

REGIONE  
BASILICATA



Provincia MATERA



COMUNE DI ALIANO (MT)



**PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 6 AEROGENERATORI E  
DALLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.**

RELAZIONE IDRAULICA

ELABORATO

**A.3**

PROPONENTE:



**SKI 04 s.r.l.**

via Caradosso n.9  
Milano 20123  
P.Iva 11479190966

PROGETTO E SIA:



**ATECH srl**

Via Caduti di Nassirya, 55  
70124- Bari (BA)  
pec: atechsrl@legalmail.it  
Ing. Alessandro Antezza



**Il DIRETTORE TECNICO**  
Ing. Orazio Tricarico



**SOLARITES s.r.l.**

piazza V. Emanuele II n.14  
Ceva (CN) 12073

PROGETTO ELETTRICO:

EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
0	LUGLIO 2022	B.C.C	A.A. - O.T.	A.A. - O.T.	Progetto Definitivo

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
1.1	Installazione di n.6 turbine eoliche	8
1.2	Realizzazione di cavidotto	9
1.3	Realizzazione strada viabilità di progetto	10
1.4	Caratteristiche dei bacini idrografici	16
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE</b>	<b>21</b>
2.1	Intersezioni cavidotto-reticoli idrografici	24
2.2	Tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)	25
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE ATTRAVERSAMENTI STRADALI PREVISTI PER LA VIABILITÀ DI PROGETTO</b>	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEL BACINO DI STUDIO</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>USO DEL SUOLO</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>STUDIO IDROLOGICO DEI BACINI</b>	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>ANALISI REGIONALE DELLE PIOGGE IN BASILICATA</b>	<b>34</b>
<b>9</b>	<b>CURVE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA</b>	<b>42</b>
<b>10</b>	<b>VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA</b>	<b>46</b>
<b>11</b>	<b>MODELLAZIONE IDRAULICA</b>	<b>52</b>
11.1	Scabrezza di Manning	52
11.2	Condizioni al contorno e condizioni iniziali	53
11.3	Profili di moto permanente	54
11.4	Sezioni di calcolo e profilo longitudinale	54
11.5	Risultati delle simulazioni in moto permanente	54
<b>1.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>95</b>
<b>2.</b>	<b>ALLEGATI</b>	<b>96</b>

## 1 Premessa

La presente relazione idraulica riporta i risultati dello Studio di Compatibilità Idrologica ed Idraulica redatto nell'ambito del progetto di un **parco eolico di potenza complessiva pari a 39,6 MW da realizzarsi nel Comune di Aliano e relative opere di connessione alla RTN (Provincia di Matera, in Regione Basilicata).**

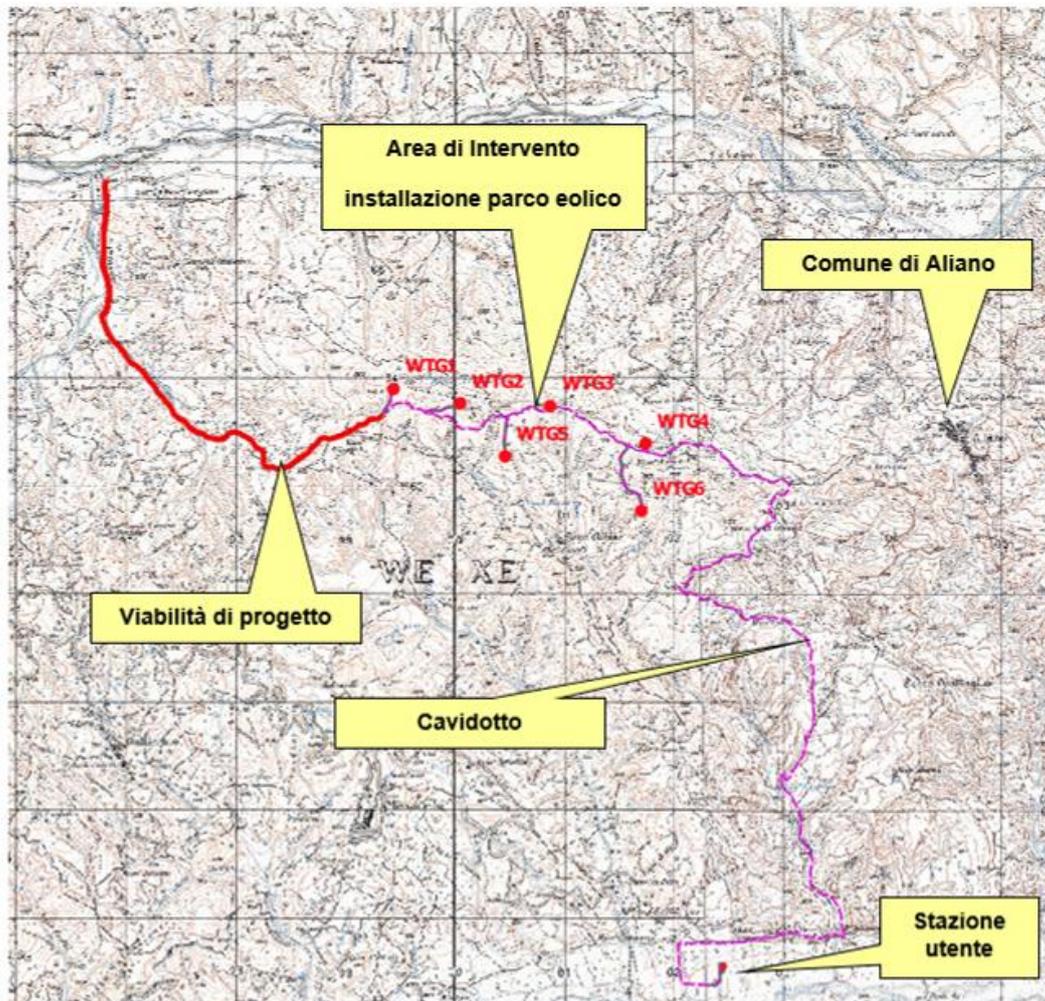
In particolare, il progetto è costituito da:

- **n° 6 aerogeneratori della potenza di 6,6 MW** (denominati “WTG 1-6”) e delle rispettive piazzole di collegamento;
- tracciato dei cavidotti di collegamento (tra gli aerogeneratori e la cabina di raccolta MT e tra la cabina MT e la sottostazione elettrica di trasformazione utente MT-AT);
- nuova viabilità di progetto (o la ristrutturazione di quella esistente);
- nuova Stazione Elettrica Utente 150/30 Kv;
- collegamento in antenna a 150 kV su una Stazione Elettrica (SE) di trasformazione RTN a 380/150 Kv “Genzano – Palazzo San Gervasio – Forenza Maschito”.

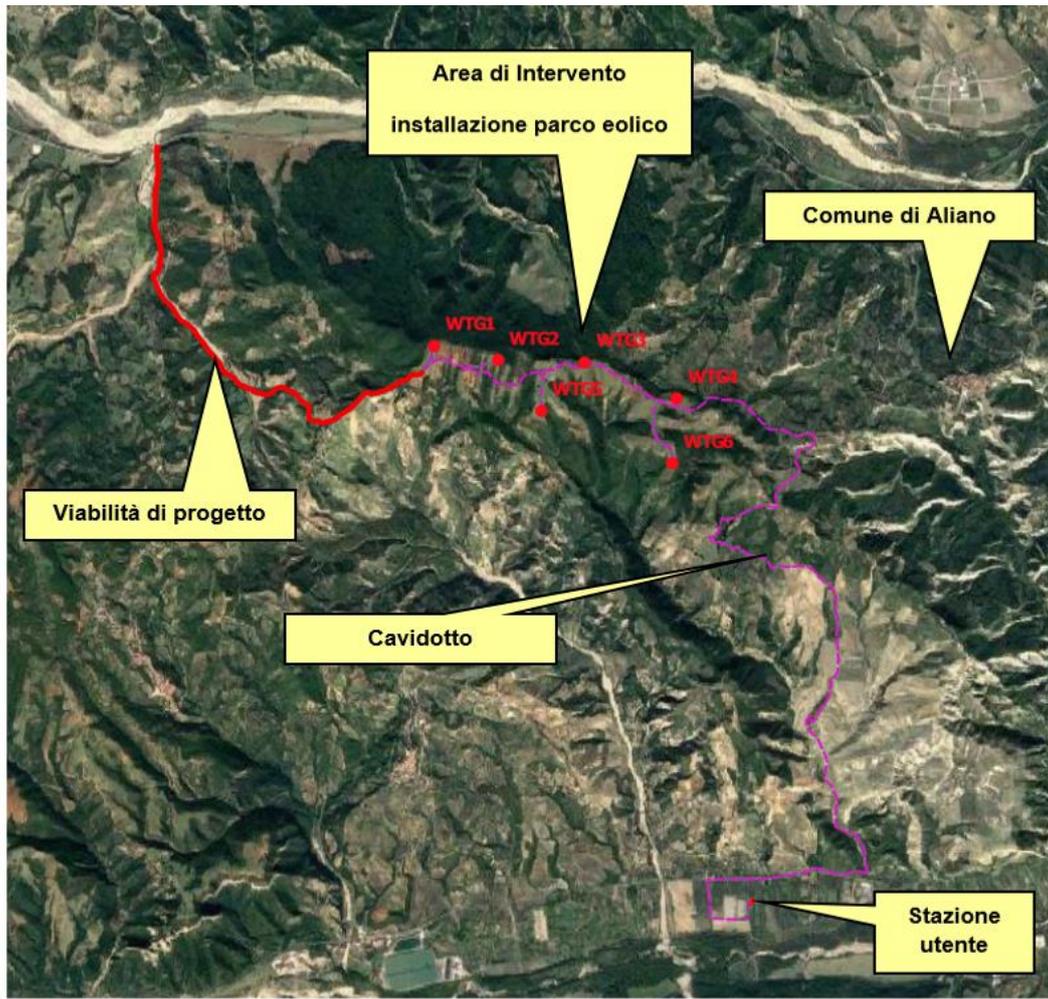
La società proponente è la **SKI 04 S.r.l.**, con sede legale in via Caradosso n.9, Milano 20123 (ITA), P.Iva 11479190966.

La zona nella quale sono state previste le turbine non è soggetta né a vincolo per pericolosità idraulica né a vincolo per rischio frana, mentre il cavidotto lungo il suo percorso ricade in ambiti soggetti a vincolo per rischio frana, come si è potuto desumere dalla cartografia del Piano di Bacino stralcio Assetto Idrogeologico (PAI), approvato dall'Autorità di Bacino (AdB), Distrettuale dell'Appennino Meridionale sede Basilicata.

**L'area di intervento è interessata dal reticolo idrografico presente sia sulla carta IGM 1:25.000 che sulla carta idrogeomorfologica della Regione Basilicata, come si può evincere dagli stralci planimetrici di seguito riportati (cfr. figura seguente).**



**Figure 1.1-1 Inquadramento dell'area di intervento (da nord-ovest a sud-est viabilità di progetto tratto rosso, turbine e cavidotto in magenta) su IGM 1:25.000**



**Figure 1.1-2 Inquadramento dell'area di intervento (da nord-ovest a sud-est viabilità di progetto tratto rosso, turbine e cavidotto in magenta) su Ortofoto.**



**Figure 1.1-3 Inquadramento dell'area di intervento (da nord-ovest a sud-est viabilità di progetto tratto rosso, turbine e cavidotto in magenta) su "Carta del PAI" redatta dall'AdB Basilicata.**

Come più dettagliatamente si dirà di seguito, nell'area di intervento le turbine identificate con le sigle WTG 5, WTG 6 ricadono nella fascia di rispetto di corsi d'acqua segnalati sulla cartografia dell'Idrologia superficiale, inoltre il cavidotto lungo il suo percorso, dall'impianto di produzione al punto di connessione, interseca in più punti sia il reticolo idrografico che aree a rischio frana (R1 Aree a rischio idrogeologico moderato ed a pericolosità moderata - R2 Aree a rischio idrogeologico medio ed a pericolosità media - R3 Aree a rischio idrogeologico elevato ed a pericolosità elevata); la viabilità di progetto, a sua volta interseca nel suo tracciato il reticolo idrografico in tre punti.

Le NTA del PAI art. 10 "Realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti le fasce fluviali" chiariscono che sono possibili interventi di realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti gli alvei fluviali e le fasce di pertinenza fluviale di cui agli articoli 6 e 7 previo parere dell'AdB e previo presentazione di uno STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO che attesti che

l'intervento non determina in alcun modo, incrementi delle condizioni di pericolosità idrogeologica, né può determinare alcun pregiudizio alla realizzazione di interventi di rimozione e/o riduzione delle condizioni di pericolosità preesistenti.

