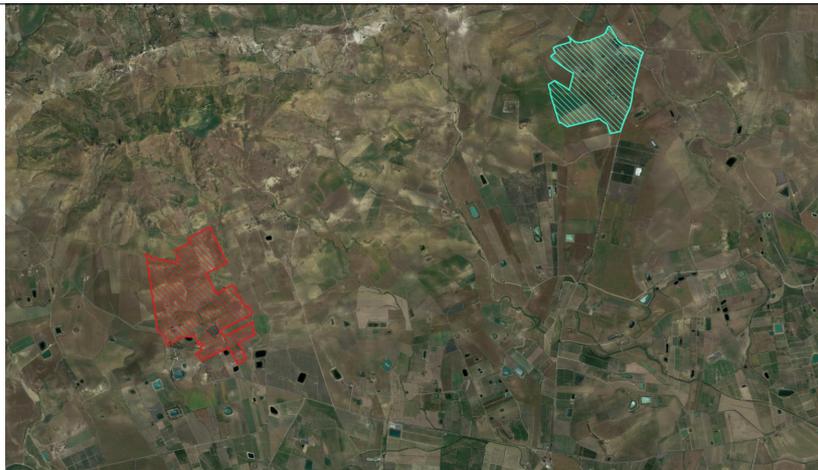




REGIONE SICILIA
 PROVINCIA CATANIA
 COMUNE DI RAMACCA



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO
 DENOMINATO "AGV RAMACCA" E DELLE OPERE DI CONNESSIONE
 ALLA RETE ELETTRICA IN AT NEL COMUNE DI RAMACCA (CT)
 POT. IMMISSIONE 67,2598 MW - POT. IMPIANTO 75,38388 MWp**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

Titolo elaborato

Committente



Progettazione



Firme



O.M. Ingegneria & Ambiente S.r.l.
 Viale Croce Rossa, 25
 90144 - Palermo (PA)
 Tel. 0919763933



P04/22	RAMASIS0032A0	P04/Ramacca/EPD/ Relazione idrologica-idraulica	-	A4	001/198
Commessa	Cod. elaborato	Nome file	Scala	Formato	Foglio

00	20.09.2023	Emissione	MO	FB	AN
Rev.	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato

Progetto: Impianto agrovoltaico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica ’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 1/197
--	-----------------------------------	-------------------------	-------------------------------

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE
DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO MISTO
DI POTENZA 75,38388 MWp
DENOMINATO – AGV RAMACCA –
NEL TERRITORIO COMUNALE DI RAMACCA
IN PROVINCIA DI CATANIA, COMPRENDENTE ANCHE LE OPERE
PER LA CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA IN AT NEL
COMUNE DI RAMACCA (CT)**

COMMITTENTE: RAMACCA AGRISOLAR SRL

INDICE

1	PREMESSA.....	4
1.1	DATI GENERALI DEL PROGETTO	4
1.2	SCOPO DELLO STUDIO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
1.3	METODOLOGIA DI STUDIO	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARTOGRAFICO.....	6
3	ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGRAFICA PRELIMINARE	8
3.1	INQUADRAMENTO MORFOLOGICO.....	8
3.2	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO GENERALE.....	8
3.3	ANALISI IDROGRAFICA DELL'AREA DI PROGETTO	9
3.3.1	<i>Analisi Interferenze Impianto</i>	9
3.3.2	<i>Analisi Interferenze Cavidotto</i>	13
3.3.3	<i>Analisi Interferenza Nuova Viabilità di Impianto</i>	15
3.4	INDICAZIONI PROGETTUALI AI FINI DEL DRENAGGIO DELL'AREA DI PROGETTO.....	16
4	ANALISI IDROLOGICA.....	17
4.1	DEFINIZIONE IDROGRAFICA DEI SOTTOBACINI IMBRIFERI DI INTERESSE	17
4.2	METODOLOGIA DI ANALISI.....	17
4.3	STIMA DEL FLUSSO IDRICO GLOBALE	36
4.4	TRASFORMAZIONE DELL'AFFLUSSO IDRICO IN DEFLUSSO	44
4.5	STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA.....	52
4.5.1	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.01 (AGV-1)</i>	53
4.5.2	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.01a (AGV-1)</i>	54
4.5.3	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.01b (AGV-1)</i>	55
4.5.4	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.01c (AGV-1)</i>	56
4.5.5	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.01c1(AGV-1)</i>	57
4.5.6	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.01d(AGV-1)</i>	58
4.5.7	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.01d2 (AGV-1)</i>	59
4.5.8	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.01d3 (AGV-1)</i>	60
4.5.9	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.02 monte (AGV-1)</i>	61
4.5.10	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.02c monte (AGV-1)</i>	62
4.5.11	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.02 valle (AGV-1)</i>	63
4.5.12	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.02a valle (AGV-1)</i>	64
4.5.13	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.02b valle (AGV-1)</i>	65
4.5.14	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.02c valle (AGV-1)</i>	66
4.5.16	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.01 (AGV-2)</i>	67
4.5.17	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.02 (AGV-2)</i>	68
4.5.18	<i>Analisi Idrologica Sottobacino INT.03 (AGV-2)</i>	69
5	ANALISI IDRAULICA	70
5.1	MODELLAZIONE IDRAULICA 2D – DEFINIZIONE FASCE DI PERTINENZA FLUVIALE	70
5.2	PARAMETRI E GEOMETRIE DI INPUT	72
5.2.1	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.01 (AGV-1)</i>	72
5.2.2	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.01a (AGV-1)</i>	74
5.2.3	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.01b (AGV-1)</i>	76
5.2.4	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.01c (AGV-1)</i>	78
5.2.5	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.01d (AGV-1)</i>	80
5.2.6	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.01d2 (AGV-1)</i>	82
5.2.7	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.01d3 (AGV-1)</i>	84
5.2.8	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.02 monte (AGV-1)</i>	86
5.2.9	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.02 valle (AGV-1)</i>	88
5.2.10	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.02a valle (AGV-1)</i>	90
5.2.11	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.02b valle (AGV-1)</i>	92
5.2.12	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.02c valle (AGV-1)</i>	94
5.2.13	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.01 (AGV-2)</i>	96
5.2.14	<i>Analisi Idraulica Impluvio INT.02 (AGV-2)</i>	98
5.2.15	<i>Analisi Idraulica Interferenze Minori</i>	100
5.3	MODELLAZIONE IDRAULICA 1D – ATTRAVERSAMENTI NUOVA VIABILITA'.....	101
5.4	METODOLOGIA DELL'ANALISI IDRAULICA	101
5.5	PARAMETRI DI INPUT E RISULTATI DELLA SIMULAZIONE	102
5.5.1	<i>Analisi Idraulica Tombino T1(Impluvio INT.01a AGV-1)</i>	102
5.5.2	<i>Analisi Idraulica Tombini T2 e T3 (Impluvio INT.01c AGV-1)</i>	108

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 3/197
--	----------------------------	-----------	-----------------

5.5.3	<i>Analisi Idraulica Tombino T4 (Impluvio INT.01c1 AGV-1)</i>	115
5.5.4	<i>Analisi Idraulica Tombino T5 (Impluvio INT.01d AGV-1)</i>	122
5.5.5	<i>Analisi Idraulica Tombino T6 (Impluvio INT.01d3 AGV-1)</i>	129
5.5.6	<i>Analisi Idraulica Tombini T7 e T8 (Impluvio INT.02 valle AGV-1)</i>	136
5.5.7	<i>Analisi Idraulica Tombini T9 e T10 (Impluvio INT.02 monte AGV-1)</i>	143
5.5.8	<i>Analisi Idraulica Tombino T11 (Impluvio INT.02c monte AGV-1)</i>	150
5.5.9	<i>Analisi Idraulica Tombini T12 e T13 (Impluvio INT.02a valle AGV-1)</i>	157
5.5.10	<i>Analisi Idraulica Tombino T14 (Impluvio INT.02c valle AGV-1)</i>	164
5.5.11	<i>Analisi Idraulica Tombino T15 (Impluvio INT.02 AGV-2)</i>	171
5.5.12	<i>Analisi Idraulica Tombino T16 (Impluvio INT.03 AGV-2)</i>	178
6	ANALISI SULL’INVARIANZA IDRAULICA DEL PROGETTO.....	185
6.1	CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO PER LA LAMINAZIONE	185
6.2	VALUTAZIONI SUL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI INVARIANZA	188
6.3	CALCOLO DEI COEFFICIENTI UDOMETRICI POST-OPERAM.....	191
7	CONCLUSIONI.....	194

- ALLEGATI GRAFICI

- Tavola 01: Inquadramento Geografico - scala 1:40.000
- Tavola 02: Carta delle Quote s.l.m. - scala 1:25.000
- Tavola 03: Carta delle Pendenze - scala 1:25.000
- Tavola 04a: Stralcio Carta dei dissesti P.A.I. - scala 1:25.000
- Tavola 04b: Stralcio Carta della pericolosità geomorfologica P.A.I. - scala 1:25.000
- Tavola 04c: Stralcio Carta della pericolosità idraulica P.A.I. - scala 1:25.000
- Tavola 05: Inquadramento Idrografico - scala 1:40.000
- Tavola 06a: Carta Interferenze Idrografiche (Impianto AGV-1) - scala 1:10.000
- Tavola 06b: Carta Interferenze Idrografiche (Impianto AGV-1 e AGV-2) - scala 1:10.000
- Tavola 06c: Carta Interferenze Idrografiche (Cavidotto e nuova Viabilità) – scala 15:000/7.500
- Tavola 06d: Carta Interferenze Idrografiche (Cavidotto e nuova Viabilità) – scala 15:000/7.500
- Tavola 07a: Carta Uso del suolo - scala 1:10.000
- Tavola 07b: Carta Uso del suolo - scala 1:10.000
- Tavola 08a: Carta Litologica - scala 1:10.000
- Tavola 08b: Carta Litologica - scala 1:10.000
- Tavola 09a: Carta delle Aree di Allagamento (Area AGV-1) - scala 1:2.500
- Tavola 09b: Carta delle Aree di Allagamento (Area AGV-2) - scala 1:3.000
- Tavola 10: Carta delle Fasce di Rispetto – scala 1:4.000

- APPENDICI

- Appendice A: Formule calcolo Tempo di Corrivazione
- Appendice B: Tabella del Curve Number – Protezione Civile Sicilia
- Appendice C: Risultati Analisi Idrologica (Hec-HMS)
- Appendice D: Criteri per la valutazione del coefficiente di deflusso degli impianti fotovoltaici

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: 'RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica'	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 4/197
---	----------------------------	-----------	-----------------

1 PREMESSA

La Società **RAMACCA AGRISOLAR SRL**, con sede legale in via Giorgio Giulini, 2 - 20123 Milano, intende realizzare nel Comune di Ramacca (CT), in località *Contrada Cacoccioletta*, un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica, in parte del tipo ad inseguimento mono-assiale (potenza pari a **43.056,00 kWp**) ed in parte con strutture fisse (potenza pari a **32.327,88 kWp**).

Il presente documento, redatto su incarico della società proponente, riferisce sui risultati di uno studio di natura idrologica ed idraulica di supporto al progetto.

1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO

L'impianto agrovoltaiico avrà una potenza complessiva di picco di **75.383,88 MWp** con una potenza complessiva di immissione pari a **67.259,80 MWp** e l'energia prodotta sarà immessa sulla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) in alta tensione.

A tal fine la società proponente ha presentato al gestore TERNA S.p.A. la richiesta di connessione alla RTN per una potenza in immissione di **67,2898 MW**; il gestore, accettata la richiesta, ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG), Codice pratica n° *202100190*, che prevede il collegamento dell'impianto con cavo interrato a 36 kV di lunghezza pari a circa 12,51 km (misurato a partire dalla Cabina Generale 1) con la sezione a 36 kV fino alla nuova SST Terna.

Pertanto, in virtù della SMTG, le opere progettuali da realizzare, si possono di seguito sintetizzare:

- impianto agrovoltaiico con moduli bifacciali ad inseguimento mono-assiale della potenza in immissione di **37,6768 MW**, suddiviso in 22 sottocampi;
- impianto agrovoltaiico con moduli monofacciali a strutture fisse della potenza in immissione di **29,583 MW**, suddiviso in 19 sottocampi;
- dorsali di cavo interrato in Alta Tensione (AT) a 36 kV per il vettoriamento dell'energia prodotta dai 41 sottocampi di impianto verso le due Cabine Generali;
- collegamento in cavidotto interrato AT a 36 kV tra la Cabine Generali e la nuova Sottostazione Terna.
- nuova SST Terna;
- collegamento in **antenna a 36 kV alla nuova sottostazione 380/150/36 kV** in entra ed esci sulla futura linea RTN "Chiaramonte Gulfi-Ciminna".

1.2 SCOPO DELLO STUDIO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente studio ha visto una iniziale analisi morfologica ed idrografica dell'area vasta di progetto, al fine di individuare eventuali interferenze tra il reticolo idrografico superficiale ed i manufatti in progetto, con particolare riferimento agli elementi idrografici (impluvi naturali o artificiali, laghi, ecc.) identificati sulle cartografie C.T.R. 2012-2013 della Regione Sicilia o comunque ad impluvi che sebbene non riportati nelle C.T.R. presentino comunque una significativa valenza idraulica.

Nello specifico l'analisi preliminare ha lo scopo di evidenziare le aree di interferenza sia tra il reticolo idrografico

Progetto: Impianto agrovoltaioco nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ' RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica '	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 5/197
--	----------------------------	-----------	-----------------

e gli areali di impianto, ai fini dell'identificazione delle aree da sottoporre alle limitazioni d'uso relative ai corsi d'acqua superficiali (fascia di pertinenza fluviale) di cui agli art. 93, 94 e 96 lettera f, del R.D. 523/1904, sia con il cavidotto di connessione, nonché con la viabilità di nuova realizzazione, interna alle aree di impianto, ai fini del corretto dimensionamento di eventuali tombini stradali.

La definizione della fascia di pertinenza fluviale, laddove necessaria, verrà effettuata ai sensi del D.S.G. n. 119/2022 "Direttiva Alvei", emanato dal Dipartimento Regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico Sicilia, mentre relativamente ad eventuali interferenze con la viabilità di nuova realizzazione verrà fatto riferimento al *D.S.G. 71/2022* (Direttive Tecniche per la verifica di Compatibilità Idraulica di Ponti ed Attraversamenti) nonché alle *NTC-2018* (D.M. 17/01/2018).

Per gli aspetti di invarianza idraulica del progetto, infine, si è fatto riferimento a quanto previsto dalla Direttiva dell'Autorità di Bacino (AdB) del 11/10/2019 (Prot. 6834) e alle "Linee Guida" contenute nel successivo *D.D.G. n. 102* dell'AdB del 23/06/2021.

1.3 METODOLOGIA DI STUDIO

Lo studio è stato svolto essenzialmente in 2 fasi:

- 1a fase

La prima fase ha visto un iniziale studio di tipo bibliografico con l'acquisizione di tutto quanto è stato possibile reperire in termini di dati esistenti quali, cartografie, ortofoto, modelli digitali del terreno (DTM), studi precedenti, con particolare riferimento alla *Relazione Geologica* redatta a supporto dello stesso progetto ed all'analisi idrografica ed idrologica contenuta nella Relazione di Bacino del P.A.I. n. 094 relativa al "*Bacino idrografico del Fiume Simeto*" all'interno del quale ricadono i manufatti in progetto.

Successivamente sono stati disposti dei sopralluoghi al fine di effettuare una valutazione in situ delle caratteristiche morfologiche e litologiche dell'area di progetto nonché verificare la corrispondenza tra il materiale cartografico disponibile ed il reale stato dei luoghi, con particolare riferimento alla morfologia degli impluvi.

- 2a fase

La seconda fase ha visto una iniziale elaborazione dei dati acquisiti, effettuata in ambiente GIS, propedeutica alle successive, necessarie, analisi idrologiche ed idrauliche.

L'analisi idrologica, in accordo con le metodologie richiamate al Capitolo 7 della Relazione Generale del P.A.I. Sicilia, è stata effettuata attraverso simulazioni numeriche utilizzando i codici di calcolo dell'Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers, contenuti nel software HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's - Hydrologic Modeling System).

I risultati delle simulazioni idrologiche hanno permesso di determinare le portate di massima piena, per i tempi di ritorno considerati, utilizzate poi nelle successive analisi idrauliche per la determinazione delle aree di allagamento e/o verifica dei tombini.

Le analisi idrauliche sono stata sempre effettuate con il codice di calcolo HEC-RAS anch'esso distribuito dallo U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E CARTOGRAFICO

I manufatti in progetto ricadono quasi esclusivamente nel territorio comunale di *Ramacca*, in provincia di Catania, ad esclusione di un breve tratto di cavidotto interrato che interessa il comune di *Castel di Iudica*, anch’esso in provincia di Catania (Tavola 01).

L’impianto agrovoltaico si sviluppa su un’area complessiva di circa 199,2 ettari (Ha), di cui 34,91 ha occupati direttamente dai moduli FV, e verrà realizzato su due lotti di terreno, denominati *AGV Ramacca 1* ed *AGV Ramacca 2*, distanti in linea retta circa 4,4 Km.

L’impianto “*AGV Ramacca 1*”, con una estensione areale di circa 102,1 ettari, è l’area di impianto posta più ad ovest che si sviluppa, lungo il suo bordo meridionale, in corrispondenza della Strada Statale n. 288 da cui è accessibile; dista circa 5,4 Km dal nucleo urbano di Ramacca posto a sud.

L’impianto “*AGV Ramacca 2*” è localizzato ad est dell’area AGV 1 circa 8,5 Km a nord-ovest dal centro abitato di Ramacca; con uno sviluppo areale di circa 97,1 ettari, si estende, lungo il suo bordo sud-orientale, in prossimità della Strada Provinciale n. 107 sua via di accesso.

I dati geografici dell’impianto risultano essere:

	Impianto AGV Ramacca 1	Impianto AGV Ramacca 2
Latitudine	37°26'25.47"N	37°27'52.52"N
Longitudine	14°40'47.94"E	14°44'3.00"E
Altitudine	125 m s.l.m.	130 m s.l.m.

L’energia prodotta dall’impianto verrà vettoriata, tramite cavo interrato, alla nuova sottostazione di Terna 380/150/36 kV da collegare in entra ed esci sulla futura linea RTN “*Chiaromonte Gulfi-Ciminna*”.

Il cavo di connessione consta di due sezioni:

- la prima (circa 8,9 Km totali) di collegamento tra le cabine generali delle due aree di impianto *AGV-1* ed *AGV-2* che si snoderà, per circa 4,3 km, sulla SP107 e per ulteriori 4,6 km sulla SS288;
- la seconda (circa 12,5 Km totali) di collegamento tra la cabina generale dell’area di impianto *AGV-1* e la SST Terna che percorrerà per circa 9,8 km la SS288 e per ulteriori 2,3 km la SP182; nel suo tratto finale di 0,4 km attraverserà su una strada senza nome, non asfaltata, di accesso alla nuova sottostazione di Terna.

Dal punto di vista cartografico, con riferimento alla cartografia I.G.M.I, in scala 1:25.000, l’area *AGV-1* occupa la tavoletta denominata “*Castel di Iudica*” (Fog. 269, Quadr. III, Orient. N.E.), l’area *AGV-2* interessa la tavoletta denominata “*Monte Turcisi*” (Fog. 269, Quadr. II, Orient. N.O.), mentre il percorso del cavidotto interessa entrambe le tavole prima citate.

Con riferimento alla cartografia C.T.R., in scala 1:10.000, l’area *AGV-1* interessa la tavola 633090 “*Borgo Franchetto*”, l’area *AGV-2* occupa la tavola 633130 “*Fattoria Palma*” mentre il cavo di connessione ricade anche nella tavole 632160 “*Fiume Gornalunga*” e 632120 “*Castel di Iudica*” che risulta, tra l’altro, occupata anche dalla nuova SST.

Catastalmente l’areale di impianto ricade nei fogli di mappa n° 65, 88, 89 e 90 del Comune di Ramacca, ed interessa le particelle come di seguito indicate:

Progetto: Impianto agrovoltaico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ' RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica '	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 7/197
--	----------------------------	-----------	-----------------

Impianto AGV-1

-Foglio 88, particelle n. 44, 45, 48, 49, 64, 65, 70, 76, 130, 131, 133, 134, 135, 156, 157, 158

-Foglio 89, particelle n. 4, 6, 19, 21, 22, 23, 28, 36, 38, 86, 87, 91, 92, 103, 104, 107, 109, 125, 152, 164, 165

-Foglio 90, particelle n. 10, 47, 49, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 73, 74, 76, 79, 80, 110, 112, 113, 115, 120, 121, 172, 173, 174, 175

Impianto AGV-2

-Foglio 65, particelle n. 9, 25, 31, 32, 33, 39, 68, 69, 71, 83, 84, 87, 89, 92, 95, 100, 101, 102, 103, 105, 107, 109

Per quanto riguarda la nuova SST a 36 kV, essa sarà ubicata in prossimità del punto di connessione alla RTN, in prossimità della SP182 nel comune di Ramacca (CT) al Foglio 76, p.lle n. 6, 47, 48, 49, 84, 90, 91 104, 122, 148, 149, 152, 153.

Le coordinate geografiche di riferimento della nuova SST Terna risultano essere:

- Latitudine = 37°28'5.93"N
- Longitudine = 14°35'17.23"E
- Altitudine = 230 m s.l.m.

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica ’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 8/197
---	----------------------------	-----------	-----------------

3 ANALISI MORFOLOGICA ED IDROGRAFICA PRELIMINARE

3.1 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

Dal punto di vista morfologico generale le opere in progetto, ovvero le aree di impianto ed i cavidotti per la connessione, si inquadrano in un contesto tipicamente pianeggiante e/o di bassa collina, a quote topografiche mediamente comprese tra i 50 m s.l.m. ed i 250 m s.l.m. (Tav. 02), contraddistinto dalle estese piane alluvionali del *Fiume Gornalunga*, nel settore meridionale, e del *Fiume Dittaino*, nel settore nord-orientale, che si raccordano ai modesti rilievi presenti nell'area tramite pendii aventi pendenze in genere inferiori ai 15° risultando solo di rado superiori (Tav. 03).

Con specifico riferimento alle aree di impianto agrovoltaiico l'Area AGV-1 è localizzata poco a sud-est di *Monte Capezza*, in sinistra idraulica al *F. Gornalunga*, e si colloca altimetricamente tra le isoipse 100 e 180 m s.l.m.; il sito insiste su una zona a morfologia blanda e/o a bassa pendenza, degradante generalmente verso i settori sud-orientali, con pendenze in genere minori di 10° che assumono valori maggiori, in corrispondenza degli invasi artificiali interni oltre che in prossimità delle sponde di alcuni impluvi che attraversano l'area in oggetto; l'Area AGV-2 è suddivisa in due sezioni, distanti circa 350 m s.l.m, site a sud-est di *Poggio Diso*, in destra idraulica al *Vallone Franchetto-Olmo* affluente del *Vallone Sbarda l'Asino*; le due sub-aree, poste a quote topografiche comprese tra i 110 ed i 160 m s.l.m. (sezione nord-orientale) e tra i 108 ed i 123 m s.l.m. (sezione sud-occidentale), insistono su superfici a lieve pendenza, perlopiù minori di 5°, con alcune porzioni della sezione nord-orientale ricadenti nella classe di pendenza 5-10° oltre che valori maggiori in corrispondenza di alcuni invasi artificiali.

Dal punto di vista geologico, gli areali di impianto insistono, prevalentemente, su un *substrato argilloso e/o argilloso marnoso* che risulta ricoperto a luoghi, in corrispondenza dell'area di impianto AGV-2, da *depositi alluvionali*, terrazzati e non, costituiti da *ghiaie, sabbie e limi argillosi*; in linea generale, la permeabilità di base del substrato risulta essere scarsa ad eccezione dei depositi di copertura contraddistinti da una buona capacità di infiltrazione.

Dal punto di vista geomorfologico, i fenomeni di dissesto appaiono piuttosto rari e laddove presenti confinati ai versanti argillosi ad elevata pendenza. Con riferimento ai manufatti in progetto, gli areali di impianto non risultano ricadere in aree a Pericolosità Geomorfologica individuate nelle Carte del P.A.I. (Tavv. 04a - 04b), mentre per quanto riguarda l'elettrodotta di connessione, lungo i suoi 21,4 km di sviluppo lineare, risulta interferire unicamente, per un tratto di circa 180 metri, con un'area identificata a Pericolosità Geomorfologica P2 per fenomeni dovuti ad erosione accelerata (*Codice 094-3RM-093 - Stato Attivo*), in corrispondenza comunque della viabilità esistente rappresentata dalla S.P. 182.

3.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO GENERALE

Dal punto di vista idrografico generale, come evidenziato al paragrafo 1.3, le aree di impianto e i cavi di connessione tra le aree di impianto e con la Stazione Terna, ricadono all'interno del Bacino Idrografico principale del Fiume Simeto e più nel dettaglio occupano sia il Bacino Idrografico secondario del *Fiume Gornalunga* (Area AGV-1 + circa 18,2 Km di cavo di connessione) sia quello del *Fiume Dittaino* (Area AGV-2 + restanti 3,2 Km di cavo di connessione), vedi Tav. 05. Entrambi i corsi d'acqua pur essendo gerarchicamente affluenti del Fiume Simeto, rappresentano due principali corsi d'acqua della Sicilia orientale sviluppandosi nei territori comunali delle province di Catania, Enna e Siracusa.

Progetto: Impianto agrovoltaioco nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ' RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica '	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 9/197
---	----------------------------	-----------	-----------------

Il *Fiume Dittaino* scorre, in direzione NW-SE, lungo un tragitto di circa 105 Km e sottende un bacino idrografico, dalla forma allungata con superficie di circa 959 Km², che è compreso tra il bacino del Fiume Salso a nord e quello del Gornalunga a sud; quest'ultimo con una estensione del bacino idrografico di circa 1001 km², presenta un'asta principale che, lungo i circa 81 km di sviluppo lineare, risulta sbarrata dalla diga in terra che ha dato origine alla formazione dell'invaso artificiale noto come Lago di Ogliaastro.

Relativamente agli areali dell'impianto agrovoltaioco, essi si collocano all'interno di vari sottobacini idrografici sottesi, sostanzialmente, da rami di testa del *Fiume Gornalunga* (Area AGV-1) e del *Vallone Sbarda l'Asino* (Area AGV-2) affluente del *Fiume Dittaino*.

Tutti i suddetti corsi d'acqua presentano un regime tipicamente torrentizio, con deflussi superficiali unicamente in occasione di precipitazioni intense o di una certa durata, mentre nel periodo estivo risultano completamente asciutti per la scarsa piovosità e l'alta temperatura che favorisce l'evapotraspirazione.

Con riferimento all'Allegato B della Relazione Generale del P.A.I., si riscontra che le aree di impianto non ricadono in siti a Pericolosità Idraulica individuate nelle Carte del P.A.I. (Tav. 04c); al contrario l'elettrodo di connessione, risulta interessare, lungo un tratto di circa 2,6 Km, delle aree perimetrate nel P.A.I. (Tav. 04c) a Pericolosità Idraulica per fenomeni di esondazione relativi al F. Gornalunga; in tutti i casi il cavidotto si snoda comunque su una viabilità esistente rappresentata dalla SS 288 e dalla SP 107.

3.3 ANALISI IDROGRAFICA DELL'AREA DI PROGETTO

In questo paragrafo verranno evidenziate le interferenze rilevate tra i manufatti in progetto ed il reticolo idrografico, con particolare riferimento al reticolo rappresentato nelle C.T.R. 2012-2013 (Tavv. 06a - 06b – 06c – 06d).

3.3.1 Analisi Interferenze Impianto

L'analisi idrografica di dettaglio ha evidenziato molteplici aree di interferenza (Tav. 06a - 06b), tra le aree di impianto ed elementi idrografici (impluvi) riportati o meno sulle CTR 2012-2013, di seguito descritte.

Interferenze Impianto AGV-1

-*Interferenza INT.01 (AGV-1)*: è relativa ad un impluvio di ordine 5° (secondo la classificazione di Horton Strahler) affluente di sinistra del *Fiume Gornalunga*, posto in adiacenza al perimetro orientale dell'impianto; tale elemento, senza una denominazione specifica nella cartografia ufficiale, risulta rappresentato su IGM ma non su CTR ed è identificato sui fogli di mappa catastale; costeggia la porzione orientale dell'area di impianto, da N.O. a S.E., per circa 750 m.

-*Interferenza INT.01a (AGV-1)*: si riferisce ad un impluvio di ordine 1° ramo di testa, in sinistra idrografica, dell'Impluvio *INT.01* sopra indicato; l'impluvio, senza una denominazione specifica nella cartografia CTR ed IGM, non risulta rappresentato sui fogli di mappa catastale ed attraversa la porzione sud-orientale dell'area di impianto, in direzione N.O.-S.E., per circa 430 m.

-*Interferenza INT.01b (AGV-1)*: riguarda un elemento idrico di ordine 4°, affluente dell'impluvio *INT.01* di cui sopra; l'incisione idrografica fiancheggia la parte est dell'area di impianto, in direzione N.O. – S.E., per circa 270 m; tale elemento, senza una denominazione specifica nella cartografia CTR ed IGM, risulta rappresentato sui fogli

Progetto: Impianto agrovoltaioco nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 10/197
---	----------------------------	-----------	------------------

di mappa catastale.

-*Interferenza INT.01c (AGV-1)*: è localizzata nella porzione nord-orientale dell’impianto ed è relativa ad un impluvio di ordine 4°, prosecuzione di monte dell’impluvio *INT.01b* prima citato; tale elemento senza un nome specifico nella cartografia CTR ed IGM, non risulta rappresentato sui fogli di mappa catastale ed interferisce con la porzione nord-orientale di impianto, grossomodo in direzione N.O. – S.E., per circa 720 m.

-*Interferenza INT.01c1 (AGV-1)*: è relativa ad un impluvio di ordine 3°, confluyente di sinistra dell’impluvio *INT.01c* prima segnalato; l’elemento idrico senza un nome specifico nella cartografia CTR ed IGM, non risulta rappresentato sui fogli di mappa catastale ed interferisce con la porzione nord-orientale di impianto per circa 60 m.

-*Interferenza INT.01d (AGV-1)*: si riferisce ad un elemento idrico di ordine 3°, senza una denominazione specifica nella cartografia CTR ed IGM, non rappresentato sui fogli di mappa catastale, confluyente di destra dell’impluvio *INT.01b* di cui sopra; l’incisione, localizzata più ad ovest dell’impluvio *INT.01c*, interferisce con la porzione nord-orientale di impianto, dapprima in direzione O – E, per circa 210 m e successivamente l’attraversa da N.O. a S.E. per ulteriori 360 m.

-*Interferenza INT.01d1 (AGV-1)*: riguarda un impluvio di ordine 1°, senza una denominazione specifica nella cartografia CTR ed IGM, non rappresentato sui fogli di mappa catastale, ramo di testa di sinistra dell’impluvio *INT.01d* di cui sopra; l’incisione attraversa, da N.O. a S.E., la parte nord-orientale di impianto, per circa 240 m.

-*Interferenza INT.01d2 (AGV-1)*: è riferita ad un altro ramo di sinistra di basso ordine gerarchico dell’impluvio *INT.01d* prima descritto; l’elemento idrico, senza una denominazione specifica nella cartografia CTR ed IGM e non rappresentato sui fogli di mappa catastale, costeggia una parte del perimetro settentrionale di impianto per circa 440 m.

-*Interferenza INT.01d3 (AGV-1)*: riguarda ad un ramo di destra dell’impluvio *INT.01d*, senza una denominazione specifica nella cartografia CTR ed IGM, non rappresentato sui fogli di mappa catastale; l’impluvio di ordine 1° attraversa la parte nord-occidentale di impianto, da O, a ad E, per circa 400 m.

-*Interferenza INT.02 (AGV-1)*: si riferisce ad un impluvio di ordine 3°, affluente di sinistra del *Fiume Gornalunga*; tale elemento, senza una denominazione specifica nella cartografia consultata e non riportato sui fogli di mappa catastale, attraversa la porzione sud-occidentale dell’area di impianto per circa 1380 m. Sebbene lo studio abbia riguardato un unico impluvio, sono stati comunque considerati 2 differenti sottobacini, sottesi dagli impluvi indicati come:

- Impluvio *INT.02 monte (AGV-1)*

- Impluvio *INT.02 valle (AGV-1)*

Nello specifico il tratto di Monte corre, grossomodo in direzione O. - E., per circa 480 m mentre il tratto di Valle, scorre con andamento sinuoso, più o meno, da N.O. a S.E. per circa 900 m.

-*Interferenza INT.02a valle (AGV-1)*: riguarda un elemento idrico di basso ordine gerarchico, ramo di sinistra dell’impluvio *INT.02 valle* prima descritto; tale elemento, senza una denominazione specifica nella cartografia

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: 'RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica'	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 11/197
---	----------------------------	-----------	------------------

consultata e non riportato sui fogli di mappa catastale, attraversa la porzione centro-meridionale dell'area di impianto, in linea di massima da N.E. a S.O., per circa 320 m.

-*Interferenze INT.02a1 valle (AGV-1) ed INT.02a2 valle (AGV-1)*: sono relative a due rami di testa di ordine 1°, in destra idrografica, dell'impluvio *INT.02a valle*; gli elementi idrici, senza una denominazione specifica nella cartografia consultata e non riportati sui fogli di mappa catastale, attraversano l'area centrale di impianto per brevi tratti di circa 60 m e 90 m rispettivamente.

-*Interferenza INT.02b valle (AGV-1)*: è relativa ad un impluvio di basso ordine gerarchico, senza una denominazione specifica nella cartografia consultata e non riportato sui fogli di mappa catastale; l'incisione idrografica, ramo di sinistra dell'impluvio *INT.02 valle* sopra indicato, attraversa la porzione centrale dell'area di impianto, in direzione N.O. a S.E., per circa 450 m.

-*Interferenza INT.02b1 valle (AGV-1)*: è riferita ad un ramo di testa, in destra idrografica, dell'impluvio *INT.02b valle* di cui sopra; l'impluvio, senza alcun nome nella cartografia ufficiale e non riportato sui fogli di mappa catastale, attraversa la porzione centrale dell'area di impianto, da N.O. a S.E., per circa 190 m.

-*Interferenza INT.02c valle (AGV-1)*: è relativa ad un elemento idrico che pur non interessando in maniera diretta l'area di impianto ne delimita una parte del bordo meridionale (circa 380 m) correndo in direzione O. – E.; nello specifico si riferisce ad un impluvio di basso ordine gerarchico, senza nome nella cartografia ufficiale e non riportato sui fogli di mappa catastale, che alimenta un laghetto collinare.

-*Interferenze INT.02d valle (AGV-1) ed INT.02e valle (AGV-1)*: riguardano due rami di testa di ordine 1°, rispettivamente in sinistra e destra idrografica, dell'impluvio *INT.02 valle* descritto in precedenza; gli elementi idrici, senza una denominazione specifica nella cartografia consultata e non riportati sui fogli di mappa catastale, attraversano la parte meridionale di impianto per tratti di circa 200 m (*INT.02d*) e 250 m (*INT.02e*).

-*Interferenze INT.02a monte (AGV-1), INT.02b monte (AGV-1) ed INT.02c monte (AGV-1)*: si riferiscono, essenzialmente, a tre rami di testa di basso ordine gerarchico dell'impluvio *INT.02 monte* citato in precedenza; gli impluvi, senza una denominazione specifica nella cartografia consultata e non riportati sui fogli di mappa catastale, attraversano la porzione occidentale di impianto per tratti di circa 150 m (*INT.02a*), 120 m (*INT.02b*) e 30 m (*INT.02c*).

-*Interferenza INT.02c1 monte (AGV-1)*: si riferisce ad un immissario di 1° ordine dell'impluvio *INT.02c monte* identificato prima; l'impluvio, senza una denominazione specifica nella cartografia consultata e non riportato sui fogli di mappa catastale, si sviluppa in posizione esterna al perimetro occidentale di impianto per un tratto di circa 130 m.

Tutti i suddetti impluvi, ad eccezione di quelli sotto indicati, sono stati oggetto, limitatamente all'area di interferenza o di fiancheggiamento, di analisi idrologica ed idraulica ai fini della definizione della relativa fascia di pertinenza fluviale ai sensi del D.S.G. n. 119/2022.

Per gli elementi idrici *INT.01d1*, *INT.02a-02b monte*, *INT.02c1 monte*, *INT.02a1-a2-b1 valle*, *INT.02d valle* ed *INT.02e valle*, avendo dei bacini idrografici di alimentazione con superficie inferiore a 0.05 Km², insignificanti

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: 'RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica'	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 12/197
--	----------------------------	-----------	------------------

dal punto di vista idraulico, ai fini dell'individuazione della fascia di pertinenza fluviale, si è ritenuto superfluo effettuare uno studio idraulico di dettaglio ritenendo congrua l'applicazione di una fascia di rispetto minima di 11 metri per lato, dall'elemento riportato sulle CTR, che verrà comunque predisposta; mentre, per gli elementi idrici *INT.01c1* ed *INT.02c monte*, in ragione sia del breve tratto interferente che dei limitati bacini idrografici sottesi nonché della distanza degli stessi impluvi, superiore a circa 20 m, dall'area di installazione dei pannelli, anche in tal caso, ai fini della definizione della fascia di pertinenza fluviale, non si è condotta un'analisi idraulica di dettaglio; dovrà essere applicata comunque un buffer (fascia di rispetto) minimo di 11 metri per lato dall'asse dell'impluvio tracciato su CTR.

Si segnala inoltre la presenza, internamente all'area di impianto, di alcuni laghetti collinari per i quali è stata predisposta una fascia di pertinenza pari a 10 m dal limite del lago riportato sulla cartografica CTR.

Interferenze Impianto AGV-2

-*Interferenza INT.01 (AGV-2)*: è relativa ad un impluvio di basso ordine gerarchico ramo di testa, in destra idrografica, di un'affluente di sinistra del *Vallone Sbarda l'Asino*; tale incisione, senza una denominazione specifica nella cartografia CTR ed IGM, non rappresentato sui fogli di mappa catastale, si sviluppa sotto forma di fiancheggiamento, costeggiando, per circa 90 m, una parte del perimetro sud-occidentale della porzione più occidentale dell'area di impianto AGV-2.

-*Interferenza INT.02 (AGV-2)*: si riferisce ad un impluvio di basso ordine gerarchico, immissario di sinistra del *Vallone Franchetto*, senza una denominazione specifica nella cartografia CTR ed IGM, non risulta rappresentato sui fogli di mappa catastale; tale incisione si sviluppa dapprima, in direzione S.O. - N.E., per circa 160 m, attraversando la parte orientale dell'area di impianto AGV-2, successivamente si posiziona scorrendo, per circa 120, in adiacenza al bordo nord-orientale dell'impianto.

-*Interferenza INT.02a (AGV-2)*: riguarda un impluvio di 1° ordine, immissario dell'impluvio INT.02 prima descritto, senza una denominazione specifica nella cartografia CTR ed IGM, non rappresentato sui fogli di mappa catastale; tale incisione si sviluppa in posizione esterna (fiancheggiamento) al perimetro nord-occidentale dell'area di impianto AGV-2, scorrendo in direzione N.O. - S.E., per circa 220 m.

-*Interferenza INT.03 (AGV-2)*: si riferisce ad una incisione idrografica di ordine 1, in destra idrografica, dell'affluente di sinistra del *Vallone Sbarda l'Asino* segnalato per l'*INT.02 (AGV-2)*; l'impluvio, senza una denominazione specifica nella cartografia CTR ed IGM e non rappresentato sui fogli di mappa catastale, interferisce in maniera diretta con la porzione orientale dell'area di impianto AGV-2 attraversandola da N.E. a S.O. per circa 110 m.

Gli impluvi sopra indicati, ad esclusione dell'*INT.02a* e dell'*INT.03*, sono stati oggetto limitatamente alle aree di interferenza e/o fiancheggiamento, di analisi idrologica ed idraulica ai fini della definizione della relativa fascia di pertinenza fluviale.

Per gli elementi idrici *INT.02a* ed *INT.03*, anche in questo caso, non essendo “*possibile identificare a monte un bacino di alimentazione di sufficiente estensione*”, quindi idraulicamente poco significativo, ai fini dell'individuazione della fascia di pertinenza fluviale, non è stato eseguito uno studio idraulico di dettaglio

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: 'RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica'	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 13/197
---	----------------------------	-----------	------------------

ritenendo congrua l'applicazione di una fascia di rispetto minima di 11 metri per lato, dall'elemento riportato sulle CTR, che verrà comunque predisposta.

Oltre agli elementi idrici sopra riportati, si segnala un ulteriore elemento idrico di natura antropica, indicato nella Tav. 06b come "*Canale 01 (AGV-2)*", che corre in posizione esterna (fiancheggiamento) alla sezione sud-occidentale dell'area di impianto AGV-2, per circa 390 m, per il quale si andrà ad applicare fascia di rispetto pari a 10 metri; relativamente ai tre canali artificiali, interni alla sezione sud-occidentale dell'area di impianto AGV-2, a nord dell'elemento "*Canale 01 (AGV-2)*" prima indetificato, sebbene risultino rappresentati nella cartografia C.T.R. 2012-2013, allo stato attuale appaiono totalmente inesistenti, forse cancellati dalle attività di lavorazione agrarie; l'analisi delle ortofoto storiche mostra l'assenza dei tre canali almeno negli ultimi 20 anni.

3.3.2 *Analisi Interferenze Cavidotto*

Relativamente ai cavi di connessione con la Sottostazione di Terna, l'analisi idrografica di dettaglio ha evidenziato n. 29 punti di interferenza con elementi del reticolo idrografico, rappresentati o meno sulla cartografia CTR 2012-2013, ciascuna riportata con una sigla univoca nelle Tavole 06c - 06d; le tavole riportano essenzialmente le interferenze di una qualche rilevanza idrologica, seppur minima, che non rappresentino un mero tombino di raccolta delle acque di piattaforma stradale. Per ogni singola interferenza si riporta una breve descrizione; per i dettagli sulle modalità risolutive delle interferenze si rimanda allo specifico elaborato di progetto.

-Int.C01: Lat. 37°28'11.73"N; Long. 14°35'25.82"E;

-Int.C02: Lat. 37°27'57.34"N; Long. 14°35'37.24"E;

elementi idrografici di basso ordine gerarchico, rami di testa del *Vallone Sette Sarne* rappresentati su CTR e non riportati sui fogli di mappa catastale; le interferenze interessano una viabilità esistente rappresentata dalla strada provinciale n. 182.

-Int.C03: Lat. 37°27'31.69"N; Long. 14°36'17.08"E;

Vallone Sette Sarne, incisione idrografica di 4° ordine, affluente di destra del *Vallone della Giumenta*, identificata su CTR e non riportata sulle mappe catastali; l'interferenza interessa una viabilità esistente rappresentata dalla strada statale n. 288.

-Int.C04: Lat. 37°27'45.11"N; Long. 14°36'47.56"E;

elemento idrico di 2° ordine, ramo di testa del *Vallone della Giumenta*, rappresentata su CTR e non riportata sulle mappe catastali; l'interferenza interessa l'esistente SS288.

-Int.C05: Lat. 37°27'55.08"N; Long. 14°37'13.12"E;

Vallone della Giumenta, elemento idrografico di 4° ordine, affluente in sinistra idraulica del *Fiume Gornalunga*, identificato su CTR e non segnalato sulle mappe catastali; l'interferenza interessa l'esistente SS 288.

-Int.C06: Lat. 37°27'55.40"N; Long. 14°37'19.40"E;

-Int.C07: Lat. 37°27'58.34"N; Long. 14°37'34.43"E;

impluvi di basso ordine gerarchico, rami di testa di sinistra del *Vallone della Giumenta*, segnalati su CTR ma non identificati sui fogli di mappa catastale; le interferenze interessano l'esistente SS 288.

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: 'RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica'	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 14/197
--	----------------------------	-----------	------------------

-Int.C08: Lat. 37°27'58.01"N; Long. 14°37'54.45"E;

-Int.C09: Lat. 37°27'59.61"N; Long. 14°38'2.80"E;

-Int.C10: Lat. 37°28'0.15"N; Long. 14°38'5.41"E;

incisioni idrografiche di basso ordine gerarchico, rami di testa in destra idrografica del *Vallone Pianotta*, identificati su CTR e non segnalati sulle mappe catastali; le interferenze interessano l'esistente SS 288.

-Int.C11: Lat. 37°28'4.18"N; Long. 14°38'33.06"E;

Vallone Pianotta, incisione idrografica di 4° ordine, affluente del *Vallone Magazzinazzo*, identificato sia su CTR che sulle mappe catastali; l'interferenza interessa l'esistente SS 288.

-Int.C12: Lat. 37°27'42.45"N; Long. 14°38'50.52"E;

-Int.C13: Lat. 37°27'31.50"N; Long. 14°39'0.18"E;

-Int.C14: Lat. 37°27'28.87"N; Long. 14°39'0.32"E;

impluvi di 1° ordine, rami di testa in sinistra idrografica di un affluente di destra del *Vallone Magazzinazzo*, identificati su CTR e non segnalati sulle mappe catastali; le interferenze interessano l'esistente SS 288.

-Int.C15: Lat. 37°27'16.76"N; Long. 14°39'1.46"E;

elemento idrico di 4° ordine, affluente di sinistra del *Vallone Magazzinazzo*, rappresentata su CTR e sulle mappe catastali; l'interferenza interessa l'esistente SS288.

-Int.C16: Lat. 37°27'1.34"N; Long. 14°39'15.14"E;

incisione idrografica di ordine 3, affluente di sinistra del *Vallone Magazzinazzo*, rappresentata sulle CTR e non sulle mappe catastali; l'interferenza interessa l'esistente SS288.

-Int.C17: Lat. 37°26'54.28"N; Long. 14°39'23.38"E;

impluvio di ordine 2, immissario di sinistra dell'elemento idrico segnalato per l'*INT.C16*, non segnalato su CTR e sulle mappe catastali ma identificato dalle foto aeree; l'interferenza interessa l'esistente SS288.

-Int.C18: Lat. 37°26'39.99"N; Long. 14°39'40.78"E;

-Int.C19: Lat. 37°26'34.64"N; Long. 14°39'47.48"E;

incisioni idrografiche di 3° ordine, in destra idraulica al *Vallone Magazzinazzo*, identificati su CTR e non sulle mappe catastali; le interferenze interessano l'esistente SS288.

-Int.C20: Lat. 37°26'25.63"N; Long. 14°39'56.91"E;

-Int.C21: Lat. 37°26'17.89"N; Long. 14°40'12.00"E;

impluvi di basso ordine gerarchico, rami di testa in sinistra idrografica del *Vallone Mendola* affluente di sinistra del *Fiume Gornalunga*, identificati su CTR e non sulle mappe catastali; le interferenze interessano l'esistente SS 288.

-Int.C22: Lat. 37°25'54.03"N; 14°41'13.44"E;

impluvio *INT.02 valle (AGV-1)* segnalato prima in occasione dell'analisi idrografica di dettaglio eseguita per l'area di impianto; l'interferenza interessa l'esistente SS 288.

-Int.C23: Lat. 37°25'51.38"N; Long. 14°41'24.38"E;

Progetto: Impianto agrovoltaioco nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ' RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica'	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 15/197
---	----------------------------	-----------	------------------

elemento di natura antropica, immissario di un affluente di sinistra del *Fiume Gornalunga*, identificato su CTR e non sulle mappe catastali; l'interferenza interessa l'esistente SS 288.

-Int.C24: Lat. 37°25'46.38"N; Long. 14°41'45.03"E;

incisione idrografica di ordine 4, affluente di sinistra del *Fiume Gornalunga*, identificato sia su CTR che sulle mappe catastali; l'interferenza interessa l'esistente SS 288.

-Int.C25: Lat. 37°25'39.21"N; Long. 14°42'14.28"E;

elemento idrico di ordine 2, affluente di sinistra del *Fiume Gornalunga*, identificato su CTR e non sulle mappe catastali; l'interferenza interessa l'esistente SS 288.

-Int.C26: Lat. 37°25'32.62"N; Long. 14°42'57.98"E;

incisione idrografica di ordine 4, affluente di sinistra del *Fiume Gornalunga*, identificato sia su CTR che sulle mappe catastali; l'interferenza interessa l'esistente SS 288.

-Int.C27: Lat. 37°25'27.53"N; Long. 14°43'32.43"E;

impluvio di ordine 2, ramo di testa di sinistra del *Fiume Gornalunga*, identificato su CTR e non sulle mappe catastali; l'interferenza interessa l'esistente SS 288.

-Int.C28: Lat. 37°26'8.42"N; Long. 14°43'46.18"E;

Vallone Sbarda l'Asino, incisione idrografica di ordine 5, affluente di destra del *Fiume Dittaino*, identificato sia su CTR che sulle mappe catastali; l'interferenza interessa una viabilità esistente rappresentata dalla strada provinciale n. 107.

-Int.C29: Lat. 37°26'31.55"N; 14°43'54.96"E;

elemento idrico di ordine 3, affluente di sinistra del *Vallone Sbarda l'Asino*, segnalato sulle CTR e non identificato sulle mappe catastali; l'interferenza interessa l'esistente SP107.

3.3.3 Analisi Interferenza Nuova Viabilità di Impianto

Relativamente alle strade di nuova realizzazione, interne alle aree di Impianto, l'analisi idrografica di dettaglio ha evidenziato n. 16 interferenze riportate nelle Tavv. 06c – 06d con le sigle da T1 a T16 che si riferiscono essenzialmente agli impluvi identificati in precedenza al paragrafo 3.3.1 ed in particolare:

T1 è relativa all'impluvio INT.01a (AGV-1)

T2 e T3 sono riferite all'impluvio INT.01c (AGV-1)

T4 è riguardante all'impluvio INT.01c1 (AGV-1)

T5 si riferisce all'impluvio INT.01d (AGV-1)

T6 è pertinente all'impluvio INT.01d3 (AGV-1)

T7 e T8 sono inerenti all'impluvio INT.02 valle (AGV-1)

T9 e T10 sono relative all'impluvio INT.02 monte (AGV-1)

T11 è attinente all'impluvio INT.02c monte (AGV-1)

T12 e T13 sono concernenti l'impluvio INT.02a valle (AGV-1)

T14 riguarda l'impluvio INT.02c valle (AGV-1)

T15 si riferisce all'impluvio INT.02 (AGV-2)

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ' RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica '	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 16/197
---	----------------------------	-----------	------------------

T16 è relativa all'impluvio INT.03 (AGV-2)

Poiché per tale viabilità si prevede la realizzazione di tombini, al fine di consentire l'attraversamento sotto strada degli impluvi interferenti, è stato predisposto uno studio idrologico-idraulico di approfondimento, effettuato ai sensi del D.S.G. 71/2022 "Direttive tecniche per la verifica di compatibilità idraulica di ponti e attraversamenti" emanato dall'AdB Sicilia, il quale recepisce ed amplia le prescrizioni di cui alla Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" relative al D.M. 17/01/2018, le quali al cap. 5 disciplinano gli studi idraulici per la realizzazione di ponti/tombini, ovvero valutando le Portate di Picco Massima per eventi di piena con Tempo di Ritorno pari a 200 anni.

3.4 INDICAZIONI PROGETTUALI AI FINI DEL DRENAGGIO DELL'AREA DI PROGETTO

Ai fini del drenaggio delle acque piovane interne alle aree di impianto, tenuto conto della tipologia di moduli fotovoltaici previsti, in gran parte mobili ad inseguimento monoassiale, nonché della natura agro-fotovoltaica dell'impianto, non è prevista la realizzazione di nuovi canali di drenaggio artificiali interni all'area di impianto; pertanto, ad eccezione di eventuali canali di raccolta delle acque per i bacini di laminazione ai fini dell'invarianza idraulica e di possibili cunette poste a protezione della viabilità di nuova realizzazione, laddove necessarie, il progetto non prevede la creazione di nuovi canali ovvero di nuove linee di corrivazione per il deflusso delle acque meteoriche verso l'esterno. Il deflusso delle acque meteoriche avverrà, pertanto, secondo le linee di naturale pendenza, in funzione sia della morfologia naturale che delle opere antropiche esistenti (dossi di confine, strade interpoderali ecc.).

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica ’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 17/197
---	----------------------------	-----------	------------------

4 ANALISI IDROLOGICA

Come indicato al paragrafo precedente, con riferimento alle varie interferenze individuate, è stato condotto uno studio idrologico di dettaglio propedeutico alle successive analisi idrauliche, resesi necessarie ai sensi del DSG 119/2022 per le fasce di pertinenza fluviale e ai sensi del DSG 71/2022 per il dimensionamento dei tombini relativi alla nuova viabilità interna.

Lo studio idrologico è stato condotto con metodologia conforme a quelle descritte nel capitolo 7 della Relazione Generale del P.A.I., avvalendosi di analisi con Sistemi Informativi Geografici (GIS) e del modello di calcolo HEC-HMS.

4.1 DEFINIZIONE IDROGRAFICA DEI SOTTOBACINI IMBRIFERI DI INTERESSE

Come definito al precedente paragrafo 3.3.1, l’analisi idrologica ha riguardato diversi impluvi, tutti riferibili ad elementi idrici di differente ordine gerarchico afferenti al bacino idrografico del *Fiume Gornalunga (Area AGV-1)* e al bacino del *Vallone Sbarda l’Asino*, immissario del *Fiume Dittaino (Tav. 05)*.

Come quasi tutte le incisioni idrografiche di testa dei corsi d’acqua siciliani, anche con dimensioni dei bacini idrografici ben superiori, tutte le incisioni idrografiche oggetto di studio presentano un regime idrologico spiccatamente torrentizio restando di norma sempre in secca, tranne che in occasione di eventi meteorici di una certa durata e/o intensità.

La perimetrazione dei sottobacini idrografici sottesi dagli impluvi oggetto di studio, è riportata nelle Tavole 06a – 06b.

4.2 METODOLOGIA DI ANALISI

Scopo dell’analisi idrologica è stato quello di determinare le portate di massima piena da utilizzare per le successive valutazioni idrauliche.

La valutazione della portata di massima piena attesa, per un dato tempo di ritorno, in una data sezione di un corso d’acqua naturale o di un canale artificiale può essere essenzialmente schematizzata in 2 fasi:

- 1) Stima dell’afflusso idrico globale all’interno del bacino idrografico di interesse.
- 2) Trasformazione dell’afflusso idrico in deflusso.

Fondamentale è, in ogni caso, la conoscenza preliminare del parametro temporale di riferimento che governa le 2 fasi.

La stima del flusso idrico globale all’interno di un bacino si deduce infatti, a partire dalle *Curve di Probabilità Pluviometrica* (vedi oltre), in corrispondenza di una determinata durata temporale t ; le stesse caratteristiche della portata di piena (portata massima, tempo di picco, volume di deflusso, idrogramma di piena, ecc.) dipendono dal medesimo valore temporale t noto come tempo di corrivazione (t_c).

- Stima del Tempo di corrivazione (t_c)

Il tempo di corrivazione t_c , è definibile come “il tempo richiesto ad una singola particella d’acqua per raggiungere, dal punto più distante, la sezione di chiusura del bacino”; sostanzialmente esso indica l’istante nel quale tutto il bacino sotteso dalla sezione di riferimento contribuirà, contemporaneamente, alla formazione del deflusso; se infatti la durata della pioggia t risulta inferiore a t_c le porzioni più distanti del bacino, alla fine della precipitazione (istante t), non avranno ancora contribuito al deflusso nella sezione di chiusura e quando questo

Progetto: Impianto agrovoltaico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica ’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 18/197
--	-----------------------------------	------------------	-------------------------

avverrà, le zone più vicine alla sezione di chiusura avranno già smesso di contribuire.

Il calcolo del tempo di corrivazione è intrinsecamente oggetto di incertezza e in letteratura sono disponibili numerose formulazioni, tutte empiriche, ricavate da modelli basati su bacini reali, che tuttavia restituiscono valori anche significativamente diversi per lo stesso bacino. L'applicazione di una formula piuttosto che un'altra è quindi legata, qualora possibile, alla ricerca di una somiglianza tra il bacino in esame e il modello utilizzato. Nello studio qui condotto sono state considerate le principali formulazioni comunemente utilizzate in Italia (vedi Appendice A).

Tutte le formulazioni proposte richiedono la valutazione di alcuni parametri morfometrici, caratteristici del bacino stesso, tali analisi morfometriche preliminari sono state effettuata in ambiente GIS mediante diversi algoritmi di calcolo implementati nel software Q-Gis ed usando come base di elaborazione il Modello Digitale del Terreno (DTM) a passo 2 metri della Regione Sicilia (dati LIDAR, volo ATA 2012-2013).

Di seguito viene riportato il risultato dell'analisi, per ciascun sottobacino di interesse sia in termini di caratteristiche morfometriche, sia di stima finale del tempo di corrivazione.

