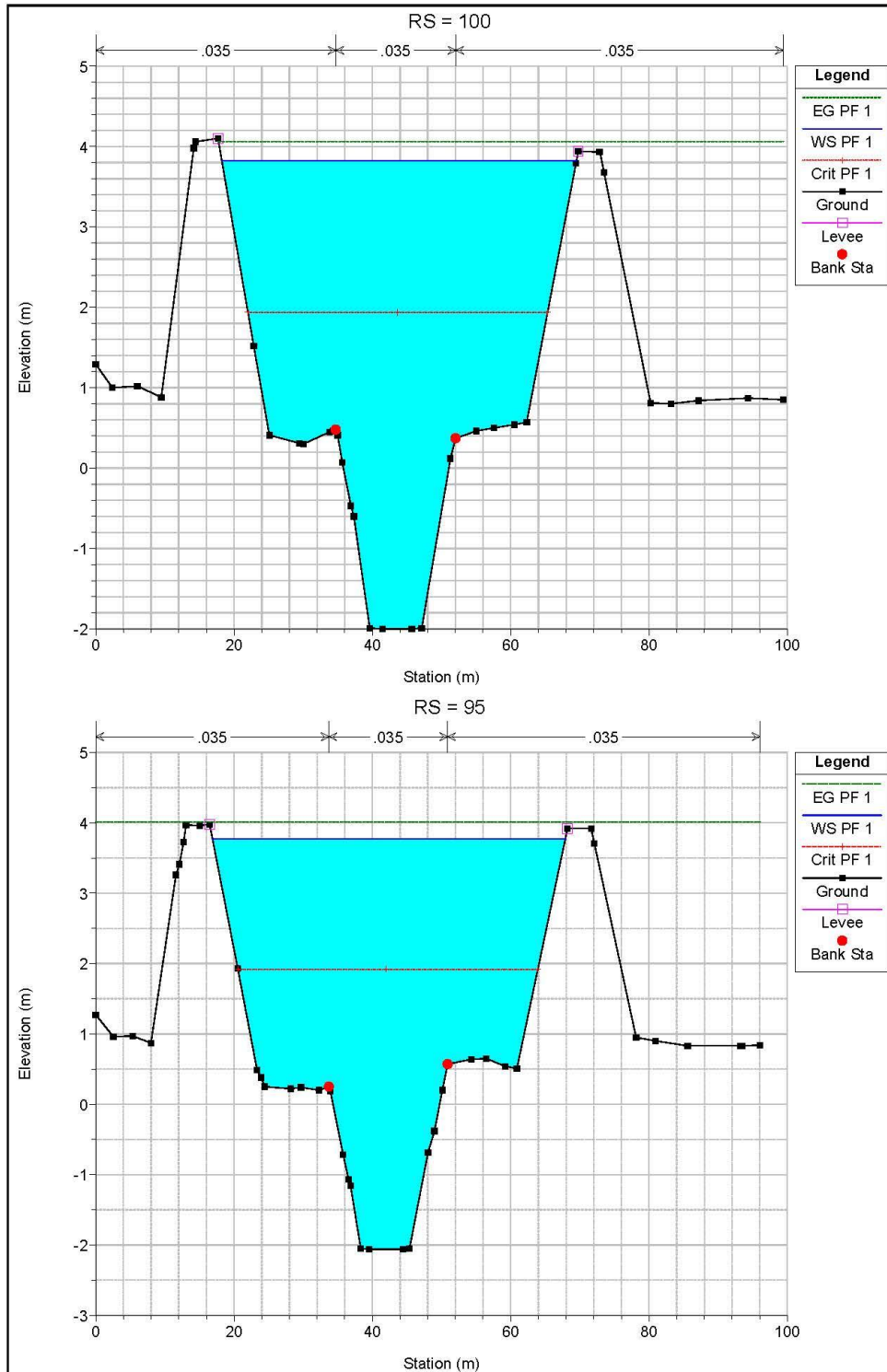


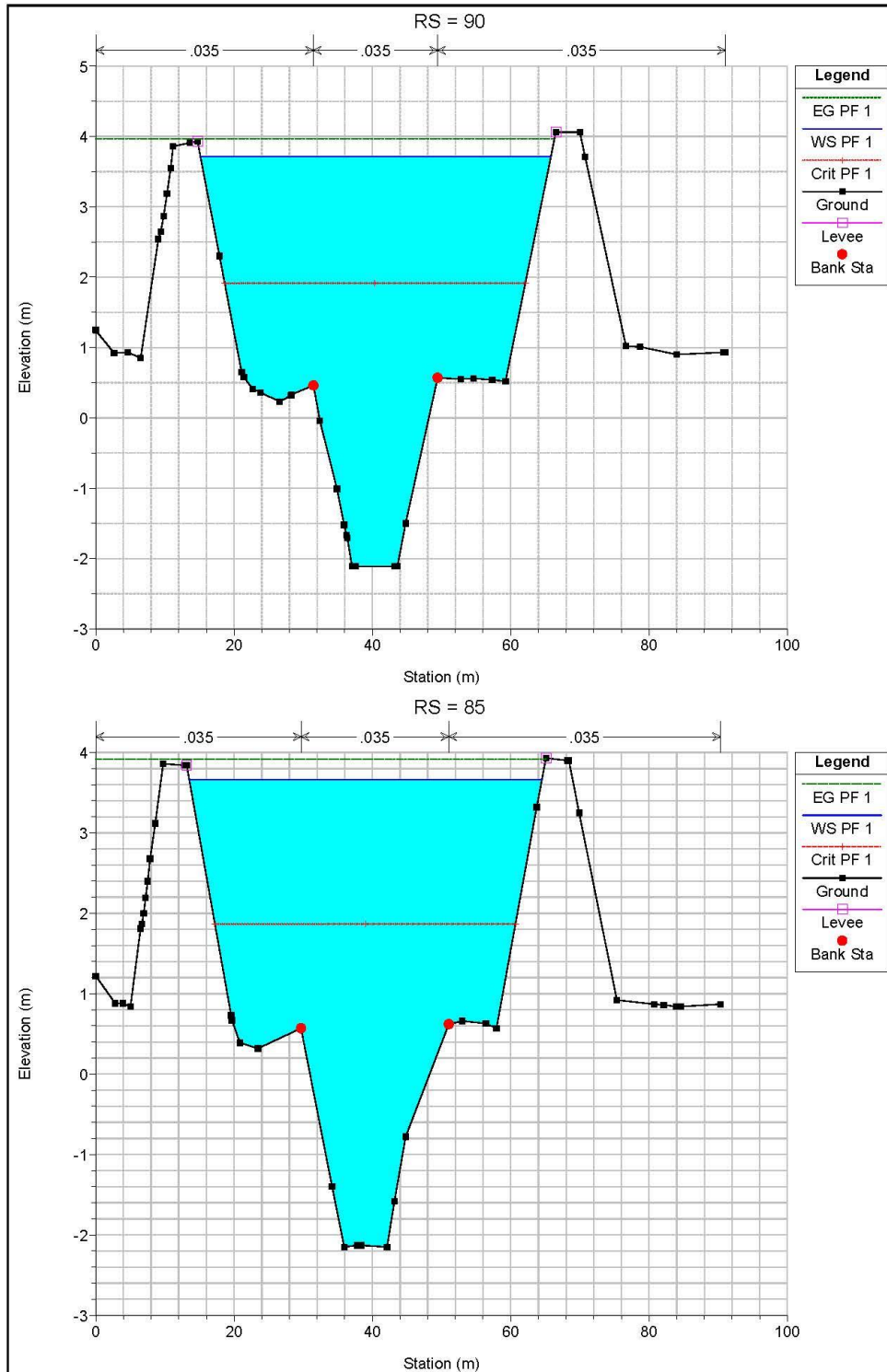
Il profilo idraulico allo stato attuale è mostrato nell'immagine seguente:









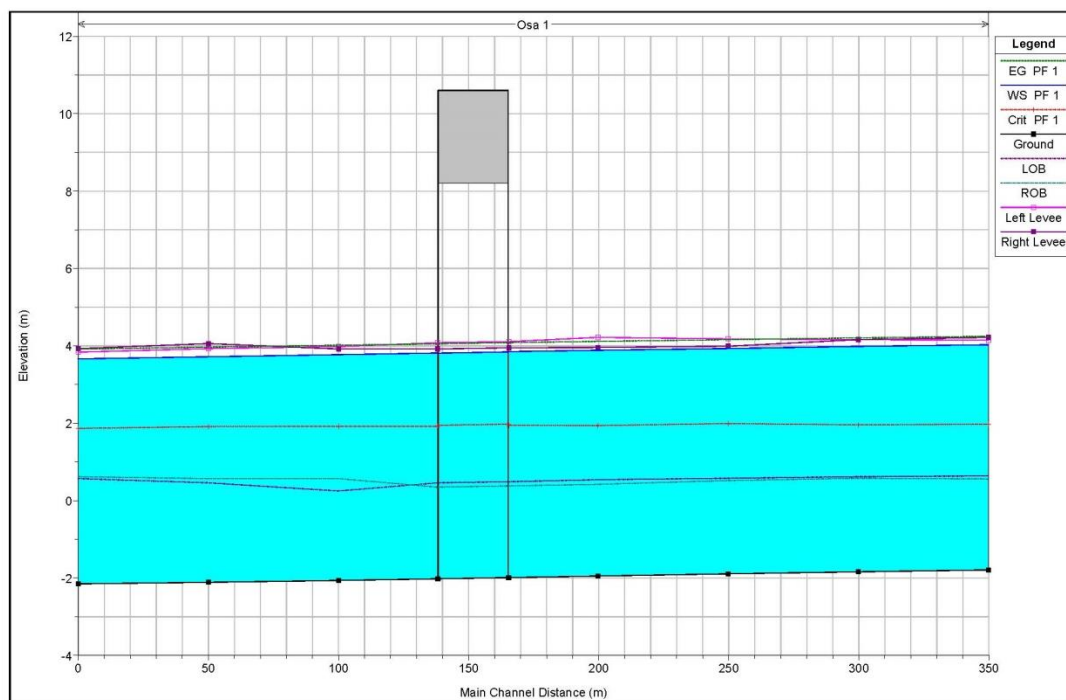


I risultati tabellari dello stato attuale sono riportati nella tabella sottostante:

River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m3/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
120	364.48	-1.79	4.02	2.329831	186.52	51.53	0.33
115	364.48	-1.84	3.98	2.354091	185.07	51.37	0.33
110	364.48	-1.89	3.92	2.426232	181.33	51.46	0.34
105	364.48	-1.95	3.88	2.421558	181.38	51.29	0.34
100	364.48	-2	3.83	2.456726	179.16	51.29	0.35
95	364.48	-2.06	3.77	2.480633	177.51	51.02	0.35
90	364.48	-2.11	3.72	2.501803	174.87	50.68	0.36
85	364.48	-2.15	3.66	2.464622	173.52	51.01	0.36

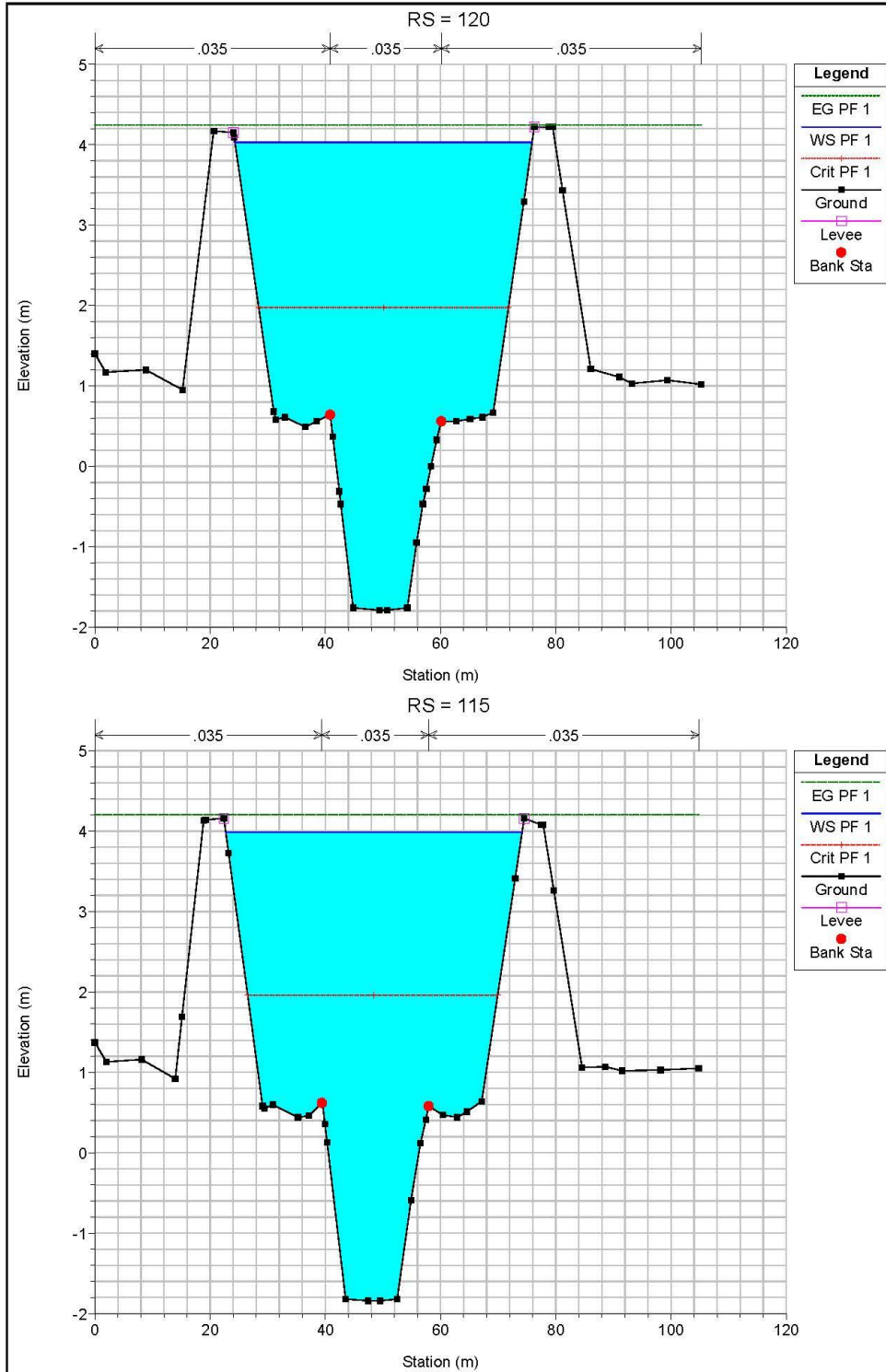
STATO DI PROGETTO

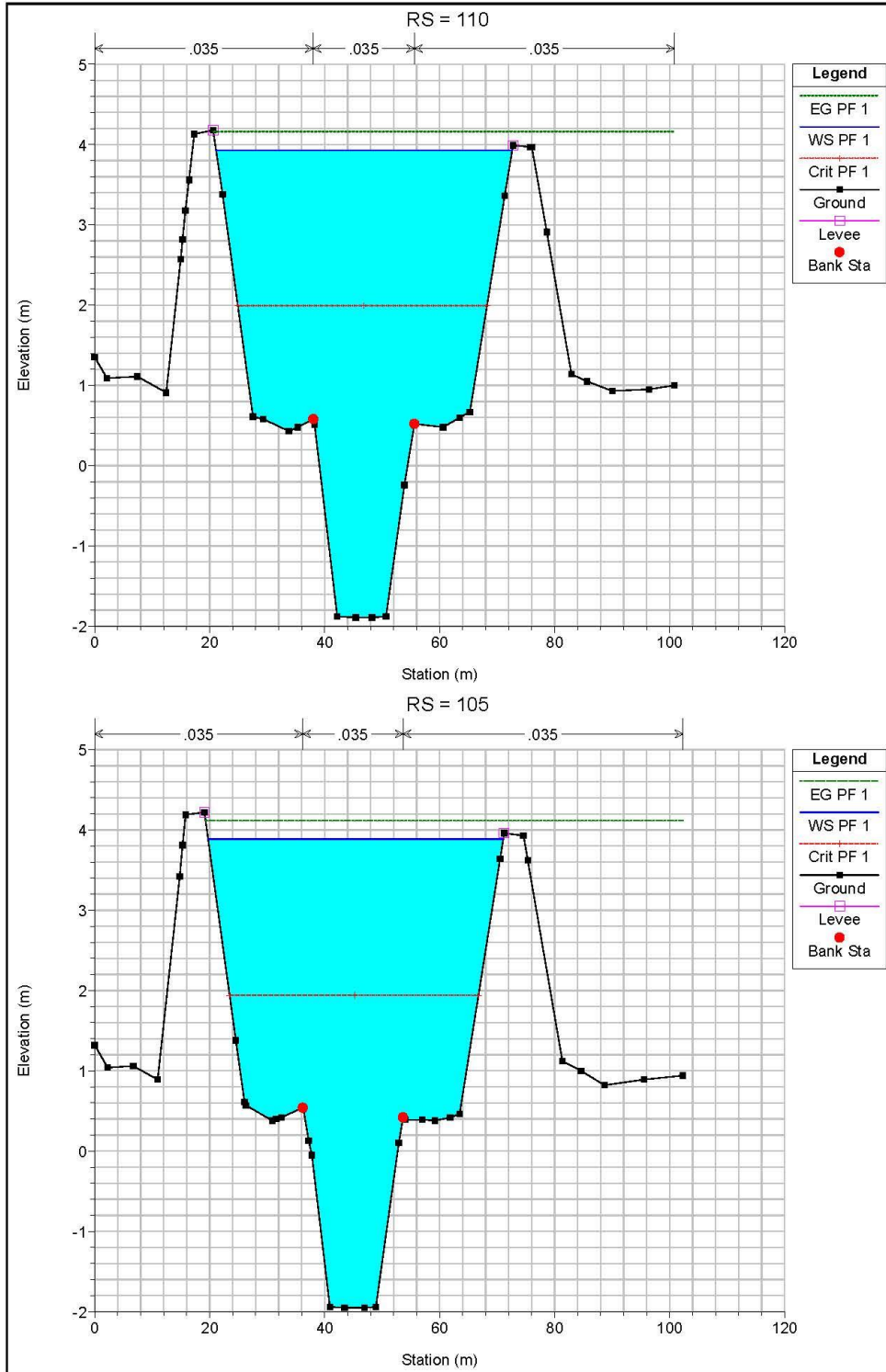
Il profilo idraulico allo stato di progetto è rappresentato dall'immagine sottostante:

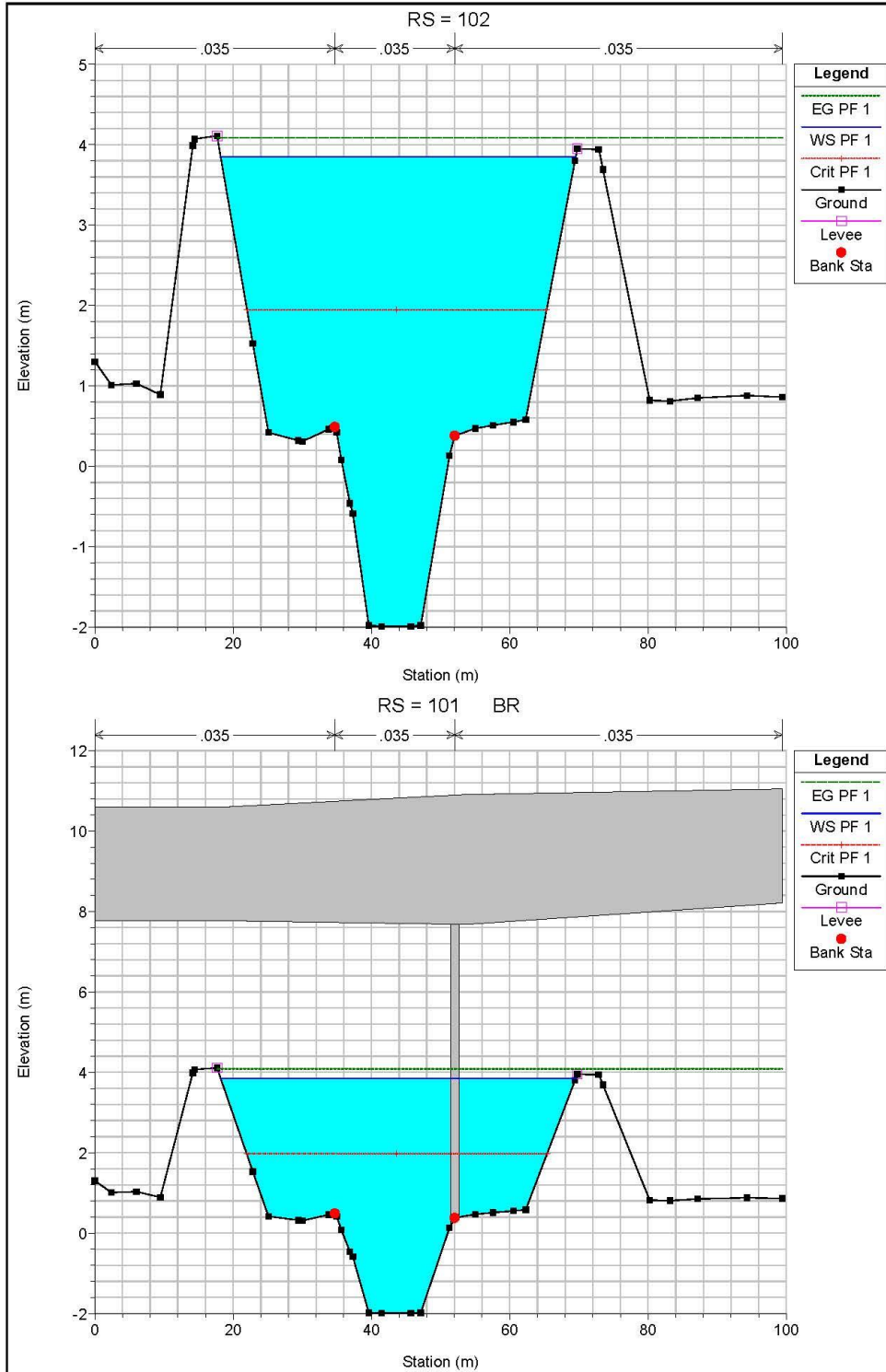


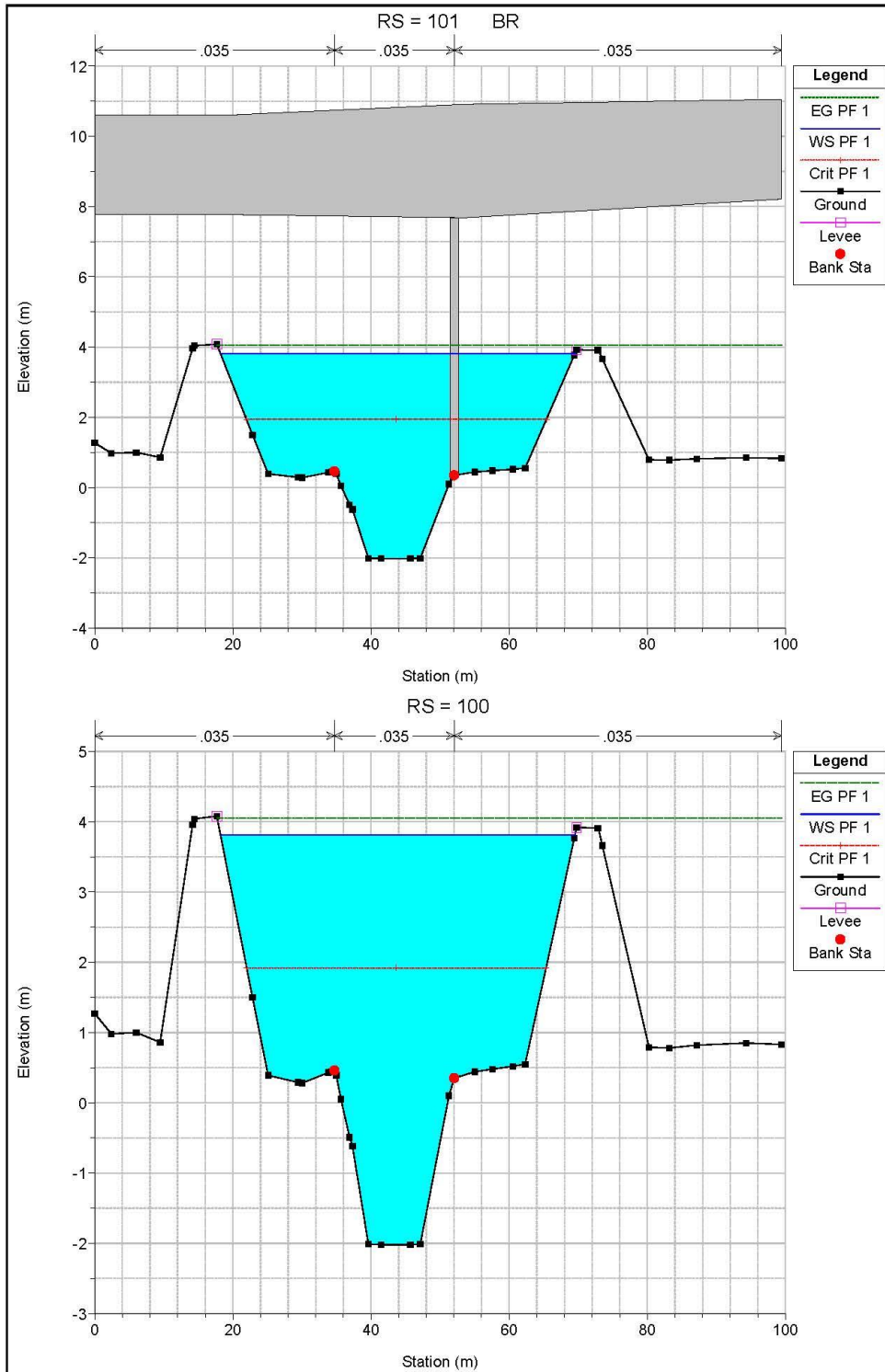
Di seguito si propongono i risultati tabellari dello stato di progetto:

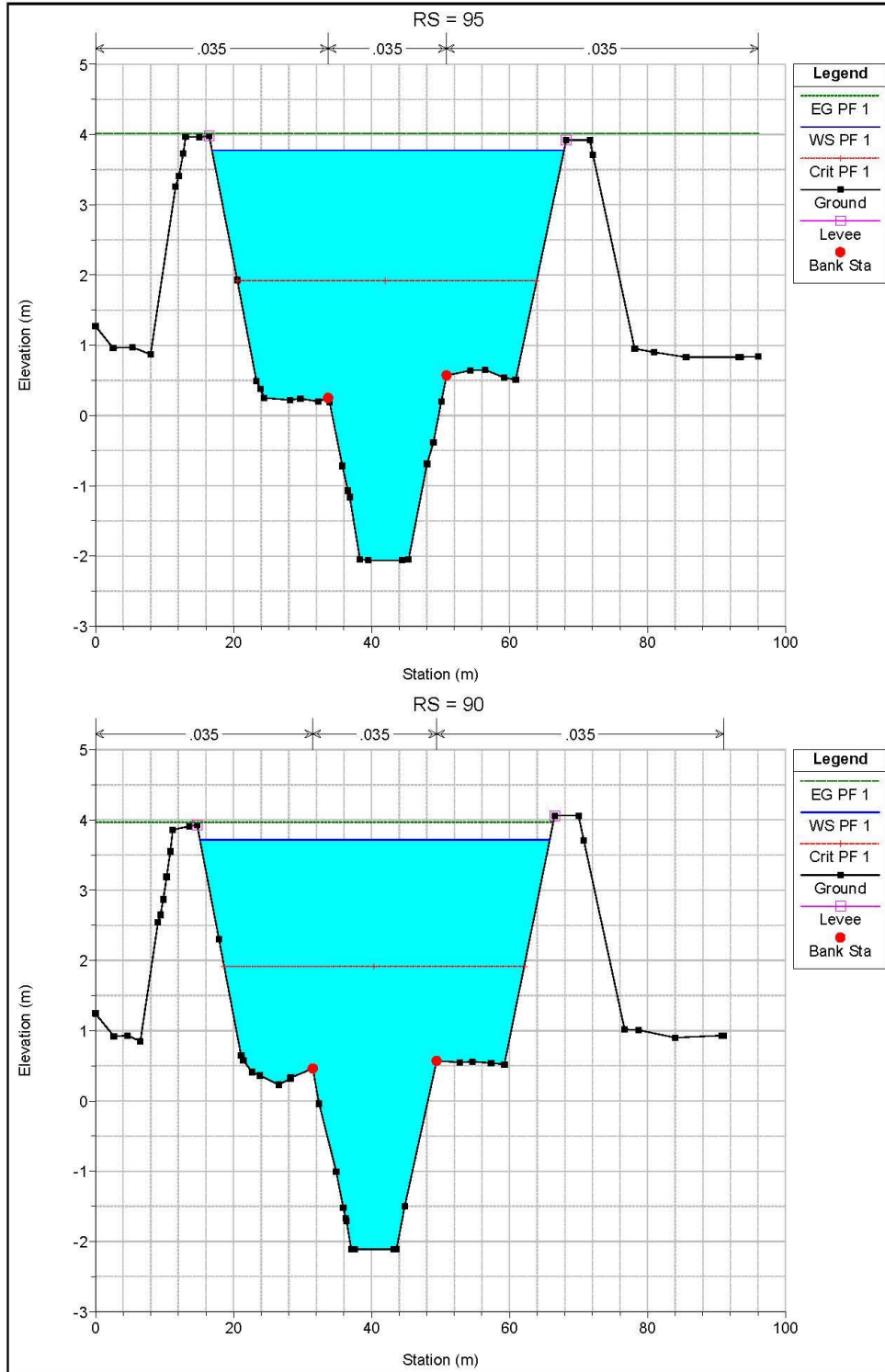
River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
120	364.48	-1.79	4.03	1.98	2.324443	186.96	51.57	0.33
115	364.48	-1.84	3.98	1.96	2.34839	185.53	51.41	0.33
110	364.48	-1.89	3.93	1.99	2.419933	181.82	51.5	0.34
105	364.48	-1.95	3.89	1.94	2.415027	181.88	51.33	0.34
102	364.48	-1.99	3.85	1.95	2.446835	179.9	51.35	0.35
101	Bridge							
100	364.48	-2.02	3.82	1.92	2.450203	179.65	51.33	0.35
95	364.48	-2.06	3.77	1.92	2.480633	177.51	51.02	0.35
90	364.48	-2.11	3.72	1.91	2.501803	174.87	50.68	0.36
85	364.48	-2.15	3.66	1.87	2.464622	173.52	51.01	0.36