Al pari dell'art. 10 anche l'art. 22 "Realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti le aree di versante" precisa che la realizzazione di infrastrutture o impianti lineari o a rete quali ad esempio quelli idrici, fognari, del gas, elettrici, tecnologici, nel caso in cui sia prevista all'interno dell'area di sedime di strade pubbliche o private, è consentita previa trasmissione all'Autorità di Bacino e agli Uffici Regionali chiamati a rilasciare pareri/autorizzazioni di competenza, di uno STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA, asseverato dal progettista, che attesti che l'intervento sia nella fase di cantiere sia nella fase di esercizio non determina in alcun modo incrementi delle condizioni di pericolosità idrogeologica né può determinare alcun pregiudizio alla realizzazione di interventi di rimozione e/o riduzione delle condizioni di pericolosità preesistenti.



**Figure 1.1-4 Inquadramento dell'area di intervento ricadente nei limiti territoriali dell'Autorità di Bacino Basilicata su "Carta dei Bacini imbriferi e reticoli idrografici" redatta dall'AdB.**

Pertanto, è stato effettuato uno studio idraulico, previa determinazione delle portate a mezzo di uno studio idrologico, conformemente al dettato normativo delle NTA del PAI, finalizzato alla determinazione delle aree inondabili, con tempo di ritorno di 200 anni, per i bacini idrografici con sezioni di chiusura situate a valle delle aree di interesse individuate.

C'è da rilevare, comunque, che gli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, tra i quali sono compresi i parchi eolici, sono opere di pubblica utilità ai sensi del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 (Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità) e, pertanto, sono consentiti anche in aree classificate come Alvei fluviali in modellamento attivo ed aree golenali, ai sensi dell'art. 6 delle NTA del PAI, purché coerenti con gli obiettivi del Piano stesso.

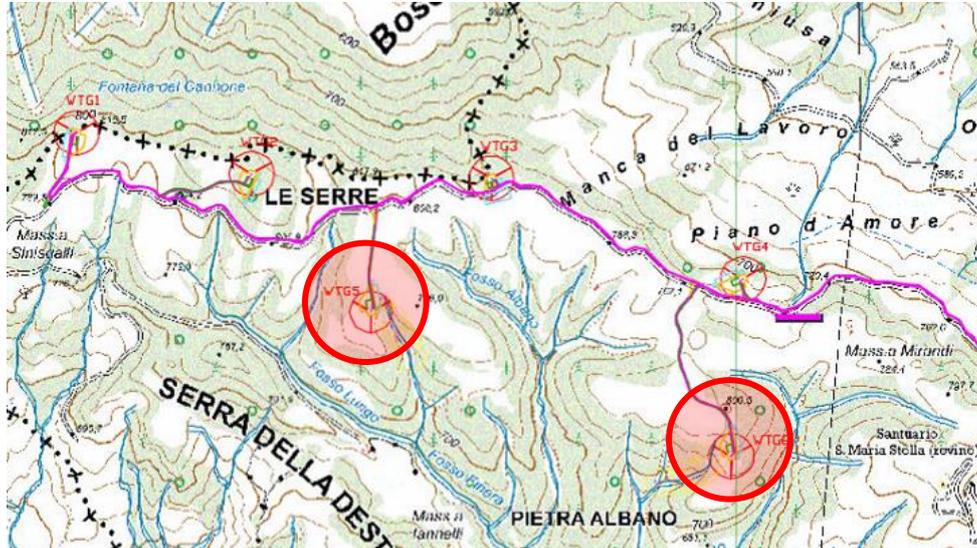
Pertanto, in ogni caso, l'impianto in oggetto è compatibile con le prescrizioni e le finalità del PAI.

Lo studio di compatibilità idrologica e idraulica è stato organizzato secondo i seguenti punti:

- analisi e descrizione delle caratteristiche geomorfologiche dei bacini idrografici relativi alle aree di studio;
- studio idrologico dei bacini di interesse, previa caratterizzazione del regime climatico delle aree;
- studio idraulico delle aste fluviali di interesse e determinazione dei livelli idrici e delle aree inondabili al variare del tempo di ritorno;
- analisi e valutazione della compatibilità idraulica delle aree oggetto di autorizzazione.

Gli interventi previsti in progetto interessano i seguenti elementi:

## 1.1 Installazione di n.6 turbine eoliche



**Figure 1.1-1 Inquadramento dell'area di intervento – installazione turbine eoliche - su carta IGM**

Delle sei turbine previste in progetto le turbine WTG 5 e WTG 6 (cerchiate in rosso nella immagine precedente) ricadono nella fascia di rispetto di corsi d'acqua segnalati sulla cartografia dell'Idrologia superficiale (150 m dall'asse dell'asta) e per esse si procederà alla verifica con modellazione idraulica.

Una piccola porzione dell'area di impronta della turbina WTG 1 ricade nella fascia di rispetto dei 150 m dalla sezione di testa di due distinti corsi d'acqua, sezioni nelle quali per definizione hanno origine le aree inondabili pertanto si può asserire che la turbina è abbondantemente in condizione di sicurezza idraulica.

Analogo discorso per la turbina WTG 4.

Nelle figure che seguono sono rappresentate con contorno giallo le fasce di pertinenza di testa.

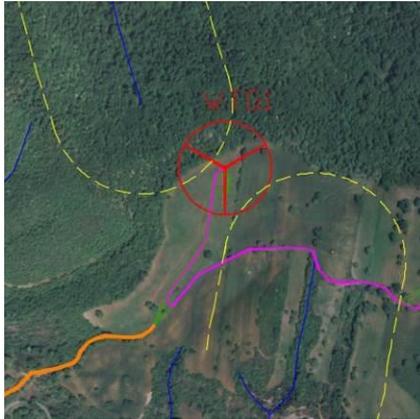


Figure 1.1-2 fasce di rispetto fluviale turbine WTG 1 e WTG 4

## 1.2 Realizzazione di cavidotto

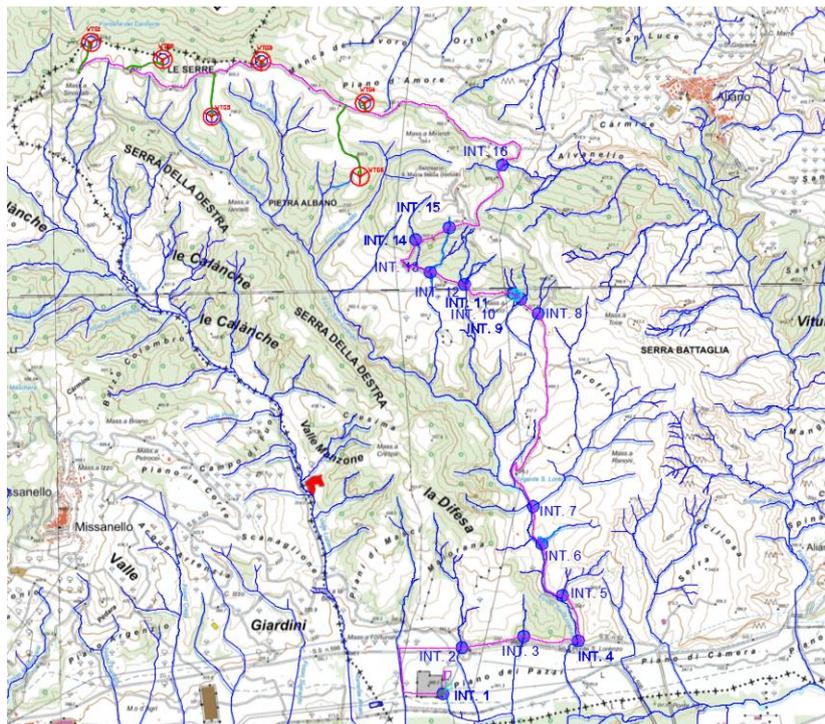


Figure 1.2-1 Inquadramento delle intersezioni del cavidotto con il reticolo idrografico su carta IGM

Sono state individuate n.16 intersezioni del cavidotto con il reticolo superficiale.

### 1.3 Realizzazione strada viabilità di progetto



Figure 1.3-1 Viabilità di progetto su IGM

La viabilità di progetto avrà una sezione trasversale costante di 6,50 m e consta di due tratti: uno più a nord TRATTO 1, di circa 4.000 ml esistente da adeguare e l'altro TRATTO 2 di circa 2.150 m, di nuova realizzazione. Nel suo tracciato la viabilità viaggia quasi in parallelo con il reticolo superficiale e lo interseca in 3 punti distinti; il primo a nord in corrispondenza di un ponte esistente da adeguare, nei successivi due verrà realizzato per ognuno un ponte per superare l'alveo. Si procederà pertanto alla verifica con modellazione idraulica dell'intero tratto di alveo considerato.

Per lo studio delle portate di piena sono state utilizzate le indicazioni fornite dal VAPI della Basilicata e per la simulazione delle piene è stato utilizzato un software che opera in moto permanente (HEC-RAS 3.1.3).

Inoltre, sono state effettuate elaborazioni cartografiche prodotte mediante un Sistema Informativo Territoriale in ambiente GIS, coadiuvato da elaborazioni in ambiente CAD, sulla base di cartografie tecniche e tematiche georeferenziate.

### **Vincoli normativi**

Al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, il PAI individua i reticoli idrografici in tutto il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Basilicata, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali.

Il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico, redatto ai sensi dell'art.65 del D.Lgs 152/2006 (il D.Lgs 152/2006 abroga e sostituisce il precedente riferimento di legge costituito dalla L.183/89 e s.m.i.), ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idraulico e idrogeologico del territorio compreso nell'Autorità di Bacino della Basilicata.

Il PAI persegue le finalità dell'art.65 c.3 lett.a), b), c), d), f), n), s) del D.Lgs.152/2006. Nello specifico individua e perimetra le aree a rischio idraulico e idrogeologico per l'incolumità delle persone, per i danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, per l'interruzione di funzionalità delle strutture socio-economiche e per i danni al patrimonio ambientale e culturale, nonché gli interventi prioritari da realizzare e le norme di attuazione relative alle suddette aree.

Inoltre, il Piano ha l'obiettivo di promuovere gli interventi di manutenzione del suolo e delle opere di difesa, quali elementi essenziali per assicurare il progressivo miglioramento delle condizioni di sicurezza e della qualità ambientale del territorio, nonché di promuovere le azioni e gli interventi necessari a favorire:

- le migliori condizioni idrauliche e ambientali del reticolo idrografico, eliminando gli ostacoli al deflusso delle piene in alveo e nelle aree golenali;
- le buone condizioni idrogeologiche e ambientali dei versanti;
- la piena funzionalità delle opere di difesa essenziali alla sicurezza idraulica e idrogeologica.

L'AdB definisce delle fasce di territorio inondabili per piene con tempi di ritorno fino a 30 anni, per piene con tempi di ritorno fino a 200 anni e per piene con tempi di ritorno fino a 500 anni, dei

corsi d'acqua compresi nel territorio dell'AdB della Basilicata: fiume Bradano, fiume Basento, fiume Cavone, fiume Agri, fiume Sinni, fiume Noce.

Inoltre, il PAI definisce:

- prioritariamente la pianificazione delle fasce fluviali del reticolo idrografico principale e una volta conclusa tale attività, la estende ai restanti corsi d'acqua di propria competenza;
- una strategia di gestione finalizzata a superare gli squilibri in atto conseguenti a fenomeni naturali o antropici, a salvaguardare le dinamiche idrauliche naturali, con particolare riferimento alle esondazioni e alla evoluzione morfologica degli alvei, a salvaguardare la qualità ambientale dei corsi d'acqua attraverso la tutela dell'inquinamento dei corpi idrici e dei depositi alluvionali permeabili a essi direttamente connessi, a favorire il mantenimento e/o il ripristino, ove possibile, dei caratteri di naturalità del reticolo idrografico;
- una politica di minimizzazione del rischio idraulico attraverso la formulazione di indirizzi relativi alle scelte insediative e la predisposizione di un programma di azioni specifiche, definito nei tipi di intervento e nelle priorità di attuazione, per prevenire, risolvere o mitigare le situazioni a rischio.