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01 (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	2.210	Km ²
Altezza Massima Bacino	392.18	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	192.73	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	3.35	km
Quota Sezione di Chiusura	109.75	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	8.43	%
Pendenza Media Bacino	21.84	%
Curve Number	88.2	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	1.506		esclusa
Formula Viparelli	0.931	V = 1,0 m/s	
Formula Ventura	0.651		
Formula Pasini	0.725		
Formula Aronica e Paltrinieri	1.540	M= 0.250; d=0.960	
Formula Pezzoli	0.635		
Formula di Kirpich	0.436		
Formula SCS	0.581	CN = 88.2	
Formula Turazza	1.613		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, specificatamente tarate su bacini idrografici di grandi dimensioni, risulta pertanto:

$$t_c = \mathbf{0.786 \text{ ore}}$$
 (pari a 47.13 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01a (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.087	Km ²
Altezza Massima Bacino	141.96	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	128.07	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	0.66	km
Quota Sezione di Chiusura	113.35	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	4.33	%
Pendenza Media Bacino	5.85	%
Curve Number	90.9	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	0.707		esclusa
Formula Viparelli	0.183	V = 1,0 m/s	
Formula Ventura	0.180		
Formula Pasini	0.200		
Formula Aronica e Paltrinieri	0.723	M= 0.250; d=0.960	
Formula Pezzoli	0.174		
Formula di Kirpich	0.161		
Formula SCS	0.275	CN = 90.9	
Formula Turazza	0.320		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$t_c = 0.271$ ore (pari a 16.26 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01b (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	1.040	Km ²
Altezza Massima Bacino	331.44	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	179.66	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	2.05	km
Quota Sezione di Chiusura	122.58	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	10.19	%
Pendenza Media Bacino	19.59	%
Curve Number	87.9	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	1.184		esclusa
Formula Viparelli	0.569	$V = 1,0$ m/s	
Formula Ventura	0.406		
Formula Pasini	0.435		
Formula Aronica e Paltrinieri	1.212	$M = 0.250$; $d = 0.960$	
Formula Pezzoli	0.353		
Formula di Kirpich	0.278		
Formula SCS	0.419	$CN = 87.9$	
Formula Turazza	1.106		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$t_c = 0.525$ ore (pari a 31.49 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01c (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.580	Km ²
Altezza Massima Bacino	331.44	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	199.28	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	1.77	km
Quota Sezione di Chiusura	128.74	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	11.45	%
Pendenza Media Bacino	24.81	%
Curve Number	87.6	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	0.849		esclusa
Formula Viparelli	0.492	V = 1,0 m/s	
Formula Ventura	0.286		
Formula Pasini	0.322		
Formula Aronica e Paltrinieri	0.867	M= 0.250; d=0.960	
Formula Pezzoli	0.288		
Formula di Kirpich	0.237		
Formula SCS	0.335	CN = 87.6	
Formula Turazza	0.826		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$t_c = 0.404$ ore (pari a 24.23 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01c1 (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.132	Km ²
Altezza Massima Bacino	273.83	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	185.99	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	0.88	km
Quota Sezione di Chiusura	145.46	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	14.54	%
Pendenza Media Bacino	28.60	%
Curve Number	88.4	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	0.545		esclusa
Formula Viparelli	0.245	V = 1,0 m/s	
Formula Ventura	0.121		
Formula Pasini	0.138		
Formula Aronica e Paltrinieri	0.557	M= 0.250; d=0.960	
Formula Pezzoli	0.127		
Formula di Kirpich	0.127		
Formula SCS	0.173	CN = 88.4	
Formula Turazza	0.394		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$t_c = 0.213$ ore (pari a 12.77 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01d (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.404	Km ²
Altezza Massima Bacino	203.21	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	157.58	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	1.26	km
Quota Sezione di Chiusura	128.54	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	5.93	%
Pendenza Media Bacino	13.33	%
Curve Number	88.0	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	1.028		esclusa
Formula Viparelli	0.350	V = 1,0 m/s	
Formula Ventura	0.332		
Formula Pasini	0.354		
Formula Aronica e Paltrinieri	1.053	M= 0.250; d=0.960	
Formula Pezzoli	0.285		
Formula di Kirpich	0.235		
Formula SCS	0.343	CN = 88.0	
Formula Turazza	0.690		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$$t_c = 0.422 \text{ ore (pari a 25.30 minuti).}$$

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01d2 (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.134	Km ²
Altezza Massima Bacino	203.31	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	167.61	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	0.71	km
Quota Sezione di Chiusura	141.05	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	8.76	%
Pendenza Media Bacino	8.84	%
Curve Number	88.0	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	0.614		esclusa
Formula Viparelli	0.198	V = 1,0 m/s	
Formula Ventura	0.157		
Formula Pasini	0.167		
Formula Aronica e Paltrinieri	0.629	M= 0.250; d=0.960	
Formula Pezzoli	0.132		
Formula di Kirpich	0.130		
Formula SCS	0.266	CN = 88.0	
Formula Turazza	0.397		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$t_c = 0.240$ ore (pari a 14.39 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01d3 (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.113	Km ²
Altezza Massima Bacino	190.67	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	162.00	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	0.72	km
Quota Sezione di Chiusura	140.96	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	6.89	%
Pendenza Media Bacino	13.32	%
Curve Number	88.0	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	0.661		esclusa
Formula Viparelli	0.200	V = 1,0 m/s	
Formula Ventura	0.163		
Formula Pasini	0.178		
Formula Aronica e Paltrinieri	0.676	M= 0.250; d=0.960	
Formula Pezzoli	0.151		
Formula di Kirpich	0.144		
Formula SCS	0.220	CN = 88.0	
Formula Turazza	0.365		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$t_c = 0.480$ ore (pari a 14.85 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02 monte (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.488	Km ²
Altezza Massima Bacino	190.94	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	148.17	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	1.45	km
Quota Sezione di Chiusura	118.41	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	5.00	%
Pendenza Media Bacino	12.57	%
Curve Number	88.1	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	1.139		esclusa
Formula Viparelli	0.403	$V = 1,0 \text{ m/s}$	
Formula Ventura	0.397		
Formula Pasini	0.430		
Formula Aronica e Paltrinieri	1.166	$M = 0.250; \quad d = 0.960$	
Formula Pezzoli	0.357		
Formula di Kirpich	0.280		
Formula SCS	0.395	$CN = 88.1$	
Formula Turazza	0.758		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$t_c = 0.490$ ore (pari a 29.39 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02c monte (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.146	Km ²
Altezza Massima Bacino	163.67	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	145.29	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	0.80	km
Quota Sezione di Chiusura	127.81	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	4.48	%
Pendenza Media Bacino	8.61	%
Curve Number	88.0	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrvazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	0.816		esclusa
Formula Viparelli	0.223	V = 1,0 m/s	
Formula Ventura	0.230		
Formula Pasini	0.250		
Formula Aronica e Paltrinieri	0.835	M= 0.250; d=0.960	
Formula Pezzoli	0.208		
Formula di Kirpich	0.185		
Formula SCS	0.297	CN = 88.0	
Formula Turazza	0.415		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$t_c = 0.318$ ore (pari a 19.09 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02 valle (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	1.125	Km ²
Altezza Massima Bacino	190.94	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	138.00	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	2.47	km
Quota Sezione di Chiusura	103.81	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	3.53	%
Pendenza Media Bacino	13.06	%
Curve Number	88.3	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	1.699		esclusa
Formula Viparelli	0.686	V = 1,0 m/s	
Formula Ventura	0.718		
Formula Pasini	0.808		
Formula Aronica e Paltrinieri	1.737	M= 0.250; d=0.960	
Formula Pezzoli	0.723		
Formula di Kirpich	0.483		
Formula SCS	0.587	CN = 88.3	
Formula Turazza	1.151		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$$t_c = \mathbf{0.820 \text{ ore}}$$
 (pari a 49.23 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02a valle (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.098	Km ²
Altezza Massima Bacino	155.99	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	133.58	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	0.48	km
Quota Sezione di Chiusura	117.34	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	8.00	%
Pendenza Media Bacino	12.47	%
Curve Number	89.3	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	0.613		esclusa
Formula Viparelli	0.134	V = 1,0 m/s	
Formula Ventura	0.141		
Formula Pasini	0.138		
Formula Aronica e Paltrinieri	0.629	M= 0.250; d=0.960	
Formula Pezzoli	0.094		
Formula di Kirpich	0.100		
Formula SCS	0.157	CN = 89.3	
Formula Turazza	0.340		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$$t_c = 0.199 \text{ ore (pari a 11.94 minuti).}$$

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02b valle (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.084	Km ²
Altezza Massima Bacino	178.21	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	143.85	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	0.51	km
Quota Sezione di Chiusura	118.28	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	11.75	%
Pendenza Media Bacino	15.62	%
Curve Number	88.1	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	0.476		esclusa
Formula Viparelli	0.142	$V = 1,0$ m/s	
Formula Ventura	0.108		
Formula Pasini	0.110		
Formula Aronica e Paltrinieri	0.488	$M = 0.250$; $d = 0.960$	
Formula Pezzoli	0.082		
Formula di Kirpich	0.090		
Formula SCS	0.154	$CN = 88.1$	
Formula Turazza	0.314		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$t_c = 0.168$ ore (pari a 10.05 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02c valle (AGV-1) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.156	Km ²
Altezza Massima Bacino	158.67	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	136.78	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	0.66	km
Quota Sezione di Chiusura	116.9	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	6.83	%
Pendenza Media Bacino	14.05	%
Curve Number	86.7	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	0.718		esclusa
Formula Viparelli	0.182	$V = 1,0 \text{ m/s}$	
Formula Ventura	0.199		
Formula Pasini	0.200		
Formula Aronica e Paltrinieri	0.737	$M = 0.250; \quad d = 0.960$	
Formula Pezzoli	0.143		
Formula di Kirpich	0.138		
Formula SCS	0.208	$CN = 86.7$	
Formula Turazza	0.429		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$t_c = 0.258 \text{ ore}$ (pari a 15.48 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01 (AGV-2) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.152	Km ²
Altezza Massima Bacino	165.10	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	123.44	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	0.60	km
Quota Sezione di Chiusura	108.10	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	9.48	%
Pendenza Media Bacino	9.63	%
Curve Number	87.0	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	0.785		esclusa
Formula Viparelli	0.167	V = 1,0 m/s	
Formula Ventura	0.161		
Formula Pasini	0.158		
Formula Aronica e Paltrinieri	0.806	M= 0.250; d=0.960	
Formula Pezzoli	0.107		
Formula di Kirpich	0.111		
Formula SCS	0.232	CN = 87.0	
Formula Turazza	0.423		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$$t_c = 0.249 \text{ ore (pari a 14.93 minuti).}$$

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02 (AGV-2) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.231	Km ²
Altezza Massima Bacino	158.47	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	129.99	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	0.91	km
Quota Sezione di Chiusura	116.74	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	4.58	%
Pendenza Media Bacino	6.01	%
Curve Number	88.4	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrvazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	1.130		esclusa
Formula Viparelli	0.253	V = 1,0 m/s	
Formula Ventura	0.286		
Formula Pasini	0.300		
Formula Aronica e Paltrinieri	1.157	M= 0.250; d=0.960	
Formula Pezzoli	0.234		
Formula di Kirpich	0.203		
Formula SCS	0.388	CN = 88.4	
Formula Turazza	0.521		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$t_c = 0.403$ ore (pari a 24.19 minuti).

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.03 (AGV-2) - Analisi morfometrica		
Superficie Totale Bacino	0.012	Km ²
Altezza Massima Bacino	133.53	metri (s.l.m.)
Altezza Media Bacino	123.08	metri (s.l.m.)
Lunghezza Asta Principale	0.23	km
Quota Sezione di Chiusura	113.35	metri (s.l.m.)
Pendenza Media Asta Principale	8.81	%
Pendenza Media Bacino	11.02	%
Curve Number	91.0	---

Utilizzando i suddetti parametri morfometrici sono stati ottenuti i seguenti valori del t_c :

	Tempo di corrivazione t_c (ore)	Parametri non morfometrici	note
Formula Giandotti	0.313		esclusa
Formula Viparelli	0.064	$V = 1,0$ m/s	
Formula Ventura	0.047		
Formula Pasini	0.051		
Formula Aronica e Paltrinieri	0.276	$M = 0.250$; $d = 1.270$	
Formula Pezzoli	0.042		
Formula di Kirpich	0.054		
Formula SCS	0.085	$CN = 91.0$	
Formula Turazza	0.119		esclusa

Il valore finale utilizzato è stato quello rappresentato dalla media aritmetica dei valori sopra esposti, escludendo dal calcolo, in via cautelativa, le formule di Giandotti e Turazza, risulta pertanto:

$t_c = 0.089$ ore (pari a 5.31 minuti).

Progetto: Impianto agrovoltaioco nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 36/197
--	----------------------------	-----------	------------------

4.3 STIMA DEL FLUSSO IDRICO GLOBALE

Nella progettazione di opere idrauliche orientate al controllo ed allontanamento delle acque meteoriche o nelle valutazioni del rischio idraulico legato ad esondazioni di un corso d’acqua, è prioritariamente indispensabile procedere ad una stima della portata massima di piena che si verificherà in una determinata sezione del corso d’acqua, generalmente in corrispondenza del manufatto di interesse.

La piena, salvo casi eccezionali, è generata dalle precipitazioni meteoriche e la sua entità dipenderà da numerose variabili, che vanno dalla distribuzione stessa della pioggia, nel tempo e nello spazio, alle caratteristiche morfologiche del bacino e della rete idrografica. In siffatte condizioni è praticamente impossibile calcolare la massima portata prevedibile in senso deterministico, bisognerà quindi affrontare il problema nel solo modo possibile, e cioè in termini probabilistici.

La portata di piena va quindi considerata come una variabile casuale la quale, conseguentemente, dovrà essere stimata relativamente ad un livello di probabilità che essa ha di non essere superata o, meglio ancora, relativamente ad un periodo di tempo (detto tempo di ritorno) che intercorre, in media, tra due eventi in cui il valore di tale portata viene superato.

In genere, è possibile ricondurre l’analisi a due tipologie di studio, a seconda del tipo di informazioni di cui si dispone:

- a) stima della portata di piena di progetto dall’analisi probabilistica di osservazioni dirette di portata fatte in passato nel sito;
- b) stima della portata di piena di progetto attraverso l’analisi probabilistica preliminare delle precipitazioni nel bacino idrografico interessato e la simulazione conseguente del processo della loro trasformazione in deflussi.

L’analisi che seguirà si occupa del secondo caso, quello cioè riguardante il caso più comune di piccoli bacini idrografici non monitorati e di non eccessive dimensioni (al massimo qualche decina di km²), per i quali si dispone solo delle precipitazioni meteoriche al più in alcuni punti prossimi al bacino. La portata sarà stimata simulando, attraverso modelli matematici, l’afflusso meteorico nel bacino e successivamente il processo di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi.

Metodo TCEV Sicilia

Volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna innanzitutto ricostruire l’evento di pioggia di pari tempo di ritorno, assumendo come vera l’ipotesi che un evento di pioggia di tempo di ritorno T genera un evento di piena con la stessa probabilità di non superamento; in altre parole bisogna definire la *curva di probabilità pluviometrica*, indicata spesso con l’acronimo c.p.p., per la cui definizione è stato qui utilizzato il metodo TCEV.

Il modello TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) permette di determinare le altezze di pioggia **h** e le relative intensità **i**, seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto nell’ambito del progetto VA.PI. (Progetto per la Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), che ha avuto come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull’intero territorio nazionale.

La regionalizzazione delle piogge mira a superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica (spesso costituita da singole serie di durata limitata e poco attendibili per le elaborazioni statistiche), utilizzando in modo coerente tutta l’informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ' RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica '	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 37/197
---	----------------------------	-----------	------------------

delle caratteristiche delle precipitazioni.

La peculiarità del modello TCEV è quella di tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici, riconducendosi formalmente al prodotto di due funzioni di probabilità del tipo Gumbel. La prima, denominata componente base, assume valori non elevati ma frequenti, mentre la seconda (componente straordinaria) genera eventi più rari ma mediamente più rilevanti ed appartenenti ad una differente fenomenologia meteorologica.

La TCEV rappresenta pertanto la distribuzione del massimo valore di una combinazione di due popolazioni ed ha, quindi, la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (Gumbel, Log-Normale, etc.) riescono a rendere conto.

Per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica si farà riferimento alla procedura descritta nel Progetto VA.PI. Sicilia (Ferro e Cannarozzo, 1993) utilizzando la modellazione introdotta da Conti et al., 2007.

La procedura gerarchica di regionalizzazione si articola su tre livelli successivi in ognuno dei quali è possibile ritenere costanti alcuni valori statistici.

Nel primo livello di regionalizzazione si ipotizza che il coefficiente di asimmetria teorico G_t delle serie dei massimi annuali delle piogge di assegnata durata t sia costante per la regione Sicilia. A questo livello la Sicilia viene pertanto ritenuta una zona pluviometrica omogenea ed i valori dei parametri di forma della funzione di probabilità cumulata $F_y(y)$, $\Theta^*=2.24$ e $\Lambda^*=0.71$ sono costanti ed indipendenti dalla durata t .

$$F_y(y) = \exp \left[\exp(-y) - \Lambda^* \exp\left(-\frac{y}{\Theta^*}\right) \right] \text{ con } y \geq 0$$

Il secondo livello di regionalizzazione riguarda l'individuazione di sottozone omogenee, interne a quella individuata al primo livello, nelle quali risulti costante, oltre al coefficiente di asimmetria, anche il coefficiente di variazione della legge teorica. Al secondo livello di regionalizzazione la Sicilia è stata suddivisa in sei sottozone pluviometriche omogenee, ridotte poi a cinque dato che i valori del parametro Λ_1 delle zone Z0 e Z5 erano praticamente identici (Figg. 1 e 2).

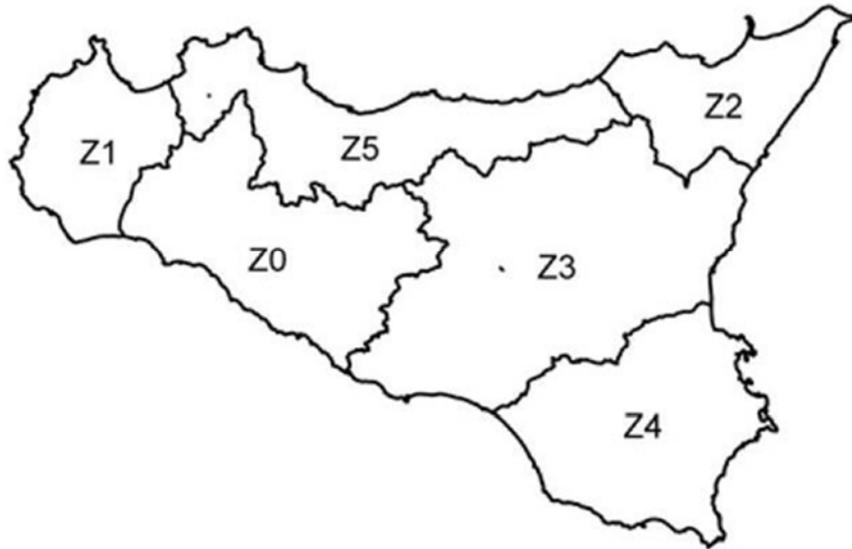


Fig. 1: Iniziale suddivisione in sei sottozone pluviometriche omogenee (Lo conti et al.2007)

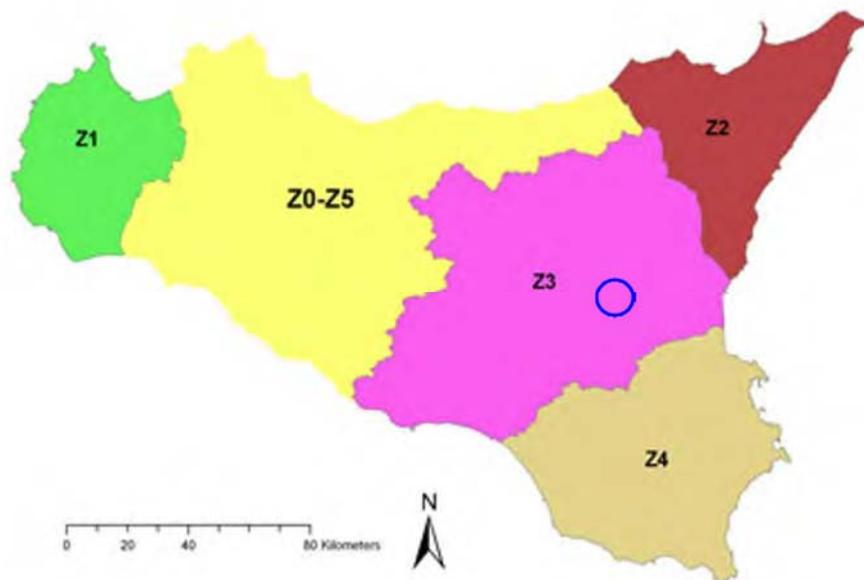


Fig. 2: Sottozone pluviometriche omogenee per la regione Sicilia (Lo conti et al.2007)

A ciascuna sottozona è stato attribuito un valore costante del parametro Λ_1 (parametro della TCEV che rappresenta il numero medio di eventi della componente base) indicato con il simbolo Λ_1 in tabella:

	<i>Sottozona</i>					
	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Λ_1	24,429	19,579	17,669	14,517	15,397	24,402

In ogni sottozona la variabile adimensionale K_T , denominata fattore di crescita, misura la variabilità degli eventi estremi alle diverse frequenze T (tempi di ritorno) ed assume la seguente espressione: $K_T = a \cdot \ln(T) + b$ dove i coefficienti a e b sono definiti in funzione della sottozona di riferimento come da tabella:

	<i>Sottozona</i>				
	Z0-Z5	Z1	Z2	Z3	Z4
a	0.4485	0.4695	0.4799	0.5011	0.4946
b	0.5117	0.4889	0.4776	0.4545	0.4616

Il terzo livello di regionalizzazione prevede, infine, la ricerca di relazioni regionali tra il parametro centrale della distribuzione di probabilità μ e le grandezze, prevalentemente geografiche (altitudine, distanza dal mare, superficie del bacino idrografico), relative al sito di misura. Pertanto, l'espressione della curva di probabilità pluviometrica sarà:

$$h_{vT} = K_T \cdot \mu(t)$$

dove h_{vT} rappresenta l'altezza di pioggia di assegnata durata t e fissato tempo di ritorno T.

Per ciascuna delle 172 stazioni siciliane considerate nel progetto VA.PI., che vantano almeno 10 anni di funzionamento, tra la media campionaria dei valori ed il tempo è stata riconosciuta una legge di regressione del tipo:

$$\mu(t) = a \cdot t^n$$

Per ogni stazione pluviografica i valori dei coefficienti **a** ed **n** sono tabellati. Per i bacini idrografici sprovvisti di stazioni di misura, i coefficienti a ed n possono essere stimati sulla base della carta delle iso-a e delle iso-n di seguito presentate.

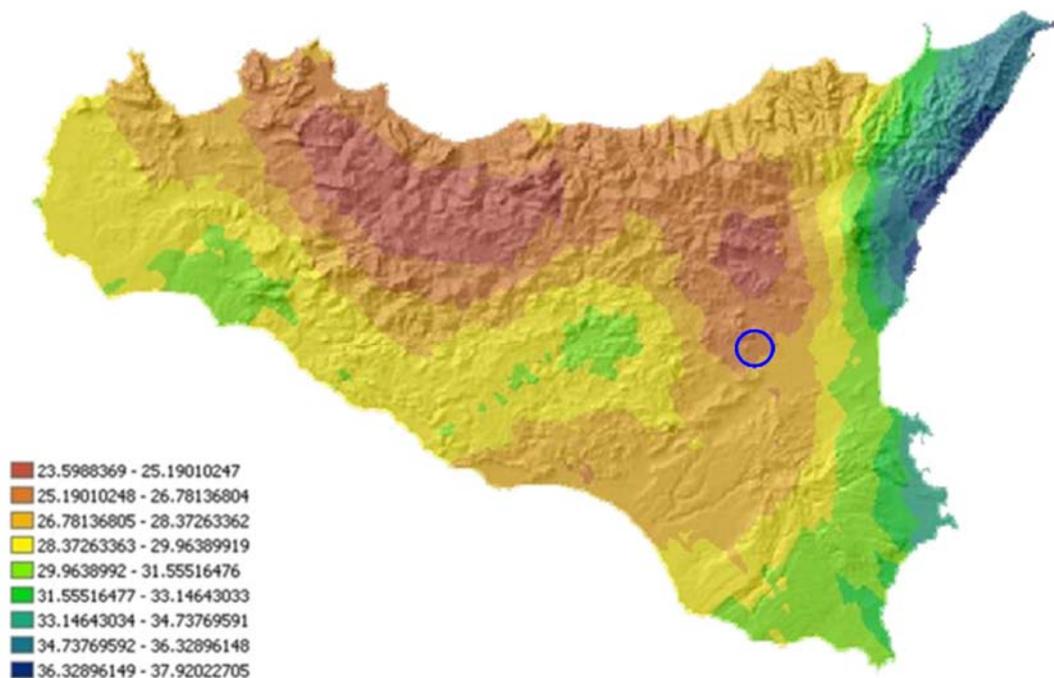


Fig. 3: Carta di distribuzione spaziale del parametro “a” per la regione Sicilia (Lo conti et al.2007)

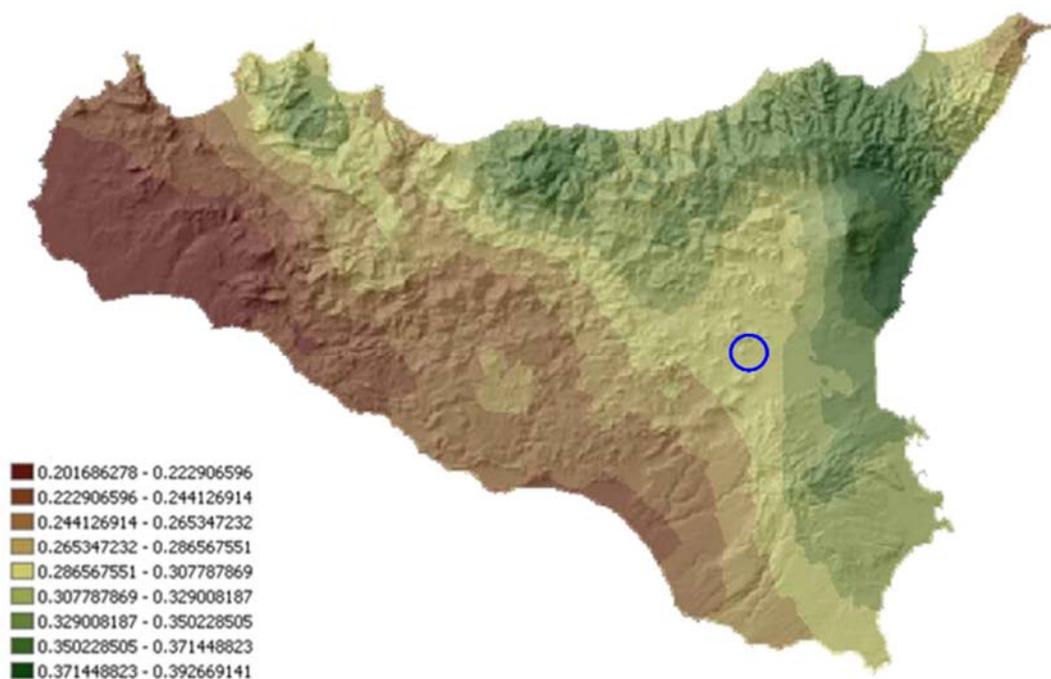


Fig. 4: Carta di distribuzione spaziale del parametro “n” per la regione Sicilia (Lo conti et al.2007)

- Considerazioni sulle Piogge Brevi

Relativamente alla ricostruzione delle *Curve di Probabilità Pluviometrica* è opportuno osservare che l’analisi degli eventi di pioggia brevi e di quelli lunghi mette in evidenza che essi seguono dinamiche meteorologiche differenti, sicché dai campioni di altezze h_t aventi durata compresa tra 1 e 24 ore ($1 \leq t \leq 24$ ore) non può essere tratta alcuna informazione inerente agli eventi brevi di durata inferiore ad 1 ora; dalla curva di probabilità pluviometrica, costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore, non può pertanto essere estrapolata alcuna informazione per eventi di durata t inferiore ad un’ora.

È stato tuttavia dimostrato che il rapporto tra l’altezza di pioggia $h_{t,T}$ con t minore di 60 minuti e l’altezza di pioggia $h_{60,T}$ di durata pari a 60 minuti e pari tempo di ritorno T è relativamente poco dipendente dalla località e dipendente solo dalla durata t espressa in minuti.

Il valore del rapporto, per la regione Sicilia, può essere espresso utilizzando la formula di Ferreri-Ferro:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^{0,386}$$

opportunamente calibrata da Ferro e Bagarello (“*Rainfall depth-duration relationship for South Italy*”, 1996). Nell’ambito del presente studio, laddove sarà necessario valutare altezze critiche di pioggia per intervalli di durata inferiore ad 1 ora, verrà utilizzata l’equazione sopra esposta.

- Coefficiente di distribuzione areale della Pioggia (ARF)

Le altezze di pioggia che derivano dalle C.P.P. sono chiaramente altezze puntuali in quanto derivate da un’analisi statistica puntuale delle stazioni pluviometriche. Poiché dall’analisi dei dati di pioggia si è potuto verificare che la sua distribuzione spaziale non è mai del tutto uniforme per potere derivare a partire da queste altezze di pioggia puntuali una precipitazione distribuita su una certa superficie, pari a quella del bacino investito dall’evento e di una certa durata si può utilizzare un coefficiente areale di riduzione denominata ARF (Areal Reduction Factor).

In letteratura esistono varie espressioni per la valutazione del coefficiente ARF e apposite analisi per la sua determinazione sono state effettuate nell’ambito del già citato progetto VA.PI. riassumibili nella figura seguente:

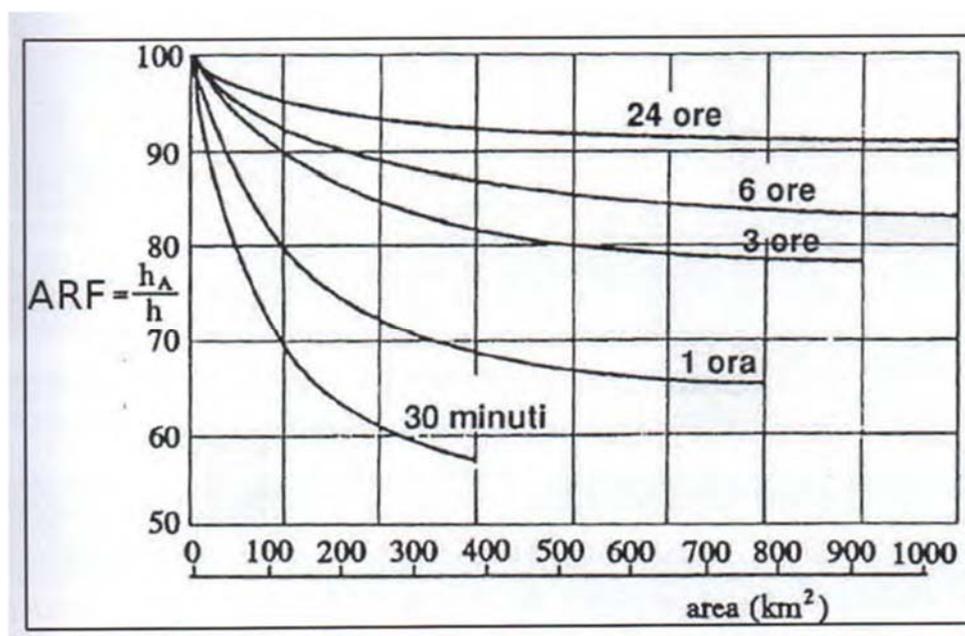


Fig. 5: Correlazione tra il coefficiente ARF e l’area del Bacino (VA.PI.)

- Curva di Probabilità Pluviometrica

Per il calcolo delle Curve di Probabilità Pluviometrica è stato innanzitutto computato il valore del fattore di crescita K_T per come precedentemente definito.

Considerando che tutti i sottobacini oggetto di analisi ricadono all'interno della zona Z3, in funzione dei relativi parametri a e b assegnati a tale zona, l'espressione per il calcolo del fattore di crescita assume la seguente forma:

$$K_T = 0,5011 \cdot \ln(T) + 0.4545$$

Che per il tempo di ritorno "T" considerato fornisce i seguenti valori:

T (anni)	K_T
5	1.261
30	2.159
50	2.415
100	2.762
200	3.109
300	3.313

Per quanto riguarda i valori di **a** ed **n** da utilizzare nella equazione $\mu(t) = a \cdot t^n$ sono stati usati i valori desunti dalle figg. 3 e 4, nello specifico:

$$a = 26.75 \text{ ed } n = 0.288$$

Utilizzando quindi la già definita equazione $\mu(t) = a \cdot t^n$ è stato possibile ricostruire le C.P.P. per le canoniche durate di 1, 2, 3, 6, 12 e 24 ore; alle curve canoniche sono stati aggiunti i valori delle precipitazioni attese con durata inferiore ad 1 ora, secondo la già definita equazione di Ferreri-Ferro:

I) C.P.P. con $Tr=5$ anni

C.P.P. per $t > 1$ ora		C.P.P. per $t < 1$ ora	
t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)	t (minuti)	$H_{t/T}$ (mm)
1	33.73	5	12.93
2	41.18	10	16.89
3	46.29	15	19.75
6	56.51	30	25.81
12	69.00	40	28.84
24	84.24	50	31.44

II) C.P.P. con $Tr=30$ anni

C.P.P. per $t > 1$ ora		C.P.P. per $t < 1$ ora	
t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)	t (minuti)	$H_{t/T}$ (mm)
1	57.75	5	22.13
2	70.51	10	28.92
3	79.24	15	33.82
6	96.75	30	44.19
12	118.13	40	49.38
24	144.23	50	53.82

III) C.P.P. con $Tr=50$ anni

C.P.P. per $t > 1$ ora		C.P.P. per $t < 1$ ora	
t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)	t (minuti)	$H_{t/T}$ (mm)
1	64.60	5	24.75
2	78.87	10	32.35
3	88.64	15	37.83
6	108.22	30	49.43
12	132.13	40	55.24
24	161.33	50	60.21

IV) C.P.P. con $Tr=100$ anni

C.P.P. per $t > 1$ ora		C.P.P. per $t < 1$ ora	
t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)	t (minuti)	$H_{t/T}$ (mm)
1	73.89	5	28.31
2	90.21	10	37.00
3	101.39	15	43.27
6	123.79	30	56.54
12	151.14	40	63.18
24	184.53	50	68.87

V) C.P.P. con $Tr=200$ anni

C.P.P. per $t > 1$ ora		C.P.P. per $t < 1$ ora	
t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)	t (minuti)	$H_{t/T}$ (mm)
1	83.18	5	31.87
2	101.56	10	41.65
3	114.14	15	48.71
6	139.35	30	63.65
12	170.14	40	71.13
24	207.74	50	77.53

VI) C.P.P. con $Tr=300$ anni

C.P.P. per $t > 1$ ora		C.P.P. per $t < 1$ ora	
t (ore)	$H_{t/T}$ (mm)	t (minuti)	$H_{t/T}$ (mm)
1	88.61	5	33.96
2	108.19	10	44.37
3	121.59	15	51.89
6	148.46	30	67.81
12	181.26	40	75.78
24	221.31	50	82.59

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 44/197
--	----------------------------	-----------	------------------

4.4 TRASFORMAZIONE DELL’AFFLUSSO IDRICO IN DEFLUSSO

Il fenomeno della *trasformazione dell’afflusso idrico meteorico in deflusso superficiale*, all’interno di un bacino idrografico investito da un evento meteorico, può essere studiato con vari metodi, in funzione dei dati disponibili e del grado di dettaglio che si intende ottenere. I vari metodi sono essenzialmente riconducibili a 3 tipologie:

- *Concettuali*: il fenomeno viene schematizzato nel dettaglio e scomposto nelle sue varie componenti, per ciascuna delle quali si adotta un modello matematico che simula quanto avviene nella singola componente.
- *Statistici*: consistono in una mera analisi statistica dei deflussi ossia delle portate di piena del bacino (che debbono essere note), che vengono valutate sulla base di equazioni matematiche che possono dipendere anche dalle caratteristiche morfologiche del bacino stesso (ad esempio i metodi di regionalizzazione delle piene usato nel progetto Va.Pi.).
- *Formule empiriche*: le portate massime vengono calcolate sulla base di relazioni matematiche tarate su dati sperimentali.

La scelta di una tipologia piuttosto che un’altra viene fatta, ovviamente, sulla base dei dati disponibili ma anche in funzione dei risultati che si intende ottenere, infatti:

- Le *Formule Empiriche* forniscono la portata massima e il tempo di picco;
- I *Metodi statistici* forniscono la portata massima, tempo di picco e volumi;
- I *Metodi concettuali* forniscono tutte le caratteristiche complete della piena.

Nel presente studio il problema è stato trattato con l’utilizzo del codice di calcolo HEC-HMS il quale si basa esclusivamente sull’utilizzo di metodi concettuali, per come sopra definiti.

- *Descrizione del codice di calcolo HEC-HMS*

Il software HEC-HMS, Hydrologic Modeling System, è un programma informatico rilasciato gratuitamente dall’Hydrologic Engineering Center dell’USACE (US Army Corps of Engineers) per l’esecuzione di modellazioni idrologiche di bacini idrografici, di qualsivoglia natura, anche in ambito urbano.

Al suo interno sono implementate le principali formulazioni utilizzate nella pratica idrologica per il calcolo delle perdite per infiltrazione, del volume di deflusso e per la trasformazione afflussi- deflussi con possibilità di considerare anche il contributo del deflusso di base nonché la propagazione dell’onda di piena nei canali, il contributo di invasi naturali o artificiali ecc.

Il software, in definitiva, permette di descrivere quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sulla superficie di un bacino imbrifero e in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i suoi collettori drenanti. I passaggi procedurali della modellazione sono:

- Separazione delle piogge
- Formazione della piena
- Propagazione della piena
- Eventuale contributo del Deflusso di base

Il software permette di usare una notevole moltitudine di metodi per ciascuna delle quattro componenti base della modellazione; senza entrare nel dettaglio delle basi teoriche che portano agli algoritmi matematici, per le singole componenti verranno di seguito esposti sinteticamente i passaggi necessari per la modellizzazione, gli input utilizzati, i metodi di calcolo usati e infine verranno presentati i risultati finali delle simulazioni.

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 45/197
--	----------------------------	-----------	------------------

I) Modellizzazione del Bacino idrografico

La modellizzazione del bacino idrografico in Hec-HMS consiste in un mero inserimento dei vari elementi idrografici quali eventuali sottobacini, giunzioni tra impluvi, pozzi, sorgenti, serbatoi ecc.

II) Predisposizione del modello Meteorologico

Consiste nella definizione delle condizioni pluviometriche da utilizzare nella modellazione; tra i vari metodi implementati nel software è stato utilizzato quello della Curva di Probabilità Pluviometrica (Frequency Storm), per come già definite nel paragrafo precedente (C.P.P.).

Un parametro di particolare importanza, richiesto in tale tipologia di simulazione, è la durata dell’evento di pioggia; le varie simulazioni effettuate, indicano infatti che la modellazione risultata sensibile alla variazione di tale parametro; nelle semplici formule empiriche per la valutazione della portata al colmo, che in genere si basano sulla nota formula razionale o su formule similari, si assume l’ipotesi di una durata dell’evento pari al tempo di corrivazione e con intensità costante nel tempo.

L’utilizzo di una durata temporale dell’evento pari al tempo di corrivazione, in linea di massima appare congruo con la finalità del presente studio, il quale mira alla definizione di portate non in relazione a manufatti da costruire in aree urbane, densamente abitate, che possono richiedere, in via cautelativa, l’utilizzato di un evento piovoso di maggior durata; in tutte le simulazioni qui effettuate, in ogni caso, la durata dell’evento di pioggia considerato (in via cautelativa) è stata sempre superiore al tempo di corrivazione.

III) Inserimento del metodo per il calcolo della pioggia netta (metodo SCS-CN)

La metodologia SCN-CN, sviluppata dall’Ente Statunitense Soil Conservation Service a partire dal 1972 è, ad oggi, una delle metodologie più diffuse per il calcolo della pioggia netta e delle portate di piena negli studi idrologici.

Il metodo infatti, seppur con un approccio semplificato, non solo permette di considerare un tasso di infiltrazione variabile nel tempo ma tiene conto anche della natura litologica del suolo, della tipologia di copertura (uso del suolo) ed eventualmente delle condizioni di umidità del suolo precedenti all’evento meteorico.

La relazione fondamentale del metodo CN è data dall’equazione:

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (I)$$

dove

P_{net} = precipitazione netta cumulata (Altezza di pioggia effettiva al tempo t_c)

P = precipitazione totale cumulata (ossia H critica)

S = massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizione di saturazione

I_a = perdita iniziale

Dalle analisi dei risultati ottenuti dall’SCS su numerosi piccoli bacini sperimentali è stata ottenuta la correlazione empirica $I_a = 0.2 \cdot S$, in funzione della quale la (I) assume la forma:

$$P_{net} = \frac{(P - 0.2 \cdot S)^2}{P + 0.8 \cdot S} \quad (II)$$

Dove, a sua volta il valore S viene ottenuto attraverso l’utilizzo di un parametro intermedio, denominato appunto

Curve Number (CN) secondo la relazione:

$$S = \frac{25400 - 254 \cdot CN}{CN} \quad (III)$$

Il CN è di fatto un numero adimensionale che varia da 100 per corpi perfettamente impermeabili a circa 30 per suoli permeabili con elevati tassi di infiltrazione; esso quindi, è legato alla natura del terreno, al tipo di copertura vegetale e di fatto rappresenta un affidabile indice sulla permeabilità di un areale.

- Natura del terreno

Per quanto riguarda la natura del terreno l’SCS ha individuato quattro tipologie di suolo:

GRUPPO A	Suoli con scarsa potenzialità di deflusso; sabbie o ghiaie profonde con pochissimo limo e/o argilla. Capacità di infiltrazione molto elevata
GRUPPO B	Suoli con moderata potenzialità di deflusso; la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi del gruppo A e con un’aliquota di argilla e limo maggiore. Elevata capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
GRUPPO C	Suoli con potenzialità di deflusso medio-alta; suoli con elevate quantità di argilla e limo. Scarsa capacità di infiltrazione.
GRUPPO D	Suoli con potenzialità di deflusso molto elevata; argille con elevata capacità di rigonfiamento, suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in prossimità della superficie. Scarsa capacità di infiltrazione a saturazione

- Tipo di copertura

In funzione della natura del terreno e del tipo di copertura, derivante dall’uso del suolo, è possibile ottenere il valore del parametro CN, in genere da tabelle basate su studi regionali o di bacino, strutturate come quella della tabella seguente:

Tipo di copertura (uso del suolo)	TIPO DI SUOLO			
	A	B	C	D
<u>TERRENO COLTIVATO</u>				
Coltivazioni non curate	72	81	88	91
Coltivazioni ben curate	.....	.....	.....	.....
<u>TERRENO DA PASCOLO</u>				
Cattive condizioni	.....	.....	.....	.....
Buone condizioni	.....	.....	.....	.....
<u>PRATERIE</u> , Buone condizioni.....	.....	.....	.....	.....

Fig. 06: Struttura tipo delle tabelle per la determinazione del CN(II)

Nella letteratura di riferimento sono presenti varie versioni della tabella di Fig. 06, con valori relativamente a voci simili, non sempre univoci. In effetti le originali tabelle dello USDA (United States Department of Agriculture) sono state spesso adattate in funzione di specificità locali (colture agrarie o litologie specifiche).

Nel presente studio, non avendo riscontrato indicazioni ufficiali dell’AdB-Sicilia, sono stati utilizzati quelli proposti nel documento emesso dal Dipartimento della Protezione Civile Siciliana “P.O. FESR 2007/2013 - LINEA DI INTERVENTO 2.3.1.6. Piano Regionale per la predisposizione di studi e cartografie di base e tematiche a supporto della Pianificazione comunale e intercomunale di Protezione Civile”, integralmente riportati

Progetto: Impianto agrovoltaico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 47/197
---	----------------------------	-----------	------------------

in calce (Appendice B).

Per quanto riguarda la definizione del tipo di copertura (uso del suolo) e della natura litologia del terreno (potenzialità di deflusso) sono state utilizzate rispettivamente:

- la Carta Uso del Suolo, Corine Land Cover, disponibile tramite il servizio WMS SITR - Regione Sicilia (Tavole 07a e 07b).
- Carta Litologica della Sicilia disponibile sul Portale della Protezione Civile della Regione Sicilia all’indirizzo: www.protezioneciviliesicilia.it (Tavole 08a e 08b).

Nello specifico i sottobacini risultano interessati da varie tipologie di substrato litologico classificate rispettivamente come:

- Tipologia A (capacità di infiltrazione molto elevata): (**B**) sabbie e ghiaie a grana da media a grossolana;
- Tipologia B (capacità di infiltrazione elevata): (**Bn-gn**) ghiaie, sabbie e limi argillosi; (**FYN-a**) quarzareniti e quarzoruditi;
- Tipologia C (scarsa capacità di infiltrazione): (**FYN**) alternanze di argilliti, argille brune e quarzareniti; (**AV**) alternanza di argille scagliettate e marne vari colori con intercalazioni di arenarie quarzose;
- Tipologia D (scarsa capacità di infiltrazione): (**AAC**) argille marnose, (**Qa**) argille marnose massive.

Per quanto riguarda la tipologia di copertura, allo stato attuale, i sottobacini risultano caratterizzati principalmente da terreni ad uso agricolo prevalentemente a seminativi ed in subordine, in alcuni casi, frutteti e/o aree a pascolo naturale.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i dettagli per il calcolo del CN globale, per ogni singolo sottobacino oggetto di studio, tenendo conto sia delle varie litologie presenti all’interno del sottobacino, che della tipologia di copertura utilizzando i valori riportati nell’appendice B

Per i bacini con diverse tipologie di suolo e/o substrato il calcolo del CN è ottenuto mediante somma aritmetica ponderale.

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01 (AGV-1)				
Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	B	1.13	81	0.9
	C	43.50	88	38.3
	D	27.55	91	25.1
<i>Colture ortive in pieno campo (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	0.09	88	0.1
	D	2.03	91	1.8
<i>Praterie aride calcaree (Area a pascolo naturale)</i>	B	1.67	79	1.3
	C	23.08	86	19.8
	D	0.95	89	0.8
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		88.2

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01a (AGV-1)

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	3.45	88	3.0
	D	56.32	91	51.3
	D	40.23	91	36.6
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		90.9

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01b (AGV-1)

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	B	2.13	81	1.7
	C	79.40	88	69.9
	D	7.93	91	7.2
<i>Praterie aride calcaree (Area a pascolo naturale)</i>	C	10.54	86	9.1
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		87.9

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01c (AGV-1)

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	B	3.79	81	3.1
	C	70.00	88	61.6
	D	7.41	91	6.7
<i>Praterie aride calcaree (Area a pascolo naturale)</i>	C	18.79	86	16.2
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		87.6

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01c1 (AGV-1)

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	36.36	88	32.0
	D	32.58	91	29.6
<i>Praterie aride calcaree (Area a pascolo naturale)</i>	C	31.06	86	26.8
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		88.4

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01d (AGV-1)

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	100	88	88.0
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		88.0

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01d2 (AGV-1)

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	100	88	88.0
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		88.0

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01d3 (AGV-1)

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	100	88	88.0
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		88.0

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02 monte (AGV-1)

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	98.16	88	86.4
	D	0.41	91	0.4
<i>Colture ortive in pieno campo (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	1.43	88	1.3
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		88.1

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02c monte (AGV-1)

Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	95.21	88	83.8
<i>Colture ortive in pieno campo (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	4.79	88	4.2
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		88.0

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02 valle (AGV-1)				
Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	62.24	88	54.8
	D	7.97	91	7.3
<i>Colture ortive in pieno campo (Seminativi in aree non irrigue)</i>	A	0.09	72	0.1
	B	0.46	81	0.4
	C	15.95	88	14.0
	D	9.99	91	9.1
<i>Frutteti</i>	C	2.47	78	1.9
	D	0.09	81	0.1
<i>Borghi e fabbricati rurali (Tessuto urbano discontinuo)</i>	C	0.18	90	0.2
	D	0.55	92	0.5
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	3.02	---	---
<i>Totale</i>		100		88.3

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02a valle (AGV-1)				
Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	58.16	88	51.2
	D	25.51	91	23.2
<i>Colture ortive in pieno campo (Seminativi in aree non irrigue)</i>	D	16.33	91	14.9
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		89.3

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02b valle (AGV-1)				
Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	98.81	88	87.0
	D	1.19	91	1.1
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		88.1

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02c valle (AGV-1)				
Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	33.82	88	29.8
	D	8.82	91	8.0
<i>Colture ortive in pieno campo (Seminativi in aree non irrigue)</i>	C	21.32	88	18.8
	D	11.76	91	10.7
<i>Frutteti</i>	C	19.85	78	15.5
	D	0.74	81	0.6
<i>Borghi e fabbricati rurali (Tessuto urbano discontinuo)</i>	C	1.47	90	1.3
	D	2.21	92	2.0
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	12.82	---	---
Totale		100		86.7

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.01 (AGV-2)				
Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	A	19.74	72	14.2
	C	7.24	88	6.4
	D	72.37	91	65.8
<i>Sistemi colturali particellari complessi</i>	C	0.66	86	0.6
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
Totale		100		87.0

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.02 (AGV-2)				
Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	B	6.06	81	4.9
	C	15.58	88	13.7
	D	27.71	91	25.2
<i>Colture ortive in pieno campo (Seminativi in aree non irrigue)</i>	B	13.85	81	11.2
	D	32.47	91	29.6
<i>Borghi e fabbricati rurali (Tessuto urbano discontinuo)</i>	B	3.03	85	2.6
	D	1.30	92	1.2
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
Totale		100		88.4

SOTTOBACINO IMPLUVIO_INT.03 (AGV-2)				
Uso del Suolo	Classe di terreno	% di copertura	CN da tabella	Peso
<i>Seminativo semplice e colture erbacee estensive (Seminativi in aree non irrigue)</i>	D	100	91	91.0
<i>Aree assimilabili ad impermeabili</i>	---	---	---	---
<i>Totale</i>		100		91.0

Nel calcolo del CN totale non sono state considerate eventuali aree assimilabili a superfici perfettamente impermeabili (CN = 100) quali, laghi, paludi stagni, ecc., poiché tale valore, con il metodo per il calcolo della pioggia netta SCS Curve Number, qui utilizzato, è considerato specificatamente. Tale metodo, infatti, oltre al valore del CN richiede la valutazione di un secondo parametro denominato “Impervious”, relativo alla porzione di bacino ritenuta appunto “impermeabile”.

IV) Metodo per la trasformazione degli afflussi idrici netti in deflussi

Per la trasformazione dell’afflusso in onda di piena tra i vari metodi proposti è stato utilizzato l’SCS Unit Hydrograph Method (Metodo dell’Idrogramma Unitario del Soil Conservation Service); tutti i metodi implementati nel software sono comunque riconducibili alla Teoria dell’Idrogramma Unitario. L’SCS Unit Hydrograph Method come unico parametro richiede l’inserimento del Tempo di Ritardo di inizio formazione della piena (Lag Time) ricavabile dal tempo di corrivazione mediante l’espressione: $TL=0.6*t_c$.

V) Eventuale inserimento del metodo per la valutazione di un deflusso di base

Consiste nell’inserimento di eventuali flussi non riconducibili ad eventi meteorici quali, sorgenti, emissari di invasi naturali o artificiali, ecc. Nel presente studio, non è stato rilevato alcun deflusso di base.

4.5 STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

In questo paragrafo vengono riportati i risultati delle simulazioni idrologiche eseguite con la metodologia esposta nel paragrafo precedente; in accordo con le indicazioni di cui al D.S.G. 119/2022, per il calcolo delle fasce di pertinenza fluviale, è stata valutata la Portata di Picco Massima ed il volume totale di deflusso per *eventi di piena ordinaria* con Tempo di Ritorno pari a 5 anni mentre, ai sensi del DSG 71/2022, al fine del dimensionamento dei tombini, ove necessari, sono state valutate anche le Portate di Massima Piena per Tr 50, 100, 200 e 300 anni.

4.5.1 *Analisi Idrologica Sottobacino INT.01 (AGV-1)*

La sezione di chiusura ubicata immediatamente a valle dell'impianto sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06a, avente un'estensione areale di 2,210 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 3,350 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.01</i>	1.0*	6.0	5.0	1/3 durata	88.3	---	28.28

*1,27 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.01</i>	5 anni	8.07	26.32

Come descritto in precedenza Hec-HMS permette le valutazioni di molteplici parametri ed in particolare consente di valutare l'andamento del deflusso idrico nel tempo, anche dopo il termine dell'evento, andando di fatto a ricostruire un idrogramma del flusso idrico. I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

4.5.2 Analisi Idrologica Sottobacino INT.01a (AGV-1)

La sezione di chiusura ubicata in corrispondenza della confluenza con l'impluvio INT.01 sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06b, avente un'estensione areale di 0,087 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 0,660 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.01a</i>	1.0 *	2.0	5.0	1/3 durata	90.9	---	9.76

*3,69 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno (anni)	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.01a</i>	5	0.78	1.32
	50	2.30	3.63
	100	2.80	4.37
	200	3.30	5.13
	300	3.60	5.57

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

4.5.3 Analisi Idrologica Sottobacino INT.01b (AGV-1)

La sezione di chiusura ubicata in corrispondenza della confluenza con l'impluvio INT.01 sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06a, avente un'estensione areale di 1,040 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 2,050 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.01b</i>	1.0*	4.0	5.0	1/3 durata	87.9	---	18.89

*1,91 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.01b</i>	5 anni	4.46	12.05

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

4.5.4 *Analisi Idrologica Sottobacino INT.01c (AGV-1)*

La sezione di chiusura localizzata in corrispondenza della confluenza con l'impluvio INT.01b, immediatamente a valle del settore nord-orientale dell'impianto, sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06a, avente un'estensione areale di 0,580 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 1,770 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.01c</i>	1.0 *	3.0	5.0	1/3 durata	87.6	---	14.54

*2,48 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno (anni)	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.01c</i>	5	2.86	6.50
	50	9.70	20.37
	100	12.06	25.01
	200	14.48	29.76
	300	15.91	32.59

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

4.5.5 Analisi Idrologica Sottobacino INT.01c1(AGV-1)

La sezione di chiusura localizzata in corrispondenza della confluenza con l'impluvio INT.01c sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06b, avente un'estensione areale di 0,132 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 0,880 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.01c1</i>	1.0 *	2.0	5.0	1/3 durata	88.4	---	7.66

*4,60 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno (anni)	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.01c1</i>	5	1.01	1.32
	50	3.46	4.85
	100	4.28	5.93
	200	5.12	7.04
	300	5.62	7.69

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

4.5.6 Analisi Idrologica Sottobacino INT.01d(AGV-1)

La sezione di chiusura ubicata in corrispondenza della confluenza con l'impiuvio INT.01b, immediatamente a valle del settore nord-orientale dell'impianto, sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06a, avente un'estensione areale di 0,404 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 1,260 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.01d</i>	1.0 *	3.0	5.0	1/3 durata	88.0	---	15.18

*2,37 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno (anni)	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.01d</i>	5	2.04	4.72
	50	6.74	14.56
	100	8.36	17.83
	200	10.03	21.18
	300	11.02	23.17

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

4.5.7 Analisi Idrologica Sottobacino INT.01d2 (AGV-1)

La sezione di chiusura sita in prossimità della confluenza con l'impluvio INT.01d sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06b, avente un'estensione areale di 0,134 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 0,710 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.01d2</i>	1.0 *	2.0	5.0	1/3 durata	88.0	---	8.63

*4,17 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.01d2</i>	5 anni	0.93	1.57

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

4.5.8 *Analisi Idrologica Sottobacino INT.01d3 (AGV-1)*

La sezione di chiusura sita in prossimità della confluenza con l’impluvio INT.01d sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06b, avente un’estensione areale di 0,113 km² ed una lunghezza dell’asta principale che drena il sottobacino di 0,720 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.01d3</i>	1.0 *	3.0	5.0	1/3 durata	88.0	---	8.91

*4,04 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno (anni)	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.01d3</i>	5	0.76	1.32
	50	2.64	4.07
	100	3.27	4.99
	200	3.92	5.93
	300	4.30	6.48

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell’Appendice C.

4.5.9 Analisi Idrologica Sottobacino INT.02 monte (AGV-1)

La sezione di chiusura ubicata in prossimità della confluenza con l'impluvio INT.02 valle (vedi dopo) sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06a, avente un'estensione areale di 0,488 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 1,450 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.02 monte</i>	1.0 *	4.0	5.0	1/3 durata	88.1	---	17.63

*2,04 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno (anni)	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.02 monte</i>	5	2.17	5.71
	50	7.23	17.58
	100	8.93	21.54
	200	10.67	25.59
	300	11.70	27.99

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

4.5.10 Analisi Idrologica Sottobacino INT.02c monte (AGV-1)

La sezione di chiusura localizzata in corrispondenza della confluenza con l’impluvio INT.02 monte sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06b, avente un’estensione areale di 0,146 km² ed una lunghezza dell’asta principale che drena il sottobacino di 0,800 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.02c monte</i>	1.0 *	2.0	5.0	1/3 durata	88.0	---	11.45

*3,14 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno (anni)	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.02c monte</i>	5	0.87	1.71
	50	2.95	5.26
	100	3.67	6.44
	200	4.40	7.66
	300	4.84	8.37

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell’Appendice C.

4.5.11 *Analisi Idrologica Sottobacino INT.02 valle (AGV-1)*

La sezione di chiusura ubicata immediatamente a valle dell'impianto sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06a, avente un'estensione areale di 1,125 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 2,470 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.02 valle</i>	1.0 *	6.0	5.0	1/3 durata	88.3	---	29.54

*1,22 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

<i>Interferenza</i>	<i>Tempo di Ritorno (anni)</i>	<i>Portata di Picco (m³/s)</i>	<i>Deflusso (1000*m³)</i>
<i>Impluvio INT.02 valle</i>	5	4.25	14.26
	50	12.77	42.11
	100	15.66	51.32
	200	18.61	60.74
	300	20.36	66.32

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

4.5.12 *Analisi Idrologica Sottobacino INT.02a valle (AGV-1)*

La sezione di chiusura collocata alla confluenza con l’impluvio INT.02 valle sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06b, avente un’estensione areale di 0,098 km² ed una lunghezza dell’asta principale che drena il sottobacino di 0,480 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.02a valle</i>	1.0 *	2.0	5.0	1/3 durata	89.3	---	6.92

*5,20 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno (anni)	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.02a valle</i>	5	0.88	1.29
	50	2.81	3.77
	100	3.47	4.59
	200	4.15	5.42
	300	4.55	5.91

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell’Appendice C.

4.5.13 *Analisi Idrologica Sottobacino INT.02b valle (AGV-1)*

La sezione di chiusura collocata alla confluenza con l'impluvio INT.02 valle sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06b, avente un'estensione areale di 0,084 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 0,510 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.02b valle</i>	1.0 *	2.0	5.0	1/3 durata	88.1	---	6.03

*5,97 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.02b valle</i>	5 anni	0.69	0.98

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

4.5.14 Analisi Idrologica Sottobacino INT.02c valle (AGV-1)

La sezione di chiusura collocata alla confluenza con l'impluvio INT.02 valle sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06b, avente un'estensione areale di 0,156 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 0,650 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.02c valle</i>	1.0 *	2.0	5.0	1/3 durata	86.7	---	9.29

*3,88 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno (anni)	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.02c valle</i>	5	1.18	2.08
	50	3.68	5.87
	100	4.53	7.13
	200	5.40	8.42
	300	6.45	9.19

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

4.5.16 *Analisi Idrologica Sottobacino INT.01 (AGV-2)*

La sezione di chiusura posta immediatamente a valle dell'impianto sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06b, avente un'estensione areale di 0,152 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 0,600 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.01</i>	1.0 *	2.0	5.0	1/3 durata	87.0	---	8.96

*4,02 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.01</i>	5 anni	0.91	1.62

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

4.5.17 Analisi Idrologica Sottobacino INT.02 (AGV-2)

La sezione di chiusura posta immediatamente a valle dell’impianto sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06b, avente un’estensione areale di 0,231 km² ed una lunghezza dell’asta principale che drena il sottobacino di 0,910 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.02</i>	1.0 *	3.0	5.0	1/3 durata	88.4	---	14.51

*2,48 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

Interferenza	Tempo di Ritorno (anni)	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso (1000*m³)
<i>Impluvio INT.02</i>	5	1.25	2.80
	50	4.08	8.50
	100	5.04	10.38
	200	6.02	12.31
	300	6.61	13.46

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell’Appendice C.

4.5.18 *Analisi Idrologica Sottobacino INT.03 (AGV-2)*

La sezione di chiusura posta immediatamente a valle dell'impianto sottende un sottobacino idrografico, vedi Tav. 06b, avente un'estensione areale di 0,012 km² ed una lunghezza dell'asta principale che drena il sottobacino di 0,230 km.

Per la modellazione, oltre alla relativa C.P.P. sono stati utilizzati i seguenti parametri input:

<i>Sottobacino idrografico</i>	<i>Durata Evento meteo (ore)</i>	<i>Passo Temporale Analisi (minuti)</i>	<i>Durata Massima Intensità (minuti)</i>	<i>Picco di pioggia</i>	<i>Curve Number</i>	<i>Impervious (%)</i>	<i>Lag Time (minuti)</i>
<i>Impluvio-INT.03</i>	1.0 *	2.0	5.0	1/3 durata	91.0	---	3.19

*11,30 volte il tempo di corrivazione

Risultati della simulazione

<i>Interferenza</i>	<i>Tempo di Ritorno (anni)</i>	<i>Portata di Picco (m³/s)</i>	<i>Deflusso (1000*m³)</i>
<i>Impluvio INT.03</i>	5	0.18	0.18
	50	0.53	0.50
	100	0.65	0.61
	200	0.76	0.71
	300	0.83	0.77

I risultati di dettaglio della simulazione, sia in forma grafica che tabellare, sono riportati nell'Appendice C.

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica ’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 70/197
---	----------------------------	-----------	------------------

5 ANALISI IDRAULICA

Le analisi idrauliche sono state effettuate mediante modellazioni numeriche utilizzando i codici di calcolo del software HEC-RAS (versione 5.0.7), distribuito gratuitamente dallo U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center, all’indirizzo web www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras; il codice Hec-RAS permette il calcolo di profili idraulici sia in moto permanente che in moto vario ed è utilizzabile in canali naturali o artificiali, anche in ambiente urbano.

Il software allo stato attuale presenta numerose caratteristiche che lo rendono estremamente affidabile, prima fra tutte la possibilità di effettuare modellazioni sia monodimensionali che bidimensionali, in regime di moto permanente o di moto vario e anche la possibilità di effettuare modellazioni combinate 1D-2D; nelle simulazioni è inoltre possibile inserire attraversamenti (ponti o tombini) sia a pelo libero che in pressione.

5.1 MODELLAZIONE IDRAULICA 2D – DEFINIZIONE FASCE DI PERTINENZA FLUVIALE

Per la definizione delle *fasce di pertinenza fluviale* delle interferenze individuate, in ottemperanza ai contenuti del D.S.G. n. 119/2022 emanato dell’Autorità di Bacino della Regione Sicilia, è stata analizzata la capacità di convogliamento dell’impluvio, con riferimento alle portate di massima piena, valutate nello studio idrologico per *tempi di ritorno pari a 5 anni*, allo scopo di definire l’areale di terreno occupato dalla piena ordinaria da cui computare l’area di rispetto (10 metri). In funzione di tale finalità per le simulazioni è stata utilizzata una modellazione bidimensionale e quindi, necessariamente, in Regime di Moto Vario.

In questa sede si tralascia la descrizione dei principi teorici e delle equazioni utilizzate nel software per le quali si rimanda ai manuali ufficiali, liberamente scaricabili all’indirizzo web sopra riportato nella sezione “Documentation”, limitandosi ad illustrare i soli parametri di input utilizzati nel calcolo riguardanti:

- *Geometria dell’area di simulazione*
- *Coefficienti di scabrezza del suolo*
- *Condizioni a contorno*
- *Passo temporale delle simulazioni*
- *Durata delle simulazioni ed equazioni utilizzate*

Geometria delle aree di simulazione:

L’area bidimensionale oggetto di studio può essere singola, oppure suddivisa in più zone, in funzione della morfologia del terreno e dei risultati che si intendono ottenere, essa comunque deve avere dimensioni tali da non interferire con le superfici di allagamento. L’area di studio, ai fini della simulazione, viene suddivisa in maglie di calcolo (mesh) con dimensioni in genere funzione dell’estensione dell’area di studio stessa.

L’utilizzo di maglie di calcolo piccole (5x5 metri o inferiori) permette una elevata stabilità nei calcoli e soprattutto una elevata precisione nei risultati finali, tuttavia, l’uso di maglie di calcolo molto piccole può portare a tempi di elaborazione estremamente lunghi; risulta allora possibile utilizzare una griglia di calcolo con maglie anche grandi che tuttavia viene “raffittita” nell’intorno delle aree di maggior interesse, ovvero in corrispondenza delle aree di interferenza.

