



REGIONE MARCHE

GIUNTA REGIONALE
INFRASTRUTTURE, TERRITORIO E PROTEZIONE CIVILE

SETTORE INFRASTRUTTURE E VIABILITA'

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

REALIZZAZIONE DELLA BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO SANT'ELPIDIO

Lungotenna da San Marco a svincolo autostradale A14 Porto S. Elpidio (FM)

CUP B49J21005500002

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI IMPRESE

MANDATARIA



MANDANTI



DOTT. GEOL. GIOVANNI MANCINI
DOTT. ARCHEOL. LUCA FORNARI
DOTT. AGR. EMILIANO POMPEI

RESPONSABILE UNICO
DEL PROCEDIMENTO
Arch. Cinzia Napolitano

RESPONSABILE DELLE
INTEGRAZIONI
SPECIALISTICHE
Ing. Stefano Luca Possati

PROGETTISTA ING. STEFANO LUCA POSSATI

TITOLO DELL'ELABORATO

Relazione di compatibilità idraulica preliminare

CODICE ELABORATO

15347-PFTE-00-IDR-RPT-002

REV.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
01	08/11/2024	Seconda emissione	SDP	API	SPO
00	10/10/2024	Prima emissione	SIE	API	SPO

scala	commessa	fase	disciplina	tipo	seq.
-	15347	PFTE	IDR.	RPT	002

<p><i>Mandataria:</i></p>  <p>3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.</p>	<p><i>Mandanti:</i></p>  <p>BRIDGE CONSULTING DSD</p>	 <p>EN.AR. Conti srl Engineering & ARchitecture</p>	<p><i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i></p> <p><i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i></p> <p><i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i></p>
---	--	--	---



Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. NORMATIVA	5
3. ASPETTI GEOLIGICI E GEOMORFOLOGICI DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO	8
3.1. Analisi di processi erosivi nei tratti interessati dall'intervento in oggetto	8
4. CARATTERISTICHE DELL'AREA DI INTERVENTO	10
5. LA PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA	13
6. IL PGRA – PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI	16
OBIETTIVI E CRITERI DELLA PROGETTAZIONE.....	19
7. IDROGRAFIA DEI LUOGHI.....	20
8. STUDIO IDROLOGICO DEL FIUME TENNA – DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA ...	21
8.1. METODOLOGIA GENERALE	21
8.2. MODELLO IDROLOGICO	21
8.3. MODELLO METEOROLOGICO.....	23
8.3.1 La simulazione idrologica dei bacini con il software Hec-Hms	24
8.3.2 Risultati della modellazione idrologica	25
8.3.3 La simulazione idrologica in HEC-HMS.....	27
9. STUDIO IDROLOGICO DEI BACINI MINORI DEI FOSSI TRIBUTARI DEL TENNA PRESENTI NEL TRATTO TRA CAMPIGLIONE E LA FOCE - DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA.....	33
10. ANALISI IDRAULICA.....	34
10.1. INTERFERENZE CON I CORSI D'ACQUA RILEVATI	34
10.1.1 INTERFERENZA CON IL FIUME TENNA.....	34
10.1.2 INTERFERENZA CON IL FOSSO VALLASCIANO.....	35
10.2. DESCRIZIONE DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA.....	36
10.3. IL DOMINIO DI CALCOLO	38
11. I RISULTATI DELLA MODELLAZIONE.....	41
11.1. SEZIONI LUNGO IL FIUME TENNA	46
11.2. SEZIONI LUNGO IL FOSSO VALLASCIANO	53
12. IDROLOGIA LOCALIZZATA NELL'AREA D'INTERVENTO	60
12.1. Trasformazione afflussi deflussi.....	63
13. RISULTATI E VERIFICA DELLE OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA.....	66

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



13.1.	Caratteristiche del bacino scolante	66
13.2.	Opere di compenso	68
13.2.1	Opere di compenso Bacino A	69
13.2.2	Opere di compenso Bacino B	69
13.2.3	Opere di compenso Bacino C	70
14.	CONCLUSIONI	72

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>



1. PREMESSA

La presente relazione di compatibilità idraulica preliminare dell'intervento è parte integrante del progetto di fattibilità tecnico economica per la realizzazione della Bretella di collegamento Lungotenna - Porto S. Elpidio.

L'intervento consiste nella realizzazione del collegamento tra l'uscita A14 Porto Sant'Elpidio con via Del Commercio (SP204 Lungotenna) e quindi la SP 224, il collegamento è costituito da un tratto in viadotto, l'attraversamento del fiume Tenna con un ponte con struttura ad arco, un tratto in rilevato stradale ed infine dalla rotatoria di collegamento alla viabilità esistente.

La presente relazione idraulica ha come scopo la determinazione della compatibilità dell'opera con l'assetto idraulico dell'area in cui va ad inserirsi, quindi l'eventuale variazione dei battenti idraulici sul fiume Tenna o con del fosso Vallasciano a seguito delle nuove opere. Si andrà ad indagare inoltre l'eventuale variazione delle aree soggette ad allagamento, registrate all'interno del PAI.

Si è effettuato lo studio idrologico del bacino del fiume Tenna ai fini della determinazione delle portate di massima piena attese per i TR 10, 20, 50, 100 e 200 anni, mediante la definizione di un modello di simulazione numerica definito utilizzando il software HEC-HMS (Hydrologic Medelling System) predisposto dall'Hydrologic Engineering Center dell'Esercito degli USA. Oltre alle portate affluenti al fiume Tenna si sono determinate anche le portate dei diversi affluenti che insistono nelle aree limitrofe all'intervento.

Lo studio idrodinamico viene effettuato per l'evento di piena atteso con tempo di ritorno di 200 anni per il Fiume Tenna ed affluenti, presenti nell'area di intervento. Le modellazioni riportate sono state eseguite implementando una corrente in un moto vario con uno schema bidimensionale. La modellazione viene eseguita mediante l'implementazione di appositi modelli idraulici redatti con il software HEC-RAS sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers.

Al termine della presente relazione si riporta inoltre la verifica dell'adeguatezza delle opere di compenso previste al fine di mitigare l'impermeabilizzazione del suolo derivante dall'intervento.

L'intervento interessa una superficie totale di circa 58 300 m² dei quali solo 1 200 m² vengono occupati dal nuovo anello rotatorio previsto lungo la strada provinciale 204 Lungotenna, 5 400 m² vengono occupati dal nuovo viadotto che si collega all'anello rotatorio su via Andrea Gagliardini

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



mentre 51 700 m² dal rilevato stradale della bretella. Al fine di rendere idraulicamente equivalente l'area si rende necessaria la redazione della valutazione di compatibilità idraulica che adegui l'intera area oggetto d'intervento a quanto stabilito dalla normativa.

Scopo dello studio è quello di valutare le misure compensative in rapporto alla capacità di scarico sul terreno. Visto il tipo di terreno permeabile presente nel sito, e nota la quota della falda, si decide di recapitare le portate meteoriche raccolte al corpo idrico posto a est dell'area d'intervento non superando allo scarico la portata di 10 l/s ha. Vista la natura permeabile del suolo, gran parte delle portate verranno infiltrate al suolo per mezzo di fossati che fungono da volumetrie d'invaso.

Vista l'estensione dell'intervento, e la sua natura, sottostando alle disposizioni normative non risulta necessario il trattamento delle acque di prima pioggia precipitate nell'area.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



2. NORMATIVA

Si applica la L.R. L.R. 23 novembre 2011, n. 22- Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico e modifiche alle leggi regionali 5 agosto 1992, n. 34 "norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio" e 8 ottobre 2009, n. 22 "Interventi della regione per il riavvio delle attività edilizie al fine di fronteggiare la crisi economica, difendere l'occupazione, migliorare la sicurezza degli edifici e promuovere tecniche di edilizia sostenibile" (art. 10, comma 4). In particolare, si sono osservate le linee guida dei "CRITERI, MODALITÀ E INDICAZIONI TECNICO-OPERATIVE PER LA REDAZIONE DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PER L'INVARIANZA IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI (Delibera di Giunta Regionale n. 53 del 27/1/2014)".

Si fa inoltre riferimento specifico alle norme tecniche di attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, mirando a soddisfare i due seguenti obiettivi principali:

- Assicurare la sicurezza idraulica dell'infrastruttura a fronte di eventi meteorici riferiti ad un tempo di ritorno pari a 200 anni, mediante la definizione di un profilo altimetrico al di sopra dei battenti idrici attesi, sia in alveo che nelle aree golenali o di espansione;
- Assicurare l'invarianza idraulica delle macro-aree interessate dalla realizzazione della nuova infrastruttura, con particolare attenzione a:
 - Garantire continuità ai corsi d'acqua principali e secondari mediante la realizzazione di attraversamenti idraulici in modo da non rendere il nuovo rilevato stradale un ostacolo al libero deflusso delle acque e da mantenere una corretta regimazione idrografica dell'intera area;
 - Far fronte all'impermeabilizzazione di nuove aree prevedendo opere di mitigazione del rischio idraulico indotto dal nuovo asse viario mediante realizzazione di bacini di laminazione che consentono il deflusso controllato nei corsi d'acqua e fossi recettori.

Il progetto prevede l'attraversamento del Fiume Tenna mediante ponte ad arco, senza pile in alveo. Questa soluzione consente alla nuova opera di non interferire con le aree di esondazione del corso d'acqua ed evitare interferenze con il deflusso delle piene straordinarie.

Inoltre, sono state consultate le seguenti pubblicazioni:

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



- La geologia delle Marche - Studi Geologici Camerti – Numero Speciale - (E. Centamore & G. Deiana - 1986)
- Evoluzione geomorfologia recente e processi in atto nell'alveo del Fiume Tenna– Catania, (A. Conti, F. Dramis e B. Gentili - 1983)
- Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano stralcio per il rischio idrogeologico, ai sensi degli artt. 2 ter, 3,4,6,8,9,10,11 del Piano - Adottata dal Comitato Istituzionale con delibera n.3/2 del 20/10/2003 – Regione Emilia Romagna [Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli]

Le Legislazioni Comunitarie, Nazionali e Regionali recepiscono il principio dell'invarianza idraulica a tutela dell'ambiente e dei cittadini con l'emanazione di Direttive e Norme che impongono una maggiore attenzione per la difesa del suolo. Vengono, per esempio, definiti i volumi di stoccaggio che devono essere mantenuti, prima e dopo l'intervento di urbanizzazione - volumi che dipendono dal corso d'acqua dove vanno a defluire le acque meteoriche.

Nel caso in esame oltre alla normativa nazionale Decreto Legislativo n. 152 del 03/04/2006 - "Norme in materia ambientale". Per quanto riguarda la qualità delle acque si applicano inoltre le "norme tecniche di attuazione" (sezione D) al Piano di tutela delle Acque (PTA) approvato dalla Regione Marche con delibera DACR n.145 del 26/01/2010. Per quanto riguarda invece la quantità delle acque meteoriche precipitate si applica la Legge regionale 30 novembre 2023, n. 19 «Norme della pianificazione per il governo del territorio» prevede, al Titolo VII, Capo II, «Disposizioni in materia di assetto idrogeologico del territorio» e, in particolare, all'articolo 31.

Il successivo comma 5 conferisce alla Giunta regionale mandato a stabilire "CRITERI per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di cui al comma 1, nonché le modalità operative e le indicazioni tecniche relative ai commi 2 (n.d.r. verifica di compatibilità idraulica) e 3 (n.d.r. verifica dell'invarianza idraulica)".

La materia era precedentemente disciplinata dalla L.R. 23 novembre 2011, n. 22, abrogata dall'art. 35, comma 1., lett. m), della citata l.r. 19/2023 che, in sintesi, riconferma i medesimi contenuti della legge abrogata. L'art. 33, comma 10, della medesima legge 19/2023 prevede che, fino all'applicazione dei corrispondenti atti attuativi della medesima, continuino ad applicarsi gli atti regionali di indirizzo e gli atti finalizzati all'applicazione delle disposizioni abrogate che risultano compatibili. Si considera quindi il D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



17/02/2014), all'interno del quale si procede a definire le modalità operative e le indicazioni tecniche, richieste dall'art. 10, comma 4 della legge regionale 22/11, per l'individuazione delle compensazioni atte all'ottenimento dell'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali.

Per quanto riportato nei criteri e accorgimenti tecnici per la realizzazione delle misure per l'invarianza idraulica (DGR 53 27/1/2014 linee guida "B") punto B.3 l'intervento in oggetto viene inquadrato come "significativa impermeabilizzazione potenziale" andando ad interessare una superficie compresa tra 1 e 10 ha.

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>



3. ASPETTI GEOLIGICI E GEOMORFOLOGICI DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO

La Bretella di collegamento Lungotenna - Porto S. Elpidio si sviluppa quasi totalmente in sponda destra del Fiume Tenna per poi attraversarlo al fine di collegarsi alla rotatoria del casello Autostradale di Porto Sant'Elpidio.

Lo studio geologico-geomorfologico è stato finalizzato alla verifica delle attuali condizioni delle sponde del Tenna accertando i processi in corso legati, pressoché esclusivamente, alla dinamica fluviale.

In generale l'attuale morfologia del bacino del fiume Tenna è frutto, principalmente, all'interferenza tra il generale sollevamento dell'area compresa tra i monti Sibillini e il litorale Adriatico (iniziata nel Pliocene superiore) e le diverse fasi climatiche che si sono succedute nel Quaternario. Una generalizzata erosione areale nei periodi di clima freddo consentiva un deposito diffuso di materiale clastico che veniva intensamente inciso in condizioni climatiche migliori. Nell'Olocene si è aggiunto il fattore antropico a quelli climatici e tettonici; un massiccio disboscamento ha innescato processi di erosione sui versanti dando luogo al fenomeno di alluvionamento del fondovalle. Recentemente, a partire cioè dagli anni '60, una sostanziale stabilità dell'alveo del Tenna è stata interrotta quando è stata intrapresa una intensa e generalizzata estrazione di inerti dall'alveo del fiume. Tale processo, conclusosi all'incirca a metà degli anni '70, ha comportato un generale approfondimento dell'alveo del Tenna, fino ad incidere pesantemente il substrato marino argilloso, e dando luogo ad un evidente arretramento della linea di costa principalmente in prossimità della foce.

Il tratto di studio è interessato dal corpo alluvionale del Tenna caratterizzato prevalentemente da sedimenti ghiaioso-sabbiosi con intercalazioni limose e limoso-sabbiose di spessore non superiore a 1,5-2,0 ml. Complessivamente il corpo alluvionale presenta spessori variabili da 8-10 ml a 20-25 ml.

3.1. Analisi di processi erosivi nei tratti interessati dall'intervento in oggetto

Nel tratto a valle dell'intervento tra la foce del fiume Tenna ed il ponte della A14 non sono stati rilevati particolari processi di erosione delle sponde. Nel tratto iniziale, fino alla statale Adriatica, sono presenti argini antropici. Nella porzione presa in considerazione la sponda dx del fiume non presenta particolari fenomeni erosivi salvo piccolissime e limitate incisioni laterali non sempre cartografabili.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



A monte del tratto in cui si prevede di effettuare l'attraversamento del fiume Tenna i principali fenomeni di incisione ed erosione di sponda sono collocati in sponda destra. Sono fenomeni che si sono ripetuti nel tempo; per il loro contenimento nella parte rettilinea sono state realizzate, nel tempo, delle opere di difesa spondale con traverse e blocchi in c.a. che sono state rimosse e distrutte nel corso delle maggiori piene. Dirimpetto all'impianto SOCAB, sempre in sponda destra, sono stati rilevati fenomeni in intensa erosione concentrata con la creazione di nicchie di distacco di altezza considerevole. In questo tratto la sponda sinistra non è oggetto di particolari fenomeni erosivi; in alcuni tratti, in prossimità della grande ansa, sono evidenti affioramenti delle argille marine del substrato.

Mandataria:		Mandanti:	
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



4. CARATTERISTICHE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'intervento in oggetto si sviluppa all'interno del comune di Fermo ed il comune di Porto Sant'Elpidio. Il sedime su cui si sviluppa la nuova viabilità è attualmente occupato da diversi fondi agricoli coltivati. L'area d'intervento risulta degradante verso nord, e si posiziona ad una quota di + 13,00 m s.l.m. m. I principali corsi d'acqua presenti nell'area sono il fiume Tenna, che viene anche attraversato dall'infrastruttura di progetto ed il fosso Vallasciano che scorre ad est.

Nella **Error! Reference source not found.** è localizzata l'area d'intervento su foto satellitare, con riportata l'idrografia principale e la viabilità esistente.

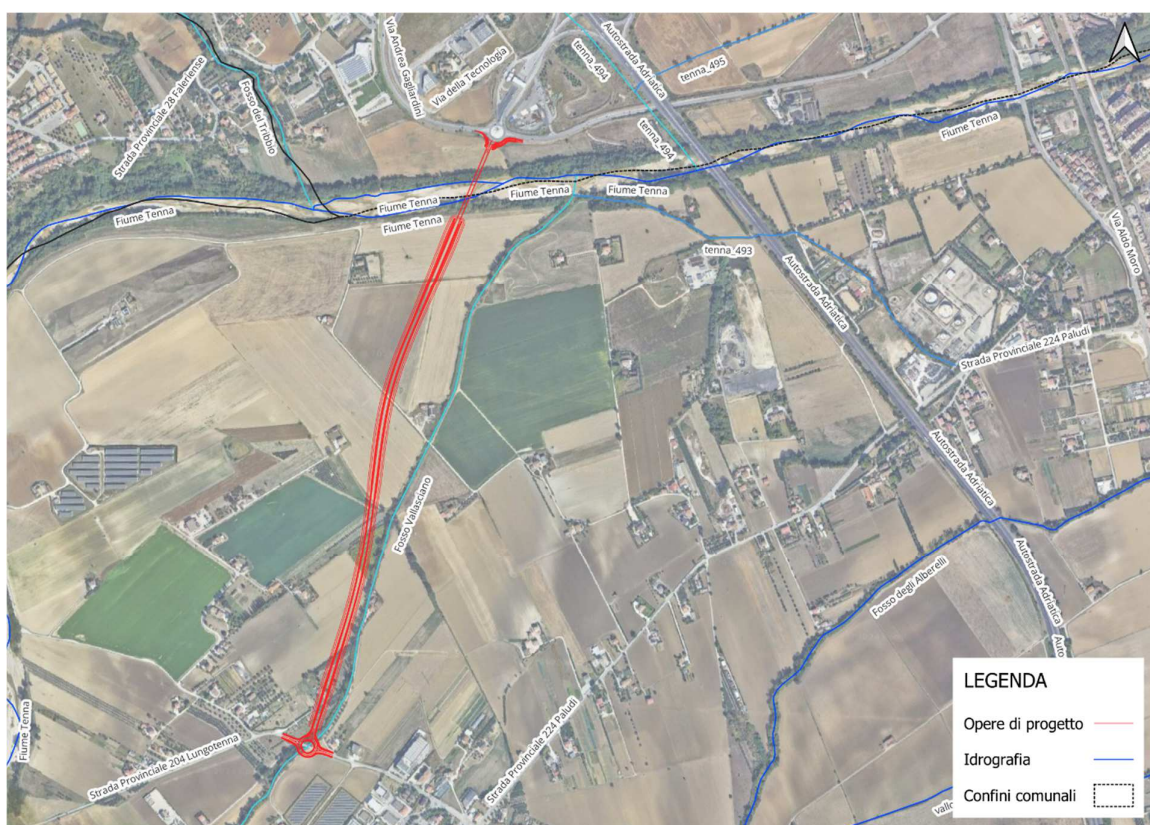


Figura 1-Localizzazione intervento su foto satellitare

L'area interessata dall'opera in progetto è pianeggiante, caratterizzata dalla presenza di un reticolo di bonifica e corsi d'acqua censiti nel reticolo idrografico regionale. L'uso del suolo in questa area è prevalentemente agricolo, con la presenza molto estesa di campi coltivati intorno ai piccoli abitati.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
		Dott. Geol. Giovanni Mancini	
		Dott. Archeol. Luca Fornari	
		Dott. Agr. Emiliano Pompei	



In merito all'amministrazione consortile, l'area interessata alla progettazione rientra nel Comprensorio D del Consorzio di Bonifica delle Marche. Dal SIT del consorzio non si ha evidenza della presenza di un reticolo idrografico in diretta gestione al consorzio.



Figura 2-Stralcio delle mappe del SIT del Consorzio di Bonifica delle Marche

Come si può osservare dalle figure precedenti, la principale interferenza idraulica con i corsi d'acqua codificati è una: il Fiume Tenna ed il fosso Vallasciano.

A questa interferenza si aggiungono alcune interferenze con altre linee d'acqua minori, come fossi e scoline non censite ma presenti e interferenti con l'asse stradale e di cui occorre assicurare continuità idraulica anche in condizioni post operam e che andranno meglio indagate con rilievi topografici di dettaglio.

Per quanto concerne l'aspetto geologico, come analizzato in dettaglio in precedenza, l'area è interessata dal corpo alluvionale del Tenna caratterizzato prevalentemente da sedimenti ghiaioso-

Mandataria:		Mandanti:	
 <div>3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.</div>		 <div></div>	Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



sabbiosi con intercalazioni limose e limose-sabbiose di spessore non superiore a 1,5 -2,00 m. Complessivamente il corpo alluvionale presenta spessori variabili da 8-10 m a 20-25 m. Nell'area in esame la quota della falda mediamente si attesta alla profondità di +4,00 m rispetto al piano campagna.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



5. LA PIANIFICAZIONE SOVRAORDINATA

Il Piano di gestione del Rischio Alluvioni, redatto in forza della direttiva 2007/60 recepita nell'ordinamento italiano dal D. lgs. n. 49/2010, è stato approvato dal Presidente del Consiglio dei Ministri con DPCM Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017.

Il Piano è stato preceduto, come previsto dalle normative sopra ricordate, da una lunga fase di attività preparatorie tra le quali – la più importante – la fase di mappatura della pericolosità e del rischio del Distretto idrografico dell'Appennino centrale.

L'articolazione territoriale del Distretto è stata definita con il D. Lgs 152/2006 e comprendeva allora:

- Tevere, già bacino nazionale ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Tronto, già bacino interregionale ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Sangro, già bacino interregionale ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Bacini del Lazio, già bacini regionali ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Bacini dell'Abruzzo, già bacini regionali ai sensi della legge n. 183 del 1989;
- Potenza, Chienti, Tenna, Ete, Aso, Menocchia, Tesino e bacini minori delle Marche, già bacini regionali ai sensi della legge n. 183 del 1989.

Il Piano è stato quindi elaborato per questo territorio con le relative mappe di pericolosità e di rischio.

Successivamente la L.221/2015 ha modificato l'articolazione dei distretti idrografici precedentemente definiti con il D.Lgs.152/2006 assegnando al Distretto dell'Appennino i bacini dei seguenti fiumi che appartenevano fino ad allora al Distretto dell'Appennino settentrionale:

- Fiora, già bacino interregionale ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183;
- Foglia, Arzilia, Metauro, Cesano, Misa, Esino, Musone e altri bacini minori, già bacini regionali ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183.

Il nuovo assetto amministrativo consente, ai sensi dell'art. 4 comma 2 del DM 294/2016, di avere all'interno di ciascun Distretto un'unica Autorità competente ai sensi dell'art. 3.2(a) della direttiva 2007/60/CE e dell'art. 3.1 del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n.49.

L'art. 4 al comma 2 del DM 294/2016 ha stabilito che l'Autorità di bacino distrettuale sia "Autorità Competente" (CA) ai sensi dell'art. 3 della Direttiva Quadro Acque (Dir. 2000/60/CE) e dell'art. 3 della FD. Inoltre, la stessa L. 221/2015 all'art. 51 comma 4 fissa la data di entrata in vigore del DM come limite temporale per la soppressione delle Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



di cui alla legge 183/1989. Pertanto dal 17 febbraio 2017 le uniche autorità di bacino vigenti sono quelle Distrettuali, aventi la natura giuridica di enti pubblici non economici, le quali svolgono il ruolo di “primeCompetentAuthority” ai fini degli adempimenti delle Direttive Acque e Alluvioni. A queste 7 CA si affiancano ulteriori autorità competenti con ruoli e funzioni diverse (“otherCompetentAuthority”): le Regioni e Province Autonome (n. 21 CA), il MATTM, l’ISPRA e il DPC per un totale di 31 CA.