Trattandosi di un'area interessata da fasce di rispetto di corso d'acqua, individuate dall'Autorità di Bacino della Regione Basilicata, è stato redatto lo studio idrologico e idraulico ai sensi dell'art.10 delle Norme di Attuazione del PAI, che regola la *“Realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti le fasce fluviali”* con i commi seguenti:

*“1. E' consentita, previo parere dell'AdB, la realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti gli alvei fluviali e le fasce di pertinenza fluviale di cui agli articoli 6 e 7 riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non concorrano ad incrementare il carico insediativo, non aggravino la funzionalità idraulica dell'area, non determinino impatti significativi sull'evoluzione morfologica del corso d'acqua né sulle caratteristiche di particolare rilevanza ambientale dell'ecosistema fluviale.*

*2. La realizzazione di infrastrutture o impianti lineari o a rete quali ad esempio quelli idrici, fognari, del gas, elettrici, tecnologici, nel caso in cui sia prevista all'interno dell'area di sedime di*

*strade pubbliche o private, è consentita previa trasmissione all'Autorità di Bacino e agli Uffici regionali chiamati a rilasciare pareri/autorizzazioni di competenza, di uno studio idrologico idraulico, asseverato dal progettista, che attesti che l'intervento sia nella fase di cantiere sia nella fase di esercizio non determina in alcun modo incrementi delle condizioni di pericolosità idrogeologica né può determinare alcun pregiudizio alla realizzazione di interventi di rimozione e/o riduzione delle condizioni di pericolosità preesistenti.*

*Il Gestore dell'infrastruttura da realizzare, ove già univocamente individuato o, in sua assenza, il Titolare dell'iniziativa, dovrà inoltre dichiarare di essere consapevole delle condizioni di pericolosità esistenti sull'area precisando di rinunciare a qualsiasi richiesta di risarcimento per danni all'opera da realizzare derivanti da dette condizioni. L'impegno alla rinuncia a qualsiasi richiesta di risarcimento, se la dichiarazione è rilasciata da Soggetto diverso dal Gestore, dovrà essere trasferito a quest'ultimo all'atto dell'affidamento della gestione.*

*Il Gestore delle opere è tenuto al monitoraggio ed alla realizzazione degli interventi necessari a garantire il buon stato di conservazione dell'opera realizzata...”.*

Trattandosi di un'area interessata da fasce di rispetto di corso d'acqua, individuate dall'Autorità di Bacino della Regione Basilicata, è stato redatto lo studio compatibilità idrogeologica ai sensi dell'art.22 delle Norme di Attuazione del PAI, che regola la “Realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti le aree di versanti” con i commi seguenti:

*1. E' consentita, previo parere dell'AdB, la realizzazione di opere di interesse pubblico interessanti le aree di versante di cui agli articoli 16, 17, 18, 20 e 21, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non concorrano ad incrementare il carico insediativo, non aggravino le condizioni di sicurezza e non costituiscano elemento pregiudizievole all'attenuazione della pericolosità esistente.*

*2. La realizzazione di infrastrutture o impianti lineari o a rete quali ad esempio quelli idrici, fognari, del gas, elettrici, tecnologici, nel caso in cui sia prevista all'interno dell'area di sedime di strade pubbliche o private, è consentita previa trasmissione all'Autorità di Bacino e agli Uffici Regionali chiamati a rilasciare pareri/autorizzazioni di competenza, di uno studio di compatibilità idrogeologica, asseverato dal progettista, che attesti che l'intervento sia nella fase di cantiere sia*

*nella fase di esercizio non determina in alcun modo incrementi delle condizioni di pericolosità idrogeologica né può determinare alcun pregiudizio alla realizzazione di interventi di rimozione e/o riduzione delle condizioni di pericolosità preesistenti.*

*Il Gestore dell'infrastruttura da realizzare, ove già univocamente individuato o, in sua assenza, il Titolare dell'iniziativa, dovrà inoltre dichiarare di essere consapevole delle condizioni di pericolosità esistenti sull'area precisando di rinunciare a qualsiasi richiesta di risarcimento per danni all'opera da realizzare derivanti da dette condizioni. L'impegno alla rinuncia a qualsiasi richiesta di risarcimento, se la dichiarazione è rilasciata da Soggetto diverso dal Gestore, dovrà essere trasferito a quest'ultimo all'atto dell'affidamento della gestione.*

*Il Gestore delle opere è tenuto al monitoraggio ed alla realizzazione degli interventi necessari a garantire il buon stato di conservazione dell'opera realizzata.*

*2.1. Con esclusivo riferimento alle condotte fognarie, tutto quanto previsto dal comma 2 resta valido anche nel caso in cui per motivi oggettivi, da illustrare nello studio compatibilità idrogeologica allegato al progetto, legati alla pendenza della strada, il tracciato dell'infrastruttura si discosti, per tratti di modesta entità, dall'area di sedime di strade pubbliche o private.*

*3. In tutti i casi diversi da quanto previsto al comma 2, la realizzazione di opere di interesse pubblico di cui al comma 1 è subordinata all'acquisizione dei pareri, preliminare e definitivo, espressi dall'AdB per la verifica della compatibilità con le finalità del Piano Stralcio.*

*4. Per il rilascio del parere preliminare è necessario presentare all'AdB la documentazione progettuale contenente tutti gli elementi utili per consentire una accurata istruttoria.*

*La documentazione dovrà dimostrare:*

*-che la realizzazione delle opere è legata ad una effettiva esigenza di pubblico interesse;*

*-che le opere non sono altrimenti localizzabili, con particolare riferimento alle interferenze con le aree a rischio idrogeologico elevato e molto elevato;*

*-che i nuovi interventi previsti sono tali da migliorare o comunque non aggravare le condizioni di sicurezza del territorio e non costituiscono elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione definitiva delle specifiche cause di rischio esistenti.*

*Qualora la documentazione presentata sia ritenuta esaustiva, entro 30 giorni dalla data di presentazione dell'istanza, l'AdB esprime il proprio parere preliminare sull'intervento proposto e può chiedere eventuali studi di dettaglio da esibire a corredo del progetto definitivo dell'intervento.*

## 1.4 Caratteristiche dei bacini idrografici

L'area oggetto di intervento ricade in agro del Comune di Aliano (MT) appartenente ai fogli 506 I e 506 II della Carta Tecnica Regionale della Basilicata (in scala 1:25.000), nell'ambito del bacino imbrifero del fiume Agri.

Così come evidenziato nel paragrafo 1.1, delle sei turbine previste in progetto le turbine WTG 5 e WTG 6 ricadono nella fascia di rispetto di corsi d'acqua segnalati sulla cartografia dell'Idrologia superficiale (150 m dall'asse dell'asta) e per esse si procederà alla verifica con modellazione idraulica. Pertanto si riportano di seguito i bacini idrografici degli elementi studiati.

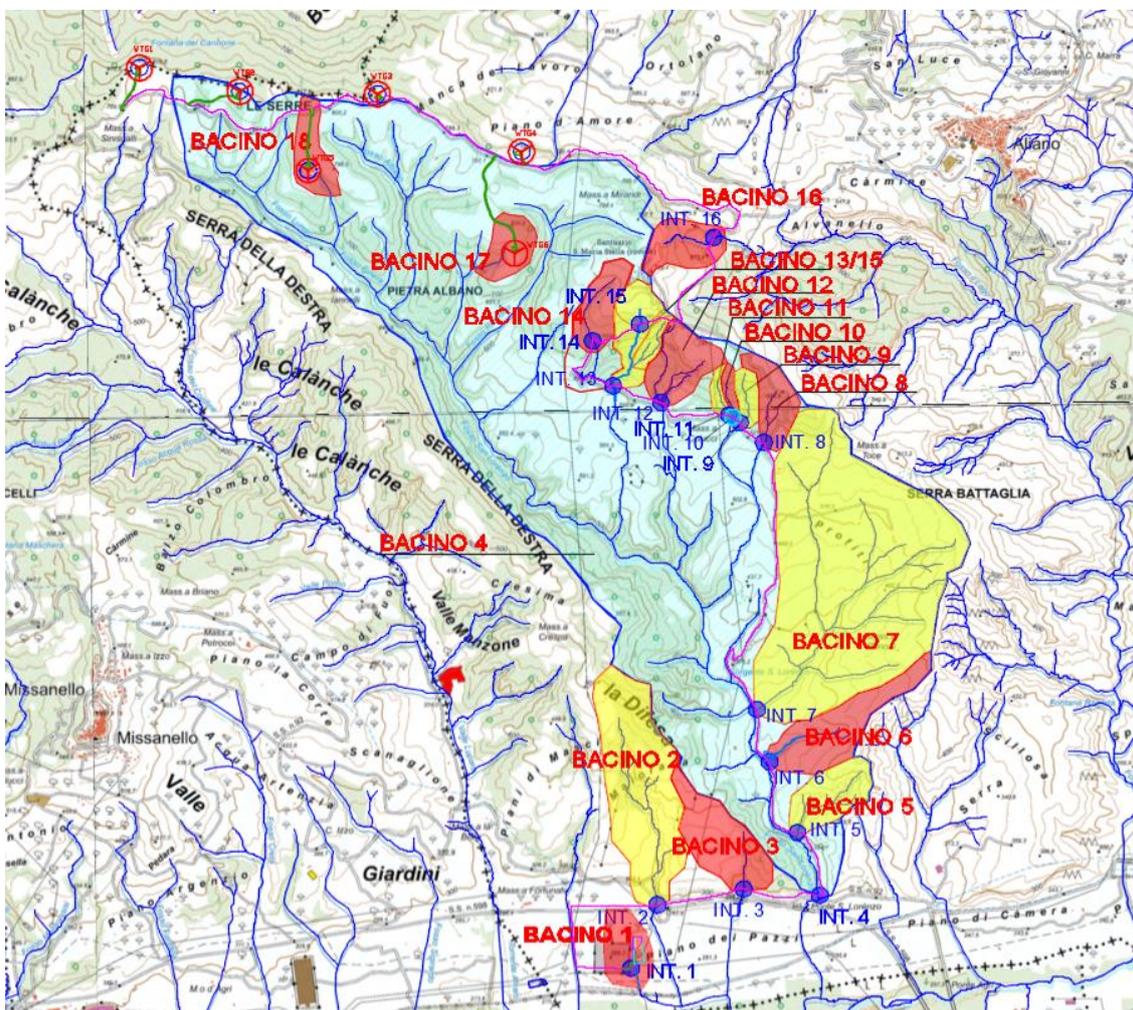
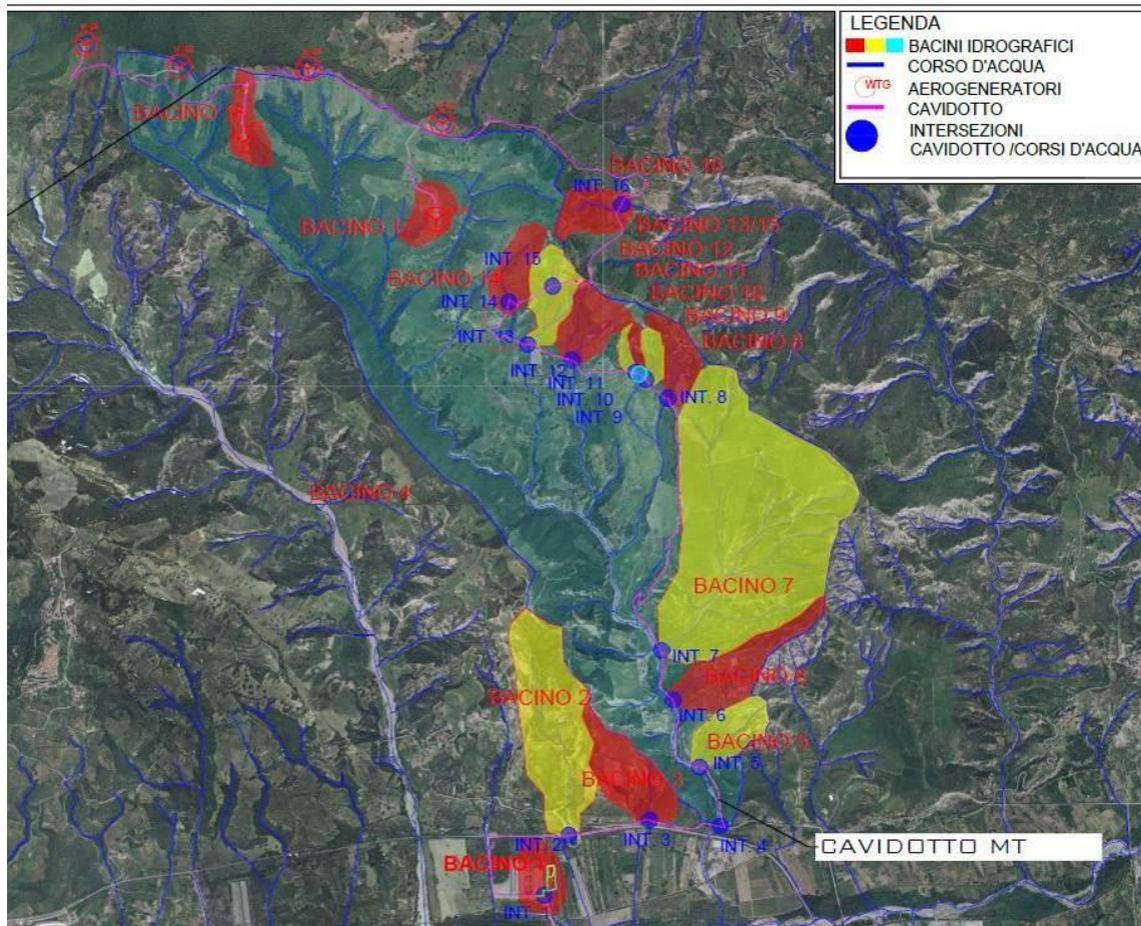


Figure 1.4-1 Inquadramento dei bacini idrografici afferenti alle turbine ed al cavidotto su CTR



**Figure 1.4-2 Inquadramento dei bacini idrografici afferenti alle turbine ed al cavidotto su ortofoto**

Per gli aerogeneratori sono stati individuati n.2 bacini idrografici (BACINO 17 e BACINO 18), mentre per le intersezioni del cavidotto con il reticolo sono stati individuati ulteriori n.15 bacini, numerati da 1 a 16, con uno che interessa due intersezioni ricadenti sulla medesima asta fluviale denominato BACINO 13-15.