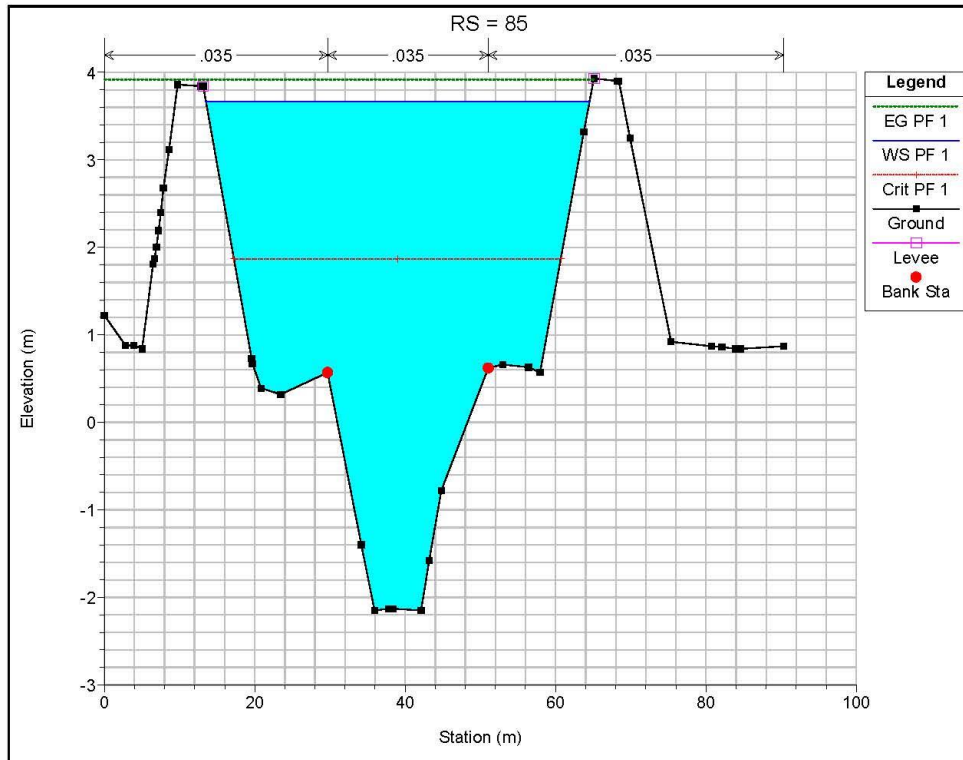












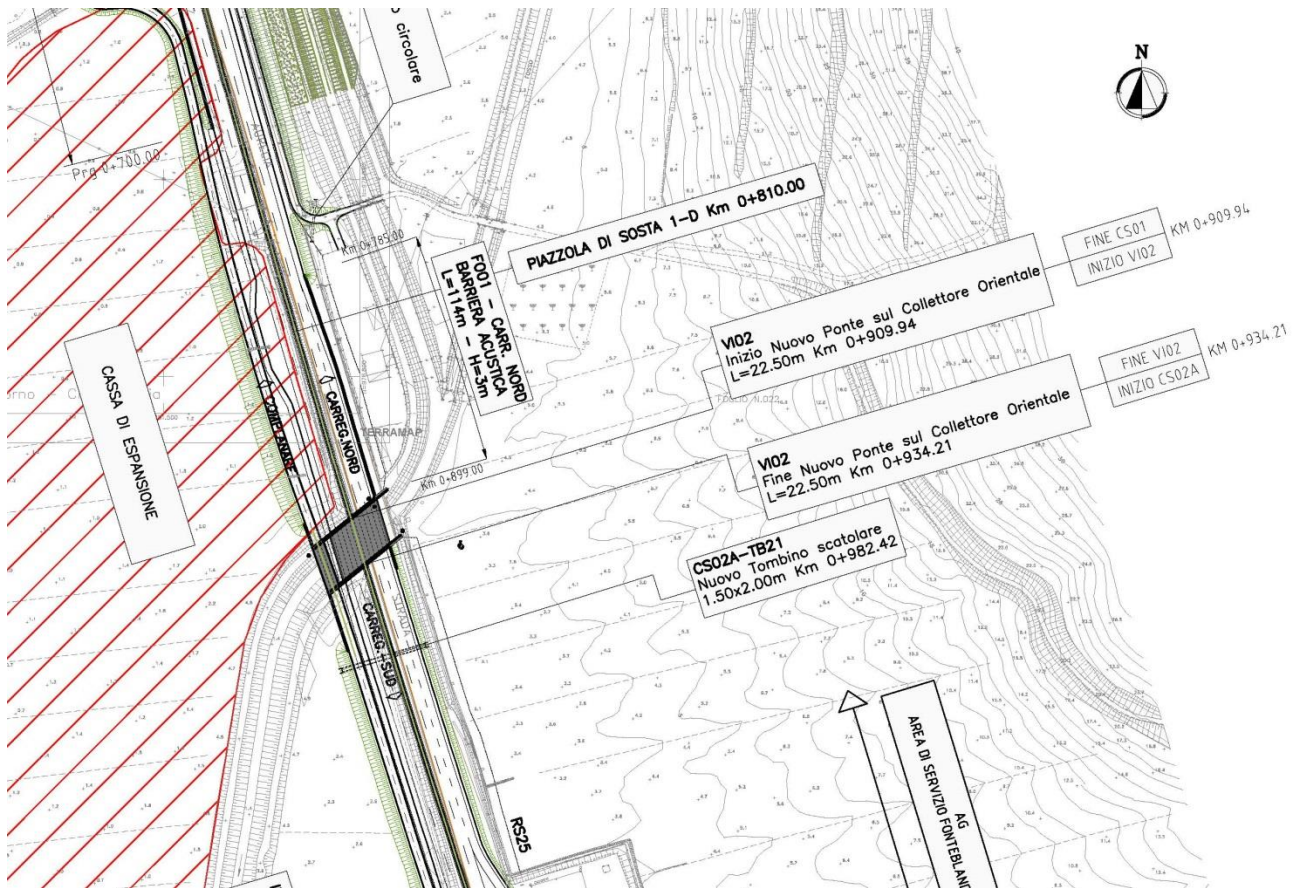
Il confronto fra i tiranti allo stato attuale e nella condizione di progetto è il seguente:

Sezione	W.S. Elev (m) Attuale (m)	W.S. Elev (m) Progetto (m)	Differenza (m)
120	4.02	4.03	0.01
115	3.98	3.98	0
110	3.92	3.93	0.01
105	3.88	3.89	0.01
100	3.83	3.85	0.02
95	3.77	3.77	0
90	3.72	3.72	0
85	3.66	3.66	0

L'inserimento della pila del ponte, in condizioni di portata bicentenaria comporta un incremento trascurabile della quota del pelo libero, stimabile in qualche cm, senza determinare esondazione.

10 ALLEGATO 4 – VERIFICA ATTRAVERSAMENTO COLLETTORE ORIENTALE

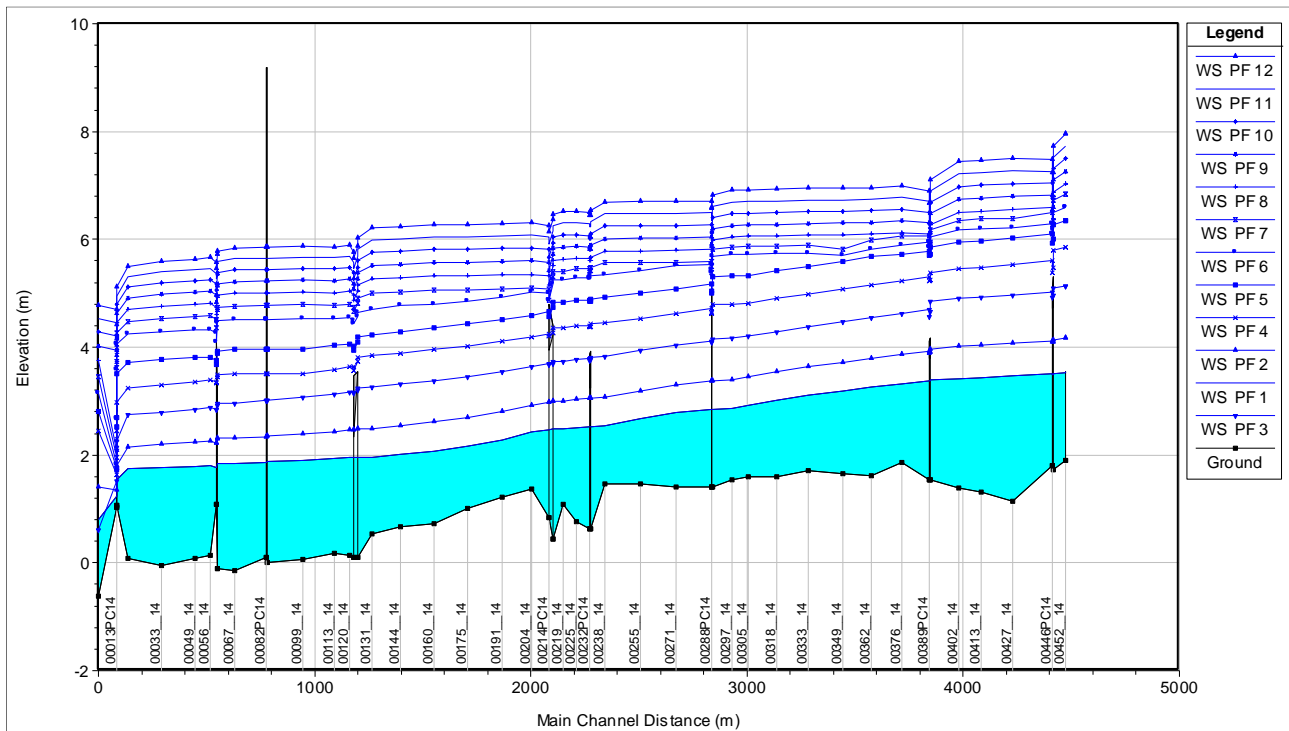
Per le verifiche del Collettore Orientale è stato utilizzato il modello idraulico fornito dalla Regione Toscana. Sono state compiute analisi con un ampio set di portate per verificare eventuali modifiche al comportamento idraulico del sistema introducendo il nuovo ponte autostradale.