Lo strato informativo “Limiti Amministrativi delle Autorità di Bacino Distrettuali”, così come il layer delle Unit of Management, sono stati pubblicati sul Geoportale Nazionale e sono scaricabili attraverso specifici servizi di rete.

A seguito delle modifiche sopra riportate il Distretto dell’Appennino centrale ha attualmente un’estensione di 42.506 km². Entro i suoi confini sono compresi i territori appartenenti alle seguenti Regioni:

Emilia Romagna	Molise	Toscana	Umbria	Marche	Abruzzo	Lazio
0,1%	0,3 %	4,1 %	19,6 %	21,8 %	21,8 %	32,2 %

Il Distretto è suddiviso nei seguenti bacini che costituiscono UoM ai fini degli adempimenti della FD:

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
		<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>	
		<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>	
		<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>	



euUOMCode	euUOMName	AREA (km2)
ITN010	Tevere	17.186
ITIO14	Fiora (*)	827
ITIO23	Sangro	1.747
ITIO28	Tronto	1.191
ITR111	Regionale Marche(**)	8.578
ITR131	Regionale Abruzzo	6.765
ITR121	Regionale Lazio	5.983

(*) *ex Distretto Appennino Settentrionale*

(**) *in parte ex Distretto Appennino Settentrionale*

L'area oggetto di studio rientra all'interno della UoM ITR111 Regionale Marche.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
		Dott. Agr. Emiliano Pompei	



6. II PGRA – PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI

Gli elaborati di aggiornamento del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione sono stati esaminati e condivisi nella seduta della Conferenza Operativa del 15 dicembre 2021, che ha espresso al riguardo parere favorevole.

Con il parere n. 12 del 26 marzo 2021 la Commissione tecnica VIA VAS aveva escluso il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto dell'Appennino Centrale dall'assoggettabilità a VAS fornendo alcune osservazioni/prescrizioni recepite mediante la presente relazione integrativa nel Piano gestione Rischio Alluvioni in adozione.

Infine, in data 20 dicembre 2021 con Delibera n.27/2021 la Conferenza Istituzionale Permanente ha adottato l'aggiornamento del PGRA ai sensi degli art.65 e 66 del D.Lgs 152/2006.

Tra gli elementi costitutivi dei PGRA, le mappe di pericolosità individuano le aree potenzialmente interessate da inondazioni in relazione a tre scenari:

- 1) Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (P1, probabilità bassa);
- 2) Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno di riferimento fra 100 e 200 anni (P2, media probabilità);
- 3) Alluvioni frequenti: tempo di ritorno di riferimento fra 20 e 50 anni (P3, elevata probabilità).

Alle mappe della pericolosità idraulica si aggiungono le mappe del rischio idraulico, che viene definito come funzione della pericolosità e del danno potenziale delle differenti zone a pericolosità.

Di seguito si riporta gli stralci delle mappe di pericolosità idraulica e rischio idraulico del PGRA.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO

Regione Marche – LOTTO 2

San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)

Relazione di compatibilità idraulica preliminare

Codice documento: 15347-PFTE-00-IDR-RPT-002



rev: 00

pag. 17

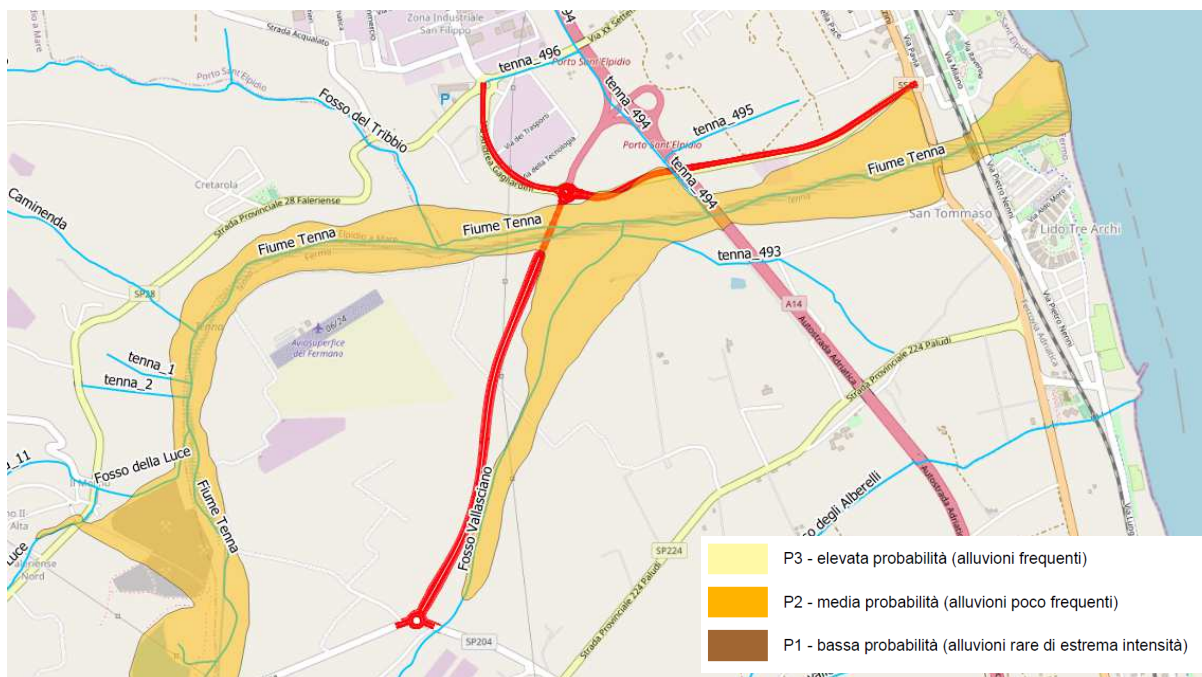


Figura 3 – PGRA – Stralcio mappa della pericolosità idraulica

Come si evince dallo stralcio mostrato, l'asse di progetto non ricade in aree a pericolosità idraulica, fatta eccezione per il tratto in attraversamento del Fiume Tenna.

Mandataria:		Mandanti:	
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

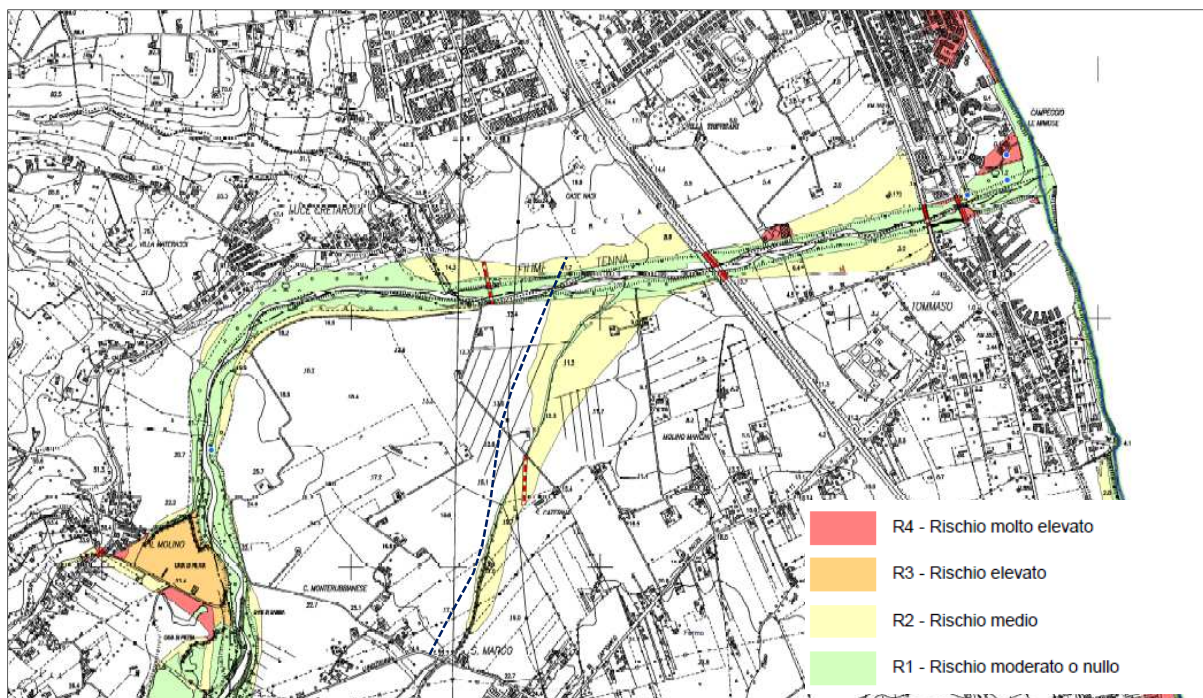


Figura 4 -PGRA – Stralcio mappa del rischio idraulico

Analogamente, la nuova infrastruttura, non ricade in aree a rischio idraulico, se non per il tratto in attraversamento fluviale.

Mandataria:**3TI PROGETTI ITALIA**
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.**Mandanti:****Dott. Geol. Giovanni Mancini****Dott. Archeol. Luca Fornari****Dott. Agr. Emiliano Pompei**

**OBIETTIVI E CRITERI DELLA PROGETTAZIONE**

Il presente progetto idraulico descrive le future scelte in termini di compatibilità idraulica e per il dimensionamento delle opere idrauliche, nella fattispecie:

- Definizione plano-altimetrica del tracciato in riferimento alla gestione delle interferenze col reticolo idrografico superficiale
- Opere di attraversamento del reticolo idrografico superficiale con cui interferisce il tracciato del nuovo asse stradale in progetto, al fine di rispettare le condizioni di sicurezza idraulica.
- Opere per la gestione delle acque meteoriche di piattaforma.

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>





7. IDROGRAFIA DEI LUOGHI

L'area interessata dall'opera in progetto è pianeggiante, caratterizzata dalla presenza di un reticolo di bonifica e corsi d'acqua censiti nel reticolo idrografico regionale. L'uso del suolo in questa area è prevalentemente agricolo, con la presenza molto estesa di campi coltivati intorno a piccoli abitati. In merito all'Amministrazione Consortile, l'area interessata dalla progettazione rientra nel Comprensorio del Consorzio di Bonifica delle Marche.

Si riporta nella figura 2 la localizzazione planimetrica dell'intervento con il reticolo idrografico censito dal Consorzio competente.

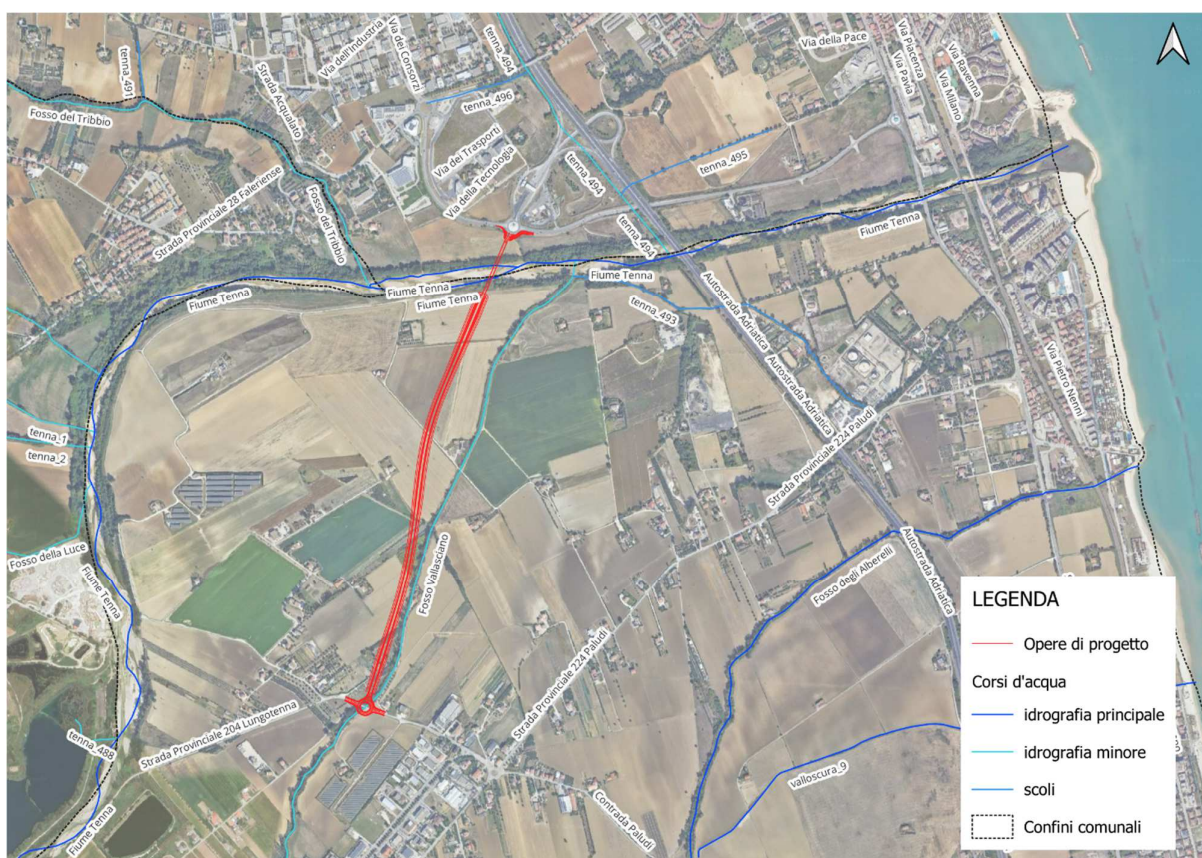


Figura 5-Idrografia principale prossima all'area d'intervento

Per quanto riguarda l'idrografia secondaria, nell'area di studio è presente una fitta rete di scolo costituita da fossati in terra. Questo reticolo, raccoglie le portate meteoriche e le conferisce al fiume Tenna.

Mandataria:  3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	Mandanti: 		Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei
---	---	--	--



8. STUDIO IDROLOGICO DEL FIUME TENNA – DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

8.1. METODOLOGIA GENERALE

Lo studio idrologico ha riguardato l'intero bacino del Fiume Tenna con approfondimenti di alcuni torrenti del reticolo secondario. In particolare, il bacino è stato ulteriormente suddiviso in un adeguato numero di sottobacini di cui è stata calcolata la portata al colmo di piena per tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100 e 200 anni utilizzando i dati pluviometrici disponibili provenienti dalle stazioni di misura esistenti sul territorio e con una significativa banca dati.

Tutti i rasters e gli shapefiles utilizzati sono stati opportunamente georeferenziati al sistema di riferimento WGS1984_UTM_Zone33N – EPSG 32633

8.2. MODELLO IDROLOGICO

Il modello idrologico del bacino è stato determinato utilizzando il tool per ArcGis “HEC- GeoHMS” versione 10.1, uno strumento particolarmente potente e versatile sviluppato dall'U.S. Army Corps of Engineers, che permette di processare i dati territoriali (carta tecnica, uso del suolo, geologia, ecc.) e ricavarne caratteristiche dimensionali, morfologiche ed idrologiche dei bacini e di altri elementi quali tronchi e sezioni idrografiche. Tali dati sono stati poi successivamente utilizzati per la modellazione idrologica con il software HEC-HMS versione 4.3.

Il primo step è stato quello di calcolare i parametri geometrici caratteristici di ogni tratto di reticolo e di ogni sottobacino quali:

- lunghezza e pendenza dei tratti fluviali e dei sottobacini;
- posizione ed altezza del centro di massa di ogni sottobacino;

Questi parametri sono stati utilizzati per la stima del “tempo di corrivazione” che, come noto, rappresenta il tempo impiegato da una generica goccia d'acqua a percorrere la distanza fra lo spartiacque e la sezione di chiusura di un bacino. Essendo molteplici i metodi disponibili in letteratura, il valore del tempo di corrivazione è stato ottenuto calcolando la “media troncata” fra cinque dei sette metodi utilizzati e di seguito enunciati, escludendo il 40% dei valori dalla coda superiore ed inferiore (2 valori). I metodi implementati sono la formula di Giandotti, la formula di

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



Pezzoli la formula di Puglisi la formula di Ventura la formula di Kirpich la formula di Tournon e la formula di Viparelli.

Successivamente sono state definite le caratteristiche di uso del suolo dei bacini, informazioni indispensabili per il calcolo dei quantitativi di infiltrazione e ruscellamento nel modello numerico.

Sia per il calcolo della “pioggia netta” che per la “trasformazione afflussi-deflussi” si è scelto di utilizzare i metodi proposti dal Soil Conservation Service degli Stati Uniti. Tali metodi prevedono la stima del Curve Number (CN), un parametro sintetico che esprime l'attitudine di una porzione di territorio a produrre deflusso diretto (superficiale). Il CN varia da zero a cento; più alto è il valore, maggiore è il deflusso prodotto a parità di precipitazione. Il CN varia in funzione di quattro diverse classificazioni:

- classificazione della permeabilità del suolo in quattro classi A, B, C e D, gruppi idrologici del suolo;
- classificazione dell'uso del suolo e sistemazione della superficie (solchi dritti, solchi a reggipoggio, solchi a reggipoggio e terrazzamenti);
- condizione di drenaggio (cattiva, discreta, buona);

condizioni iniziali di saturazione dei suoli (AMC - Antecedent Moisture Condition). Per la suddivisione in classi di suolo è stato utilizzato il 2° livello della “Carta delle Province pedologiche” in scala 1:250.000 della Regione Marche. Le diverse tipologie di suolo sono state inizialmente accorpate in 18 macro-gruppi sulla base delle caratteristiche tessiturali, granulometriche e litologiche; ad ognuna di esse sono state poi assegnate, in percentuale, le 4 classi di permeabilità (A, B, C, D).

Per la classificazione del territorio in base all'uso del suolo è stato invece utilizzato il III livello del Corine Land Cover 2018 (CLC_2018).

Il file grid del Curve Number è stato quindi ricavato dall'unione dei due shapefile precedentemente creati, in seguito relazionati ad una “lookup table” creata in Excel e contenente i valori guida del CN per ogni tipologia di uso del suolo.

Il valore del Curve Number così ottenuto corrisponde alla condizione II delle Antecedent Moisture Conditions (AMC), ovvero a quella che prevede terreni mediamente saturi. Tale valore è stato poi opportunamente calibrato (ove possibile) sull'evento reale del 22-26 marzo 2016. Nelle successive

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



modellazioni, che hanno richiesto l'utilizzo dell'idrogramma di progetto, il valore calibrato è stato pertanto utilizzato assimilandolo a quello della condizione III delle AMC (condizioni sature).

8.3. MODELLO METEOROLOGICO

Per la creazione del modello meteorologico del bacino sono stati utilizzati i dati di precipitazione forniti dal Centro Funzionale Multirischi della Protezione Civile della Regione Marche, relativi a 6 pluviometri (Tabella 1). Più in particolare la scelta è caduta su quelle stazioni che riportano serie storiche di almeno 20 anni in modo da ottenere elaborazioni statisticamente significative. I dati raccolti riguardano i dati cumulati giornalieri per la ricostruzione degli ietogrammi di eventi reali e i massimi quantitativi annuali registrati per le durate di 1, 3, 6, 12, e 24 ore, utilizzati poi per la costruzione delle Curve Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (CPP).

Tabella 1- Elenco dei pluviometri utilizzati nello studio, con i relativi anni di funzionamento

Codice sensore	Coordinate X	Coordinate Y	Quota	Comune	Provincia	Anni funzionamento
2004	2383087	4750762	987	Montemonaco	AP	57
2080	2415333	4779447	280	Fermo	FM	56
2098	2419218	4790158	6	Porto Sant'Elpidio	FM	54
2173	2386165	4759713	550	Amandola	FM	61
2176	2381626	4766068	539	Sarnano	MC	38
2177	2397261	4770707	215	Servigliano	FM	46

Le CPP esprimono la relazione fra le altezze di precipitazione h e la loro durata t , per un assegnato valore del periodo di ritorno Tr . L'altezza di precipitazione h presa in considerazione è quella massima annuale relativa alla durata in esame. Diverse formule sono utilizzate per descrivere questa relazione. In Italia viene generalmente utilizzata una legge di potenza monomia del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

dove h = altezza di precipitazione; t = durata della precipitazione; a ed n sono coefficienti che dipendono dal periodo di ritorno (Tabella 2). Per la determinazione delle suddette curve ci si basa sull'analisi delle curve di frequenza (CDF), costruite appunto a partire dalle serie storiche dei massimi annuali delle piogge di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore, adattando a ciascuna di esse, attraverso la stima dei parametri, un predefinito modello probabilistico (TCEV, Gumbel, etc.).

Mandataria:		Mandanti:	
3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



Sulla base dei valori ottenuti è stato quindi costruito l'idrogramma di progetto e, nello specifico, è stato scelto quello tipo "Chicago".

Nelle aree di studio, lo ietogramma di progetto è stato quindi assegnato ad ogni pluviometro e distribuito sui singoli sottobacini utilizzando il metodo dei Poligoni di Thiessen (topoietai).

Tabella 2- Valori dei coefficienti a ed n per i diversi tempi di ritorno (TR)

Codice Sensore	TR 10 anni		TR 20 anni		TR 50 anni		TR 100 anni		TR 200 anni	
	a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
2004	43,06	0,3102	50,605	0,3033	60,372	0,2969	67,691	0,2933	74,985	0,2903
2080	40,7	0,3178	47,081	0,3184	55,336	0,319	61,52	0,3193	67,681	0,3195
2098	46,035	0,2624	54,26	0,264	64,905	0,2656	72,88	0,2664	80,826	0,2671
2173	37,622	0,3246	43,03	0,3239	50,029	0,3232	55,273	0,3228	60,496	0,3225
2176	40,527	0,3402	47,176	0,3382	55,783	0,3363	62,232	0,3352	68,659	0,3344
2177	42,533	0,2715	49,596	0,2666	58,74	0,2619	65,593	0,2593	72,421	0,2571

8.3.1 La simulazione idrologica dei bacini con il software Hec-Hms

Le schematizzazioni dei bacini ottenute con il software HEC-GeoHMS sono state poi esportate per la successiva modellazione in HEC-HMS.

La scelta del metodo di formazione della piena (step 1) è caduta, coerentemente con la fase precedente, su quello dell'Idrogramma unitario del Soil Conservation Service che prevede, a partire dal tempo di corrivazione, di calcolare il Tempo di ritardo (SCS Lag).

Il secondo step prevede invece la scelta del metodo di propagazione della piena che avviene lungo i tronchi presenti nella schematizzazione di bacino utilizzata. In questo caso si è scelto di utilizzare il metodo del "Tempo di ritardo" (Lag time) con il quale la stima del tempo di ritardo alla sezione di chiusura è fatta con una semplice composizione degli idrogrammi dei singoli sottobacini. La simulazione dell'evento di progetto è stata preceduta, ove possibile, da una taratura del modello su un evento reale.