Si evidenzia che nel definire la geometria delle aree bidimensionali l’algoritmo di calcolo di Hec-RAS, ai volumi finiti, permette di utilizzare non necessariamente maglie di calcolo strutturate (ossia di forma quadrangolare) ma anche maglie non strutturate di forma poligonale irregolare ma con non più di 8 lati. Nelle aree di confine, o al

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 71/197
--	----------------------------	-----------	------------------

contatto con un qualsivoglia elemento idraulico, la maglia di calcolo (mesh) si adatterà automaticamente ai vari contorni con maglie poligonali.

Per quanto riguarda la base plano-altimetrica del terreno è stato utilizzato il *Modello Digitale del Terreno* (DTM) a passo 2 metri della Regione Sicilia (dati LIDAR, volo ATA 2012), il quale tuttavia, tenuto conto delle modeste dimensioni trasversali degli impluvi oggetto di analisi, non è risultato adeguato nel definire la morfologia delle incisioni in modo sufficientemente accurato; pertanto in considerazione di ciò il DTM di base, limitatamente all’intorno dell’incisioni idrografica, è stato integrato con i dati di un rilievo diretto, speditivo, di campagna.

Coefficienti di scabrezza:

Come coefficienti di scabrezza sono stati utilizzati i *Coefficienti di resistenza di Manning* con valori tipici per “corsi d’acqua minori con larghezza a piene rive inferiori a 30 metri”, in considerazione di alvei in ambiente montuoso/collinare e sponde con alberi e cespugli, quindi generalmente compresi tra 0,030 e 0,050 s/m^{1/3} (Chow V.T. 1959).

Condizioni a contorno:

Le condizioni a contorno in HEC-RAS definiscono le condizioni di “ingresso” ed “uscita”, del flusso idrico dall’area di simulazione; nelle simulazioni sono state utilizzate almeno due condizioni a contorno (Boundary Condition):

- BC_M_x, condizioni di monte (in ingresso) relative alle portate di piena degli impluvi (condizione *Flow Hydrograph*).
- BC_V_x, condizione di valle (in uscita), utilizzando sempre la condizione *Normal Depth*.

Nelle simulazioni in moto vario (richieste dalle modellazioni bidimensionali) non è possibile usare come condizioni di monte (in ingresso) portate costanti ma risulta necessario utilizzare portate variabili nel tempo, ovvero un *idrogramma di piena*.

Poiché, ovviamente, per questo tipo di corso d’acqua non si dispone di idrogrammi di piena, piuttosto che utilizzare “idrogrammi ricostruiti” con tecniche varie, più o meno aderenti alla realtà del bacino, nelle simulazioni sono stati utilizzati gli idrogrammi di piena ottenuti dalla modellazione idrologica con Hec-HMS e riportati sia in forma grafica che analitica nelle tabelle dell’Appendice C (Colonna Total Flow).

Passo Temporale:

Ai fini della stabilità del calcolo e di una corretta soluzione finale, un altro parametro cruciale nelle simulazioni in moto vario è rappresentato dal “passo temporale” della simulazione (*computation interval*) indicato con Δt ; valori di Δt che generalmente garantiscono un buon risultato sono solitamente inferiori ai 4 secondi.

Durata della simulazione ed equazioni utilizzate:

La durata della simulazione deve essere sufficientemente ampia da consentire il raggiungimento dei battenti idrici massimi ed a visualizzare il successivo ritiro delle acque, pertanto dipende dalla durata della precipitazione e dal tempo di corrivazione del sottobacino.

Per quanto riguarda le equazioni utilizzate per risolvere i calcoli bidimensionali, Hec-RAS permette di utilizzare 2 set di equazioni, quelle *complete di Saint Venant* o quelle di *Diffusione dell’onda in 2D* (Diffusion Wave). Nel presente studio è stato utilizzato il metodo, di default del software, della *Diffusion Wave*, raccomandato dagli

sviluppatori del software poiché oltre a garantire una maggiore stabilità nei calcoli consente tempi di esecuzione sensibilmente inferiori.

Per quanto riguarda i parametri relativi alle tolleranze da considerare nei calcoli, sono stati lasciati quelli di default previsti dal software.

5.2 PARAMETRI E GEOMETRIE DI INPUT

In questo paragrafo, per ogni sottobacino studiato, vengono riportati i parametri di input definiti sopra nonché una valutazione sintetica dei risultati delle simulazioni.

5.2.1 *Analisi Idraulica Impluvio INT.01 (AGV-1)*

L'incisione idrografica, qui definita INT.01 (AGV-1), è stata studiata idraulicamente per un tratto complessivo di circa 750 metri; allo stato attuale l'impluvio si presenta scarsamente marcato nelle sue dimensioni naturali in quanto risulta obliterato per la presenza di vegetazione in alveo o per interramenti naturali che hanno ridotto la capacità drenante della sezione idraulica. Per la simulazione è stata seguita la direttrice naturale del corso d'acqua considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e correttamente mantenuto, ovvero una sezione trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 07.

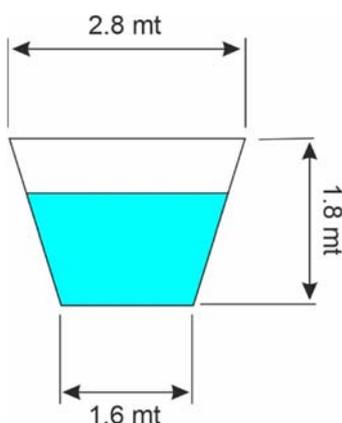


Fig. 07: Sezione modellazione Impluvio_INT.01 (AGV-1)

Parametri di input – Impluvio_INT.01 (AGV-1)		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.08
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	3x3	Con raffittimento 1x1
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M01)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.038; idrogramma Fig.09
<i>Condizione Di Valle (BC_V01)</i>	Normal Depth	0.017
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	05:00	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	



Fig. 08: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

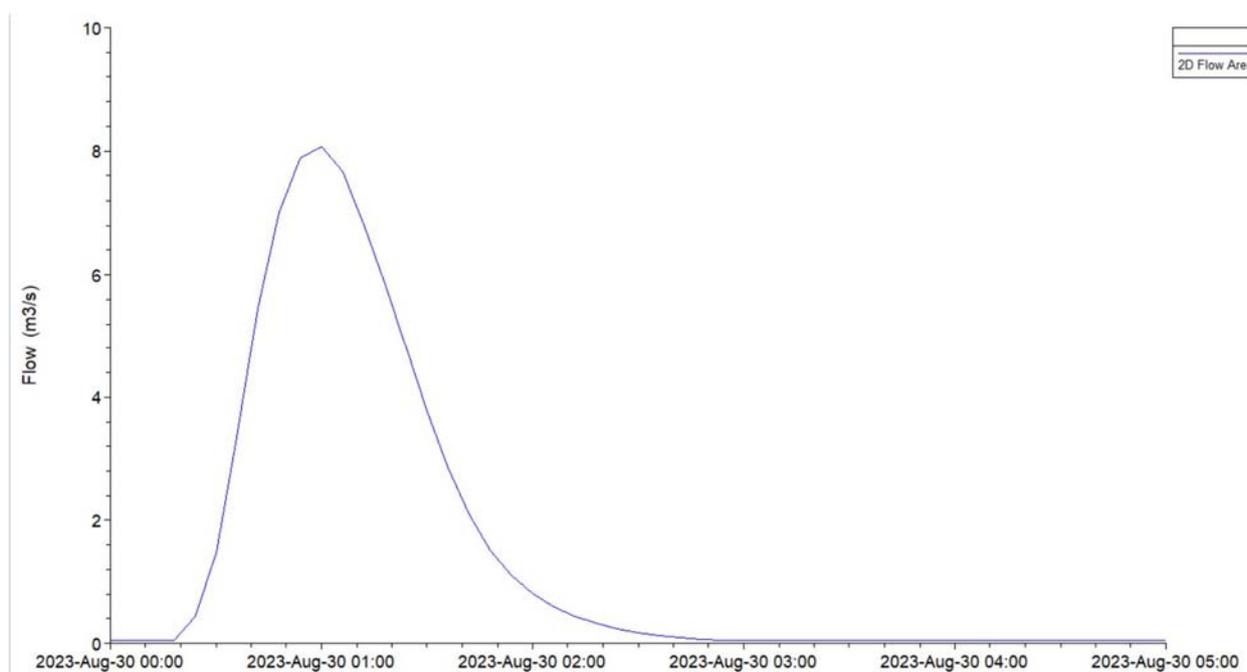


Fig. 09: Idrogramma di piena con Tr = 5 anni; Impluvio SB_INT.01 (AGV-1)

5.2.2 *Analisi Idraulica Impluvio INT.01a (AGV-1)*

L’incisione idrografica, qui definita “INT.01a (AGV-1)”, appare, in linea generale discretamente marcata nelle sue dimensioni naturali ad eccezione di alcuni tratti che risultano obliterati per interramenti naturali, talora provocati dalle lavorazioni agricole. Il tracciato dell’impluvio presenta, specialmente nel tratto più a valle, delle piccole difformità di qualche metro tra quanto rilevato e quanto riportato nelle C.T.R. Per la simulazione è stata seguita la direttrice naturale del corso d’acqua considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e correttamente mantenuto, ovvero una sezione trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 10. L’incisione è stata studiata idraulicamente per un tratto complessivo di circa 430 metri.

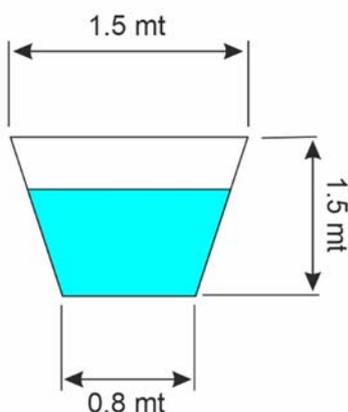


Fig. 10: Sezione modellazione Impluvio_INT.01a (AGV-1)

Parametri di input – Impluvio_INT.01a (AGV-1)		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.11
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	1.5x1.5	Nessun raffittimento
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M01a)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.033; idrogramma Fig.12
<i>Condizione Di Valle (BC_V01a)</i>	Normal Depth	0.023
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	02:30	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	



Fig. 11: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

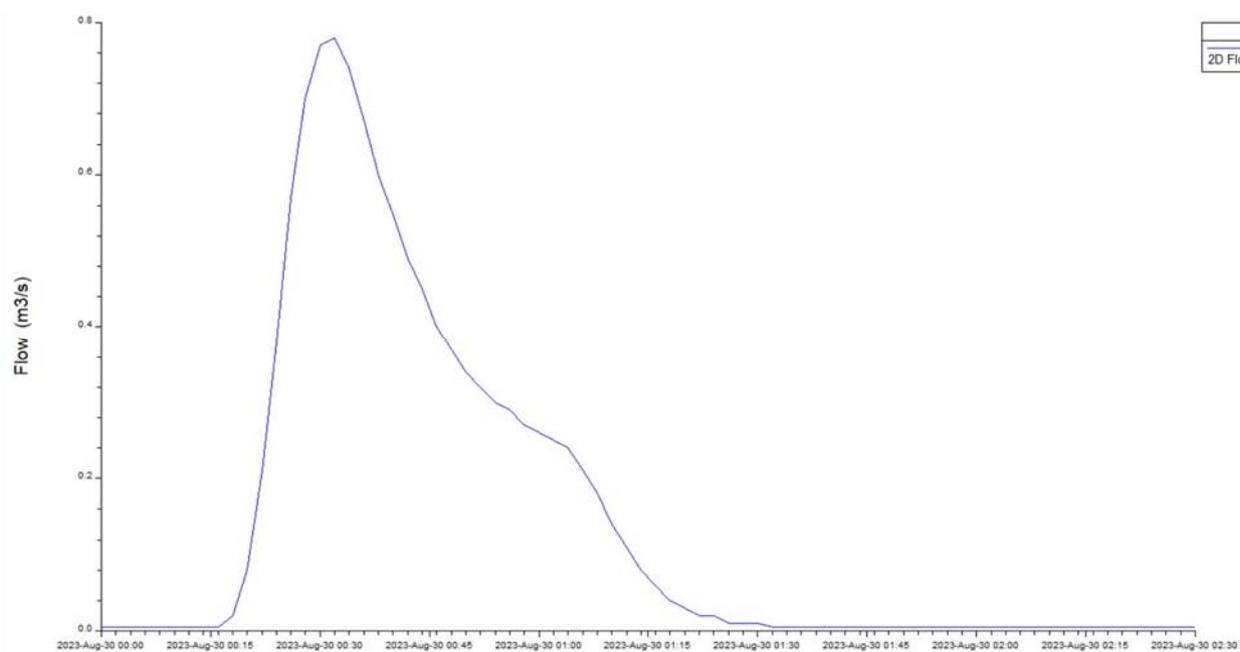


Fig. 12: Idrogramma di piena con $Tr = 5$ anni; Impluvio SB_INT.01a (AGV-1)

5.2.3 *Analisi Idraulica Impluvio INT.01b (AGV-1)*

L’incisione idrografica, qui definita “INT.01b (AGV-1)” è stata studiata idraulicamente per un tratto complessivo di circa 280 metri. L’impluvio risulta discretamente incisa nelle sue dimensioni naturali ma allo stato attuale versa in uno stato di degrado dovuto alla scarsa o nulla manutenzione, con interramenti, talora provocati dalle lavorazioni agricole e presenza di vegetazione in alveo che, di fatto, hanno ridotto la capacità drenante della sezione idraulica. Il tracciato dell’impluvio presenta delle piccole difformità di qualche metro tra quanto rilevato e quanto riportato nelle C.T.R. Nella modellazione idraulica l’analisi è stata condotta secondo la direttrice naturale del corso d’acqua, considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e correttamente mantenuto, ovvero una sezione trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 13.

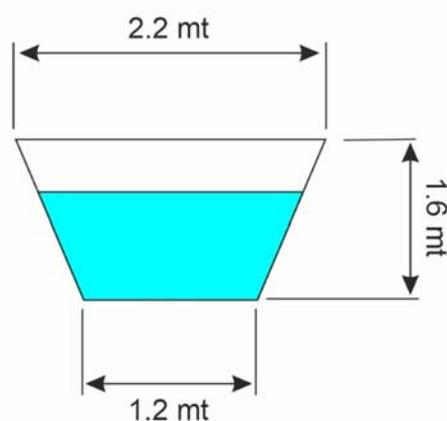


Fig. 13: Sezione modellazione Impluvio_INT.01b (AGV-1)

Parametri di input – Impluvio_INT.01b (AGV-1)		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.14
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	2x2	Nessun raffittimento
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M01b)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.012; idrogramma Fig.15
<i>Condizione Di Valle (BC_V01b)</i>	Normal Depth	0.033
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	04:30	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	

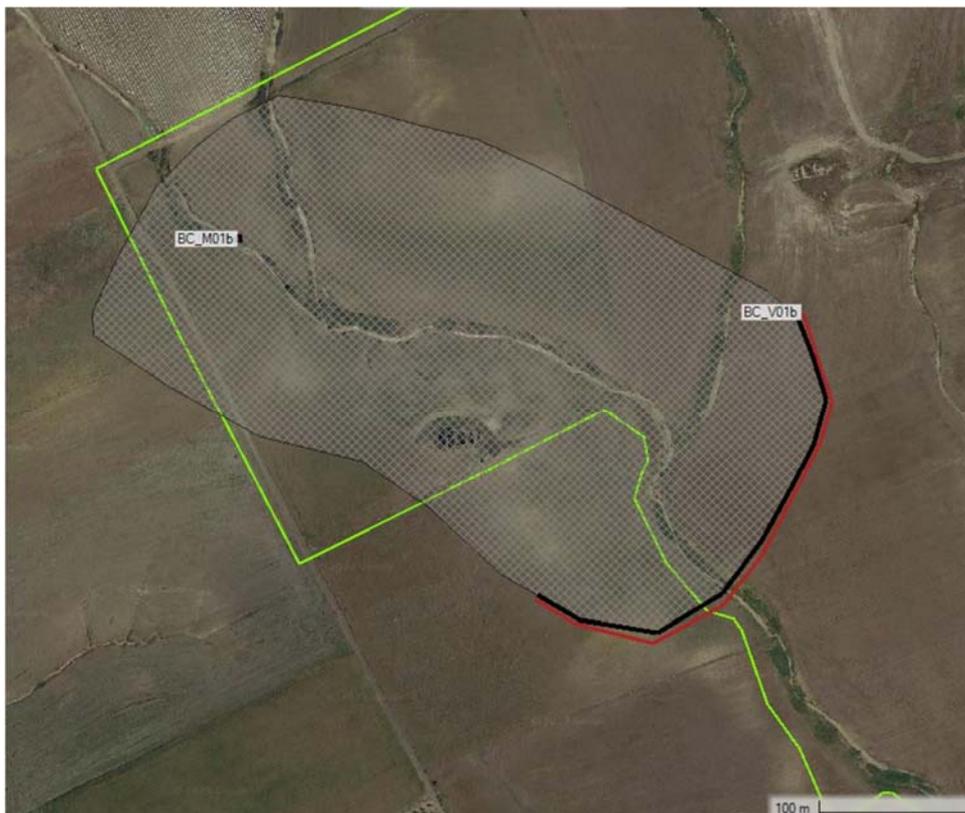


Fig. 14: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

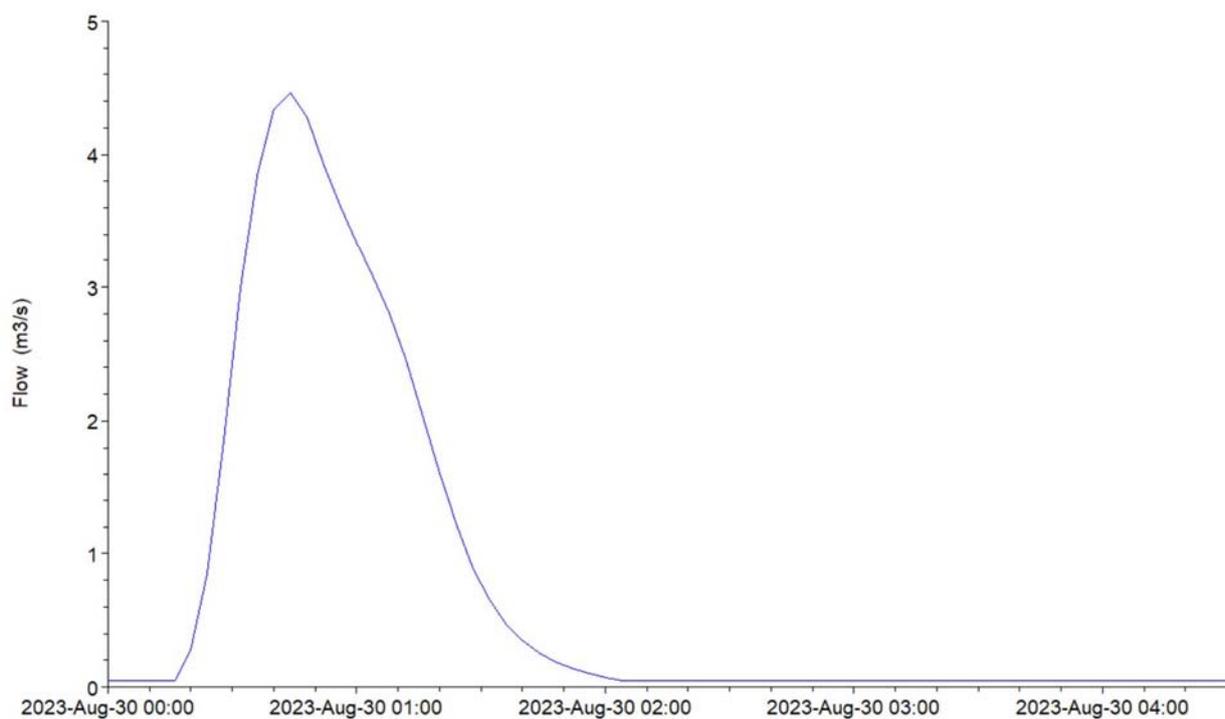


Fig. 15: Idrogramma di piena con $Tr = 5$ anni; *Impluvio SB_INT.01b (AGV-1)*

5.2.4 *Analisi Idraulica Impluvio INT.01c (AGV-1)*

L’incisione idrografica, qui definita “INT.01c (AGV-1)”, è stata studiata idraulicamente per un tratto complessivo di circa 720 metri. Allo stato attuale l’incisione risulta più o meno marcata nelle sue dimensioni naturali tranne per alcuni tratti occlusi a seguito di interramenti naturali, talora dovuti alle lavorazioni agrarie, e/o per la presenza di vegetazione in alveo. L’impluvio presenta delle piccole differenze, dell’ordine di qualche metro, tra quanto rilevato e quanto riportato nelle C.T.R. Per la simulazione è stata seguita la direttrice naturale del corso d’acqua considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e correttamente mantenuto, di forma trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 16.

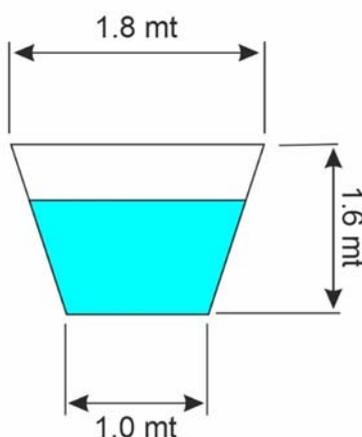


Fig. 16: Sezione modellazione Impluvio_INT.01c (AGV-1)

Parametri di input – Impluvio_INT.01a (AGV-1)		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.17
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	3x3	Con raffittimento 1x1
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M01c)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.092; idrogramma Fig.18
<i>Condizione Di Valle (BC_V01c)</i>	Normal Depth	0.111
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	03:30	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	

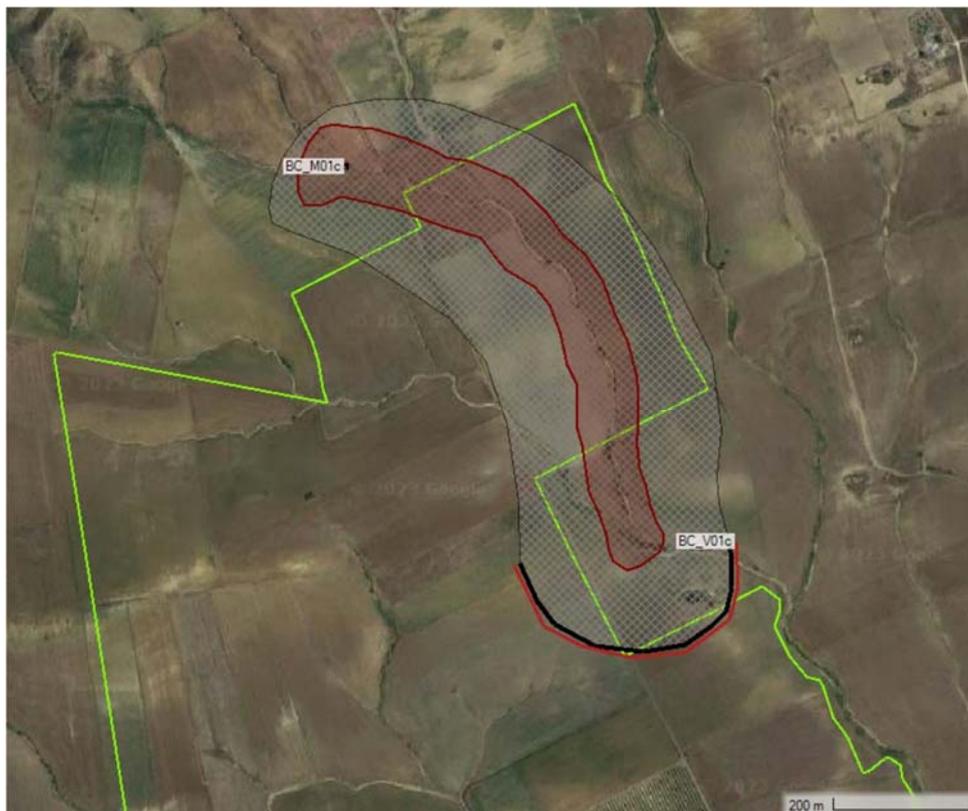


Fig. 17: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

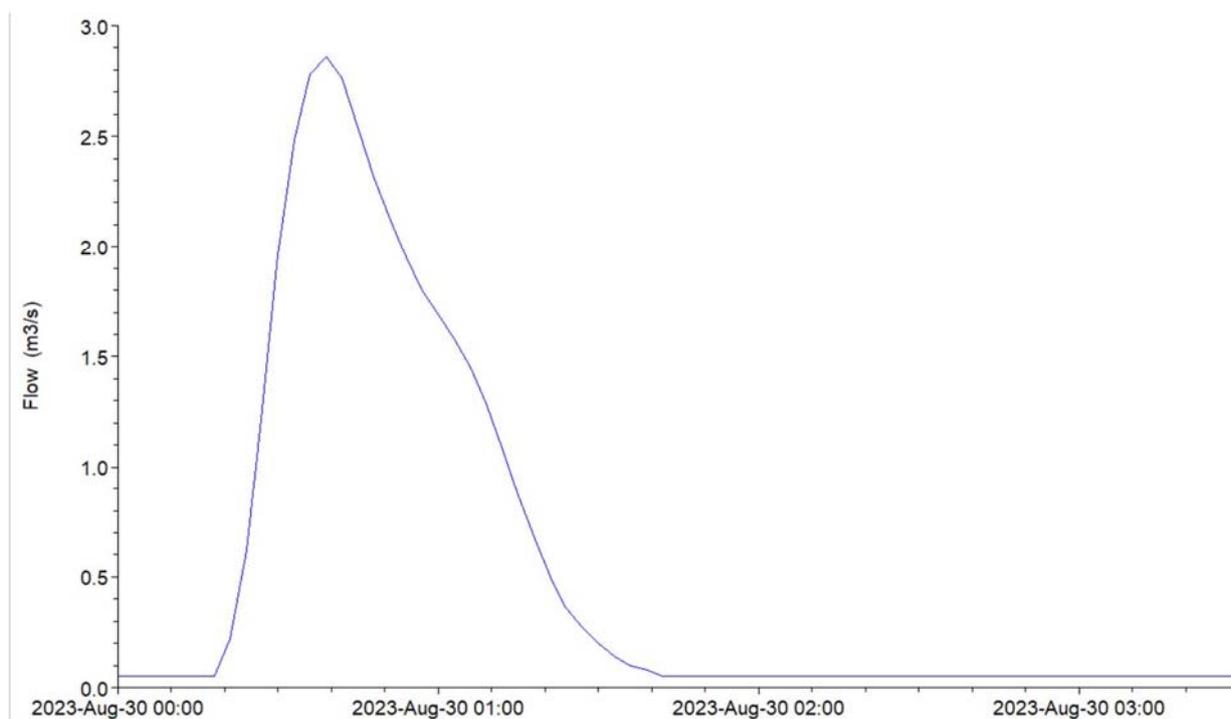


Fig. 18: Idrogramma di piena con Tr = 5 anni; Impluvio SB_INT.01c (AGV-1)

5.2.5 *Analisi Idraulica Impluvio INT.01d (AGV-1)*

L’incisione idrografica, qui denominata “INT.01d (AGV-1)”, risulta marcata nel suo tratto di monte per poi risultare, più a valle, discretamente incisa nelle sue dimensioni naturali a seguito di interramenti naturali e/o per la presenza di vegetazione in alveo. Il percorso dell’impluvio presenta delle discrepanze di alcuni metri tra quanto rilevato e quanto tracciato nelle C.T.R. L’analisi è stata eseguita secondo la direttrice naturale del corso d’acqua, considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e correttamente mantenuto, di forma trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 19. L’incisione è stata studiata idraulicamente per un tratto complessivo di circa 570 metri.

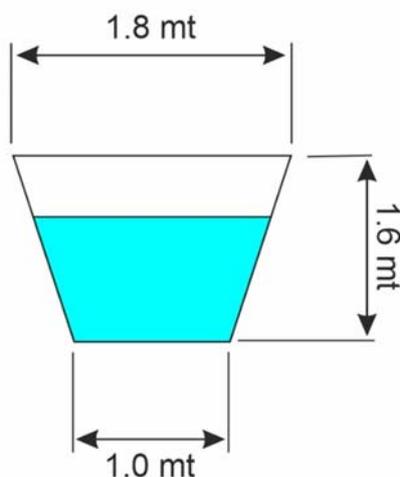


Fig. 19: Sezione modellazione Impluvio_INT.01d (AGV-1)

<i>Parametri di input – Impluvio_INT.01d (AGV-1)</i>		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.20
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	3x3	Con raffittimento 1x1
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M01d)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.062; idrogramma Fig.21
<i>Condizione Di Valle (BC_V01d)</i>	Normal Depth	0.042
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	03:30	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	



Fig. 20: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

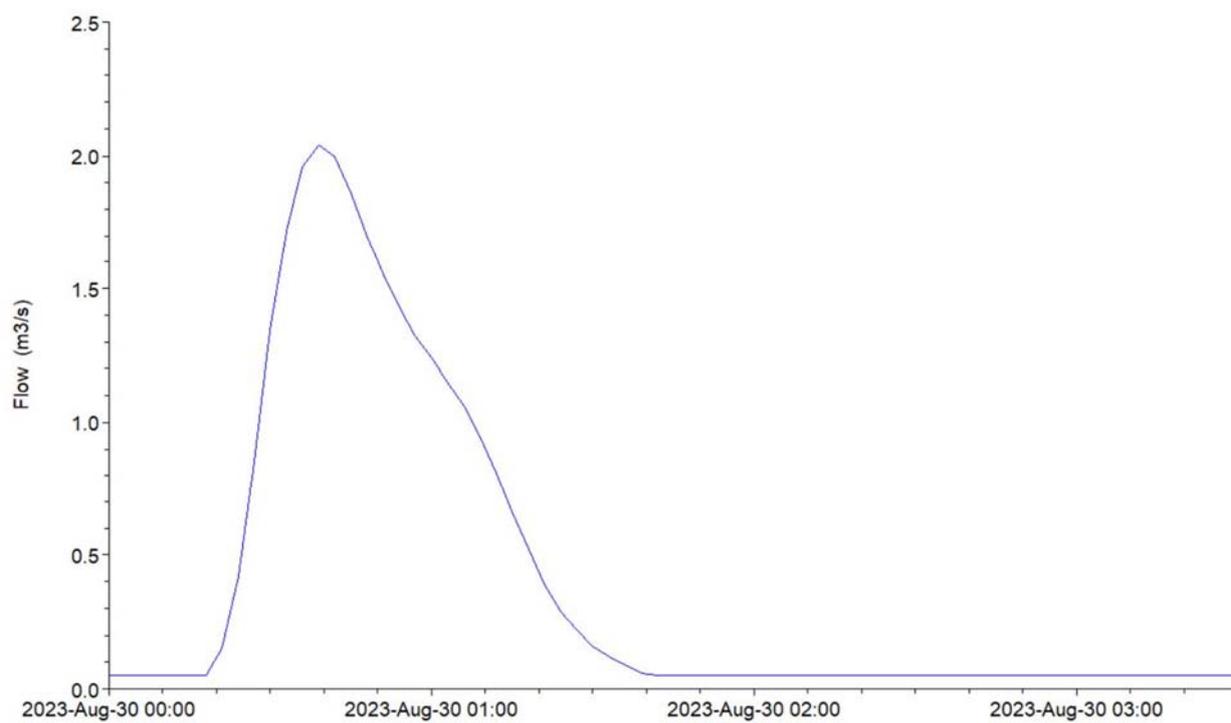


Fig. 21: Idrogramma di piena con Tr = 5 anni; Impluvio SB_INT.01d (AGV-1)

5.2.6 *Analisi Idraulica Impluvio INT.01d2 (AGV-1)*

L’incisione idrografica, qui denominata “INT.01d2 (AGV-1)”, è stata studiata idraulicamente per un tratto complessivo di circa 440 metri. Allo stato attuale l’incisione risulta più o meno marcata nelle sue dimensioni naturali ad eccezione di brevi tratti oscurati per la presenza di vegetazione in alveo e/o per interramenti naturali. Anche in questo caso, il tracciato dell’impluvio rilevato risulta discostarsi di qualche metro rispetto a quello riportato nelle C.T.R. Nella modellazione idraulica l’analisi è stata condotta secondo la direttrice naturale del corso d’acqua, considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e correttamente mantenuto, ovvero una sezione trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 22.

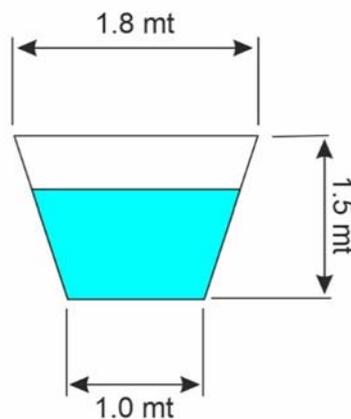


Fig. 22: Sezione modellazione Impluvio_INT.01d2 (AGV-1)

Parametri di input – Impluvio_INT.01d2 (AGV-1)		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.23
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	2x2	Nessun raffittimento
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M01d2)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.14; idrogramma Fig.24
<i>Condizione Di Valle (BC_V01d2)</i>	Normal Depth	0.06
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	02:30	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	

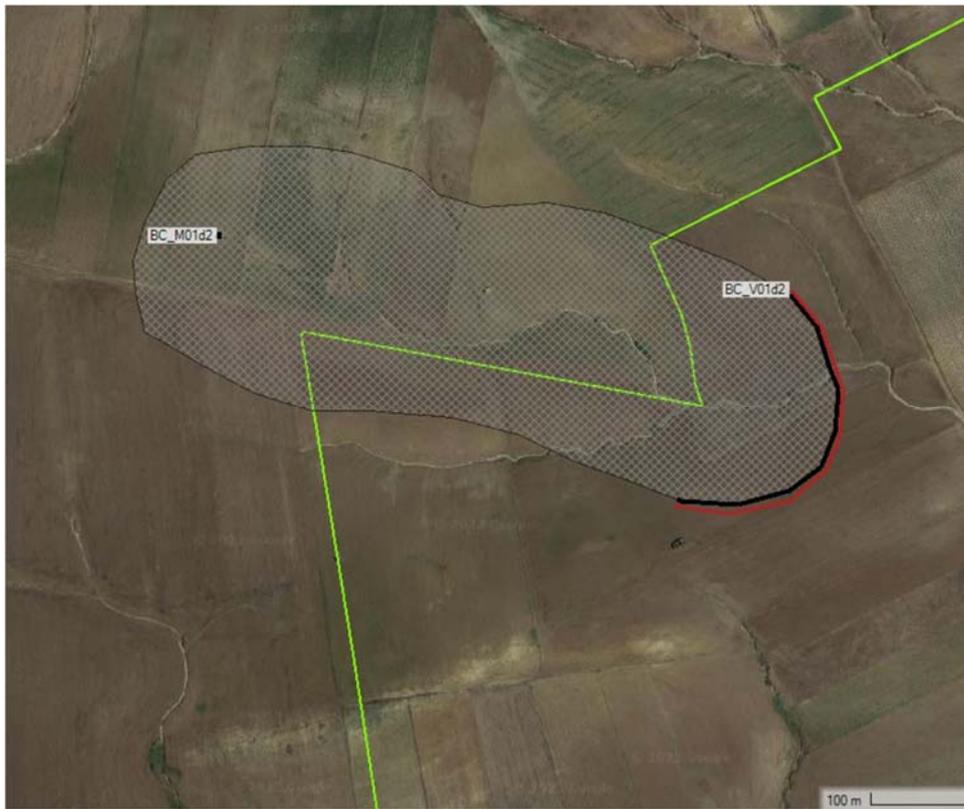


Fig. 23: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

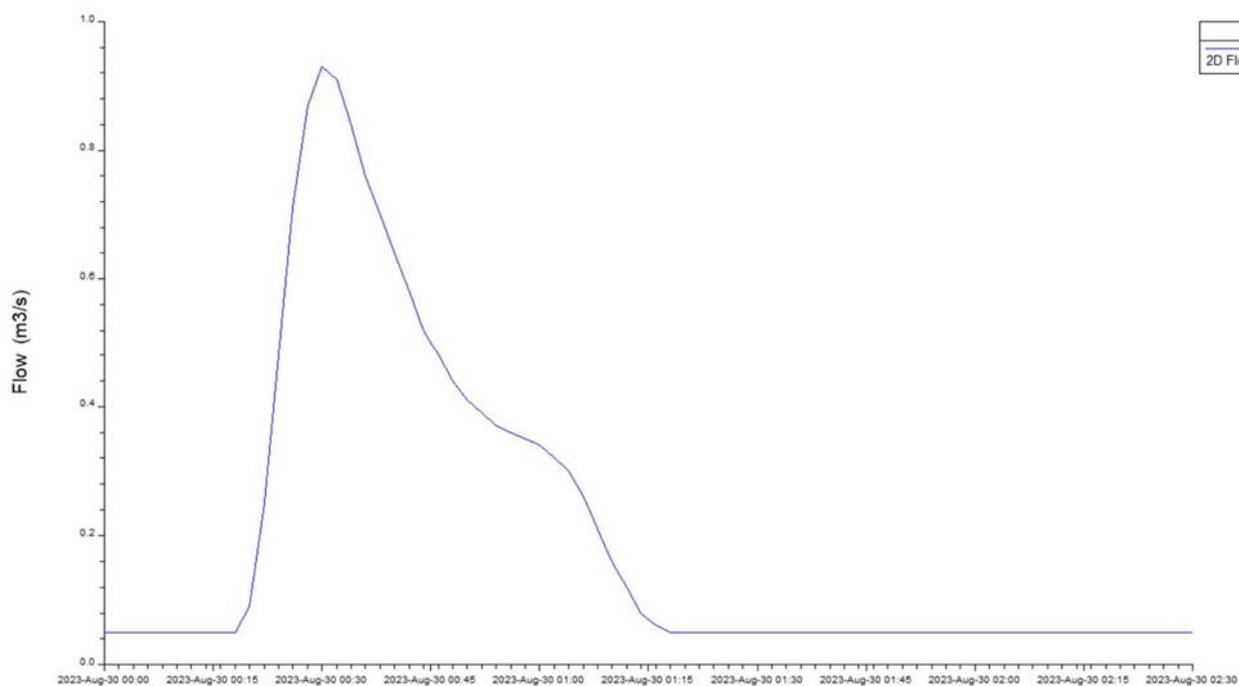


Fig. 24: Idrogramma di piena con $Tr = 5$ anni; Impluvio SB_INT.01d2 (AGV-1)

5.2.7 *Analisi Idraulica Impluvio INT.01d3 (AGV-1)*

L’incisione idrografica, qui denominata “INT.01d3 (AGV-1)”, è stata studiata idraulicamente per un tratto complessivo di circa 400 metri apparendo, nel suo tratto di monte, poco marcata per poi risultare, più a valle, discretamente incisa. Il percorso dell’impluvio presenta delle discrepanze di alcuni metri tra quanto rilevato e quanto tracciato nelle C.T.R. L’analisi è stata eseguita secondo la direttrice naturale del corso d’acqua, considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e correttamente mantenuto, di forma trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 25.

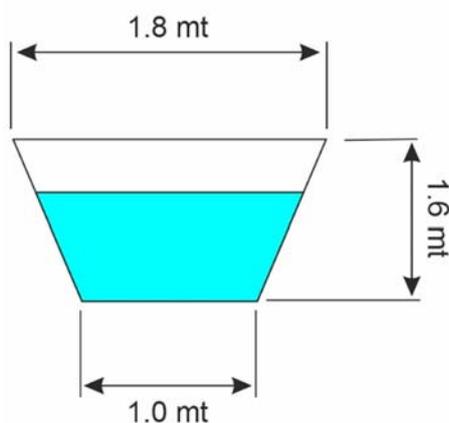


Fig. 25: Sezione modellazione Impluvio_INT.01d3 (AGV-1)

Parametri di input – Impluvio_INT.01d3 (AGV-1)		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.26
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	2x2	Nessun raffittimento
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M01d2)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.054; idrogramma Fig.27
<i>Condizione Di Valle (BC_V01d2)</i>	Normal Depth	0.037
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	02:30	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	



Fig. 26: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

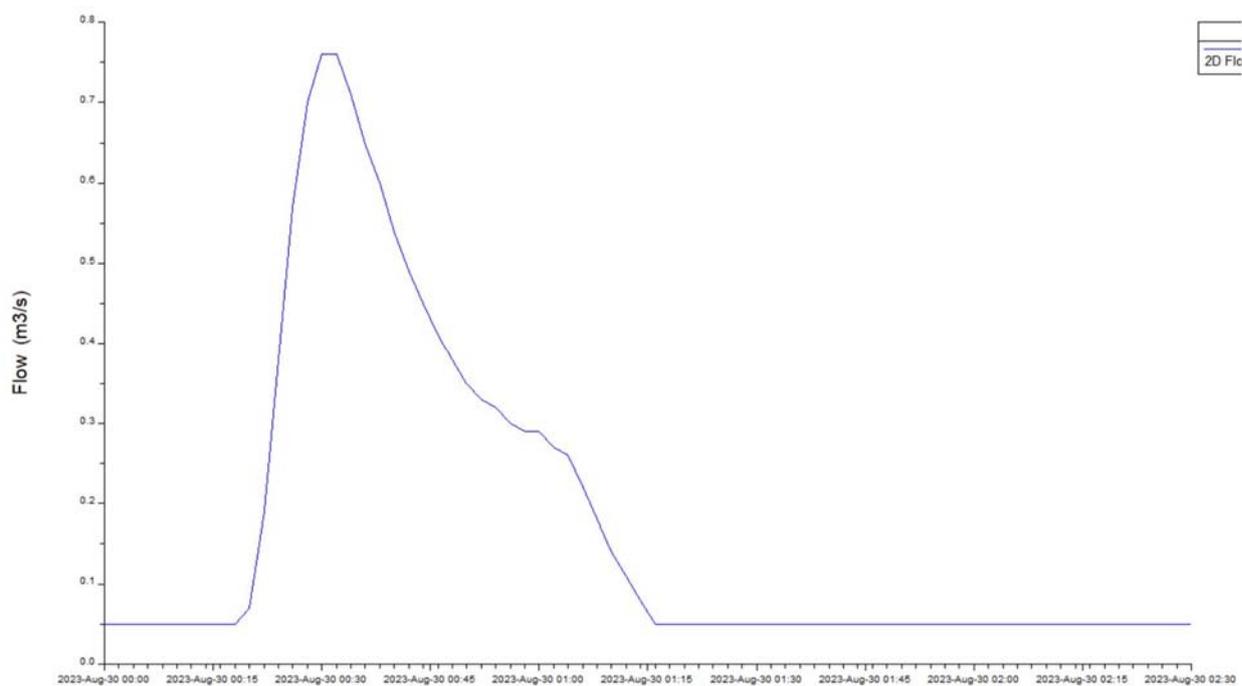


Fig. 27: Idrogramma di piena con Tr = 5 anni; Impluvio SB_INT.01d3 (AGV-1)

5.2.8 *Analisi Idraulica Impluvio INT.02 monte (AGV-1)*

L’incisione idrografica, qui chiamata “INT.02 monte (AGV-1)”, è stata studiata idraulicamente. in corrispondenza dell’area di interferenza, per un tratto complessivo di circa 480 metri; l’incisione, poco marcata nelle sue dimensioni naturali, presenta allo stato attuale una capacità drenante ridotta rispetto alla sezione idraulica originaria per interramenti e/o presenza di folta vegetazione all’interno dell’alveo. Per l’impluvio in esame sono state riscontrate delle difformità, di qualche metro, tra quanto rilevato nelle ortofoto e quanto tracciato nella cartografia C.T.R. L’analisi è stata seguita seguendo la direttrice naturale del corso d’acqua, considerando un alveo ripristinato nelle sue dimensioni naturali e regolarmente mantenuto, ovvero una sezione trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 28.

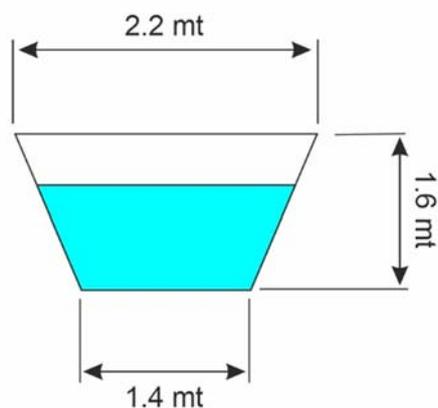


Fig. 28: Sezione modellazione Impluvio_INT.02 monte (AGV-1)

Parametri di input – Impluvio_INT.02 monte (AGV-1)		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.29
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	2x2	Nessun raffittimento
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M02m)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.032; idrogramma Fig.30
<i>Condizione Di Valle (BC_V02m)</i>	Normal Depth	0.15
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	04:00	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	

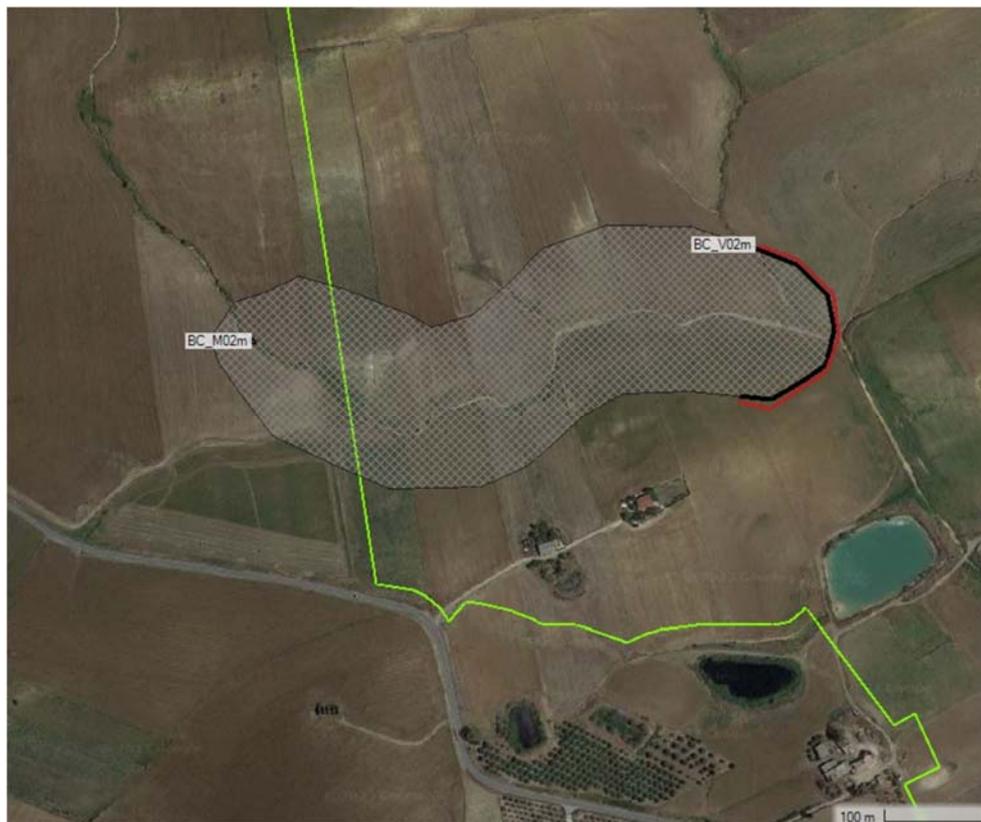


Fig. 29: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

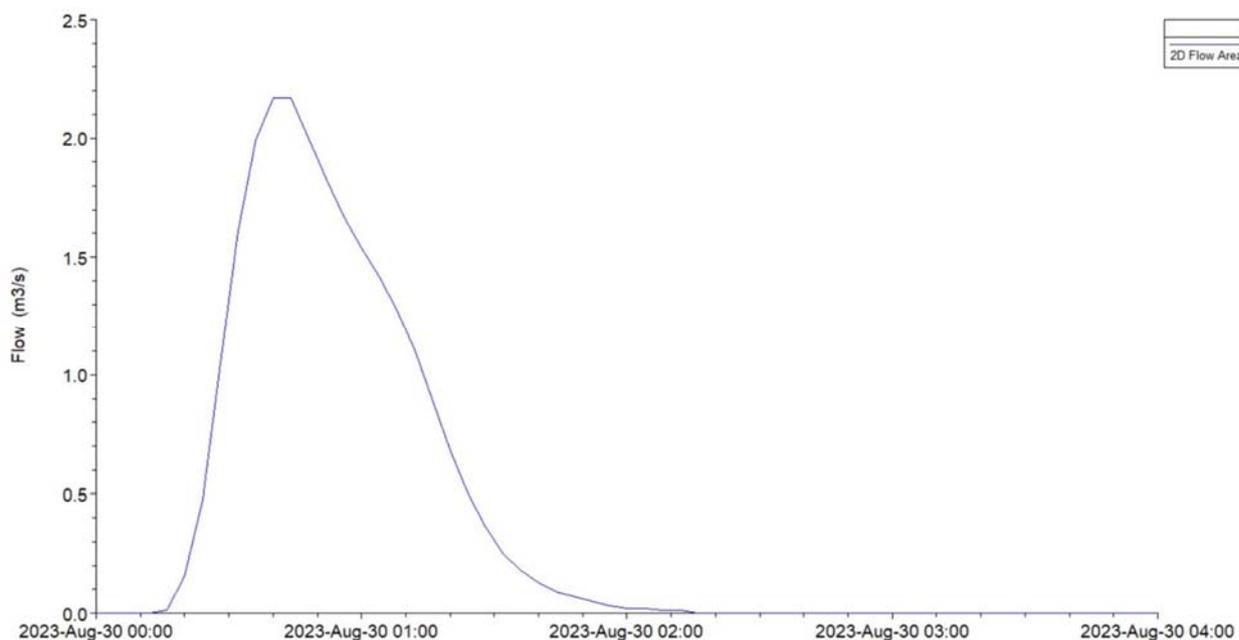


Fig. 30: Idrogramma di piena con $Tr = 5$ anni; Impluvio SB_INT.02 monte (AGV-1)

5.2.9 *Analisi Idraulica Impluvio INT.02 valle (AGV-1)*

L’incisione idrografica, qui chiamata “INT.02 valle (AGV-1)”, è stata studiata idraulicamente, in corrispondenza dell’area di interferenza, per un tratto complessivo di circa 900 metri; l’incisione, appare, in linea generale scarsamente marcata nelle sue dimensioni naturali e versa in stato di abbandono per presenza di vegetazione in alveo o per interramenti naturali che hanno ridotto drasticamente la capacità drenante della sezione idraulica originaria. Nella modellazione idraulica l’analisi è stata condotta seguendo la direttrice naturale del corso d’acqua, considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e correttamente mantenuto, ovvero una sezione trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 31. Il tracciato dell’impluvio presenta delle difformità, talora anche di svariati metri, tra quanto rilevato nelle ortofoto e quanto segnalato nella cartografia C.T.R.

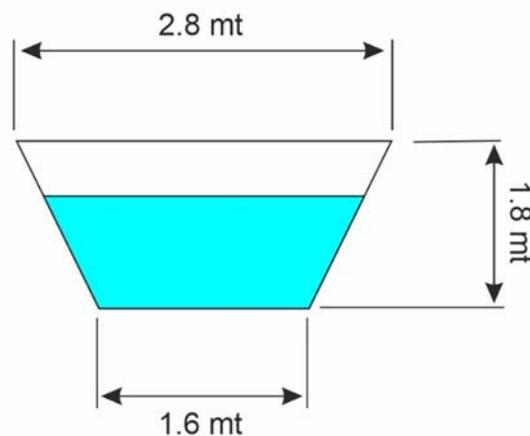


Fig. 31: Sezione modellazione Impluvio_INT.02 valle (AGV-1)

Parametri di input – Impluvio_INT.02 valle (AGV-1)		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.32
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	3x3	Con raffittimento 1x1
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M02v)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.021; idrogramma Fig.33
<i>Condizione Di Valle (BC_V02v)</i>	Normal Depth	0.004
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	05:00	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	



Fig. 32: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

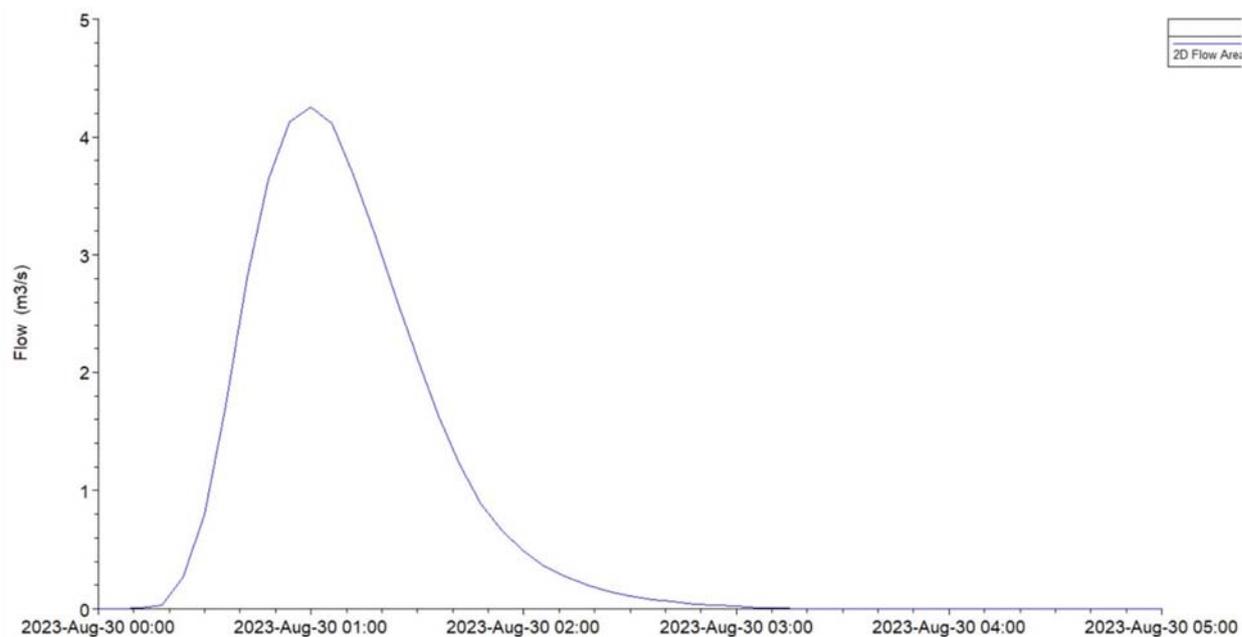


Fig. 33: Idrogramma di piena con Tr = 5 anni; Impluvio SB_INT.02 valle (AGV-1)

5.2.10 *Analisi Idraulica Impluvio INT.02a valle (AGV-1)*

L’incisione idrografica, qui nominata “INT.02a valle (AGV-1)”, impostata su una linea di impluvio naturale appare, in linea generale, poco incisa in alcuni tratti a seguito di interramenti naturali o talora dovuti alle lavorazioni agrarie. Per la seguente analisi è stata seguita la direttrice naturale del corso d’acqua, considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e correttamente mantenuto, ovvero una sezione trapezoidale, con le dimensioni minime riportate in figura 34. L’incisione è stata studiata idraulicamente per un tratto complessivo di circa 320 metri.

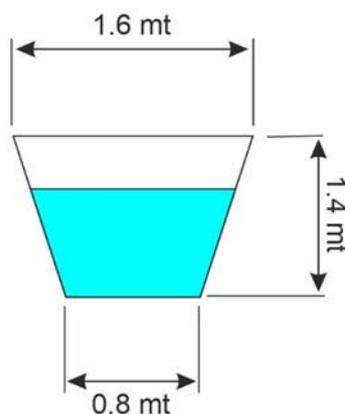


Fig. 34: Sezione modellazione Impluvio_INT.02a valle (AGV-1)

Parametri di input – Impluvio_INT.02a valle (AGV-1)		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.35
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	1x1	Nessun raffittimento
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M02a)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.08; idrogramma Fig.36
<i>Condizione Di Valle (BC_V02a)</i>	Normal Depth	0.15
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	02:30	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	

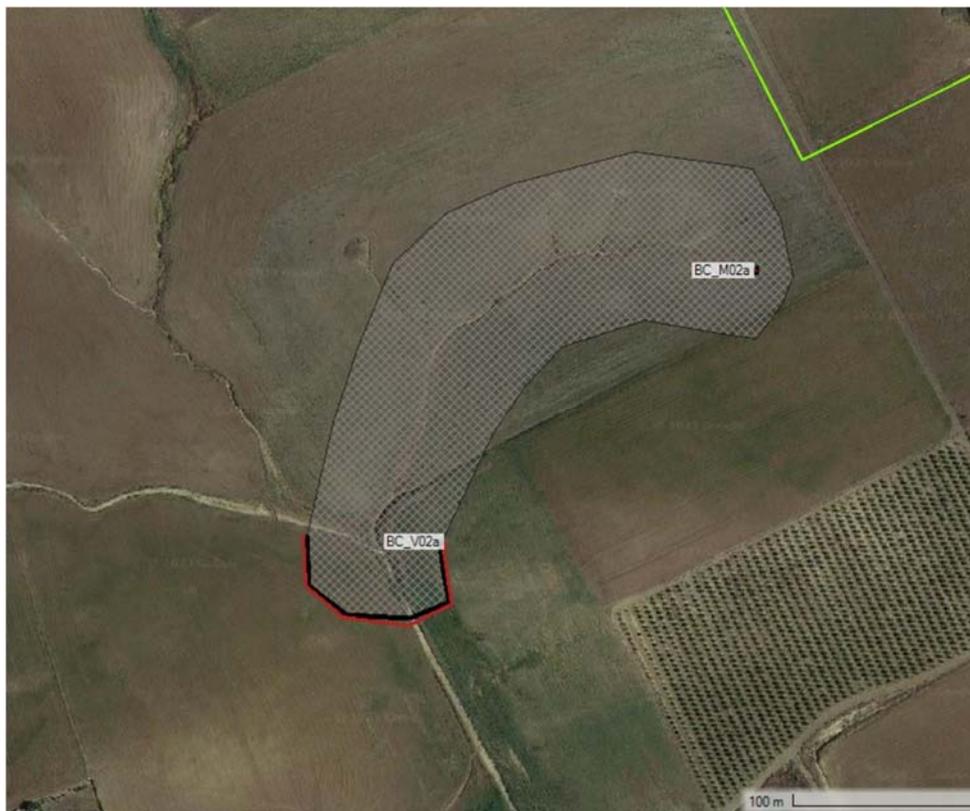


Fig. 35: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

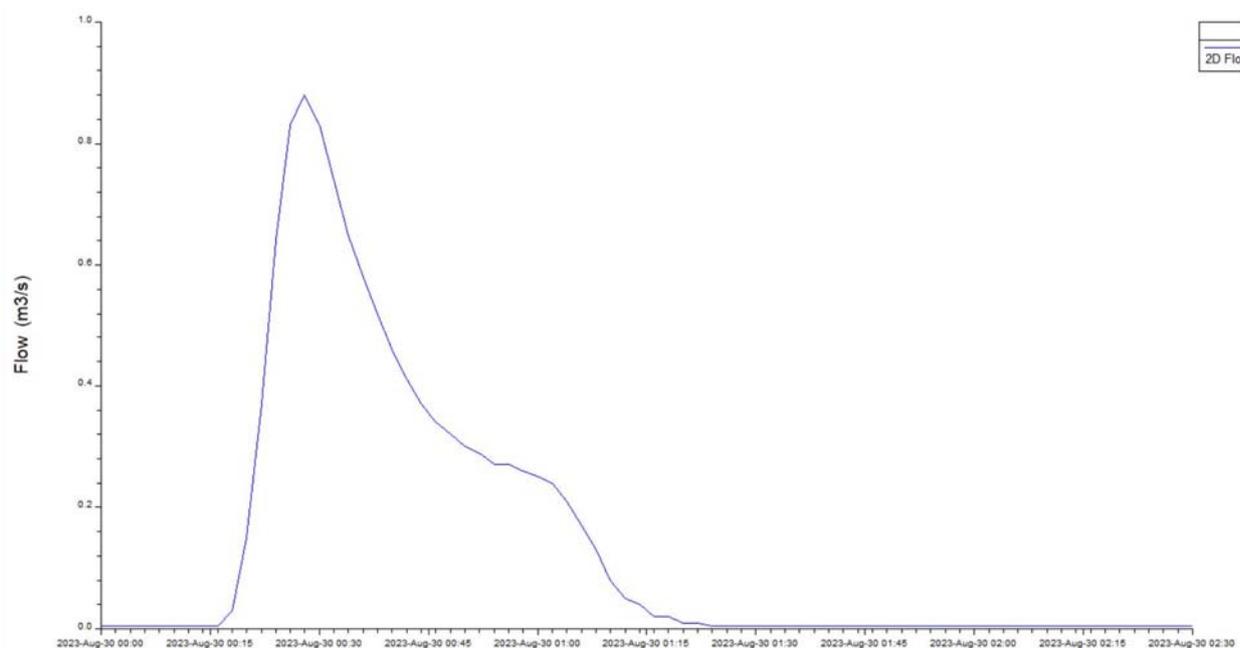


Fig. 36: Idrogramma di piena con Tr = 5 anni; Impluvio SB_INT.02a valle (AGV-1)

5.2.11 *Analisi Idraulica Impluvio INT.02b valle (AGV-1)*

L’incisione idrografica, qui nominata “INT.02b valle (AGV-1)”, è stata studiata, dal punto di vista idraulico, per un tratto totale di circa 450 metri. L’impluvio risulta, in linea generale, scarsamente marcato e versa in uno stato di totale degrado per la presenza di folta vegetazione in alveo o per fenomeni di interrimento naturale e/o talora dovuti alle lavorazioni agrarie che ne hanno ridotto la capacità drenante. Nella simulazione è stata seguita la direttrice naturale del corso d’acqua, considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e regolarmente mantenuto, ovvero una sezione trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 37.