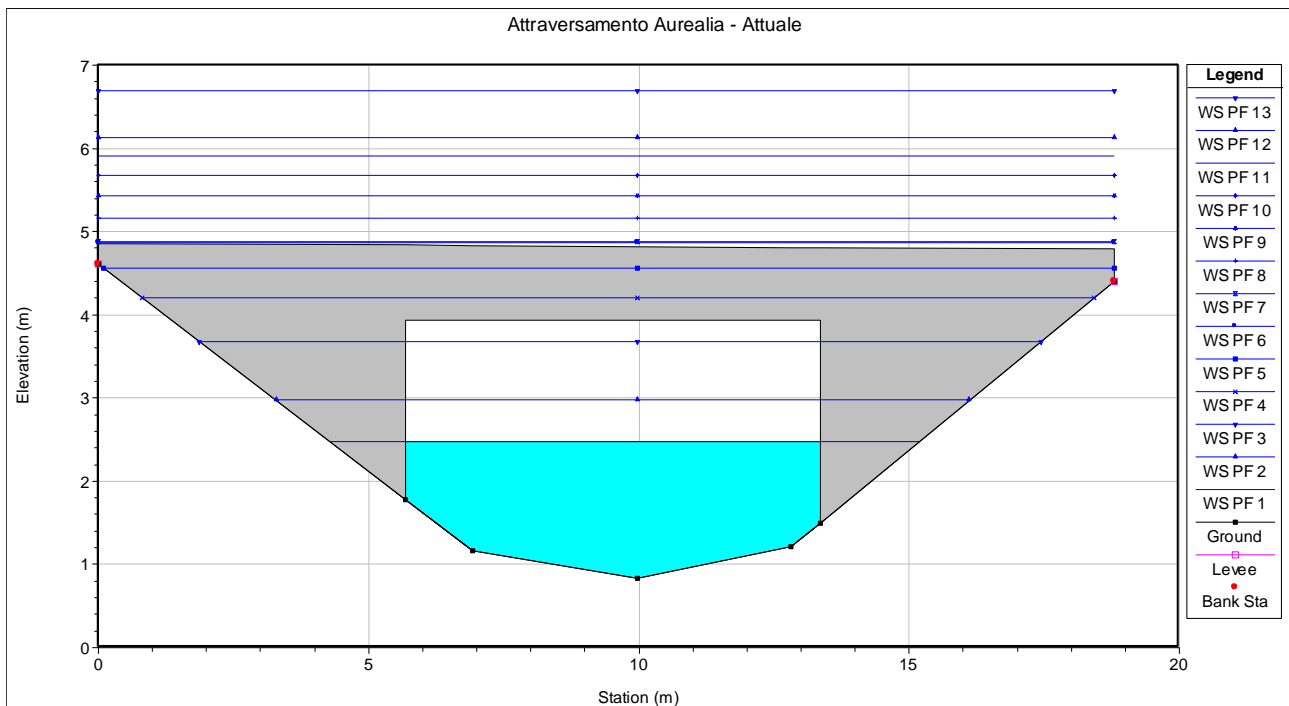
STATO ATTUALE

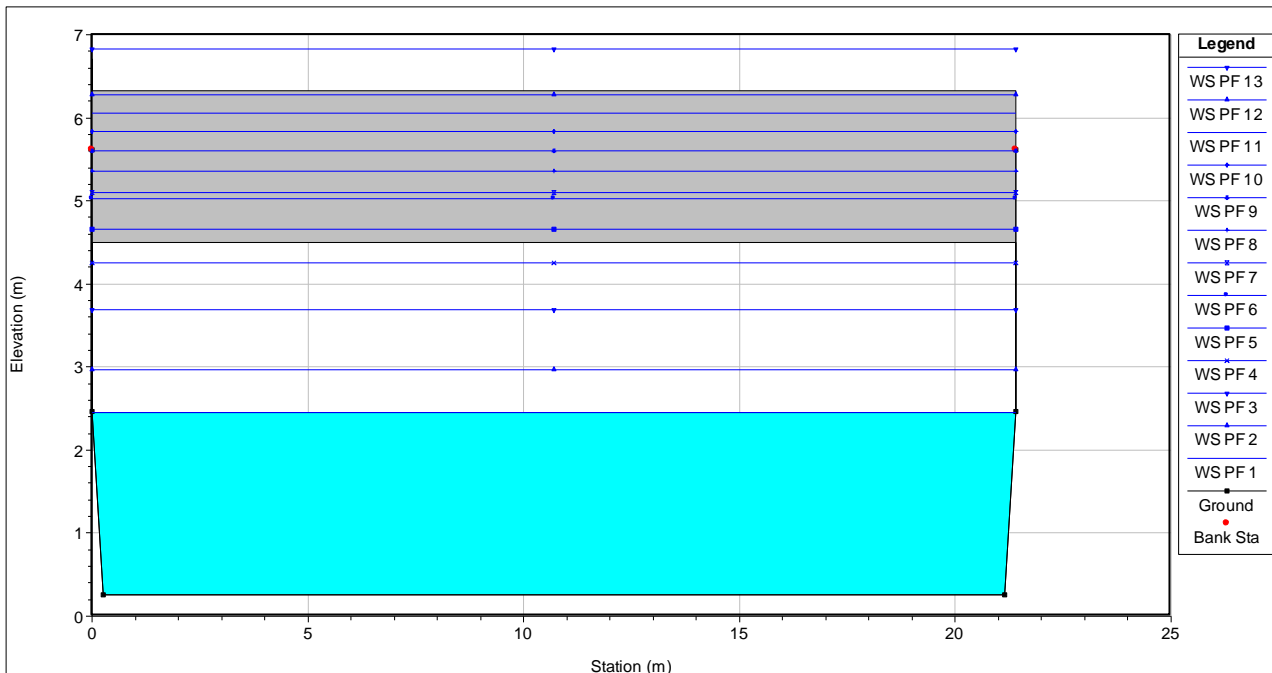
Allo stato di fatto del Collettore Orientale, cioè con il canale allo stato attuale e il ponte sull'Aurelia allo stato attuale i profili idraulici che si ottengono con portate variabili tra 5 m³/s fino a 136,5 m³/s, corrispondente alla portata con TR=200 anni sono rappresentati nella figura seguente.

In dettaglio le portate analizzate corrispondono a: 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 136,5 m³/s.



Analizzando la sezione idraulica in corrispondenza del ponte attuale si evidenzia che la portata in grado di transitare è pari orientativamente a circa 20 m³/s.





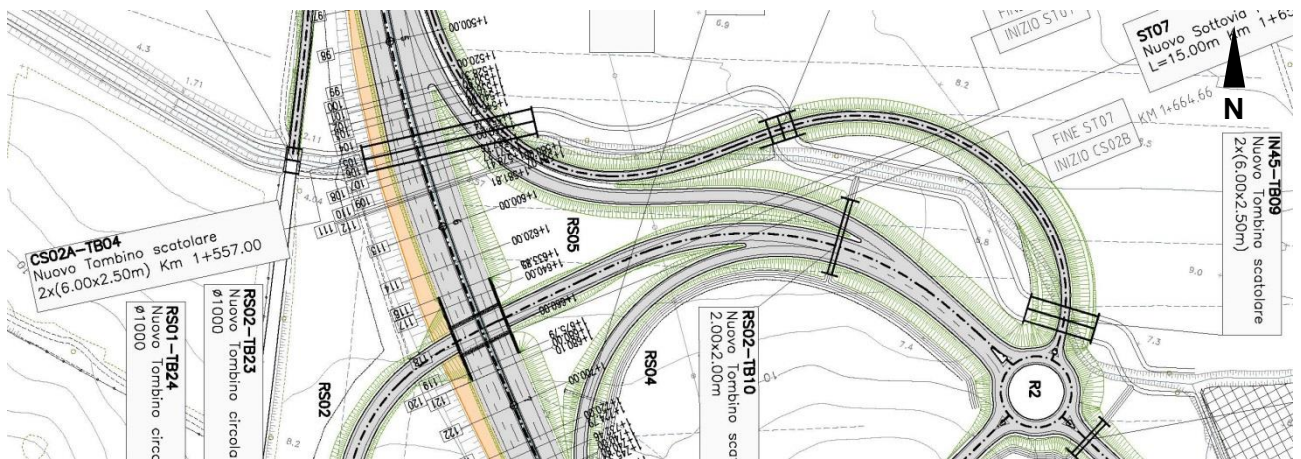
Il nuovo ponte garantisce il passaggio di portate al di sotto dell'impalcato fino a circa 30 m³/s, ma di fatto occorre rimarcare che l'intero alveo è in condizioni di criticità pertanto i tiranti che si instaurano non sono di fatto alterati dal nuovo ponte.

Sostanzialmente il modello è in grado di rappresentare correttamente la realtà finché, non si verificano esondazioni, in queste condizioni non c'è differenza di tirante perché le correnti sono rigurgitate, ma già per portate di 20-30 m³/s si verificano esondazioni e pertanto oltre tali valori la rappresentazione dei tiranti idrici non risultano più veritiere.

Osservando infatti i tiranti idrici a monte e a valle del ponte autostradale si osserva che rimangono pressoché inalterati rispetto alla condizione attuale, almeno fino a quando non si verificano esondazioni. Pertanto anche allargando il ponte dell'Aurelia non si hanno particolari benefici rispetto alle condizioni attuali in quanto l'alveo, caratterizzato da forti criticità idrauliche, non permette di apprezzarne i benefici.

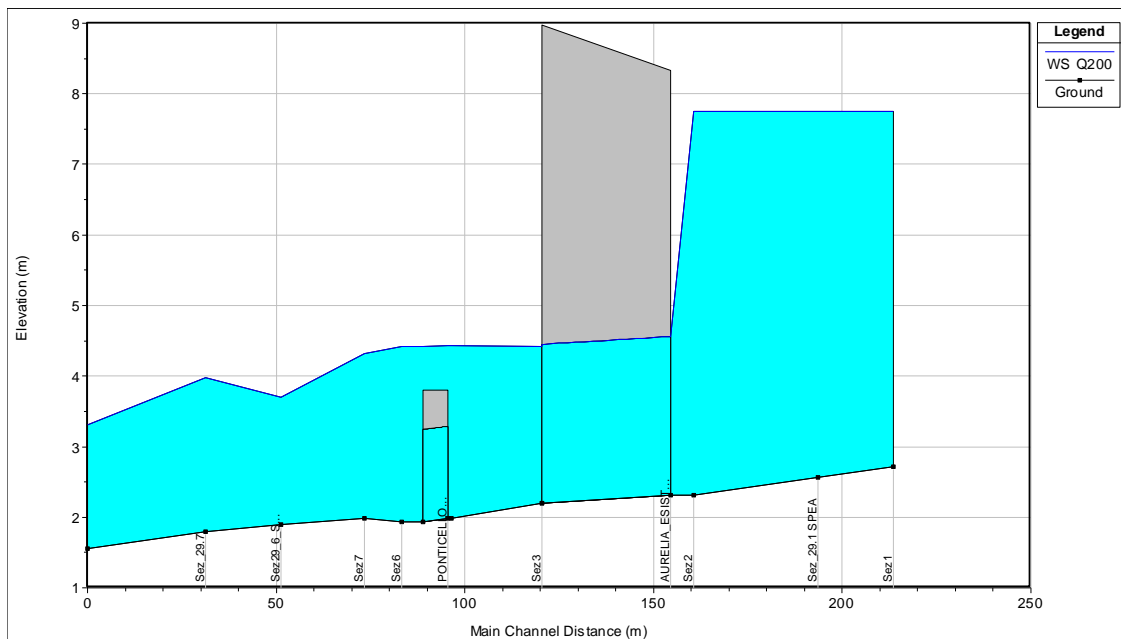
11 ALLEGATO 5 – VERIFICA ATTRAVERSAMENTO BUFALARECCIA

Per quanto riguarda il Bufalareccia viene realizzato un modello idraulico, attraverso il codice HEC-RAS, che evidenzia il profilo idraulico dell'alveo nello stato attuale rispetto al comportamento nel caso del nuovo attraversamento e della riprofilatura necessaria all'alveo. L'analisi idraulica viene condotta adottando la portata di progetto con TR=200 anni pari a 29.6 m³/s.