Mandataria:		Mandanti:	
3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



8.3.2 Risultati della modellazione idrologica

Principali caratteristiche del bacino del Tenna (Tab.3)

Tabella 3- Principali caratteristiche del bacino del Fiume Tenna

Bacino TENNA				
Area (km ²)	Perimetro (km)	Lunghezza Asta (km)	T Corrivazione (h)	Pendenza Bacino
482	213	73	9,2	32,23

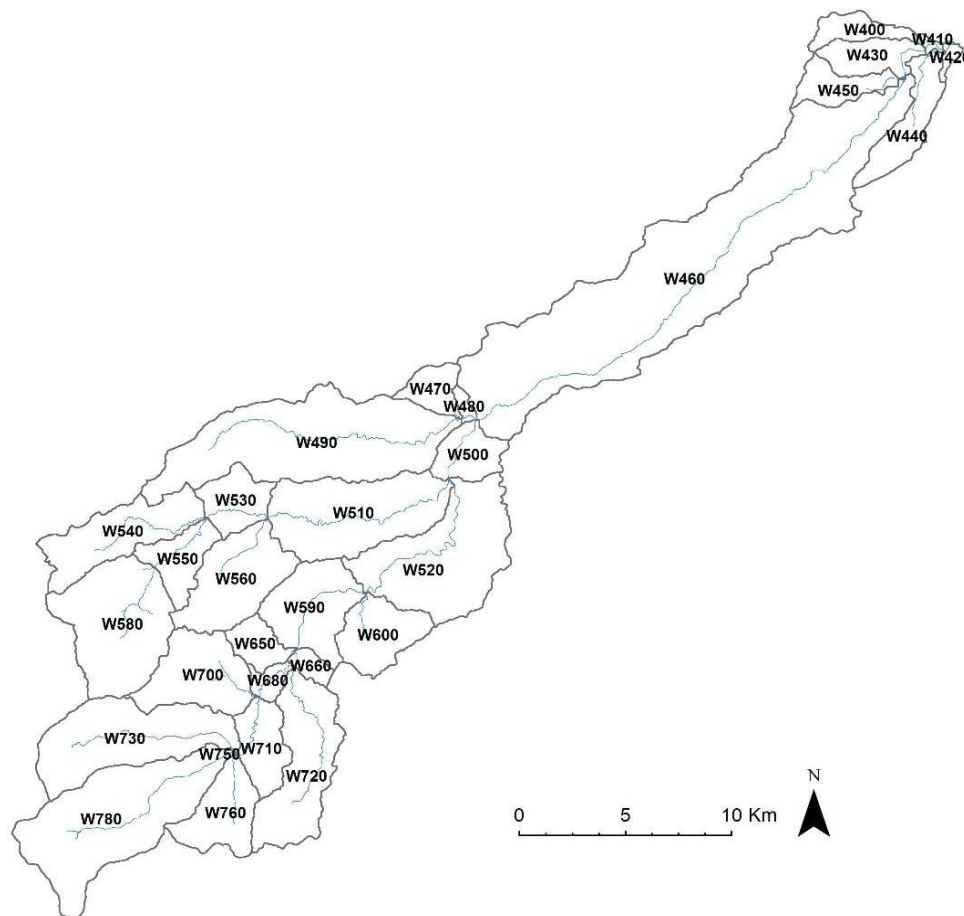


Figura 6-Bacino del Tenna: suddivisione in sottobacini

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

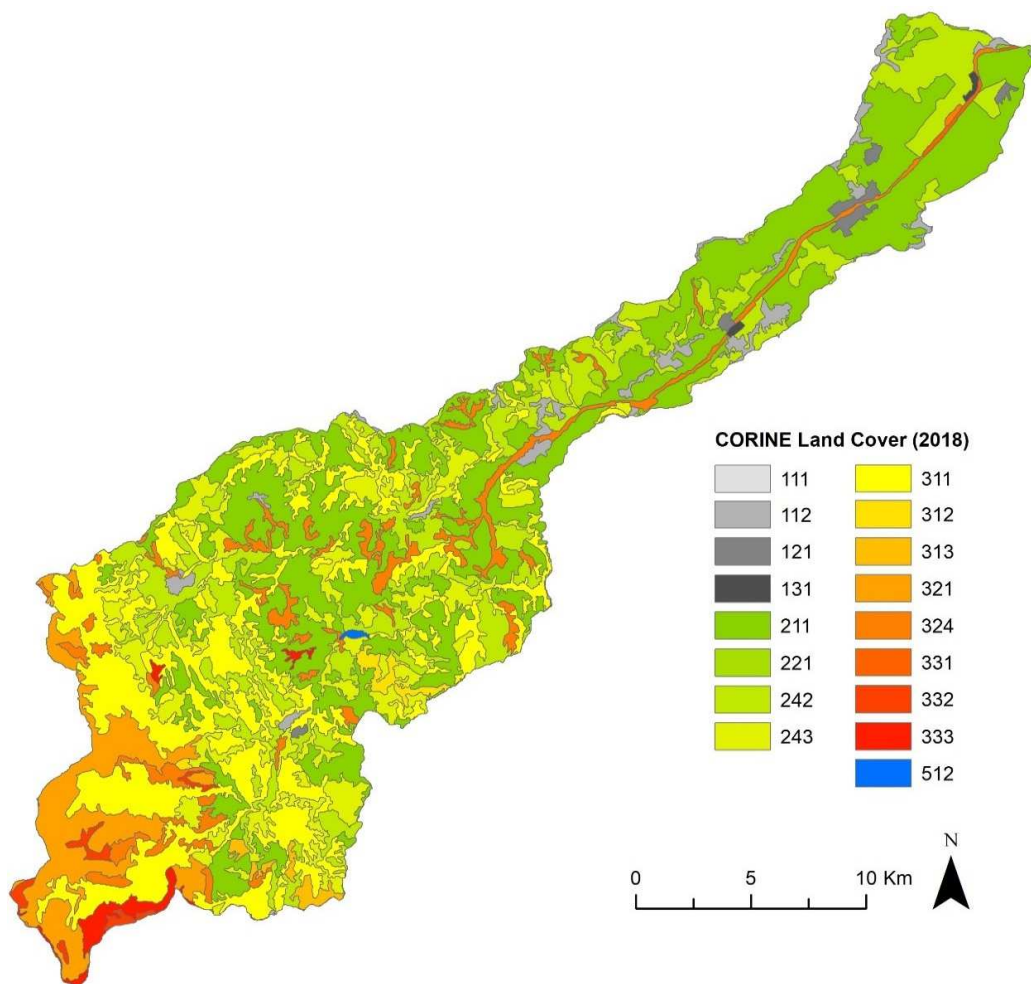


Figura 7-Bacino del Tenna: carta dell'uso del suolo (Corine 2018)

Mandataria:



3TI PROGETTI ITALIA
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei

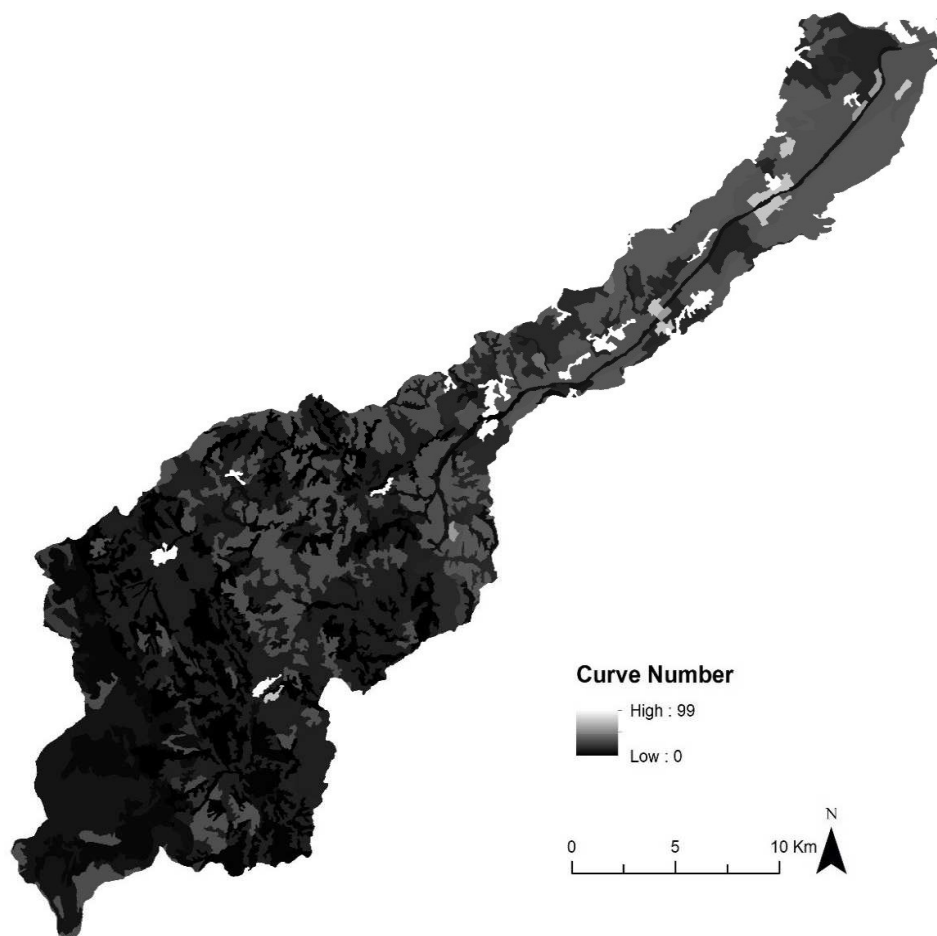


Figura 8-Bacino del Tenna: carta del Curve Number

8.3.3 La simulazione idrologica in HEC-HMS

La presenza di un invaso artificiale (lago di San Ruffino) ha reso piuttosto problematica la modellazione idrologica del bacino in oggetto. Tale influenza è risultata evidente proprio confrontando le portate misurate all'idrometro di Porto Sant'Elpidio nel corso dell'evento di Marzo 2016 (Figura 9) con quelle ipotizzate dal modello (Figura 10).

Mandataria:		Mandanti:	
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

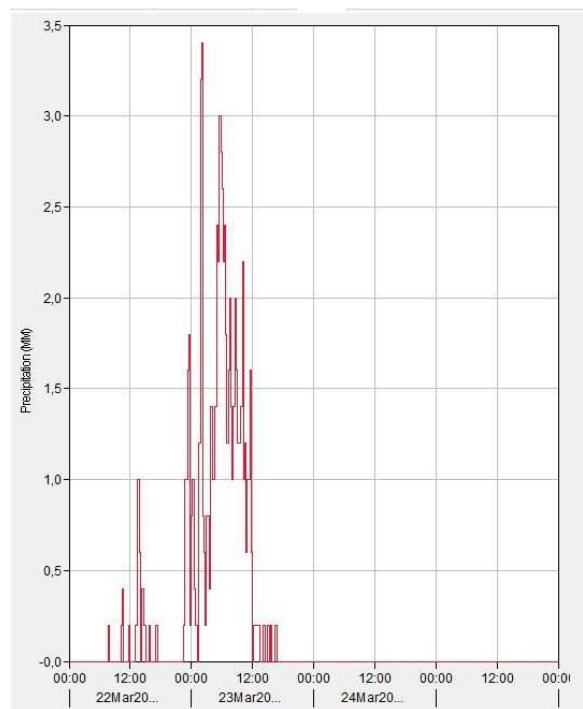


Figura 9-L'evento pluviometrico di Marzo 2016 (stazione di Porto Sant'Elpidio)

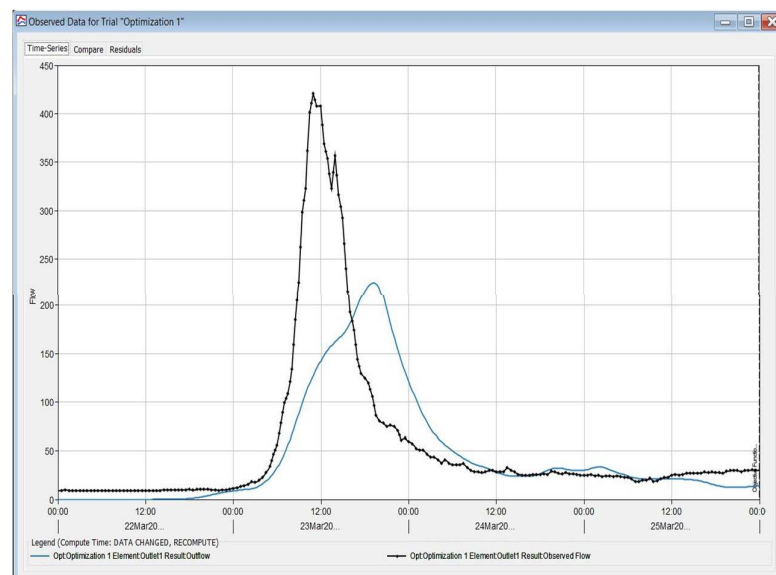


Figura 10-Confronto fra evento reale (in nero) e simulato alla stazione di Porto Sant'Elpidio

Mandataria:

**3TI PROGETTI ITALIA**
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:

BRIDGE CONSULTING
DSD

Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei



Nella modellazione dell'evento di progetto (Figura 11) sono stati pertanto utilizzati i valori originali del Curve Number, opportunamente ricalcolati per simulare condizioni di elevata saturazione (AMC III). Completata la schematizzazione del bacino (Figura 12) è stata avviata la simulazione. I risultati

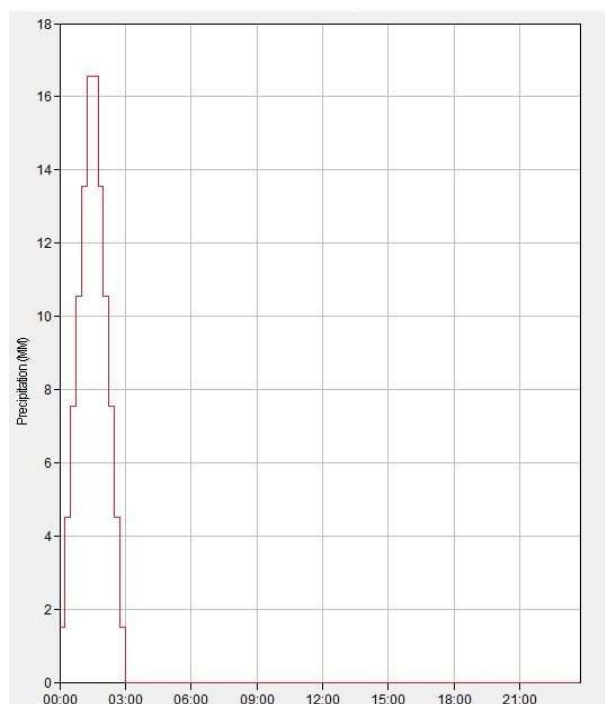


Figura 11-Ietogramma di progetto (tipo Chicago – 3 h) calcolato per il pluviometro di Porto Sant'Elpidio

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

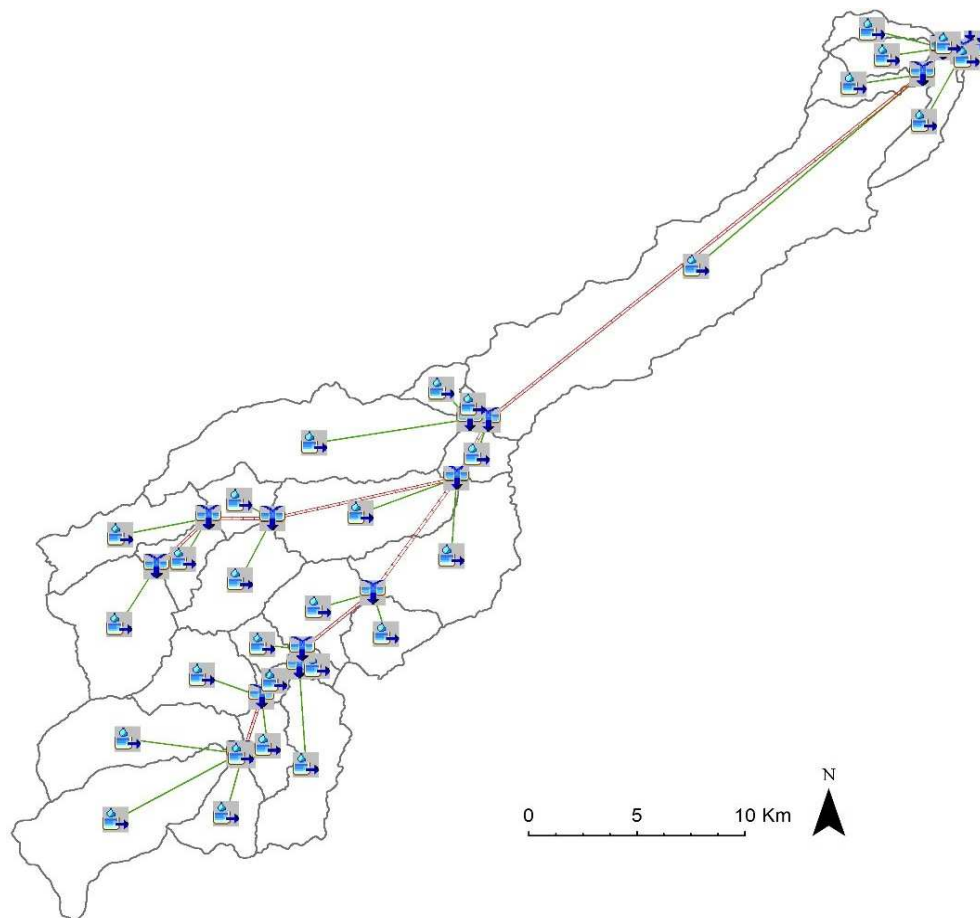


Figura 12-Schematizzazione del modello di bacino tramite il software HEC-GeoHMS: suddivisione in sottobacini e confluenze

Mandataria:



3TI PROGETTI ITALIA
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:

BRIDGE CONSULTING
DSD



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei



Tabella 4- Risultati delle Portate a diversi Tempi di Ritorno per i diversi Sottobacini del Fiume Tenna

	Q [m³/s]				
	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
Foce Fiume Tenna	313,5	409	539,3	642,6	750
W780	4	9,4	19	28,1	38,5
W760	17,1	23,8	33,3	40,9	48,8
W750	0	0	0,1	0,1	0,1
W730	23,4	33,4	48,1	60	72,5
W720	12,3	18	26,3	33,1	40,3
W710	3,1	5,2	8,6	11,5	14,7
W700	5,6	9,2	14,8	19,7	25
W680	5,1	6,7	9	10,7	12,5
W660	2,6	3,7	5,4	6,7	8,1
W650	9,1	12	16,1	19,2	22,5
W600	7,9	11,6	17,1	21,6	26,4
W590	6,2	9,8	15,2	19,8	24,8
W580	44,4	59,8	81,2	98,2	116
W560	19,8	27,1	37,4	45,7	54,4
W550	13	17,7	24,3	29,6	35
W540	12,6	18,3	26,6	33,5	40,8
W530	18,4	24,3	32,3	38,6	45,1
W520	29,2	39,6	54,4	66,1	78,4
W510	15,7	22,4	32,3	40,3	48,9
W500	18,4	23,5	30,4	35,6	41
W490	34,9	47	63,9	77,3	91,2
W480	1,5	2,2	3,2	3,9	4,8
W470	5,5	8,2	12,2	15,4	18,9
W460	160,1	188,4	225,1	252,6	280,1
W450	22,7	27,5	33,9	38,7	43,5
W440	24,2	30,4	38,6	44,8	51,1
W430	9,7	13,5	18,9	23,1	27,5
W420	4,4	5,3	6,5	7,5	8,4
W410	3,5	4,2	5,1	5,8	6,5
W400	10,9	14,6	19,6	23,6	27,6

Mandataria:


3TI PROGETTI ITALIA
 INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei



Ricapitolando, alla foce del Tenna le portate di massima piena attese per i vari tempi di ritorno sono le seguenti:

Tabella 5- Risultati delle Portate a diversi Tempi di Ritorno alla foce del Fiume Tenna

Tempo di ritorno	Portata
10	313,5 m ³ /s
20	409,0 m ³ /s
50	539,3 m ³ /s
100	642,6 m ³ /s
200	750,0 m ³ /s

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
		Dott. Agr. Emiliano Pompei	



9. STUDIO IDROLOGICO DEI BACINI MINORI DEI FOSSI TRIBUTARI DEL TENNA PRESENTI NEL TRATTO TRA CAMPIGLIONE E LA FOCE - DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

Adottando la stessa metodologia di studio utilizzata per l'analisi idrologica dell'intero bacino del Tenna, l'analisi è stata effettuata su 2 bacini minori dei fossi tributari del Fiume Tenna sia in destra che in sinistra idrografica. Lo scopo è quello di calcolare la portata di massima piena attesa nelle rispettive zone, prossime alla confluenza con il Tenna, individuate come potenzialmente interferenti con l'opera in progetto.

Nella tabella sottostante (Tab. 5) sono riportati i valori delle portate per i vari tempi di ritorno.

Tabella 5- Risultati delle Portate a diversi Tempi di Ritorno per i Tributari del Fiume Tenna presi in considerazione

	Q [m ³ /s]				
	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
Fosso del Tribbio/Acqualato	10,9	14,6	19,6	23,6	27,6
Fosso Vallasciano	24,2	30,4	38,6	44,8	51,1

Mandataria:		Mandanti:		
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
				Dott. Archeol. Luca Fornari
				Dott. Agr. Emiliano Pompei



10. ANALISI IDRAULICA

Il dominio di analisi sul quale è stato implementato lo studio si estende in direzione est-ovest per una lunghezza complessiva di 1 200 m, lungo il corso del fiume Tenna nel tratto che va da 200 m a monte della confluenza del fosso del Tribbio a monte del ponte dell'autostrada A14. In direzione nord sud invece il dominio d'analisi si estende per 1 800 m, lungo tutto l'asse della nuova opera viaria, in modo tale da includere nell'analisi il comportamento del fosso Vallasciano. Il tratto di alveo del fiume Tenna in questione si presenta allo stato attuale generalmente regolare con evidenti barre ghiaiose di sovralluvionamento. Il letto è costituito da sedimenti ghiaiosi mentre lungo le sponde è presente un'evidente vegetazione arbustiva che fa da filtro con le contigue zone coltivate. Anche per quanto riguarda il fosso Vallasciano, dai rilievi effettuati si riscontra la presenza di un fondo a carattere ghiaioso con le sponde molto vegetate.

10.1. INTERFERENZE CON I CORSI D'ACQUA RILEVATI

10.1.1 INTERFERENZA CON IL FIUME TENNA

Come riportato in precedenza la nuova bretella attraversa il fiume Tenna con un ponte con struttura ad arco; quindi, non vi è alcuna interferenza con l'alveo del fiume. Le pile sono previste in prossimità del ciglio delle arginature, quindi non interferenti con la linea di talveg del corso d'acqua. Si riporta di seguito un estratto delle tavole grafiche del ponte previsto.

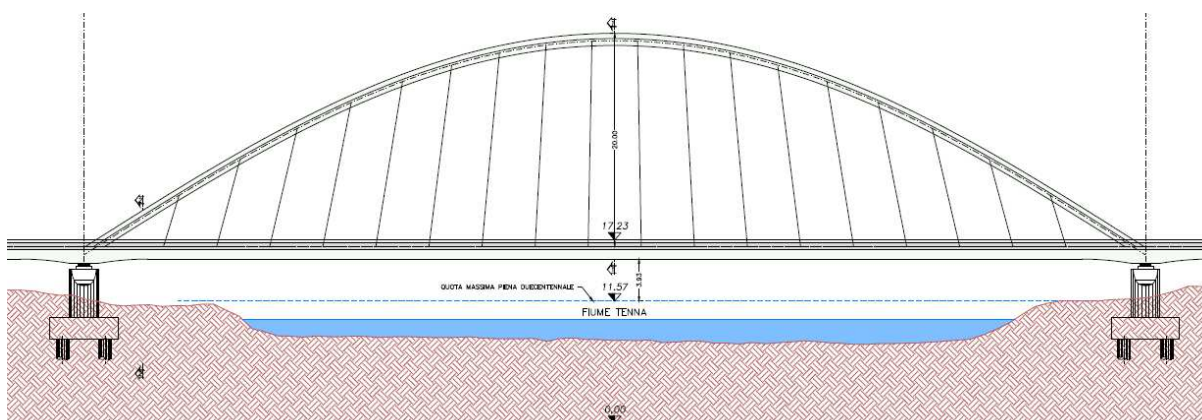


Figura 13 - Ponte sul fiume Tenna

Mandataria:		Mandanti:	
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 BRIDGE CONSULTING DSD	 EN.AR. Conti Engineering & Architecture	Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



10.1.2 INTERFERENZA CON IL FOSSO VALLASCIANO

La nuova opera viaria si pone ad ovest del fosso Vallasciano, e lo attraversa nella parte iniziale all'altezza del collegamento con via del Commercio. Il fosso è l'ultimo affluente in destra idraulica del fiume Tenna ed è censito all'interno dell'idrografia minore consortile. Il corso d'acqua presenta una sezione regolare, con una larghezza di circa 20 m e una profondità di 2,70 m, sponde vegetate alla sommità ed un fondo prettamente ghiaioso. Attualmente via del Commercio attraversa il fosso per mezzo di un ponte stradale, il quale lascia una sezione libera con una geometria rettangolare di 20 m di larghezza e circa 3 m di altezza. Per la realizzazione della rotatoria di collegamento della nuova bretella si prevede la demolizione del ponte esistente e la realizzazione di due nuovi ponti che sostengono i tratti dell'anello rotatorio, aventi in sezione le medesime geometrie del ponte esistente. Per quanto riguarda la lunghezza dei tratti tombati, si prevede una lunghezza di 20 m per il nuovo ponte di monte e di 30 m per il ponte di valle.