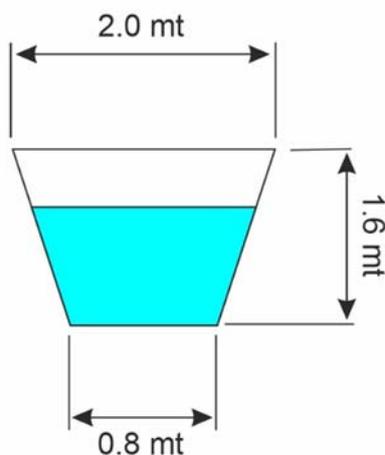


Fig. 37: Sezione modellazione Impluvio_INT.02b valle (AGV-1)

Parametri di input – Impluvio_INT.02b valle (AGV-1)		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.38
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	2x2	Nessun raffittimento
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M02b)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.063; idrogramma Fig.39
<i>Condizione Di Valle (BC_V02b)</i>	Normal Depth	0.02
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	02:30	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	



Fig. 38: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

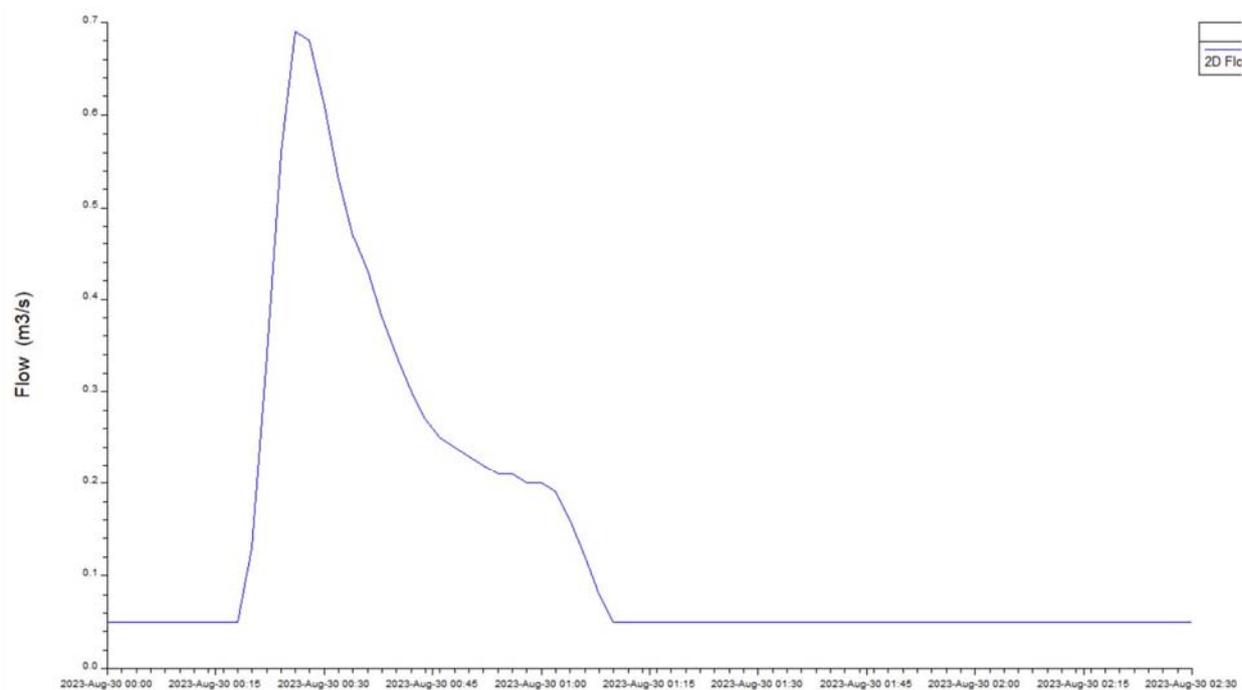


Fig. 39: Idrogramma di piena con $Tr = 5$ anni; *Impluvio SB_INT.02b valle (AGV-1)*

5.2.12 *Analisi Idraulica Impluvio INT.02c valle (AGV-1)*

L’incisione idrografica, qui definita “INT.02c valle (AGV-1)”, è stata studiata, dal punto di vista idraulico, per un tratto totale di circa 380 metri; l’incisione appare, da poco (tratto di monte) a discretamente (tratto di valle) incisa nelle sue dimensioni naturali in quanto occlusa dalla vegetazione in alveo o per fenomeni di interrimento naturale, talora dovuti alle lavorazioni agrarie, che ne hanno ridotto la capacità drenante. Nella simulazione è stata seguita la direttrice naturale del corso d’acqua in quanto si sono rilevati dei discostamenti, di qualche metro, tra la reale posizione dell’incisione e la direttrice tracciata nelle C.T.R., considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e regolarmente mantenuto, ovvero una sezione trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 40.

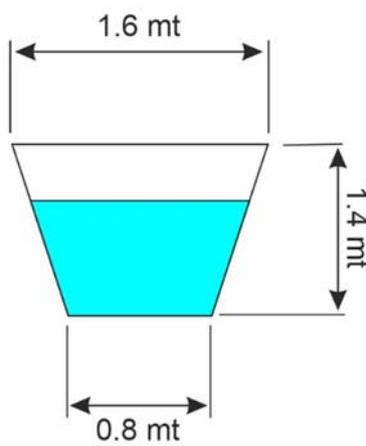


Fig. 40: Sezione modellazione Impluvio_INT.02c valle (AGV-1)

<i>Parametri di input – Impluvio_INT.02c valle (AGV-1)</i>		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.41
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	1x1	Nessun raffittimento
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M02c)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.021; idrogramma Fig.42
<i>Condizione Di Valle (BC_V02c)</i>	Normal Depth	0.014
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	02:30	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	



Fig. 41: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

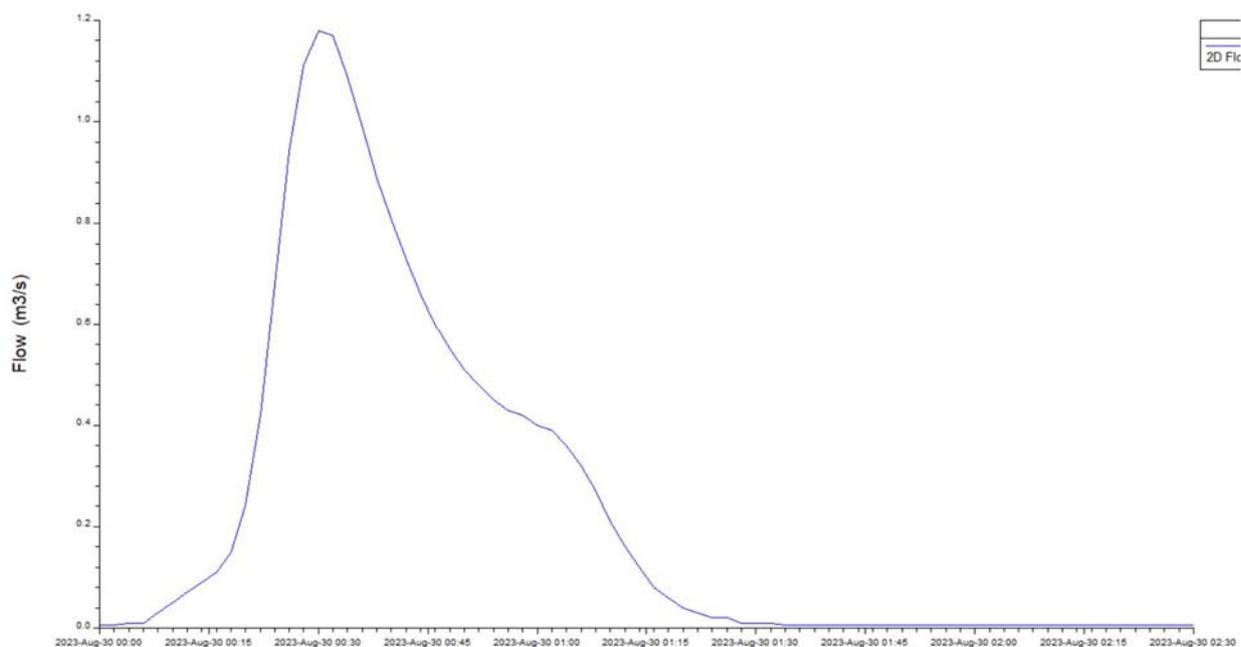


Fig. 42: Idrogramma di piena con Tr = 5 anni; Impluvio SB_INT.02c valle (AGV-1)

5.2.13 *Analisi Idraulica Impluvio INT.01 (AGV-2)*

L’incisione idrografica, qui definita “INT.01 (AGV-2)”, già descritta al paragrafo 3.3.1, appare, in linea generale poco marcata nelle sue dimensioni naturali e allo stato attuale versa in uno stato di significativo degrado dovuto alla scarsa o nulla manutenzione, con interramenti, talora provocati dalle lavorazioni agricole e presenza di vegetazione in alveo che, di fatto, hanno ridotto la capacità drenante della sezione idraulica. Nella modellazione idraulica l’analisi è stata condotta secondo la direttrice naturale del corso d’acqua, considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e correttamente mantenuto, ovvero una sezione trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 43. L’incisione è stata studiata idraulicamente per un tratto complessivo di circa 90 metri.

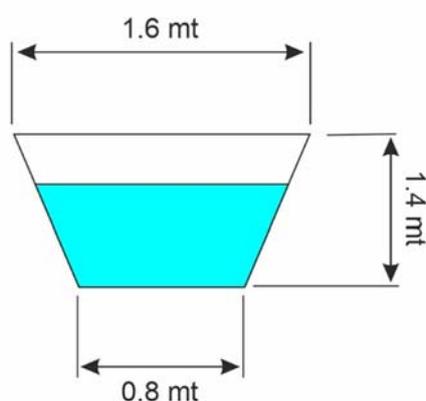


Fig. 43: Sezione modellazione Impluvio_INT.01 (AGV-2)

Parametri di input – Impluvio_INT.01 (AGV-2)		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.44
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	1x1	Nessun raffittimento
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M01)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.038; idrogramma Fig.45
<i>Condizione Di Valle (BC_V01)</i>	Normal Depth	0.027
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	02:30	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	



Fig. 44: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

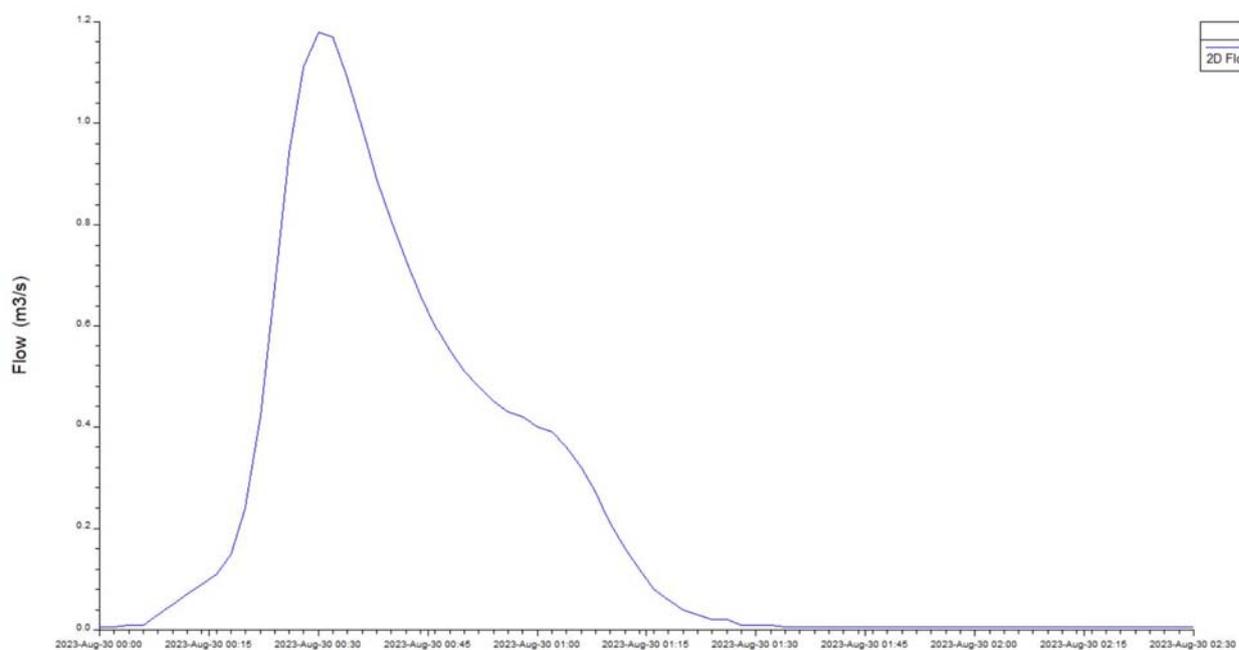


Fig. 45: Idrogramma di piena con $Tr = 5$ anni; *Impluvio SB_INT.01(AGV-2)*

5.2.14 *Analisi Idraulica Impluvio INT.02 (AGV-2)*

L’incisione idrografica, qui definita “INT.02 (AGV-2)”, già descritta al paragrafo 3.3, è stata studiata idraulicamente per un tratto complessivo di circa 280 metri. Allo stato attuale, l’impluvio risulta discretamente inciso nelle sue dimensioni naturali ad esclusione di alcuni tratti obliterati per fenomeni di interramento, talora provocati dalle lavorazioni agrarie, che hanno determinato una riduzione della capacità drenante della sezione idraulica originaria. L’analisi è stata eseguita seguendo la direttrice naturale del corso d’acqua, considerando un alveo regolarizzato nelle sue dimensioni naturali e correttamente mantenuto, ovvero una sezione trapezoidale con le dimensioni minime riportate in figura 46.

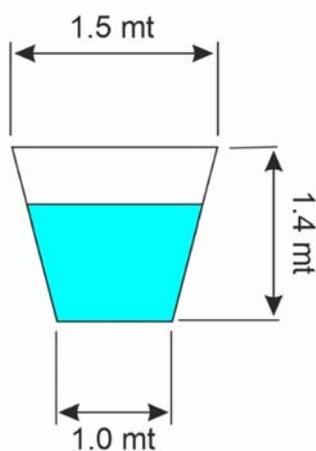


Fig. 46: Sezione modellazione Impluvio_INT.02 (AGV-2)

Parametri di input – Impluvio_INT.02 (AGV-2)		<i>note</i>
<i>Area Di Calcolo Bidimensionale</i>	Unica	Fig.47
<i>Dimensioni Della Maglia Di Calcolo</i>	1x1	Nessun raffittimento
<i>Coefficienti Di Manning</i>	0.05	unico
<i>Condizione Di Monte (BC_M02)</i>	Flow Hydrograph	E.G. slope=0.021; idrogramma Fig.48
<i>Condizione Di Valle (BC_V02)</i>	Normal Depth	0.014
<i>Passo Temporale Simulazione</i>	1,0	(secondi)
<i>Durata Simulazione</i>	03:00	ore : minuti
<i>Equazioni Di Calcolo</i>	Diffusion Wave	
<i>Parametri Tolleranze Calcoli</i>	di Default	



Fig. 47: Aree oggetto di studio idraulico bidimensionale

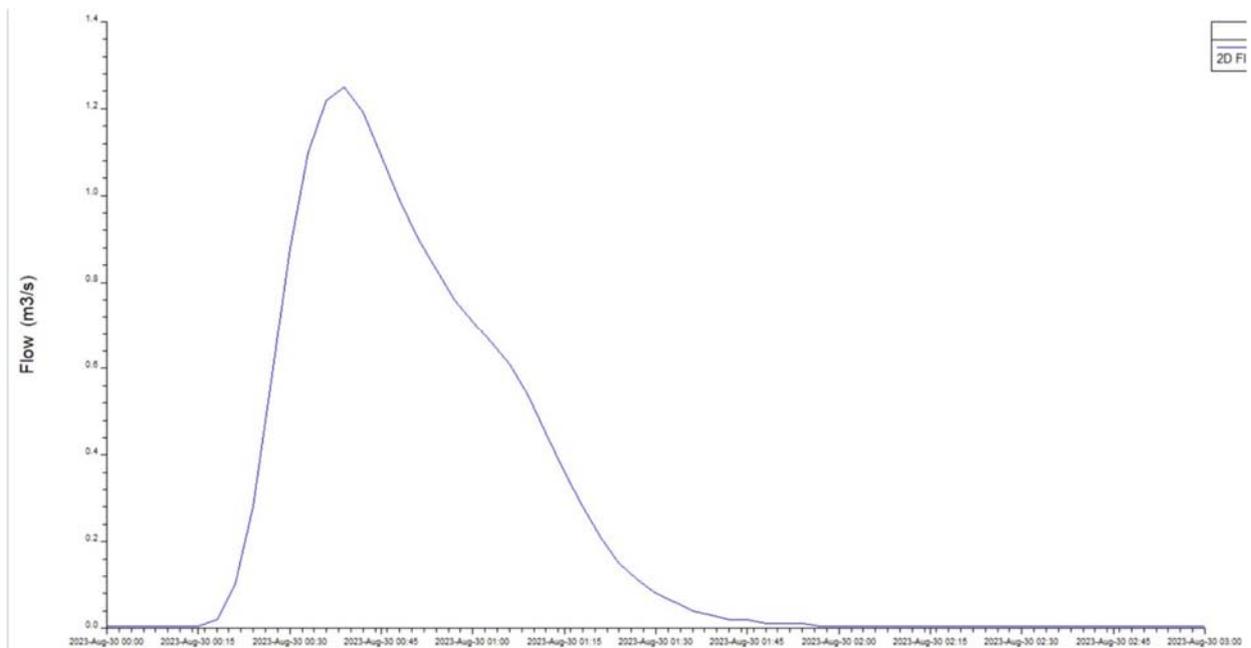


Fig. 48: Idrogramma di piena con $Tr = 5$ anni; Impluvio SB_INT.02 (AGV-2)

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica ’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 100/197
---	-----------------------------------	------------------	--------------------------

Risultati della simulazione

Nelle Tavole 09a e 09b, relativamente agli elementi idrici oggetto di analisi, vengono riportati, in forma grafica, i risultati delle simulazioni in termini di superficie di terreno occupata dalla piena ordinaria con Tr pari a 5 anni. Nella Tav.10, invece, sono riportate le fasce di pertinenza fluviale per come definite nel D.S.G. 119/2022 ovvero mediante distanziamento di 10 metri (Buffer) dal limite di piena ordinaria.

5.2.15 Analisi Idraulica Interferenze Minori

Nella Tavola 10, oltre alle fasce di pertinenza determinate attraverso lo studio idrologico-idraulico sugli impluvi esaminati, sono riportate le fasce di rispetto degli elementi idrografici (impluvi) non oggetto di analisi oltre che le fasce di rispetto degli elementi idrici minori di natura antropica, ovvero canali e invasi artificiali. Per tali elementi, per le considerazioni di cui al paragrafo 3.3.1. non si è ritenuto significativo procedere con alcun tipo di studio di approfondimento ritenendo congrua l’applicazione di una fascia di rispetto (fascia di pertinenza fluviale) di 11 metri per gli impluvi e di 10 metri per gli elementi antropici da applicare, in ogni caso, dall’asse dell’elemento idrografico riportato su C.T.R..

Progetto: Impianto agrovoltaioco nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 101/197
--	----------------------------	-----------	-------------------

5.3 MODELLAZIONE IDRAULICA 1D – ATTRAVERSAMENTI NUOVA VIABILITA'

Per l’analisi delle interferenze identificate al paragrafo 3.3.3. tra la viabilità di nuova realizzazione e gli elementi del reticolo idrografico, in funzione delle finalità dello studio, ovvero dimensionamento di tombini e valutazione del franco idraulico, è stata ritenuta più idonea una *modellazione monodimensionale*, in regime di *Moto Permanente*, utilizzando come portata in ingresso (ai sensi del DSG 71/2022) i valori delle portate di massima piena per Tr 50, 100, 200 e 300 anni, ottenute nello studio idraulico, considerando come portata di verifica, la piena con Tr a 200 anni, secondo i criteri di compatibilità idraulica espressi nella Circolare Esplicativa NTC-2018 del 21 gennaio 2019 (Par. C5.1.2.3) e valutando pertanto la portata con Tr 300 anni come *analisi del rischio residuo*.

5.4 METODOLOGIA DELL’ANALISI IDRAULICA

Anche per questa tipologia di modellazione monodimensionale, si tralascia la descrizione dei principi teorici e delle molteplici possibilità di modellazione, in termini di equazioni messe a disposizione dal software, per le quali si rimanda ai manuali ufficiali, limitandosi ad evidenziare unicamente le equazioni ed i parametri di input utilizzati nel calcolo riguardanti:

- *Geometrie dell’area di simulazione*
- *Geometria del Tombino e relativi parametri idraulici*
- *Coefficienti di scabrezza (del canale e dei tombini)*
- *Condizioni a contorno*
- *Geometria*

In tutte le verifiche l’areale di simulazione è stato esteso per un tratto significativo a monte ed a valle dei manufatti, in progetto; i dati geometrici relativi al terreno sono stati ricavati mediante una interpolazione lineare, con passo a 1 metro, del Modello Digitale del Terreno (DTM), effettuata in ambiente GIS, opportunamente integrate dal rilievo speditivo di campagna.

Per quanto riguarda i tombini di attraversamento, da intendersi come da norme NTC 2018, ovvero *un manufatto totalmente rivestito in sezione in grado di condurre portate fino a 50 m³/s*, è stata sempre considerata una geometria rettangolare (scatolare).

- *Coefficienti di scabrezza del suolo*

I coefficienti di scabrezza del suolo (coefficienti di Manning) sono stati fissati in funzione della natura del substrato e della copertura vegetale rispettivamente, in 0,030 s*m^{1/3} per il canale centrale e di 0,040 s*m^{1/3} per le zone golenali.

- *Condizioni a contorno e portate di Piena*

Per quanto riguarda le condizioni a contorno (Boundary Conditions), necessarie per la simulazione, sia monte che a valle è stata utilizzata la condizione di *Critical Depth*, con un regime di flusso “Misto”; HEC-RAS modifica automaticamente il regime di flusso all’occorrenza.

Per quanto riguarda i parametri relativi alle tolleranze, ai settaggi ed alle equazioni di calcolo sono stati sempre lasciati quelli di default previsti dal software.

5.5 PARAMETRI DI INPUT E RISULTATI DELLA SIMULAZIONE

In questo paragrafo vengono riportati gli input utilizzati nelle modellazioni nonché i risultati, sia in forma grafica che tabellare relativi ad ogni tombino identificato nelle Tavole 06c – 06d, nello specifico verranno restituiti:

- Modello 3D con inserimento del manufatto e tiranti idraulici ex-ante/ex-post;
- Confronto longitudinale ex-ante/ex-post dei principali parametri idraulici della simulazione;
- Valutazione quantitativa sul franco idraulico del tombino.

5.5.1 *Analisi Idraulica Tombino T1(Impluvio INT.01a AGV-1)*

Il tombino etichettato, nella Tav. 06c, con la sigla T1 è relativo all’impluvio INT.01a (AGV-1) interferente con la viabilità di nuova realizzazione interna all’impianto AGV-1. Di seguito si riportano, per il tombino in questione, i risultati dell’analisi eseguita.

Parametri di input		
		<i>note</i>
n° sezioni di analisi	10	
Sviluppo lineare simulazione	80	metri
Geometria area di simulazione	-----	Fig. 49
Geometria e parametri idraulici tombino	-----	Fig. 51
Condizione al contorno di monte	0.047	Normal Depth (Upstream)
Condizione al contorno di valle	0.049	Normal Depth (Downstream)
Regime di moto	Permanente	a pelo libero (Low Flow Methods)
Regime di flusso	Misto	(mixed)
Portata di progetto (Tr 50)	2.30	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 100)	2.80	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 200)	3.30	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 300)	3.60	m ³ /s



Fig. 49: Geometria Area di simulazione (HEC-RAS)

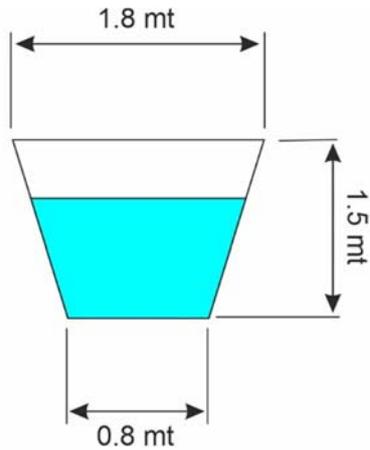


Fig. 50: Sezione di verifica Impluvio INT.01a (intorno tombino)

Culvert Data Editor

Culvert Group: **Culvert #1**

Solution Criteria: **Computed Flow Control**

Shape: **Box** Span: **2** Rise: **1.3**

Chart #: **8 - flared wingwalls**

Scale #: **1 - Wingwall flared 30 to 75 deg.**

Distance to Upstrm XS: **2**

Culvert Length: **5**

Entrance Loss Coeff: **0.5**

Exit Loss Coeff: **1**

Manning's n for Top: **0.011**

Manning's n for Bottom: **0.013**

Depth to use Bottom n: **0**

Depth Blocked: **0**

Upstream Invert Elev: **118.15**

Downstream Invert Elev: **118**

Culvert Barrel Data

Barrel Centerline Stations		# Barrels : 1	
	Barrel Name	US Sta	DS Sta
1	INT.01a T1	14.5	15
2			
3			
4			
5			

Barrel GIS Data: INT.01a T1
 Length: 0

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		

Individual Barrel Centerlines ... Show on Map OK Cancel Help

Select culvert to edit

Fig. 51: Parametri idraulici tombino (culvert)

- Risultati della simulazione

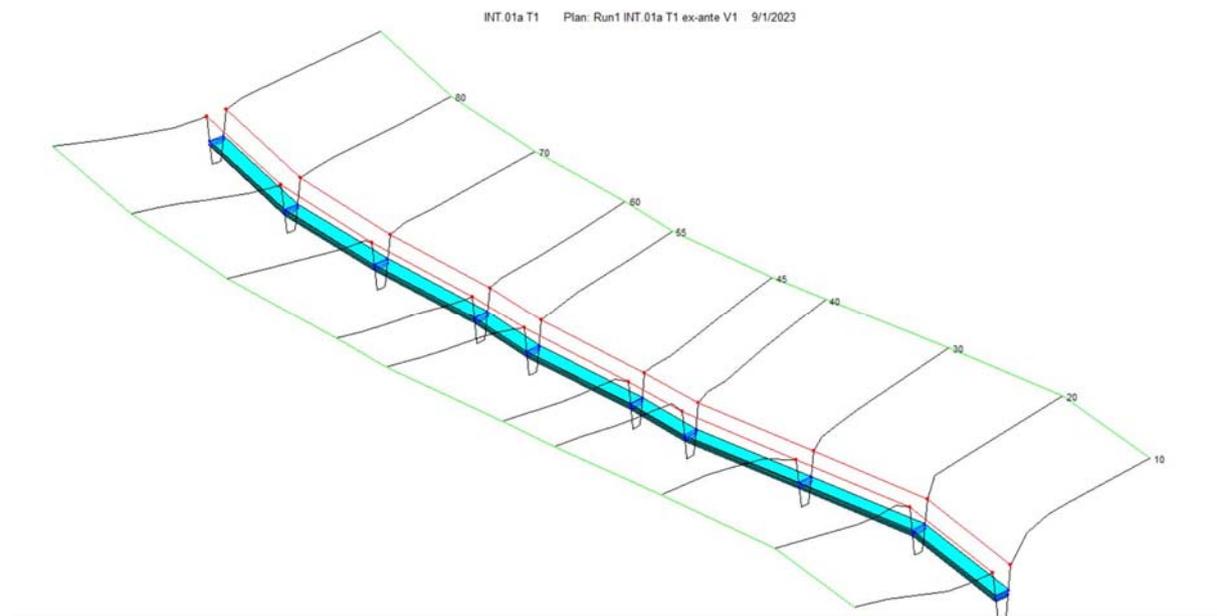


Fig. 52: Geometria 3D; condizione ante-operam

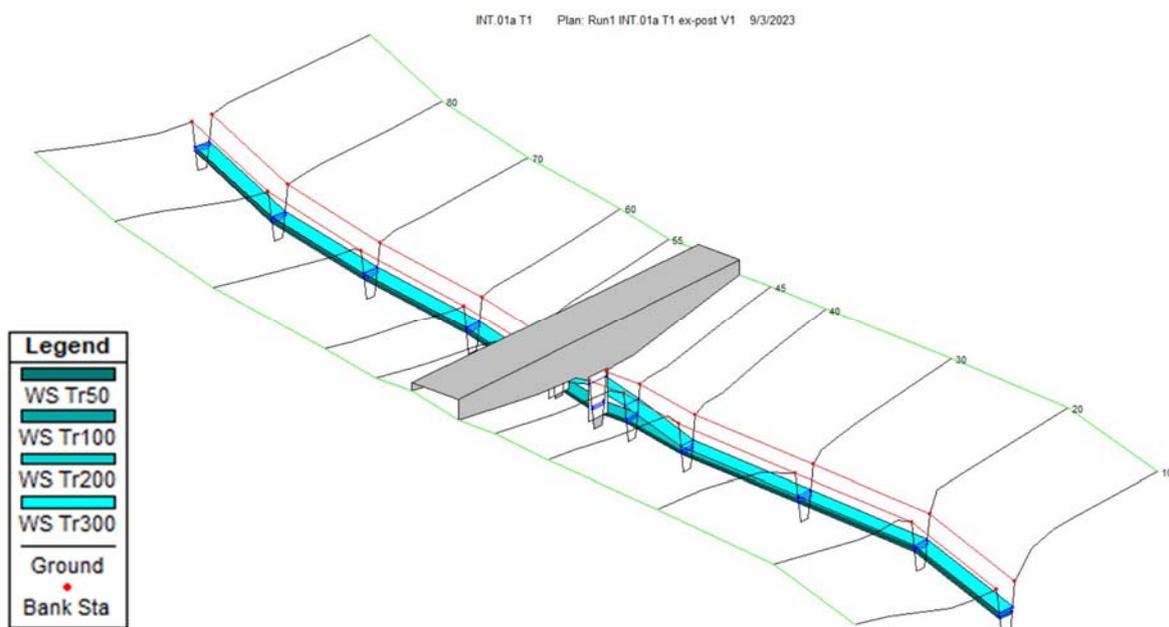


Fig. 53: Geometria 3D INT.01a; condizione post-operam

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)
Reach 1	90	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.30	119.48	120.05	4.21	0.55	1.17
Reach 1	90	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.30	119.48	120.05	4.21	0.55	1.17
Reach 1	90	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.80	119.48	120.12	4.42	0.63	1.22
Reach 1	90	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.80	119.48	120.12	4.42	0.63	1.22
Reach 1	90	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.30	119.48	120.19	4.60	0.72	1.26
Reach 1	90	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.30	119.48	120.19	4.60	0.72	1.26
Reach 1	90	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.60	119.48	120.23	4.69	0.77	1.29
Reach 1	90	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.60	119.48	120.23	4.69	0.77	1.29
Reach 1	80	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.30	119.01	119.58	4.21	0.55	1.17
Reach 1	80	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.30	119.01	119.58	4.21	0.55	1.17
Reach 1	80	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.80	119.01	119.65	4.41	0.63	1.22
Reach 1	80	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.80	119.01	119.65	4.41	0.63	1.22
Reach 1	80	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.30	119.01	119.72	4.59	0.72	1.27
Reach 1	80	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.30	119.01	119.72	4.59	0.72	1.27
Reach 1	80	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.60	119.01	119.76	4.70	0.77	1.29
Reach 1	80	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.60	119.01	119.76	4.70	0.77	1.29
Reach 1	70	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.30	118.70	119.33	3.69	0.62	1.21
Reach 1	70	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.30	118.70	119.33	3.69	0.62	1.21
Reach 1	70	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.80	118.70	119.41	3.90	0.72	1.26
Reach 1	70	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.80	118.70	119.41	3.90	0.72	1.26
Reach 1	70	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.30	118.70	119.48	4.08	0.81	1.31
Reach 1	70	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.30	118.70	119.48	4.08	0.81	1.31
Reach 1	70	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.60	118.70	119.52	4.18	0.86	1.34
Reach 1	70	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.60	118.70	119.52	4.18	0.86	1.34
Reach 1	60	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.30	118.38	119.02	3.65	0.63	1.22
Reach 1	60	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.30	118.38	119.02	3.65	0.63	1.22
Reach 1	60	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.80	118.38	119.10	3.84	0.73	1.27
Reach 1	60	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.80	118.38	119.10	3.84	0.73	1.27
Reach 1	60	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.30	118.38	119.17	3.98	0.83	1.32
Reach 1	60	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.30	118.38	119.17	3.98	0.83	1.32
Reach 1	60	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.60	118.38	119.22	4.07	0.88	1.35
Reach 1	60	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.60	118.38	119.22	4.07	0.88	1.35
Reach 1	55	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.30	118.05	118.63	4.12	0.56	1.18
Reach 1	55	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.30	118.05	118.63	4.12	0.56	1.18
Reach 1	55	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.80	118.05	118.71	4.29	0.65	1.23
Reach 1	55	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.80	118.05	118.71	4.29	0.65	1.23
Reach 1	55	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.30	118.05	118.78	4.43	0.75	1.28
Reach 1	55	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.30	118.05	118.78	4.43	0.75	1.28
Reach 1	55	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.60	118.05	118.82	4.51	0.80	1.31
Reach 1	55	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.60	118.05	118.82	4.51	0.80	1.31
Reach 1	50			Culvert					
Reach 1	45	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.30	117.70	118.30	3.95	0.58	1.19
Reach 1	45	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.30	117.70	118.32	3.80	0.61	1.20
Reach 1	45	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.80	117.70	118.34	4.38	0.64	1.22
Reach 1	45	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.80	117.70	118.39	3.99	0.70	1.26
Reach 1	45	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.30	117.70	118.39	4.72	0.70	1.25
Reach 1	45	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.30	117.70	118.47	4.16	0.79	1.30
Reach 1	45	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.60	117.70	118.80	2.84	1.27	1.53
Reach 1	45	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.60	117.70	118.51	4.25	0.85	1.33
Reach 1	40	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.30	117.35	117.90	4.33	0.53	1.16
Reach 1	40	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.30	117.35	117.91	4.24	0.54	1.17
Reach 1	40	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.80	117.35	117.96	4.65	0.60	1.20
Reach 1	40	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.80	117.35	117.99	4.42	0.63	1.22
Reach 1	40	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.30	117.35	118.02	4.93	0.67	1.24
Reach 1	40	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.30	117.35	118.06	4.57	0.72	1.27
Reach 1	40	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.60	117.35	118.16	4.21	0.86	1.34
Reach 1	40	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.60	117.35	118.10	4.66	0.77	1.29
Reach 1	30	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.30	116.95	117.54	4.02	0.57	1.18
Reach 1	30	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.30	116.95	117.54	4.00	0.57	1.19
Reach 1	30	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.80	116.95	117.61	4.26	0.66	1.23
Reach 1	30	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.80	116.95	117.62	4.20	0.67	1.24
Reach 1	30	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.30	116.95	117.67	4.48	0.74	1.27
Reach 1	30	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.30	116.95	117.69	4.37	0.75	1.28
Reach 1	30	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.60	116.95	117.75	4.31	0.83	1.33
Reach 1	30	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.60	116.95	117.73	4.47	0.81	1.31

Reach 1	20	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.30	116.58	117.19	3.87	0.60	1.20
Reach 1	20	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.30	116.58	117.19	3.86	0.60	1.20
Reach 1	20	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.80	116.58	117.26	4.07	0.69	1.25
Reach 1	20	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.80	116.58	117.27	4.06	0.69	1.25
Reach 1	20	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.30	116.58	117.33	4.25	0.78	1.30
Reach 1	20	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.30	116.58	117.34	4.23	0.78	1.30
Reach 1	20	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.60	116.58	117.38	4.28	0.84	1.33
Reach 1	20	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.60	116.58	117.38	4.32	0.83	1.32
Reach 1	10	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.30	116.09	116.69	3.91	0.59	1.19
Reach 1	10	TR50	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.30	116.09	116.69	3.91	0.59	1.19
Reach 1	10	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	2.80	116.09	116.77	4.09	0.68	1.25
Reach 1	10	TR100	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	2.80	116.09	116.77	4.09	0.68	1.25
Reach 1	10	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.30	116.09	116.84	4.25	0.78	1.30
Reach 1	10	TR200	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.30	116.09	116.84	4.25	0.78	1.30
Reach 1	10	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-post V1	3.60	116.09	116.89	4.32	0.83	1.33
Reach 1	10	TR300	Run1 INT.01a T1 ex-ante V1	3.60	116.09	116.88	4.34	0.83	1.32

Fig. 54: Confronto parametri idraulici ex ante / ex post

dove

Min Ch El = Quota fondo canale

W.S. Elev = Livello Pelo libero flusso idrico (Tirante)

Vel Chnl = Velocità del flusso idrico

Flow Area = Area del contorno bagnato

Top Width = Larghezza flusso idrico in testa

I risultati della simulazione, riportati in figura 54, indicano che l'impianto, nelle dimensioni riportate (fig. 50), è in grado di contenere le portate di piena in progetto (Top Width < 1.8) anche in riferimento ad una piena con Tr 300 anni.

In relazione ai parametri idraulici più indicativi, ovvero al *tirante idraulico* (W.S. Elevation) ed al valore di *velocità totale* (Vel Chnl) l'inserimento del tombino (ubicato in corrispondenza della sez. n.50), con pendenza di circa il 3%, non implica alcun aumento dei tiranti idraulici o delle velocità di deflusso, a monte del tombino; relativamente alla sezione di valle (sez. n.45) la simulazione evidenzia, in linea generale, una lieve diminuzione dei tiranti idraulici, nell'ordine massimo di 8 cm a fronte di un aumento delle velocità di deflusso, con trend opposto a Tr 300 anni; in ogni caso le velocità tendono rapidamente a normalizzarsi, nell'arco di poche decine di metri (sez. n.10).

- *Valutazioni sul franco idraulico del tombino*

In figura 55 sono riportate le sezioni di monte e valle del tombino con indicata l'altezza del tirante idrico per Tr 200 anni. La modellazione indica:

Tempo di Ritorno 200 anni	Altezza Tirante Idrico (metri)	Franco Netto (metri)
Sezione di Monte	0.42	0.88
Sezione di Valle	0.39	0.91

Pertanto considerando un tombino di progetto di forma rettangolare (fig. 51), con *dimensioni minime* in larghezza (*Span*) pari a 2.0 metri e in altezza (*Rise*) di 1.3 metri, la simulazione indica una *verifica positiva*, ovvero la compatibilità idraulica del manufatto, con un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza del tombino (pari a 0.87

metri) e garantendo un *franco netto minimo* superiore ai 0.5 metri come previsto nelle NTC 2018 per gli attraversamenti con tombino (Par. C5.1.2.3 - Compatibilità Idraulica).

Relativamente alla valutazione del rischio residuo il tombino risulta in grado di contenere anche una portata di piena con tempo di ritorno a 300 anni con valori del tirante e del franco idraulico comunque compatibili a quelli previsti dalle NTC2018.

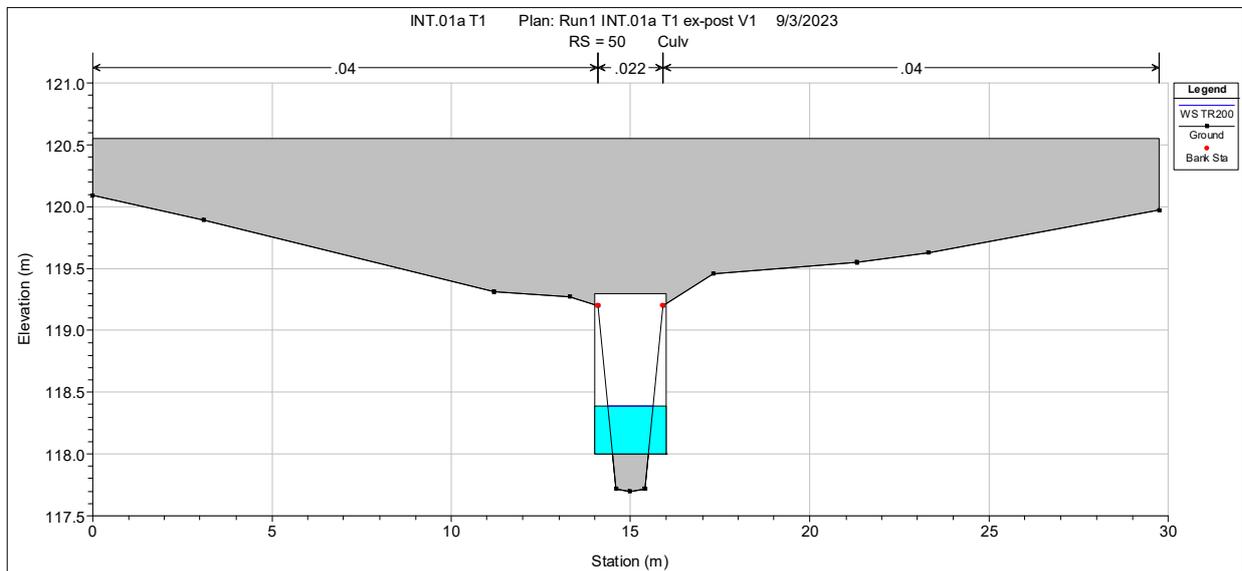
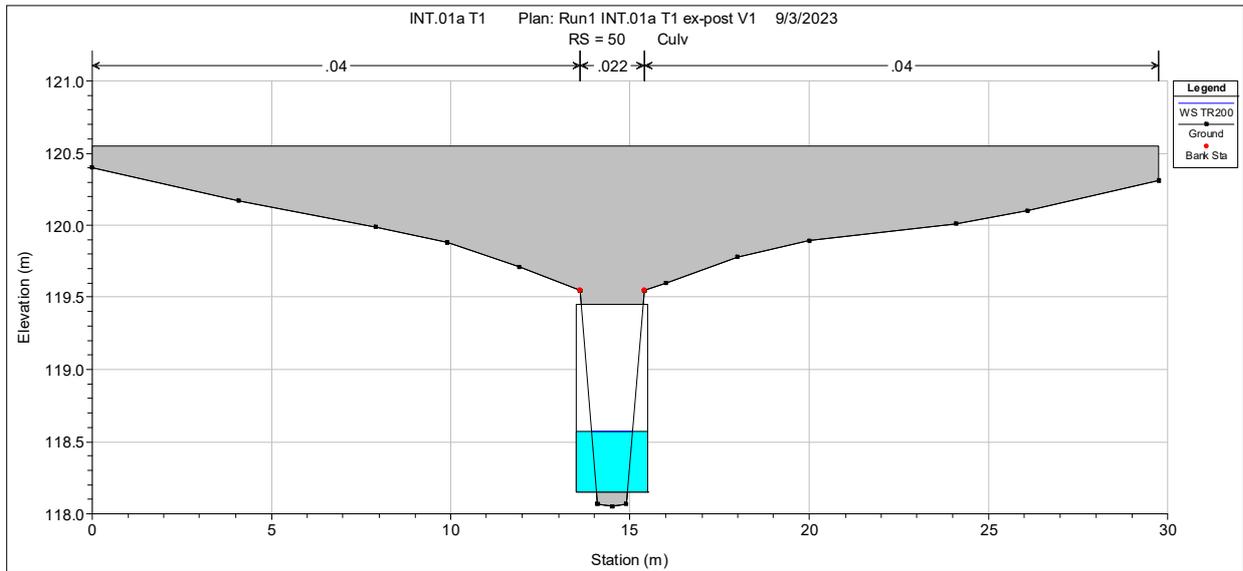


Fig. 55: Sezioni tombino (scala altezza variabili); Tirante idrico Tr200

5.5.2 *Analisi Idraulica Tombini T2 e T3 (Impluvio INT.01c AGV-1)*

I tombini etichettati, nella Tav. 06c, con le sigle T2 e T3 sono inerenti all’impluvio INT.01c (AGV-1) interferente con la viabilità di nuova realizzazione interna all’impianto AGV-1. La modellazione eseguita ha riguardato il manufatto T2 localizzato più a valle; per il tombino T3 non si è proceduto ad eseguire un’analisi idraulica di dettaglio ritenendo idonea la predisposizione di un tombino di attraversamento con le dimensioni minime verificate per il manufatto T2 (vedi dopo). Di seguito si riportano i risultati dell’analisi.

Parametri di input		
		<i>note</i>
n° sezioni di analisi	12	
Sviluppo lineare simulazione	100	metri
Geometria area di simulazione	-----	Fig. 56
Geometria e parametri idraulici tombino	-----	Fig. 58
Condizione al contorno di monte	0.019	Normal Depth (Upstream)
Condizione al contorno di valle	0.029	Normal Depth (Downstream)
Regime di moto	Permanente	a pelo libero (Low Flow Methods)
Regime di flusso	Misto	(mixed)
Portata di progetto (Tr 50)	9.70	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 100)	12.06	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 200)	14.48	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 300)	15.91	m ³ /s



Fig. 56: Geometria Area di simulazione (HEC-RAS)

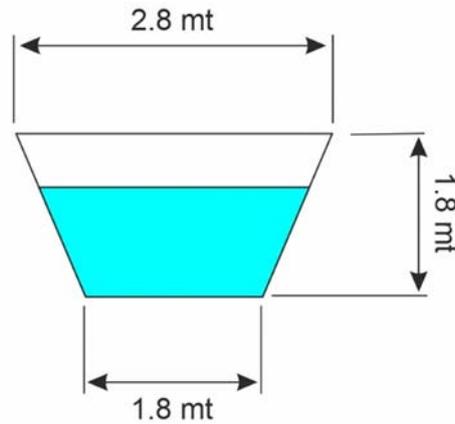


Fig. 57: Sezione di verifica Impluvio INT.01c (intorno tombino)

Culvert Data Editor

Culvert Group: **Culvert #1**

Solution Criteria: **Computed Flow Control**

Shape: **Box** Span: **3** Rise: **2**

Chart #: **8 - flared wingwalls**

Scale #: **1 - Wingwall flared 30 to 75 deg.**

Distance to Upstrm XS: **2**

Culvert Length: **5**

Entrance Loss Coeff: **0.5**

Exit Loss Coeff: **1**

Manning's n for Top: **0.011**

Manning's n for Bottom: **0.013**

Depth to use Bottom n: **0**

Depth Blocked: **0**

Upstream Invert Elev: **131.37**

Downstream Invert Elev: **131.27**

Culvert Barrel Data

Barrel Centerline Stations				# Barrels :
	Barrel Name	US Sta	DS Sta	
1	INT.01c T2	15	15	1
2				
3				
4				
5				

Barrel GIS Data: INT.01c T2
 Length: 0

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		

Individual Barrel Centerlines ... Show on Map OK Cancel Help

Select culvert to edit

Fig. 58: Parametri idraulici tombino (culvert)

- Risultati della simulazione

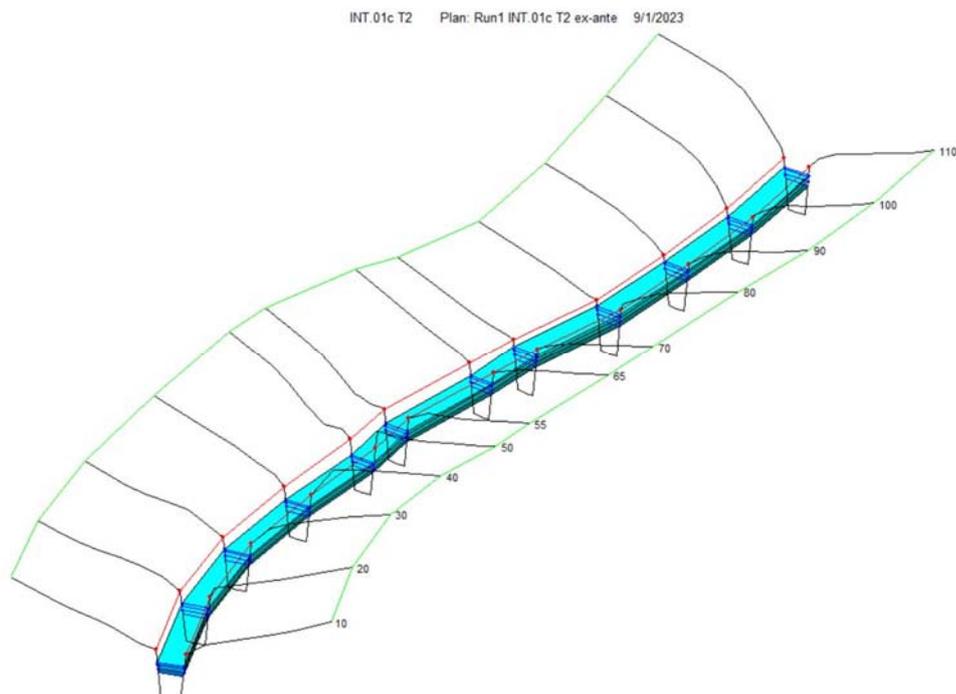


Fig. 59: Geometria 3D; condizione ante-operam

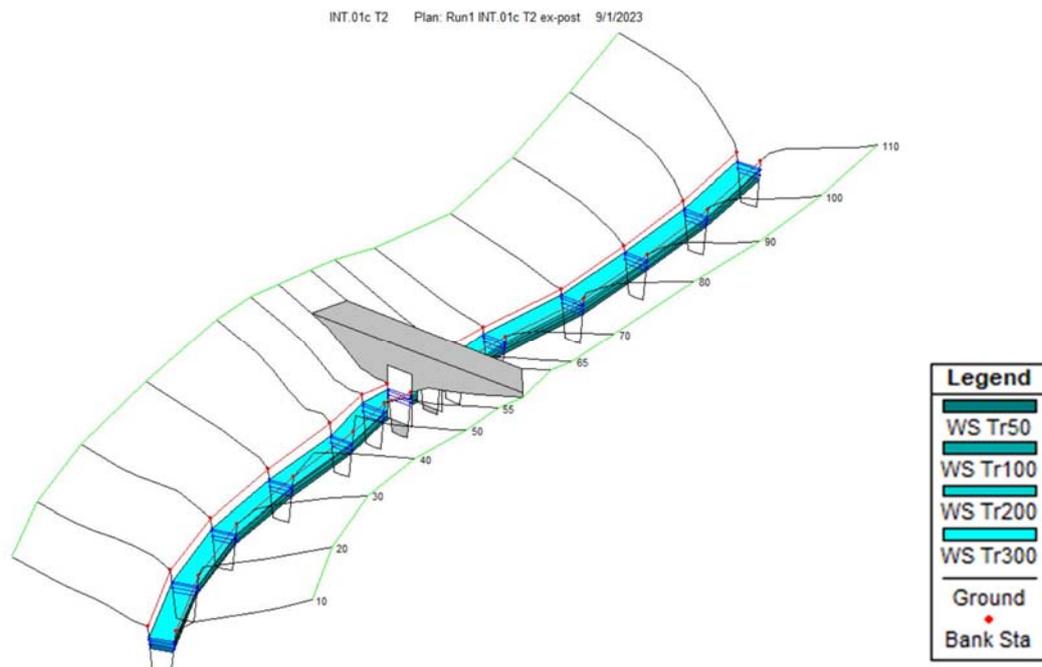


Fig. 60: Geometria 3D INT.01c; condizione post-operam

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)
Reach 1	110	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-post	9.70	132.20	133.29	4.28	2.27	2.40
Reach 1	110	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-ante	9.70	132.20	133.29	4.28	2.27	2.40
Reach 1	110	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-post	12.06	132.20	133.46	4.52	2.67	2.49
Reach 1	110	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-ante	12.06	132.20	133.46	4.52	2.67	2.49
Reach 1	110	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-post	14.48	132.20	133.61	4.72	3.07	2.58
Reach 1	110	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-ante	14.48	132.20	133.61	4.72	3.07	2.58
Reach 1	110	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-post	15.91	132.20	133.70	4.83	3.29	2.63
Reach 1	110	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-ante	15.91	132.20	133.70	4.83	3.29	2.63
Reach 1	100	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-post	9.70	132.01	133.11	4.26	2.28	2.40
Reach 1	100	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-ante	9.70	132.01	133.11	4.26	2.28	2.40
Reach 1	100	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-post	12.06	132.01	133.27	4.50	2.68	2.50
Reach 1	100	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-ante	12.06	132.01	133.27	4.50	2.68	2.50
Reach 1	100	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-post	14.48	132.01	133.42	4.71	3.07	2.58
Reach 1	100	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-ante	14.48	132.01	133.42	4.71	3.07	2.58
Reach 1	100	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-post	15.91	132.01	133.51	4.81	3.31	2.63
Reach 1	100	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-ante	15.91	132.01	133.51	4.81	3.31	2.63
Reach 1	90	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-post	9.70	131.85	133.00	4.04	2.40	2.43
Reach 1	90	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-ante	9.70	131.85	133.00	4.04	2.40	2.43
Reach 1	90	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-post	12.06	131.85	133.17	4.27	2.82	2.53
Reach 1	90	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-ante	12.06	131.85	133.17	4.27	2.82	2.53
Reach 1	90	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-post	14.48	131.85	133.33	4.47	3.24	2.62
Reach 1	90	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-ante	14.48	131.85	133.33	4.47	3.24	2.62
Reach 1	90	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-post	15.91	131.85	133.42	4.57	3.48	2.67
Reach 1	90	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-ante	15.91	131.85	133.42	4.57	3.48	2.67
Reach 1	80	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-post	9.70	131.69	132.84	4.03	2.41	2.43
Reach 1	80	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-ante	9.70	131.69	132.84	4.03	2.41	2.43
Reach 1	80	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-post	12.06	131.69	133.01	4.26	2.83	2.53
Reach 1	80	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-ante	12.06	131.69	133.01	4.26	2.83	2.53
Reach 1	80	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-post	14.48	131.69	133.18	4.44	3.26	2.62
Reach 1	80	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-ante	14.48	131.69	133.18	4.44	3.26	2.62
Reach 1	80	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-post	15.91	131.69	133.27	4.54	3.51	2.68
Reach 1	80	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-ante	15.91	131.69	133.27	4.54	3.51	2.68
Reach 1	70	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-post	9.70	131.50	132.62	4.13	2.35	2.42
Reach 1	70	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-ante	9.70	131.50	132.62	4.13	2.35	2.42
Reach 1	70	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-post	12.06	131.50	132.79	4.36	2.77	2.52
Reach 1	70	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-ante	12.06	131.50	132.79	4.36	2.77	2.52
Reach 1	70	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-post	14.48	131.50	132.96	4.54	3.19	2.61
Reach 1	70	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-ante	14.48	131.50	132.96	4.54	3.19	2.61
Reach 1	70	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-post	15.91	131.50	133.05	4.64	3.43	2.66
Reach 1	70	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-ante	15.91	131.50	133.05	4.64	3.43	2.66
Reach 1	65	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-post	9.70	131.17	132.14	4.88	1.99	2.34
Reach 1	65	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-ante	9.70	131.17	132.14	4.88	1.99	2.34
Reach 1	65	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-post	12.06	131.17	132.30	5.09	2.37	2.43
Reach 1	65	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-ante	12.06	131.17	132.30	5.09	2.37	2.43
Reach 1	65	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-post	14.48	131.17	132.46	5.27	2.75	2.51
Reach 1	65	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-ante	14.48	131.17	132.46	5.27	2.75	2.51
Reach 1	65	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-post	15.91	131.17	132.54	5.37	2.96	2.56
Reach 1	65	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-ante	15.91	131.17	132.54	5.37	2.96	2.56
Reach 1	60			Culvert					
Reach 1	55	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-post	9.70	130.77	131.82	4.47	2.17	2.38
Reach 1	55	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-ante	9.70	130.77	131.70	5.13	1.89	2.31
Reach 1	55	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-post	12.06	130.77	132.00	4.64	2.60	2.48
Reach 1	55	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-ante	12.06	130.77	131.85	5.36	2.25	2.40
Reach 1	55	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-post	14.48	130.77	132.17	4.77	3.04	2.58
Reach 1	55	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-ante	14.48	130.77	132.00	5.56	2.60	2.48
Reach 1	55	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-post	15.91	130.77	132.27	4.84	3.29	2.63
Reach 1	55	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-ante	15.91	130.77	132.08	5.66	2.81	2.53
Reach 1	50	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-post	9.70	130.42	131.36	5.10	1.90	2.31
Reach 1	50	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-ante	9.70	130.42	131.29	5.53	1.75	2.28
Reach 1	50	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-post	12.06	130.42	131.52	5.29	2.28	2.40
Reach 1	50	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-ante	12.06	130.42	131.44	5.77	2.09	2.36
Reach 1	50	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-post	14.48	130.42	131.67	5.44	2.66	2.49
Reach 1	50	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-ante	14.48	130.42	131.58	5.97	2.43	2.44
Reach 1	50	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-post	15.91	130.42	131.76	5.52	2.88	2.54
Reach 1	50	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-ante	15.91	130.42	131.66	6.07	2.62	2.48

Reach 1	40	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-post	9.70	130.23	131.24	4.65	2.09	2.36
Reach 1	40	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-ante	9.70	130.23	131.20	4.91	1.97	2.33
Reach 1	40	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-post	12.06	130.23	131.40	4.90	2.46	2.45
Reach 1	40	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-ante	12.06	130.23	131.34	5.20	2.32	2.41
Reach 1	40	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-post	14.48	130.23	131.56	5.08	2.85	2.53
Reach 1	40	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-ante	14.48	130.23	131.48	5.43	2.67	2.49
Reach 1	40	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-post	15.91	130.23	131.64	5.18	3.07	2.58
Reach 1	40	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-ante	15.91	130.23	131.56	5.55	2.87	2.54
Reach 1	30	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-post	9.70	129.99	131.00	4.65	2.09	2.36
Reach 1	30	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-ante	9.70	129.99	130.98	4.77	2.04	2.35
Reach 1	30	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-post	12.06	129.99	131.16	4.90	2.46	2.45
Reach 1	30	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-ante	12.06	129.99	131.13	5.05	2.39	2.43
Reach 1	30	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-post	14.48	129.99	131.31	5.10	2.84	2.53
Reach 1	30	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-ante	14.48	129.99	131.27	5.29	2.74	2.51
Reach 1	30	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-post	15.91	129.99	131.40	5.21	3.06	2.58
Reach 1	30	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-ante	15.91	129.99	131.35	5.41	2.94	2.55
Reach 1	20	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-post	9.70	129.74	130.75	4.68	2.07	2.36
Reach 1	20	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-ante	9.70	129.74	130.74	4.75	2.04	2.35
Reach 1	20	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-post	12.06	129.74	130.90	4.93	2.44	2.44
Reach 1	20	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-ante	12.06	129.74	130.88	5.03	2.40	2.43
Reach 1	20	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-post	14.48	129.74	131.05	5.14	2.82	2.53
Reach 1	20	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-ante	14.48	129.74	131.03	5.27	2.75	2.51
Reach 1	20	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-post	15.91	129.74	131.14	5.25	3.03	2.57
Reach 1	20	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-ante	15.91	129.74	131.11	5.39	2.95	2.56
Reach 1	10	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-post	9.70	129.45	130.44	4.79	2.02	2.34
Reach 1	10	TR50	Run1 INT.01c T2 ex-ante	9.70	129.45	130.43	4.84	2.00	2.34
Reach 1	10	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-post	12.06	129.45	130.59	5.05	2.39	2.43
Reach 1	10	TR100	Run1 INT.01c T2 ex-ante	12.06	129.45	130.58	5.12	2.36	2.42
Reach 1	10	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-post	14.48	129.45	130.74	5.26	2.75	2.51
Reach 1	10	TR200	Run1 INT.01c T2 ex-ante	14.48	129.45	130.72	5.35	2.71	2.50
Reach 1	10	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-post	15.91	129.45	130.82	5.37	2.96	2.56
Reach 1	10	TR300	Run1 INT.01c T2 ex-ante	15.91	129.45	130.80	5.47	2.91	2.55

Fig. 61: Confronto parametri idraulici ex ante / ex post

dove

Min Ch El = Quota fondo canale

W.S. Elev = Livello Pelo libero flusso idrico (Tirante)

Vel Chnl = Velocità del flusso idrico

Flow Area = Area del contorno bagnato

Top Width = Larghezza flusso idrico in testa

I risultati della simulazione, riportati in figura 61, indicano che l'impluvio, nelle dimensioni riportate (fig. 57), è in grado di contenere le portate di piena in progetto (Top Width < 2.8) anche in riferimento ad una piena con Tr 300 anni.

In relazione ai parametri idraulici più indicativi, ovvero al *tirante idraulico* (W.S. Elevation) ed al valore di *velocità totale* (Vel Chnl) l'inserimento del tombino (ubicato in corrispondenza della sez. n.60), con pendenza di circa il 2%, non implica alcun aumento dei tiranti idraulici o delle velocità di deflusso, a monte del tombino; relativamente alla sezione di valle (sez. n.55) la simulazione evidenzia un lieve aumento dei tiranti idraulici, nell'ordine massimo di 19 cm a fronte di una diminuzione delle velocità di deflusso, che in ogni caso tendono rapidamente a normalizzarsi, nell'arco di poche decine di metri.