STATO ATTUALE

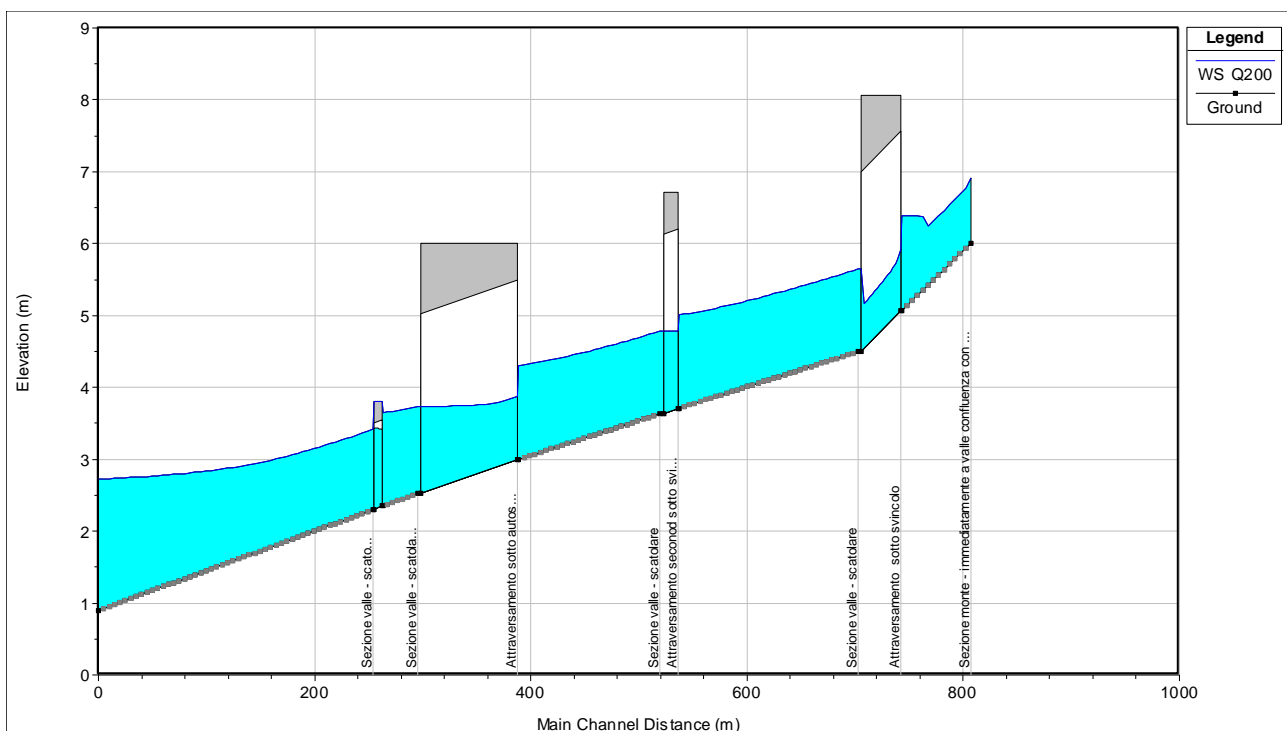
Nello stato attuale il profilo idraulico in corrispondenza dell'attraversamento dell'Aurelia è rappresentato nella figura seguente.



STATO DI PROGETTO

Nelle condizioni di progetto l'alveo rappresentato nel modello idraulico è relativo all'intero tratto riprofilato e pertanto presenta una estensione rispetto al profilo precedente incentrato sull'analisi dell'attraversamento dell'Aurelia.

Il profilo idraulico di progetto è rappresentato nella figura seguente.



L'alveo riprofilato e il manufatto di attraversamento dell'autostrada sono verificati rispetto alla portata TR200 che di fatto è contenuta negli argini e il franco di sicurezza del manufatto è superiore al metro.

12 ALLEGATO 6 – VERIFICA MANUFATTI DI ATTRAVERSAMENTO

PK. INTERFERENZA (Km)	CODIFICA RETICOLO REGIONALE (IDRETLR79)	NOME CORSO D'ACQUA INTERFERITO E TOMBINO DI RECAPITO	TIPO DI MANUFATTO DI ATTRAVERSAMENTO	Sotto Bacino di riferimento (Bacino di riferimento)	PORTATA BACINO TR200 (m3/s)	PENDENZA (m/m)	TIRANTE h (m)	Tipo sez	Bmin (m)	Hmax (m)	Ks (m1/3/s)	Qver (m3/s)	VELOCITA' (m/s)	FRANCO IDRAULICO (m)	GRADO RIEMP. (%)
1+980 lato est	-	TOMBINO svincolo	tombino scatolare Bxh = 3x2m	Bacino 2F_1F, parte del Bacino Fosso della Bufalareccia	9.00	0.030	0.54	RETT	3	2	60	9.000	5.59	1.46	26.81
2+120 lato est	-	TOMBINO strada esistente	tombino scatolare Bxh = 2x2m	Bacino 2F, 1F, parte del Bacino Fosso della Bufalareccia	3.50	0.020	0.45	RETT	2	2	60	3.500	3.89	1.55	22.50
2+740	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 2x2m	Bacino 3F	1.02	0.010	0.25	RETT	2	2	60	1.020	2.05	1.75	12.45
10+420	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m	Bacino 11 e 12 (Canale Principale 6)	1.66	0.001	0.63	RETT	2.5	2	60	1.660	1.06	1.37	31.33
10+600	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m	Bacino 12 (Canale Principale 6)	1.53	0.001	0.59	RETT	2.5	2	60	1.530	1.03	1.41	29.61
10+780	TS76601	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m	Bacino 12 (Canale Principale 6)	0.92	0.001	0.42	RETT	2.5	2	60	0.919	0.88	1.58	20.97
10+780	TS76601	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m sotto RAMP	Bacino 12 (Canale Principale 6)	0.92	0.001	0.42	RETT	2.5	2	60	0.919	0.88	1.58	20.97
10+940	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m	Bacino 12 (Canale Principale 6)	0.76	0.001	0.37	RETT	2.5	2	60	0.760	0.82	1.63	18.49
11+120	TS76652	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m	Bacino 12 (Canale Principale 6)	0.77	0.001	0.37	RETT	2.5	2	60	0.769	0.83	1.63	18.63
11+280	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m	Bacino 12 (Canale Principale 6)	0.88	0.001	0.41	RETT	2.5	2	60	0.880	0.86	1.59	20.37
11+460	TS76707	TOMBINO	2 tombini scatolari affiancati Bxh = 4x2m	Bacino 12 (Canale Principale 6)	1.11	0.001	0.21	RETT	8	2	60	1.110	0.65	1.79	10.63
11+580	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 4x2m	Bacino 12 (Canale Principale 6)	3.57	0.002	0.57	RETT	4	2	60	3.570	1.56	1.43	28.56
12+200	TS76842	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 6x2m	Bacino Monte FF SS (Canale Principale 5)	13.50	0.004	0.80	RETT	6	2	60	13.500	2.80	1.20	40.18
12+200	-	TOMBINO sotto FF.SS.	tombino scatolare Bxh = 6x2m	Bacino Monte FF SS (Canale Principale 5)	13.50	0.004	0.80	RETT	6	2	60	13.500	2.80	1.20	40.18
14+340	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m	Bacino 4 e parte del Bacino Monte FF SS (Canale principale 5)	7.00	0.003	1.19	RETT	2.5	2	60	7.000	2.36	0.81	59.32
14+340	-	TOMBINO sotto FF.SS.	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m	Bacino 4 e parte del Bacino Monte FF SS (Canale principale 5)	7.00	0.003	1.19	RETT	2.5	2	60	7.000	2.36	0.81	59.32
14+500	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m	Bacino 4	7.00	0.003	1.19	RETT	2.5	2	60	7.000	2.36	0.81	59.32
14+500	-	TOMBINO sotto FF.SS.	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m	Bacino 4	7.00	0.003	1.19	RETT	2.5	2	60	7.000	2.36	0.81	59.32
14+720	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m	parte del Bacino 5	7.00	0.003	1.19	RETT	2.5	2	60	7.000	2.36	0.81	59.31
14+720	-	TOMBINO sotto FF.SS.	tombino scatolare Bxh = 2.5x2m	parte del Bacino 5	7.00	0.003	1.19	RETT	2.5	2	60	7.000	2.36	0.81	59.31
15+160	TS77363	FOSSO DI SANTANGELO	tombino scatolare Bxh = 6x2m	Bacino 6 e parte del 5	10.00	0.002	0.83	RETT	6	2	60	10.000	2.01	1.17	41.42
15+520	-	TOMBINO	2 tombini scatolari affiancati Bxh = 6x2m	Bacino 7	19.24	0.003	0.68	RETT	12	2	60	19.240	2.36	1.32	33.93
15+520	-	TOMBINO sotto FF.SS.	2 tombini scatolari affiancati Bxh = 6x2m	Bacino 7	19.24	0.003	0.68	RETT	12	2	60	19.240	2.36	1.32	33.93
16+180	TS77493	TOMBINO	2 tombini scatolari affiancati Bxh = 6x2m	parte del Bacino 7 e Bacino 9	30.00	0.001	1.27	RETT	12	2	60	29.999	1.96	0.73	63.72
16+360	-	TOMBINO sotto FF.SS.	4 tombini scatolari affiancati Bxh = 6x2m	Bacino 7, 9, 11, 12	90.00	0.002	1.27	RETT	24	2	60	90.000	2.95	0.73	63.64
16+400	TS77521	TOMBINO	2 tombini scatolari affiancati Bxh = 6x2.5m	Bacino 11 e 12	57.00	0.005	1.15	RETT	12	2.5	60	57.000	4.14	1.35	45.91
18+680	-	TOMBINO	2 tombini scatolari affiancati Bxh = 6x2m	Bacini 13, 14, 15, 16	20.00	0.001	0.98	RETT	12	2	60	20.000	1.70	1.02	49.15
18+680	-	TOMBINO sotto FF.SS.	2 tombini scatolari affiancati Bxh = 6x2m	Bacini 13, 14, 15, 16	20.00	0.001	0.98	RETT	12	2	60	20.000	1.70	1.02	49.15
19+700	TS77976	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 6x2m	Bacino 20 e parte del Bacino 24	15.00	0.001	1.37	RETT	6	2	60	15.000	1.82	0.63	68.59
19+700	-	TOMBINO sotto FF.SS.	2 tombini scatolari affiancati Bxh = 6x2m	Bacino 20 e parte del Bacino 24	15.00	0.001	0.82	RETT	12	2	60	15.000	1.53	1.18	40.97
20+140	TS78009	FOSSO DEI TRE CONFINI	3 tombini scatolari Bxh = 6x2m	Bacino 24	44.00	0.002	0.99	RETT	18	2	60	44.000	2.48	1.01	49.29
20+360	-	TOMBINO	2 tombini scatolari affiancati Bxh = 6x2.5m	parte del Bacino 24 e parte del Bacino 25	30.00	0.002	1.02	RETT	12	2.5	60	30.000	2.45	1.48	40.82
20+400	-	TOMBINO sotto FF.SS.	4 tombini scatolari affiancati Bxh = 6x2m	Bacino 24, 25, parte del 28, 43, parte del 40	88.00	0.002	1.25	RETT	24	2	60	88.000	2.92	0.75	62.75
20+620	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 4x3m	Bacino 25 e parte del Bacino 28	14.00	0.010	0.83	RETT	4	3	60	14.000	4.21	2.17	27.72
20+780	-	TOMBINO Rotoria OVEST	tombino scatolare Bxh = 2x2m	Bacini 43 e parte del Bacino 40	2.04	0.001	0.89	RETT	2	2	60	2.040	1.15	1.11	44.43
21+740	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 3x2m	Bacino 28	2.00	0.010	0.29	RETT	3	2	60	2.000	2.32	1.71	14.35
21+940	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 3x2m	Bacino 26, parte del 28 e parte del 29	3.00	0.010	0.37	RETT	3	2	60	3.000	2.68	1.63	18.65
22+229	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 3x2m	Bacino 29	1.30	0.010	0.22	RETT	3	2	60	1.300	1.99	1.78	10.91
23+060	-	TOMBINO	2 tombini scatolari Bxh = 3x2m	Bacini 41, 42	6.00	0.005	0.44	RETT	6	2	60	6.000	2.25	1.56	22.20
23+940	-	TOMBINO	tombino scatolare Bxh = 6x2m	Bacini 27, 41, 42	31.00	0.005	1.30	RETT	6	2	60	31.000	3.97	0.70	64.99