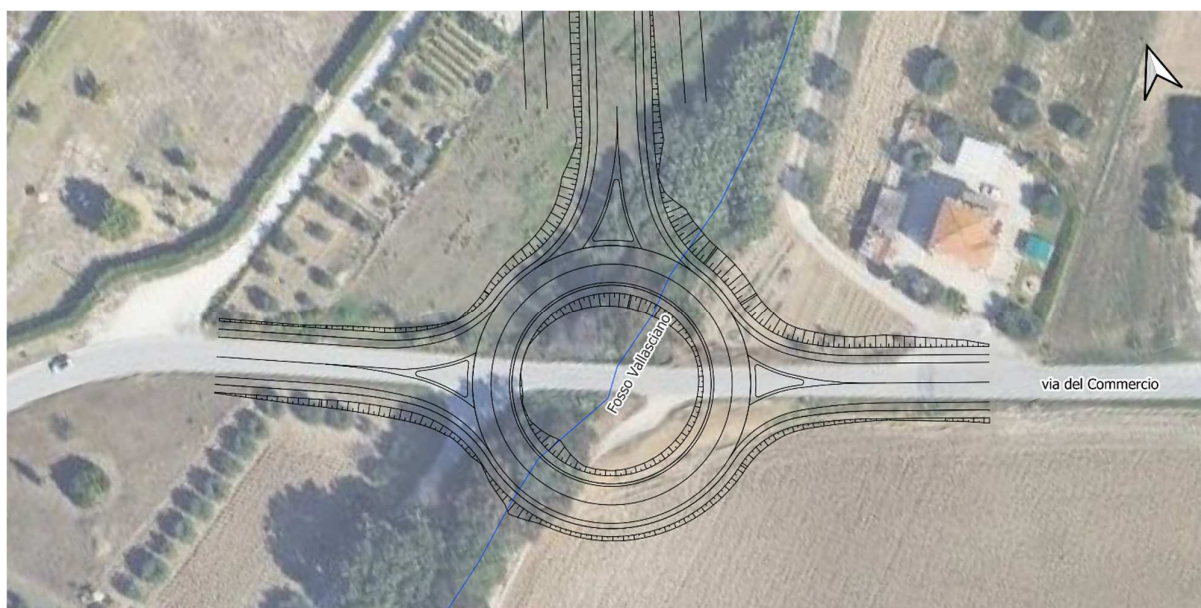


Figura 14 - Interferenza con il fosso Vallasciano

Anche in questo caso, come per attraversamento del fiume Tenna le geometrie delle opere scelte non vanno ad interferire o a mutare sensibilmente lo stato di fatto dei luoghi. Si implementano le opere di progetto previste nella modellazione proposta di seguito.

Mandataria:		Mandanti:	
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 BRIDGE CONSULTING DSD	 EN.AR. Conti Engineering & Architecture	Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



10.2. DESCRIZIONE DELLA MODELLAZIONE IDRAULICA

La modellazione idraulica è stata condotta utilizzando il codice di calcolo: HEC-RAS 6.4.1 sviluppato dall'US Army Corps of Engineer. La modellazione è stata eseguita utilizzando le portate descritte nel capitolo 8.4, secondo uno schema bidimensionale in moto vario (unsteady flow), simulando il deflusso all'interno del dominio di calcolo con e senza la presenza del viadotto (pile e rilevato).

In questa sede, si preferisce omettere l'illustrazione teorica dei principi di base sui quali si fonda la soluzione numerica delle equazioni di moto e di continuità che regolano il processo di moto permanente e di moto vario, in quanto una esaustiva trattazione degli stessi argomenti è liberamente disponibile in rete all'indirizzo <http://www.hec.usace.army.mil> e si rimanda due pubblicazioni Hydraulic Reference Manual e User's Manual messe a disposizione direttamente dall'US Army Corps of Engineering.

Il codice HEC-RAS, al fine di seguire il calcolo, necessita, oltre della geometria dell'alveo inserita per mezzo di DTM (di cui si riporta un estratto in figura 10), di definire il valore del coefficiente di Manning. Analizzando lo stato di fatto dei luoghi si sono imposti valori medi del Manning, desunti dal Manuale di Hec-Ras pari a $0.05 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$.

Al fine di rendere eseguibili le simulazioni, occorre definire le boundary conditions a monte e a valle del tratto studiato nel caso di simulazioni in moto vario. Com'è noto tali condizioni possono essere impostate in vari modi: livello idrico noto, altezza critica, altezza di moto uniforme o scala di deflusso. Nel caso in esame, quali condizioni al contorno di monte sono stati assunti gli idrogrammi relativi alle condizioni di piena; per la condizione di valle, invece, si è generalmente optato per l'altezza di moto uniforme.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
		<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>	



Figura 15-Digital terrain model utilizzato per la modellazione

Il software HEC-RAS ha la capacità di eseguire uno schema di modellazione bidimensionale all'interno della simulazione condotta in regime di moto vario. Il codice di calcolo consente di risolvere il problema bidimensionale del moto sia risolvendo le equazioni complete di Saint Venant o di diffusione dell'onda in 2D. In generale, le equazioni di diffusione dell'onda consentono al codice di funzionare più velocemente garantendo inoltre una maggiore stabilità numerica. L'algoritmo di risoluzione è "ai volumi finiti" ed è "accoppiato" a quello di risoluzione del problema monodimensionale nello stesso passo temporale di calcolo. Questo permette una perfetta coerenza a ogni passo temporale tra le componenti monodimensionali e quelli bidimensionali.

HEC-RAS 6.4.1 funziona per celle, che però possono essere sia strutturate che non strutturate. Ciò significa che le celle computazionali possono essere triangoli, quadrate, rettangolari o anche elementi a cinque e sei facce (ma non più di 8). La maglia può essere una miscela di forme e dimensioni delle celle. Il contorno esterno della maglia computazionale è definito, invece, con un

Mandataria:		Mandanti:	
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	 BRIDGE CONSULTING DSD	 EN.AR. Conti Engineering & Architecture	<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>



poligono. Generalmente, il software crea delle celle di forma quadrata nella zona centrale, mentre in prossimità del contorno esterno la mesh si adatta al profilo dell'area.

Si noti inoltre come ogni cell center, cell face e cell face point è identificato da un numero, in modo da facilitare l'operazione di analisi e visualizzazione dei risultati.

Il più grande vantaggio della modellazione bidimensionale in HEC-RAS riguarda comunque la dimensione della mesh computazionale. Ogni cella viene infatti pre-processata in modo da creare una serie di tabelle idrauliche, che mettono in relazione l'elevazione e il volume e, su ogni lato della cella, l'elevazione con il perimetro bagnato, l'area e la scabrezza. Queste curve permettono di utilizzare celle di dimensioni più grandi rispetto ad altri programmi 2D, con evidente diminuzione dei tempi computazionali.

Ad ogni modo, in una simulazione di moto vario bidimensionale, il parametro più significativo da considerare è l'intervallo computazionale ΔT , che deve essere scelto con accuratezza in modo da non influenzare negativamente l'esito delle analisi. Generalmente questo valore viene valutato basandosi sul criterio di Courant, esprimibile, nel caso di impiego del set di equazioni diffusive wave, nella maniera seguente:

$$C = \frac{V \Delta T}{\Delta X} \leq 2$$

essendo C il numero di Courant, V la velocità massima dell'acqua, ΔT il tempo di calcolo e ΔX la dimensione media delle celle.

Infine, occorre sottolineare che il software computa la velocità della corrente nei nodi della griglia, mentre il livello idrico è calcolato nel cell center della griglia stessa.

10.3. IL DOMINIO DI CALCOLO

Al fine di ottenere una modellazione idraulica quanto più fedele, si è reso necessaria la realizzazione di un rilievo plano-altimetrico di un tratto si estende per una lunghezza di circa 1 200 m mantenendo baricentrico il punto di attraversamento del viadotto di progetto ed ha una larghezza di circa 1 800 m.

Il tratto di alveo è caratterizzato in molti tratti da importanti coperture vegetali con grande presenza di sottobosco che rendono praticamente impossibile la rilevazione morfologica dei luoghi con tecniche topografiche tradizionali.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



Il ricorso a riprese nadirali mediante sistemi avionici, l'impiego di strumentazione LiDAR di ultima generazione e una progettazione del volo adeguata ha consentito di ricostruire la morfologia dei luoghi con un adeguato livello di accuratezza e risoluzione.

I rilievi avionici sono stati supportati da idonei rilievi topografici di dettaglio finalizzati anche alla rilevazione di una serie di elementi di interesse:

- ricostruzione modello in aree di copertura del segnale lidar (es. terreno sotto il ponte di via del Commercio);
- quote intradosso ponte di via del Commercio.

La totalità dei rilievi eseguiti ha portato alla definizione di un DSM a nuvola di punti con una densità media stimata in fase di progettazione del volo in 20 punti/m², dal quale a seguito di opportune elaborazioni e classificazioni condotte con software specialistici, ha consentito di estrarre un modello numerico del terreno di adeguata risoluzione. Tutti i dati sono stati georiferiti in un unico Datum Cartografico (WGS84) in modo da facilitare l'integrazione dei diversi dati e le successive operazioni di utilizzo del dato stesso.

A tale proposito si sottolinea che per il passaggio dal sistema WGS84 quota ellissoidica (misurazioni GPS) al sistema altimetrico ortometrico (Imm) sono stati utilizzati i grigliati ufficiali ed il modello geoidico dell'Istituto Geografico Militare di Firenze. Il World Geodetic System 1984, conosciuto anche come EPSG:4326 è un sistema di coordinate geografiche geodetico, mondiale, basato su un ellissoide di riferimento elaborato nel 1984. Esso costituisce un modello matematico della Terra da un punto di vista geometrico, geodetico e gravitazionale, costruito sulla base delle misure e delle conoscenze scientifiche e tecnologiche disponibili al 1984.

I datum della geodesia classica possono essere definiti locali o regionali, approssimando bene il geoide solo in un intorno del punto di emanazione, mentre il datum globale WGS84 utilizza lo standard EGM96, che approssima il geoide nel suo complesso ed è valido per tutto il mondo.

Per l'integrazione dei dati terrestri con quelli avionici, sono state impiegate idonee procedure di elaborazione che includono algoritmi di best fitting e coordinate di punti di controllo a terra (GCP). Al termine delle elaborazioni di cui sopra le accuratezze dei processi sono state controllate mediante report dedicati, in base alle tecnologie impiegate (LiDAR) ed alle modalità di impiego (avioniche) i valori di accuratezza planimetrica ed altimetrica attesi sono dell'ordine dei 15 cm.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



Si è ritenuto pertanto indispensabile per la produzione di una ortofoto RGB con almeno un GSD pari a 10 cm, il ricorso a riprese nadirali mediante sistemi avionici ad ala rotante dotati di adeguata strumentazione Lidar e aerofotogrammetrica. Nel caso specifico, viste le finalità e la morfologia dei luoghi interessati, si è impiegato un POD elitrasportato della Riegl denominato VP-1 composto da:

- Sistema inerziale Applanix AP20 ad altissime prestazioni di misura, frequenza di acquisizione 200Hz, dotato di antenna GPS Trimble;
- Sistema LiDAR VUX1 con portata sino a 930 metri, FOV 330°, accuratezza nella misura 15 mm e altezza operativa 350 m;
- Fotocamera digitale Nikon D810 a 24Mpixel sincronizzazione e PPS attraverso sistema inerziale.

Si riporta nella figura 6 il DTM risultante, implementato nella modellazione numerica eseguita.

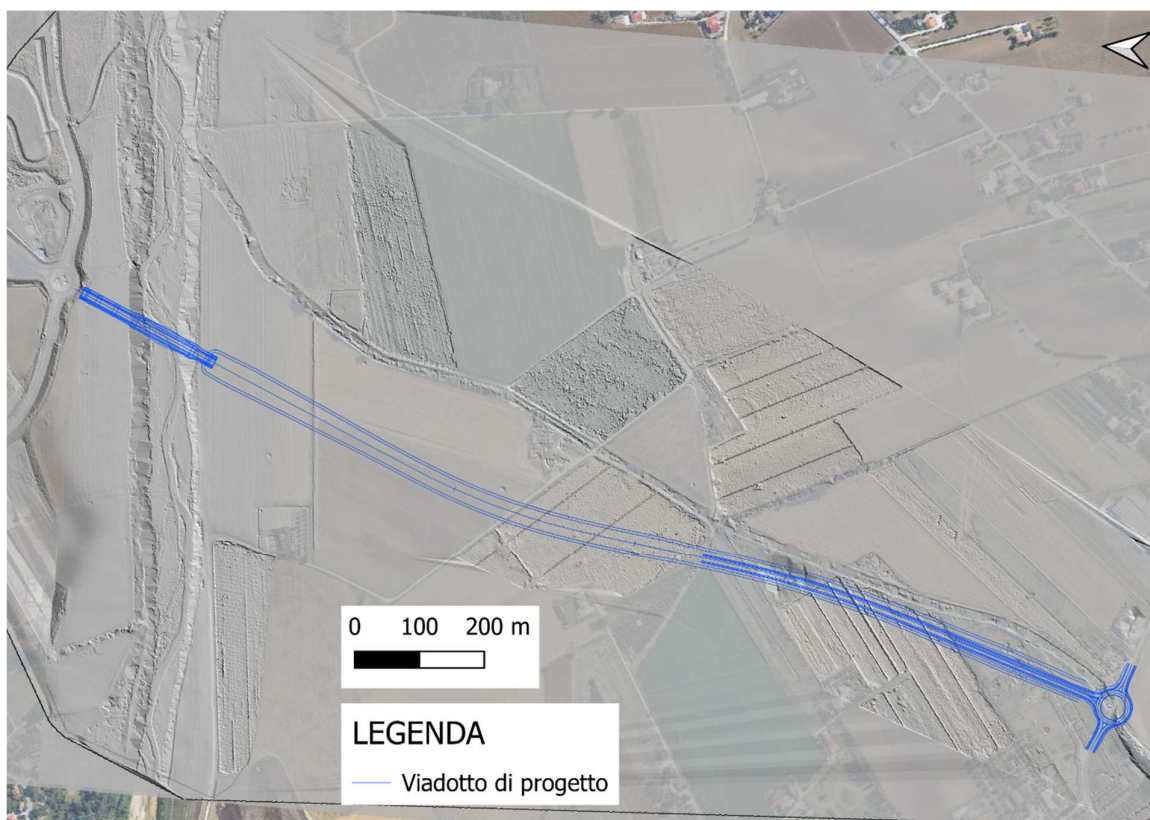


Figura 16 - DTM utilizzato nella modellazione

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



11. I RISULTATI DELLA MODELLAZIONE

Al fine di eseguire la modellazione della piena due-centenaria, per lo stato di fatto e lo stato di progetto previsto, si assume la portata pari a $750 \text{ m}^3/\text{s}$ lungo il fiume Tenna mentre per il fosso Vallasciano si impone una portata di $51 \text{ m}^3/\text{s}$, determinate nei paragrafi precedenti e si impongono le condizioni di moto uniforme alla sezione di chiusura.

Si riporta nella figura 17 la localizzazione delle sezioni indagate di seguito con degli output grafici ottenuti dalla modellazione.

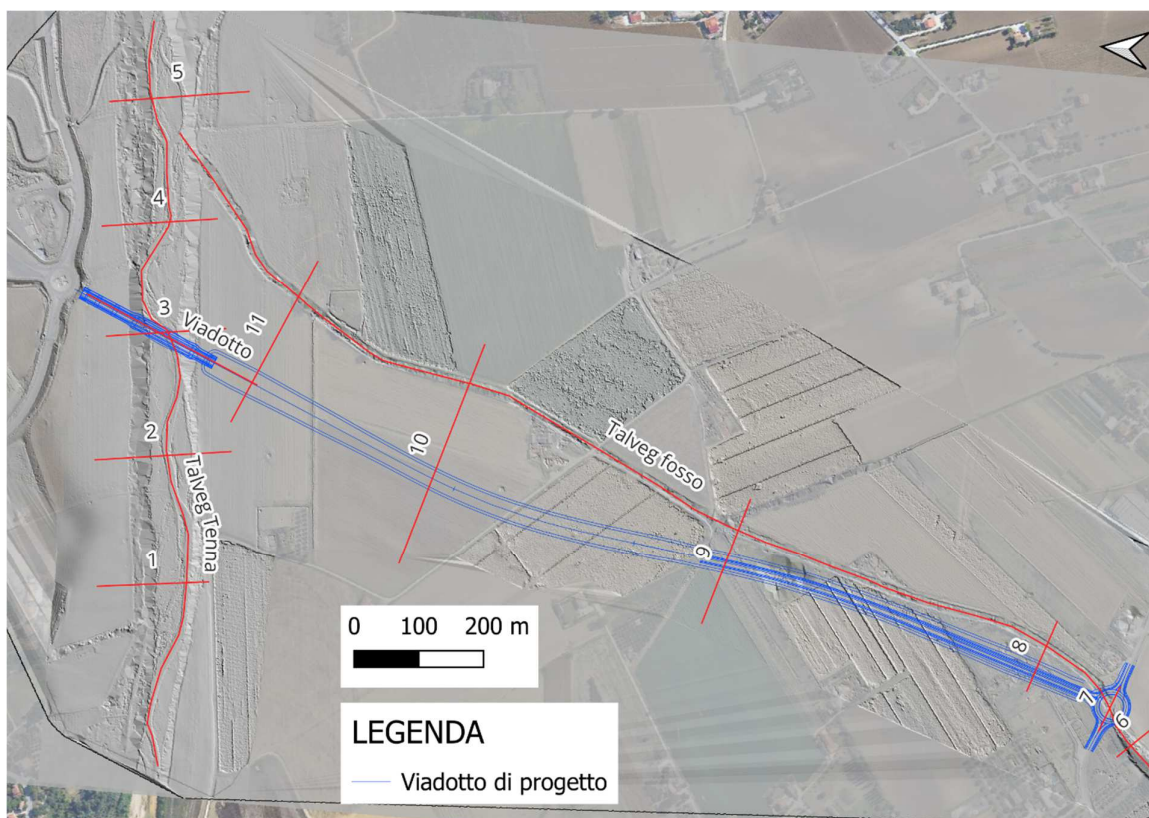


Figura 17-Localizzazione delle sezioni analizzate negli output

La taratura del modello dello stato di fatto è stata eseguita, cercando la corrispondenza della mappa degli allagamenti, con quella di studi precedenti ed osservando il tirante della piena due-centennale noto alla sezione 3 (in prossimità del viadotto) pari a 10,50 m slmm. Si riporta invece nella figura 14 la mappa di allagamento dello stato di progetto mentre nella figura 15 si riporta la distribuzione planimetrica della velocità.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
		Dott. Geol. Giovanni Mancini	
		Dott. Archeol. Luca Fornari	
		Dott. Agr. Emiliano Pompei	



Figura 18-Mappa allagamenti SDF

Si riporta nella figura 18 la mappa di allagamento dello stato di fatto.

Mandataria:



3TI PROGETTI ITALIA
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:

BRIDGE CONSULTING
DSD



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei

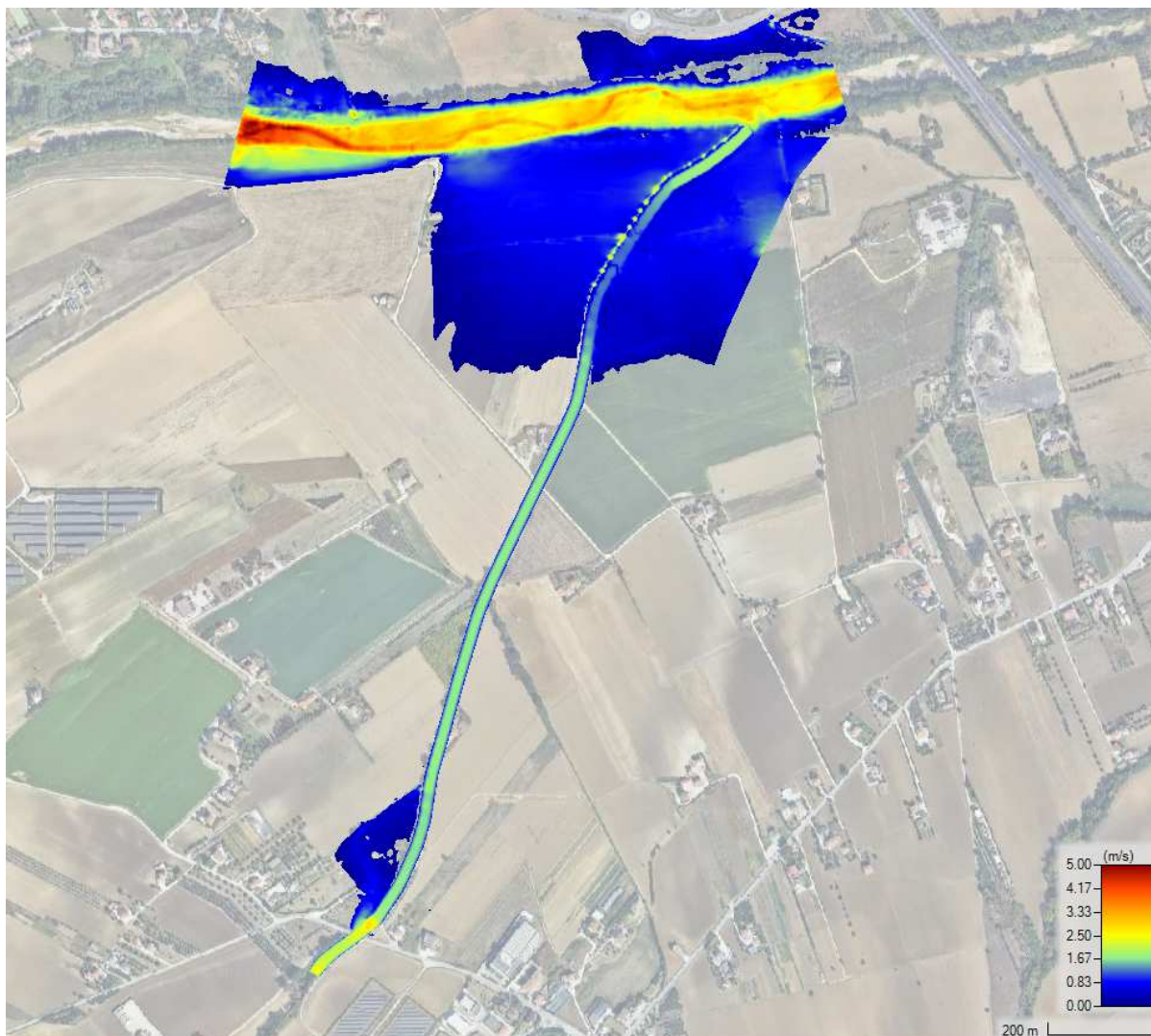


Figura 19-Distribuzione velocità nello SDF

Si riporta nella figura 19 la distribuzione planimetrica della velocità dello stato di fatto.