Inoltre per il tracciato stradale è stato individuato un ulteriore bacino idrografico BACINO 19 con 5 sottobacini (19.1-19.2-19.3-19.4-19.5).

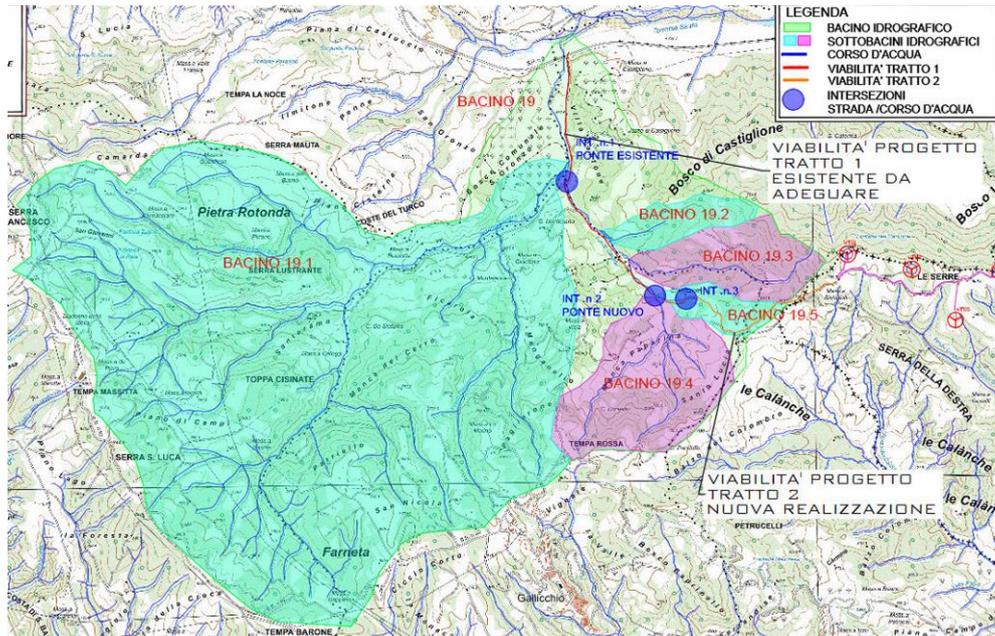


Figure 1.4-3 Inquadramento dei bacini idrografici afferenti alla viabilità su CTR

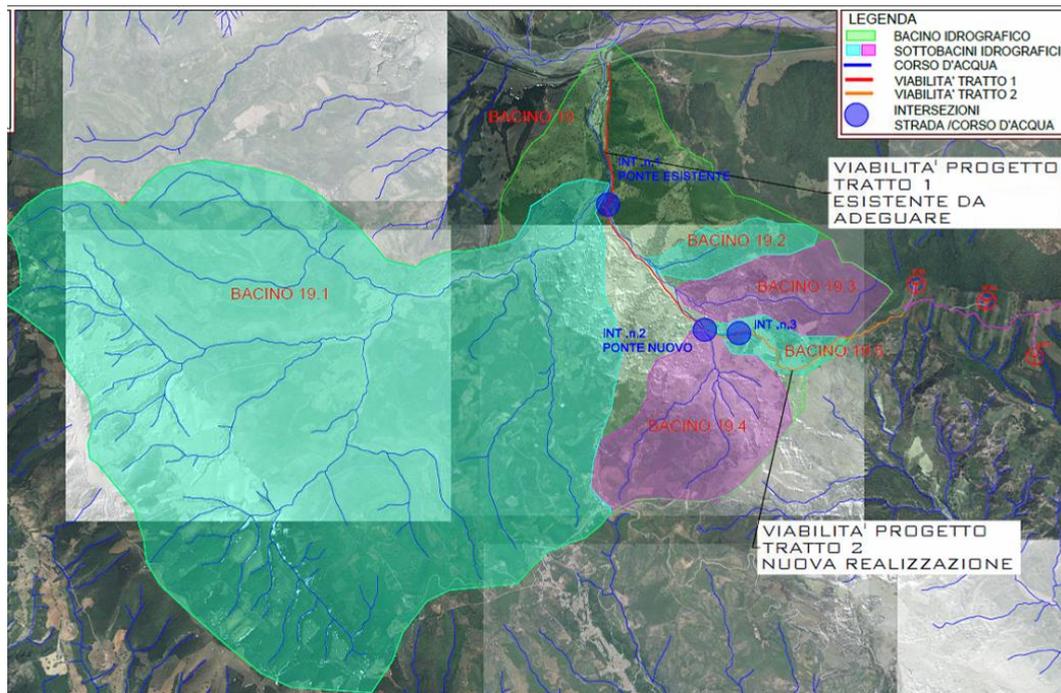


Figure 1.4-4 Inquadramento dei bacini idrografici afferenti alla viabilità su ortofoto

I parametri geomorfologici caratteristici del bacino idrografico sono indicati nella tabella seguente:

<b>Bacino 1 – intersezione 1</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	0,118
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0,150
H massima del bacino	[m]	283
H monte dell'asta	[m]	263,77
H sezione chiusura	[m]	262,93
<b>Bacino 3 – intersezione 3</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	0,220668
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0,377
H massima del bacino	[m]	416
H monte dell'asta	[m]	346
H sezione chiusura	[m]	286
<b>Bacino 5 – intersezione 5</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	0,146730
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0,630
H massima del bacino	[m]	406
H monte dell'asta	[m]	380
H sezione chiusura	[m]	316
<b>Bacino 7 – intersezione 7</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	1,556056
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	2,000
H massima del bacino	[m]	606
H monte dell'asta	[m]	590
H sezione chiusura	[m]	336
<b>Bacino 9 – intersezione 9</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	0,043858
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0,370
H massima del bacino	[m]	736
H monte dell'asta	[m]	705
H sezione chiusura	[m]	576
<b>Bacino 11 – intersezione 11</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	0,022662
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0,255
H massima del bacino	[m]	736
H monte dell'asta	[m]	686
H sezione chiusura	[m]	596
<b>Bacino 13 /15– intersezioni 13 e 15</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	0,154370
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0,570

<b>Bacino 2 – intersezione 2</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	0,516065
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	1,327
H massima del bacino	[m]	550
H monte dell'asta	[m]	455
H sezione chiusura	[m]	286
<b>Bacino 4 – intersezione 4</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	8,909852
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	7,00
H massima del bacino	[m]	826
H monte dell'asta	[m]	816
H sezione chiusura	[m]	300
<b>Bacino 6 – intersezione 6</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	0,234588
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0,580
H massima del bacino	[m]	485
H monte dell'asta	[m]	376
H sezione chiusura	[m]	335
<b>Bacino 8 – intersezione 8</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	0,114013
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0,360
H massima del bacino	[m]	736
H monte dell'asta	[m]	636
H sezione chiusura	[m]	550
<b>Bacino 10 – intersezione 10</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	0,021454
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0,260
H massima del bacino	[m]	736
H monte dell'asta	[m]	695
H sezione chiusura	[m]	596
<b>Bacino 12 – intersezione 12</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	0,150107
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0,600
H massima del bacino	[m]	746
H monte dell'asta	[m]	730
H sezione chiusura	[m]	600
<b>Bacino 14 – intersezione 14</b>		
Superficie del Bacino	[Kmq]	0,117178
Lungh. dell'asta princ.	[Km]	0,575

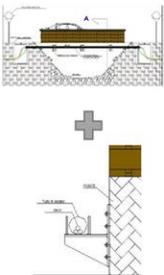
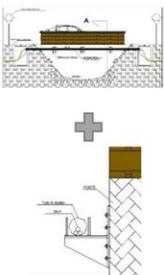
<i>H massima del bacino</i>	[m]	800
<i>H monte dell'asta</i>	[m]	765
<i>H sezione chiusura</i>	[m]	610
<b>Bacino 15 bis – contributo dx idraulica</b>		
<i>Superficie del Bacino</i>	[Km <sup>2</sup> ]	0,198219
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0,700
<i>H massima del bacino</i>	[m]	816
<i>H monte dell'asta</i>	[m]	796
<i>H sezione chiusura</i>	[m]	610
<b>Bacino 17 – WTG6</b>		
<i>Superficie del Bacino</i>	[Km <sup>2</sup> ]	0,096864
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0,285
<i>H massima del bacino</i>	[m]	805
<i>H monte dell'asta</i>	[m]	760
<i>H sezione chiusura</i>	[m]	697
<b>Bacino 19 – viabilità</b>		
<i>Superficie del Bacino</i>	[Km <sup>2</sup> ]	22,37
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0,742
<i>H massima del bacino</i>	[m]	860
<i>H monte dell'asta</i>	[m]	825
<i>H sezione chiusura</i>	[m]	378
<b>Bacino 19.2 – viabilità</b>		
<i>Superficie del Bacino</i>	[Km <sup>2</sup> ]	0,4199
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0,675
<i>H massima del bacino</i>	[m]	722
<i>H monte dell'asta</i>	[m]	520
<i>H sezione chiusura</i>	[m]	442
<b>Bacino 19.4 – viabilità</b>		
<i>Superficie del Bacino</i>	[Km <sup>2</sup> ]	1,6866
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	1,670
<i>H massima del bacino</i>	[m]	800
<i>H monte dell'asta</i>	[m]	750
<i>H sezione chiusura</i>	[m]	485

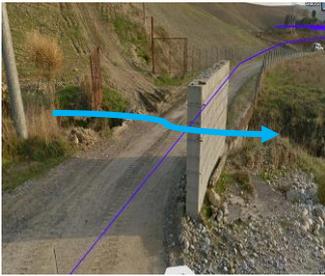
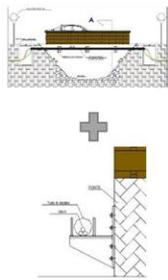
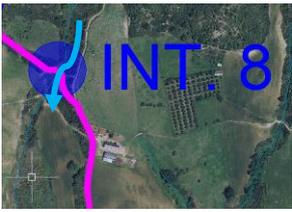
<i>H massima del bacino</i>	[m]	816
<i>H monte dell'asta</i>	[m]	796
<i>H sezione chiusura</i>	[m]	676
<b>Bacino 16 – intersezione 16</b>		
<i>Superficie del Bacino</i>	[Km <sup>2</sup> ]	0,121850
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0,450
<i>H massima del bacino</i>	[m]	816
<i>H monte dell'asta</i>	[m]	776
<i>H sezione chiusura</i>	[m]	666
<b>Bacino 18 – WTG5</b>		
<i>Superficie del Bacino</i>	[Km <sup>2</sup> ]	0,104310
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0,240
<i>H massima del bacino</i>	[m]	786
<i>H monte dell'asta</i>	[m]	780
<i>H sezione chiusura</i>	[m]	746
<b>Bacino 19.1 – viabilità</b>		
<i>Superficie del Bacino</i>	[Km <sup>2</sup> ]	16,25
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	6,045
<i>H massima del bacino</i>	[m]	860
<i>H monte dell'asta</i>	[m]	825
<i>H sezione chiusura</i>	[m]	418
<b>Bacino 19.3 – viabilità</b>		
<i>Superficie del Bacino</i>	[Km <sup>2</sup> ]	0,91872
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	2,070
<i>H massima del bacino</i>	[m]	812
<i>H monte dell'asta</i>	[m]	800
<i>H sezione chiusura</i>	[m]	466
<b>Bacino 19.5 – viabilità</b>		
<i>Superficie del Bacino</i>	[Km <sup>2</sup> ]	0,321324
<i>Lungh. dell'asta princ.</i>	[Km]	0,430
<i>H massima del bacino</i>	[m]	700
<i>H monte dell'asta</i>	[m]	550
<i>H sezione chiusura</i>	[m]	485

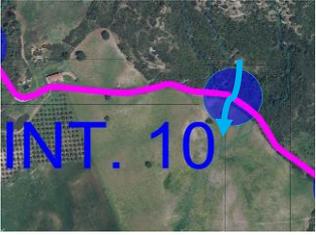
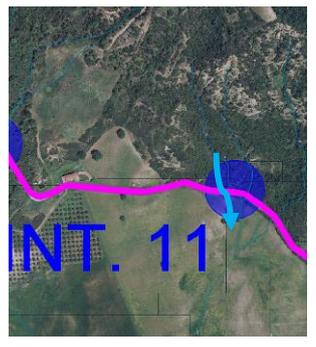
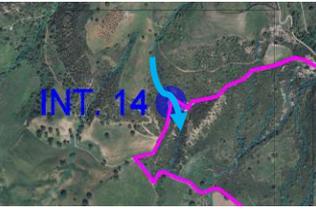
**Tabella 1 - Parametri geomorfologici del bacino idrografico**

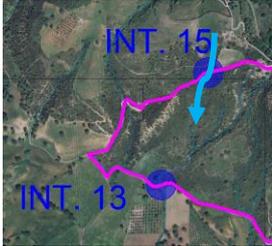
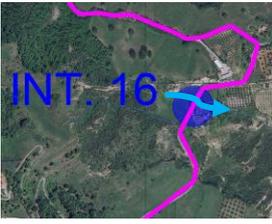
## 2 DESCRIZIONE DELLE INTERFERENZE