- Valutazioni sul franco idraulico del tombino

In figura 62 sono riportate le sezioni di monte e valle del tombino con indicata l'altezza del tirante idrico per Tr 200 anni. La modellazione indica:

Tempo di Ritorno 200 anni	Altezza Tirante Idrico (metri)	Franco Netto (metri)
Sezione di Monte	1.13	0.87
Sezione di Valle	1.05	0.95

Pertanto considerando un tombino di progetto di forma rettangolare (fig. 58), con dimensioni minime in larghezza (*Span*) pari a 3.0 metri e in altezza (*Rise*) di 2.0 metri, la simulazione indica una verifica positiva, ovvero la compatibilità idraulica del manufatto, *con un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza del tombino* (pari a 1.33 metri) e garantendo un *franco netto minimo* superiore ai 0.5 metri come previsto nelle NTC 2018 per gli attraversamenti con tombino (Par. C5.1.2.3 - Compatibilità Idraulica).

Relativamente alla valutazione del rischio residuo il tombino risulta in grado di contenere anche una portata di piena con tempo di ritorno a 300 anni con valori del tirante e del franco idraulico comunque compatibili a quelli previsti dalle NTC2018.

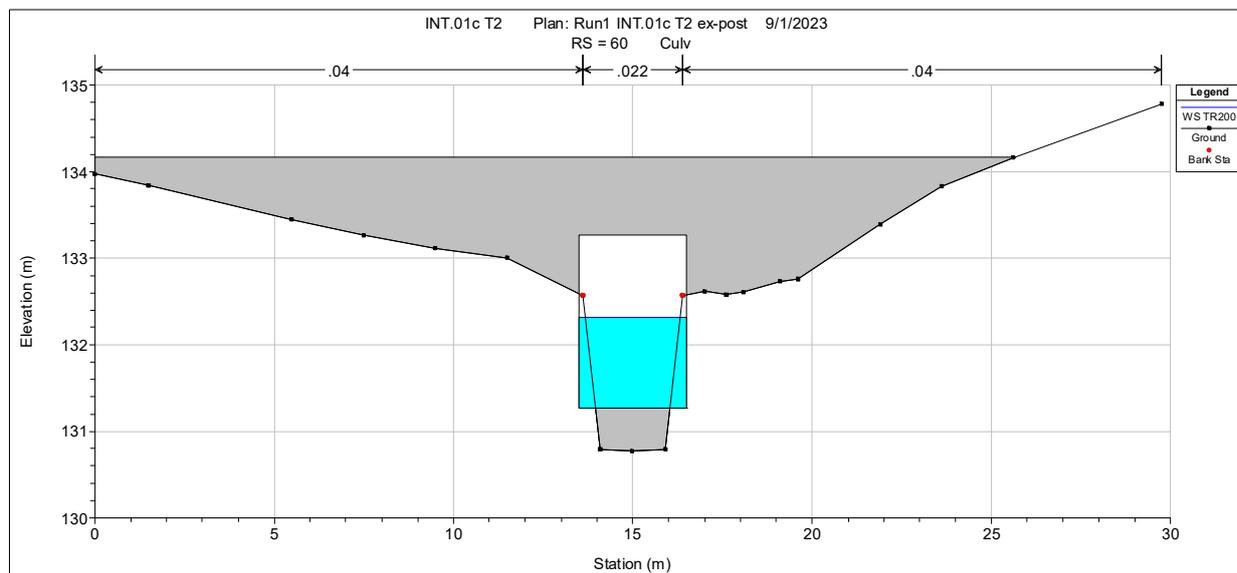
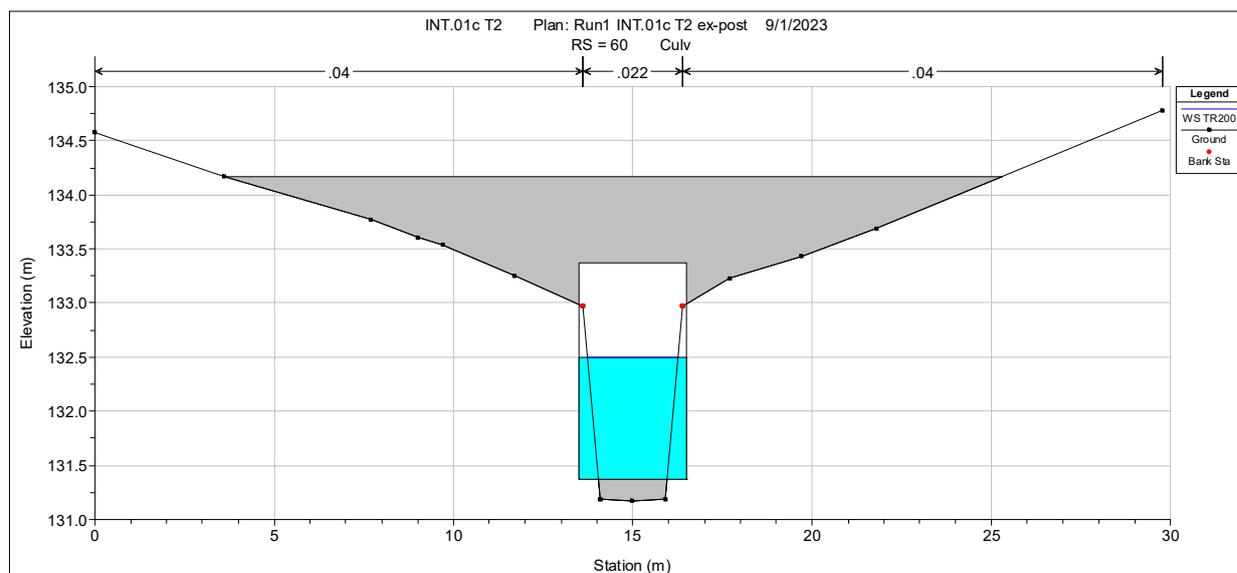


Fig. 62: Sezioni tombino (scala altezza variabili); Tirante idrico Tr200

5.5.3 *Analisi Idraulica Tombino T4 (Impluvio INT.01c1 AGV-1)*

Il tombino etichettato, nella Tav. 06c, con la sigla T4 riguarda l’impluvio INT.01c1 (AGV-1) interferente con la viabilità di nuova realizzazione interna all’impianto AGV-1. Di seguito si riportano, per il tombino in questione, i risultati dell’analisi eseguita.

Parametri di input		
		<i>note</i>
n° sezioni di analisi	10	
Sviluppo lineare simulazione	79	metri
Geometria area di simulazione	-----	Fig. 63
Geometria e parametri idraulici tombino	-----	Fig. 65
Condizione al contorno di monte	0.041	Normal Depth (Upstream)
Condizione al contorno di valle	0.038	Normal Depth (Downstream)
Regime di moto	Permanente	a pelo libero (Low Flow Methods)
Regime di flusso	Misto	(mixed)
Portata di progetto (Tr 50)	3.46	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 100)	4.28	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 200)	5.12	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 300)	5.62	m ³ /s



Fig. 63: Geometria Area di simulazione (HEC-RAS)

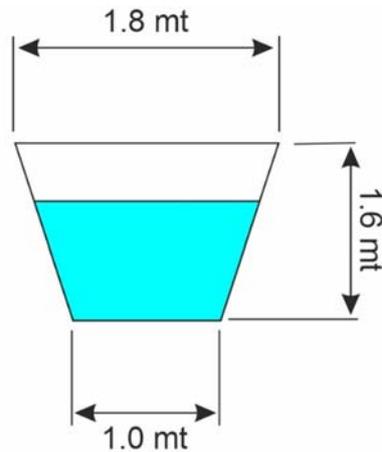


Fig. 64: Sezione di verifica Impluvio INT.01c1 (intorno tombino)

Culvert Data Editor

Culvert Group: **Culvert #1**

Solution Criteria: **Computed Flow Control**

Shape: **Box** Span: **2** Rise: **1.3**

Chart #: **8 - flared wingwalls**

Scale #: **1 - Wingwall flared 30 to 75 deg.**

Distance to Upstrm XS: **2**

Culvert Length: **5**

Entrance Loss Coeff: **0.5**

Exit Loss Coeff: **1**

Manning's n for Top: **0.011**

Manning's n for Bottom: **0.013**

Depth to use Bottom n: **0**

Depth Blocked: **0**

Upstream Invert Elev: **146.63**

Downstream Invert Elev: **146.46**

Culvert Barrel Data

Barrel Centerline Stations # Barrels: **1**

	Barrel Name	US Sta	DS Sta
1	INT.01c1 T4	15	15
2			
3			
4			
5			

Barrel GIS Data: INT.01c1 T4
 Length: 0

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		

Individual Barrel Centerlines ... Show on Map OK Cancel Help

Select culvert to edit

Fig. 65: Parametri idraulici tombino (culvert)

- Risultati della simulazione

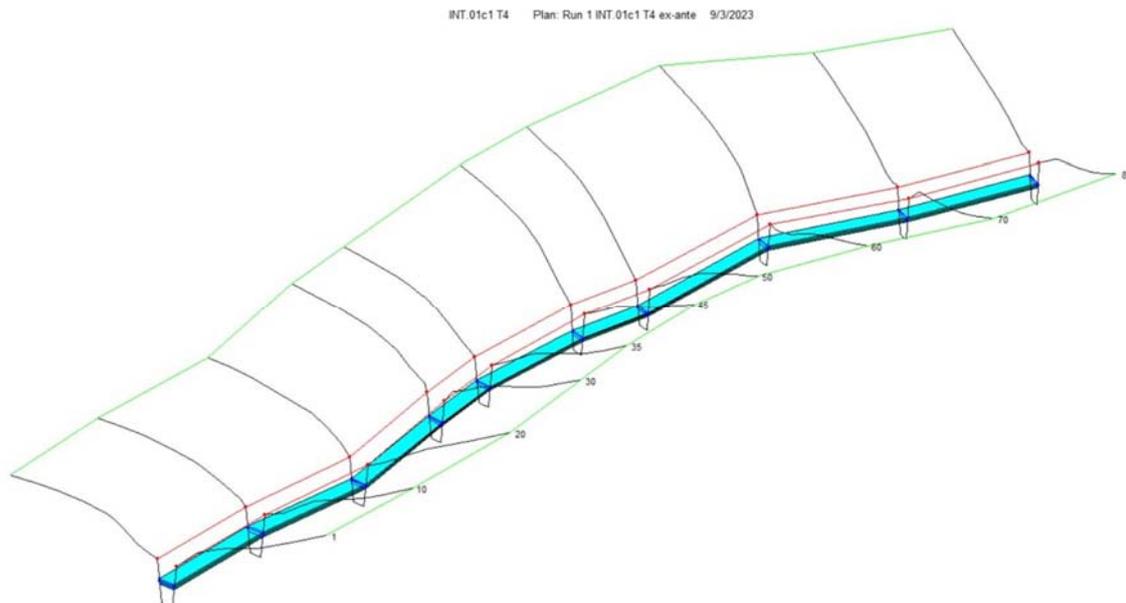


Fig. 66: Geometria 3D; condizione ante-operam

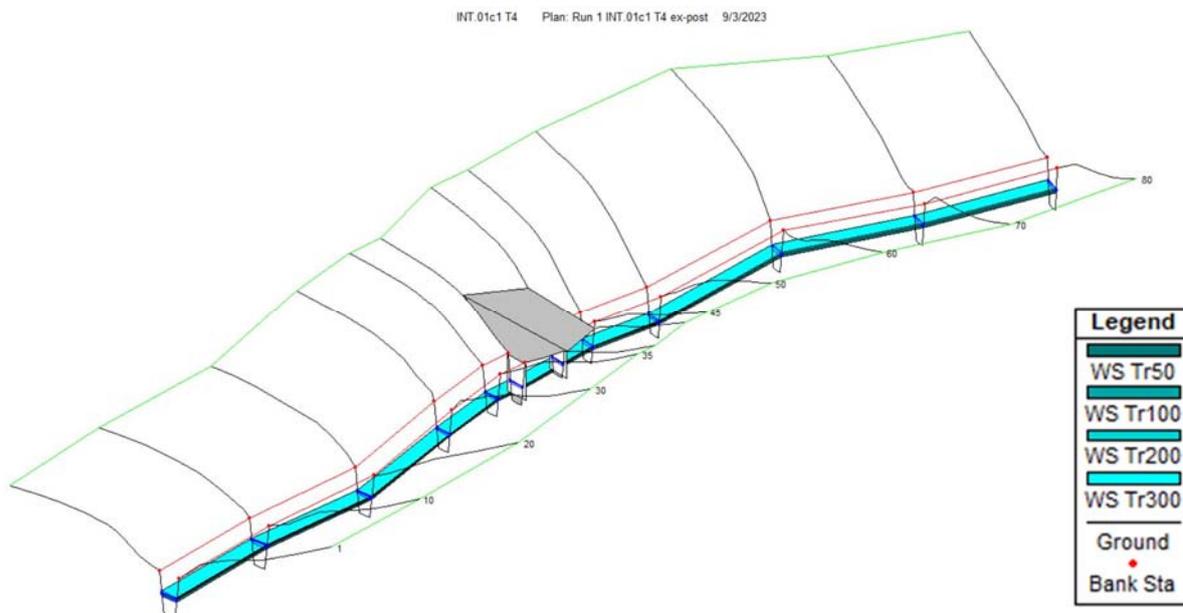


Fig. 67: Geometria 3D INT.01c1; condizione post-operam

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	3.46	149.18	149.86	4.41	0.78	1.34
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	3.46	149.18	149.86	4.41	0.78	1.34
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.28	149.18	149.96	4.64	0.92	1.39
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.28	149.18	149.96	4.64	0.92	1.39
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.40	149.18	149.98	4.67	0.94	1.39
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.40	149.18	149.98	4.67	0.94	1.39
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.84	149.18	150.03	4.78	1.01	1.42
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.84	149.18	150.03	4.78	1.01	1.42
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	3.46	148.77	149.45	4.41	0.79	1.34
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	3.46	148.77	149.45	4.41	0.79	1.34
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.28	148.77	149.56	4.63	0.92	1.39
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.28	148.77	149.56	4.63	0.92	1.39
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.40	148.77	149.57	4.67	0.94	1.39
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.40	148.77	149.57	4.67	0.94	1.39
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.84	148.77	149.62	4.77	1.02	1.42
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.84	148.77	149.62	4.77	1.02	1.42
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	3.46	148.05	148.66	4.99	0.69	1.30
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	3.46	148.05	148.66	4.99	0.69	1.30
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.28	148.05	148.76	5.21	0.82	1.35
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.28	148.05	148.76	5.21	0.82	1.35
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.40	148.05	148.77	5.24	0.84	1.36
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.40	148.05	148.77	5.24	0.84	1.36
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.84	148.05	148.82	5.34	0.91	1.38
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.84	148.05	148.82	5.34	0.91	1.38
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	3.46	146.90	147.43	5.86	0.59	1.26
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	3.46	146.90	147.43	5.86	0.59	1.26
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.28	146.90	147.52	6.09	0.70	1.30
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.28	146.90	147.52	6.09	0.70	1.30
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.40	146.90	147.53	6.13	0.72	1.31
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.40	146.90	147.53	6.13	0.72	1.31
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.84	146.90	147.58	6.23	0.78	1.33
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.84	146.90	147.58	6.23	0.78	1.33
Reach 1	45	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	3.46	146.53	147.08	5.68	0.61	1.27
Reach 1	45	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	3.46	146.53	147.08	5.68	0.61	1.27
Reach 1	45	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.28	146.53	147.16	5.95	0.72	1.31
Reach 1	45	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.28	146.53	147.16	5.95	0.72	1.31
Reach 1	45	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.40	146.53	147.18	5.99	0.73	1.32
Reach 1	45	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.40	146.53	147.18	5.99	0.73	1.32
Reach 1	45	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.84	146.53	147.22	6.11	0.79	1.34
Reach 1	45	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.84	146.53	147.22	6.11	0.79	1.34
Reach 1	40			Culvert					
Reach 1	35	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	3.46	146.21	146.81	5.10	0.68	1.29
Reach 1	35	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	3.46	146.21	146.86	4.70	0.74	1.32
Reach 1	35	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.28	146.21	146.87	5.64	0.76	1.33
Reach 1	35	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.28	146.21	146.95	5.00	0.86	1.36
Reach 1	35	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.40	146.21	146.88	5.71	0.77	1.33
Reach 1	35	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.40	146.21	146.96	5.04	0.87	1.37
Reach 1	35	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.84	146.21	146.92	5.94	0.81	1.35
Reach 1	35	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.84	146.21	147.00	5.18	0.93	1.39

Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	3.46	145.91	146.52	5.04	0.69	1.30
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	3.46	145.91	146.55	4.78	0.72	1.31
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.28	145.91	146.59	5.47	0.78	1.33
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.28	145.91	146.64	5.07	0.84	1.36
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.40	145.91	146.60	5.53	0.80	1.34
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.40	145.91	146.65	5.11	0.86	1.36
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.84	145.91	146.64	5.73	0.85	1.36
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.84	145.91	146.70	5.24	0.92	1.39
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	3.46	145.54	146.21	4.47	0.77	1.33
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	3.46	145.54	146.23	4.38	0.79	1.34
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.28	145.54	146.30	4.82	0.89	1.37
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.28	145.54	146.32	4.64	0.92	1.39
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.40	145.54	146.31	4.87	0.90	1.38
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.40	145.54	146.34	4.68	0.94	1.39
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.84	145.54	146.35	5.03	0.96	1.40
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.84	145.54	146.39	4.80	1.01	1.42
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	3.46	145.28	146.04	3.88	0.89	1.38
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	3.46	145.28	146.05	3.83	0.90	1.38
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.28	145.28	146.14	4.17	1.03	1.42
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.28	145.28	146.15	4.08	1.05	1.43
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.40	145.28	146.15	4.20	1.05	1.43
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.40	145.28	146.17	4.11	1.07	1.44
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.84	145.28	146.20	4.34	1.11	1.46
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.84	145.28	146.22	4.23	1.15	1.47
Reach 1	1	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	3.46	144.90	145.61	4.19	0.83	1.35
Reach 1	1	TR50	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	3.46	144.90	145.62	4.17	0.83	1.35
Reach 1	1	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.28	144.90	145.72	4.42	0.97	1.41
Reach 1	1	TR100	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.28	144.90	145.72	4.39	0.97	1.41
Reach 1	1	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.40	144.90	145.73	4.47	0.99	1.41
Reach 1	1	TR200	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.40	144.90	145.74	4.42	1.00	1.42
Reach 1	1	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-post	4.84	144.90	145.78	4.57	1.06	1.44
Reach 1	1	TR300	Run 1 INT.01c1 T4 ex-ante	4.84	144.90	145.79	4.52	1.07	1.44

Fig. 68: Confronto parametri idraulici ex ante / ex post

dove

$Min\ Ch\ El =$ Quota fondo canale

$W.S.\ Elev =$ Livello Pelo libero flusso idrico (Tirante)

$Vel\ Chnl =$ Velocità del flusso idrico

$Flow\ Area =$ Area del contorno bagnato

$Top\ Width =$ Larghezza flusso idrico in testa

I risultati della simulazione, riportati in figura 68, indicano che l'impluvio, nelle dimensioni riportate (fig. 64), è in grado di contenere le portate di piena in progetto ($Top\ Width < 1.8$) anche in riferimento ad una piena con Tr 300 anni.

In relazione ai parametri idraulici più indicativi, ovvero al *tirante idraulico* ($W.S.\ Elevation$) ed al valore di *velocità totale* ($Vel\ Chnl$) l'inserimento del tombino (ubicato in corrispondenza della sez. n.40), con pendenza di circa il 3.4%, non implica alcun aumento dei tiranti idraulici o delle velocità di deflusso, a monte del tombino; relativamente alla sezione di valle (sez. n.35) la simulazione evidenzia un lieve diminuzione dei tiranti idraulici, nell'ordine massimo di 8 cm a fronte di un aumento delle velocità di deflusso, che in ogni caso tendono rapidamente a normalizzarsi, nell'arco di poche decine di metri (sez. n.1).

- Valutazioni sul franco idraulico del tombino

In figura 69 sono riportate le sezioni di monte e valle del tombino con indicata l'altezza del tirante idrico per Tr 200 anni. La modellazione indica:

Tempo di Ritorno 200 anni	Altezza Tirante Idrico (metri)	Franco Netto (metri)
Sezione di Monte	0.44	0.86
Sezione di Valle	0.42	0.88

Pertanto considerando un tombino di progetto di forma rettangolare (fig. 65), con dimensioni minime in larghezza (*Span*) pari a 2.0 metri e in altezza (*Rise*) di 1.3 metri, la simulazione indica una verifica positiva, ovvero la compatibilità idraulica del manufatto, *con un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza del tombino* (pari a 0.87 metri) e garantendo un *franco netto minimo* superiore ai 0.5 metri come previsto nelle NTC 2018 per gli attraversamenti con tombino (Par. C5.1.2.3 - Compatibilità Idraulica).

Relativamente alla valutazione del rischio residuo il tombino risulta in grado di contenere anche una portata di piena con tempo di ritorno a 300 anni con valori del tirante e del franco idraulico comunque compatibili a quelli previsti dalle NTC2018.

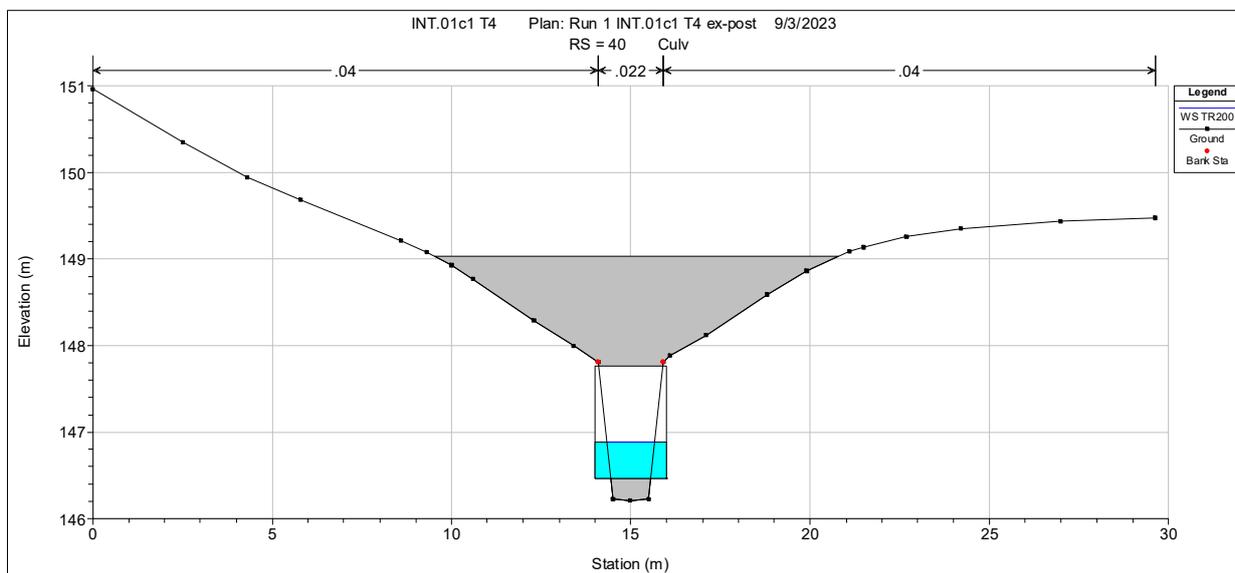
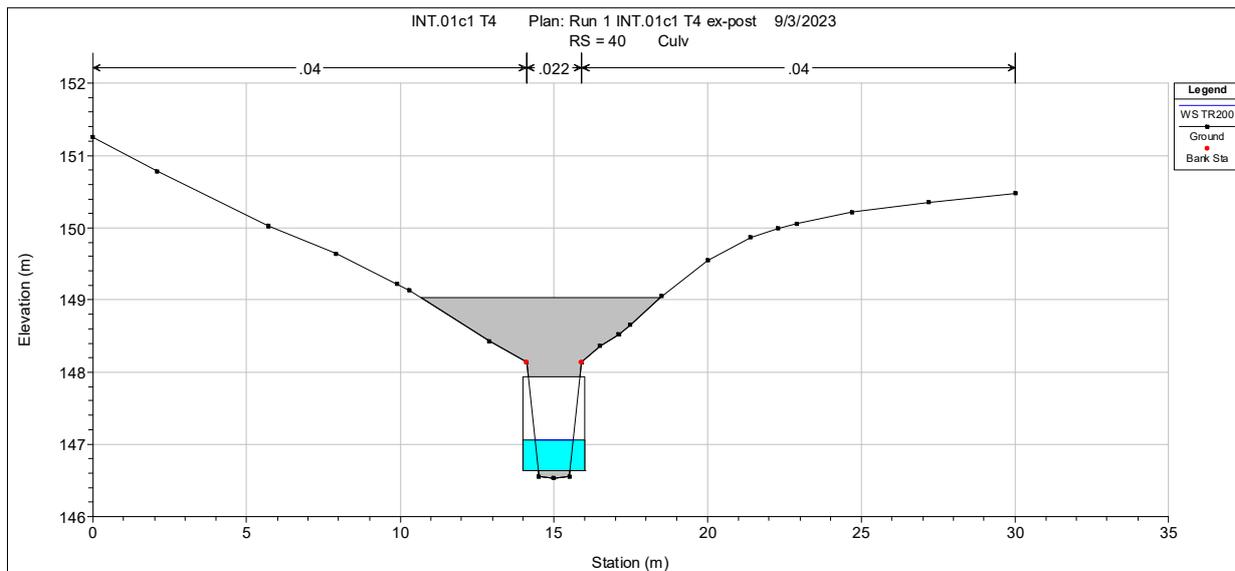


Fig. 69: Sezioni tombino (scala altezza variabili); Tirante idrico Tr200

5.5.4 *Analisi Idraulica Tombino T5 (Impluvio INT.01d AGV-1)*

Il tombino etichettato, nella Tav. 06c, con la sigla T5 è relativo all’impluvio INT.01d (AGV-1) interferente con la viabilità di nuova realizzazione interna all’impianto AGV-1. Di seguito si riportano, per il tombino in questione, i risultati dell’analisi eseguita.

Parametri di input		
		<i>note</i>
n° sezioni di analisi	11	
Sviluppo lineare simulazione	90	metri
Geometria area di simulazione	-----	Fig. 70
Geometria e parametri idraulici tombino	-----	Fig. 72
Condizione al contorno di monte	0.035	Normal Depth (Upstream)
Condizione al contorno di valle	0.022	Normal Depth (Downstream)
Regime di moto	Permanente	a pelo libero (Low Flow Methods)
Regime di flusso	Misto	(mixed)
Portata di progetto (Tr 50)	6.74	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 100)	8.36	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 200)	10.03	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 300)	11.02	m ³ /s



Fig. 70: Geometria Area di simulazione (HEC-RAS)

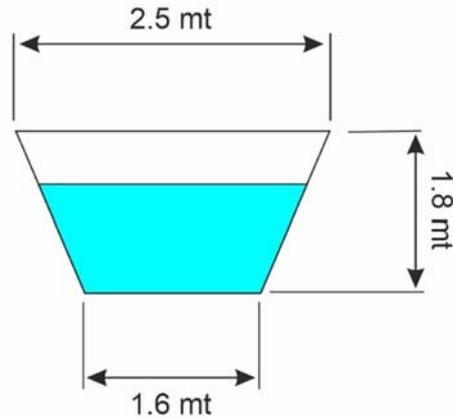


Fig. 71: Sezione di verifica Impluvio INT.01d (intorno tombino)

Culvert Data Editor

Culvert Group: **Culvert #1**

Solution Criteria: **Computed Flow Control**

Shape: **Box** Span: **2.5** Rise: **2**

Chart #: **8 - flared wingwalls**

Scale #: **1 - Wingwall flared 30 to 75 deg.**

Distance to Upstrm XS: **2**

Culvert Length: **5**

Entrance Loss Coeff: **0.5**

Exit Loss Coeff: **1**

Manning's n for Top: **0.011**

Manning's n for Bottom: **0.013**

Depth to use Bottom n: **0**

Depth Blocked: **0**

Upstream Invert Elev: **130.9**

Downstream Invert Elev: **130.64**

Culvert Barrel Data

Barrel Centerline Stations				# Barrels :
	Barrel Name	US Sta	DS Sta	
1	INT.01d T5	15	15	1
2				
3				
4				
5				

Barrel GIS Data: INT.01d T5
 Length: 0

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		

Individual Barrel Centerlines ... Show on Map OK Cancel Help

Select culvert to edit

Fig. 72: Parametri idraulici tombino (culvert)

- Risultati della simulazione

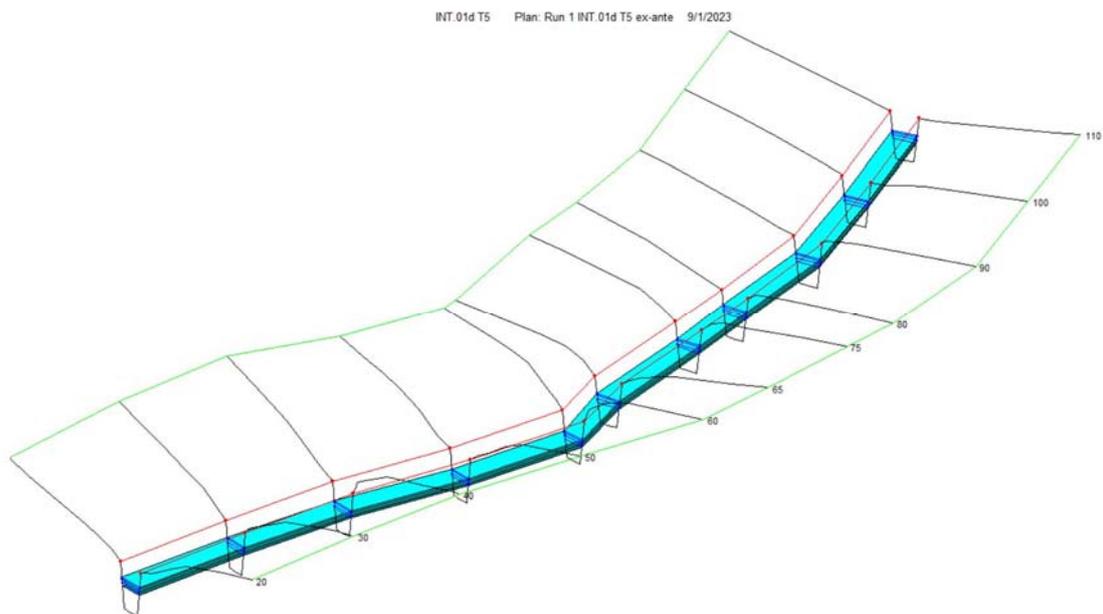


Fig. 73: Geometria 3D; condizione ante-operam

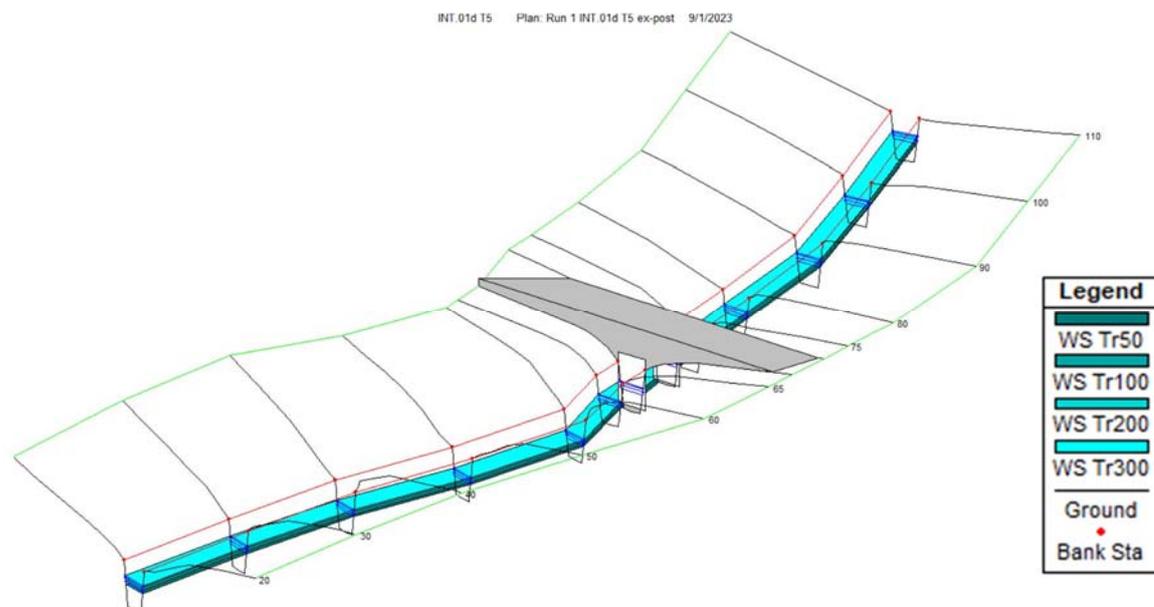


Fig. 74: Geometria 3D INT.01d; condizione post-operam

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)
Reach 1	110	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-post	6.74	131.87	132.65	4.89	1.38	1.98
Reach 1	110	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	6.74	131.87	132.65	4.89	1.38	1.98
Reach 1	110	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-post	8.36	131.87	132.77	5.17	1.62	2.04
Reach 1	110	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	8.36	131.87	132.77	5.17	1.62	2.04
Reach 1	110	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-post	10.03	131.87	132.88	5.42	1.85	2.10
Reach 1	110	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	10.03	131.87	132.88	5.42	1.85	2.10
Reach 1	110	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-post	11.02	131.87	132.95	5.54	1.99	2.13
Reach 1	110	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	11.02	131.87	132.95	5.54	1.99	2.13
Reach 1	100	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-post	6.74	131.52	132.30	4.89	1.38	1.98
Reach 1	100	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	6.74	131.52	132.30	4.89	1.38	1.98
Reach 1	100	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-post	8.36	131.52	132.42	5.16	1.62	2.04
Reach 1	100	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	8.36	131.52	132.42	5.16	1.62	2.04
Reach 1	100	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-post	10.03	131.52	132.53	5.42	1.85	2.10
Reach 1	100	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	10.03	131.52	132.53	5.42	1.85	2.10
Reach 1	100	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-post	11.02	131.52	132.60	5.54	1.99	2.13
Reach 1	100	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	11.02	131.52	132.60	5.54	1.99	2.13
Reach 1	90	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-post	6.74	131.31	132.17	4.37	1.54	2.03
Reach 1	90	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	6.74	131.31	132.17	4.37	1.54	2.03
Reach 1	90	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-post	8.36	131.31	132.29	4.66	1.79	2.09
Reach 1	90	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	8.36	131.31	132.29	4.66	1.79	2.09
Reach 1	90	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-post	10.03	131.31	132.41	4.91	2.04	2.15
Reach 1	90	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	10.03	131.31	132.41	4.91	2.04	2.15
Reach 1	90	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-post	11.02	131.31	132.48	5.04	2.18	2.18
Reach 1	90	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	11.02	131.31	132.48	5.04	2.18	2.18
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-post	6.74	131.10	132.01	4.13	1.63	2.05
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	6.74	131.10	132.01	4.13	1.63	2.05
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-post	8.36	131.10	132.14	4.40	1.90	2.11
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	8.36	131.10	132.14	4.40	1.90	2.11
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-post	10.03	131.10	132.26	4.63	2.17	2.18
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	10.03	131.10	132.26	4.63	2.17	2.18
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-post	11.02	131.10	132.33	4.75	2.32	2.21
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	11.02	131.10	132.33	4.75	2.32	2.21
Reach 1	75	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-post	6.74	130.80	131.62	4.63	1.45	2.00
Reach 1	75	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	6.74	130.80	131.62	4.63	1.45	2.00
Reach 1	75	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-post	8.36	130.80	131.75	4.88	1.71	2.07
Reach 1	75	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	8.36	130.80	131.75	4.88	1.71	2.07
Reach 1	75	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-post	10.03	130.80	131.87	5.09	1.97	2.13
Reach 1	75	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	10.03	130.80	131.87	5.09	1.97	2.13
Reach 1	75	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-post	11.02	130.80	131.94	5.20	2.12	2.16
Reach 1	75	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	11.02	130.80	131.94	5.20	2.12	2.16
Reach 1	70			Culvert					
Reach 1	65	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-post	6.74	130.44	131.23	4.82	1.40	1.99
Reach 1	65	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	6.74	130.44	131.24	4.77	1.41	1.99
Reach 1	65	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-post	8.36	130.44	131.34	5.16	1.62	2.05
Reach 1	65	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	8.36	130.44	131.36	5.02	1.67	2.06
Reach 1	65	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-post	10.03	130.44	131.45	5.44	1.84	2.10
Reach 1	65	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	10.03	130.44	131.48	5.24	1.92	2.12
Reach 1	65	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-post	11.02	130.44	131.51	5.59	1.97	2.13
Reach 1	65	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	11.02	130.44	131.55	5.35	2.06	2.15
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-post	6.74	129.99	130.70	5.40	1.25	1.95
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	6.74	129.99	130.71	5.37	1.25	1.95
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-post	8.36	129.99	130.81	5.70	1.47	2.01
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	8.36	129.99	130.83	5.61	1.49	2.01
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-post	10.03	129.99	130.92	5.96	1.68	2.06
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	10.03	129.99	130.94	5.82	1.72	2.07
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-post	11.02	129.99	130.98	6.09	1.81	2.09
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	11.02	129.99	131.01	5.93	1.86	2.10

Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-post	6.74	129.60	130.34	5.21	1.29	1.96
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	6.74	129.60	130.34	5.20	1.30	1.96
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-post	8.36	129.60	130.45	5.53	1.51	2.02
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	8.36	129.60	130.45	5.49	1.52	2.02
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-post	10.03	129.60	130.55	5.80	1.73	2.07
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	10.03	129.60	130.56	5.73	1.75	2.08
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-post	11.02	129.60	130.61	5.93	1.86	2.10
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	11.02	129.60	130.63	5.86	1.88	2.11
Reach 1	40	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-post	6.74	129.30	130.08	4.86	1.39	1.99
Reach 1	40	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	6.74	129.30	130.09	4.85	1.39	1.99
Reach 1	40	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-post	8.36	129.30	130.20	5.18	1.61	2.04
Reach 1	40	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	8.36	129.30	130.20	5.16	1.62	2.05
Reach 1	40	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-post	10.03	129.30	130.31	5.45	1.84	2.10
Reach 1	40	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	10.03	129.30	130.31	5.41	1.85	2.10
Reach 1	40	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-post	11.02	129.30	130.37	5.59	1.97	2.13
Reach 1	40	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	11.02	129.30	130.38	5.55	1.99	2.13
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-post	6.74	129.10	129.97	4.31	1.56	2.03
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	6.74	129.10	129.97	4.31	1.57	2.03
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-post	8.36	129.10	130.09	4.62	1.81	2.09
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	8.36	129.10	130.09	4.61	1.81	2.09
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-post	10.03	129.10	130.20	4.89	2.05	2.15
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	10.03	129.10	130.21	4.87	2.06	2.15
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-post	11.02	129.10	130.27	5.04	2.19	2.18
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	11.02	129.10	130.28	5.01	2.20	2.18
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-post	6.74	128.88	129.78	4.16	1.62	2.04
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	6.74	128.88	129.78	4.16	1.62	2.04
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-post	8.36	128.88	129.91	4.43	1.89	2.11
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	8.36	128.88	129.91	4.43	1.89	2.11
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-post	10.03	128.88	130.03	4.67	2.15	2.17
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	10.03	128.88	130.03	4.66	2.15	2.17
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-post	11.02	128.88	130.10	4.80	2.30	2.21
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.01d T5 ex-ante	11.02	128.88	130.10	4.78	2.30	2.21

Fig. 75: Confronto parametri idraulici ex ante / ex post

dove

Min Ch El = Quota fondo canale

W.S. Elev = Livello Pelo libero flusso idrico (Tirante)

Vel Chnl = Velocità del flusso idrico

Flow Area = Area del contorno bagnato

Top Width = Larghezza flusso idrico in testa

I risultati della simulazione, riportati in figura 75, indicano che l'impianto, nelle dimensioni riportate (fig. 71), è in grado di contenere le portate di piena in progetto ($Top\ Width < 2.5$) anche in riferimento ad una piena con T_r 300 anni.

In relazione ai parametri idraulici più indicativi, ovvero al *tirante idraulico* (*W.S. Elevation*) ed al valore di *velocità totale* (*Vel Chnl*) l'inserimento del tombino (ubicato in corrispondenza della sez. n.70), con pendenza di circa il 5.2%, non implica alcun aumento dei tiranti idraulici o delle velocità di deflusso, a monte del tombino; relativamente alla sezione di valle (sez. n.65) la simulazione evidenzia una piccola diminuzione dei tiranti idraulici, nell'ordine massimo di 4 cm a fronte di un aumento delle velocità di deflusso, che in ogni caso tendono rapidamente a normalizzarsi, nell'arco di poche decine di metri (sez. n.30).

- Valutazioni sul franco idraulico del tombino

In figura 76 sono riportate le sezioni di monte e valle del tombino con indicata l'altezza del tirante idrico per Tr 200 anni. La modellazione indica:

Tempo di Ritorno 200 anni	Altezza Tirante Idrico (metri)	Franco Netto (metri)
Sezione di Monte	0.97	1.03
Sezione di Valle	0.81	1.19

Pertanto considerando un tombino di progetto di forma rettangolare (fig. 72), con dimensioni minime in larghezza (*Span*) pari a 2.5 metri e in altezza (*Rise*) di 2.0 metri, la simulazione indica una verifica positiva, ovvero la compatibilità idraulica del manufatto, *con un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza del tombino* (pari a 1.33 metri) e garantendo un *franco netto minimo* superiore ai 0.5 metri come previsto nelle NTC 2018 per gli attraversamenti con tombino (Par. C5.1.2.3 - Compatibilità Idraulica).

Relativamente alla valutazione del rischio residuo il tombino risulta in grado di contenere anche una portata di piena con tempo di ritorno a 300 anni con valori del tirante e del franco idraulico comunque compatibili a quelli previsti dalle NTC2018.

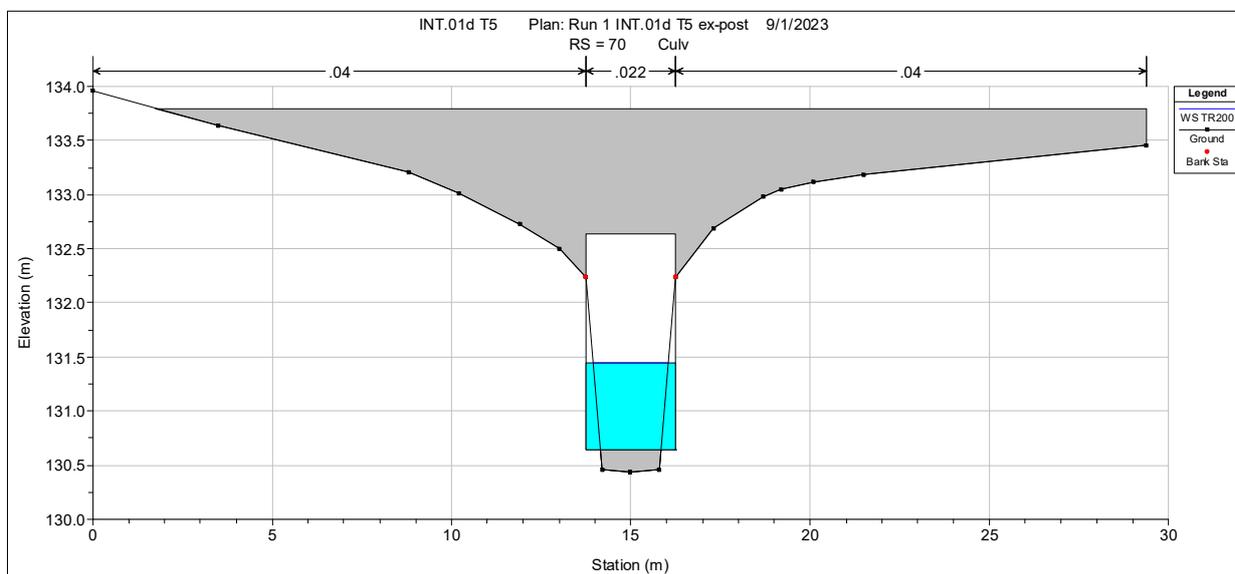
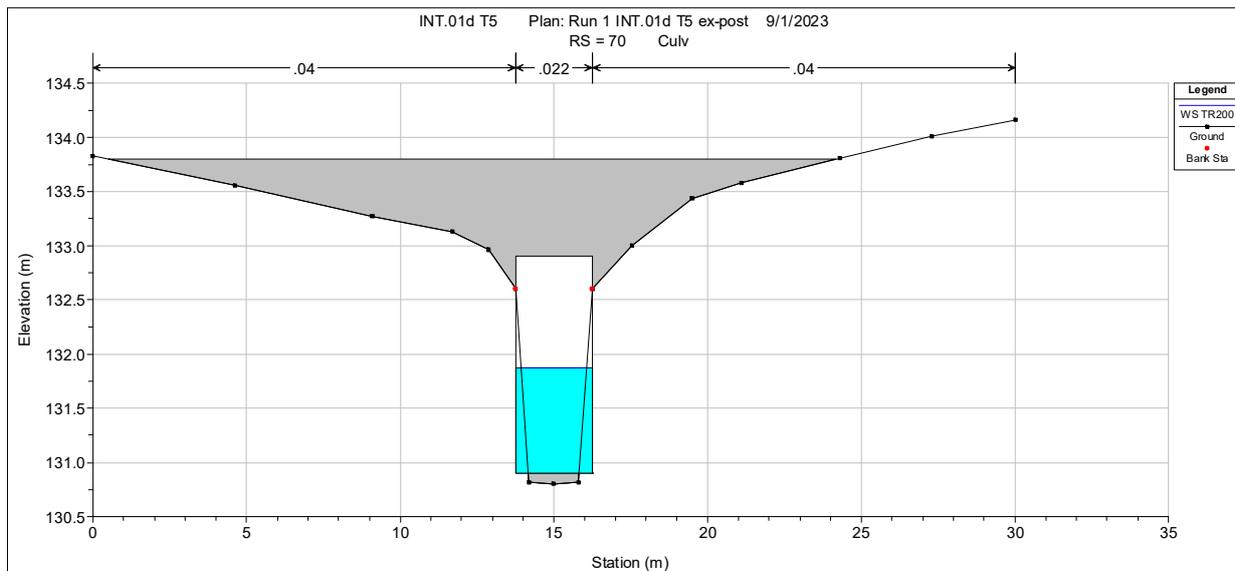


Fig. 76: Sezioni tombino (scala altezza variabili); Tirante idrico Tr200

5.5.5 *Analisi Idraulica Tombino T6 (Impluvio INT.01d3 AGV-1)*

Il tombino etichettato, nella Tav. 06c, con la sigla T6 si riferisce all’impluvio INT.01d3 (AGV-1) interferente con la viabilità di nuova realizzazione interna all’impianto AGV-1. Di seguito si riportano, per il tombino in questione, i risultati dell’analisi eseguita.

Parametri di input		
		<i>note</i>
n° sezioni di analisi	10	
Sviluppo lineare simulazione	79	metri
Geometria area di simulazione	-----	Fig. 77
Geometria e parametri idraulici tombino	-----	Fig. 79
Condizione al contorno di monte	0.051	Normal Depth (Upstream)
Condizione al contorno di valle	0.039	Normal Depth (Downstream)
Regime di moto	Permanente	a pelo libero (Low Flow Methods)
Regime di flusso	Misto	(mixed)
Portata di progetto (Tr 50)	2.64	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 100)	3.27	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 200)	3.92	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 300)	4.30	m ³ /s

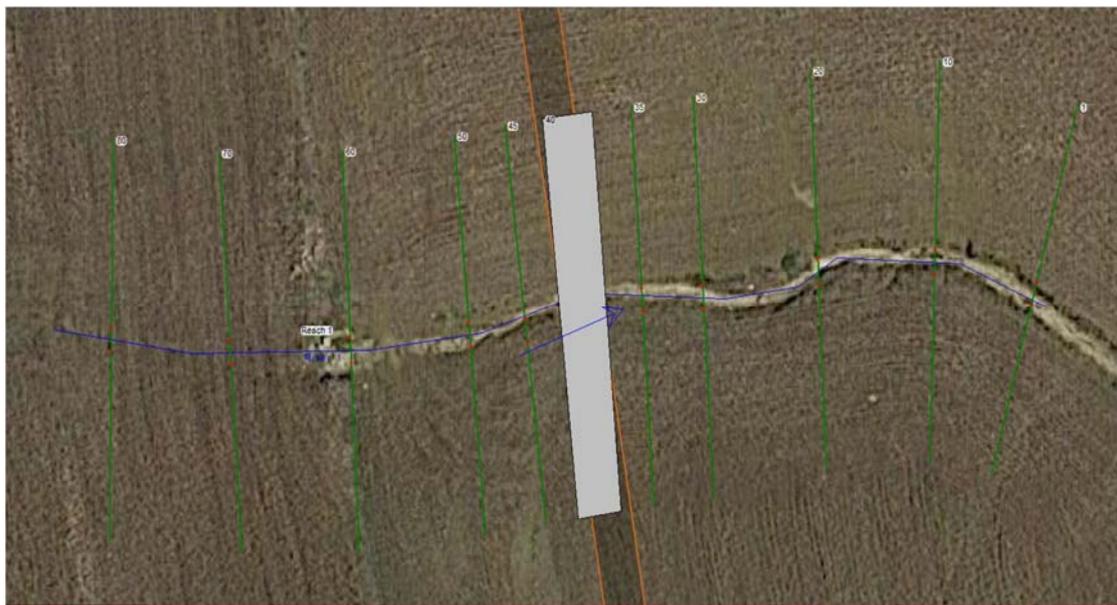


Fig. 77: Geometria Area di simulazione (HEC-RAS)

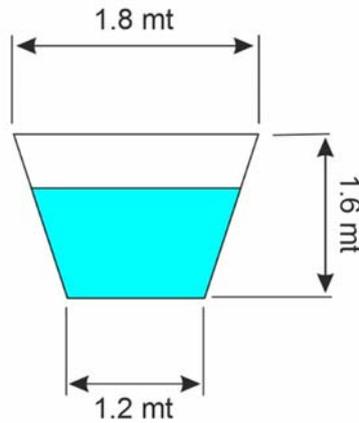


Fig. 78: Sezione di verifica Impluvio INT.01d3 (intorno tombino)

Culvert Data Editor

Culvert Group: **Culvert #1**

Solution Criteria: **Computed Flow Control**

Shape: **Box** Span: **2** Rise: **1.3**

Chart #: **8 - flared wingwalls**

Scale #: **1 - Wingwall flared 30 to 75 deg.**

Distance to Upstrm XS: **2**

Culvert Length: **5**

Entrance Loss Coeff: **0.5**

Exit Loss Coeff: **1**

Manning's n for Top: **0.011**

Manning's n for Bottom: **0.03**

Depth to use Bottom n: **0**

Depth Blocked: **0**

Upstream Invert Elev: **154.08**

Downstream Invert Elev: **153.93**

Culvert Barrel Data

Barrel Centerline Stations # Barrels: **1**

	Barrel Name	US Sta	DS Sta
1	INT.01d3 T6	15.5	14.5
2			
3			
4			
5			

Barrel GIS Data: INT.01d3 T6
 Length: 0

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		

Individual Barrel Centerlines ... Show on Map OK Cancel Help

Select culvert to edit

Fig. 79: Parametri idraulici tombino (culvert)

- Risultati della simulazione

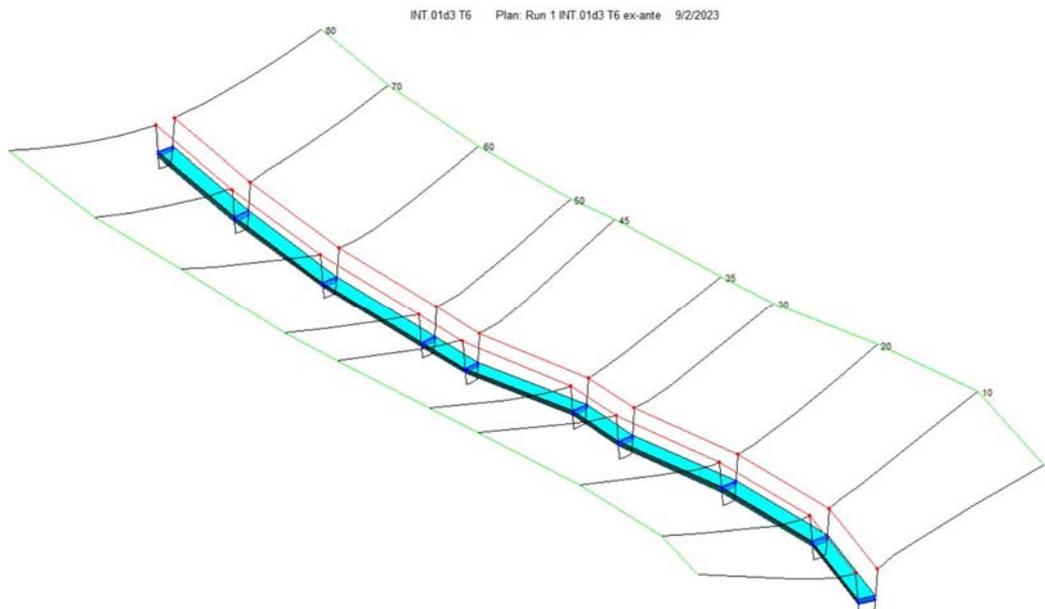


Fig. 80: Geometria 3D; condizione ante-operam

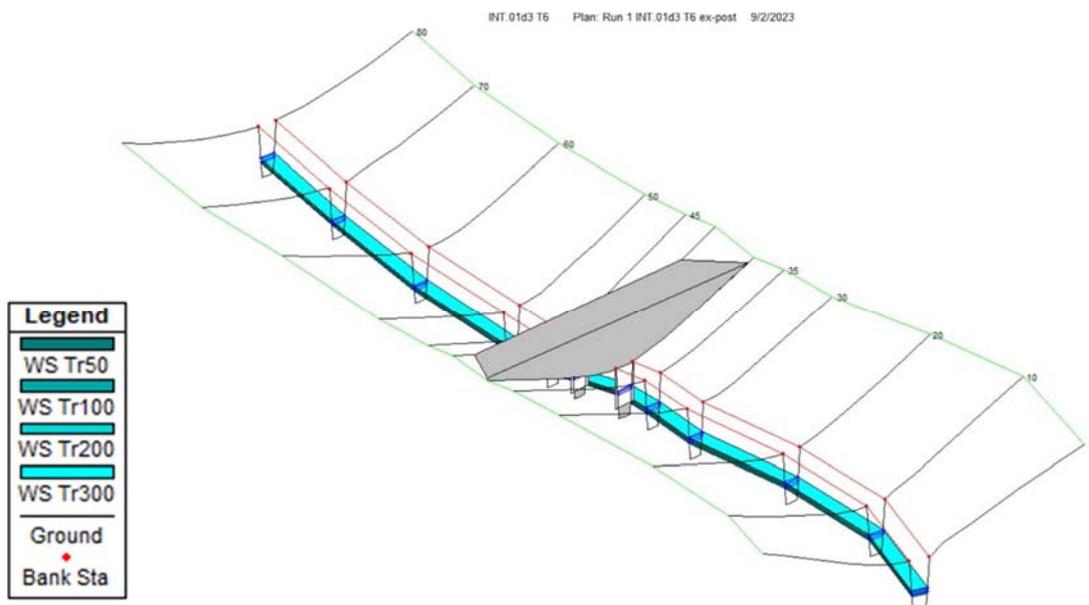


Fig. 81: Geometria 3D INT.01d3; condizione post-operam

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	2.64	155.93	156.41	4.41	0.60	1.36
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	2.64	155.93	156.41	4.41	0.60	1.36
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.27	155.93	156.48	4.67	0.70	1.39
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.27	155.93	156.48	4.67	0.70	1.39
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.92	155.93	156.55	4.90	0.80	1.42
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.92	155.93	156.55	4.90	0.80	1.42
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	4.30	155.93	156.59	5.02	0.86	1.43
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	4.30	155.93	156.59	5.02	0.86	1.43
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	2.64	155.42	155.90	4.41	0.60	1.36
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	2.64	155.42	155.90	4.41	0.60	1.36
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.27	155.42	155.97	4.67	0.70	1.39
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.27	155.42	155.97	4.67	0.70	1.39
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.92	155.42	156.04	4.90	0.80	1.42
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.92	155.42	156.04	4.90	0.80	1.42
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	4.30	155.42	156.08	5.02	0.86	1.43
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	4.30	155.42	156.08	5.02	0.86	1.43
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	2.64	154.72	155.17	4.74	0.56	1.35
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	2.64	154.72	155.17	4.74	0.56	1.35
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.27	154.72	155.24	5.00	0.65	1.38
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.27	154.72	155.24	5.00	0.65	1.38
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.92	154.72	155.31	5.22	0.75	1.40
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.92	154.72	155.31	5.22	0.75	1.40
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	4.30	154.72	155.35	5.33	0.81	1.42
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	4.30	154.72	155.35	5.33	0.81	1.42
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	2.64	154.04	154.48	4.82	0.55	1.35
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	2.64	154.04	154.48	4.82	0.55	1.35
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.27	154.04	154.55	5.10	0.64	1.37
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.27	154.04	154.55	5.10	0.64	1.37
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.92	154.04	154.62	5.33	0.73	1.40
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.92	154.04	154.62	5.33	0.73	1.40
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	4.30	154.04	154.65	5.46	0.79	1.41
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	4.30	154.04	154.65	5.46	0.79	1.41
Reach 1	45	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	2.64	153.83	154.30	4.52	0.58	1.36
Reach 1	45	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.27	153.83	154.37	4.81	0.68	1.38
Reach 1	45	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.27	153.83	154.37	4.81	0.68	1.38
Reach 1	45	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.92	153.83	154.43	5.06	0.77	1.41
Reach 1	45	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.92	153.83	154.43	5.06	0.77	1.41
Reach 1	45	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	4.30	153.83	154.47	5.19	0.83	1.42
Reach 1	45	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	4.30	153.83	154.47	5.19	0.83	1.42
Reach 1	40		Culvert						
Reach 1	35	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	2.64	153.53	154.11	3.57	0.74	1.40
Reach 1	35	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	2.64	153.53	154.08	3.81	0.69	1.39
Reach 1	35	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.27	153.53	154.20	3.80	0.86	1.43
Reach 1	35	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.27	153.53	154.15	4.10	0.80	1.41
Reach 1	35	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.92	153.53	154.28	3.99	0.98	1.46
Reach 1	35	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.92	153.53	154.22	4.34	0.90	1.44
Reach 1	35	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	4.30	153.53	154.33	4.10	1.05	1.48
Reach 1	35	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	4.30	153.53	154.27	4.47	0.96	1.46

Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	2.64	153.28	153.82	3.88	0.68	1.38
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	2.64	153.28	153.80	4.01	0.66	1.38
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.27	153.28	153.90	4.09	0.80	1.42
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.27	153.28	153.88	4.26	0.77	1.41
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.92	153.28	153.98	4.27	0.92	1.44
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.92	153.28	153.95	4.49	0.87	1.43
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	4.30	153.28	154.03	4.37	0.98	1.46
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	4.30	153.28	154.00	4.61	0.93	1.45
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	2.64	152.95	153.50	3.77	0.70	1.39
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	2.64	152.95	153.50	3.79	0.70	1.39
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.27	152.95	153.59	4.00	0.82	1.42
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.27	152.95	153.58	4.03	0.81	1.42
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.92	152.95	153.67	4.19	0.94	1.45
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.92	152.95	153.66	4.24	0.92	1.45
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	4.30	152.95	153.71	4.29	1.00	1.47
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	4.30	152.95	153.70	4.35	0.99	1.46
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	2.64	152.54	153.07	3.95	0.67	1.38
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	2.64	152.54	153.07	3.96	0.67	1.38
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.27	152.54	153.15	4.17	0.78	1.41
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.27	152.54	153.15	4.19	0.78	1.41
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.92	152.54	153.23	4.36	0.90	1.44
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.92	152.54	153.23	4.38	0.89	1.44
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	4.30	152.54	153.28	4.46	0.96	1.46
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	4.30	152.54	153.27	4.49	0.96	1.45
Reach 1	1	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	2.64	152.15	152.66	4.09	0.65	1.38
Reach 1	1	TR50	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	2.64	152.15	152.66	4.09	0.65	1.38
Reach 1	1	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.27	152.15	152.74	4.31	0.76	1.40
Reach 1	1	TR100	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.27	152.15	152.74	4.32	0.76	1.40
Reach 1	1	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	3.92	152.15	152.82	4.50	0.87	1.43
Reach 1	1	TR200	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	3.92	152.15	152.82	4.52	0.87	1.43
Reach 1	1	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-post	4.30	152.15	152.87	4.60	0.93	1.45
Reach 1	1	TR300	Run 1 INT.01d3 T6 ex-ante	4.30	152.15	152.86	4.61	0.93	1.45

Fig. 82: Confronto parametri idraulici ex ante / ex post

dove

$Min\ Ch\ El =$ Quota fondo canale

$W.S.\ Elev =$ Livello Pelo libero flusso idrico (Tirante)

$Vel\ Chnl =$ Velocità del flusso idrico

$Flow\ Area =$ Area del contorno bagnato

$Top\ Width =$ Larghezza flusso idrico in testa

I risultati della simulazione, riportati in figura 82, indicano che l'impluvio, nelle dimensioni riportate (fig. 78), è in grado di contenere le portate di piena in progetto (Top Width < 1.8) anche in riferimento ad una piena con Tr 300 anni.