Mandataria:



3TI PROGETTI ITALIA
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:

BRIDGE CONSULTING
DSD



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei

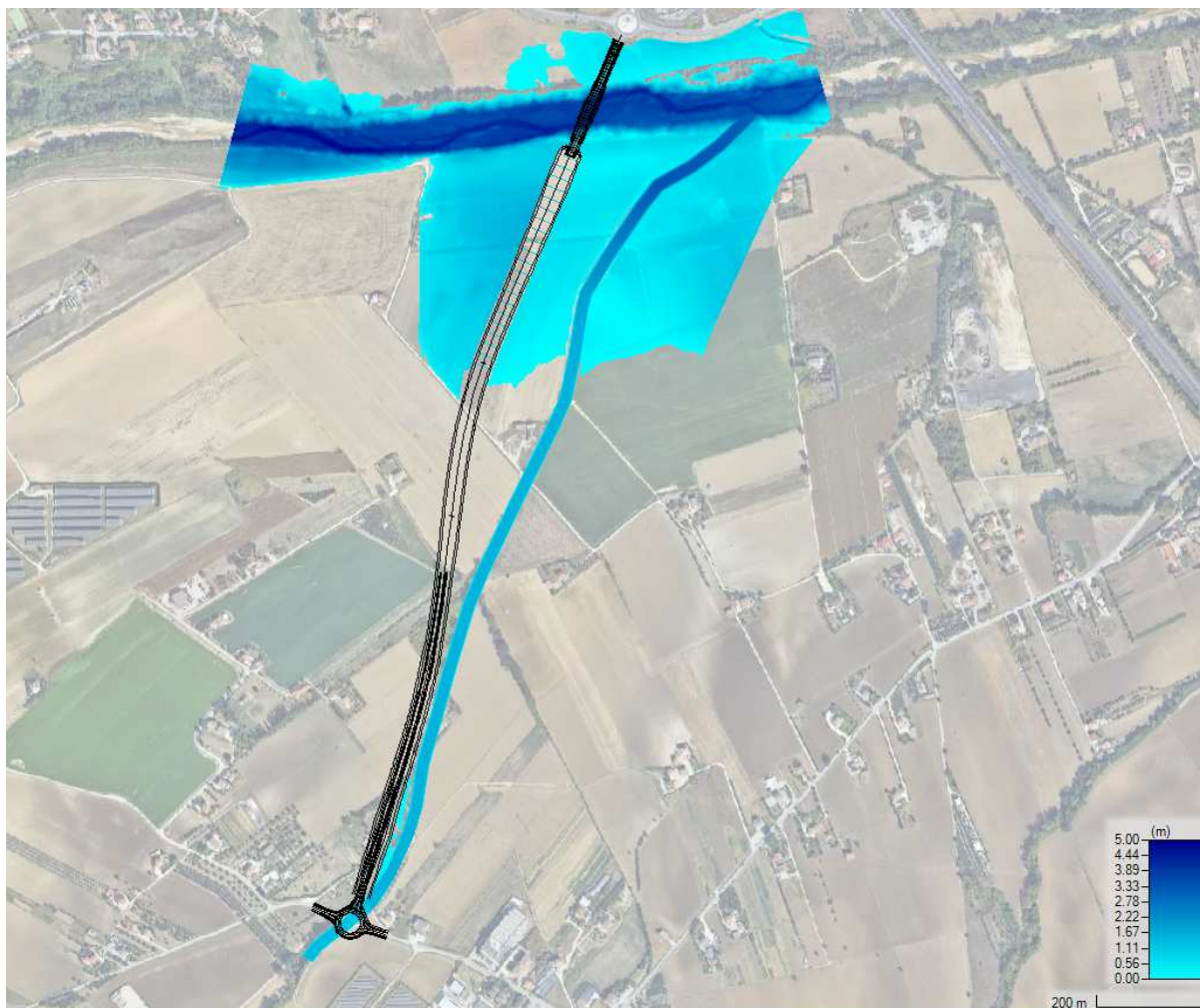


Figura 20-Mappa allagamenti SDP

Si riporta nella figura 20 la mappa di allagamento dello stato di progetto.

Mandataria:



3TI PROGETTI ITALIA
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:

BRIDGE CONSULTING
DSD



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei

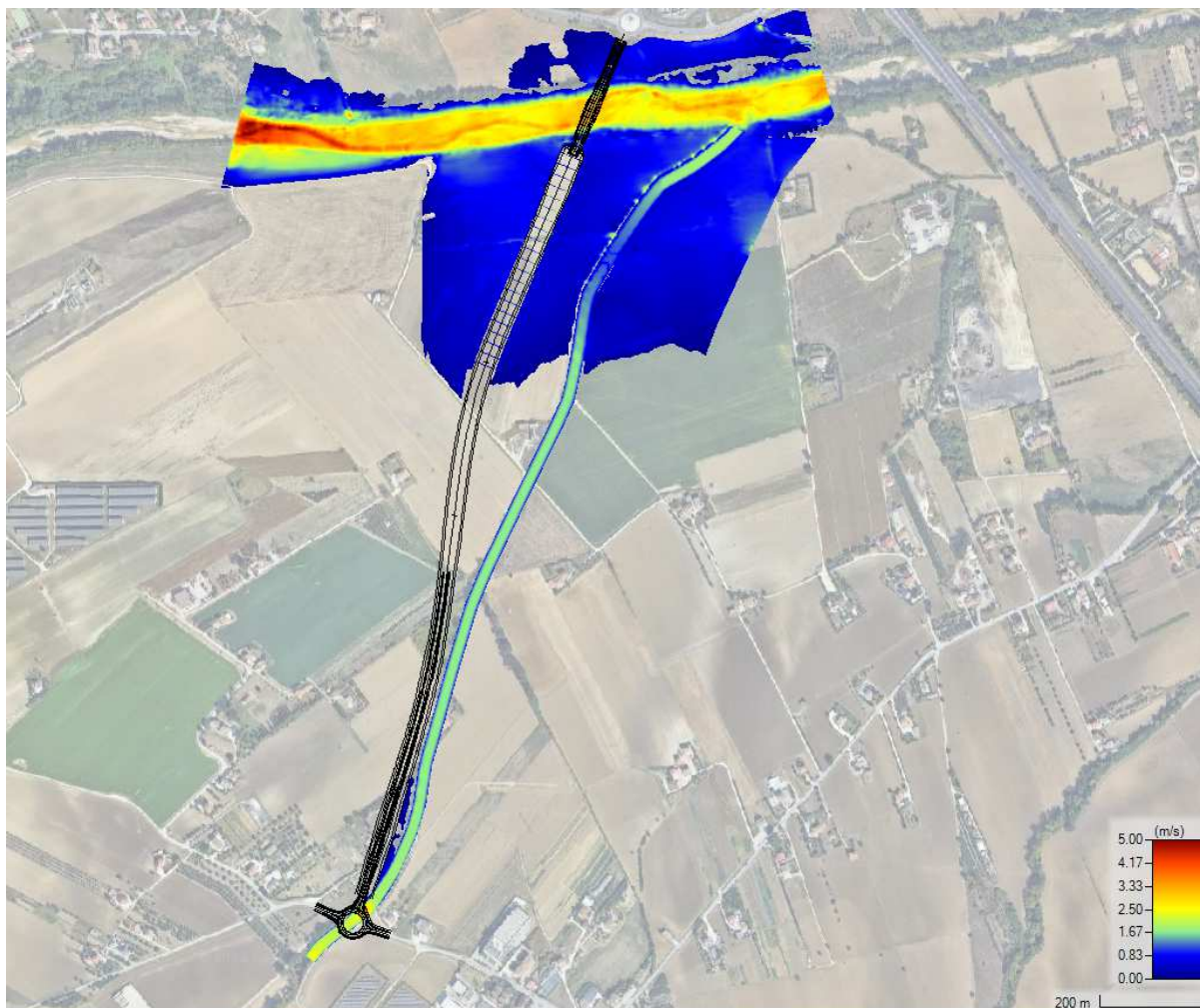


Figura 21-Distribuzione velocità nello SDP

Si riporta nella figura 19 la distribuzione planimetrica della velocità dello stato di progetto.

Non si osserva alcuna sostanziale variazione nella distribuzione delle velocità, confrontando lo stato di fatto (figura 19) e lo stato di progetto (figura 21). Anche per quanto riguarda l'estensione delle aree allagate, confrontando lo stato di fatto (figura 18) e lo stato di progetto (figura 20) non si osservano differenze sostanziali.

Mandataria:**3TI PROGETTI ITALIA**
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.**Mandanti:****BRIDGE CONSULTING**
DSD**Dott. Geol. Giovanni Mancini****Dott. Archeol. Luca Fornari****Dott. Agr. Emiliano Pompei**



11.1. SEZIONI LUNGO IL FIUME TENNA

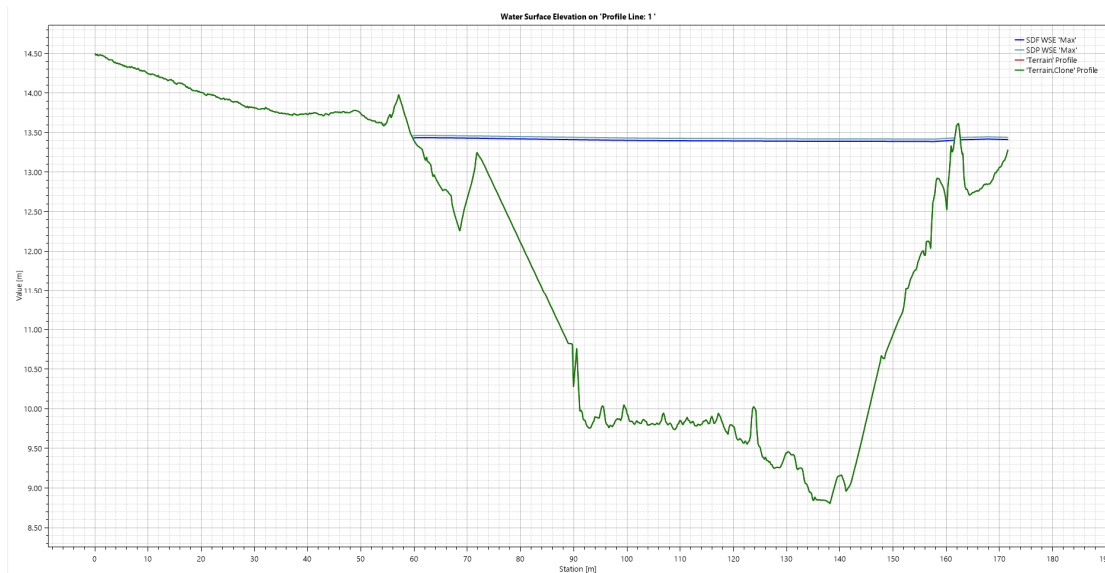


Figura 22-Tirante sezione 1

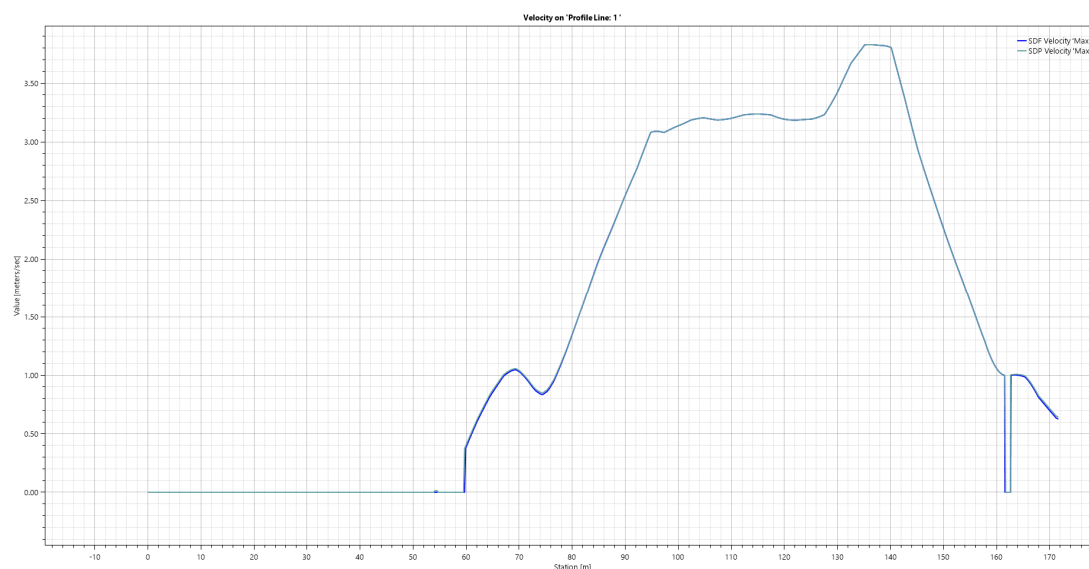


Figura 23-Velocità sezione 1

Nella sezione 1, posta a circa 400 m a monte del viadotto non si riscontrano significative variazioni confrontando lo stato di fatto con lo stato di progetto, osservando un aumento del tirante in alveo di circa 3 cm, con una distribuzione delle velocità pressoché invariata.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

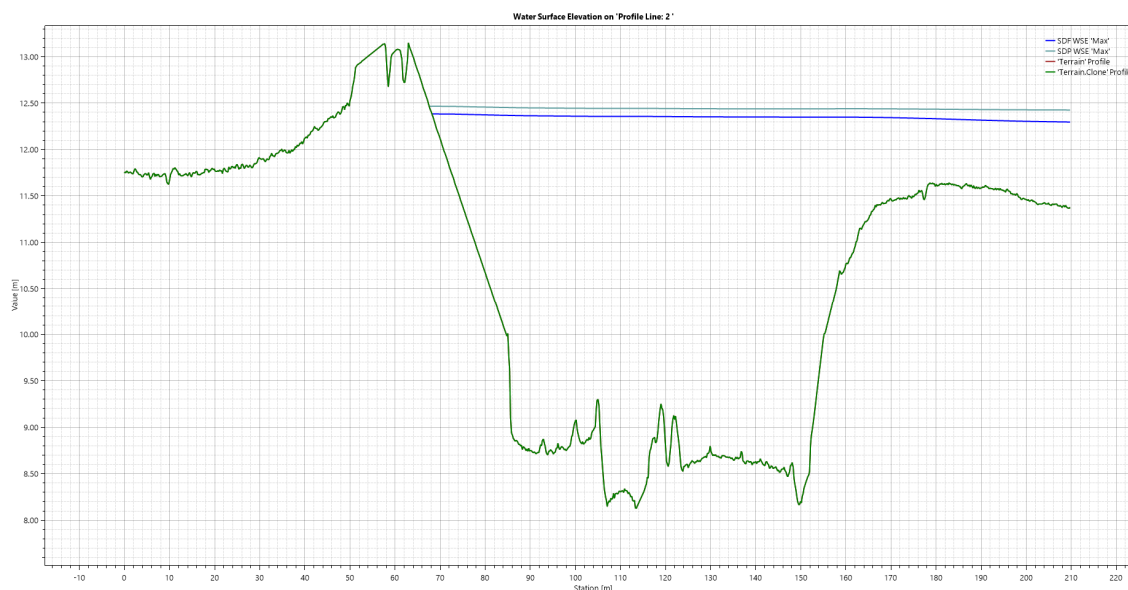


Figura 24-Tirante sezione 2

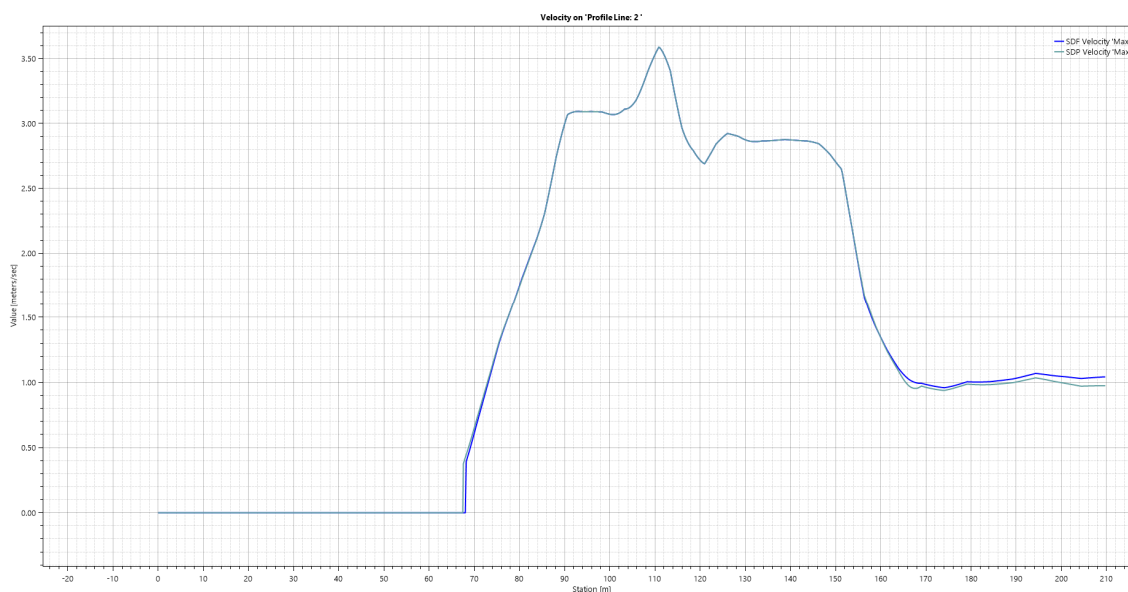


Figura 25-Velocità sezione 2

In corrispondenza della sezione 2, posta a circa 200 m a monte del viadotto si osserva un leggero incremento del tirante (circa 9 cm) ed una riduzione della velocità nella parte di esondazione in destra idraulica, causata dal rilevato che rallenta il deflusso verso valle. La trasparenza del rilevato viene garantita dalla presenza di tubazioni che consentono il deflusso in direzione ovest-est.

Mandataria:

**3TI PROGETTI ITALIA**
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei

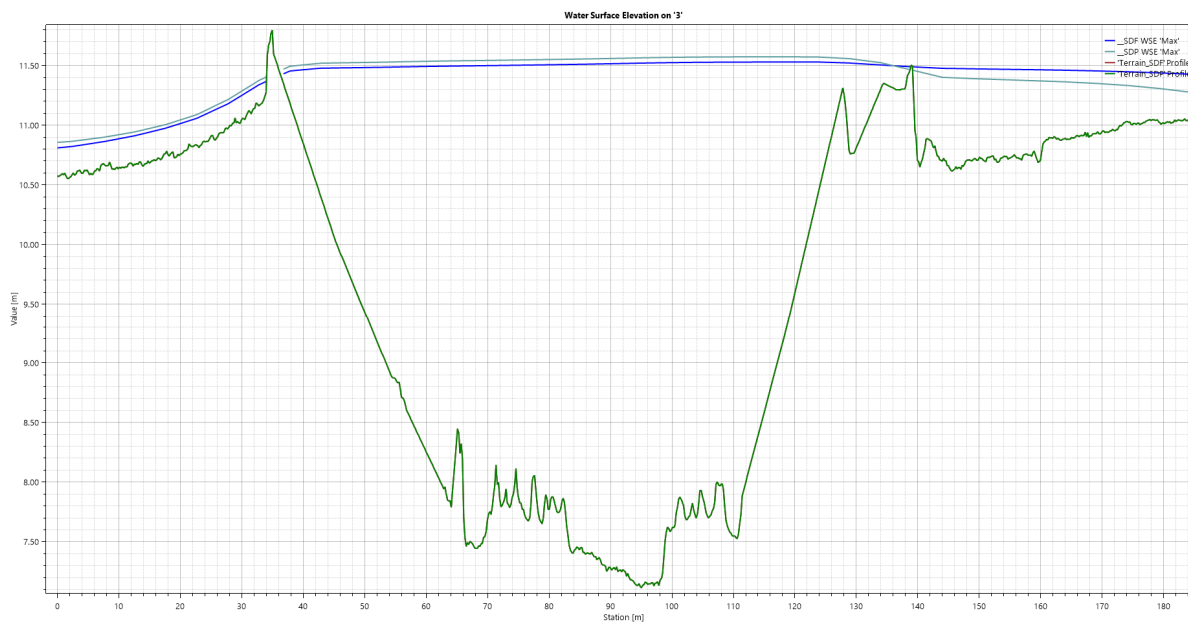


Figura 26-Tirante sezione 3

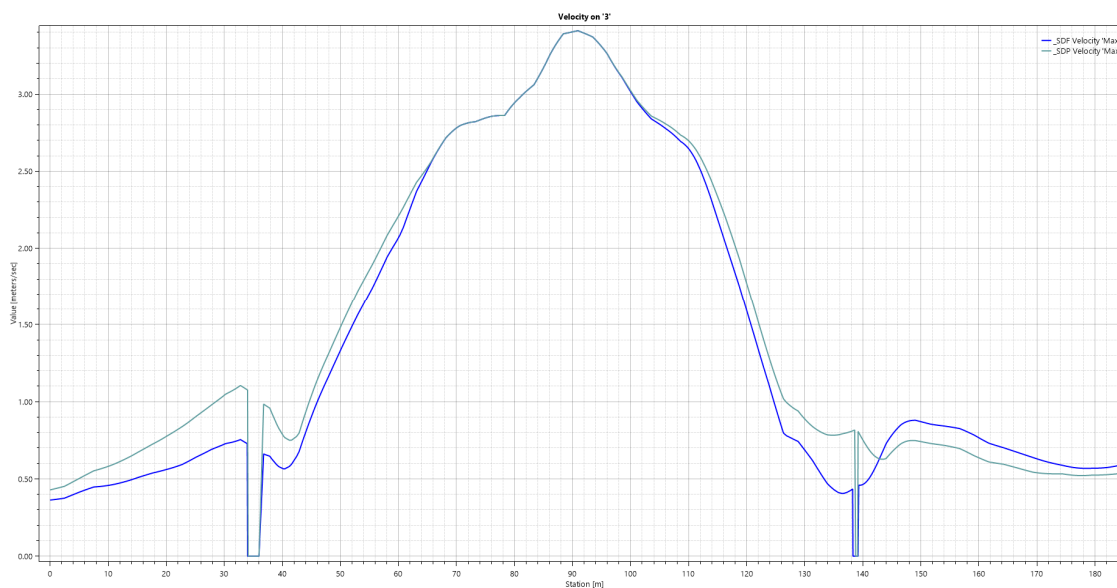


Figura 27-Velocità sezione 3

La sezione 3 posta ortogonalmente al corso del fiume Tenna all'altezza del viadotto conferma l'innalzamento del pelo libero di circa 7 cm, portando il livello della piana due-centenaria a 11.57 m slmm.