13 ALLEGATO 7 – VERIFICA CANALIZZAZIONI PRINCIPALI

POSIZIONE (Est/Ovest)	PROGR. MONTE (Km)	PROGR. VALLE (Km)	TIPOLOGIA CANALE	PORTATA Tr = 200 (mc/s)	PENDENZA (m/m)	TIRANTE h (m)	Tipo sez	Bmin (m)	m (-)	Hmax (m)	Ks (m1/3/s)	Qver (m3/s)	VELOCITA' (m/s)	FRANCO IDRAULICO (m)	GRADO RIEMP. (%)
EST	2+500	2+360	canale ad U rivestito Bxh 1.5x1.5m	0.56	0.010	0.21	RETT	1.5		1.5	60	0.56	1.79	1.29	13.90
EST	2+360	2+199	canale ad U rivestito Bxh 2x2m	2.30	0.001	0.97	RETT	2		2	60	2.30	1.18	1.03	48.57
EST	2+199	2+120 a monte tomb viabilità minore	canale ad U in gabbioni Bxh 2x1.5m	3.50	0.020	0.51	RETT	2		1.5	50	3.50	3.43	0.99	34.01
EST	2+120 a valle tomb viabilità minore	in affiancamento viabilità minore	canale ad U in gabbioni Bxh 2.5x1.5m	6.00	0.010	0.78	RETT	2.5		1.5	50	6.00	3.07	0.72	52.13
EST	in affiancamento viabilità minore	Bufalareccia	canale ad U in gabbioni Bxh 2.5x1.5m	9.00	0.030	0.71	RETT	2.5		1.5	50	9.00	5.10	0.79	47.10
EST	2+500	2+760	canale ad U rivestito Bxh 1.5x1.5m	1.02	0.004	0.43	RETT	1.5		1.5	60	1.02	1.59	1.07	28.47
EST	2+900	3+030	canale ad U rivestito Bxh 1.5x1.5m	0.88	0.030	0.20	RETT	1.5		1.5	60	0.88	3.00	1.30	13.04
EST	3+030	3+200	canale ad U rivestito Bxh 1.5x1.5m	2.17	0.070	0.27	RETT	1.5		1.5	60	2.17	5.39	1.23	17.90
EST	3+200	3+340	canale ad U rivestito Bxh 1.5x1.5m	2.56	0.040	0.36	RETT	1.5		1.5	60	2.56	4.70	1.14	24.23
EST	3+340	3+440	canale ad U rivestito Bxh 1.5xvar. (h min. 2m)	3.05	0.025	0.48	RETT	1.5		2	60	3.05	4.20	1.52	24.22
EST	3+440	3+500	canale ad U rivestito Bxh 1.5x1.5m	3.05	0.150	0.26	RETT	1.5		1.5	60	3.05	7.78	1.24	17.42
EST	3+500	3+590	canale ad U in gabbioni Bxh 2.5x1.5m	4.70	0.050	0.38	RETT	2.5		1.5	50	4.70	4.93	1.12	25.45
EST	3+590	3+940	canale trapezio 3:2 filtro 2.25x6.0x2.25x1.5H	4.70	0.010	0.62	TRAP	6	1.5	1.5	17	4.70	1.10	0.88	41.16
OVEST	2+800	collegamento fosso a nord	canale ad U rivestito Bxh 1.5x1.5m	1.60	0.100	0.20	RETT	1.5		1.5	60	1.60	5.47	1.30	13.00
OVEST	2+900	3+080	canale ad U rivestito Bxh 1.5x1.5m	1.26	0.035	0.24	RETT	1.5		1.5	60	1.26	3.57	1.26	15.70
OVEST	3+080	3+240	canale ad U rivestito Bxh 1.5xvar. (h min. 2m)	1.60	0.010	0.42	RETT	1.5		2	60	1.60	2.51	1.58	21.22
OVEST	3+240	3+345	canale ad U rivestito Bxh 1.5x1.5m	1.60	0.020	0.33	RETT	1.5		1.5	60	1.60	3.19	1.17	22.26
OVEST	3+345	3+460	canale ad U rivestito Bxh 1.5x1.5m	1.60	0.020	0.33	RETT	1.5		1.5	60	1.60	3.19	1.17	22.26
OVEST	3+460	3+500	canale ad U rivestito Bxh 1.5x1.5m	1.60	0.100	0.20	RETT	1.5		1.5	60	1.60	5.47	1.30	13.00
EST	17+620	16+400	canale scatolare Bxh 7.5x2.5m	57.00	0.0035	1.85	RETT	7.5		2.5	60	57.00	4.10	0.65	74.17