In relazione ai parametri idraulici più indicativi, ovvero al *tirante idraulico* (W.S. Elevation) ed al valore di *velocità totale* (Vel Chnl) l'inserimento del tombino (ubicato in corrispondenza della sez. n.40), con pendenza di circa il 3%, non implica alcun aumento dei tiranti idraulici o delle velocità di deflusso, a monte del tombino; relativamente alla sezione di valle (sez. n.35) la simulazione evidenzia un piccolo aumento dei tiranti idraulici, nell'ordine massimo di 6 cm a fronte di una diminuzione delle velocità di deflusso, che in ogni caso tendono rapidamente a normalizzarsi, nell'arco di poche decine di metri (sez. n.10).

- Valutazioni sul franco idraulico del tombino

In figura 83 sono riportate le sezioni di monte e valle del tombino con indicata l'altezza del tirante idrico per Tr 200 anni. La modellazione indica:

Tempo di Ritorno 200 anni	Altezza Tirante Idrico (metri)	Franco Netto (metri)
Sezione di Monte	0.5	0.8
Sezione di Valle	0.52	0.78

Pertanto considerando un tombino di progetto di forma rettangolare (fig. 79), con dimensioni minime in larghezza (*Span*) pari a 2.0 metri e in altezza (*Rise*) di 1.3 metri, la simulazione indica una verifica positiva, ovvero la compatibilità idraulica del manufatto, *con un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza del tombino* (pari a 0.87 metri) e garantendo un *franco netto minimo* superiore ai 0.5 metri come previsto nelle NTC 2018 per gli attraversamenti con tombino (Par. C5.1.2.3 - Compatibilità Idraulica).

Relativamente alla valutazione del rischio residuo il tombino risulta in grado di contenere anche una portata di piena con tempo di ritorno a 300 anni con valori del tirante e del franco idraulico comunque compatibili a quelli previsti dalle NTC2018.

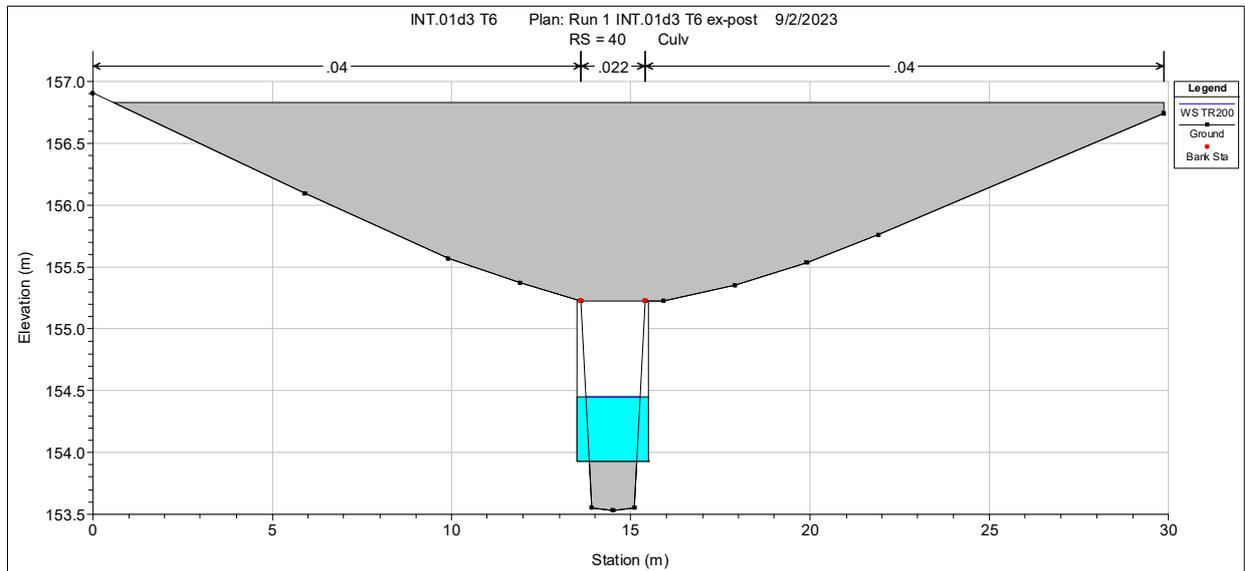
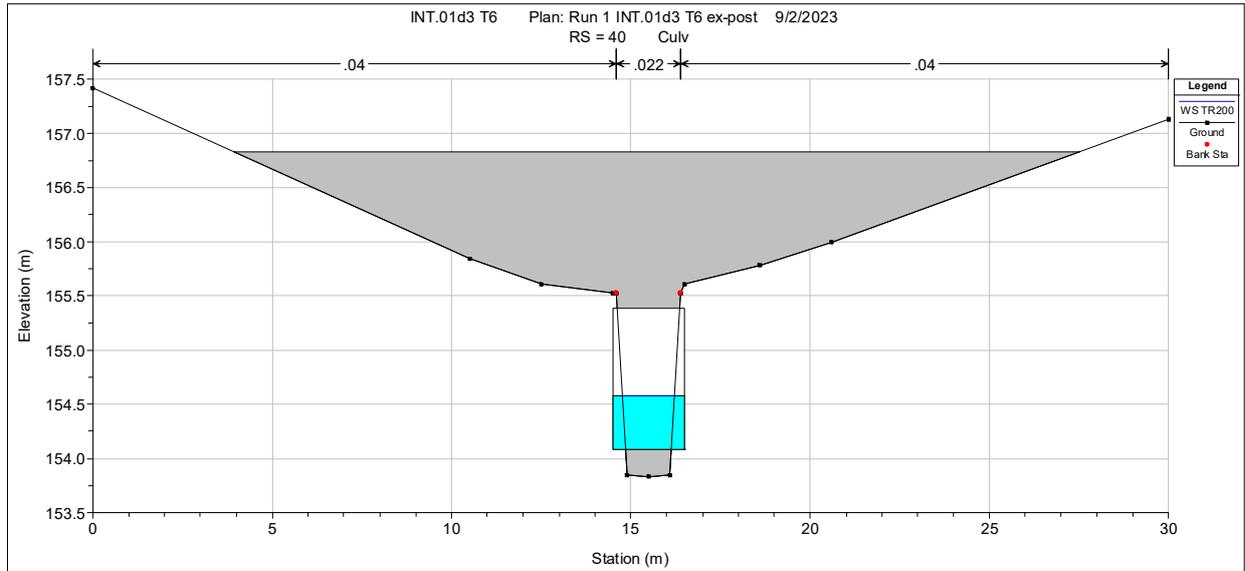


Fig. 83: Sezioni tombino (scala altezza variabili); Tirante idrico Tr200

5.5.6 *Analisi Idraulica Tombini T7 e T8 (Impluvio INT.02 valle AGV-1)*

I tombini etichettati, nella Tav. 06c, con le sigle T7 e T8 sono attinenti all’impluvio INT.02 valle (AGV-1) interferente con la viabilità di nuova realizzazione interna all’impianto AGV-1. La modellazione eseguita ha riguardato il manufatto T7 localizzato più a valle; per il manufatto T8 non si è proceduto ad eseguire un’analisi idraulica di dettaglio ritenendo idonea la predisposizione di un tombino di attraversamento con le dimensioni minime verificate per il tombino T7 (vedi dopo). Di seguito si riportano i risultati dell’analisi.

Parametri di input		
		<i>note</i>
n° sezioni di analisi	13	
Sviluppo lineare simulazione	110	metri
Geometria area di simulazione	-----	Fig. 84
Geometria e parametri idraulici tombino	-----	Fig. 86
Condizione al contorno di monte	0.014	Normal Depth (Upstream)
Condizione al contorno di valle	0.01	Normal Depth (Downstream)
Regime di moto	Permanente	a pelo libero (Low Flow Methods)
Regime di flusso	Misto	(mixed)
Portata di progetto (Tr 50)	12.77	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 100)	15.66	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 200)	18.61	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 300)	20.36	m ³ /s



Fig. 84: Geometria Area di simulazione (HEC-RAS)

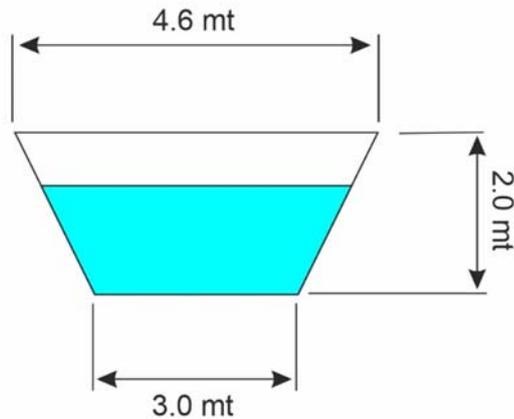


Fig. 85: Sezione di verifica Impluvio INT.02 valle (intorno tombino)

Culvert Data Editor

Culvert Group: **Culvert #1**

Solution Criteria: **Computed Flow Control**

Shape: **Box** Span: **2.5** Rise: **2**

Chart #: **8 - flared wingwalls**

Scale #: **1 - Wingwall flared 30 to 75 deg.**

Distance to Upstrm XS: **2**

Culvert Length: **5**

Entrance Loss Coeff: **0.5** (?)

Exit Loss Coeff: **1**

Manning's n for Top: **0.011** (?)

Manning's n for Bottom: **0.013**

Depth to use Bottom n: **0**

Depth Blocked: **0**

Upstream Invert Elev: **107.31**

Downstream Invert Elev: **107.21**

Culvert Barrel Data

Barrel Centerline Stations # Barrels: **2**

	Barrel Name	US Sta	DS Sta
1	INT.02 valle T7 sx	13.5	13.5
2	INT.02 valle T7 dx	16.5	16.5
3			
4			
5			

Barrel GIS Data: INT.02 valle T7 sx Length: 0

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		

Individual Barrel Centerlines ... Show on Map OK Cancel Help

Select culvert to edit

Fig. 86: Parametri idraulici tombino (culvert)

- Risultati della simulazione

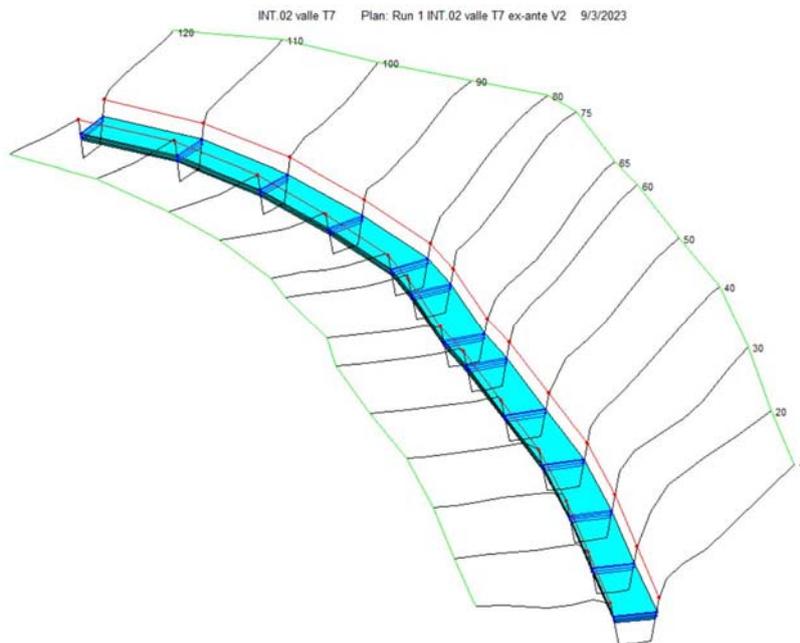


Fig. 87: Geometria 3D; condizione ante-operam

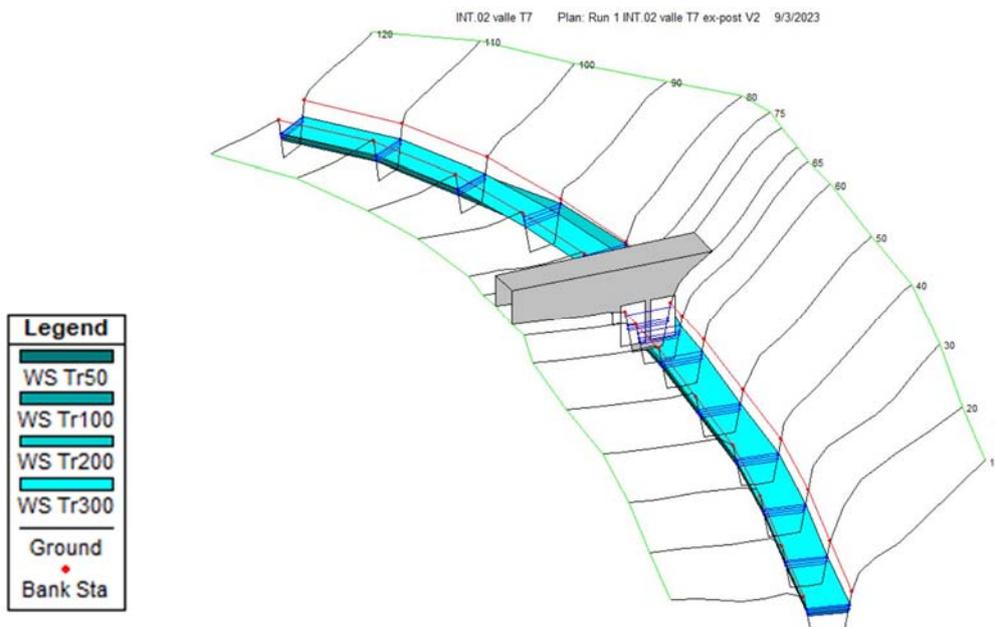


Fig. 88: Geometria 3D INT.02 valle; condizione post-operam

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)
Reach 1	120	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	107.56	108.52	3.99	3.20	3.76
Reach 1	120	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	107.56	108.52	3.99	3.20	3.76
Reach 1	120	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	107.56	108.65	4.23	3.70	3.86
Reach 1	120	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	107.56	108.65	4.23	3.70	3.86
Reach 1	120	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	107.56	108.77	4.45	4.19	3.96
Reach 1	120	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	107.56	108.77	4.45	4.19	3.96
Reach 1	120	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	107.56	108.84	4.56	4.47	4.02
Reach 1	120	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	107.56	108.84	4.56	4.47	4.02
Reach 1	110	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	107.42	108.38	3.96	3.22	3.76
Reach 1	110	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	107.42	108.38	3.96	3.22	3.76
Reach 1	110	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	107.42	108.51	4.21	3.72	3.87
Reach 1	110	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	107.42	108.51	4.21	3.72	3.87
Reach 1	110	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	107.42	108.64	4.43	4.20	3.97
Reach 1	110	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	107.42	108.64	4.43	4.20	3.97
Reach 1	110	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	107.42	108.71	4.55	4.48	4.02
Reach 1	110	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	107.42	108.71	4.55	4.48	4.02
Reach 1	100	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	107.28	108.25	3.96	3.23	3.76
Reach 1	100	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	107.28	108.25	3.96	3.23	3.76
Reach 1	100	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	107.28	108.37	4.21	3.72	3.87
Reach 1	100	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	107.28	108.37	4.21	3.72	3.87
Reach 1	100	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	107.28	108.50	4.43	4.20	3.97
Reach 1	100	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	107.28	108.50	4.43	4.20	3.97
Reach 1	100	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	107.28	108.57	4.55	4.48	4.02
Reach 1	100	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	107.28	108.57	4.55	4.48	4.02
Reach 1	90	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	107.15	108.59	2.50	5.11	4.15
Reach 1	90	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	107.15	108.13	3.91	3.27	3.77
Reach 1	90	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	107.15	108.77	2.66	5.88	4.30
Reach 1	90	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	107.15	108.26	4.16	3.77	3.88
Reach 1	90	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	107.15	108.95	2.80	6.66	4.44
Reach 1	90	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	107.15	108.38	4.38	4.25	3.98
Reach 1	90	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	107.15	108.45	4.49	4.53	4.03
Reach 1	90	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	107.15	108.45	4.49	4.53	4.03
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	107.03	108.60	2.26	5.64	4.25
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	107.03	108.04	3.78	3.38	3.80
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	107.03	108.78	2.44	6.43	4.40
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	107.03	108.17	4.02	3.89	3.90
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	107.03	108.96	2.58	7.23	4.54
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	107.03	108.29	4.24	4.39	4.01
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	107.03	108.37	4.35	4.68	4.06
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	107.03	108.37	4.35	4.68	4.06
Reach 1	75	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	106.96	108.60	2.14	5.96	4.31
Reach 1	75	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	106.96	107.96	3.81	3.35	3.79
Reach 1	75	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	106.96	108.79	2.31	6.77	4.46
Reach 1	75	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	106.96	108.09	4.06	3.86	3.90
Reach 1	75	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	106.96	108.96	2.46	7.57	4.60
Reach 1	75	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	106.96	108.21	4.28	4.35	4.00
Reach 1	75	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	106.96	108.29	4.38	4.65	4.06
Reach 1	75	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	106.96	108.29	4.38	4.65	4.06
Reach 1	70			Culvert					
Reach 1	65	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	106.83	107.84	3.77	3.39	3.80
Reach 1	65	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	106.83	107.82	3.85	3.32	3.78
Reach 1	65	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	106.83	108.00	3.91	4.00	3.93
Reach 1	65	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	106.83	107.95	4.09	3.83	3.89
Reach 1	65	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	106.83	108.12	4.13	4.51	4.03
Reach 1	65	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	106.83	108.08	4.30	4.33	3.99
Reach 1	65	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	106.83	108.40	3.61	5.65	4.25
Reach 1	65	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	106.83	108.15	4.41	4.62	4.05
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	106.76	107.76	3.81	3.35	3.79
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	106.76	107.74	3.87	3.30	3.78
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	106.76	107.91	3.97	3.95	3.92
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	106.76	107.88	4.12	3.80	3.89
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	106.76	108.04	4.18	4.45	4.02
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	106.76	108.00	4.32	4.31	3.99
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	106.76	108.21	3.95	5.16	4.16
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	106.76	108.08	4.43	4.60	4.05

Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	106.61	107.59	3.91	3.27	3.77
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	106.61	107.58	3.95	3.23	3.77
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	106.61	107.73	4.11	3.81	3.89
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	106.61	107.71	4.20	3.73	3.87
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	106.61	107.86	4.30	4.33	3.99
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	106.61	107.83	4.40	4.23	3.97
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	106.61	107.98	4.22	4.82	4.09
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	106.61	107.91	4.51	4.52	4.03
Reach 1	40	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	106.47	107.44	3.93	3.25	3.77
Reach 1	40	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	106.47	107.44	3.95	3.23	3.76
Reach 1	40	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	106.47	107.58	4.14	3.79	3.88
Reach 1	40	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	106.47	107.57	4.20	3.73	3.87
Reach 1	40	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	106.47	107.71	4.33	4.30	3.99
Reach 1	40	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	106.47	107.69	4.40	4.23	3.97
Reach 1	40	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	106.47	107.81	4.33	4.70	4.07
Reach 1	40	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	106.47	107.77	4.51	4.51	4.03
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	106.32	107.28	3.98	3.21	3.76
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	106.32	107.28	4.00	3.20	3.76
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	106.32	107.41	4.21	3.72	3.87
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	106.32	107.41	4.24	3.69	3.86
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	106.32	107.54	4.41	4.22	3.97
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	106.32	107.53	4.45	4.19	3.96
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	106.32	107.64	4.43	4.60	4.05
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	106.32	107.60	4.55	4.47	4.02
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	106.32	107.28	3.98	3.21	3.76
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	106.32	107.28	4.00	3.20	3.76
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	106.32	107.41	4.21	3.72	3.87
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	106.32	107.41	4.24	3.69	3.86
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	106.32	107.54	4.41	4.22	3.97
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	106.32	107.53	4.45	4.19	3.96
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	106.32	107.64	4.43	4.60	4.05
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	106.32	107.60	4.55	4.47	4.02
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	106.17	107.12	4.01	3.18	3.75
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	106.17	107.12	4.03	3.17	3.75
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	106.17	107.26	4.24	3.69	3.86
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	106.17	107.25	4.27	3.67	3.86
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	106.17	107.38	4.44	4.19	3.96
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	106.17	107.38	4.48	4.16	3.96
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	106.17	107.47	4.50	4.52	4.03
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	106.17	107.45	4.59	4.44	4.02
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	12.77	106.07	107.14	3.52	3.63	3.85
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	12.77	106.07	107.14	3.53	3.62	3.85
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	15.66	106.07	107.28	3.77	4.16	3.96
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	15.66	106.07	107.27	3.79	4.13	3.95
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	18.61	106.07	107.40	3.98	4.67	4.06
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	18.61	106.07	107.40	4.01	4.64	4.06
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-post V2	20.36	106.07	107.49	4.05	5.03	4.13
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02 valle T7 ex-ante V2	20.36	106.07	107.47	4.13	4.93	4.11

Fig. 89: Confronto parametri idraulici ex ante / ex post

dove

Min Ch El = Quota fondo canale

W.S. Elev = Livello Pelo libero flusso idrico (Tirante)

Vel Chnl = Velocità del flusso idrico

Flow Area = Area del contorno bagnato

Top Width = Larghezza flusso idrico in testa

Nella tabella di figura 89 sono riportati i risultati della simulazione in relazione ai parametri idraulici più indicativi;

Con riferimento ai due principali parametri idraulici, ovvero al *tirante idrico* (W.S. Elevation) ed al valore di *velocità totale* (Vel Chnl) la simulazione indica che l’inserimento del tombino, ubicato in corrispondenza della sez. n.70, con una pendenza pari al 2%, non provoca alcuna alterazione a monte con, a valle (sez. n.65), piccole variazioni positive del tirante idrico (incremento massimo 25 cm) mentre la velocità del flusso idrico presenta decrementi, nell’ordine massimo di 0,80 m/s, che tuttavia tendono a normalizzarsi rapidamente nell’arco di una trentina di metri.

Relativamente alla valutazione del rischio residuo sia il tombino che lo stesso impluvio (nelle parti rimodellate prossime al tombino – fig. 85) risultano in grado di contenere le portate di piena in progetto (Top Width < 4.6) anche in riferimento ad una piena con Tr 300 anni.

- Valutazioni sul franco idraulico del tombino

In figura 90 sono riportate le sezioni di monte e valle del tombino con indicata l’altezza del tirante idrico per Tr 200 anni. La modellazione indica:

Tempo di Ritorno 200 anni	Altezza Tirante Idrico (metri)	Franco Netto (metri)
Sezione di Monte	1.12	0.88
Sezione di Valle	0.91	1.09

Pertanto considerando n. 2 tombini di progetto di forma rettangolare (fig. 86), con dimensioni minime in larghezza (*Span*) pari a 2.5 metri e in altezza (*Rise*) di 2.0 metri, la simulazione indica una verifica positiva, ovvero la compatibilità idraulica del manufatto, *con un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell’altezza del tombino* (pari a 1.33 metri) e garantendo un *franco netto minimo* superiore ai 0.5 metri come previsto nelle NTC 2018 per gli attraversamenti con tombino (Par. C5.1.2.3 - Compatibilità Idraulica).

Relativamente alla valutazione del rischio residuo il tombino risulta in grado di contenere anche una portata di piena con tempo di ritorno a 300 anni con valori del tirante e del franco idraulico comunque compatibili a quelli previsti dalle NTC2018.

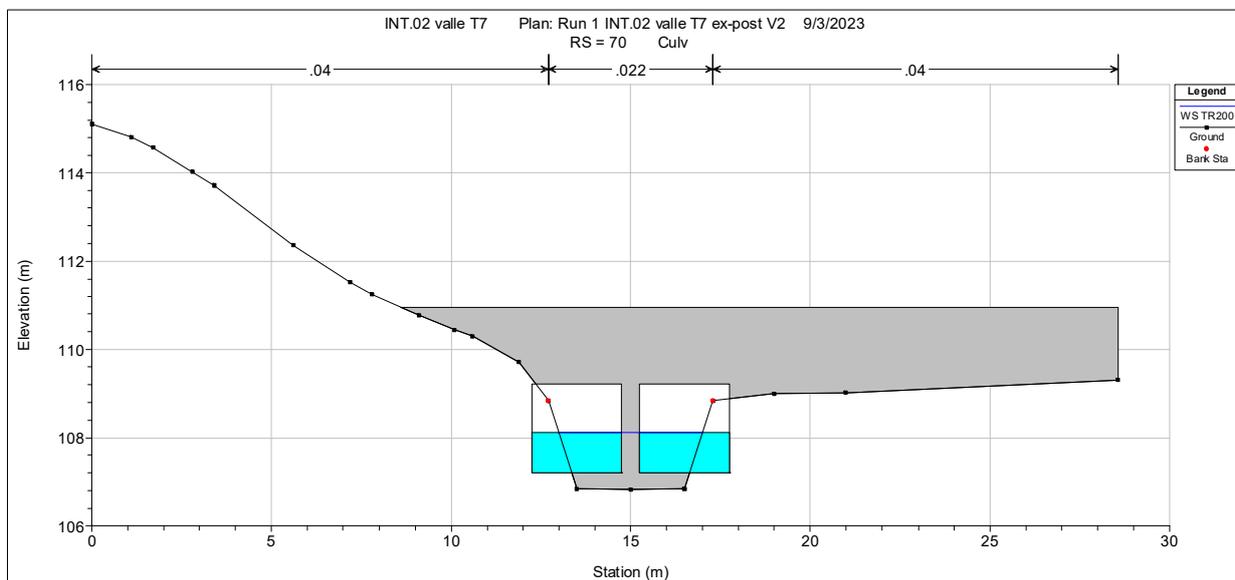
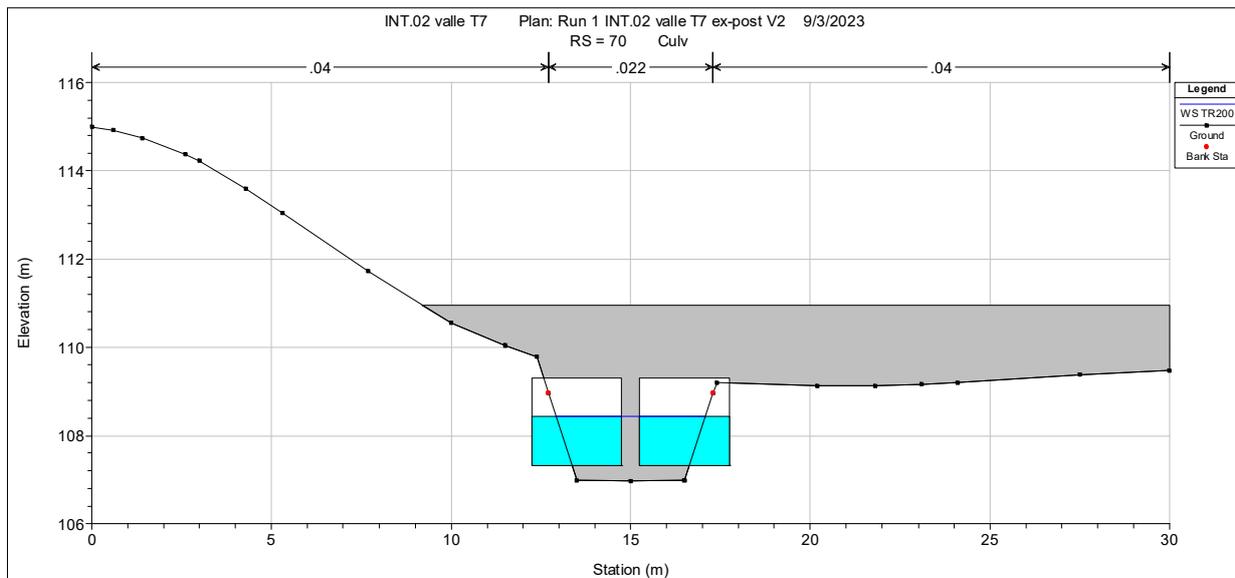


Fig. 90: Sezioni tombino (scala altezza variabili); Tirante idrico Tr200

5.5.7 *Analisi Idraulica Tombini T9 e T10 (Impluvio INT.02 monte AGV-1)*

I tombini etichettati, nella Tav. 06c, con le sigle T9 e T10 sono pertinenti all’impluvio INT.02 monte (AGV-1) interferente con la viabilità di nuova realizzazione interna all’impianto AGV-1. La modellazione eseguita ha riguardato il manufatto T9 localizzato più a valle; per il tombino T10 non si è proceduto ad eseguire un’analisi idraulica di dettaglio ritenendo idonea la predisposizione di un tombino di attraversamento con le dimensioni minime verificate per il manufatto T9 (vedi dopo). Di seguito si riportano i risultati dell’analisi.

Parametri di input		
		<i>note</i>
n° sezioni di analisi	10	
Sviluppo lineare simulazione	90	metri
Geometria area di simulazione	-----	Fig. 91
Geometria e parametri idraulici tombino	-----	Fig. 93
Condizione al contorno di monte	0.016	Normal Depth (Upstream)
Condizione al contorno di valle	0.01	Normal Depth (Downstream)
Regime di moto	Permanente	a pelo libero (Low Flow Methods)
Regime di flusso	Misto	(mixed)
Portata di progetto (Tr 50)	7.23	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 100)	8.93	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 200)	10.67	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 300)	11.70	m ³ /s



Fig. 91: Geometria Area di simulazione (HEC-RAS)

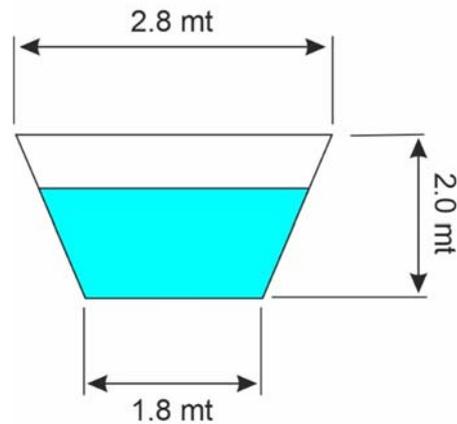


Fig. 92: Sezione di verifica Impluvio INT.02 monte (intorno tombino)

Culvert Data Editor

Culvert Group: **Culvert #1**

Solution Criteria: **Computed Flow Control**

Shape: **Box** Span: **3** Rise: **2**

Chart #: **8 - flared wingwalls**

Scale #: **1 - Wingwall flared 30 to 75 deg.**

Distance to Upstrm XS: **2**

Culvert Length: **5**

Entrance Loss Coeff: **0.5**

Exit Loss Coeff: **1**

Manning's n for Top: **0.011**

Manning's n for Bottom: **0.013**

Depth to use Bottom n: **0**

Depth Blocked: **0**

Upstream Invert Elev: **118.83**

Downstream Invert Elev: **118.78**

Culvert Barrel Data

Barrel Centerline Stations				# Barrels :
	Barrel Name	US Sta	DS Sta	
1	INT.02 monte T9	15	15	1
2				
3				
4				
5				

Barrel GIS Data: INT.02 monte T9
 Length: 0

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		

Individual Barrel Centerlines ... Show on Map OK Cancel Help

Select culvert to edit

Fig. 93: Parametri idraulici tombino (culvert)

- Risultati della simulazione

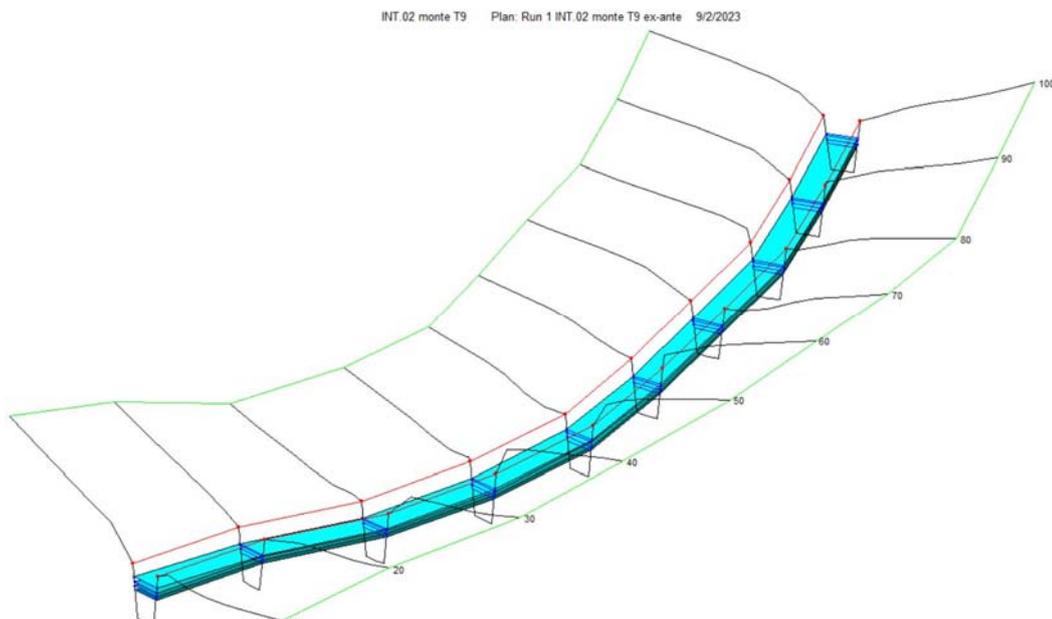


Fig. 94: Geometria 3D; condizione ante-operam

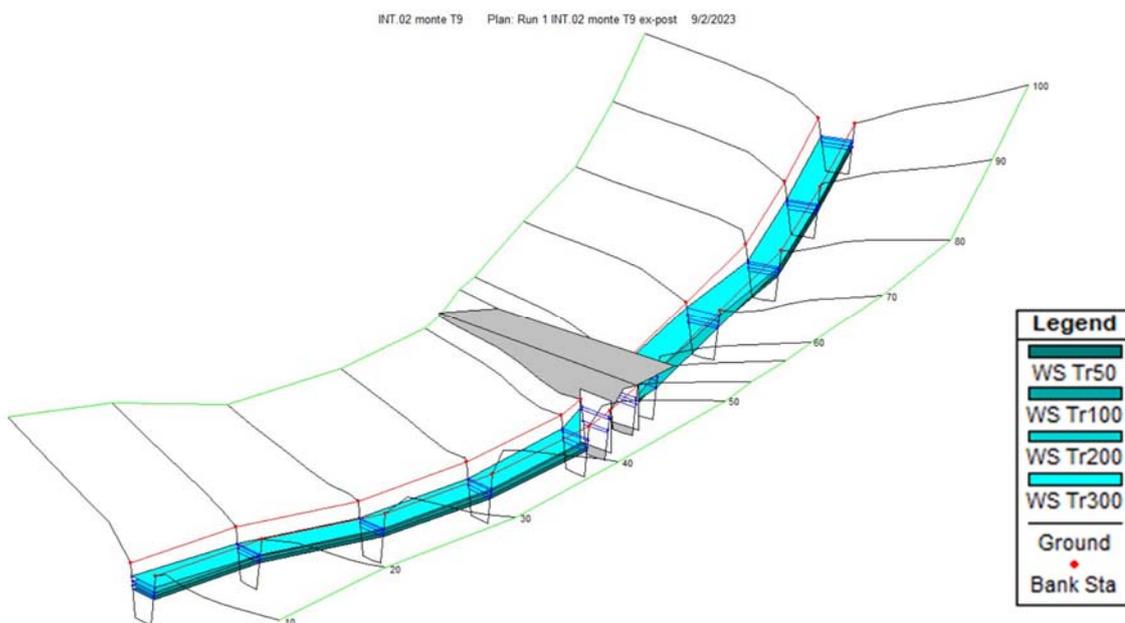


Fig. 95: Geometria 3D INT.02 monte; condizione post-operam

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)
Reach 1	100	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	7.23	119.15	120.12	3.71	1.95	2.28
Reach 1	100	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	7.23	119.15	120.12	3.71	1.95	2.28
Reach 1	100	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	8.93	119.15	120.26	3.92	2.28	2.35
Reach 1	100	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	8.93	119.15	120.26	3.92	2.28	2.35
Reach 1	100	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	10.67	119.15	120.40	4.10	2.60	2.42
Reach 1	100	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	10.67	119.15	120.40	4.10	2.60	2.42
Reach 1	100	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	11.70	119.15	120.47	4.19	2.79	2.46
Reach 1	100	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	11.70	119.15	120.47	4.19	2.79	2.46
Reach 1	90	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	7.23	118.99	119.96	3.72	1.95	2.28
Reach 1	90	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	7.23	118.99	119.96	3.72	1.95	2.28
Reach 1	90	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	8.93	118.99	120.11	3.89	2.29	2.35
Reach 1	90	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	8.93	118.99	120.11	3.89	2.29	2.35
Reach 1	90	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	10.67	118.99	120.24	4.07	2.62	2.42
Reach 1	90	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	10.67	118.99	120.24	4.07	2.62	2.42
Reach 1	90	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	11.70	118.99	120.32	4.16	2.81	2.46
Reach 1	90	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	11.70	118.99	120.32	4.16	2.81	2.46
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	7.23	118.84	119.83	3.59	2.01	2.29
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	7.23	118.84	119.83	3.59	2.01	2.29
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	8.93	118.84	119.97	3.83	2.33	2.36
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	8.93	118.84	119.97	3.83	2.33	2.36
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	10.67	118.84	120.11	4.01	2.66	2.43
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	10.67	118.84	120.11	4.01	2.66	2.43
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	11.70	118.84	120.19	4.10	2.86	2.47
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	11.70	118.84	120.19	4.10	2.86	2.47
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	7.23	118.68	120.05	2.49	2.91	2.48
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	7.23	118.68	119.66	3.65	1.98	2.28
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	8.93	118.68	120.23	2.65	3.37	2.57
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	8.93	118.68	119.80	3.86	2.31	2.36
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	10.67	118.68	119.94	4.04	2.64	2.43
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	10.67	118.68	119.94	4.04	2.64	2.43
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	11.70	118.68	120.48	2.91	4.02	2.70
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	11.70	118.68	120.02	4.14	2.83	2.47
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	7.23	118.53	120.05	2.20	3.29	2.56
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	7.23	118.53	119.51	3.64	1.99	2.29
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	8.93	118.53	120.23	2.37	3.76	2.65
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	8.93	118.53	119.66	3.85	2.32	2.36
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	10.67	118.53	119.80	4.01	2.66	2.43
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	10.67	118.53	119.80	4.01	2.66	2.43
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	11.70	118.53	120.48	2.65	4.42	2.77
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	11.70	118.53	119.88	4.10	2.86	2.47
Reach 1	55			Culvert					
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	7.23	118.39	119.42	3.46	2.09	2.31
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	7.23	118.39	119.42	3.47	2.09	2.31
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	8.93	118.39	119.59	3.60	2.48	2.39
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	8.93	118.39	119.57	3.64	2.45	2.39
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	10.67	118.39	119.82	3.48	3.07	2.51
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	10.67	118.39	119.76	3.68	2.90	2.48
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	11.70	118.39	119.91	3.55	3.30	2.56
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	11.70	118.39	119.84	3.76	3.12	2.52
Reach 1	40	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	7.23	118.24	119.25	3.54	2.04	2.30
Reach 1	40	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	7.23	118.24	119.25	3.55	2.04	2.30
Reach 1	40	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	8.93	118.24	119.40	3.73	2.40	2.38
Reach 1	40	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	8.93	118.24	119.40	3.74	2.39	2.37
Reach 1	40	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	10.67	118.24	119.55	3.85	2.77	2.45
Reach 1	40	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	10.67	118.24	119.55	3.86	2.77	2.45
Reach 1	40	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	11.70	118.24	119.64	3.93	2.97	2.50
Reach 1	40	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	11.70	118.24	119.64	3.94	2.97	2.49

Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	7.23	118.11	119.19	3.27	2.21	2.34
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	7.23	118.11	119.19	3.28	2.21	2.33
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	8.93	118.11	119.34	3.47	2.58	2.41
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	8.93	118.11	119.34	3.47	2.57	2.41
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	10.67	118.11	119.44	3.79	2.82	2.46
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	10.67	118.11	119.44	3.78	2.82	2.46
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	11.70	118.11	119.52	3.88	3.01	2.50
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	11.70	118.11	119.52	3.88	3.01	2.50
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	7.23	118.01	119.08	3.32	2.18	2.33
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	7.23	118.01	119.07	3.33	2.17	2.33
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	8.93	118.01	119.23	3.52	2.54	2.41
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	8.93	118.01	119.23	3.52	2.54	2.40
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	10.67	118.01	119.35	3.78	2.82	2.46
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	10.67	118.01	119.35	3.78	2.82	2.46
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	11.70	118.01	119.39	3.98	2.94	2.49
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	11.70	118.01	119.39	3.98	2.94	2.49
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	7.23	117.91	118.96	3.38	2.14	2.32
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	7.23	117.91	118.96	3.38	2.14	2.32
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	8.93	117.91	119.11	3.59	2.49	2.40
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	8.93	117.91	119.11	3.59	2.49	2.39
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	10.67	117.91	119.25	3.78	2.83	2.46
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	10.67	117.91	119.25	3.78	2.83	2.46
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-post	11.70	117.91	119.45	3.50	3.34	2.57
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02 monte T9 ex-ante	11.70	117.91	119.45	3.50	3.34	2.57

Fig. 96: Confronto parametri idraulici ex ante / ex post

dove

Min Ch El = Quota fondo canale

W.S. Elev = Livello Pelo libero flusso idrico (Tirante)

Vel Chnl = Velocità del flusso idrico

Flow Area = Area del contorno bagnato

Top Width = Larghezza flusso idrico in testa

Nella tabella di figura 96 sono riportati i risultati della simulazione in relazione ai parametri idraulici più indicativi;

Con riferimento ai due principali parametri idraulici, ovvero al *tirante idrico* (W.S. Elevation) ed al valore di *velocità totale* (Vel Chnl) la simulazione indica che l’inserimento del tombino, ubicato in corrispondenza della sez. n.55, con una pendenza pari all’1%, non provoca alcuna alterazione a monte con, a valle (sez. n.50), piccole variazioni positive del tirante idrico (incremento massimo 7 cm) mentre la velocità del flusso idrico presenta decrementi, nell’ordine massimo di 0,21 m/s, che tuttavia tendono a normalizzarsi rapidamente nell’arco di una ventina di metri.

Relativamente alla valutazione del rischio residuo sia il tombino che lo stesso impluvio (nelle parti rimodellate prossime al tombino con le dimensioni di fig. 92) risultano in grado di contenere le portate di piena in progetto (Top Width < 2.8) anche in riferimento ad una piena con Tr 300 anni.

- Valutazioni sul franco idraulico del tombino

In figura 97 sono riportate le sezioni di monte e valle del tombino con indicata l'altezza del tirante idrico per Tr 200 anni. La modellazione indica:

Tempo di Ritorno 200 anni	Altezza Tirante Idrico (metri)	Franco Netto (metri)
Sezione di Monte	1.09	0.91
Sezione di Valle	1.25	0.75

Pertanto considerando il tombino di progetto di forma rettangolare (fig. 93), con dimensioni minime in larghezza (*Span*) pari a 3.0 metri e in altezza (*Rise*) di 2.0 metri, la simulazione indica una verifica positiva, ovvero la compatibilità idraulica del manufatto, *con un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza del tombino* (pari a 1.33 metri) e garantendo un *franco netto minimo* superiore ai 0.5 metri come previsto nelle NTC 2018 per gli attraversamenti con tombino (Par. C5.1.2.3 - Compatibilità Idraulica).

Relativamente alla valutazione del rischio residuo il tombino risulta in grado di contenere anche una portata di piena con tempo di ritorno a 300 anni con valori del tirante e del franco idraulico comunque compatibili a quelli previsti dalle NTC2018.

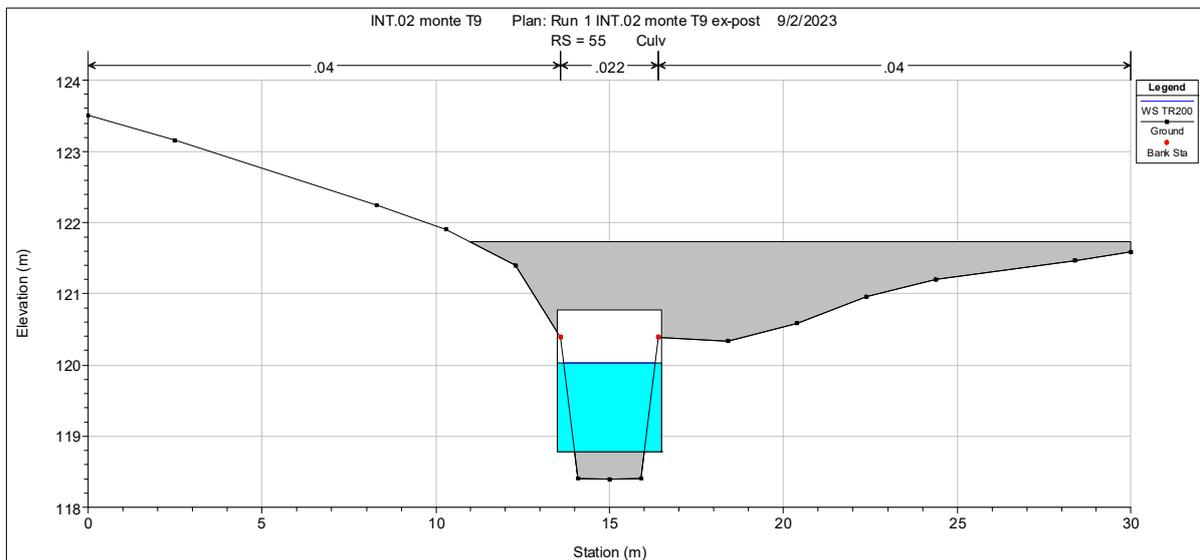
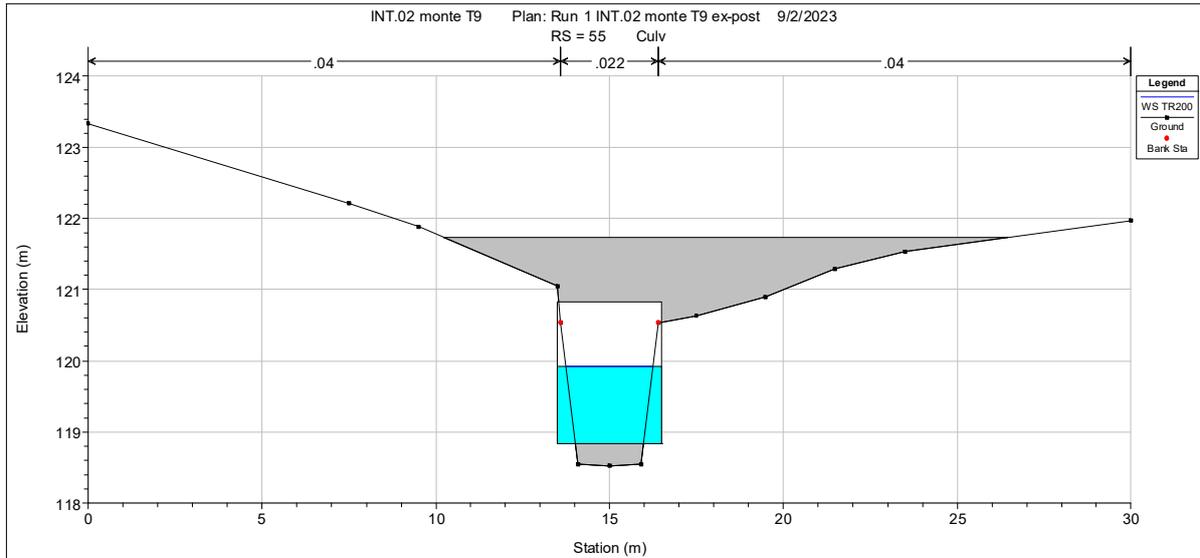


Fig. 97: Sezioni tombino (scala altezza variabili); Tirante idrico Tr200

5.5.8 *Analisi Idraulica Tombino T11 (Impluvio INT.02c monte AGV-1)*

Il tombino etichettato, nella Tav. 06c, con la sigla T11 è concernete l’impluvio INT.02c monte (AGV-1) interferente con la viabilità di nuova realizzazione interna all’impianto AGV-1. Di seguito si riportano, per il tombino in questione, i risultati dell’analisi eseguita.

Parametri di input		
		<i>note</i>
n° sezioni di analisi	10	
Sviluppo lineare simulazione	79	metri
Geometria area di simulazione	-----	Fig. 98
Geometria e parametri idraulici tombino	-----	Fig. 100
Condizione al contorno di monte	0.038	Normal Depth (Upstream)
Condizione al contorno di valle	0.02	Normal Depth (Downstream)
Regime di moto	Permanente	a pelo libero (Low Flow Methods)
Regime di flusso	Misto	(mixed)
Portata di progetto (Tr 50)	2.95	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 100)	3.67	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 200)	4.40	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 300)	4.84	m ³ /s

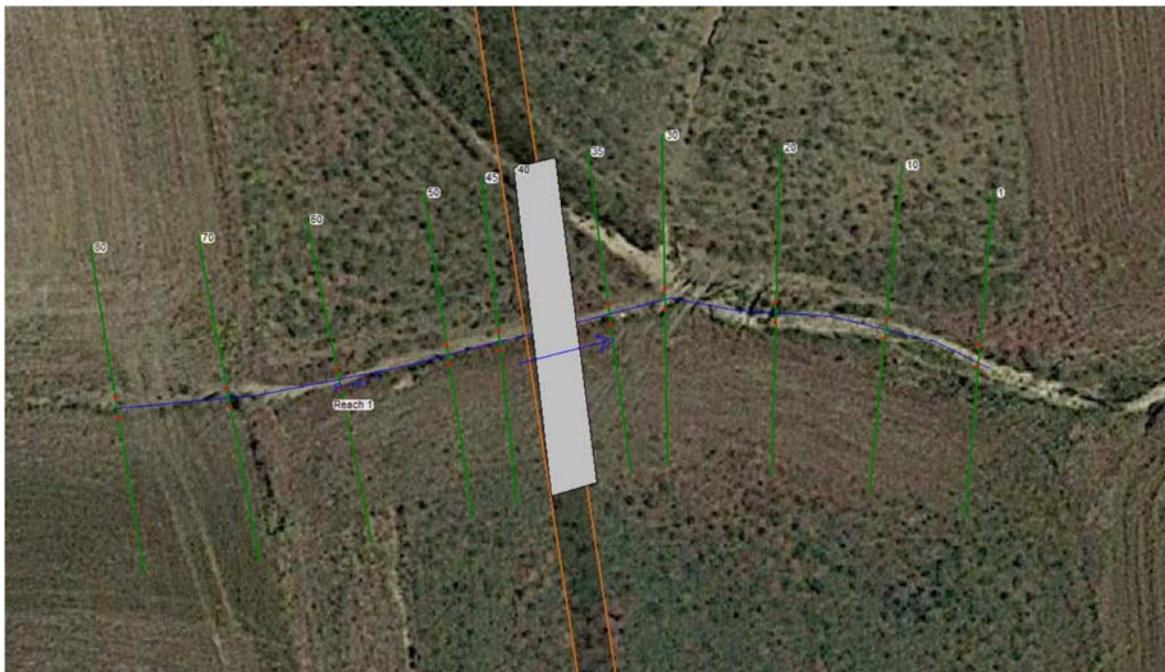


Fig. 98: Geometria Area di simulazione (HEC-RAS)

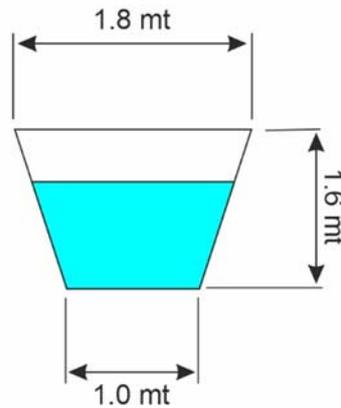


Fig. 99: Sezione di verifica Impluvio INT.02c monte (intorno tombino)

Culvert Data Editor

Culvert Group: **Culvert #1**

Solution Criteria: **Computed Flow Control**

Shape: **Box** Span: **2** Rise: **1.3**

Chart #: **8 - flared wingwalls**

Scale #: **1 - Wingwall flared 30 to 75 deg.**

Distance to Upstrm XS: **2**

Culvert Length: **5**

Entrance Loss Coeff: **0.5**

Exit Loss Coeff: **1**

Manning's n for Top: **0.011**

Manning's n for Bottom: **0.013**

Depth to use Bottom n: **0**

Depth Blocked: **0**

Upstream Invert Elev: **127.01**

Downstream Invert Elev: **126.81**

Culvert Barrel Data

Barrel Centerline Stations # Barrels: **1**

	Barrel Name	US Sta	DS Sta
1	INT.02c monte T11	15	15
2			
3			
4			
5			

Barrel GIS Data: INT.02c monte T11
 Length: 0

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		

Individual Barrel Centerlines ... Show on Map OK Cancel Help

Select culvert to edit

Fig. 100: Parametri idraulici tombino (culvert)

- Risultati della simulazione

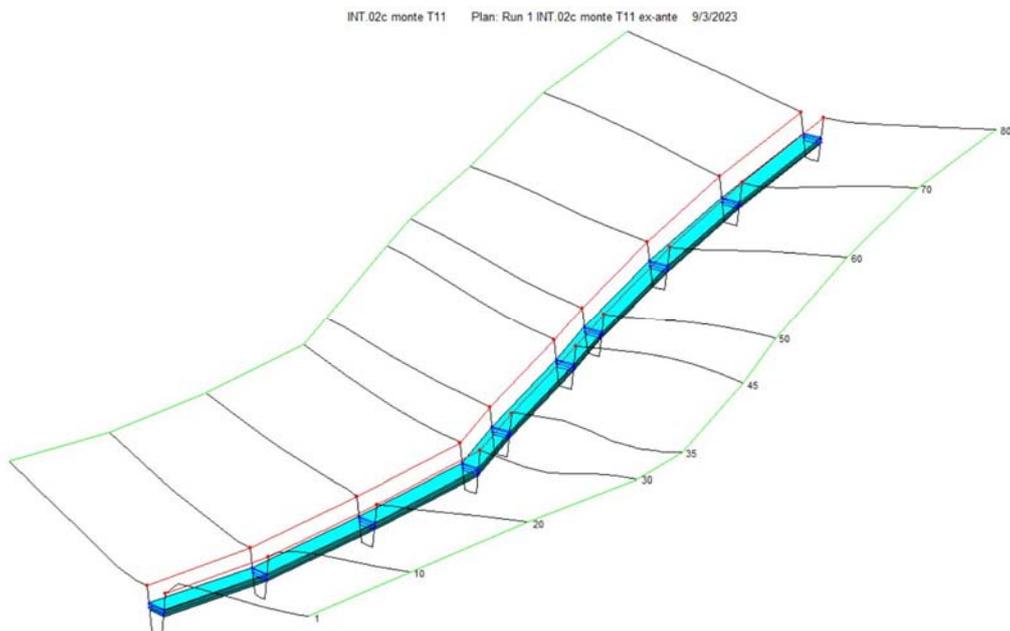


Fig. 101: Geometria 3D; condizione ante-operam

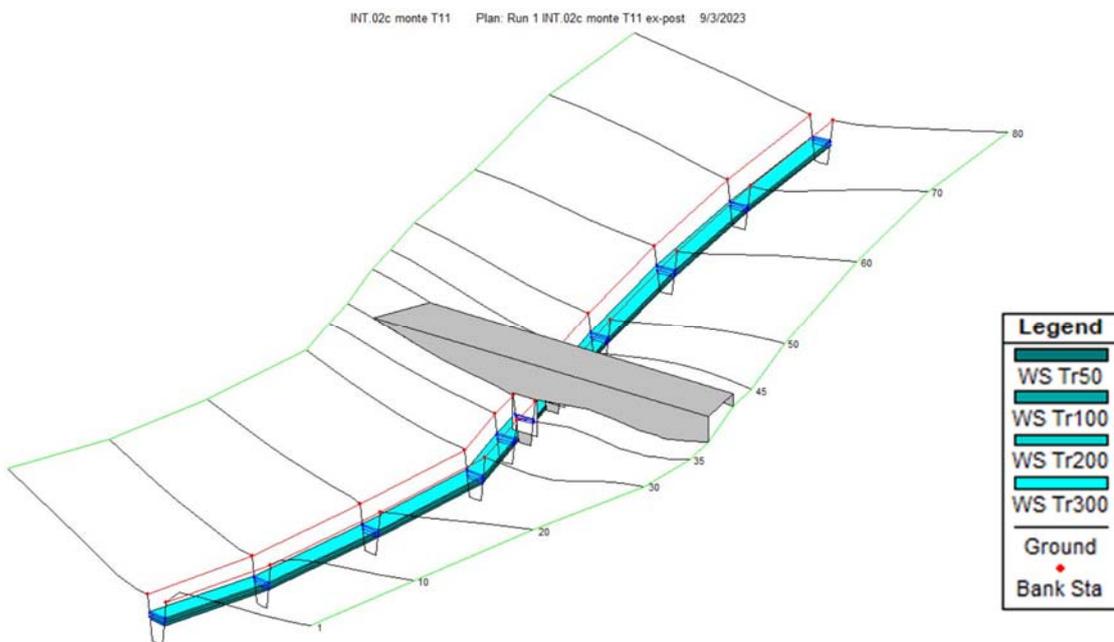


Fig. 102: Geometria 3D INT.02c monte; condizione post-operam

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	2.95	127.84	128.47	4.12	0.72	1.31
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	2.95	127.84	128.47	4.12	0.72	1.31
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	3.67	127.84	128.57	4.35	0.84	1.36
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	3.67	127.84	128.57	4.35	0.84	1.36
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.40	127.84	128.66	4.54	0.97	1.40
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.40	127.84	128.66	4.54	0.97	1.40
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.84	127.84	128.71	4.64	1.04	1.43
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.84	127.84	128.71	4.64	1.04	1.43
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	2.95	127.46	128.09	4.12	0.72	1.31
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	2.95	127.46	128.09	4.12	0.72	1.31
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	3.67	127.46	128.19	4.34	0.85	1.36
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	3.67	127.46	128.19	4.34	0.85	1.36
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.40	127.46	128.28	4.54	0.97	1.40
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.40	127.46	128.28	4.54	0.97	1.40
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.84	127.46	128.33	4.65	1.04	1.43
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.84	127.46	128.33	4.65	1.04	1.43
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	2.95	127.17	127.85	3.78	0.78	1.33
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	2.95	127.17	127.85	3.78	0.78	1.33
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	3.67	127.17	127.95	4.00	0.92	1.38
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	3.67	127.17	127.95	4.00	0.92	1.38
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.40	127.17	128.04	4.20	1.05	1.43
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.40	127.17	128.04	4.20	1.05	1.43
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.84	127.17	128.10	4.30	1.13	1.46
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.84	127.17	128.10	4.30	1.13	1.46
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	2.95	126.86	127.54	3.80	0.78	1.33
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	2.95	126.86	127.54	3.80	0.78	1.33
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	3.67	126.86	127.64	4.02	0.91	1.38
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	3.67	126.86	127.64	4.02	0.91	1.38
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.40	126.86	127.73	4.20	1.05	1.43
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.40	126.86	127.73	4.20	1.05	1.43
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.84	126.86	127.79	4.30	1.13	1.46
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.84	126.86	127.79	4.30	1.13	1.46
Reach 1	45	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	2.95	126.71	127.39	3.80	0.78	1.33
Reach 1	45	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	2.95	126.71	127.39	3.80	0.78	1.33
Reach 1	45	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	3.67	126.71	127.49	4.03	0.91	1.38
Reach 1	45	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	3.67	126.71	127.49	4.03	0.91	1.38
Reach 1	45	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.40	126.71	127.58	4.19	1.05	1.43
Reach 1	45	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.40	126.71	127.58	4.19	1.05	1.43
Reach 1	45	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.84	126.71	127.64	4.30	1.13	1.46
Reach 1	45	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.84	126.71	127.64	4.30	1.13	1.46
Reach 1	40			Culvert					
Reach 1	35	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	2.95	126.41	127.08	3.84	0.77	1.33
Reach 1	35	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	2.95	126.41	127.09	3.78	0.78	1.33
Reach 1	35	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	3.67	126.41	127.19	3.98	0.92	1.39
Reach 1	35	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	3.67	126.41	127.19	3.98	0.92	1.39
Reach 1	35	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.40	126.41	127.30	4.11	1.07	1.44
Reach 1	35	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.40	126.41	127.29	4.16	1.06	1.44
Reach 1	35	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.84	126.41	127.36	4.17	1.16	1.47
Reach 1	35	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.84	126.41	127.35	4.25	1.14	1.46
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	2.95	126.22	126.88	3.92	0.75	1.32
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	2.95	126.22	126.89	3.88	0.76	1.33
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	3.67	126.22	126.99	4.08	0.90	1.38
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	3.67	126.22	126.99	4.08	0.90	1.38
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.40	126.22	127.09	4.22	1.04	1.43
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.40	126.22	127.08	4.25	1.04	1.43
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.84	126.22	127.15	4.29	1.13	1.46
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.84	126.22	127.14	4.35	1.11	1.46

Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	2.95	125.90	126.57	3.87	0.76	1.33
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	2.95	125.90	126.57	3.86	0.76	1.33
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	3.67	125.90	126.67	4.07	0.90	1.38
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	3.67	125.90	126.67	4.07	0.90	1.38
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.40	125.90	126.77	4.23	1.04	1.43
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.40	125.90	126.76	4.25	1.04	1.43
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.84	125.90	126.83	4.31	1.12	1.46
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.84	125.90	126.82	4.34	1.11	1.46
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	2.95	125.60	126.28	3.77	0.78	1.33
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	2.95	125.60	126.28	3.77	0.78	1.33
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	3.67	125.60	126.38	3.98	0.92	1.39
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	3.67	125.60	126.38	3.98	0.92	1.39
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.40	125.60	126.48	4.17	1.06	1.43
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.40	125.60	126.48	4.16	1.06	1.44
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.84	125.60	126.53	4.26	1.14	1.46
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.84	125.60	126.54	4.25	1.14	1.46
Reach 1	1	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	2.95	125.40	126.14	3.41	0.86	1.37
Reach 1	1	TR50	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	2.95	125.40	126.14	3.41	0.86	1.37
Reach 1	1	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	3.67	125.40	126.25	3.61	1.02	1.42
Reach 1	1	TR100	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	3.67	125.40	126.25	3.61	1.02	1.42
Reach 1	1	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.40	125.40	126.36	3.77	1.17	1.47
Reach 1	1	TR200	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.40	125.40	126.35	3.78	1.16	1.47
Reach 1	1	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-post	4.84	125.40	126.42	3.85	1.26	1.50
Reach 1	1	TR300	Run 1 INT.02c monte T11 ex-ante	4.84	125.40	126.41	3.87	1.25	1.50

Fig. 103: Confronto parametri idraulici ex ante / ex post

dove

Min Ch El = Quota fondo canale

W.S. Elev = Livello Pelo libero flusso idrico (Tirante)

Vel Chnl = Velocità del flusso idrico

Flow Area = Area del contorno bagnato

Top Width = Larghezza flusso idrico in testa

Nella tabella di figura 103 sono riportati i risultati della simulazione in relazione ai parametri idraulici più indicativi;

Con riferimento ai due principali parametri idraulici, ovvero al *tirante idrico* (W.S. Elevation) ed al valore di *velocità totale* (Vel Chnl) la simulazione indica che l’inserimento del tombino, ubicato in corrispondenza della sez. n.40, con una pendenza pari al 4%, non provoca alcuna alterazione a monte con, a valle (sez. n.35), un piccolo aumento del tirante idrico (incremento massimo 1 cm) e variazioni negative della velocità del flusso idrico (decremento nell’ordine massimo di 0,08 m/s) che tuttavia tendono a normalizzarsi rapidamente nell’arco di circa 15 metri.