Mandataria:

**3TI PROGETTI ITALIA**
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei

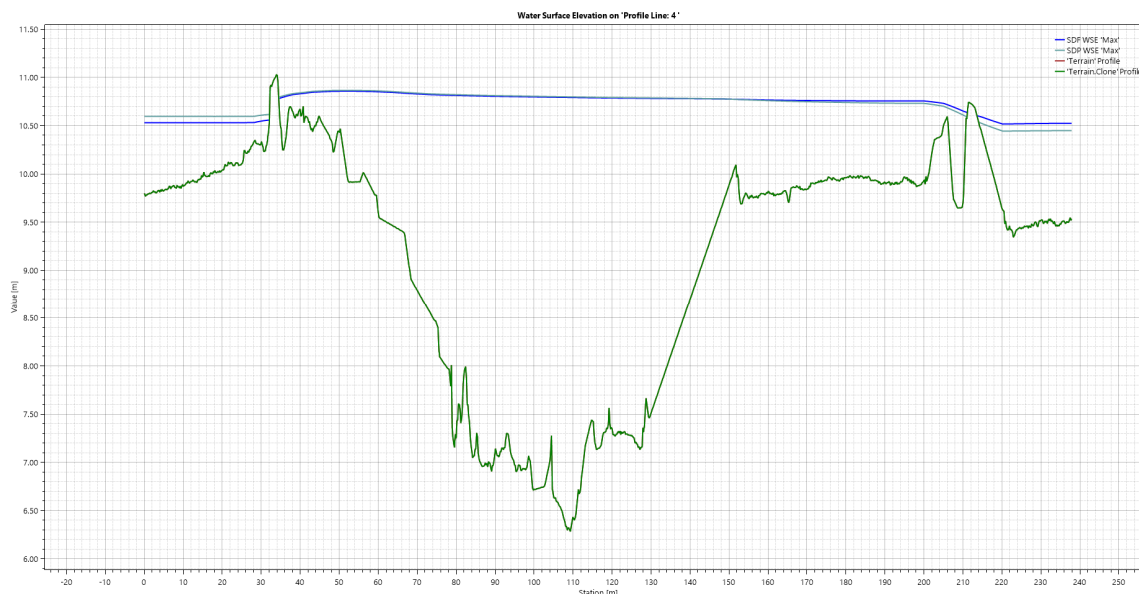


Figura 28-Tirante sezione 4

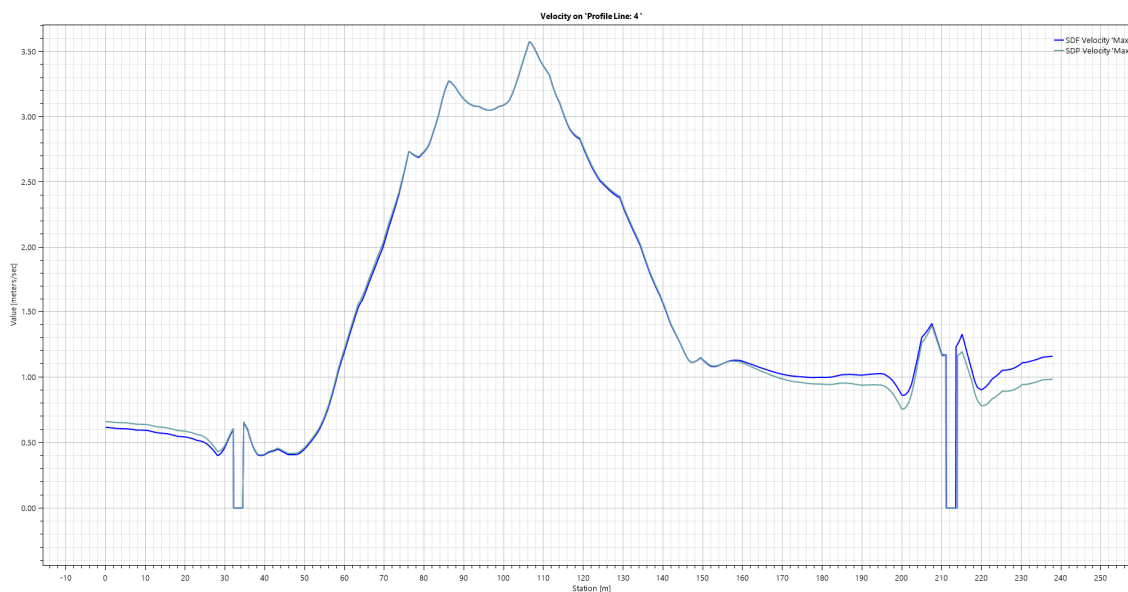


Figura 29-Velocità sezione 4

Nella sezione 4, a valle del nuovo viadotto si osserva un limitata riduzione dei tiranti dell'allagamento in destra idraulica, vista la trasparenza del rilevato in terra che grazie ai varchi posti ad interesse di circa 20 m lascia defluire l'acqua in direzione ovest-est.

Mandataria:

**3TI PROGETTI ITALIA**
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei

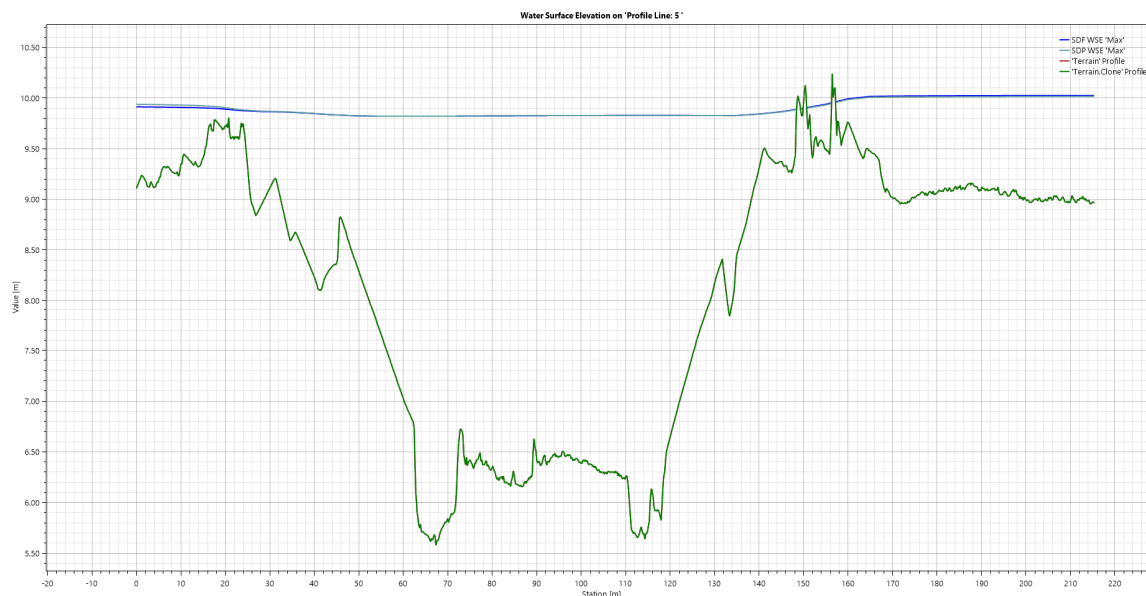


Figura 30-Tirante sezione 5

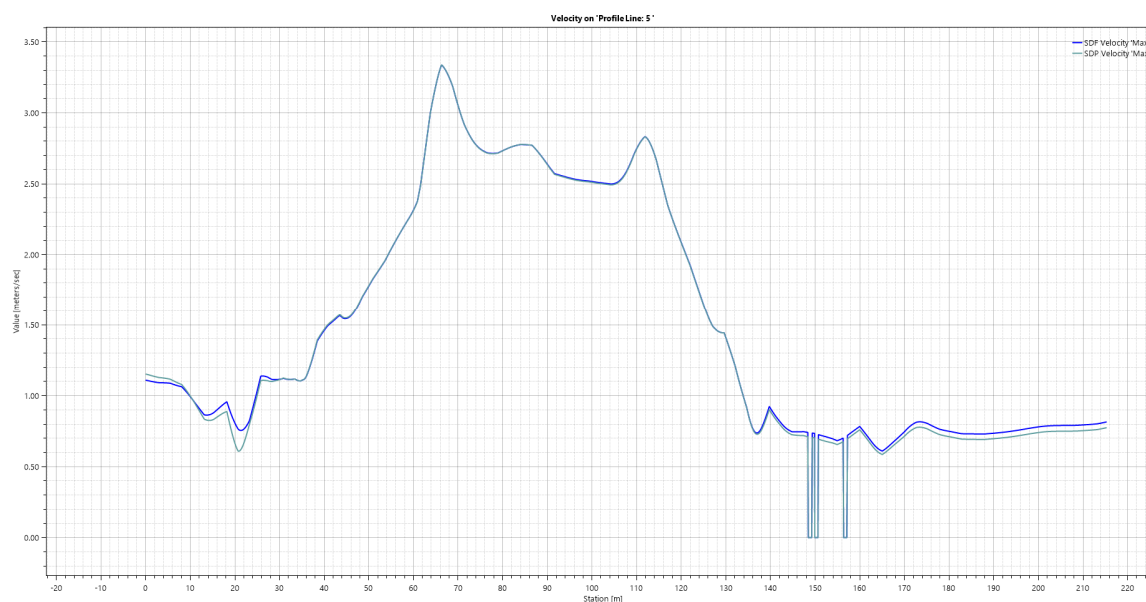


Figura 31-Velocità sezione 5

Nella sezione 5 posta a circa 400 m a valle del viadotto non si osservano significative variazioni del pelo libero o della velocità puntuale dovute alla presenza del viadotto.

Mandataria:

**3TI PROGETTI ITALIA**
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei

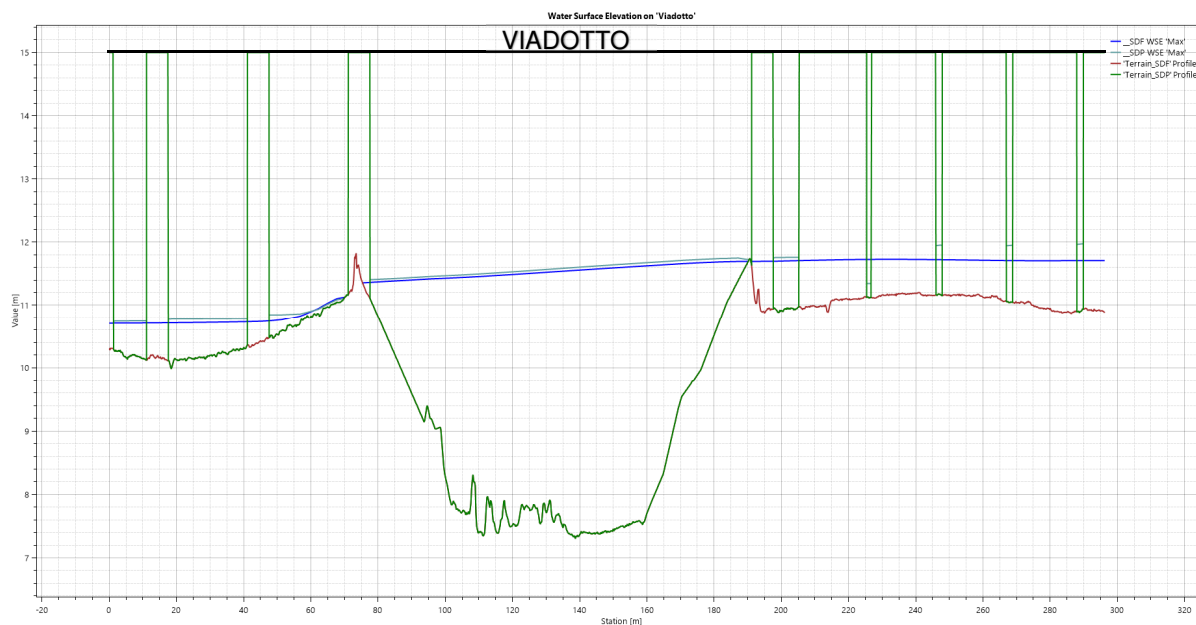


Figura 32-Tirante sezione viadotto



Figura 33-Velocità sezione viadotto

Nella sezione trasversale posta in asse al nuovo viadotto si osservano le variazioni di velocità dovute alla presenza delle pile del ponte poste nell'area golenale, ed al rilevato in terra.

Mandataria:

**3TI PROGETTI ITALIA**
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei



Analizzando l'area allagata in sinistra idraulica, si osserva un aumento del tirante dovuto alle motivazioni riportate nell'analisi della sezione 3, e una riduzione della velocità in prossimità delle pile essendo l'allagamento proveniente da est, di ritorno.

Analizzando invece l'area allagata in destra idraulica, si osserva un moderato aumento della velocità dovuto alla presenza della pila del ponte ed il rilevato in terra. La distanza fra i due nuovi elementi è pari a 20 m. Questa restrizione dell'area di deflusso comporta un aumento delle velocità per cui la base del rilevato deve essere protetta contro l'erosione.

Dalla sezione viadotto si osserva inoltre che il franco tra il pelo libero e il sottotrave del ponte posto da un'altezza di 15 m slmm è di circa 3,50 m.

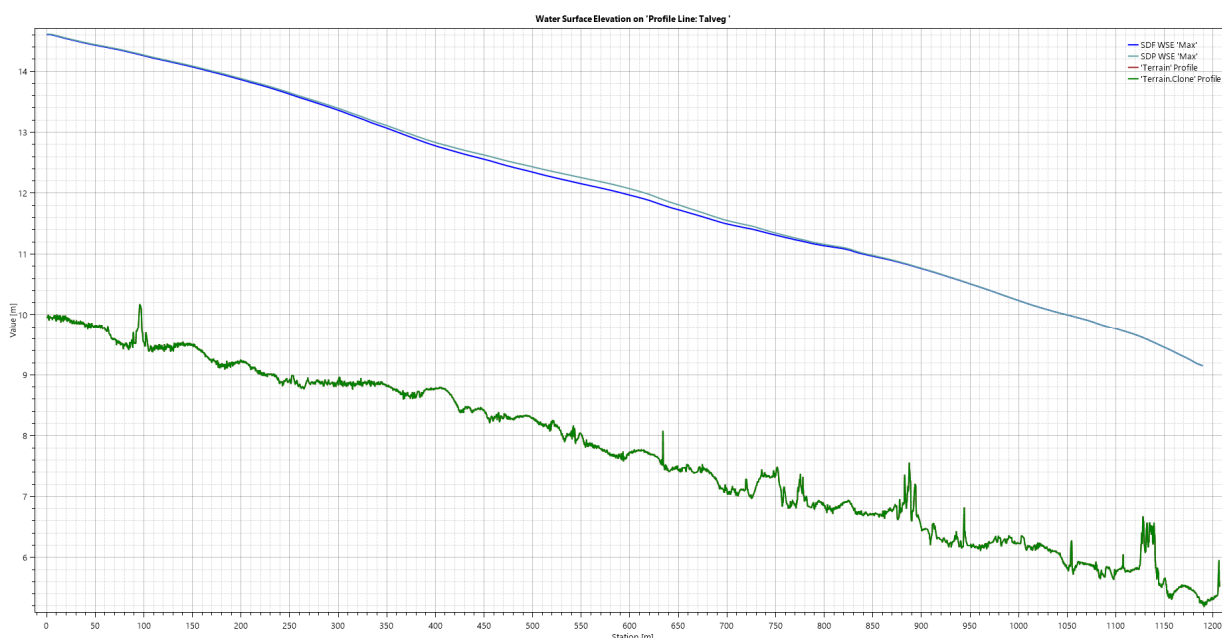


Figura 34-Sezione longitudinale lungo il Talveg

In figura 34 si riporta la sezione trasversale eseguita lungo la presunta linea di talveg del tratto analizzato del fiume Tenna. L'andamento del pelo libero, riporta quanto ritrovato nell'analisi delle diverse sezioni indagate, con un leggero aumento dei livelli a monte del punto di attraversamento del viadotto.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



11.2. SEZIONI LUNGO IL FOSSO VALLASCIANO

Si riportano di seguito gli output relativi alla modellazione eseguita del fosso Vallasciano, affluente del fiume Tenna e corso d'acqua posto in adiacenza alla nuova opera viaria oggetto di studio.

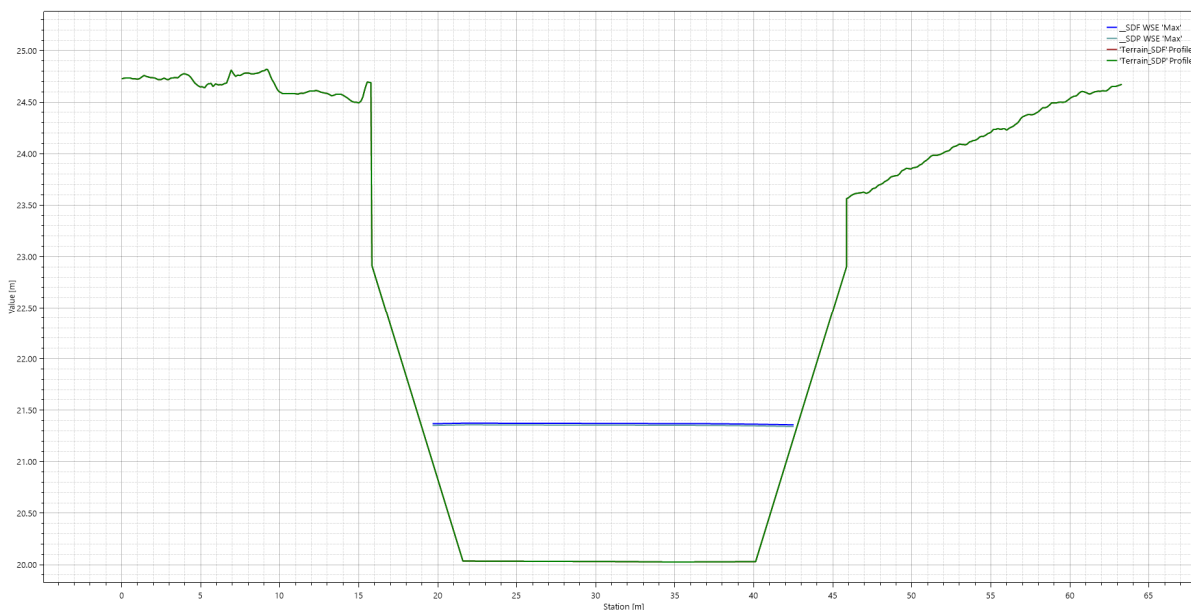


Figura 35-Tirante sezione 6

Nella sezione 6, a monte del ponte di via del Commercio sul fosso Vallasciano, non si osservano variazioni sia per quanto riguarda i livelli che le velocità della corrente, non essendovi previste variazioni nelle geometrie della sezione. Il livello del tirante, per la portata con tempo di ritorno di 200 anni garantisce un franco di sicurezza di circa 2 m.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
		<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>	
		<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>	
		<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>	

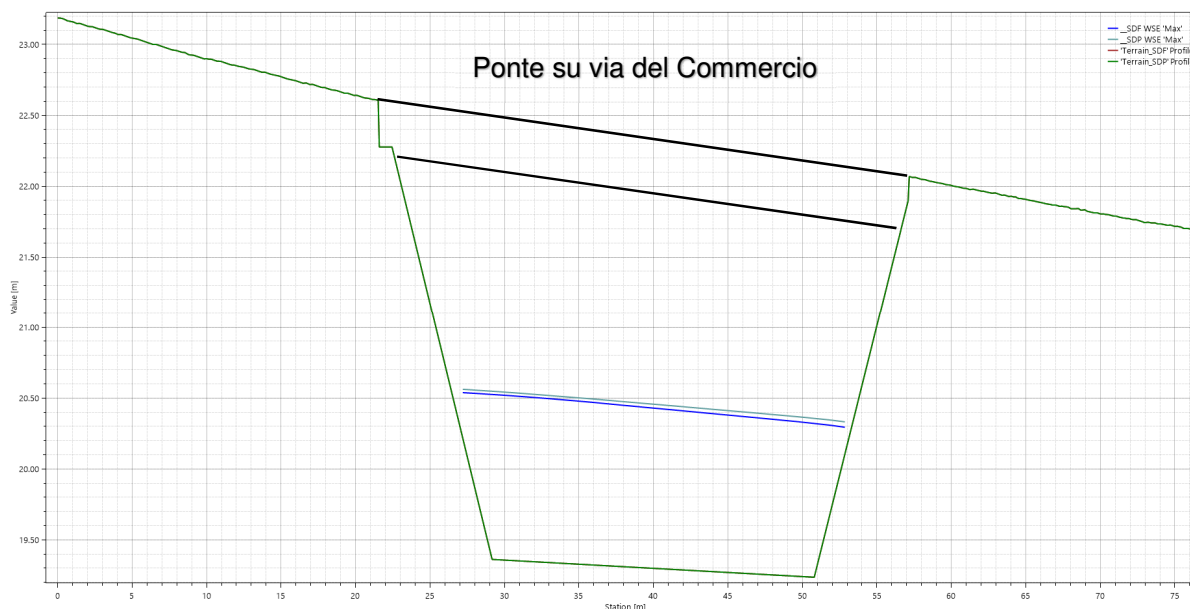


Figura 36-Tirante sezione 7

Nella sezione 7 in corrispondenza del ponte esistente di via del Commercio si osserva un franco superiore a 1,5 m rispetto al sottotrave esistente, mentre non vi sono variazioni di tirante tra stato di progetto e stato di fatto essendo la geometria della sezione invariata. Anche per i ponti previsti per l'anello rotatorio di progetto si prevede di utilizzare la medesima geometria del ponte esistente, in modo tale da non andare ad influenzare il deflusso delle portate interne al fosso Vallasciano a seguito della realizzazione della nuova opera.

La variazione di tirante all'interno del fosso Vallasciano, tra la sezione 7 e sezione 8 è dovuta alla variazione della pendenza del fosso. Si ha infatti una riduzione della pendenza del fondo, a nord di via del Commercio.

Mandataria:

**3TI PROGETTI ITALIA**
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei

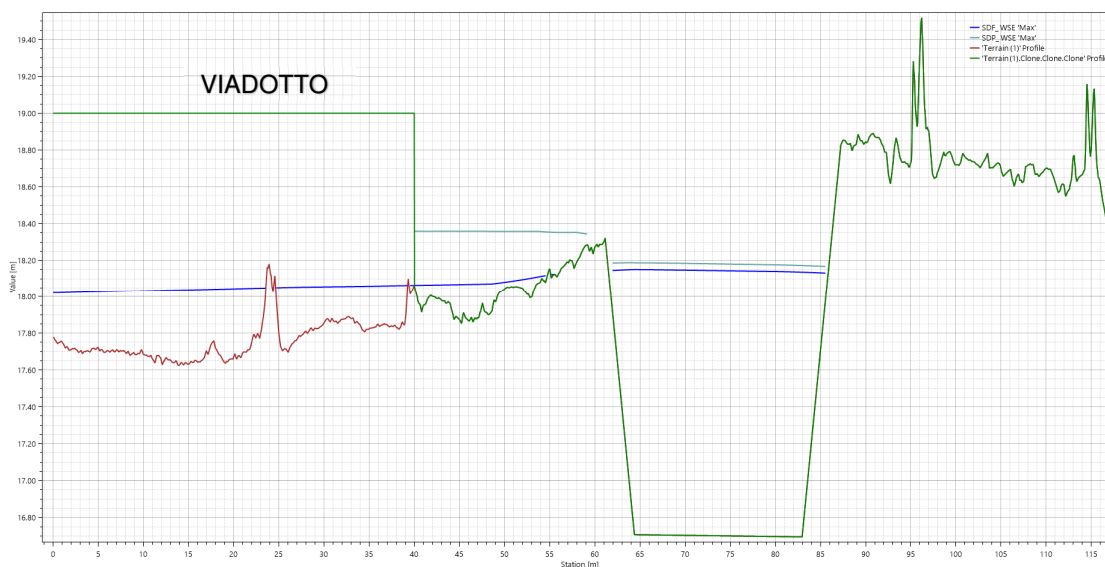


Figura 37-Tirante sezione 8

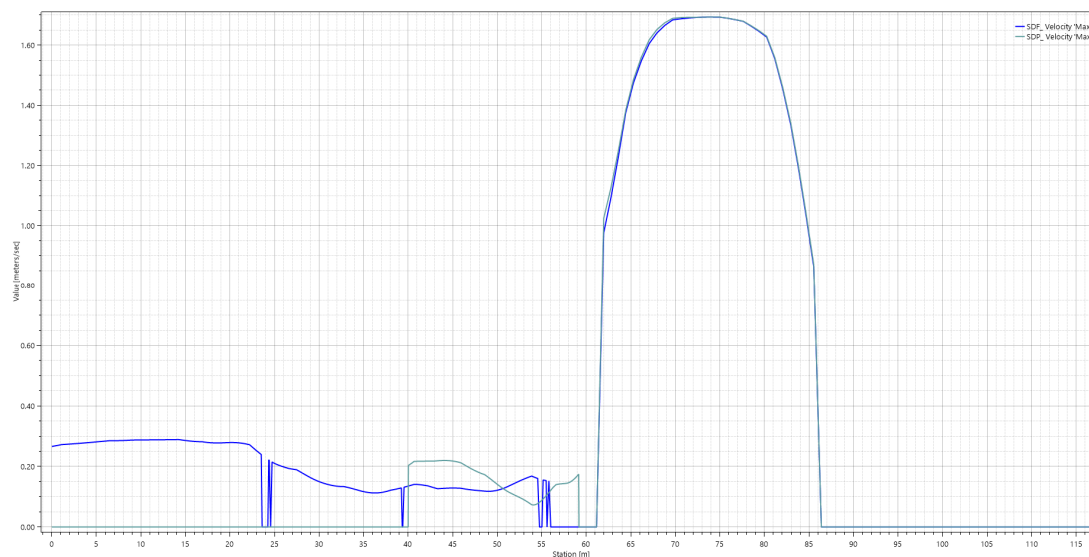


Figura 38-Velocità sezione 8

Nella sezione 8, la campagna in sinistra idraulica risulta depressa rispetto alla campagna in destra idraulica del fosso Vallasciano. L'arginatura rilevata non risulta adeguata, comportando la fuoriuscita di una parte della portata che va ad allagare la campagna con un tirante di circa 20 cm. La realizzazione del rilevato stradale va a creare uno sbarramento, che limita le aree allagate allo spazio tra il fosso ed il rilevato. Come si può osservare dal grafico di distribuzione delle velocità, la variazione delle aree esondate non comporta variazioni nel deflusso all'interno del corso d'acqua.