Il cavidotto nel suo percorso interseca il reticolo superficiale nei punti di seguito riportati:

N.	NOME	PLANIMETRIA	FOTO	TIPOLOGIA ATTRAVERSAMENTO	
1	Sede strada di servizio a realizzarsi adiacente ma non interferente con l'origine di monte corso d'acqua			Scavo e rinterro	
2	Attraversamento S.S.598 di Fondo Valle d'Agri con corso d'acqua			Scavo e rinterro	
3	Attraversamento S.P. Alianello Corso D'Agri - corso d'acqua			Staffaggio su ponte lato valle	
4	Attraversamento S.P. Alianello Corso D'Agri con corso d'acqua			Staffaggio su ponte lato valle	

5	Attraversamento strada asfaltata con corso d'acqua			Scavo e rinterro	
6	Attraversamento strada asfaltata con corso d'acqua secondario - pozzetti di estremità con funzionamento a sifone			<p>TOC</p> <p>Profondità di scavo garantita di minimo 1,5 m dal piano campagna (cfr A.3.1 Relazione attraversamenti idraulici)</p>	
7	Attraversamento corso d'acqua con ponticello			Staffaggio su ponte lato valle	
8	Attraversamento corso d'acqua a raso su strada			Scavo e rinterro	
9	Attraversamento corso d'acqua a raso su strada			Scavo e rinterro	

10	Attraversamento corso d'acqua a raso su strada			Scavo e rinterro
11	Attraversamento corso d'acqua a raso su strada			Scavo e rinterro
12	Attraversamento corso d'acqua a raso su strada			Scavo e rinterro
13	Attraversamento corso d'acqua a raso su strada			Scavo e rinterro
14	Attraversamento corso d'acqua su strada in curva			Scavo e rinterro

15	Attraversamento corso d'acqua su strada			<p>TOC</p> <p>Profondità di scavo garantita di minimo 1,5 m dal piano campagna (cfr A.3.1 Relazione attraversamenti idraulici)</p>	
16	Attraversamento corso d'acqua su strada			<p>TOC</p> <p>Profondità di scavo garantita di minimo 1,5 m dal piano campagna (cfr A.3.1 Relazione attraversamenti idraulici)</p>	

## 2.1 Intersezioni cavidotto-reticoli idrografici

Il presente paragrafo è redatto al fine di fornire una descrizione della tecnica di posa del cavidotto, necessario alla realizzazione della connessione elettrica dell'impianto, nei tratti interferenti con il reticolo idrografico presente sul territorio.

Le intersezioni avvengono tutte su strade esistenti e saranno risolte nel modo seguente:

- per le intersezioni identificate con i numeri 3, 4 e 7 si procederà con lo staffaggio del cavidotto sul ponte lato valle;
- per le intersezioni identificate con i numeri 2, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14 si procederà con il posizionamento del cavidotto previo scavo e successivo rinterro;
- per le intersezioni n. 6, 15 e 16 si procederà con la trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.), ad una profondità minima di 1,5 m rispetto al fondo alveo, in maniera da non interferire minimamente sia con il deflusso superficiale che con gli eventuali scorrimenti

in subalvea. In fase esecutiva si procederà con indagini in loco al fine di verificare la presenza di eventuali sotto-servizi per evitare possibili interferenze.

- per il tratto identificato impropriamente intersezione numero 1, attualmente non è presente alcuna viabilità, in progetto si prevede di realizzare una strada di servizio nello spazio libero tra la recinzione esistente ed l'origine di un canale, nel seguito analizzato con modellazione idraulica.

## 2.2 Tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)

La scelta della tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) prevista per le intersezioni n. 6, 15 e 16 permette di evitare interferenze sul regime idraulico e di limitare l'impatto ambientale.

In prossimità del reticolo idrografico il cavidotto elettrico, posto alla profondità di minimo cm 150 dal piano stradale, verrà spinto oltre il reticolo con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).



**Figura 2-1 Sistema di trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)**

Tale tecnica consente di posare, per mezzo della perforazione orizzontale controllata, linee di servizio sotto ostacoli quali strade, fiumi e torrenti, edifici e autostrade, con scarso o nessun impatto sulla superficie.

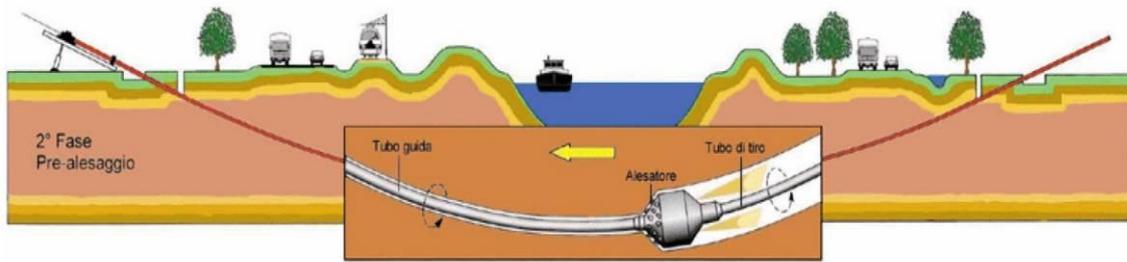
Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare il percorso della trivellazione e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

L'esecuzione della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) consta essenzialmente di due fasi di lavoro:

- In una prima fase, dopo aver piazzato la macchina perforatrice, si realizza un foro pilota, infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste che guidate opportunamente dalla testa, crea un percorso sotterraneo che va da un pozzetto di partenza a quello di arrivo;
- nella seconda fase si prevede che il recupero delle aste venga sfruttato per portarsi dietro un alesatore che, opportunamente avvitato al posto della testa, ruotando con le aste genera il foro del diametro voluto ( $\varphi = 200 \div 500\text{mm}$ ). Insieme all'alesatore, o successivamente, vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto. Infine si effettuerà il riempimento delle tubazioni con bentonite.



**Figura 2-2 Schema della fase di realizzazione del foro pilota.**



**Figura 2-3 Schema della fase di trivellazione di allargamento del perforo.**

Il tracciato realizzato mediante tale tecnica consente in genere, salvo casi particolari, inclinazioni dell'ordine dei 12÷15 gradi.

### 3 DESCRIZIONE ATTRAVERSAMENTI STRADALI PREVISTI PER LA VIABILITÀ DI PROGETTO

A nord dell’impianto dei generatori esiste già un tratto di viabilità che corre parallelamente al reticolo idrografico superficiale e che sarà oggetto di adeguamento mentre il secondo tratto, in prosecuzione al primo verso sud, che unisce quello esistente all’impianto eolico verrà realizzato ex novo.

N.	NOME	PLANIMETRIA STATO ATTUALE ANTE INTERVENTO	FOTO STATO ATTUALE ANTE INTERVENTO
<b>Int 1 strada</b>	Attraversamento da realizzare con nuovo ponte in sostituzione del quello esistente		
<b>Int 2 strada</b>	Attraversamento da realizzare con nuovo ponte		
<b>Int 3 strada</b>	Attraversamento da realizzare con nuovo tombino scatolare		

- int. viab. n.1 - il cavalcavia esistente verrà demolito e ricostruito adeguandolo alle esigenze progettuali; avrà una luce netta interna di m 10, ed una altezza utile tale da garantire il franco idraulico necessario;

- int. viab. n.2 - verrà realizzato un ponte avente una luce di 35 m con una pila centrale larga 2 m. ed una altezza utile tale da garantire il franco idraulico necessario;
- int. viab. n.3 - verrà realizzato un attraversamento con tombino scatolare di dimensioni interne di 4 m di larghezza e di 2 di altezza.

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DEL BACINO DI STUDIO

L'area interessata dalla realizzazione delle opere in progetto ricade nel foglio 211 della Carta Geologica d'Italia (Sant'Arcangelo), scala 1:100.000.

Dal punto di vista geologico, in relazione a quanto riportato dalla Carta Geologica d'Italia, il territorio in cui si estendono i bacini idrografici oggetto del presente studio, è interessato dalle seguenti formazioni geologiche:

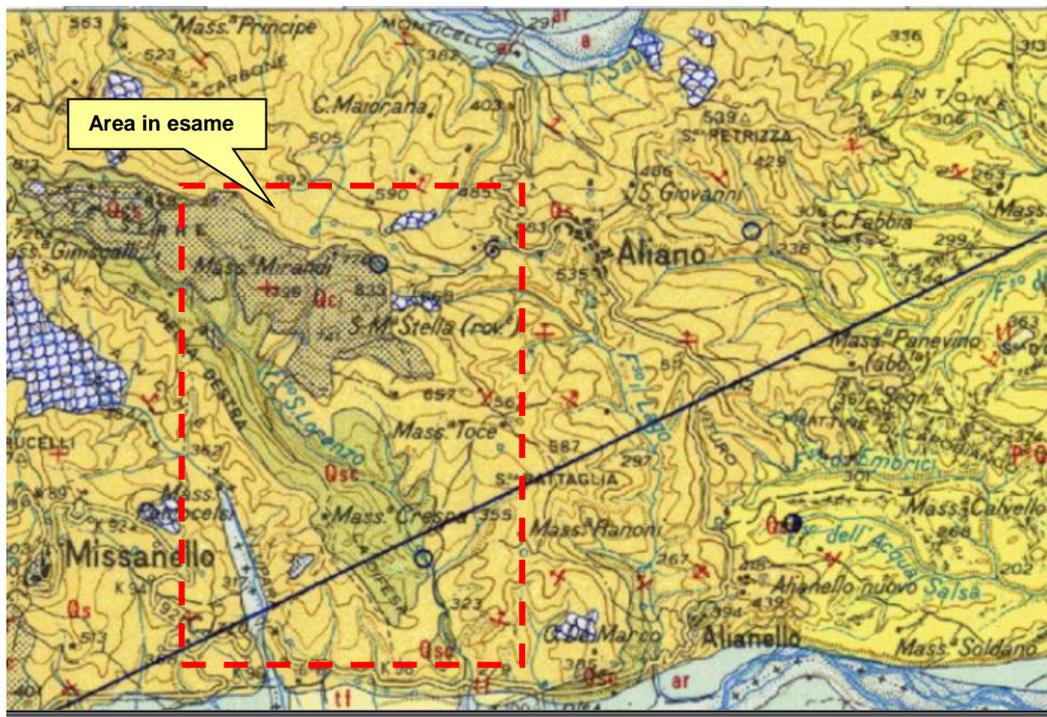
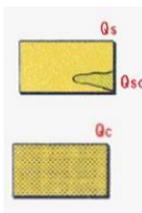
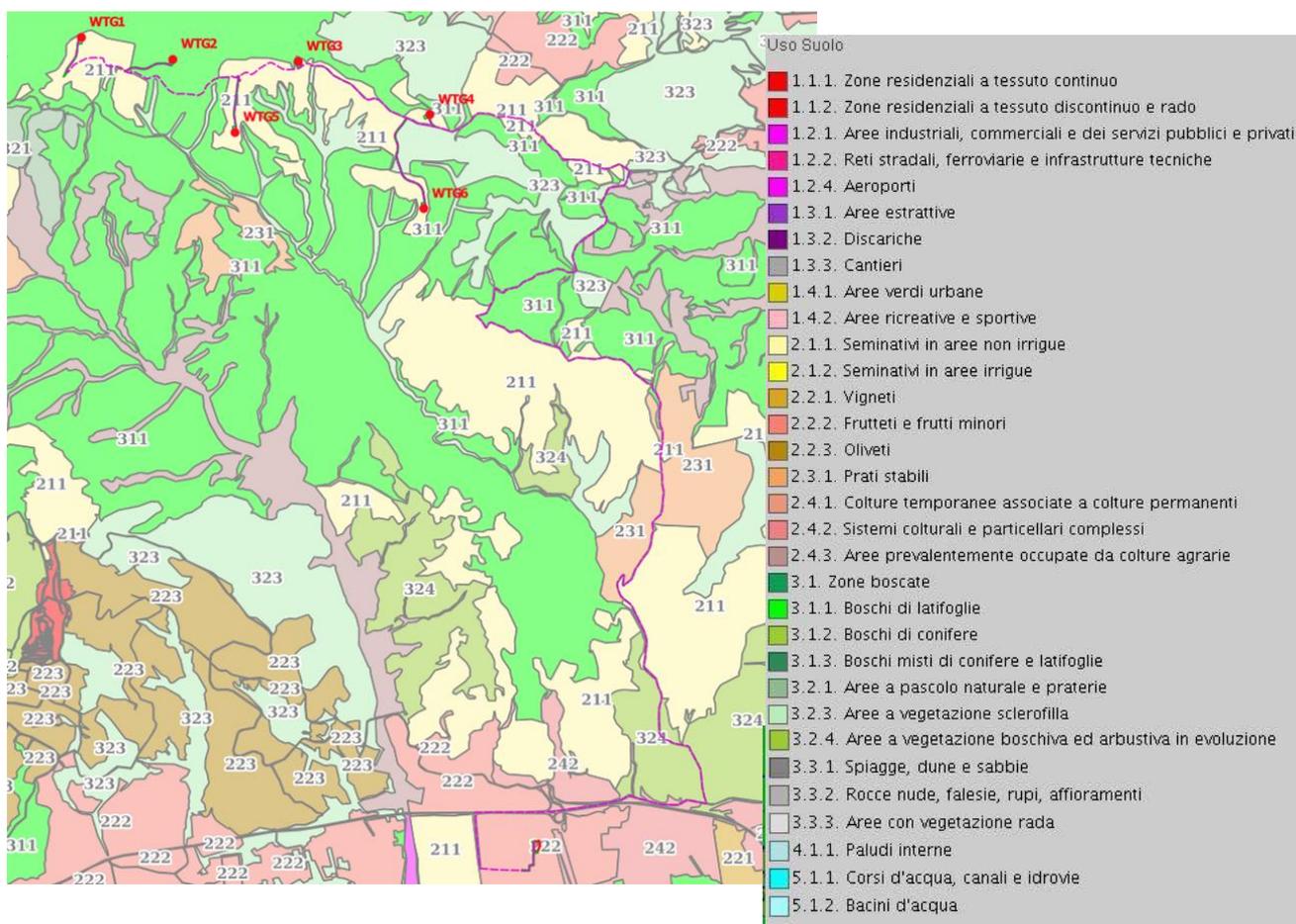