Relativamente alla valutazione del rischio residuo sia il tombino che lo stesso impluvio (nelle parti rimodellate prossime al tombino con le dimensioni di fig. 99) risultano in grado di contenere le portate di piena in progetto (Top Width < 1.8) anche in riferimento ad una piena con Tr 300 anni.

- Valutazioni sul franco idraulico del tombino

In figura 104 sono riportate le sezioni di monte e valle del tombino con indicata l'altezza del tirante idrico per Tr 200 anni. La modellazione indica:

Tempo di Ritorno 200 anni	Altezza Tirante Idrico (metri)	Franco Netto (metri)
Sezione di Monte	0.67	0.63
Sezione di Valle	0.54	0.76

Pertanto considerando un tombino di progetto di forma rettangolare (fig. 100), con dimensioni minime in larghezza (*Span*) pari a 2.0 metri e in altezza (*Rise*) di 1.3 metri, la simulazione indica una verifica positiva, ovvero la compatibilità idraulica del manufatto, *con un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza del tombino* (pari a 0.87 metri) e garantendo un *franco netto minimo* superiore ai 0.5 metri come previsto nelle NTC 2018 per gli attraversamenti con tombino (Par. C5.1.2.3 - Compatibilità Idraulica).

Relativamente alla valutazione del rischio residuo il tombino risulta in grado di contenere anche una portata di piena con tempo di ritorno a 300 anni con valori del tirante e del franco idraulico comunque compatibili a quelli previsti dalle NTC2018.

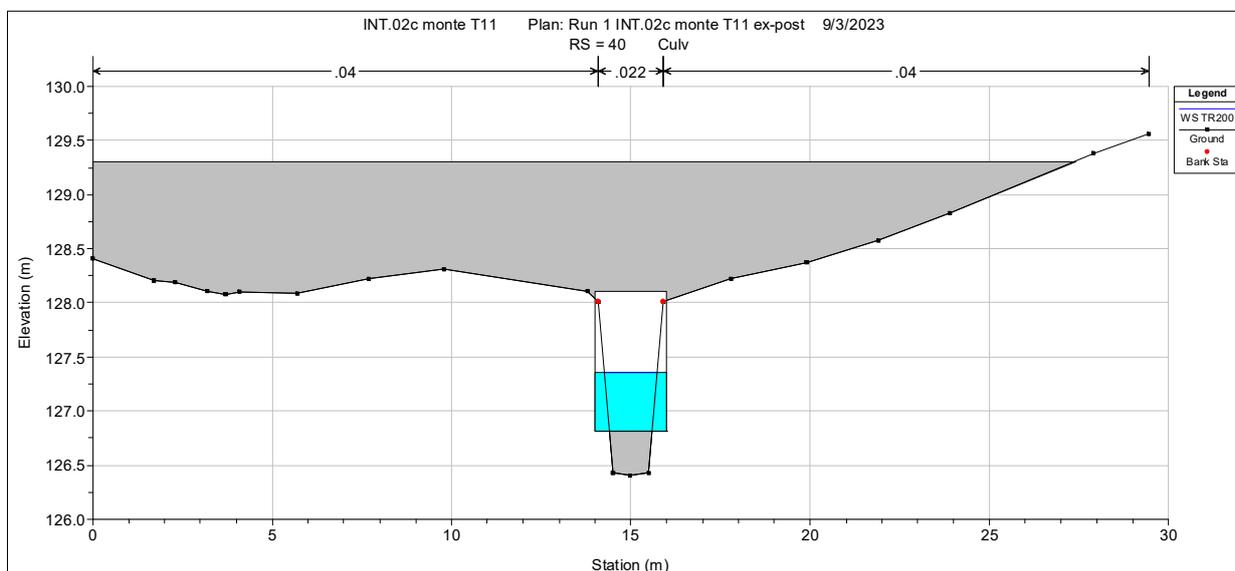
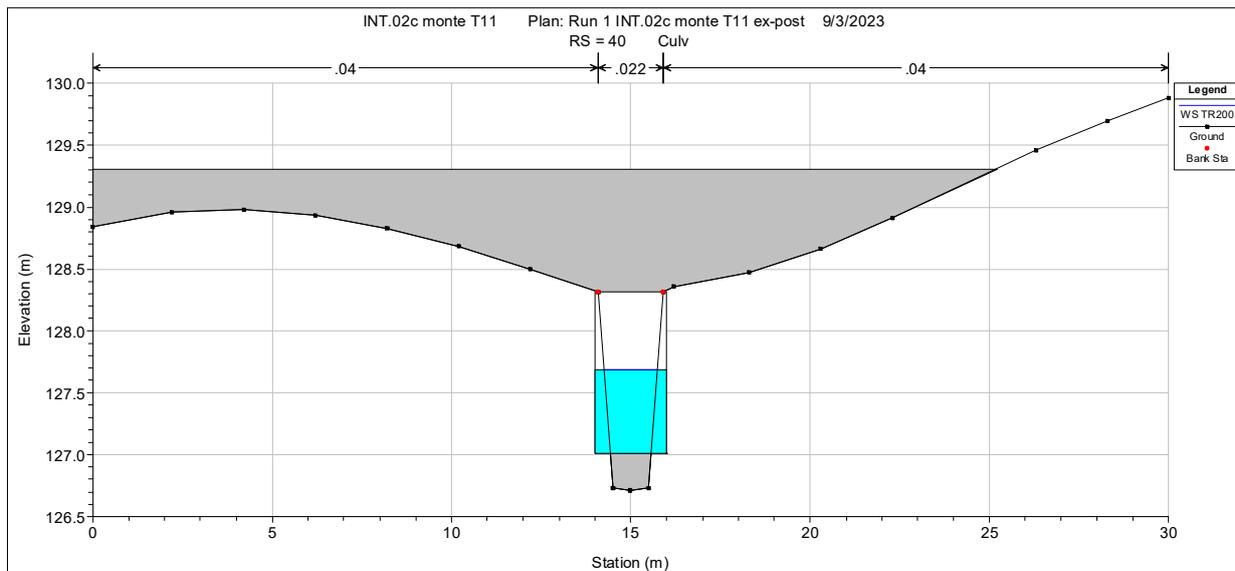


Fig. 104: Sezioni tombino (scala altezza variabili); Tirante idrico Tr200

5.5.9 *Analisi Idraulica Tombini T12 e T13 (Impluvio INT.02a valle AGV-1)*

I tombini etichettati, nella Tav. 06c, con le sigle T12 e T13 sono inerenti all’impluvio INT.02a valle (AGV-1) interferente con la viabilità di nuova realizzazione interna all’impianto AGV-1. La modellazione eseguita ha riguardato il manufatto T12 localizzato più a valle; per il tombino T13 non si è proceduto ad eseguire un’analisi idraulica di dettaglio ritenendo idonea la predisposizione di un tombino di attraversamento con le dimensioni minime verificate per il manufatto T12 (vedi dopo). Di seguito si riportano i risultati dell’analisi.

Parametri di input		
		<i>note</i>
n° sezioni di analisi	10	
Sviluppo lineare simulazione	79	metri
Geometria area di simulazione	-----	Fig. 105
Geometria e parametri idraulici tombino	-----	Fig. 107
Condizione al contorno di monte	0.03	Normal Depth (Upstream)
Condizione al contorno di valle	0.01	Normal Depth (Downstream)
Regime di moto	Permanente	a pelo libero (Low Flow Methods)
Regime di flusso	Misto	(mixed)
Portata di progetto (Tr 50)	2.81	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 100)	3.47	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 200)	4.15	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 300)	4.55	m ³ /s



Fig. 105: Geometria Area di simulazione (HEC-RAS)

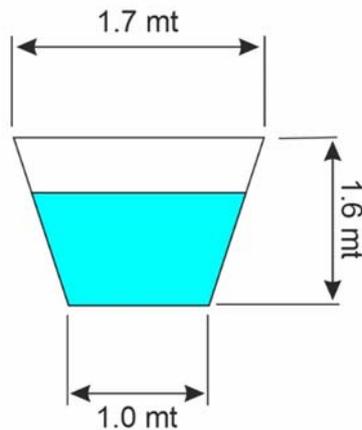


Fig. 106: Sezione di verifica Impluvio INT.02a valle (intorno tombino)

Culvert Data Editor

Culvert Group:

Solution Criteria:

Shape: Span: Rise:

Chart #:

Scale #:

Distance to Upstrm XS:

Culvert Length:

Entrance Loss Coeff:

Exit Loss Coeff:

Manning's n for Top:

Manning's n for Bottom:

Depth to use Bottom n:

Depth Blocked:

Upstream Invert Elev:

Downstream Invert Elev:

Culvert Barrel Data

Barrel Centerline Stations # Barrels:

	Barrel Name	US Sta	DS Sta
1	INT.02a valle T12	15	15
2			
3			
4			
5			

Barrel GIS Data: INT.02a valle T12
Length: 0

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		

Individual Barrel Centerlines ...

Select culvert to edit

Fig. 107: Parametri idraulici tombino (culvert)

- Risultati della simulazione

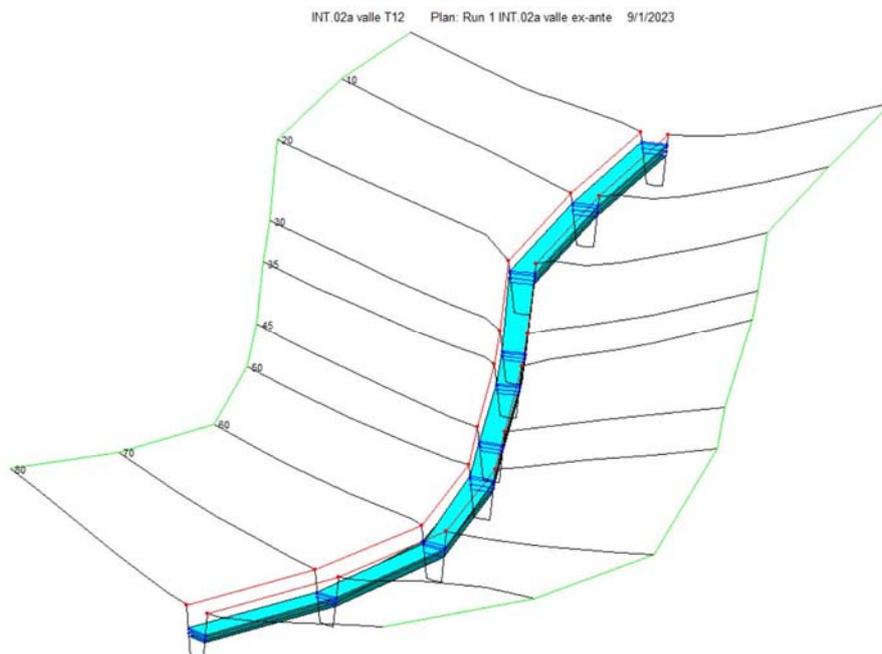


Fig. 108: Geometria 3D; condizione ante-operam

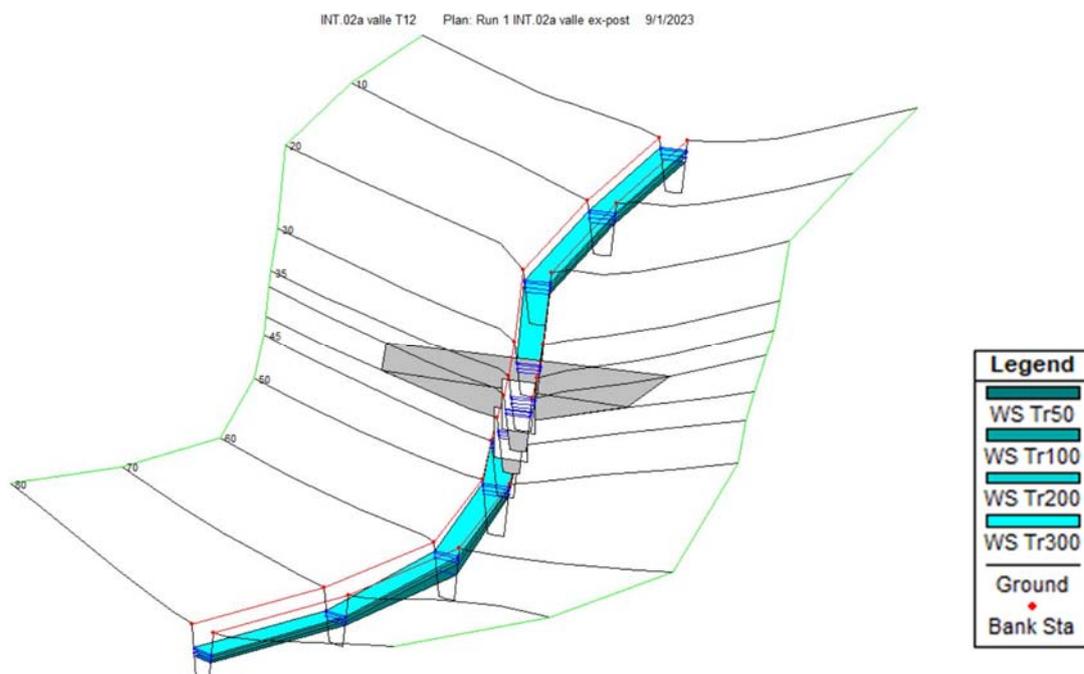


Fig. 109: Geometria 3D INT.02a valle; condizione post-operam

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-post	2.81	119.15	119.82	3.71	0.76	1.29
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-ante	2.81	119.15	119.82	3.71	0.76	1.29
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-post	3.47	119.15	119.92	3.91	0.89	1.33
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-ante	3.47	119.15	119.92	3.91	0.89	1.33
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.15	119.15	120.02	4.07	1.02	1.38
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.15	119.15	120.02	4.07	1.02	1.38
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.55	119.15	120.07	4.16	1.09	1.40
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.55	119.15	120.07	4.16	1.09	1.40
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-post	2.81	118.85	119.52	3.72	0.76	1.29
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-ante	2.81	118.85	119.52	3.72	0.76	1.29
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-post	3.47	118.85	119.62	3.90	0.89	1.33
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-ante	3.47	118.85	119.62	3.90	0.89	1.33
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.15	118.85	119.72	4.06	1.02	1.38
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.15	118.85	119.72	4.06	1.02	1.38
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.55	118.85	119.77	4.17	1.09	1.40
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.55	118.85	119.77	4.17	1.09	1.40
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-post	2.81	118.46	119.23	3.16	0.89	1.33
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-ante	2.81	118.46	119.23	3.16	0.89	1.33
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-post	3.47	118.46	119.60	2.48	1.40	1.49
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-ante	3.47	118.46	119.60	2.46	1.41	1.50
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.15	118.46	119.73	2.58	1.61	1.56
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.15	118.46	119.46	3.47	1.20	1.43
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.55	118.46	119.81	2.63	1.73	1.59
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.55	118.46	119.52	3.54	1.29	1.46
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-post	2.81	118.11	119.29	1.91	1.47	1.51
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-ante	2.81	118.11	118.99	2.72	1.03	1.38
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-post	3.47	118.11	119.42	2.09	1.66	1.57
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-ante	3.47	118.11	119.11	2.87	1.21	1.44
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.15	118.11	119.54	2.24	1.85	1.62
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.15	118.11	119.29	2.82	1.47	1.51
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.55	118.11	119.61	2.31	1.97	1.65
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.55	118.11	119.36	2.88	1.58	1.55
Reach 1	45	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-post	2.81	117.99	119.27	1.73	1.63	1.56
Reach 1	45	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-ante	2.81	117.99	118.87	2.72	1.03	1.38
Reach 1	45	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-post	3.47	117.99	119.39	1.91	1.82	1.61
Reach 1	45	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-ante	3.47	117.99	118.99	2.88	1.20	1.43
Reach 1	45	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.15	117.99	119.51	2.06	2.01	1.67
Reach 1	45	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.15	117.99	119.11	3.03	1.37	1.49
Reach 1	45	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.55	117.99	119.58	2.14	2.12	1.70
Reach 1	45	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.55	117.99	119.17	3.10	1.47	1.51
Reach 1	40			Culvert					
Reach 1	35	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-post	2.81	117.72	118.40	3.64	0.77	1.29
Reach 1	35	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-ante	2.81	117.72	118.43	3.49	0.80	1.31
Reach 1	35	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-post	3.47	117.72	118.52	3.73	0.93	1.35
Reach 1	35	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-ante	3.47	117.72	118.54	3.64	0.95	1.35
Reach 1	35	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.15	117.72	118.64	3.82	1.09	1.40
Reach 1	35	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.15	117.72	118.65	3.76	1.10	1.40
Reach 1	35	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.55	117.72	118.70	3.87	1.17	1.43
Reach 1	35	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.55	117.72	118.71	3.83	1.19	1.43

Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-post	2.81	117.58	118.26	3.64	0.77	1.29
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-ante	2.81	117.58	118.28	3.54	0.79	1.30
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-post	3.47	117.58	118.38	3.75	0.93	1.35
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-ante	3.47	117.58	118.39	3.69	0.94	1.35
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.15	117.58	118.49	3.87	1.07	1.39
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.15	117.58	118.50	3.82	1.09	1.40
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.55	117.58	118.55	3.93	1.16	1.42
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.55	117.58	118.56	3.90	1.17	1.42
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-post	2.81	117.43	118.38	2.50	1.13	1.41
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-ante	2.81	117.43	118.38	2.50	1.13	1.41
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-post	3.47	117.43	118.52	2.62	1.33	1.47
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-ante	3.47	117.43	118.52	2.61	1.33	1.47
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.15	117.43	118.65	2.71	1.53	1.53
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.15	117.43	118.65	2.71	1.53	1.53
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.55	117.43	118.73	2.77	1.65	1.56
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.55	117.43	118.73	2.77	1.65	1.56
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-post	2.81	117.32	118.28	2.47	1.14	1.41
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-ante	2.81	117.32	118.28	2.47	1.14	1.41
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-post	3.47	117.32	118.42	2.58	1.34	1.48
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-ante	3.47	117.32	118.42	2.58	1.34	1.48
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.15	117.32	118.55	2.68	1.55	1.54
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.15	117.32	118.55	2.68	1.55	1.54
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.55	117.32	118.63	2.73	1.66	1.57
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.55	117.32	118.63	2.73	1.66	1.57
Reach 1	1	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-post	2.81	117.22	118.19	2.44	1.15	1.42
Reach 1	1	TR50	Run 1 INT.02a valle ex-ante	2.81	117.22	118.19	2.44	1.15	1.42
Reach 1	1	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-post	3.47	117.22	118.33	2.55	1.36	1.48
Reach 1	1	TR100	Run 1 INT.02a valle ex-ante	3.47	117.22	118.33	2.55	1.36	1.48
Reach 1	1	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.15	117.22	118.46	2.65	1.56	1.54
Reach 1	1	TR200	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.15	117.22	118.46	2.65	1.56	1.54
Reach 1	1	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-post	4.55	117.22	118.54	2.71	1.68	1.57
Reach 1	1	TR300	Run 1 INT.02a valle ex-ante	4.55	117.22	118.54	2.71	1.68	1.57

Fig. 110: Confronto parametri idraulici ex ante / ex post

dove

Min Ch El = Quota fondo canale

W.S. Elev = Livello Pelo libero flusso idrico (Tirante)

Vel Chnl = Velocità del flusso idrico

Flow Area = Area del contorno bagnato

Top Width = Larghezza flusso idrico in testa

Nella tabella di figura 110 sono riportati i risultati della simulazione in relazione ai parametri idraulici più indicativi;

Con riferimento ai due principali parametri idraulici, ovvero al *tirante idrico* (W.S. Elevation) ed al valore di *velocità totale* (Vel Chnl) la simulazione indica che l’inserimento del tombino, ubicato in corrispondenza della sez. n.40, con una pendenza pari al 2%, non provoca alcuna alterazione a monte con, a valle (sez. n.35), una lieve diminuzione del tirante idrico (decremento massimo 3 cm) e variazioni positive della velocità del flusso idrico (aumento nell’ordine massimo di 0,15 m/s) che tuttavia tendono a normalizzarsi rapidamente nell’arco di circa 20 metri.

Relativamente alla valutazione del rischio residuo sia il tombino che lo stesso impluvio (nelle parti rimodellate prossime al tombino con le dimensioni di fig. 106) risultano in grado di contenere le portate di piena in progetto (Top Width < 1.7) anche in riferimento ad una piena con Tr 300 anni.

- Valutazioni sul franco idraulico del tombino

In figura 111 sono riportate le sezioni di monte e valle del tombino con indicata l’altezza del tirante idrico per Tr 200 anni. La modellazione indica:

Tempo di Ritorno 200 anni	Altezza Tirante Idrico (metri)	Franco Netto (metri)
Sezione di Monte	0.76	0.74
Sezione di Valle	0.6	0.9

Pertanto considerando un tombino di progetto di forma rettangolare (fig. 108), con dimensioni minime in larghezza (*Span*) pari a 2.0 metri e in altezza (*Rise*) di 1.5 metri, la simulazione indica una verifica positiva, ovvero la compatibilità idraulica del manufatto, *con un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza del tombino* (pari a 1.00 metri) e garantendo un *franco netto minimo* superiore ai 0.5 metri come previsto nelle NTC 2018 per gli attraversamenti con tombino (Par. C5.1.2.3 - Compatibilità Idraulica).

Relativamente alla valutazione del rischio residuo il tombino risulta in grado di contenere anche una portata di piena con tempo di ritorno a 300 anni con valori del tirante e del franco idraulico comunque compatibili a quelli previsti dalle NTC2018.

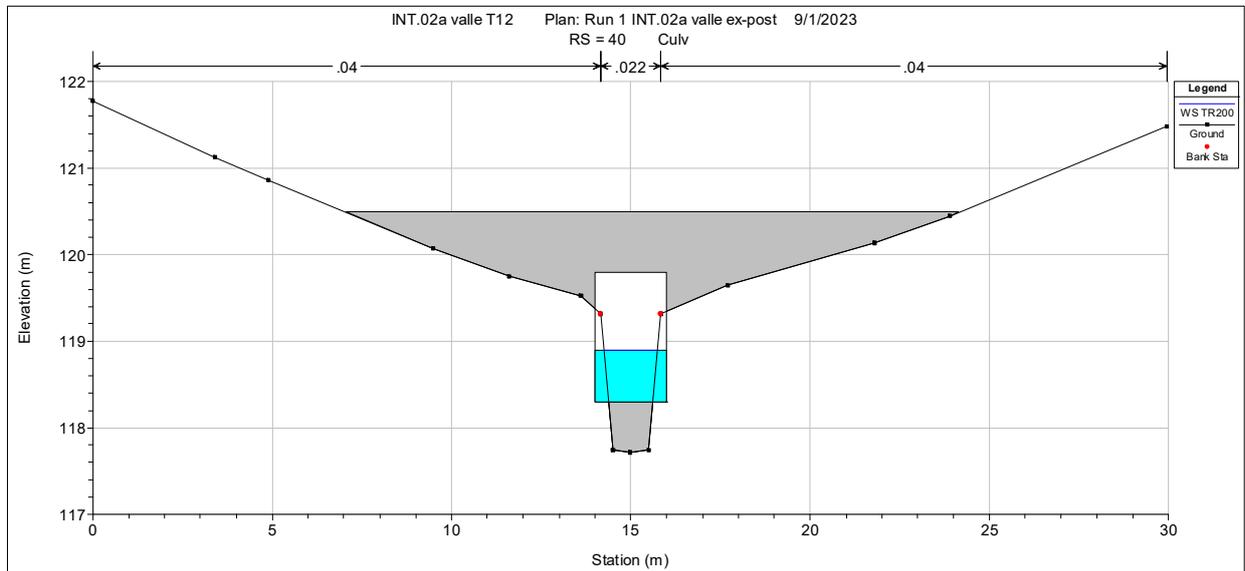
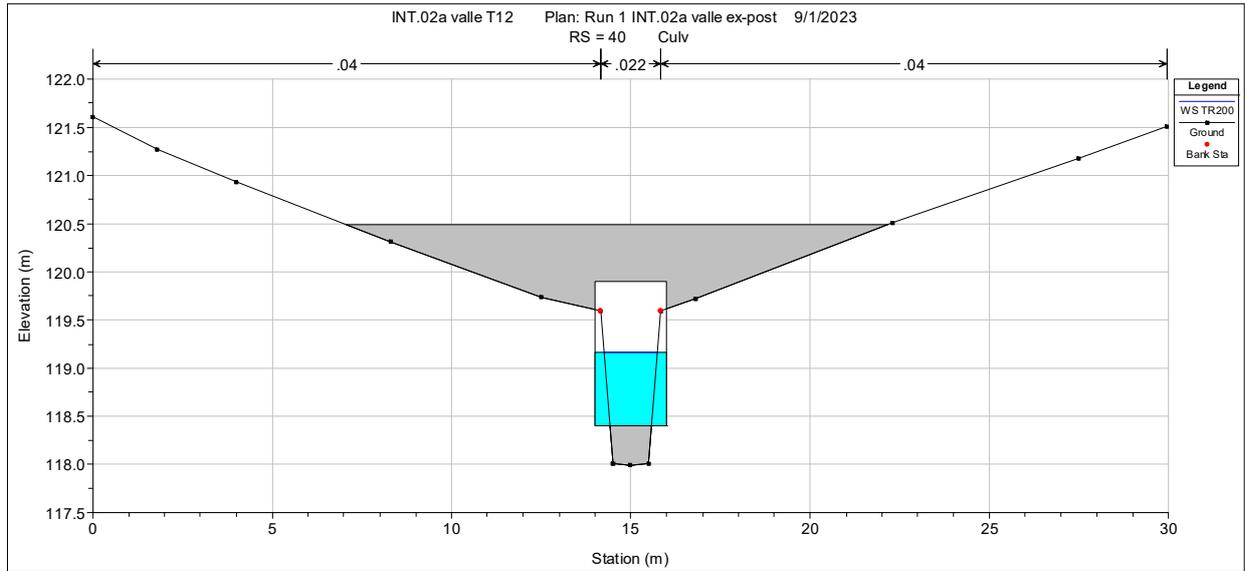


Fig. 111: Sezioni tombino (scala altezza variabili); Tirante idrico Tr200

5.5.10 *Analisi Idraulica Tombino T14 (Impluvio INT.02c valle AGV-1)*

Il tombino etichettato, nella Tav. 06c, con la sigla T14 si riferisce all’impluvio INT.02c valle (AGV-1) interferente con la viabilità di nuova realizzazione interna all’impianto AGV-1. Di seguito si riportano, per il tombino in questione, i risultati dell’analisi eseguita.

Parametri di input		
		<i>note</i>
n° sezioni di analisi	10	
Sviluppo lineare simulazione	79	metri
Geometria area di simulazione	-----	Fig. 112
Geometria e parametri idraulici tombino	-----	Fig. 114
Condizione al contorno di monte	0.02	Normal Depth (Upstream)
Condizione al contorno di valle	0.05	Normal Depth (Downstream)
Regime di moto	Permanente	a pelo libero (Low Flow Methods)
Regime di flusso	Misto	(mixed)
Portata di progetto (Tr 50)	3.68	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 100)	4.53	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 200)	5.40	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 300)	6.45	m ³ /s



Fig. 112: Geometria Area di simulazione (HEC-RAS)

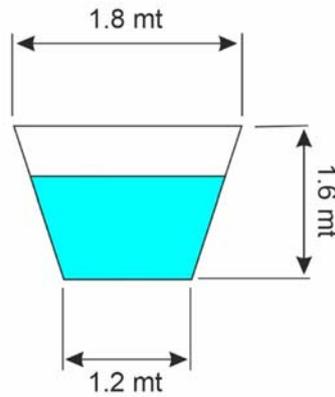


Fig. 113: Sezione di verifica Impluvio INT.02c valle (intorno tombino)

Culvert Data Editor

Culvert Group: **Culvert #1**

Solution Criteria: **Computed Flow Control**

Shape: **Box** Span: **2** Rise: **1.5**

Chart #: **8 - flared wingwalls**

Scale #: **1 - Wingwall flared 30 to 75 deg.**

Distance to Upstrm XS: **2**

Culvert Length: **5**

Entrance Loss Coeff: **0.5**

Exit Loss Coeff: **1**

Manning's n for Top: **0.011**

Manning's n for Bottom: **0.013**

Depth to use Bottom n: **0**

Depth Blocked: **0**

Upstream Invert Elev: **119.45**

Downstream Invert Elev: **119.35**

Culvert Barrel Data

Barrel Centerline Stations				# Barrels :
	Barrel Name	US Sta	DS Sta	
1	INT.02c valle T14	15	15	1
2				
3				
4				
5				

Barrel GIS Data: INT.02c valle T14
 Length: 0

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		

Individual Barrel Centerlines ... Show on Map OK Cancel Help

Select culvert to edit

Fig. 114: Parametri idraulici tombino (culvert)

- Risultati della simulazione

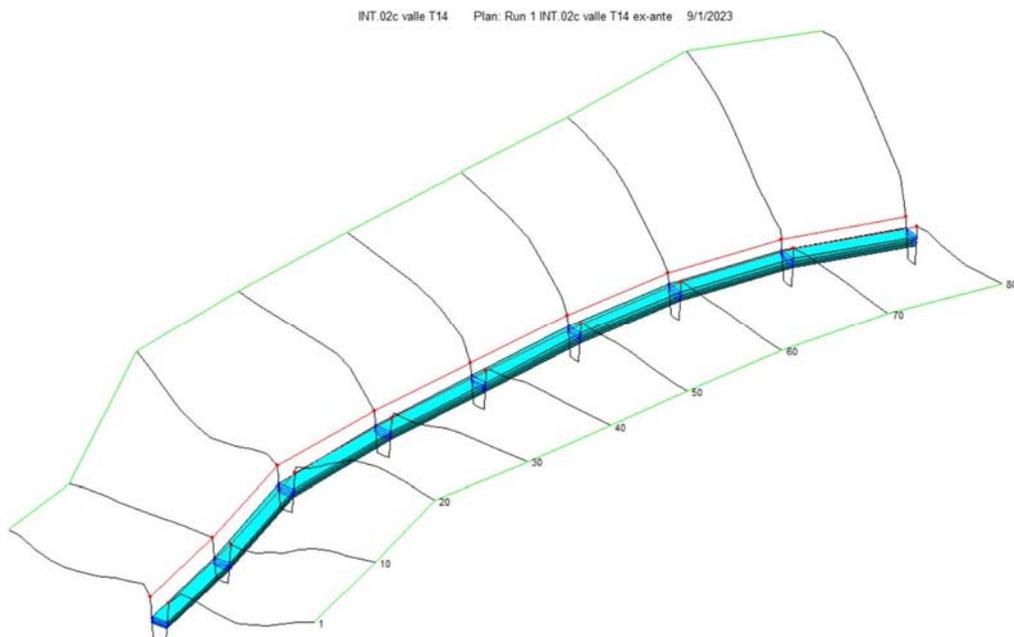


Fig. 115: Geometria 3D; condizione ante-operam

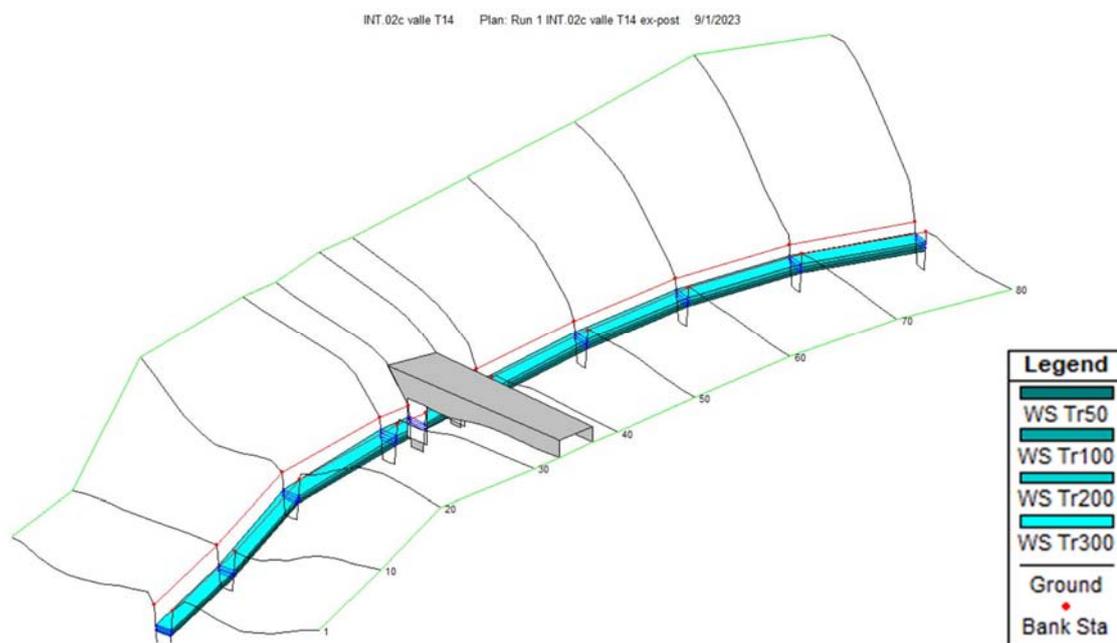


Fig. 116: Geometria 3D INT.02c valle; condizione post-operam

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	3.68	120.20	121.01	3.40	1.08	1.50
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	3.68	120.20	121.01	3.40	1.08	1.50
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	4.53	120.20	121.13	3.57	1.27	1.55
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	4.53	120.20	121.13	3.57	1.27	1.55
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	5.40	120.20	121.25	3.72	1.45	1.59
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	5.40	120.20	121.25	3.72	1.45	1.59
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	6.45	120.20	121.38	3.87	1.67	1.64
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	6.45	120.20	121.38	3.87	1.67	1.64
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	3.68	120.00	120.82	3.38	1.09	1.50
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	3.68	120.00	120.82	3.38	1.09	1.50
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	4.53	120.00	120.94	3.55	1.28	1.55
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	4.53	120.00	120.94	3.55	1.28	1.55
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	5.40	120.00	121.05	3.72	1.45	1.59
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	5.40	120.00	121.05	3.72	1.45	1.59
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	6.45	120.00	121.19	3.84	1.68	1.65
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	6.45	120.00	121.19	3.84	1.68	1.65
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	3.68	119.80	120.61	3.39	1.08	1.50
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	3.68	119.80	120.61	3.39	1.08	1.50
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	4.53	119.80	120.73	3.58	1.27	1.55
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	4.53	119.80	120.73	3.58	1.27	1.55
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	5.40	119.80	120.85	3.72	1.45	1.59
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	5.40	119.80	120.85	3.72	1.45	1.59
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	6.45	119.80	120.99	3.86	1.67	1.64
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	6.45	119.80	120.99	3.86	1.67	1.64
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	3.68	119.60	120.42	3.38	1.09	1.50
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	3.68	119.60	120.42	3.39	1.09	1.50
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	4.53	119.60	120.53	3.57	1.27	1.55
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	4.53	119.60	120.53	3.57	1.27	1.55
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	5.40	119.60	120.65	3.73	1.45	1.59
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	5.40	119.60	120.65	3.73	1.45	1.59
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	6.45	119.60	120.79	3.84	1.68	1.64
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	6.45	119.60	120.79	3.84	1.68	1.64
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	3.68	119.60	120.42	3.38	1.09	1.50
Reach 1	50	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	3.68	119.60	120.42	3.39	1.09	1.50
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	4.53	119.60	120.53	3.57	1.27	1.55
Reach 1	50	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	4.53	119.60	120.53	3.57	1.27	1.55
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	5.40	119.60	120.65	3.73	1.45	1.59
Reach 1	50	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	5.40	119.60	120.65	3.73	1.45	1.59
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	6.45	119.60	120.79	3.84	1.68	1.64
Reach 1	50	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	6.45	119.60	120.79	3.84	1.68	1.64
Reach 1	40	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	3.68	119.30	120.05	3.74	0.98	1.48
Reach 1	40	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	3.68	119.30	120.05	3.74	0.98	1.48
Reach 1	40	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	4.53	119.30	120.16	3.92	1.16	1.52
Reach 1	40	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	4.53	119.30	120.16	3.92	1.16	1.52
Reach 1	40	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	5.40	119.30	120.27	4.08	1.32	1.56
Reach 1	40	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	5.40	119.30	120.27	4.08	1.32	1.56
Reach 1	40	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	6.45	119.30	120.40	4.22	1.53	1.61
Reach 1	40	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	6.45	119.30	120.40	4.22	1.53	1.61
Reach 1	35			Culvert					
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	3.68	118.99	119.75	3.67	1.00	1.48
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	3.68	118.99	119.71	3.89	0.95	1.47
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	4.53	118.99	119.88	3.76	1.21	1.53
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	4.53	118.99	119.82	4.08	1.11	1.51
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	5.40	118.99	120.01	3.86	1.40	1.58
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	5.40	118.99	119.93	4.24	1.27	1.55
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	6.45	118.99	120.14	4.01	1.61	1.63
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	6.45	118.99	120.05	4.40	1.47	1.60

Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	3.68	118.40	119.03	4.54	0.81	1.43
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	3.68	118.40	119.02	4.60	0.80	1.43
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	4.53	118.40	119.13	4.71	0.96	1.47
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	4.53	118.40	119.12	4.79	0.95	1.47
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	5.40	118.40	119.23	4.85	1.11	1.51
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	5.40	118.40	119.22	4.95	1.09	1.50
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	6.45	118.40	119.35	5.01	1.29	1.55
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	6.45	118.40	119.33	5.12	1.26	1.55
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	3.68	117.60	118.16	5.19	0.71	1.40
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	3.68	117.60	118.15	5.21	0.71	1.40
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	4.53	117.60	118.25	5.40	0.84	1.44
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	4.53	117.60	118.24	5.43	0.83	1.44
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	5.40	117.60	118.34	5.57	0.97	1.47
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	5.40	117.60	118.33	5.61	0.96	1.47
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	6.45	117.60	118.44	5.75	1.12	1.51
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	6.45	117.60	118.43	5.80	1.11	1.51
Reach 1	1	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	3.68	117.10	117.67	5.02	0.73	1.41
Reach 1	1	TR50	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	3.68	117.10	117.67	5.02	0.73	1.41
Reach 1	1	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	4.53	117.10	117.76	5.28	0.86	1.44
Reach 1	1	TR100	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	4.53	117.10	117.76	5.29	0.86	1.44
Reach 1	1	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	5.40	117.10	117.85	5.50	0.98	1.48
Reach 1	1	TR200	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	5.40	117.10	117.84	5.51	0.98	1.47
Reach 1	1	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-post	6.45	117.10	117.94	5.72	1.13	1.51
Reach 1	1	TR300	Run 1 INT.02c valle T14 ex-ante	6.45	117.10	117.94	5.73	1.13	1.51

Fig. 117: Confronto parametri idraulici ex ante / ex post

dove

Min Ch El = Quota fondo canale

W.S. Elev = Livello Pelo libero flusso idrico (Tirante)

Vel Chnl = Velocità del flusso idrico

Flow Area = Area del contorno bagnato

Top Width = Larghezza flusso idrico in testa

Nella tabella di figura 117 sono riportati i risultati della simulazione in relazione ai parametri idraulici più indicativi;

Con riferimento ai due principali parametri idraulici, ovvero al *tirante idrico* (W.S. Elevation) ed al valore di *velocità totale* (Vel Chnl) la simulazione indica che l’inserimento del tombino, ubicato in corrispondenza della sez. n.35, con una pendenza pari al 2.4%, non provoca alcuna alterazione a monte con, a valle (sez. n.30), una lieve aumento del tirante idrico (incremento massimo 9 cm) e variazioni negative della velocità del flusso idrico (decremento nell’ordine massimo di 0,39 m/s) che tuttavia tendono a normalizzarsi rapidamente nell’arco di circa 20 metri.

Relativamente alla valutazione del rischio residuo sia il tombino che lo stesso impluvio (nelle parti rimodellate prossime al tombino con le dimensioni di fig. 113) risultano in grado di contenere le portate di piena in progetto (*Top Width* < 1.8) anche in riferimento ad una piena con Tr 300 anni.

- Valutazioni sul franco idraulico del tombino

In figura 118 sono riportate le sezioni di monte e valle del tombino con indicata l'altezza del tirante idrico per Tr 200 anni. La modellazione indica:

Tempo di Ritorno 200 anni	Altezza Tirante Idrico (metri)	Franco Netto (metri)
Sezione di Monte	0.82	0.68
Sezione di Valle	0.73	0.77

Pertanto considerando un tombino di progetto di forma rettangolare (fig. 114), con dimensioni minime in larghezza (*Span*) pari a 2.0 metri e in altezza (*Rise*) di 1.5 metri, la simulazione indica una verifica positiva, ovvero la compatibilità idraulica del manufatto, *con un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza del tombino* (pari a 1.00 metri) e garantendo un *franco netto minimo* superiore ai 0.5 metri come previsto nelle NTC 2018 per gli attraversamenti con tombino (Par. C5.1.2.3 - Compatibilità Idraulica).

Relativamente alla valutazione del rischio residuo il tombino risulta in grado di contenere anche una portata di piena con tempo di ritorno a 300 anni con valori del tirante e del franco idraulico comunque compatibili a quelli previsti dalle NTC2018.

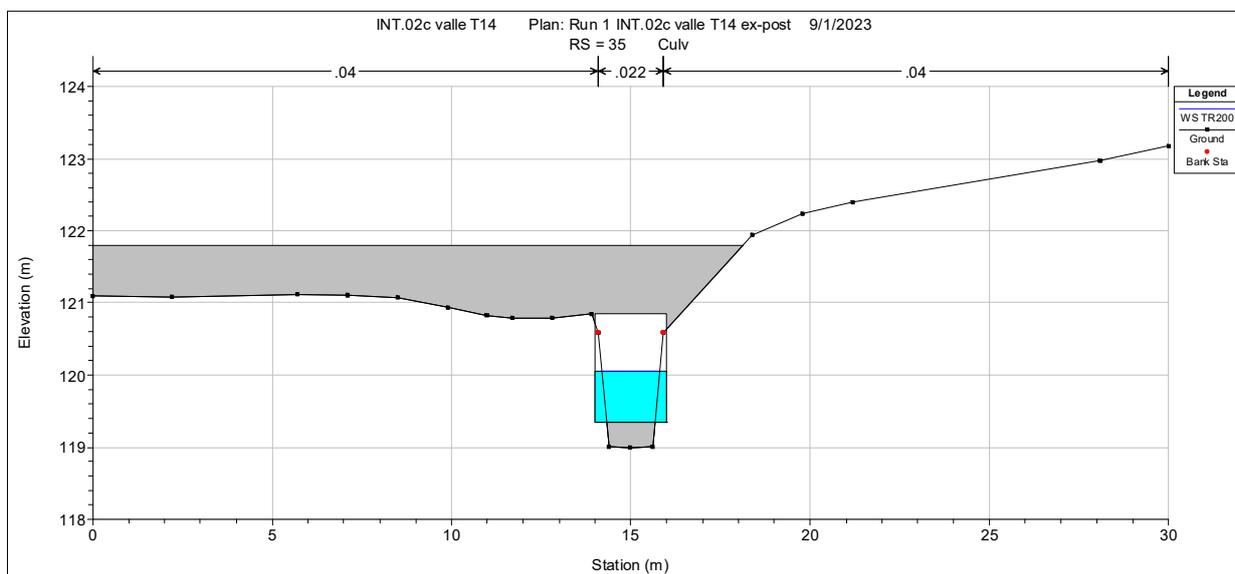
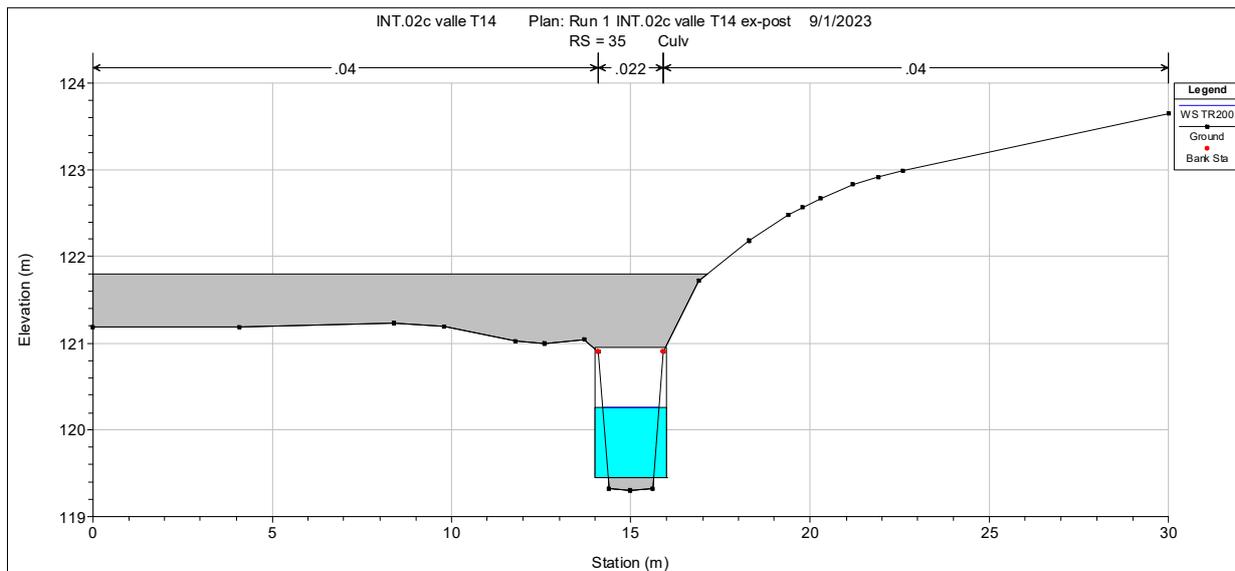


Fig. 118: Sezioni tombino (scala altezza variabili); Tirante idrico Tr200

5.5.11 *Analisi Idraulica Tombino T15 (Impluvio INT.02 AGV-2)*

Il tombino etichettato, nella Tav. 06d, con la sigla T15 si riferisce all’impluvio INT.02 (AGV-2) interferente con la viabilità di nuova realizzazione interna all’impianto AGV-2. Di seguito si riportano, per il tombino in questione, i risultati dell’analisi eseguita.

Parametri di input		
		<i>note</i>
n° sezioni di analisi	10	
Sviluppo lineare simulazione	80	metri
Geometria area di simulazione	-----	Fig. 119
Geometria e parametri idraulici tombino	-----	Fig. 121
Condizione al contorno di monte	0.032	Normal Depth (Upstream)
Condizione al contorno di valle	0.017	Normal Depth (Downstream)
Regime di moto	Permanente	a pelo libero (Low Flow Methods)
Regime di flusso	Misto	(mixed)
Portata di progetto (Tr 50)	4.08	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 100)	5.04	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 200)	6.02	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 300)	6.61	m ³ /s



Fig. 119: Geometria Area di simulazione (HEC-RAS)

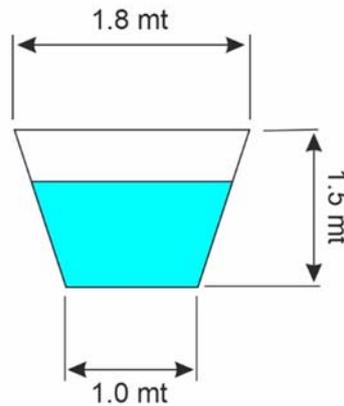


Fig. 120: Sezione di verifica Impluvio INT.02 (intorno tombino)

Culvert Data Editor

Culvert Group:

Solution Criteria:

Shape: Span: Rise:

Chart #:

Scale #:

Distance to Upstrm XS:

Culvert Length:

Entrance Loss Coeff:

Exit Loss Coeff:

Manning's n for Top:

Manning's n for Bottom:

Depth to use Bottom n:

Depth Blocked:

Upstream Invert Elev:

Downstream Invert Elev:

Culvert Barrel Data

Barrel Centerline Stations # Barrels:

	Barrel Name	US Sta	DS Sta
1	INT.02 T15	15	15
2			
3			
4			
5			

Barrel GIS Data: INT.02 T15
Length: 0

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		

Select culvert to edit

Fig. 121: Parametri idraulici tombino (culvert)

- Risultati della simulazione

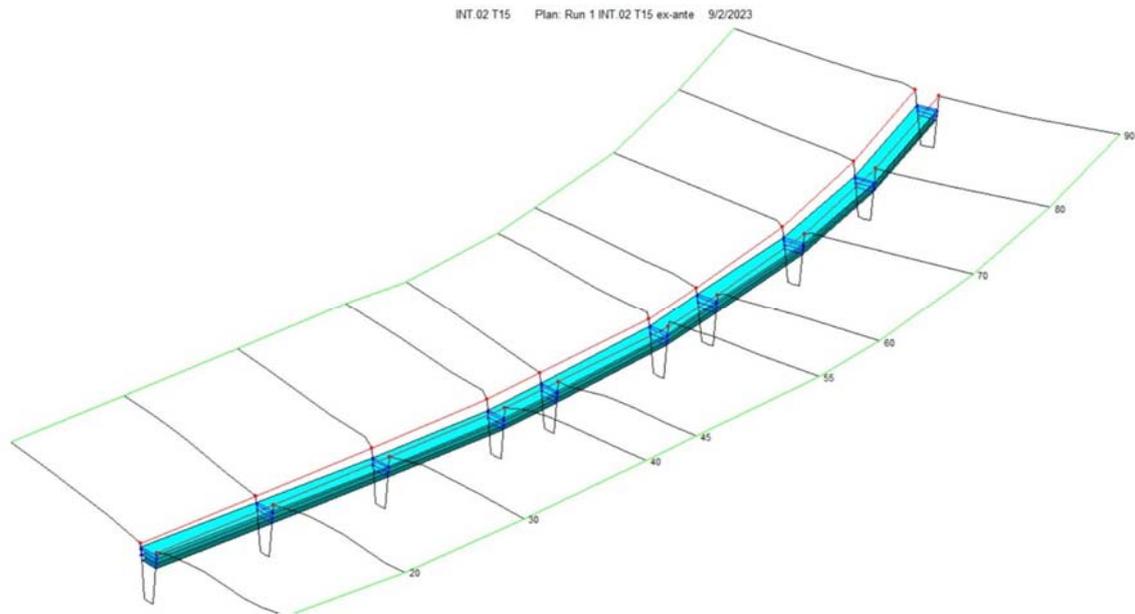


Fig. 122: Geometria 3D; condizione ante-operam

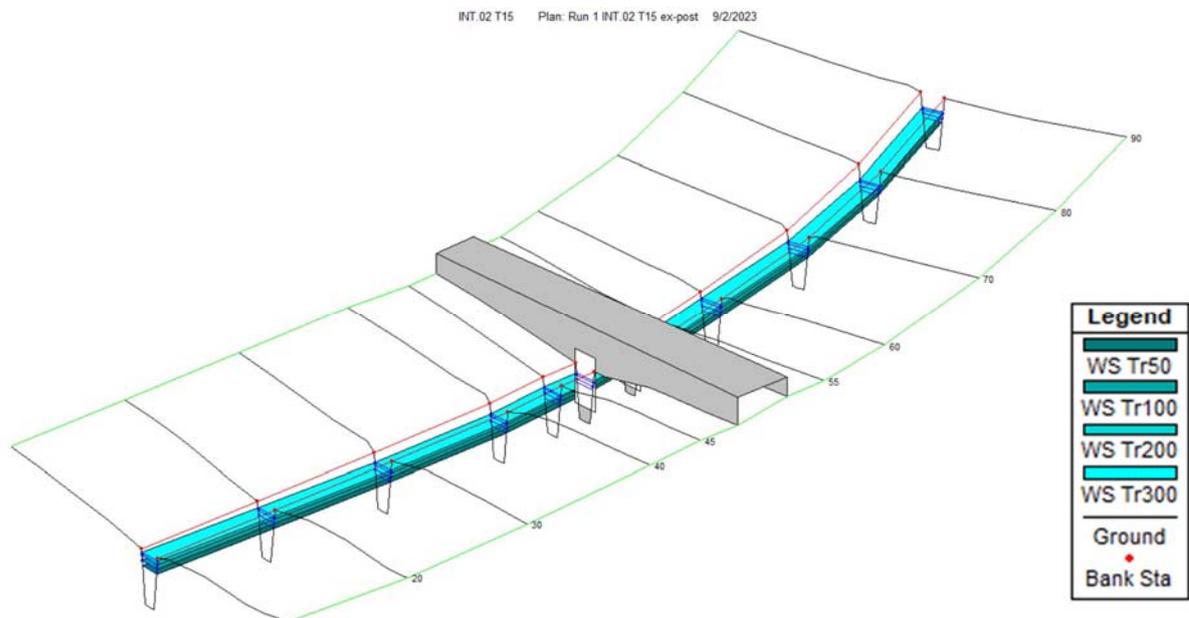


Fig. 123: Geometria 3D INT.02; condizione post-operam

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width
				(m3/s)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)
Reach 1	90	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-post	4.08	118.71	119.53	4.18	0.98	1.43
Reach 1	90	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	4.08	118.71	119.53	4.18	0.98	1.43
Reach 1	90	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-post	5.04	118.71	119.64	4.39	1.15	1.49
Reach 1	90	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	5.04	118.71	119.64	4.39	1.15	1.49
Reach 1	90	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.02	118.71	119.75	4.57	1.32	1.55
Reach 1	90	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.02	118.71	119.75	4.57	1.32	1.55
Reach 1	90	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.61	118.71	119.82	4.67	1.41	1.59
Reach 1	90	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.61	118.71	119.82	4.67	1.41	1.59
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-post	4.08	118.39	119.21	4.17	0.98	1.43
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	4.08	118.39	119.21	4.17	0.98	1.43
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-post	5.04	118.39	119.32	4.38	1.15	1.49
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	5.04	118.39	119.32	4.38	1.15	1.49
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.02	118.39	119.43	4.57	1.32	1.55
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.02	118.39	119.43	4.57	1.32	1.55
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.61	118.39	119.50	4.67	1.41	1.59
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.61	118.39	119.50	4.67	1.41	1.59
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-post	4.08	118.18	119.10	3.62	1.13	1.49
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	4.08	118.18	119.10	3.62	1.13	1.49
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-post	5.04	118.18	119.23	3.82	1.32	1.55
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	5.04	118.18	119.23	3.82	1.32	1.55
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.02	118.18	119.34	4.00	1.51	1.62
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.02	118.18	119.34	4.00	1.51	1.62
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.61	118.18	119.41	4.10	1.61	1.65
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.61	118.18	119.41	4.10	1.61	1.65
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-post	4.08	117.99	118.97	3.35	1.22	1.52
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	4.08	117.99	118.97	3.35	1.22	1.52
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-post	5.04	117.99	119.11	3.51	1.43	1.59
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	5.04	117.99	119.11	3.51	1.43	1.59
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.02	117.99	119.25	3.61	1.67	1.67
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.02	117.99	119.25	3.61	1.67	1.67
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.61	117.99	119.33	3.68	1.80	1.71
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.61	117.99	119.33	3.68	1.80	1.71
Reach 1	55	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-post	4.08	117.88	118.84	3.44	1.19	1.51
Reach 1	55	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	4.08	117.88	118.84	3.44	1.19	1.51
Reach 1	55	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-post	5.04	117.88	118.98	3.59	1.40	1.58
Reach 1	55	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	5.04	117.88	118.98	3.59	1.40	1.58
Reach 1	55	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.02	117.88	119.11	3.71	1.62	1.66
Reach 1	55	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.02	117.88	119.11	3.71	1.62	1.66
Reach 1	55	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.61	117.88	119.19	3.78	1.75	1.70
Reach 1	55	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.61	117.88	119.19	3.78	1.75	1.70
Reach 1	50			Culvert					
Reach 1	45	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-post	4.08	117.60	118.53	3.56	1.15	1.49
Reach 1	45	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	4.08	117.60	118.49	3.77	1.08	1.47
Reach 1	45	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-post	5.04	117.60	118.67	3.69	1.37	1.57
Reach 1	45	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	5.04	117.60	118.62	3.94	1.28	1.54
Reach 1	45	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.02	117.60	118.78	3.91	1.54	1.63
Reach 1	45	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.02	117.60	118.75	4.08	1.48	1.61
Reach 1	45	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.61	117.60	118.84	4.05	1.63	1.66
Reach 1	45	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.61	117.60	118.82	4.15	1.59	1.65
Reach 1	40	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-post	4.08	117.45	118.34	3.77	1.08	1.47
Reach 1	40	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	4.08	117.45	118.31	3.90	1.05	1.46
Reach 1	40	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-post	5.04	117.45	118.47	3.92	1.29	1.54
Reach 1	40	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	5.04	117.45	118.44	4.07	1.24	1.53
Reach 1	40	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.02	117.45	118.59	4.11	1.46	1.60
Reach 1	40	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.02	117.45	118.57	4.21	1.43	1.59
Reach 1	40	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.61	117.45	118.65	4.23	1.56	1.64
Reach 1	40	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.61	117.45	118.63	4.29	1.54	1.63

Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-post	4.08	117.23	118.15	3.61	1.13	1.49
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	4.08	117.23	118.15	3.62	1.13	1.49
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-post	5.04	117.23	118.28	3.79	1.33	1.56
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	5.04	117.23	118.28	3.80	1.33	1.56
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.02	117.23	118.41	3.94	1.53	1.62
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.02	117.23	118.40	3.96	1.52	1.62
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.61	117.23	118.48	4.03	1.64	1.66
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.61	117.23	118.47	4.04	1.64	1.66
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-post	4.08	117.04	118.02	3.35	1.22	1.52
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	4.08	117.04	118.02	3.35	1.22	1.52
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-post	5.04	117.04	118.16	3.51	1.44	1.59
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	5.04	117.04	118.16	3.51	1.44	1.59
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.02	117.04	118.29	3.65	1.65	1.67
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.02	117.04	118.29	3.65	1.65	1.67
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.61	117.04	118.37	3.72	1.78	1.71
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.61	117.04	118.37	3.72	1.78	1.71
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-post	4.08	116.87	117.91	3.09	1.32	1.55
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	4.08	116.87	117.91	3.09	1.32	1.55
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-post	5.04	116.87	118.06	3.25	1.55	1.63
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	5.04	116.87	118.06	3.26	1.55	1.63
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.02	116.87	118.19	3.39	1.77	1.70
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.02	116.87	118.19	3.39	1.77	1.70
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-post	6.61	116.87	118.27	3.47	1.91	1.75
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02 T15 ex-ante	6.61	116.87	118.27	3.47	1.91	1.75

Fig. 124: Confronto parametri idraulici ex ante / ex post

dove

$Min\ Ch\ El =$ Quota fondo canale

$W.S.\ Elev =$ Livello Pelo libero flusso idrico (Tirante)

$Vel\ Chnl =$ Velocità del flusso idrico

$Flow\ Area =$ Area del contorno bagnato

$Top\ Width =$ Larghezza flusso idrico in testa

I risultati della simulazione, riportati in figura 124, indicano che l'impluvio, nelle dimensioni riportate (fig. 120), è in grado di contenere le portate di piena in progetto ($Top\ Width < 1.8$) anche in riferimento ad una piena con Tr 300 anni.