Mandatara:



3TI PROGETTI ITALIA
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei

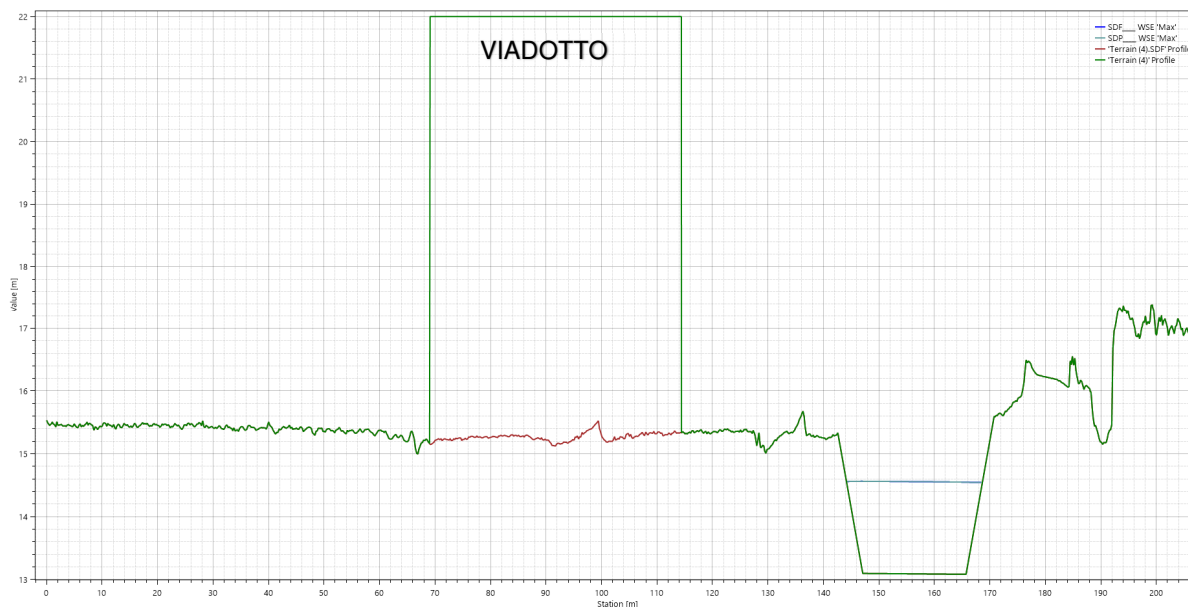


Figura 39-Tirante sezione 9

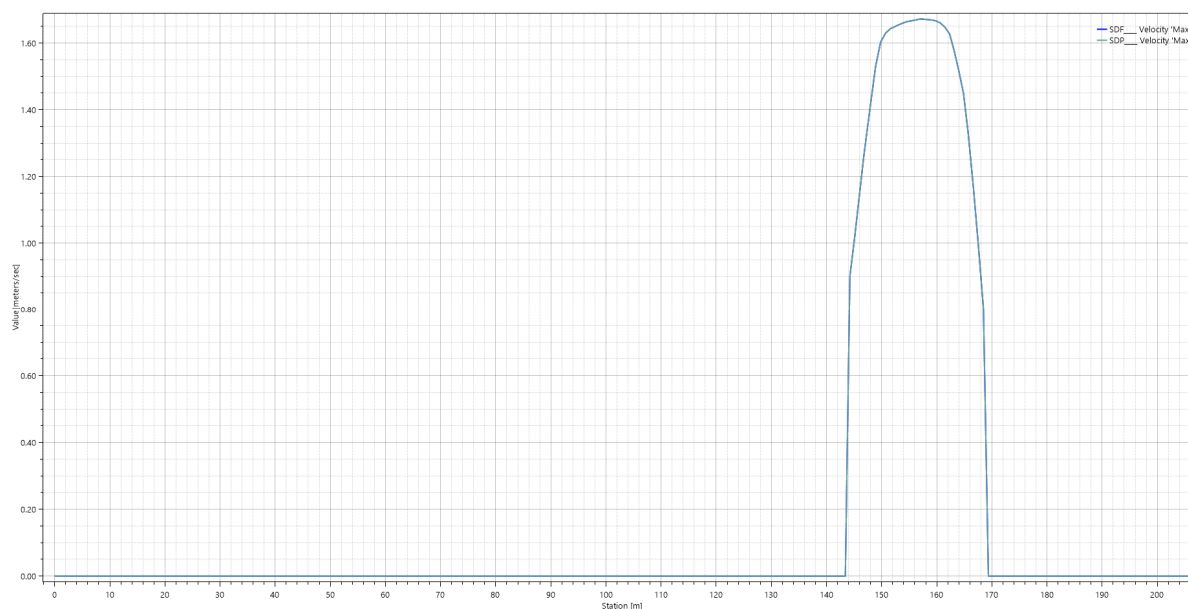


Figura 40-Velocità sezione 9

Nella sezione 9 le geometrie rilevate del fosso Vallasciano consentono un deflusso delle portate in sicurezza, garantendo un franco di sicurezza di circa 1 metro. Non si osservano variazioni di tiranti o velocità tra stato di progetto e lo stato di fatto.

Mandataria:

**3TI PROGETTI ITALIA**
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei

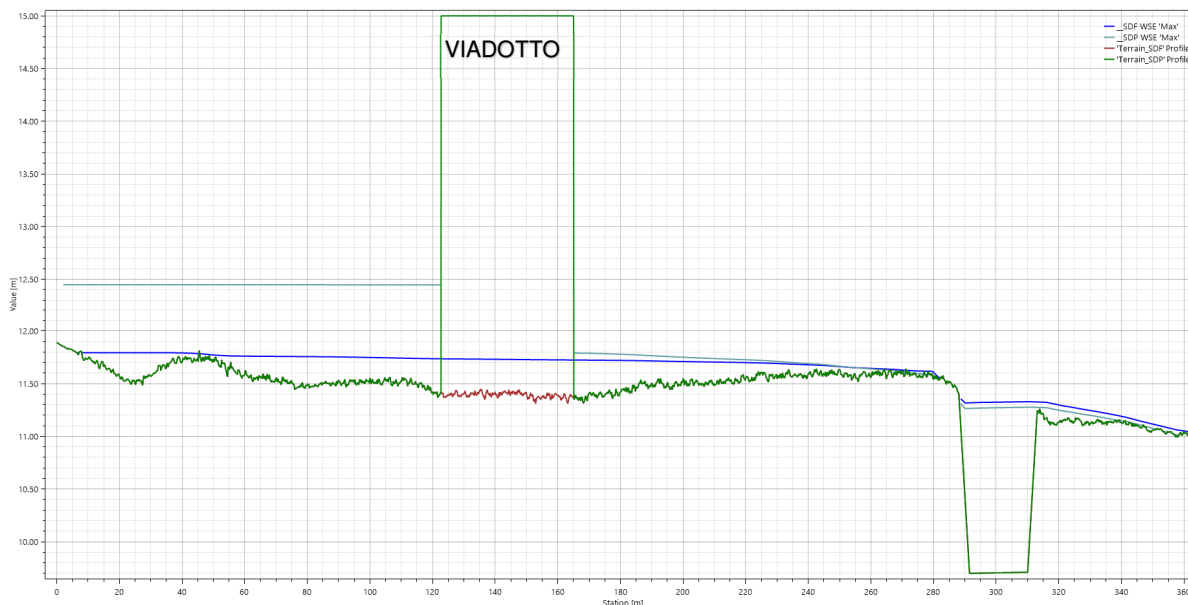


Figura 41-Tirante sezione 10

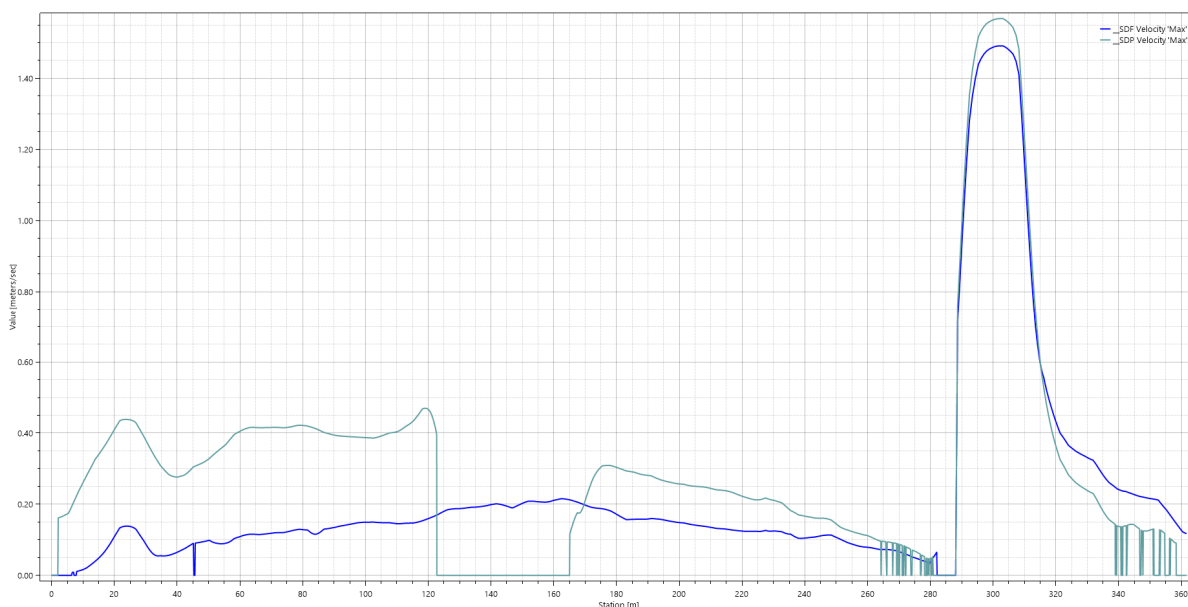


Figura 42-Velocità sezione 10

Nella sezione 10 la sezione del fosso Vallasciano risulta insufficiente, sia nello stato di fatto che nello stato di progetto, non garantendo dei franchi di sicurezza adeguati in destra idraulica. Vista la trasparenza del rilevato stradale, offerta dalle tubazioni che lasciano defluire le portate di piena non si osservano sostanziali differenze tra lo stato di progetto e lo stato di fatto.

<p>Mandataria:</p>  <p>3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.</p>	<p>Mandanti:</p>  <p>BRIDGE CONSULTING DSD</p>	 <p>EN.AR. Conti srl Engineering & Architecture</p>	<p>Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei</p>
---	--	--	---

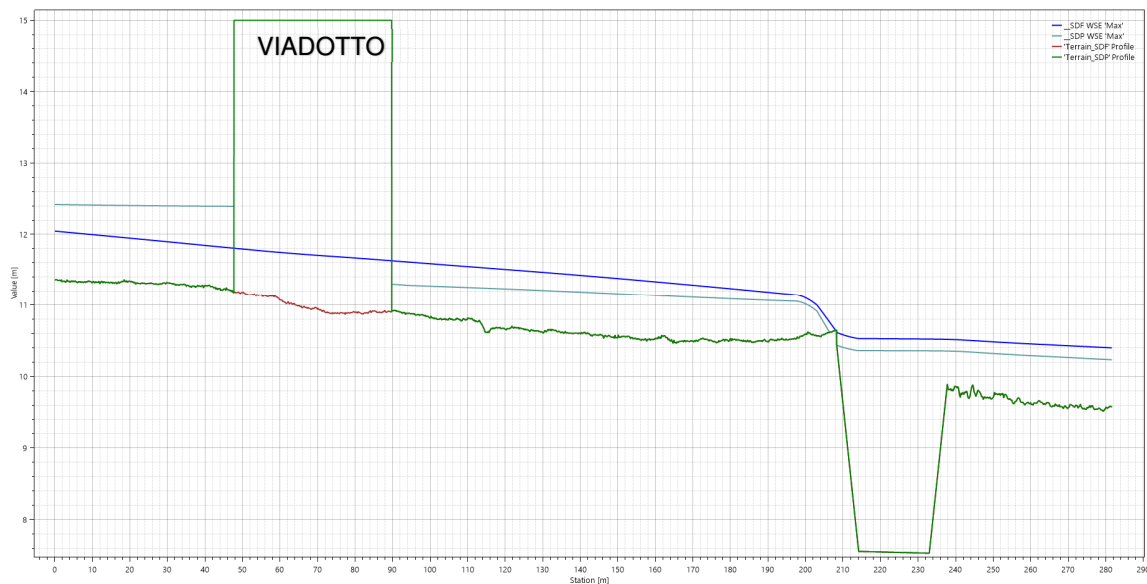


Figura 43-Tirante sezione 11

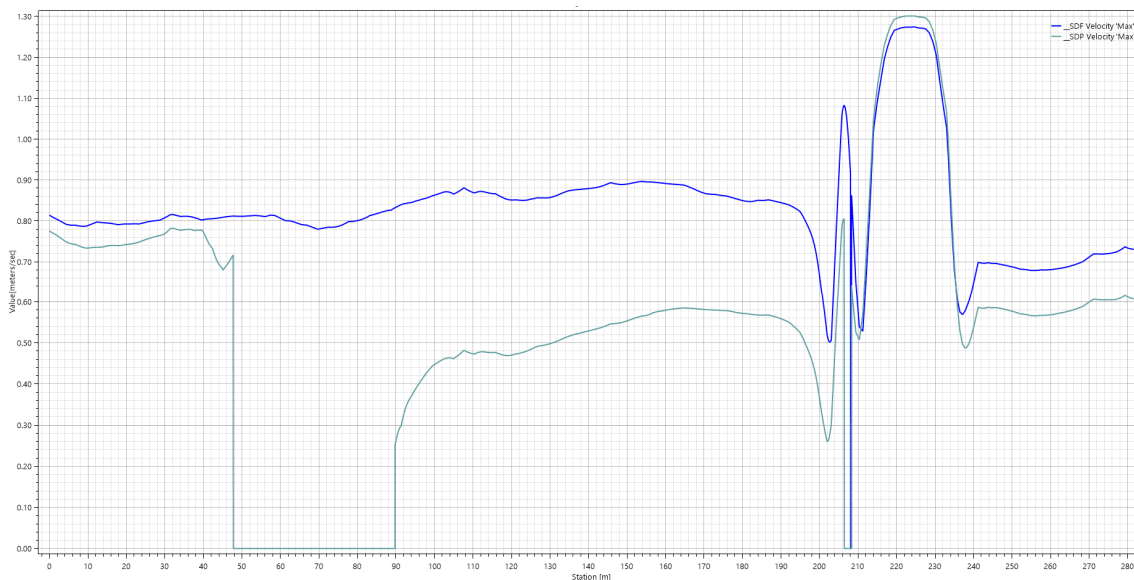


Figura 44-Velocità sezione 11

Come per la sezione 10 anche nella sezione 11 il deflusso all'interno del fosso Vallasciano risente della presenza del fiume Tenna, il quale esonda in destra idraulica. Vista la trasparenza del nuovo rilevato stradale non si osservano variazioni sostanziali. Sia nello stato di fatto che nello stato di progetto la sezione risulta sempre insufficiente non garantendo un franco di sicurezza in destra idraulica.

Mandataria:

**3TI PROGETTI ITALIA**
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

Mandanti:



Dott. Geol. Giovanni Mancini

Dott. Archeol. Luca Fornari

Dott. Agr. Emiliano Pompei

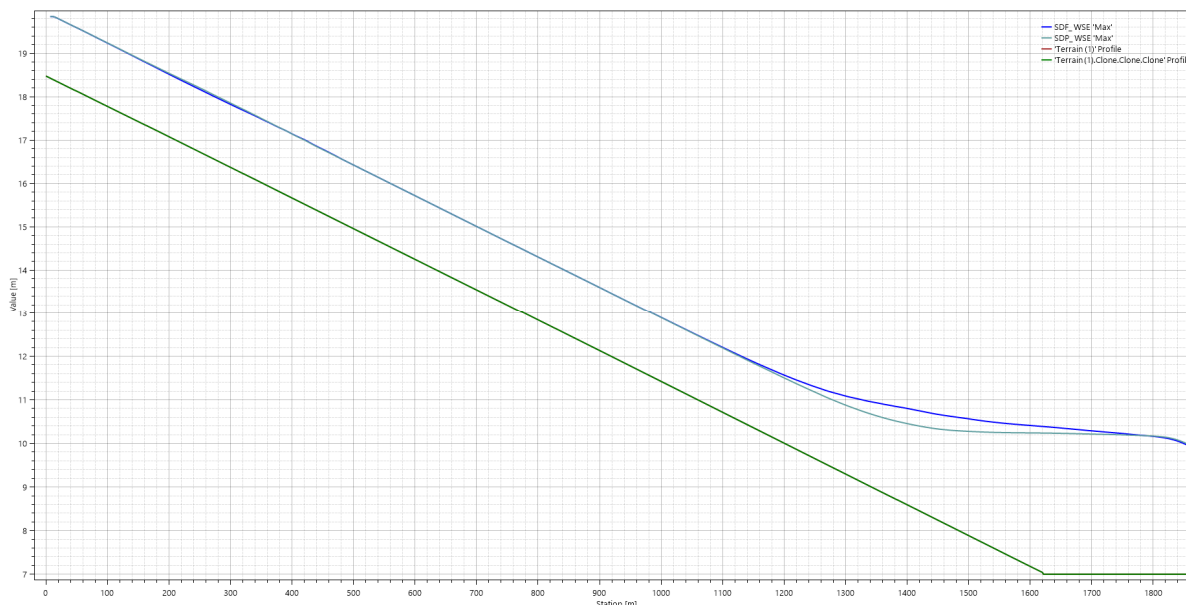


Figura 45-Profilo longitudinale fosso Vallasciano

Come si può osservare dal profilo longitudinale la variazione delle condizioni al contorno; quindi, la realizzazione del rilevato stradale non comportano sostanziali variazioni, vista anche la trasparenza idraulica del rilevato data dalle tubazioni che consentono il deflusso delle portate in direzione ovest-est.

Si osserva dunque che la realizzazione del rilevato stradale posto in sinistra idraulica del fosso Vallasciano e dei due ponti previsti per l'anello rotatorio su via del Commercio non comportano variazioni nel deflusso delle portate all'interno del corso d'acqua, se non una delimitazione puntuale delle aree che si allagano nel tratto vicino a via del Commercio.

L'insufficienza in alcuni punti della sezione del fosso Vallasciano corrisponde con punti in cui sono noti i problemi di allagamento per la fuoriuscita sia dello stesso fosso che del fiume Tenna, quindi da non imputare alle variazioni portate dalle opere in progetto.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



12. IDROLOGIA LOCALIZZATA NELL'AREA D'INTERVENTO

Riprendendo i risultati ottenuti nei capitoli precedenti per la terminazione delle portate precipitate al dis opira del bacino del fiume Tenna si riprende ora la curva relativa all'area d'intervento. Il programma HEC-HMS consente di simulare l'idrogramma di deflusso da un bacino in risposta ad un afflusso meteorico sufficientemente intenso. Si richiede pertanto di ipotizzare uno ietogramma di precipitazione, dal quale elaborare la risposta idraulica di bacino.

Per la costruzione del modello meteorologico del bacino sono stati utilizzati i dati di precipitazione forniti dal Centro Funzionale Multirischi della Protezione Civile della Regione Marche, utilizzando i dati relativi alle stazioni che riportano serie storiche di almeno 20 anni in modo da ottenere elaborazioni statisticamente significative. I dati raccolti riguardano i dati cumulati giornalieri per la ricostruzione degli ietogrammi di eventi reali e i massimi quantitativi annuali registrati per le durate 1, 3, 6, 12 e 24 ore utilizzati poi per la costruzione della Curva Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (CPP). Le CPP esprimono la relazione fra altezze di precipitazione h e la loro durata t , per un assegnato valore del periodo di ritorno T_r . L'altezza di precipitazione h presa in considerazione è quella massima annuale relativa alla durata in esame. La linea elaborata è stata determinata con un tempo di ritorno di 50 anni, e tempo di corrivazione inferiore all'ora.

L'equazione utilizzata è la seguente:

$$h = a \cdot t^n = 64.905 \cdot t^{0,2656}$$

con τ espresso in ore e h in millimetri.

Essendo quindi nota l'altezza di precipitazione h , relativa ad un tempo di precipitazione τ (tempo stimato sulla base delle dimensioni del bacino di studio e sulla finalità dello studio), si considera uno ietogramma avente un picco della pioggia ad 1/3 dell'intera durata per esaltare la bontà della capacità di drenaggio superficiale della rete di progetto. Da questo si può ricavare l'andamento della precipitazione cumulata, che simula il picco di precipitazione in corrispondenza del punto di flesso della curva e si mantiene in linea con i valori forniti dalla curva di possibilità pluviometrica elaborata per la zona con tempo di ritorno di 50 anni.

Per lo studio in oggetto si è sviluppato un modello di scroscio con tempo di pioggia orario. Si riportano nelle figure 3 e 4 lo ietogramma e la curva di precipitazione utilizzate nel modello.

Mandataria:  3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	Mandanti: 		Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei
---	---	--	--



La parte di precipitazione che produce deflusso diretto rappresenta la precipitazione efficace, tuttavia, non tutta la precipitazione affluita sul bacino crea deflusso superficiale, come accade per i processi di infiltrazione, che sottraggono una frazione di precipitazione alla trasformazione in deflusso diretto. Con il modello HEC-HMS la precipitazione che non contribuisce alla formazione di deflusso superficiale viene considerata persa, questa frazione viene pertanto calcolata per essere sottratta alla precipitazione totale e pervenire alla determinazione della pioggia efficace.

Tra le diverse metodologie per il calcolo delle perdite di precipitazione, si utilizza il metodo SCS (Soil Conservation Service), il quale propone la seguente equazione per la precipitazione efficace:

$$P_e = \frac{P_n^2}{P_n + S}$$

in cui:

$$P_n = P - IA \quad IA = k_{IA} * S$$

dove: P = precipitazione totale (mm)

P_e = precipitazione efficace (mm)

P_n = precipitazione netta (mm)

S = volume specifico di saturazione del suolo (mm)

IA = perdite iniziali (mm)

k_{ia} = coefficiente di perdite iniziali assunto pari a 0.2

Il parametro S è legato in modo inversamente proporzionale ad una grandezza denominata CN (Curve Number) che esprime la permeabilità del terreno secondo la relazione:

$$S = 25.4 * \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Mandataria:  3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	Mandanti: 		Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei
---	---	--	--



Per $CN \rightarrow 0$ si ha un terreno permeabile che quasi non genera deflusso, mentre per $CN \rightarrow 100$ si ha una superficie impermeabile in cui la precipitazione si trasforma quasi totalmente in deflusso.