Figura 4-1: Stralcio della carta geologica d'Italia (F.201, scala 1:100.000)

	<p><b>SABBIE DI ALIANO:</b> sabbie gialle a grana fine più o meno argillose, scarsamente cementate, in strati da 20 cm a 10 m (<b>Q<sub>s</sub></b>), con lenti ghiaioso-conglomeratiche (<b>Q<sub>sc</sub></b>) particolarmente sviluppate nei pressi di Alianello (<b>CALABRIANO</b>); spessore compreso tra 50 e 600 metri.</p> <p><b>CONGLOMERATI DI CASTRONUOVO:</b> conglomerati in banchi tra 5 e 20 m ad elementi in prevalenza calcarei e calcarenitici e subordinatamente arenacei ben arrotondati, con dimensioni in genere comprese fra 2 e 10 cm e legati tra loro da un'abbondante matrice sabbiosa. Fauna con opercoli di <i>Natica tigrina</i> DEFRANCE <i>sulcooperculata</i> RUGGIERI nei pressi di Oriolo (<b>CALABRIANO</b>); spessore da 100 a 600 metri.</p>
---	--

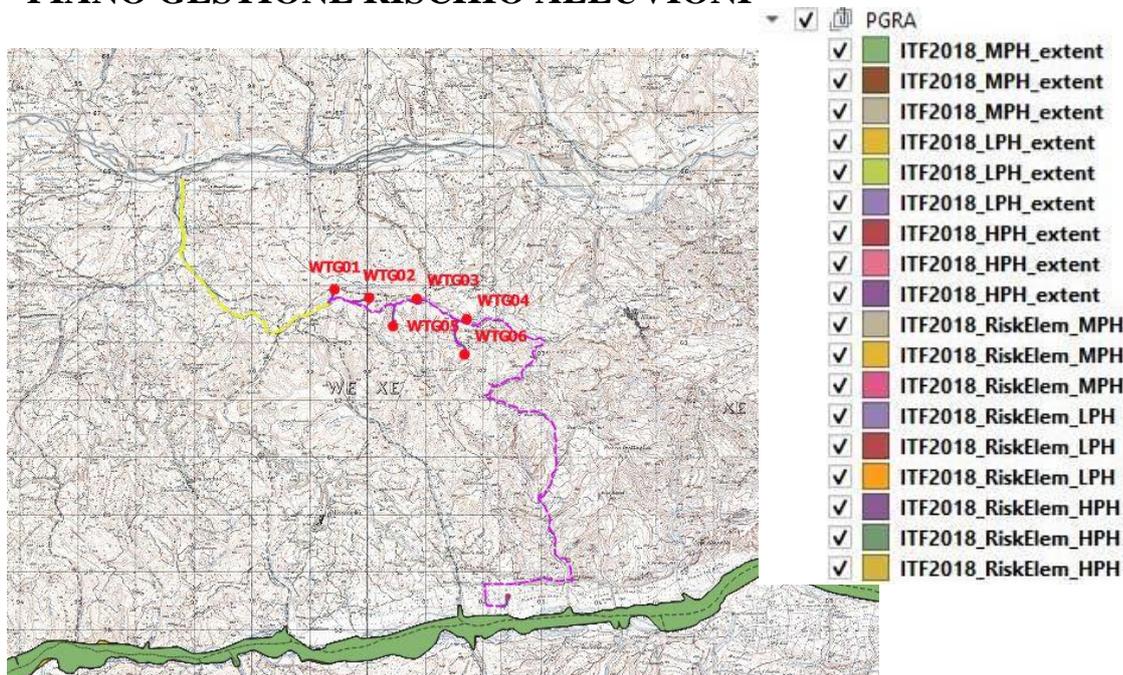
## 5 USO DEL SUOLO

Come si può evincere dall'analisi della carta dell'uso del suolo di seguito riportata si evince che l'area vasta di interesse risulta occupata in massima parte da boschi di latifoglie (3.1.1.) e da seminativi in aree non irrigue (2.1.1.), e a seguire da prati stabili (2.3.1.), aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione (3.2.4.) e sistemi colturali e particellari complessi (2.4.2.).



**Figura 5-1: Carta dell'uso del suolo.**

## 6 PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI



**Figure 6.2.2-1 Inquadramento aree di intervento su stralcio PGRA**

Dalle mappe del rischio alluvioni relative al Bacino del Bradano disponibili su [http://www.adb.basilicata.it/adb/pStralcio/rischio\\_alluv.asp](http://www.adb.basilicata.it/adb/pStralcio/rischio_alluv.asp) non si evincono aree a rischio alluvioni nei lotti interessati dalle opere in progetto.

Si rimanda allo “STUDIO IMPATTO AMBIENTALE”, elaborato A.17.1.1, per tutti gli aspetti normativi e di pianificazione non affrontati nella presente relazione.

## 7 STUDIO IDROLOGICO DEI BACINI

Lo studio idrologico dell'area in esame è stato condotto determinando le curve di possibilità climatica applicando il metodo VAPI Basilicata.

In particolare, la valutazione di dette curve al variare del tempo di ritorno è stata condotta rifacendosi alle procedure individuate dal Gruppo Nazionale Difesa della Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per l'Analisi regionale delle piogge brevi in Basilicata (a cura di Claps e Straziuso Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente dell'Università degli Studi della Basilicata, 1996) e del Rapporto di Valutazione delle Piene in Basilicata (1999), nel seguito denominato VAPI Basilicata.

La procedura adoperata e i risultati dei calcoli effettuati sono ampiamente descritti nei paragrafi successivi. Si è omessa la descrizione dell'applicazione ai dati di precipitazione massima oraria delle analisi statistiche convenzionali (adattabilità delle serie campionarie a distribuzioni di probabilità), in quanto procedura ormai consolidata e nota nella pratica tecnica.

Per quanto concerne, invece, la valutazione dei deflussi naturali nelle sezioni di interesse si è fatto ricorso alla formula razionale e alle procedure di valutazione del valore della piena indice  $E(Q)$  e dell'espressione asintotica del fattore di crescita delle portate  $KT(Q)$ , in ottemperanza a quanto richiesto dall'Autorità di Bacino della Basilicata (PAI 2010).

Va, infine, evidenziato che i valori dei tempi di ritorno (TR) utilizzati per la definizione delle curve di possibilità climatica e, di conseguenza, per la stima degli eventi di piena sono quelli che il PAI Basilicata definisce per la valutazione delle aree ad alta, media e bassa probabilità di inondazione.

In particolare, essi sono per le aree a:

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| <b>1. Alta Probabilità di Inondazione (AP)</b>  | <b>TR = 30 anni.</b>  |
| <b>2. Media Probabilità di Inondazione (MP)</b> | <b>TR = 200 anni.</b> |
| <b>3. Bassa Probabilità di Inondazione (BP)</b> | <b>TR = 500 anni.</b> |

## **8 ANALISI REGIONALE DELLE PIOGGE IN BASILICATA**

L'approccio più moderno per lo studio degli eventi estremi in idrologia viene condotto con un insieme di procedure atte a trasferire l'informazione idrologica e nota come "analisi regionale". Alla base di un modello di regionalizzazione vi è la preventiva individuazione del meccanismo fisico-stocastico che spiega la distribuzione della variabile idrologica di interesse nello spazio e nel dominio di frequenza statistica. La scelta del tipo di modello richiede la conoscenza di alcuni aspetti fondamentali legati alle risorse dedicabili allo studio, alla qualità dell'informazione disponibile e alla precisione richiesta dai risultati. Pertanto la struttura del modello richiede la costruzione del risolutore numerico e un'attenta identificazione dei parametri di taratura. Numerosi studi sono stati condotti in Inghilterra, negli Stati Uniti ed in Italia su questi modelli a più parametri che sono noti in letteratura con gli acronimi GEV (Jenkinson, 1955), Wakeby (Houghton 1978) e TCEV (Rossi e Versace, 1982; Rossi et al. 1984).

Quest'ultima sigla deriva dall'espressione inglese Two Component Extreme Value, che rappresenta la distribuzione di probabilità corrispondente ad un certo evento estremo, sia che provenga dalla distribuzione statistica di eventi ordinari sia che provenga da quella degli eventi straordinari. A tal fine occorre sottolineare che la principale fonte di incertezza deriva proprio dagli eventi estremamente intensi che hanno caratteristiche di rarità in ogni sito e aleatorietà per quel che riguarda il sito ove potranno verificarsi nel futuro. Ciò implica che, se in un punto eventi straordinari di un certo tipo non si siano verificati storicamente, questo non è garanzia di sicurezza sulla loro non occorrenza nel futuro.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, che utilizza tre differenti livelli di scala spaziale per la stima dei parametri del modello probabilistico utilizzato, in modo da ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati disponibili e dal numero di stazioni della rete di misura.

In seguito, dopo una breve indicazione circa i dati disponibili per lo studio, si procede a fornire i risultati delle varie fasi della procedura di regionalizzazione dei bacini dell'arco ionico della Basilicata, territorio nel quale ricade il bacino oggetto di studio.

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici dei compartimenti di Catanzaro, Bari e Napoli del S.I.M.N, le cui stazioni formano la rete di misura delle precipitazioni su tutto il territorio regionale con un'elevata densità territoriale.

Le osservazioni pluviometriche, utilizzate per la regionalizzazione, interessano 55 stazioni pluviografiche ognuna delle quali presenta almeno 15 anni di funzionamento. Alcune stazioni sono situate all'esterno dei limiti di bacino allo scopo di migliorare le stime dei parametri areali relativi ai bacini idrografici. L'ubicazione delle stazioni all'interno della regione è mostrata nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**



**Figure 8-2.2-1: Ubicazione delle stazioni pluviometriche considerate (da Claps e Straziuso, 1996).**

Per i massimi annuali delle precipitazioni giornaliere, è stato adottato un modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), che rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa variabile segua la legge di Poisson. Il modello proposto ammette che le due componenti, quella

straordinaria ed ordinaria, appartengano a popolazioni diverse, anche se è ammessa la loro interferenza attraverso un processo poissoniano.

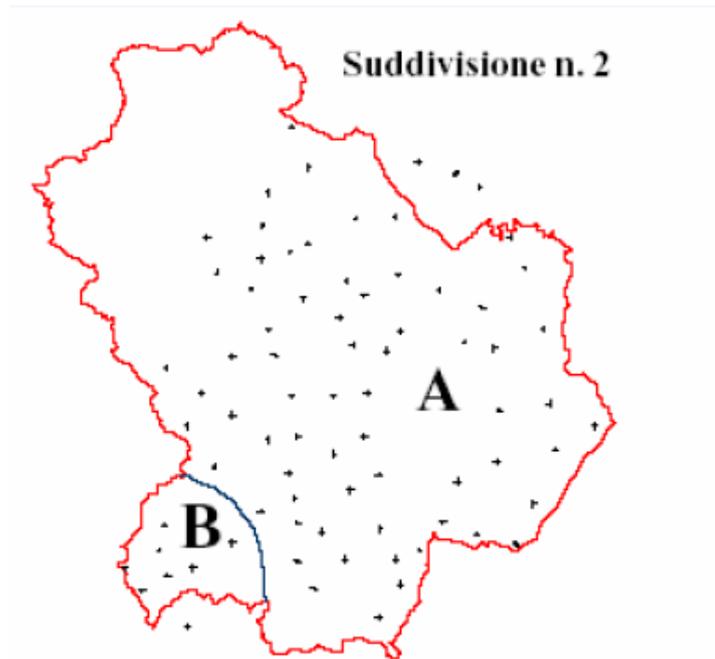
L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV ha consentito di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria, quindi risultano costanti i due parametri  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$  ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione, e quindi il parametro  $\Lambda_1$  che da esso dipende (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di più piccole aree, tra il parametro di posizione della distribuzione di probabilità e le caratteristiche morfologiche. In particolare si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento.