In relazione ai parametri idraulici più indicativi, ovvero al *tirante idraulico* ($W.S.\ Elevation$) ed al valore di *velocità totale* ($Vel\ Chnl$) l'inserimento del tombino (ubicato in corrispondenza della sez. n.50), con pendenza di circa il 2%, non implica alcun aumento dei tiranti idraulici o delle velocità di deflusso, a monte del tombino; relativamente alla sezione di valle (sez. n.45) la simulazione evidenzia un lieve aumento dei tiranti idraulici, nell'ordine massimo di 5 cm a fronte di una piccola diminuzione delle velocità di deflusso, che in ogni caso tendono rapidamente a normalizzarsi, nell'arco di poche decine di metri (sez. n.20).

- Valutazioni sul franco idraulico del tombino

In figura 125 sono riportate le sezioni di monte e valle del tombino con indicata l'altezza del tirante idrico per Tr 200 anni. La modellazione indica:

Tempo di Ritorno 200 anni	Altezza Tirante Idrico (metri)	Franco Netto (metri)
Sezione di Monte	0.893	0.57
Sezione di Valle	0.78	0.72

Pertanto considerando un tombino di progetto di forma rettangolare (fig. 121), con dimensioni minime in larghezza (*Span*) pari a 2.0 metri e in altezza (*Rise*) di 1.5 metri, la simulazione indica una verifica positiva, ovvero la compatibilità idraulica del manufatto, *con un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza del tombino* (pari a 1.00 metri) e garantendo un *franco netto minimo* superiore ai 0.5 metri come previsto nelle NTC 2018 per gli attraversamenti con tombino (Par. C5.1.2.3 - Compatibilità Idraulica).

Relativamente alla valutazione del rischio residuo il tombino risulta in grado di contenere anche una portata di piena con tempo di ritorno a 300 anni con valori del tirante e del franco idraulico comunque compatibili a quelli previsti dalle NTC2018.

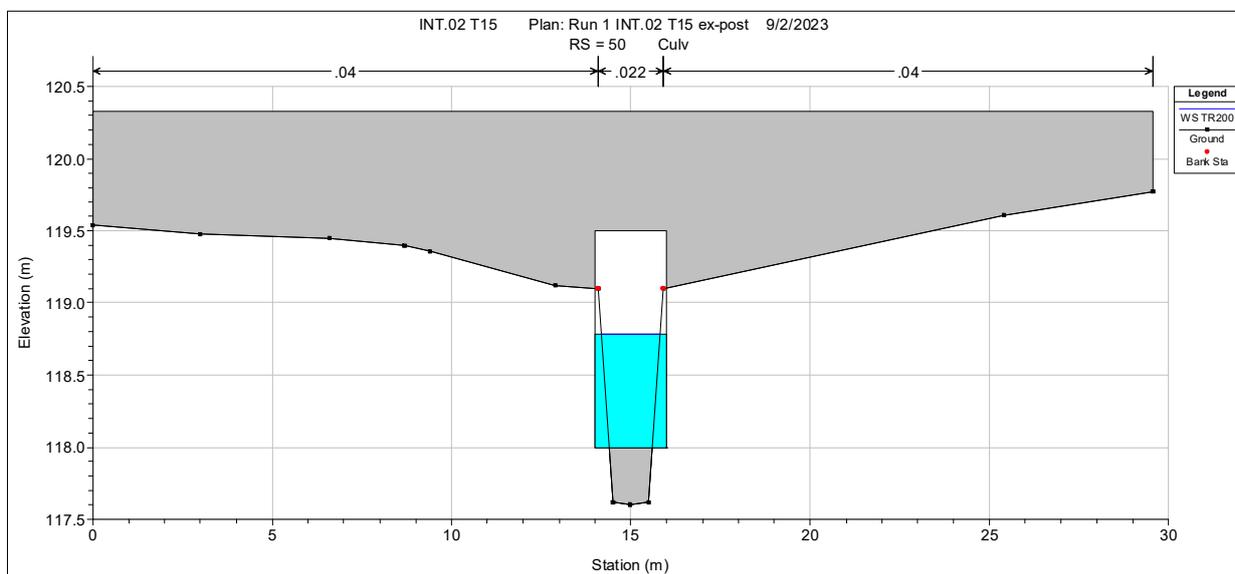
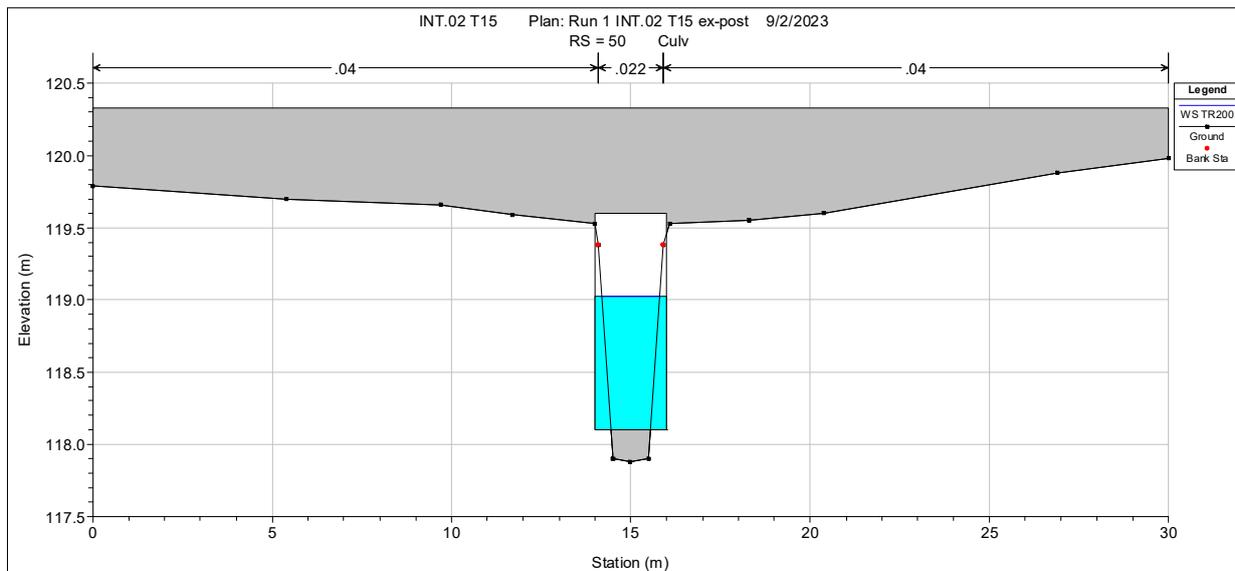


Fig. 125: Sezioni tombino (scala altezza variabili); Tirante idrico Tr200

5.5.12 *Analisi Idraulica Tombino T16 (Impluvio INT.03 AGV-2)*

Il tombino etichettato, nella Tav. 06d, con la sigla T16 si riferisce all’impluvio INT.03 (AGV-2) interferente con la viabilità di nuova realizzazione interna all’impianto AGV-2. Di seguito si riportano, per il tombino in questione, i risultati dell’analisi eseguita.

Parametri di input		
		<i>note</i>
n° sezioni di analisi	10	
Sviluppo lineare simulazione	80	metri
Geometria area di simulazione	-----	Fig. 126
Geometria e parametri idraulici tombino	-----	Fig. 128
Condizione al contorno di monte	0.066	Normal Depth (Upstream)
Condizione al contorno di valle	0.025	Normal Depth (Downstream)
Regime di moto	Permanente	a pelo libero (Low Flow Methods)
Regime di flusso	Misto	(mixed)
Portata di progetto (Tr 50)	0.55	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 100)	0.65	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 200)	0.76	m ³ /s
Portata di progetto (Tr 300)	0.83	m ³ /s



Fig. 126: Geometria Area di simulazione (HEC-RAS)

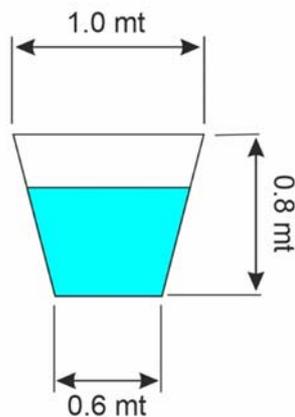


Fig. 127: Sezione di verifica Impluvio INT.03 (intorno tombino)

Culvert Data Editor

Culvert Group: **Culvert #1**

Solution Criteria: **Computed Flow Control**

Shape: **Box** Span: **1** Rise: **1**

Chart #: **8 - flared wingwalls**

Scale #: **1 - Wingwall flared 30 to 75 deg.**

Distance to Upstrm XS: **2**

Culvert Length: **5**

Entrance Loss Coeff: **0.5**

Exit Loss Coeff: **1**

Manning's n for Top: **0.011**

Manning's n for Bottom: **0.013**

Depth to use Bottom n: **0**

Depth Blocked: **0**

Upstream Invert Elev: **114.46**

Downstream Invert Elev: **114.13**

Culvert Barrel Data

Barrel Centerline Stations				# Barrels :
	Barrel Name	US Sta	DS Sta	
1	INT.02 T16	15.5	14.5	1
2				
3				
4				
5				

Barrel GIS Data: INT.02 T16
 Length: 0

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		

Individual Barrel Centerlines ... Show on Map OK Cancel Help

Select culvert to edit

Fig. 128: Parametri idraulici tombino (culvert)

- Risultati della simulazione

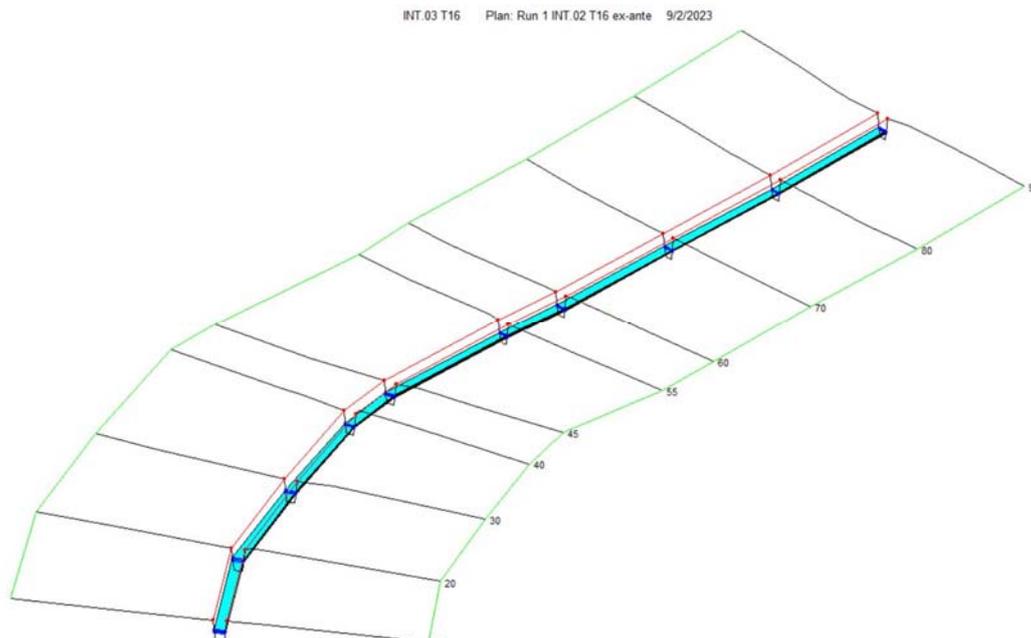


Fig. 129: Geometria 3D; condizione ante-operam

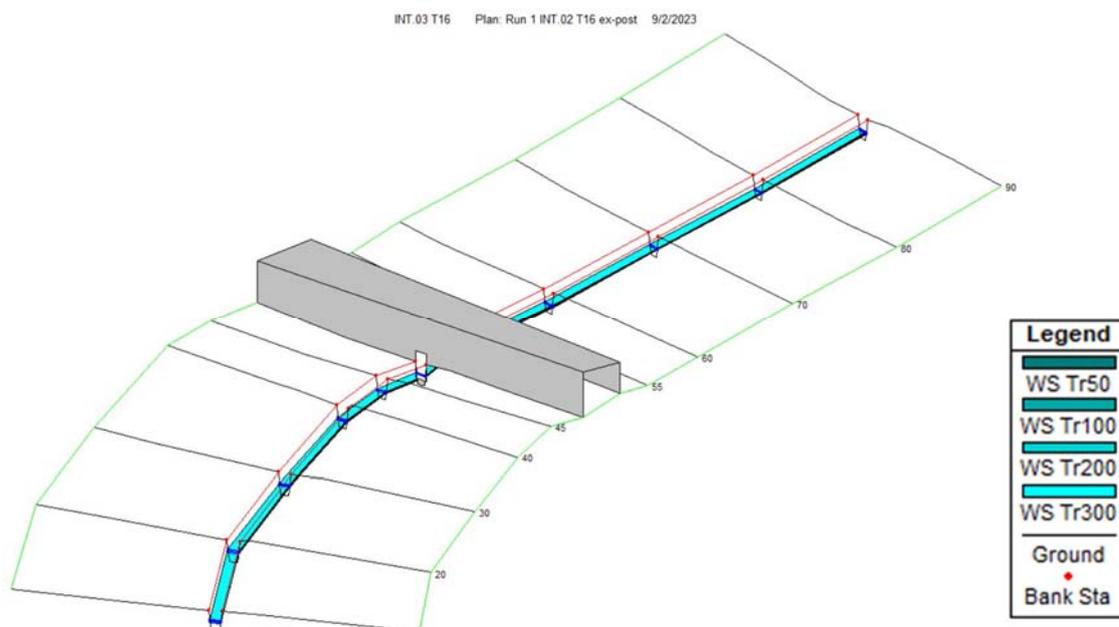


Fig. 130: Geometria 3D INT.03; condizione post-operam

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)
Reach 1	90	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.53	116.49	116.75	3.28	0.16	0.72
Reach 1	90	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.53	116.49	116.75	3.28	0.16	0.72
Reach 1	90	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.65	116.49	116.78	3.47	0.19	0.74
Reach 1	90	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.65	116.49	116.78	3.47	0.19	0.74
Reach 1	90	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.76	116.49	116.81	3.61	0.21	0.75
Reach 1	90	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.76	116.49	116.81	3.61	0.21	0.75
Reach 1	90	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.83	116.49	116.83	3.70	0.22	0.76
Reach 1	90	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.83	116.49	116.83	3.70	0.22	0.76
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.53	115.83	116.09	3.28	0.16	0.72
Reach 1	80	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.53	115.83	116.09	3.28	0.16	0.72
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.65	115.83	116.12	3.46	0.19	0.74
Reach 1	80	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.65	115.83	116.12	3.46	0.19	0.74
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.76	115.83	116.15	3.61	0.21	0.75
Reach 1	80	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.76	115.83	116.15	3.61	0.21	0.75
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.83	115.83	116.17	3.69	0.22	0.76
Reach 1	80	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.83	115.83	116.17	3.69	0.22	0.76
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.53	115.30	115.58	2.98	0.18	0.73
Reach 1	70	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.53	115.30	115.58	2.98	0.18	0.73
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.65	115.30	115.62	3.15	0.21	0.75
Reach 1	70	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.65	115.30	115.62	3.15	0.21	0.75
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.76	115.30	115.65	3.29	0.23	0.77
Reach 1	70	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.76	115.30	115.65	3.29	0.23	0.77
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.83	115.30	115.67	3.37	0.25	0.78
Reach 1	70	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.83	115.30	115.67	3.37	0.25	0.78
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.53	114.74	115.01	3.08	0.17	0.73
Reach 1	60	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.53	114.74	115.01	3.08	0.17	0.73
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.65	114.74	115.05	3.25	0.20	0.75
Reach 1	60	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.65	114.74	115.05	3.25	0.20	0.75
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.76	114.74	115.08	3.38	0.22	0.76
Reach 1	60	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.76	114.74	115.08	3.38	0.22	0.76
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.83	114.74	115.10	3.46	0.24	0.77
Reach 1	60	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.83	114.74	115.10	3.46	0.24	0.77
Reach 1	55	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.53	114.46	114.73	3.09	0.17	0.73
Reach 1	55	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.53	114.46	114.73	3.09	0.17	0.73
Reach 1	55	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.65	114.46	114.77	3.26	0.20	0.75
Reach 1	55	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.65	114.46	114.77	3.26	0.20	0.75
Reach 1	55	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.76	114.46	114.80	3.38	0.22	0.76
Reach 1	55	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.76	114.46	114.80	3.38	0.22	0.76
Reach 1	55	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.83	114.46	114.82	3.46	0.24	0.77
Reach 1	55	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.83	114.46	114.82	3.46	0.24	0.77
Reach 1	50			Culvert					
Reach 1	45	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.53	113.93	114.16	3.63	0.15	0.71
Reach 1	45	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.53	113.93	114.21	2.94	0.18	0.73
Reach 1	45	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.65	113.93	114.20	3.78	0.17	0.73
Reach 1	45	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.65	113.93	114.25	3.11	0.21	0.75
Reach 1	45	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.76	113.93	114.23	3.90	0.19	0.74
Reach 1	45	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.76	113.93	114.28	3.25	0.23	0.77
Reach 1	45	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.83	113.93	114.25	3.98	0.21	0.75
Reach 1	45	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.83	113.93	114.30	3.32	0.25	0.78
Reach 1	40	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.53	113.65	113.91	3.28	0.16	0.72
Reach 1	40	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.53	113.65	113.92	3.10	0.17	0.73
Reach 1	40	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.65	113.65	113.94	3.48	0.19	0.74
Reach 1	40	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.65	113.65	113.96	3.26	0.20	0.75
Reach 1	40	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.76	113.65	113.97	3.64	0.21	0.75
Reach 1	40	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.76	113.65	113.99	3.39	0.22	0.76
Reach 1	40	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.83	113.65	113.99	3.72	0.22	0.76
Reach 1	40	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.83	113.65	114.01	3.47	0.24	0.77

Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.53	113.31	113.64	2.48	0.21	0.76
Reach 1	30	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.53	113.31	113.64	2.47	0.21	0.76
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.65	113.31	113.68	2.65	0.25	0.78
Reach 1	30	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.65	113.31	113.68	2.63	0.25	0.78
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.76	113.31	113.71	2.78	0.27	0.80
Reach 1	30	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.76	113.31	113.72	2.75	0.28	0.80
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.83	113.31	113.73	2.86	0.29	0.81
Reach 1	30	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.83	113.31	113.74	2.82	0.29	0.81
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.53	113.03	113.37	2.35	0.23	0.76
Reach 1	20	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.53	113.03	113.37	2.36	0.22	0.76
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.65	113.03	113.42	2.47	0.26	0.79
Reach 1	20	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.65	113.03	113.42	2.48	0.26	0.79
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.76	113.03	113.46	2.56	0.30	0.81
Reach 1	20	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.76	113.03	113.46	2.57	0.30	0.81
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.83	113.03	113.49	2.62	0.32	0.82
Reach 1	20	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.83	113.03	113.49	2.62	0.32	0.82
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.53	112.78	113.13	2.27	0.23	0.77
Reach 1	10	TR50	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.53	112.78	113.13	2.27	0.23	0.77
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.65	112.78	113.18	2.40	0.27	0.80
Reach 1	10	TR100	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.65	112.78	113.18	2.40	0.27	0.80
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.76	112.78	113.22	2.49	0.31	0.82
Reach 1	10	TR200	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.76	112.78	113.22	2.49	0.31	0.82
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-post	0.83	112.78	113.25	2.55	0.33	0.83
Reach 1	10	TR300	Run 1 INT.02 T16 ex-ante	0.83	112.78	113.25	2.54	0.33	0.83

Fig. 131: Confronto parametri idraulici ex ante / ex post

dove

Min Ch El = Quota fondo canale

W.S. Elev = Livello Pelo libero flusso idrico (Tirante)

Vel Chnl = Velocità del flusso idrico

Flow Area = Area del contorno bagnato

Top Width = Larghezza flusso idrico in testa

I risultati della simulazione, riportati in figura 131, indicano che l'impianto, nelle dimensioni riportate (fig. 127), è in grado di contenere le portate di piena in progetto (*Top Width* < 1.0) anche in riferimento ad una piena con *Tr* 300 anni.

In relazione ai parametri idraulici più indicativi, ovvero al *tirante idraulico* (*W.S. Elevation*) ed al valore di *velocità totale* (*Vel Chnl*) l'inserimento del tombino (ubicato in corrispondenza della sez. n.50), con pendenza di circa il 6.6%, non implica alcun aumento dei tiranti idraulici o delle velocità di deflusso, a monte del tombino; relativamente alla sezione di valle (sez. n.45) la simulazione evidenzia un lieve diminuzione dei tiranti idraulici, variazione massima di 5 cm a fronte di un aumento delle velocità di deflusso, che in ogni caso tendono rapidamente a normalizzarsi, nell'arco di poche decine di metri (sez. n.30).

- Valutazioni sul franco idraulico del tombino

In figura 132 sono riportate le sezioni di monte e valle del tombino con indicata l'altezza del tirante idrico per Tr 200 anni. La modellazione indica:

Tempo di Ritorno 200 anni	Altezza Tirante Idrico (metri)	Franco Netto (metri)
Sezione di Monte	0.26	0.74
Sezione di Valle	0.2	0.8

Pertanto considerando un tombino di progetto di forma quadrata (fig. 128), con dimensioni minime in larghezza (*Span*) pari a 1.0 metri e in altezza (*Rise*) di 1.0 metri, la simulazione indica una verifica positiva, ovvero la compatibilità idraulica del manufatto, *con un tirante idrico inferiore ai 2/3 dell'altezza del tombino* (pari a 0.67 metri) e garantendo un *franco netto minimo* superiore ai 0.5 metri come previsto nelle NTC 2018 per gli attraversamenti con tombino (Par. C5.1.2.3 - Compatibilità Idraulica).

Relativamente alla valutazione del rischio residuo il tombino risulta in grado di contenere anche una portata di piena con tempo di ritorno a 300 anni con valori del tirante e del franco idraulico comunque compatibili a quelli previsti dalle NTC2018.

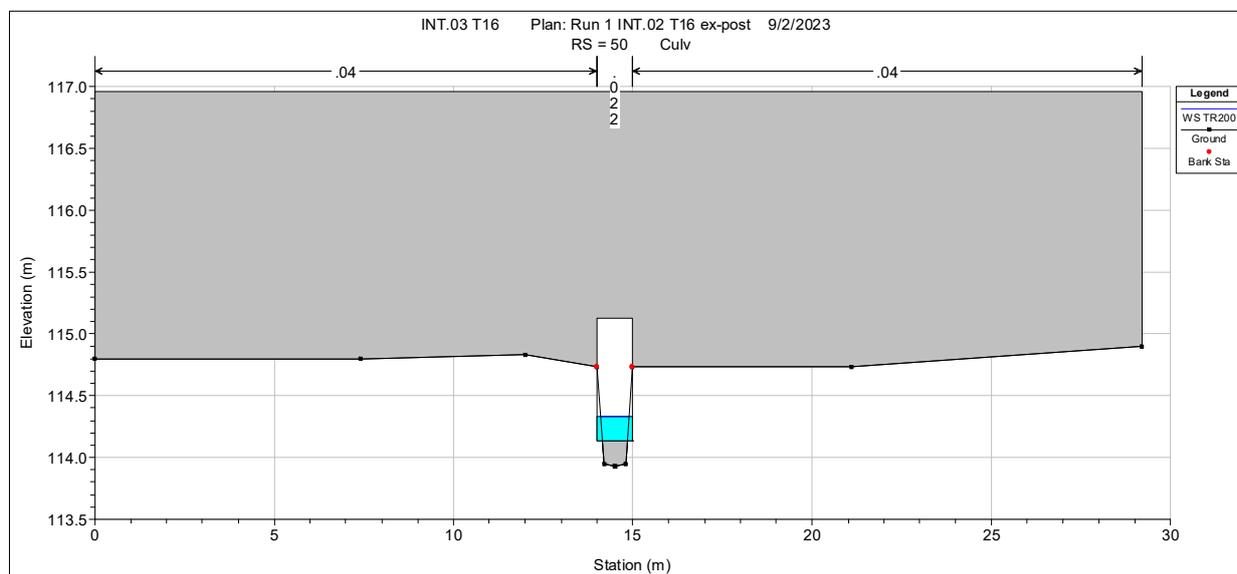
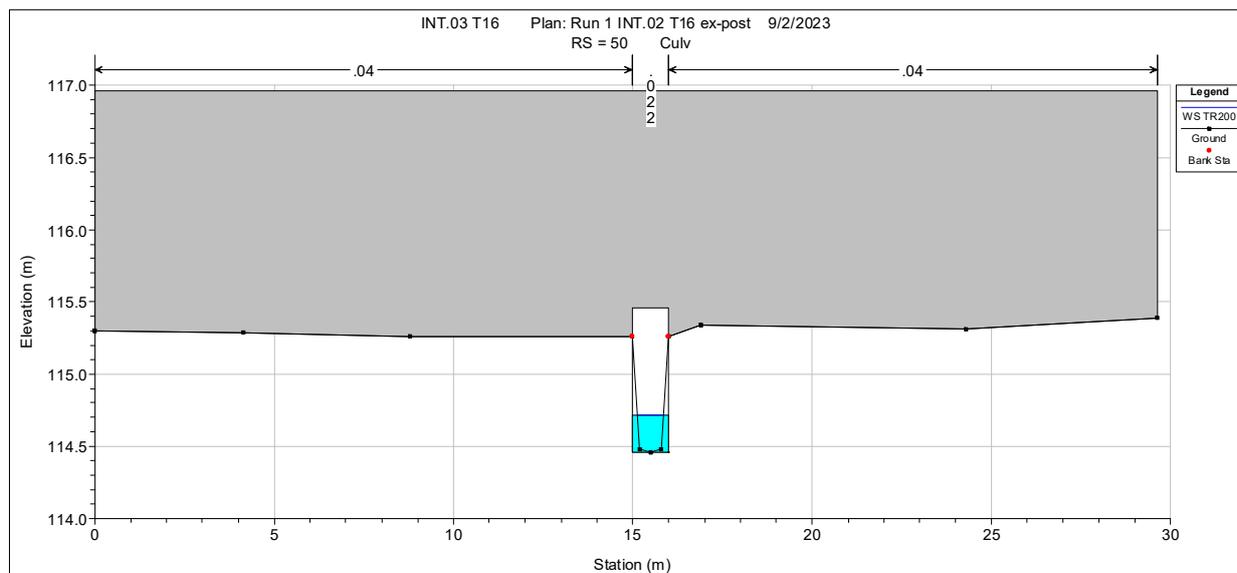


Fig. 125: Sezioni tombino (scala altezza variabili); Tirante idrico Tr200

6 ANALISI SULL’INVARIANZA IDRAULICA DEL PROGETTO

Nel presente paragrafo verrà analizzato il progetto dal punto di vista del *Principio dell’Invarianza Idraulica*, in accordo con quanto previsto dalla *Direttiva AdB-Sicilia prot. 6834 del 11/10/2019* dove, in relazione all’art. 5 delle Norme di Attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del Dipartimento Territorio e Ambiente della Regione Sicilia, per Invarianza Idraulica ed Idrologica si definiscono rispettivamente:

- *Invarianza idraulica*

Principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate o di nuova urbanizzazione nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all’urbanizzazione.

- *Invarianza idrologica*

Principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all’urbanizzazione.

Nello specifico, con riferimento alle “Linee Guida” contenute nel D.D.G. n. 102 dell’AdB del 23/06/2021, sono state effettuate le considerazioni di merito relativamente alle variazioni di natura morfologica o idraulica apportate dal progetto e che, potenzialmente, vanno ad incidere nelle portate e nei volumi di deflusso meteorico, tenendo in debito conto anche le opere di mitigazione che saranno messe in atto proprio ai fini del rispetto del principio dell’*Invarianza Idraulica*. L’analisi è stata condotta in maniera numerica calcolando il **volume di invarianza** (ovvero il volume di acque da laminare/infiltrare) mediante il Metodo Semplificato delle Piogge.

6.1 CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO PER LA LAMINAZIONE

Tenuto conto del *Basso Potenziale di Impermeabilizzazione* delle trasformazioni di progetto (vedi oltre), per il calcolo idrologico dei volumi da invasare è parso idoneo l’utilizzo del “*metodo semplificato delle piogge*”, per come descritto al punto A.4 dell’Allegato 2 del già citato D.D.G. n. 102/2021 DRU/AdB Sicilia.

- *Determinazione del coefficiente di deflusso medio ponderale post-operam*

Il metodo semplificato delle piogge richiede innanzitutto la valutazione del *Coefficiente di deflusso medio ponderale* (post-operam) ϕ_t , per la cui determinazione sono stati utilizzati i valori proposti nell’Allegato 2 del D.D.G. 102/2021, utilizzando per le aree interessate dalla posa dei moduli fotovoltaici il valore $\phi = 0,3$ (vedi appendice D).

Per il calcolo del coefficiente di deflusso ϕ sarà possibile adoperare una metodologia approfondita basata sulle più diffuse formule dei manuali tecnici di idrologia e idraulica, che tengono in considerazione l’umidità iniziale del terreno (grado di saturazione), la porosità, la pendenza, la copertura vegetale, ecc. (ad es.: metodo del Curve Number, equazione di Horton, metodo Green-Ampton, metodo Kennesey, ecc.). In alternativa, si dovranno utilizzare i seguenti coefficienti ϕ per tipologia di suolo:

- | | |
|---|-----|
| • <i>Superfici Impermeabili</i> | 1,0 |
| • <i>Pavimentazioni Drenanti o Semipermeabili</i> | 0,7 |
| • <i>Aree permeabili</i> | 0,3 |
| • <i>Incolto e Uso Agricolo</i> | 0,0 |

Pertanto, in funzione di tali coefficienti parziali e delle superfici soggette a trasformazioni d'uso del suolo, per l'impianto è stato, innanzitutto, determinato il valore del coefficiente di deflusso globale post-operam.

Nelle tabelle a seguire si riportano i dettagli dei calcoli eseguiti per le due aree costituenti l'impianto agrovoltaiico.

Valutazione Valore ϕ_t post operam (Area AGV-1)

Tipologia di copertura	Area (m ²)	Area (%)	Valore ϕ	Valore pesato del ϕ
Piazzali e locali tecnici (<i>Superfici Impermeabili</i>)	2.170,00	0,21	1.0	0.002
Viabilità con materiali drenanti (<i>Pavimentazioni Drenanti</i>)	36.242,00	3,55	0.7	0.025
Aree occupate dai moduli FV (<i>Aree permeabili – vedi appendice D</i>)	229.188,70	22,45	0.3	0.067
Incolto, aree coltivate, aree inerbite (<i>Incolto e uso agricolo</i>)	753.239,30	73,79	0.0	0
TOTALI	1.020.840,00			0.094

Valutazione Valore ϕ_t post operam (Area AGV-2)

Tipologia di copertura	Area (m ²)	Area (%)	Valore ϕ	Valore pesato del ϕ
Piazzali e locali tecnici (<i>Superfici Impermeabili</i>)	980,00	0,10	1.0	0.001
Viabilità con materiali drenanti (<i>Pavimentazioni Drenanti</i>)	16.554,00	1,70	0.7	0.012
Aree occupate dai moduli FV (<i>Aree permeabili – vedi appendice D</i>)	113.412,10	11,68	0.3	0.035
Incolto, aree coltivate, aree inerbite (<i>Incolto e uso agricolo</i>)	839.993,90	86,52	0.0	0
TOTALI	970.940,00			0.048

I valori di coefficiente di deflusso post-operam ottenuti pari a **0.094** (Area AGV-1) e **0.048** (Area AGV-2) ovvero notevolmente inferiori allo 0.5 indicato nel DDG 102/2021, confermano il *Basso Potenziale di Impermeabilizzazione* globale dell'intervento.

- Determinazione del volume di invaso

Per il calcolo del volume di laminazione V_{MAX} è stata utilizzata la formula riportata nel D.D.G. n. 102/2021 AdB Sicilia:

$$V_{max} = S \cdot \phi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

dove:

S = superficie scolante in m²;

$\phi = \phi_t$ coefficiente di deflusso medio ponderale

a = parametro della curva di possibilità pluviometrica

n = parametro della curva di possibilità pluviometrica

Q_{IMP} =portata limite ammessa allo scarico in m³/s, con valore imposto dalla normativa pari a 20 l/s per ettaro; i

valori utilizzati per ogni area analizzata separatamente sono di seguito riepilogati:

	S (m²)	φ_t (-)	a* (-)	n (-)	Q_{IMP} (l/s * ha)
Area AGV-1	1.020.840	0.094	57.75	0.288	20
Area AGV-2	970.940	0.048	57.75	0.288	20

Dati per la determinazione dei volumi di invaso

Relativamente ai due parametri della curva di possibilità pluviometrica, **a** ed **n**, sono stati considerati gli stessi valori già definiti al paragrafo 4.3, per la determinazione delle c.p.p, desunti dalle carte di distribuzione spaziale regionale “Iso-a” ed “Iso-n” di Lo Conti et al., ovvero: $a=26,75$ $n=0,288$

Il valore di **a**, così definito, va quindi moltiplicato per la variabile adimensionale **KT**, denominata fattore di crescita, ovvero ($a^*= a \cdot KT$), che tiene conto del tempo di ritorno considerato; con riferimento ad un tempo di ritorno T_r pari a 30 anni, per come indicato nelle linee guida del D.D.G. 102/2021, **KT** risulta pari a 2.159.

Utilizzando i dati riportati sono stati ottenuti i seguenti valori:

	V_{in} (m³)	V_{out} (m³)	V_{max} (m³)
Area AGV-1	3.002,6	846,7	2.137,8
Area AGV-2	1.105,2	318,3	786,9

con

V_{IN} = *Volume acque di afflusso* (ovvero il primo termine dell’equazione sopra riportata)

V_{OUT} = *Volume acque in uscita* (in funzione del coefficiente udometrico fisso di 20 litri/s*ettaro)

V_{MAX} = *Volume massimo di acque da laminare/infiltrare* (**V_{IN}** - **V_{OUT}**)

Il volume totale di acqua da laminare/infiltrare, per l’intero impianto, risulta pertanto pari a circa **2.924,7 mc**.

6.2 VALUTAZIONI SUL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE DI INVARIANZA

Per lo smaltimento delle acque di invaso il DDG n.102 DRU/AdB indica delle priorità per come di seguito riportate:

- 1) *Mantenimento delle condizioni di permeabilità naturale della porzione più ampia possibile delle superfici oggetto di trasformazione.*
- 2) *Riuso delle acque di pioggia: irrigazione, lavaggio ecc.*
- 3) *Infiltrazione nel suolo, o negli strati superficiali del suolo.*
- 4) *Scarico in corpo idrico superficiale, naturale o artificiale, entro i limiti della sua capacità di portata.*
- 5) *Scarico in fognatura entro i limiti della sua capacità di portata.*

L'unica condizione specifica indicata dal DDG riguarda il tempo di ripristino del sistema adottato che “*possibilmente non dovrà essere superiore a 48 ore*”, in modo da ristabilire la capacità di invaso del sistema quanto prima possibile.

Ritenendo di aver ottemperato nel miglior modo possibile alla condizione 1) e ritenendo di difficile applicazione la condizione 2), nel presente studio, per lo smaltimento vero e proprio dei volumi di invarianza, calcolati al paragrafo precedente, anche in virtù della permeabilità dei terreni presenti nell'areale di progetto, in linea generale bassa, si è optato per lo scarico a portata controllata nel reticolo idrografico superficiale; i volumi di invarianza verranno momentaneamente allocati in invasi di nuova realizzazione dotati di pareti e fondo drenanti che permettono l'infiltrazione di una piccola aliquota delle acque di laminazione, per come indicato al punto 3), e favorendo l'ottenimento dell'invarianza idrologica oltre che idraulica e pertanto la portata effettiva di scarico risulterà anche inferiore; gli invasi saranno adibiti esclusivamente alla funzione per cui sono stati concepiti, ovvero non potranno essere utilizzati per accumulo di acque e andranno ovviamente dotati di un sistema di “troppo pieno” per le acque in eccesso.

Di seguito vengono riportate, per ciascun areale di impianto, delle valutazioni di massima in tal senso utili ai fini di un corretto dimensionamento del sistema di laminazione/filtrazione:

La valutazione è stata effettuata considerando due *vasche di laminazione drenanti* di forma tronco piramidale, a base rettangolare schematicamente illustrata nelle figure 126 e 127.

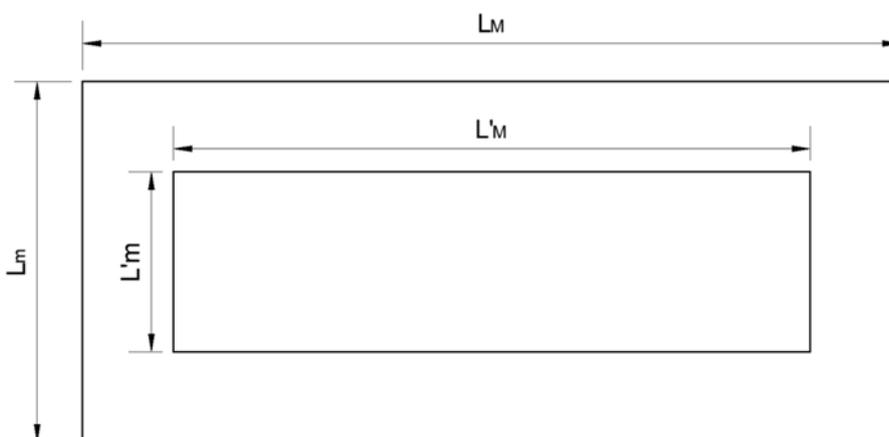


Fig. 126 – Planimetria Schematica Invaso di Laminazione/infiltrazione

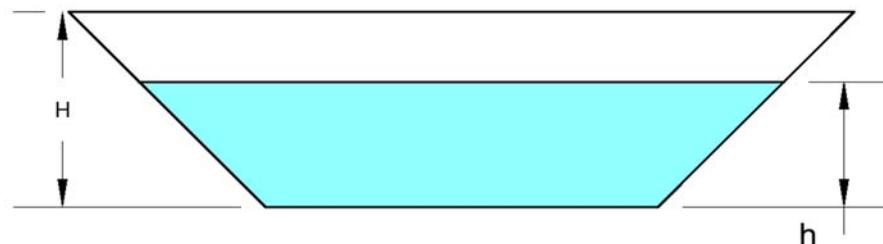


Fig. 127 – Sezione Schematica Invaso di Laminazione/infiltrazione

Di seguito si restituiscono, per ciascun areale di impianto, le dimensioni relative agli invasi di nuova fattura previsti, ovvero:

Area AGV-1

$$L_M = 50 \text{ m}$$

$$L_m = 38 \text{ m}$$

$$L'_M = 40 \text{ m}$$

$$L'_m = 28 \text{ m}$$

$$h = 1,5 \text{ Altezza livello idrico}$$

$$H = 1,8 \text{ Profondità invaso}$$

In funzione delle dimensioni sopra riportate risulterà

$$\text{- Volume totale invaso} = 2687,3 \text{ m}^3$$

$$\text{- Volume invasabile} = 2239,4 \text{ m}^3 \text{ (riferito all'altezza del livello idrico)}$$

$$\text{- Superficie totale filtrante} = 2697,5 \text{ m}^2 \text{ (area del fondo + superficie laterale riferita ad h)}$$

Pertanto considerando un coefficiente di permeabilità $K = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$, tipica per la tipologia di terreno in cui verrà realizzato l'invaso, è possibile calcolare il volume totale infiltrato, nell'intervallo temporale richiesto dalla normativa, pari a 48 ore mediante la formula (I):

$$Q = k * S * t * \Phi \quad \text{(I)}$$

dove

$\Phi=0.2$ è un coefficiente di riduzione, cautelativo, ipotizzato per tenere conto dell'abbassamento della quota piezometrica, con conseguente diminuzione della superficie filtrante relativa e per la eventuale compattazione del fondo drenante.

Risulta pertanto

$$Q = 5 \cdot 10^{-6} * 2697,5 * 172800 * 0.2 = 466,12 \text{ m}^3$$

La vasca, per come sopra dimensionata, presenterà:

Volume invasabile pari a $2239,4 \text{ m}^3 > 2137,8 \text{ m}^3$ necessari per l'invarianza

Capacità presunta di infiltrazione nelle 48 ore pari a $466,12 \text{ m}^3$.

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica ’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 190/197
---	----------------------------	-----------	-------------------

In funzione del volume da smaltire (**2137,8 m³**), calcolato al paragrafo precedente, e dell’arco temporale previsto per il ripristino del sistema (48 ore) la portata di scarico risulta:

$$Q_{\text{scarico}} = 2.137,8/48 \text{ ore} = \mathbf{44,54 \text{ m}^3/\text{ora}}$$
 ovvero $\mathbf{1,24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}}$ (pari a 12,4 litri/s)

Tale valore se confrontato con la piena ordinaria (4.25 m³/s) del recettore finale individuato, ovvero l’Impluvio INT.02 valle, risulta circa 350 volte inferiore, ossia uno scarico ad evento terminato nell’ordine di 12,14 litri/s a fronte di una portata ordinaria (Tr 5 anni) di 4250 litri/s, e comunque significativamente inferiore alla reale capacità di smaltimento dell’impluvio (ovvero la piena ordinaria) ad indicare la completa compatibilità dello scarico, che dovrà sempre avvenire ad evento meteorologico terminato.

Area AGV-2

$$L_M = 38 \text{ m}$$

$$L_m = 21 \text{ m}$$

$$L'_M = 28 \text{ m}$$

$$L'_m = 11 \text{ m}$$

$$h = 1,5 \text{ Altezza livello idrico}$$

$$H = 1,8 \text{ Profondità invaso}$$

In funzione delle dimensioni sopra riportate risulterà

$$\text{- Volume totale invaso} = 961,1 \text{ m}^3$$

$$\text{- Volume invasabile} = \mathbf{800,9 \text{ m}^3}$$
 (riferito all’altezza del livello idrico)

$$\text{- Superficie totale filtrante} = \mathbf{1299,0 \text{ m}^2}$$
 (area del fondo + Superficie laterale riferita ad h)

Pertanto, anche in questo caso, utilizzando la formula **(I)** riportata prima, è possibile calcolare il volume totale infiltrato, nell’intervallo temporale previsto di 48 ore, considerando, per il tipo di terreno in cui verrà realizzato l’invaso, un coefficiente di permeabilità pari a $\mathbf{K = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}}$.

Risulta pertanto

$$Q = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 1299,0 \cdot 172800 \cdot 0,2 = \mathbf{225,29 \text{ m}^3}$$

La vasca, per come sopra dimensionata, presenterà:

$$\text{Volume invasabile pari a } \mathbf{800,9 \text{ m}^3} > \mathbf{786,9 \text{ m}^3}$$
 necessari per l’invarianza

$$\text{Capacità presunta di infiltrazione nelle 48 ore pari a } \mathbf{225,29 \text{ m}^3}.$$

In funzione del volume da smaltire (**786,9 m³**), calcolato al paragrafo precedente, e dell’arco temporale previsto per il ripristino del sistema (48 ore) la portata di scarico risulta:

$$Q_{\text{scarico}} = 786,9/48 \text{ ore} = \mathbf{16,39 \text{ m}^3/\text{ora}}$$
 ovvero $\mathbf{4,55 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}$ (pari a 4,55 litri/s)

Tale portata risulta poco meno di 40 volte inferiore alla piena ordinaria (0.18 m³/s) del corpo idrico recettore individuato come Impluvio INT.03 ed oggetto di analisi idrologica-idraulica, ovvero uno scarico ad evento terminato nell’ordine di 4,55 litri/s a fronte di una portata ordinaria (Tr 5 anni) di 180 litri/s, e pertanto appare ragionevolmente del tutto trascurabile rispetto alla normale capacità di ricezione dell’impluvio, ad indicare la compatibilità dello scarico di tale portata nell’impluvio, che dovrà sempre avvenire ad evento meteorologico terminato.

Progetto: Impianto agrovoltaico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ' RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica '	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 191/197
--	----------------------------	-----------	-------------------

6.3 CALCOLO DEI COEFFICIENTI UDOMETRICI POST-OPERAM

Nell'ambito delle indicazioni contenute della nota prot. 103963 07/2022 del Dirigente Generale del Dipartimento Tecnico Regionale della Sicilia, relativamente alle modalità operative per l'applicazione delle disposizioni di cui al prot. 112363 del 09/07/2021 attinenti le procedure istruttorie Decreto 17 gennaio 2018, Par. 6.12 - Progetti di Campi Fotovoltaici, nel presente paragrafo, è stata effettuata una valutazione del *coefficiente udometrico* delle aree oggetto di trasformazione, ovvero in condizione post operam.

Il *coefficiente udometrico* (C_{udo}) indica il contributo unitario al deflusso superficiale causato dalle piogge, al netto delle perdite per infiltrazione, evaporazione, detenzione e intercettazione da parte della vegetazione, espresso in litri al secondo per ettaro di superficie. L'obiettivo dell'invarianza idraulica è sostanzialmente quello di garantire che il valore del C_{udo} , nella situazione post-operam rimanga immutato rispetto alla situazione ante-operam.

Poiché il coefficiente udometrico oltre al grado di impermeabilizzazione del terreno dipende da altre variabili quali l'intensità della precipitazione e la durata della stessa, per il calcolo (con il qui utilizzato *metodo dell'invaso*) è stata considerata la curva di probabilità pluviometrica a due parametri **a** ed **n**, già utilizzati in precedenza, per un tempo di ritorno a 30 anni come da normativa 102/2021 per le valutazioni sull'invarianza idraulica. I risultati dei calcoli sono riportati nelle tabelle seguenti:

Area AGV-I

<i>Parametri di calcolo</i>		
<i>Tempo di ritorno</i>	30	anni
<i>a</i>	26.75	mm/ora
<i>n</i>	0.288	----
<i>Φ (post-operam)</i>	0.094	-----
<i>Superficie</i>	1.020.840	m ²

<i>TEMPO</i>	<i>h Piogge</i>	<i>V_{MAX}</i>	<i>Q_{max}</i>	<i>Q_{max}</i>	<i>Coeff UDO</i>
<i>(minuti)</i>	<i>(mm)</i>	<i>mc</i>	<i>mc/s</i>	<i>l/s</i>	<i>l/s/ha</i>
5	22.13	2123.6	7.07855	7078.55	69.34
10	28.92	2775.0	4.62500	4625.00	45.31
15	33.82	3245.1	3.60572	3605.72	35.32
20	37.79	3626.3	3.02190	3021.90	29.60
30	44.19	4240.6	2.35592	2355.92	23.08
40	49.38	4738.7	1.97446	1974.46	19.34
50	53.82	5164.9	1.72165	1721.65	16.87
60	57.75	5541.5	1.53931	1539.31	15.08
120	70.51	6765.9	0.93971	939.71	9.21
180	79.24	7604.0	0.70407	704.07	6.90
360	96.75	9284.0	0.42982	429.82	4.21
720	118.13	11335.3	0.26239	262.39	2.57
1440	144.23	13839.8	0.16018	160.18	1.57

dove

h_{pioggia} = altezza di pioggia con Tr 30 anni

V_{max} = volume di acqua in afflusso (area assimilata ad un invaso)

Q_{max} = portata massima di acqua defluita nell'intervallo temporale di riferimento

$C_{\text{udo}} = Q_{\text{max}}/S$ con S=superficie scolante

Il calcolo indica valori del coefficiente udometrico post-operam superiori al valore imposto da normativa (20 l/s/ha) solo per piogge molto brevi (inferiori a 40 minuti) e molto intense essendo l'analisi riferita ad un Tr pari a 30 anni, ovvero una condizione che statisticamente si verificherà solamente una volta durante la vita nominale dell'impianto agrovoltaiico.

Area AGV-2

<i>Parametri di calcolo</i>		
<i>Tempo di ritorno</i>	30	anni
<i>a</i>	26.75	mm/ora
<i>n</i>	0.288	----
<i>Φ (post-operam)</i>	0.048	-----
<i>Superficie</i>	970.940	m ²

<i>TEMPO</i>	<i>h Piogge</i>	<i>V_{MAX}</i>	<i>Q_{max}</i>	<i>Q_{max}</i>	<i>Coeff UDO</i>
<i>(minuti)</i>	<i>(mm)</i>	<i>mc</i>	<i>mc/s</i>	<i>l/s</i>	<i>l/s/ha</i>
5	22.13	1031.4	3.43790	3437.90	35.41
10	28.92	1347.8	2.24626	2246.26	23.13
15	33.82	1576.1	1.75122	1751.22	18.04
20	37.79	1761.2	1.46767	1467.67	15.12
30	44.19	2059.6	1.14422	1144.22	11.78
40	49.38	2301.5	0.95895	958.95	9.88
50	53.82	2508.5	0.83617	836.17	8.61
60	57.75	2691.4	0.74761	747.61	7.70
120	70.51	3286.1	0.45640	456.40	4.70
180	79.24	3693.1	0.34195	341.95	3.52
360	96.75	4509.1	0.20875	208.75	2.15
720	118.13	5505.3	0.12744	127.44	1.31
1440	144.23	6721.7	0.07780	77.80	0.80

dove

h_{pioggia} = altezza di pioggia con Tr 30 anni

V_{max} = volume di acqua in afflusso (area assimilata ad un invaso)

Q_{max} = portata massima di acqua defluita nell'intervallo temporale di riferimento

$C_{\text{udo}} = Q_{\text{max}}/S$ con S=superficie scolante

Il calcolo indica valori del coefficiente udometrico post-operam superiori al valore imposto da normativa (20 l/s/ha) solo per piogge molto brevi (inferiori a 15 minuti) e molto intense.

Progetto: Impianto agrovoltaiico nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ‘ RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica’	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 194/197
--	----------------------------	-----------	-------------------

7 CONCLUSIONI

Nell’ambito del progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico per la produzione di energia elettrica, da realizzare nel comune di Ramacca (CT), su incarico della società proponente *RAMACCA AGRISOLAR SRL*, è stato redatto uno studio idrologico-idraulico a supporto del progetto definitivo. I risultati finali dello studio sono di seguito sinteticamente riepilogati.

- Analisi geologica, morfologica ed idrografica preliminare

L’impianto risulta distribuito su due aree, denominate Impianto AGV-1 ed Impianto AGV-2; l’analisi preliminare indica che dal punto di vista morfologico generale l’area si inquadra in un contesto da basso collinare a pianeggiante, a quote topografiche mediamente comprese tra i 250 m ed i 50 m s.l.m., caratterizzato dalle estese pianure alluvionali del *Fiume Gornalunga*, nel settore meridionale, e del *Fiume Dittaino*, nel settore nord-orientale, che si raccordano ai modesti rilievi presenti nell’area tramite pendii aventi pendenze in genere inferiori ai 15° risultando solo di rado superiori.

In particolare i due areali dell’impianto si collocano su zone, a morfologia blanda e/o poco inclinata, contraddistinte da pendenze, in linea di massima, inferiori ai 5-10° con valori maggiori in corrispondenza degli invasi artificiali oltre che in prossimità delle sponde di alcuni impluvi.

Dal punto di vista litologico le aree di progetto insistono, prevalentemente, su terreni di *natura argillosa e/o argillosa-marnosa*, con una capacità di infiltrazione del substrato in linea generale bassa o molto bassa; talora, il substrato risulta ricoperto da *depositi alluvionali* aventi una buona permeabilità di base.

Dal punto di vista geomorfologico, i manufatti in progetto non risultano interessati da aree a *Pericolosità Geomorfologica* individuate nelle Carte del P.A.I., ad eccezione di un tratto di cavidotto di 180 m che interagisce con un’area identificata a *Pericolosità Geomorfologica P2* per fenomeni di erosione accelerata (*Codice 094-3RM-093 - Stato Attivo*), in corrispondenza comunque della viabilità esistente rappresentata dalla S.P. 182.

Dal punto di vista idraulico le aree di impianto non ricadono in siti a *Pericolosità Idraulica* individuate nelle Carte del P.A.I.; al contrario l’elettrodo risulta ricadere, lungo un tratto di circa 2,6 Km che si snoda comunque su una viabilità esistente (S.S. 288, S.P. 107), in aree perimetrate nel P.A.I. a *Pericolosità Idraulica per fenomeni di esondazione* relativi al F. *Gornalunga*.

L’analisi idrografica di dettaglio, con riferimento al reticolo idrografico superficiale segnalato sulle CTR 2012-2013 o comunque impluvi di una certa valenza idraulica, ha evidenziato:

- diverse interferenze idrografiche, in forma di fiancheggiamento e/o dirette, tra l’area AGV-1 ed impluvi rami di testa del *Fiume Gornalunga*;
- n. 3 interferenze idrografiche, dirette e/o non, tra l’area AGV-2 ed impluvi rami di testa del *Vallone Sbarda l’Asino*
- n. 1 interferenza idrografica tra l’area AGV-2 ed un canale di natura antropica ubicato lungo il perimetro dell’impianto;
- la presenza di vari invasi artificiali interni agli areali di impianto.

Con riferimento alla nuova viabilità interna all’impianto, si evidenziano n. 16 punti di interferenza con parte degli elementi idrografici identificati nell’analisi relativa alle aree di impianto.

Relativamente al cavidotto di collegamento, infine, l’analisi idrografica di dettaglio ha evidenziato n. 29 punti di

interferenza con elementi del reticolo idrografico, rappresentati o meno sulla cartografia CTR 2012-2013.

- Analisi Idrologiche

Per gli elementi del reticolo idrografico interferenti con l’areale di impianto e/o con la viabilità interna, sono state valutate le portate di massima piena attraverso modelli matematici, a partire dall’afflusso meteorico previsto ed alla successiva trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi. Gli afflussi meteorici sono stati valutati mediante la ricostruzione delle *Curve di Probabilità Pluviometrica* utilizzando la metodologia TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) messa a punto nell’ambito del progetto VA.PI. Per il processo di trasformazione degli afflussi in deflussi è stato utilizzato il Software dell’US Army Corps of Engineers, HEC-HMS. I risultati finali, in termini di portate di picco, sono riassunti nella tabella seguente:

Interferenza	Tempo di Ritorno (anni)	Portata di Picco (m³/s)	Deflusso Globale (1000*m³)
<i>Impluvio INT.01(AGV-1)</i>	5	8.07	26.32
<i>Impluvio INT.01a (AGV-1)</i>	5	0.78	1.32
	50	2.30	3.63
	100	2.80	4.37
	200	3.30	5.13
	300	3.60	5.57
<i>Impluvio INT.01b (AGV-1)</i>	5	4.46	12.05
<i>Impluvio INT.01c (AGV-1)</i>	5	2.86	6.50
	50	9.70	20.37
	100	12.06	25.01
	200	14.48	29.76
	300	15.91	32.59
<i>Impluvio INT.01c1 (AGV-1)</i>	5	1.01	1.32
	50	3.46	4.85
	100	4.28	5.93
	200	5.12	7.04
	300	5.62	7.69
<i>Impluvio INT.01d (AGV-1)</i>	5	2.04	4.72
	50	6.74	14.56
	100	8.36	17.83
	200	10.03	21.18
	300	11.02	23.17
<i>Impluvio INT.01d2 (AGV-1)</i>	5	0.93	1.57
<i>Impluvio INT.01d3 (AGV-1)</i>	5	0.76	1.32
	50	2.64	4.07
	100	3.27	4.99
	200	3.92	5.93
	300	4.30	6.48

<i>Impluvio INT.02 monte (AGV-1)</i>	5	2.17	5.71
	50	7.23	17.58
	100	8.93	21.54
	200	10.67	25.59
	300	11.70	27.99
<i>Impluvio INT.02c monte (AGV-1)</i>	5	0.87	1.71
	50	2.95	5.26
	100	3.67	6.44
	200	4.40	7.66
	300	4.84	8.37
<i>Impluvio INT.02 valle (AGV-1)</i>	5	4.25	14.26
	50	12.77	42.11
	100	15.66	51.32
	200	18.61	60.74
	300	20.36	66.32
<i>Impluvio INT.02a valle (AGV-1)</i>	5	0.88	1.29
	50	2.81	3.77
	100	3.47	4.59
	200	4.15	5.42
	300	4.55	5.91
<i>Impluvio INT.02b valle (AGV-1)</i>	5	0.69	0.98
<i>Impluvio INT.02c valle (AGV-1)</i>	5	1.18	2.08
	50	3.68	5.87
	100	4.53	7.13
	200	5.40	8.42
	300	6.45	9.19
<i>Impluvio INT.01 (AGV-2)</i>	5	0.91	1.62
<i>Impluvio INT.02 (AGV-2)</i>	5	1.25	2.80
	50	4.08	8.50
	100	5.04	10.38
	200	6.02	12.31
	300	6.61	13.46
<i>Impluvio INT.03 (AGV-2)</i>	5	0.18	0.18
	50	0.53	0.50
	100	0.65	0.61
	200	0.76	0.71
	300	0.83	0.77

Progetto: Impianto agrovoltaioco nel comune di Ramacca da 75,38388 MWp denominato – AGV RAMACCA – Elaborato: ' RAMASIS0032A0 - Relazione idrologica-idraulica'	Data: 15/10/2023	Rev. 0	Pagina 197/197
---	----------------------------	-----------	-------------------

- Analisi Idrauliche

Relativamente agli impluvi studiati ai fini della determinazione delle *aree di allagamento* da cui computare la relativa *fascia di pertinenza fluviale* (ai sensi del D.S.G. 119/2022) è stata effettuata un'analisi idraulica numerica; per le analisi è stato utilizzato il codice di calcolo del software HEC-RAS distribuito dallo U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineer Center nella sua versione 6.1 con modellizzazione bidimensionale.

Relativamente alle interferenze tra il reticolo idrografico e la viabilità di nuova realizzazione è stato predisposto uno studio di dettaglio attraverso modellazione monodimensionale in regime di Moto Permanente per la verifica idraulica dei tombini di attraversamento necessari, ai sensi del D.S.G. 71/2022

- Analisi Idrauliche delle interferenze minori

Per le considerazioni di cui al paragrafo 3.3.1, sugli elementi idrografici (impluvi) non oggetto di analisi e sugli elementi idrici, di natura antropica, ovvero canali ed invasi artificiali che sottendono sottobacini idrografici del tutto trascurabili, si è ritenuto superfluo procedere con analisi idrauliche di dettaglio ritenendo congrua l'applicazione della fascia di rispetto minima (che andrà comunque predisposta) di 11 metri per gli impluvi e 10 m per gli elementi antropici, da computare dall'asse dell'elemento segnalato sulla CTR.

- Analisi sull'invarianza idraulica ed idrologica

L'analisi sul rispetto del principio di massima invarianza idraulica ed idrologica è stata affrontata in maniera quantitativa attraverso la determinazione dei volumi di invarianza da laminare; per il calcolo è stato utilizzato il *Metodo Semplificato delle Piogge*, ai sensi delle linee guida di cui al D.D.G. n. 102/2021 DRU/AdB Sicilia.

Lo studio ha permesso altresì di individuare il sistema di smaltimento più idoneo dei volumi di invarianza che, in funzione della bassa permeabilità dei terreni affioranti nell'areale di progetto, avverrà mediante *Scarico in un corpo idrico recettore a portata controllata*. A tal fine i volumi di invarianza verranno momentaneamente accumulati in due nuove vasche di laminazione, opportunamente dimensionate, le quali saranno comunque di tipo drenante e in grado di infiltrare, nell'arco di 48 ore, circa il 21,8% (*Area AGV-1*) e il 28,7% (*Area AGV-2*) dei rispettivi volumi di invarianza calcolati; la restante quota, verrà restituita al reticolo idrografico (ad evento meteorologico terminato) con una portata che riferita all'intervallo temporale per il ripristino del sistema (48 ore) è assolutamente irrisoria e risulta del tutto compatibile con la normale capacità di deflusso degli impluvi recettori (ovvero la piena ordinaria).

Infine sono stati valutati i Coefficienti Udometrici per le aree soggette a trasformazione in condizione post operam. Il calcolo indica valori del coefficiente udometrico post-operam superiori al valore imposto da normativa (20 l/s/Ha) solo per piogge brevi (inferiori comunque a 60 minuti) e intense.

Palermo, Ottobre 2023

Dott. Geol. Michele Ognibene

Ordine Regionale Geologi di Sicilia

n. 3003 – Sez A

Dott. Geol. Rosario Fria

Ordine Regionale Geologi di Sicilia

n. 1663 – Sez A