Per assegnare un valore di CN alle diverse aree di intervento si fa riferimento alla letteratura.

IETOGRAMMA DI PROGETTO

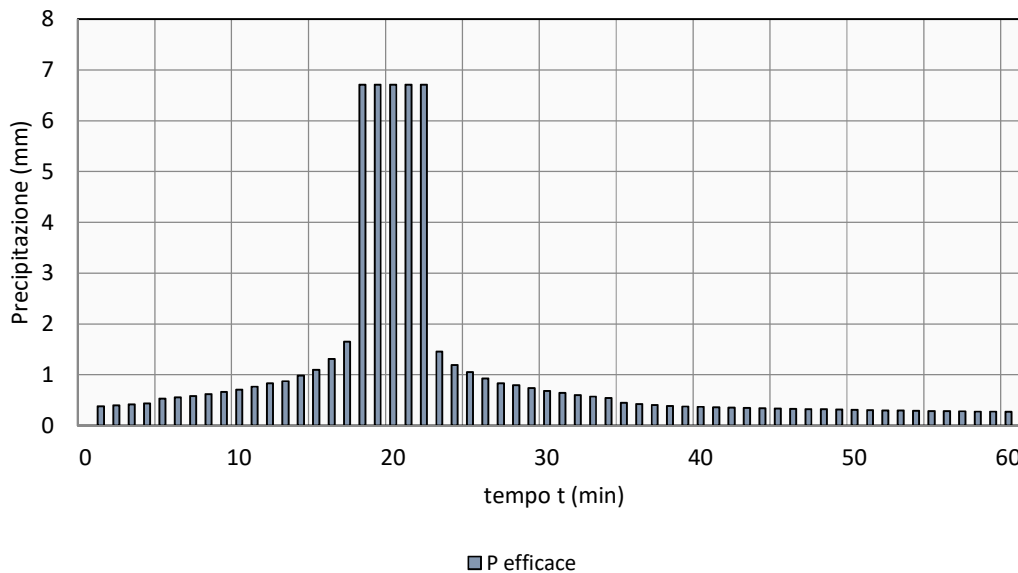


Figura 46 – Ietogramma di progetto

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
		Dott. Geol. Giovanni Mancini	
		Dott. Archeol. Luca Fornari	
		Dott. Agr. Emiliano Pompei	



PRECIPITAZIONE DI PROGETTO

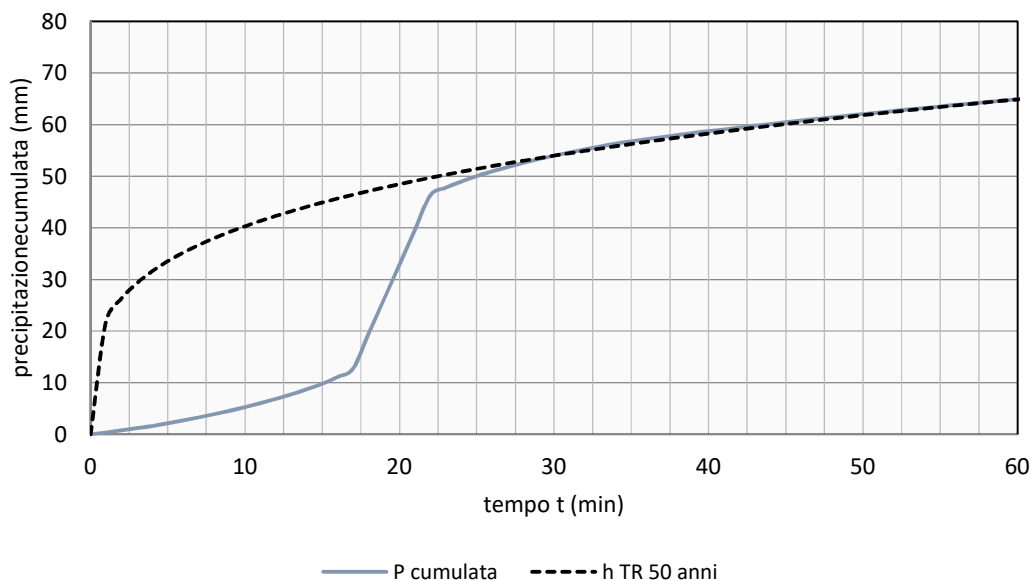


Figura 47 - Precipitazione di progetto

12.1. Trasformazione afflussi deflussi

Il modello matematico opera una trasformazione tra precipitazione efficace e deflusso superficiale con il metodo dell'idrogramma unitario che, a differenza del metodo razionale e quello dell'invaso, consente di studiare la risposta idraulica nel tempo, non solo la massima prodotta dal bacino di studio.

Il metodo per la determinazione degli idrogrammi assume che il bacino, stimolato da una pioggia descritta da un insieme di impulsi (intensità) elementari j_i , dia luogo ad un corrispondente insieme di risposte (portate) Q_i . La teoria, pertanto, si fonda sulla trasformazione da j_i a Q_i .

Alla base di questa trasformazione ci sono due ipotesi:

l'**invarianza** del processo comporta che la risposta idrologica sia indipendente dal tempo, cioè che lo stesso impulso dia luogo sempre alla stessa risposta;

la **linearità** del processo impone che la combinazione lineare che descrive l'intensità j descriva anche la risposta in termini di portata Q .

Mandataria:  3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	Mandanti: 		Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei
---	---	--	--



Il risultato della trasformazione è l'idrogramma unitario $F(t)$, l'onda elementare che prende origine da una precipitazione uniformemente distribuita sul bacino, di intensità e durata unitarie. L'idrogramma unitario è un semplice modello lineare che può essere usato per derivare l'idrogramma risultante da una qualsiasi distribuzione di pioggia efficace, secondo la seguente relazione, nota come *integrale di convoluzione*:

$$Q(t) = F * j = \int_0^t F(\tau) * j(t - \tau) d\tau$$

Esistono diverse metodologie applicative di derivazione dell'idrogramma unitario di uno specifico bacino, quando siano noti i dati di precipitazione efficace e di deflusso relativi a qualche evento piovoso



di breve durata, di intensità sufficientemente costante nel tempo e uniforme sull'intero bacino. Alternativamente, si può far ricorso ad *idrogrammi unitari sintetici*, a partire dalla conoscenza di alcune caratteristiche fisiche del bacino, che possono essere utilizzati per studiare bacini con caratteristiche similari.

Tra le varie tipologie di idrogrammi unitari sintetici si fa riferimento a quello implementato dal Soil Conservation Service, nel quale la portata è espressa come rapporto tra la portata q e la portata al picco Q_P e il tempo come rapporto tra tempo t e tempo al picco TP . Dati la portata al picco e il tempo di ritardo per la pioggia efficace, l'idrogramma può essere stimato dall'idrogramma unitario sintetico per il bacino in esame. I valori di Q_P e TP possono essere stimati usando un modello semplificato triangolare di idrogramma unitario. In generale, il tempo al picco TP può essere espresso come funzione del tempo di ritardo TL e della durata della pioggia efficace Δt secondo la relazione:

$$TP = \frac{\Delta t}{2} + TL$$

Per la derivazione dell'Idrogramma Unitario Adimensionale del Soil Conservation Service è pertanto richiesta la conoscenza del parametro TL , che esprime l'intervallo di tempo tra il baricentro del pluviogramma di precipitazione efficace e il picco dell'idrogramma di deflusso e può essere determinato dalla seguente formula semi empirica:

$$TL = 0.6 * TC$$

Mandataria:  3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.	Mandanti: 		Dott. Geol. Giovanni Mancini Dott. Archeol. Luca Fornari Dott. Agr. Emiliano Pompei
---	---	--	--



dove TC è il tempo di corrivazione del bacino.

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
 3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>



13. RISULTATI E VERIFICA DELLE OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA

13.1. Caratteristiche del bacino scolante

L'area oggetto di variazione a seguito della realizzazione della nuova viabilità presenta un'estensione di circa 58 300 m², suddivisa in superfici impermeabili, semipermeabili ed aree verdi. Le diverse composizioni delle superfici individuate, comportano diverse permeabilità, le quali vanno a concorrere alla determinazione della permeabilità complessiva del bacino.

Di seguito si analizza per completezza la composizione superficiale sia dello stato di fatto che lo stato di progetto, al fine di apprezzare l'entità della variazione data dall'intervento.

Si è suddivisa l'area oggetto d'analisi in superfici equivalenti, ciascuna delle quali caratterizzata da un curve number (CN). Si determinano nella tabella seguente i valori di curve number (CN) pesati adottati nella modellazione numerica eseguita con il software HEC-HMS.

Dal punto di vista del compenso idraulico si suddivide l'intervento in tre bacini, idraulicamente disconnessi tra di loro. Il primo bacino comprende l'area della nuova rotatoria, prevista lungo via del Commercio all'incrocio con il fosso Vallasciano. Il secondo bacino invece comprende il corpo del rilevato stradale e le strade laterali di manutenzione, in destra idraulica del fiume Tenna. Il terzo bacino invece comprende tutta la parte in viadotto; quindi, la parte posta in sinistra idraulica del fiume Tenna ed il ponte. Si riportano per chiarezza nelle tabelle seguenti le diverse composizioni dei bacini.

BACINO A (rotatoria)

	STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
	S (estensione)	CN	S (estensione)	CN
Superfici impermeabili	-	98	1 204 m ²	98
Superfici a verde	1 204 m ²	61	-	61
TOTALE	1 204 m²	61	1 204 m²	98

BACINO B (corpo centrale)

Mandataria:		Mandanti:	
3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



	STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
	S (estensione)	CN	S (estensione)	CN
Superfici impermeabili	-	98	19 950 m ²	98
Superfici semi permeabili	-	82	11 800 m ²	82
Superfici a verde	51 625 m ²	61	19 875 m ²	61
TOTALE	51 625 m²	61	51 625 m²	80

BACINO C (viadotto)

	STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
	S (estensione)	CN	S (estensione)	CN
Superfici impermeabili	-	98	5 367 m ²	98
Superfici a verde	5 367 m ²	61	-	61
TOTALE	5 367 m²	61	5 367 m²	98

Per quanto riguarda lo stato di fatto, l'area in esame è attualmente lasciata a verde, presentando diversi solchi di scolo che la attraversano l'area d'intervento in direzione ovest-est. Le aree in oggetto hanno come recapito il fosso Vallasciano, posto a est dell'area d'intervento.

Per quanto riguarda le opere di progetto si prevede la realizzazione di una nuova rete di captazione, con relativa volumetria di compenso che garantisca l'invarianza idraulica dell'intervento, indipendente per ogni bacino idraulico in cui si è suddiviso l'intervento.

Per una migliore comprensione della suddivisione in bacini idraulici si rappresentano all'interno della figura 5.

Mandataria:		Mandanti:	
3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
			<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>

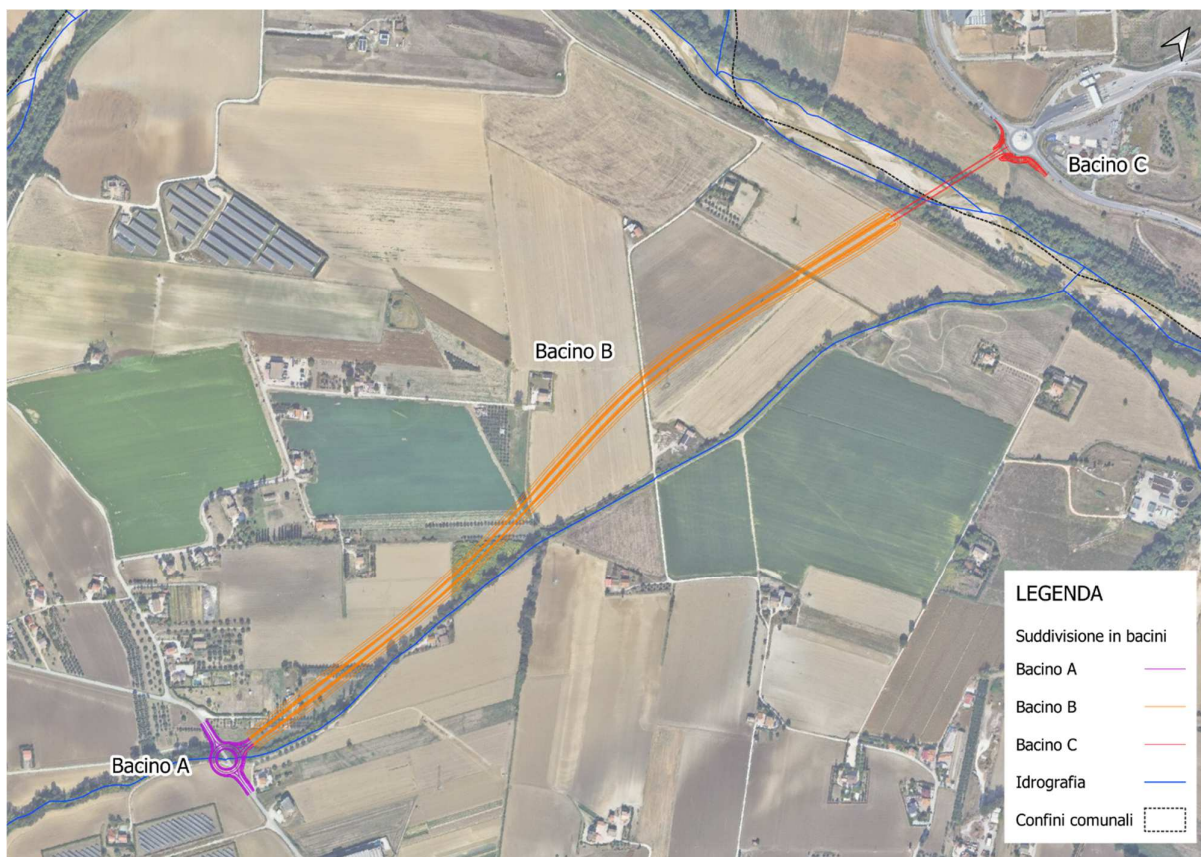


Figura 48 – Suddivisione in bacini

13.2. Opere di compenso

A seguito della modellazione numerica eseguita, si è determinata la volumetria di precipitazione captata dai diversi bacini. Visto lo sviluppo longitudinale dell'opera, e quindi la difficoltà nel collettare e disperdere le portate raccolte per mezzo di organi di dispersione puntuali, si ipotizza la realizzazione di volumetrie di compenso (fossati) dimensionati per accogliere la massima volumetria precipitata. Vista la buona permeabilità del suolo riscontrata in loco, l'acqua contenuta nei fossati utilizzati come volumetria d'invaso per la totalità delle portate precipitate, una buona parte verrà infiltrata nel sottosuolo mentre una piccola parte confluirà al recapito (fosso Vallasciano).

Si riporta all'interno della tabella seguente le volumetrie raccolte da ogni bacino:

Mandatataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
		Dott. Geol. Giovanni Mancini	
		Dott. Archeol. Luca Fornari	
		Dott. Agr. Emiliano Pompei	



BACINO	SUPERFICIE	PRECIPITAZIONE	CN	m ³ /ha
A	1 204 m ²	78 m ³	98	647
B	51 625 m ²	2 388 m ³	80	462
C	5 367 m ²	348 m ³	98	648
TOTALE	58 196 m²	2 814 m³		-

Si descrivono di seguito le opere di compenso previste per ogni bacino idraulico individuato.

13.2.1 Opere di comenso Bacino A

All'interno del bacino A, si prevede la realizzazione di un nuovo anello rotatorio, andando a demolire un tratto della strada esistente e tombando un tratto di circa 70 m del fosso Vallasciano. L'intervento prevede di impermeabilizzare complessivamente un'area di circa 1 200 m². Dalla modellazione eseguita, risulta che la nuova area impermeabilizzata intercetta una volumetria di circa 78 m³.

Si prevede la realizzazione delle opere di captazione poste nel perimetro esterno dell'anello rotatorio, per poi convogliare le portate raccolte al centro della rotatoria, dove per mezzo di un abbassamento puntuale si ricava la volumetria compensativa. L'area depressa, di circa 50 cm, necessaria ad accogliere la volumetria precipitata ha un'estensione di circa 200 m², quindi facilmente ricavabile all'interno dell'anello rotatorio. La volumetria compensativa prevede un livello di massimo invaso con un franco di sicurezza di 10 cm. La volumetria d'invaso viene dotata di un troppo pieno di sicurezza posto al livello di massimo invaso che recapita le portate al fosso Vallasciano in caso di emergenza. Per l'ordinario vuotamento dell'invaso invece si considera la naturale permeabilità del suolo, la quale garantisce il completo svuotamento in un paio d'ore della volumetria.

13.2.2 Opere di compenso Bacino B

IL bacino B è costituito dal nuovo rilevato stradale, parte centrale dell'opera, e con un maggiore impatto per quanto riguarda la trasformazione del suolo. Il bacino ha uno sviluppo longitudinale, comprendendo il rilevato stradale sul quale si realizza la nuova piattaforma, le scarpate del rilevato, le affossature poste ai piedi di entrambe le scarpate per il compenso idraulico e sempre su entrambi

Mandataria:		Mandanti:	
3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.			Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



i lati le strade per la manutenzione realizzate in materiale semipermeabile. Il bacino ha quindi una larghezza di circa 35 m ed uno sviluppo in lunghezza di circa 1 500 m. La volumetria intercettata complessivamente dalla superficie è di circa 2 400 m³. Vista la natura longitudinale dell'opera, si prevede di distribuire lungo tutto il tracciato l'opera compensativa costituita dai fossati posti ai piedi del rilevato stradale. Al fine di garantire l'invarianza idraulica dell'intervento, le affossature previste hanno uno sviluppo di circa 3 000 m offrendo una volumetria di 0,80 m³/m. Le affossature seguono l'andamento del terreno e quindi hanno la pendenza in direzione sud-nord, verso il fiume Tenna.

Ai due terzi dello sviluppo del bacino viene intersecata una strada bianca che a lato sud presenta un fossato di scolo che porta verso il fosso Vallasciano. Si prevede di mantenere la continuità idraulica del fossato, prevedendo una tubazione che attraversi il nuovo rilevato stradale. Vista l'intersezione con il fossato esistente, si prevede di utilizzare questo fossato come punto di recapito di parte della portata raccolta. La gestione della portata inviata al recapito viene demandata a dei pozzetti di sezionamento posti a monte del punto di recapito che esaltino la funzione d'invaso all'interno dei fossati e facciano transitare a valle una portata non superiore ai 10 l/s ha. Si lascia alle successive fasi progettuali il dimensionamento dei pozzetti di sezionamento, una volta definite le geometrie e pendenze dei fossati.

Le volumetrie stoccate all'interno dei fossati, vengo allontanate quindi in parte al recapito in parte grazie alla permeabilità offerta dal suolo, rendendo le volumetrie riutilizzabili dopo poche ore.

13.2.3 Opere di compenso Bacino C

Il bacino C è costituito dalle opere sopraelevate del viadotto della parte nord dell'opera. Dalla modellazione eseguita risulta che le nuove superfici colleghino una volumetria precipitata di circa 348 m³. Su entrambi i lati del viadotto si prevede di realizzare delle opere di captazione delle portate meteoriche, per poi convogliarle a terra in corrispondenza dei piloni con dei pluviali adeguatamente dimensionati. I pluviali recapitano a loro volta le portate a dei fossati realizzati al di sotto del viadotto che lo seguono per tutta la lunghezza. Al fine di recuperare la volumetria necessaria a garantire l'invarianza idraulica del bacino si prevede la realizzazione di 280 m di fossati (su entrambi i lati) che offrono una volumetria utile di circa 1,3 m³/m.

Nei pressi dei piloni del viadotto si prevede di intubare i fossati, con tubazioni in CLS Ø 800 mm per un tratto di circa 20 m, su entrambi i lati in modo tale da consentire la completa accessibilità dell'area delle pile del viadotto per le future manutenzioni.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei



La gestione della portata inviata al recapito viene demandata a dei pozzetti di sezionamento posti a monte del punto di recapito (affossature esistenti non censite afferenti al fiume Tenna) che esaltino la funzione d'invaso all'interno dei fossati e facciano transitare a valle una portata non superiore ai 10 l/s ha. Si lascia alle successive fasi progettuali il dimensionamento dei pozzetti di sezionamento, una volta definite le geometrie e pendenze dei fossati.

Le volumetrie stoccate all'interno dei fossati, vengono allontanate quindi in parte al recapito in parte grazie alla permeabilità offerta dal suolo, rendendo le volumetrie riutilizzabili dopo poche ore.

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
		<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>	



14. CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati delle modellazioni eseguite, per quanto riguarda l'interferenza con il fiume Tenna dell'opera in progetto la presenza delle pile del ponte in corrispondenza delle aree golenali comporta una variazione del tirante di circa 7 cm all'interno dell'alveo. Per quanto riguarda le pile del viadotto poste in sinistra idraulica, non si osservano particolari problematiche, visto che le aree sono interessate solo parzialmente dai fenomeni di inondazione. In destra idraulica la presenza del rilevato in terra comporta una limitata variazione dei tiranti, di allagamento.

Per quanto riguarda la presenza del fosso Vallasciano si osserva che la realizzazione del rilevato stradale posto in sinistra idraulica e dei due ponti previsti per l'anello rotatorio su via del Commercio non comportano variazioni nel deflusso delle portate all'interno del corso d'acqua, se non una delimitazione puntuale delle aree che si allagano.

L'area in destra idraulica del fiume Tenna risulta soggetta ad allagamento, sia nello stato di fatto che nello stato di progetto. La presenza del rilevato stradale comporta un innalzamento dell'allagamento nella parte ovest dell'area, mitigato dalla trasparenza idraulica del rilevato al fine di permettere un deflusso delle acque verso la parte est dell'area, ove l'allagamento risulta ridotto di qualche centimetro ma non annullato, mantenendo quindi invariate le aree soggette ad allagamenti. Vista l'orografia dell'area soggetta ad allagamenti l'innalzamento del tirante non comporta un'espansione areale delle zone allagate nell'area ovest.

Vista l'interferenza limitata delle nuove opere, e la variazione del regime idraulico trascurabile come dimostrato dalle modellazioni proposte, si ritiene idraulicamente compatibile l'opera.

Per quanto riguarda l'invarianza idraulica dell'opera dalla modellazione proposta della precipitazione con tempo di ritorno di 50 anni al di sopra della superficie oggetto di trasformazione, risulta un volume totale intercettato di circa 2 814 m³. La rete proposta offre un volume d'invaso totale di circa 3 000 m³ riuscendo quindi ad accogliere la totalità delle portate in arrivo.

I volumi accumulati vengono restituiti ai corpi idrici presenti nell'area, fosso Vallasciano e fiume Tenna, in una misura massima di 10 l/s ha. Il non superamento della massima portata rilasciata pari a 10 l/s ha è garantita dalla realizzazione di pozzetti di sezionamento a presidio del punto di recapito. Vista la permeabilità del suolo presente nell'area, si prevede che la gran parte delle volumetrie stoccate vengono allontanate per infiltrazione al suolo.

Mandataria:		Mandanti:	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		Dott. Geol. Giovanni Mancini
			Dott. Archeol. Luca Fornari
			Dott. Agr. Emiliano Pompei

BRETELLA DI COLLEGAMENTO LUNGOTENNA - PORTO S. ELPIDIO

Regione Marche – LOTTO 2

San Marco – Svincolo autostrada A 14 Porto S. Elpidio (FM)

Relazione di compatibilità idraulica preliminare

Codice documento: 15347-PFTE-00-IDR-RPT-002



rev: 00

pag. 73

Con queste caratteristiche si riesce a garantire l'invarianza idraulica del lotto a fronte della trasformazione delle superfici.

<i>Mandataria:</i>		<i>Mandanti:</i>	
	3TI PROGETTI ITALIA INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.		
			<i>Dott. Geol. Giovanni Mancini</i>
			<i>Dott. Archeol. Luca Fornari</i>
		<i>Dott. Agr. Emiliano Pompei</i>	