La preventiva suddivisione dell'area di studio in zone e sottozone omogenee è stata effettuata in base all'analisi delle massime precipitazioni giornaliere, di cui si dispone del maggior numero di informazioni. La procedura prevede che si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali possano ritenersi costanti i valori dei parametri  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$ . Questi parametri non possono essere stimati da un numero ristretto di serie di dati, per cui l'analisi parte dalla possibilità di considerare le 55 stazioni come appartenenti ad un'unica zona al primo livello. I risultati ottenuti sono stati ricavati con riferimento ad un'ipotesi di invarianza dei parametri  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$ , osservando come si abbia, al primo livello di regionalizzazione, la presenza di un'unica zona omogenea comprensiva di tutte le stazioni della regione, mentre al secondo livello si definiscono due sottozone omogenee nord (A) e sud-ovest (B) nelle quali risulta costante anche il valore del parametro  $\Lambda_1$ .

Nella tabella a seguire si riportano i valori numerici dei parametri di interesse per lo studio (cfr Tabella 2), mentre in figura 8 si riporta la rappresentazione territoriale delle due aree di interesse.

	$\theta^*$	$\Lambda^*$	$\Lambda_1$	$\eta$
<b>Basilicata_ zona A</b>	2.632	0.104	20.64	3.841
<b>Basilicata_ zona B</b>	2.632	0.104	55.23	4.825

**Tabella 2: Parametri del primo livello di regionalizzazione.**



**Figure 8-2.2-2: Suddivisione in zone omogenee al II livello di regionalizzazione (VAPI, 1999).**

La distribuzione regionale della probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata  $X_{d,T}$  viene espressa in funzione di una quantità  $K_T$ , detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno  $T$  e indipendente dalla durata. Tale fattore è, in generale, funzione del tempo di ritorno  $T$  ed è definito dal rapporto seguente:

$$K_T = \frac{X_{d,T}}{\mu(X_{d,T})}$$

avendo indicato con  $X_{d,T}$  il massimo annuale di precipitazione per assegnata durata e tempo di ritorno.

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto riportato in precedenza ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della distribuzione di probabilità della  $X_{d,T}$ . Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea previamente identificata, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno  $T$  ed il fattore di crescita  $K_T$ , potendo ritenere trascurabile la variabilità del fattore di crescita con la durata. L'espressione di

seguito riportata, è quella indicata nel VAPI Basilicata. In realtà non viene fornita l'espressione diretta di  $K_T$  in funzione di  $T$ , ma l'espressione inversa, nella forma:

$$T = \frac{1}{1 - F_K(k)} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k_T} - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} e^{-\eta k_T / \theta_*})}$$

dove  $\theta_*$ ,  $\Lambda_*$  e  $\Lambda_1$  sono i parametri di forma e di scala della TCEV che assieme al valore del parametro  $\eta$ , assumono i valori riassunti nella tabella riportata in precedenza.

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della relazione precedente in cui, fissato un tempo di ritorno  $T$ , si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita  $K_T$ . Tale risultato tuttavia non è ricavabile immediatamente con la TCEV, per cui si può ricorrere ad espressioni approssimate che hanno la seguente forma:

$$K_T = \left( \frac{\theta_* \ln \Lambda_*}{\eta} + \frac{\ln \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \ln T$$

Nel seguito si riportano i valori di  $K_T$  (Tabella 3) ottenuti numericamente dalle equazioni precedenti per le due zone omogenee denominate rispettivamente A e B.

<b>TR (anni)</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>500</b>
<b>K(T) Zona A</b>	<b>1.25</b>	<b>1.49</b>	<b>1.83</b>	<b>1.89</b>	<b>2.14</b>	<b>2.49</b>	<b>2.91</b>	<b>3.50</b>
<b>K(T) Zona B</b>	<b>1.10</b>	<b>1.20</b>	<b>1.34</b>	<b>1.36</b>	<b>1.46</b>	<b>1.61</b>	<b>1.78</b>	<b>2.02</b>

**Tabella 3: Valori del fattore probabilistico di crescita (KT).**

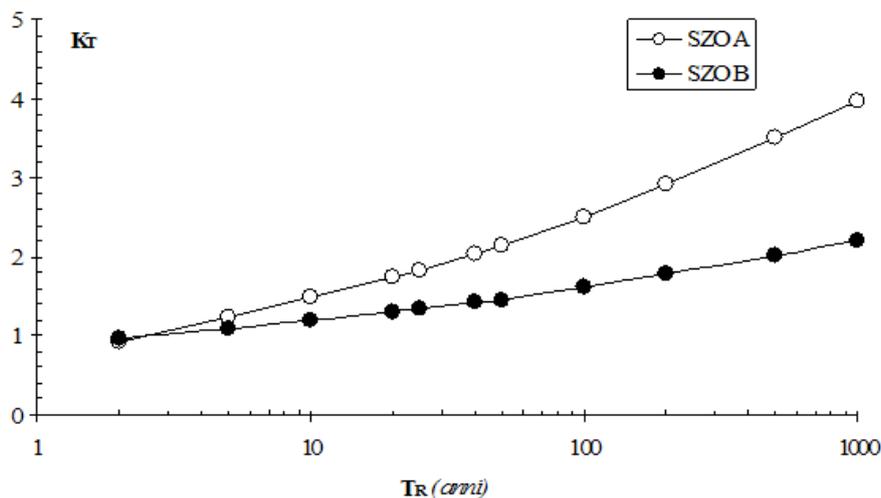


Figure 8-2.2-3: Andamento del fattore probabilistico di crescita (VAPI, 1999).

Obiettivo del terzo livello di regionalizzazione dei massimi annuali delle piogge brevi è la definizione di relazioni utili alla valutazione di un parametro di posizione della distribuzione di probabilità (generalmente la media) in un generico sito o come valore caratteristico di un'area.

Nel caso specifico, l'analisi delle medie delle piogge brevi è stata valutata nell'identificazione delle isoiete alle diverse durate, utilizzando un metodo geostatistico, il kriging, in analogia a quanto proposto da altri autori (Franchini e Galeati, 1994 e Gabriele e Iiritano, 1994). Tale metodo, a differenza di altri, consente di interpolare i dati tenendo conto della relazione fra la varianza campionaria e la varianza spaziale, secondo un approccio di tipo stocastico.

Attraverso l'analisi geostatistica dei dati osservati, è quindi possibile la stima delle grandezze utili alla valutazione delle curve di possibilità climatica, nella formulazione a due parametri  $\mu(X_d) = a \cdot D^n$ , che descrivono l'andamento con la durata delle altezze di precipitazione delle medie degli eventi massimi annuali.

I parametri ottenuti dalla procedura di interpolazione geostatistica su descritta, e in particolare la media delle precipitazioni massime di durata oraria  $a$  e l'esponente  $n$ , sono stati definiti sull'intero territorio lucano attraverso una rappresentazione ad isolinee, che è riportata graficamente nelle successive figure.



Figure 8-2.2-4: Isolinee del coefficiente a (da Claps e Straziuso, 1996).



Figure 8-2.2-5: Isolinee dell'esponente  $n$  (da Claps e Straziuso, 1996).

## 9 CURVE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA

Lo studio idrologico condotto ha, quindi, consentito la determinazione delle curve di possibilità climatiche a diversi tempi di ritorno (30, 200 e 500 anni) in corrispondenza delle sezioni di chiusura dei bacini oggetto del presente studio.

Le curve di possibilità climatica sono state definite utilizzando il VAPI Basilicata

Stazione	a	n	Stazione	a	n
Acerenza	19.96	0.31	Monticchio Bagni	23.77	0.32
Altamura	27.25	0.22	Muro Lucano	22.91	0.32
Anzi	19.20	0.29	Nova Siri Scalo	32.40	0.31
Atella	24.06	0.24	Oriolo	29.14	0.38
Calitri	24.48	0.25	Palazzo San Gervasio	20.88	0.29
Castel Lagopesole	23.70	0.29	Pescopagano	24.59	0.35
Castelsaraceno	22.06	0.44	Picerno	20.97	0.26
Cogliandrino	24.68	0.42	Policoro	24.69	0.33
Diga Rendina	22.49	0.23	Potenza	22.51	0.28
Ferrandina	22.62	0.30	Recoleta	20.87	0.35
Forenza	26.29	0.23	Ripacandida	26.30	0.22
Ginosa	30.27	0.26	Rocchetta S. Antonio	26.13	0.22
Gravina in Puglia	34.16	0.19	Rocchetta S. A. scalo	25.58	0.22
Irsina	23.06	0.27	S. Arcangelo	20.50	0.33
Isca di Tramutola	18.99	0.36	S. Chirico Raparo	16.52	0.43
Lacedonia	26.23	0.26	S. Fele	22.42	0.30
Lagonegro	29.35	0.45	S. Mauro Forte	21.35	0.41
Lauria inferiore	32.43	0.41	S. Nicola di Avigliano	18.76	0.29
Lavello	24.68	0.24	S. Severino Lucano	20.15	0.45
Maratea	31.51	0.31	Santeramo in Colle	29.02	0.24
Marsico Nuovo	20.09	0.37	Senise	22.22	0.36
Matera	28.35	0.21	Spinazzola	24.62	0.25
Melfi	23.17	0.34	Terranova del Pollino	22.80	0.47
Metaponto	28.20	0.27	Tolve	19.62	0.32
Minervino	30.66	0.23	Tricarico	19.66	0.35
Moliterno	23.48	0.33	Valsinni	25.26	0.44
Montemilone	25.03	0.24	Venosa	21.49	0.30
Montescaglioso	26.77	0.29			

**Figure 9-1: Valore dei parametri puntuali della curva di possibilità climatica.**

Quindi, dalla valutazione della tabella precedente, per ottenere i parametri a ed n per la costruzione delle curve di possibilità climatica, è stata utilizzata la stazione di S. Arcangelo, in quanto più prossima all'intervento in oggetto. La curva di possibilità climatica ottenuta attraverso il VAPI Basilicata è la seguente:

$$x(h,t) = 20,50 * t^{0,33}$$

L'elaborazione dei dati pluviometrici, ha condotto alla determinazione delle curve di possibilità climatiche per i differenti tempi di ritorno; si riportano di seguito i dati caratterizzanti tali curve:

- Con un tempo di ritorno  $Tr = 30$  anni l'equazione della curva di possibilità climatica (utilizzando il metodo VAPI) è la seguente:

$$h = 38.745 * t^{0.33}$$

- Con un tempo di ritorno  $Tr = 200$  anni l'equazione della curva di possibilità climatica (utilizzando il metodo VAPI) è la seguente:

$$h = 59.66 * t^{0.33}$$

- Con un tempo di ritorno  $Tr = 500$  anni l'equazione della curva di possibilità climatica (utilizzando il metodo VAPI) è la seguente:

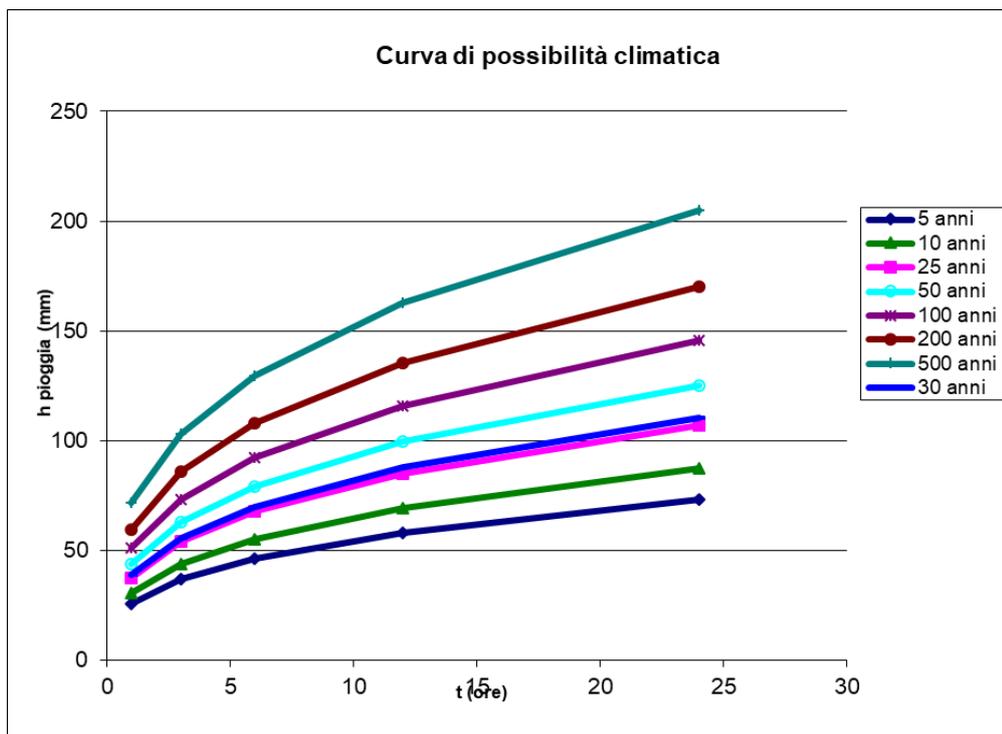
$$h = 71.750 * t^{0.33}$$

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva relative alle altezze di pioggia ricavate utilizzando la metodologia **VAPI Basilicata**

<b>VAPI</b>	<b>h (mm) t = 1 ora</b>	<b>h (mm) t = 3 ore</b>	<b>h (mm) t = 6 ore</b>	<b>h (mm) t = 12 ore</b>	<b>h (mm) t = 24 ore</b>
Tr = 30 anni	38.745	55.676	69.985	87.972	110.582
Tr = 200 anni	59.655	85.723	107.755	135.449	170.262
Tr = 500 anni	71.750	103.103	129.602	162.911	204.782

**Tabella 4: Massimi annuali di precipitazione.**

Nella figura seguente si riportano le curve di possibilità climatiche ricavate in corrispondenza dei diversi tempi di ritorno adottati, per i bacini in analisi.



**Figura 9-1: Curva di possibilità climatica con tempo di ritorno compreso tra 5 e 500 anni.**

Nella tabella seguente si riporta il tempo di corrivazione espresso in ore relativo ai vari bacini.

Ottenuti dalla applicazione della formula:

$$T_c = (0.02221 \times (L/(i^{0.5}))^{0.8})/60$$

L= lunghezza asta (m)

i = pendenza media asta (m/m)

	Tc (h)
<b>Bacino 1</b>	0.16
<b>Bacino 3</b>	0.09
<b>Bacino 5</b>	0.16
<b>Bacino 7</b>	0.37

	Tc (h)
<b>Bacino 2</b>	0.27
<b>Bacino 4</b>	1.25
<b>Bacino 6</b>	0.17
<b>Bacino 8</b>	0.07

<b>Bacino 9</b>	0.06
<b>Bacino 11</b>	0.05
<b>Bacino 13-15</b>	0.10
<b>Bacino 13 bis</b>	0,12
<b>Bacino 17</b>	0.06
<b>Bacino 19</b>	1.42
<b>Bacino 19.2</b>	0.16
<b>Bacino 19.4</b>	0.29

<b>Bacino 10</b>	0.05
<b>Bacino 12</b>	0.11
<b>Bacino 14</b>	0.11
<b>Bacino 16</b>	0.09
<b>Bacino 18</b>	0.06
<b>Bacino 19.1</b>	1.15
<b>Bacino 19.3</b>	0.35
<b>Bacino 19.5</b>	0.09

## 10 VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

La stima delle massime portate al colmo di piena per assegnati periodi di ritorno riferite ai bacini individuati è stata condotta avvalendosi delle tecniche di regionalizzazione dei deflussi come disponibili nel succitato rapporto VAPI Basilicata.

Nel caso specifico, i dati utilizzati sono stati ottenuti da quelli originari disponibili presso il SIMN tramite regolarizzazione per mezzo di scale di deflusso di piena appositamente tarate (VAPI Basilicata, 1999).

Nel processo di regionalizzazione delle portate di piena, per la Basilicata, si sono ipotizzati validi i parametri  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$  già definiti a scala nazionale fatta eccezione per la Sardegna. I valori assunti sono:

$$\theta^* = 2.564 \qquad \Lambda^* = 0.350$$

Al secondo livello di regionalizzazione, l'analisi condotta facendo riferimento ad ogni singolo sito idrometrografico ha permesso la definizione la stima del parametro regionale  $\Lambda_1$  della distribuzione TCEV (Two-Component Extreme Value, Rossi, Fiorentino & Versace, 1984). Tale stima, condotta adottando il criterio della massima verosimiglianza, è stata effettuata nell'ipotesi di vincolare la distribuzione TCEV al valore dei parametri  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$  già definiti a scala nazionale.

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella che segue ed evidenziano, nella regione Basilicata, la presenza di tre sottozone omogenee rispetto al parametro  $\Lambda_1$  (Tabella 5).

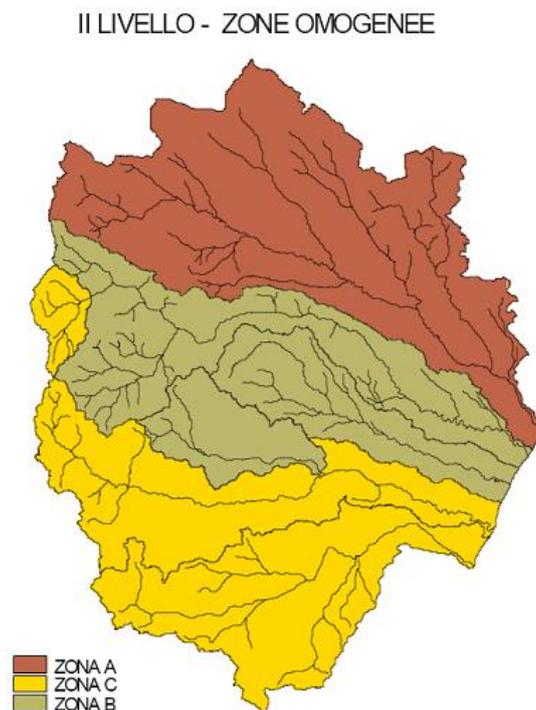
<b>Sottozona</b>	$\theta^*$	$\Lambda^*$	$\Lambda_1$	$\eta$
<b>Zona A</b>	2.654	0.350	3.56	2.598
<b>Zona B</b>	2.654	0.350	7.30	3.316
<b>Zona C</b>	2.654	0.350	20.80	4.363

**Tabella 5: Valori dei parametri della distribuzione TCEV.**

In particolare:

- la zona A si identifica con l'intero bacino del Bradano. L'area è caratterizzata da un alto valore di aridità se comparata con gli altri bacini regionali e questa peculiarità induce i bassi valori di  $\Lambda 1$ . Il più delle volte, il suolo che caratterizza tale bacino si presenta pressoché asciutto prima dell'occorrenza delle piene.
- la zona B comprende il medio e il basso bacino del Basento, le cui caratteristiche geomorfologiche e climatiche sono comparabili con quelle della sottozona A, anche se il numero di eventi di piena osservati è leggermente superiore.
- la zona C comprende l'Agri, il Sinni e l'alto bacino del Basento, ovvero la zona a nord di Potenza. In questa sottozona il numero di eventi di piena significativi è molto maggiore di quello che caratterizza le altre due sottozone.

La rappresentazione cartografica delle tre sottozone è riportata in Figura 10-1.



**Figura 10-1: Sottozone omogenee al II livello di regionalizzazione delle piene.**

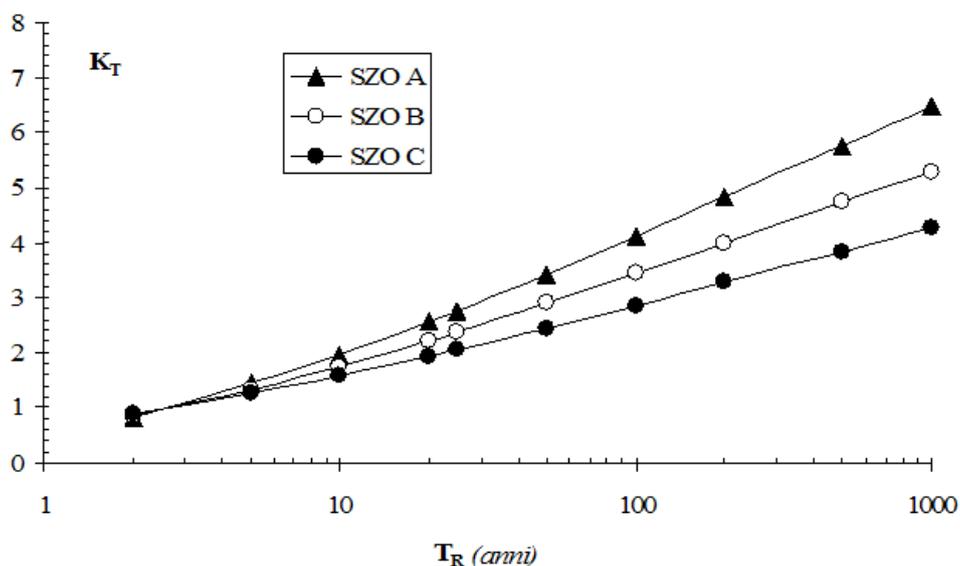
Alla stregua di quanto già condotto in merito alle precipitazioni, è necessario al fine di valutare le portate di piena al variare del tempo di ritorno, stimare il valore assunto dal fattore probabilistico

al variare dei parametri individuati nella stima dei due primi livelli di regionalizzazione. È quindi necessaria la definizione del fattore  $K_T$  o fattore probabilistico di crescita, i cui valori numerici, per le tre sottozone omogenee, sono riportati a seguire in funzione del periodo di ritorno  $T_R$  (Tabella 6).

$T_R$ (anni)	2	5	10	20	25	30	50	100	200	500	1000
<b><math>K_T</math> (SZO A)</b>	0.81	1.44	1.96	2.55	2.76	2.89	3.43	3.12	4.83	5.76	6.47
<b><math>K_T</math> (SZO B)</b>	0.85	1.34	1.75	2.21	2.38	2.48	2.90	3.45	4.00	4.73	5.29
<b><math>K_T</math> (SZO C)</b>	0.89	1.26	1.57	1.92	2.05	2.13	2.45	2.86	3.28	3.84	4.26

**Tabella 6: Valori del fattore probabilistico di crescita ( $K_T$ ).**

Nella successiva Figura 10-2, i valori di  $K_T$  su riportati sono rappresentati graficamente in funzione del tempo di ritorno dell'evento considerato.



**Figura 10-2: Andamento del fattore probabilistico di crescita delle piene.**

La stima del valor medio della distribuzione dei massimi annuali delle portate al colmo di piena o piena indice  $E(Q)$  in una generica sezione fluviale è stata condotta, nell'ambito degli studi condotti per la redazione del VAPI Basilicata, con modelli empirici che relazionano tale valore all'estensione del bacino sotteso.

La ricerca di una relazione empirica che leghi il valore della piena indice  $E(Q)$  all'area del bacino è il passo preliminare e fondamentale nell'ambito delle analisi condotte al terzo livello di regionalizzazione e, di solito, risulta ben definita da una relazione del tipo:

$$E(Q) = K_T m(Q)$$

dove  $m(Q)$  è il valor medio della distribuzione del massimo annuale della portata al colmo di piena.

Gli studi condotti sui bacini lucani al fine di definire, al terzo livello di regionalizzazione delle piene, la relazione che lega la piena indice con l'area sottesa hanno evidenziato la presenza di due zone omogenee denominate rispettivamente Zona Omogenea 1 e Zona Omogenea 2 per le quali valgono le relazioni sotto riportate:

- Area Omogenea 1 che comprende i bacini del Bradano, Basento, Cavone ed Agri

$$m(Q) = 2.13 \cdot A^{0.766}$$

- Area Omogenea 2 che comprende i bacini del Sinni, Lao e Noce

$$m(Q) = 5.98 \cdot A^{0.645}$$

Si rileva che l'area di studio ricade nell'**area omogenea 1**.

L'applicazione delle relazioni descritte in precedenza ha, quindi, consentito la determinazione dei valori delle portate di piena con assegnato tempo di ritorno (30, 200 e 500 anni) dei due sottobacini.

La **portata** afferente alla sezione di chiusura dei bacini è risultata:

<b>PORTATE</b> <b>Q (m<sup>3</sup>/sec)</b>			
BACINI	<b>Alta</b> <b>Pericolosità</b> <b>idraulica</b>	<b>Media</b> <b>Pericolosità</b> <b>idraulica</b>	<b>Bassa</b> <b>Pericolosità</b> <b>idraulica</b>
	Tr = 30 anni	Tr= 200 anni	Tr= 500 anni
BACINO 1	1,20	2,00	2,39
BACINO 2	3,71	6,20	7,39
BACINO 3	1,93	3,23	3,86
BACINO 4	32,88	54,94	65,52
BACINO 5	1,42	2,37	2,82
BACINO 6	2,03	3,39	4,04
BACINO 7	8,64	14,44	17,21
BACINO 8	1,17	1,95	2,33
BACINO 9	0,56	0,94	1,12
BACINO 10	0,32	0,54	0,65
BACINO 11	0,34	0,57	0,67
BACINO 12	1,44	2,41	2,87
BACINO 13-15	1,47	2,46	2,93
BACINO 13 dx	1,78	2,98	3,55
BACINO 14	1,19	1,99	2,37
BACINO 16	1,23	2,05	2,45
BACINO 17- WTG 6	1,03	1,72	2,05
BACINO 18- WTG 5	1,09	1,82	2,17
BACINO 19- viabilità	66,54	111,21	132,62
BACINO 19.1- viabilità	52,10	87,07	103,84
BACINO 19.2- viabilità	3,17	5,29	6,31

BACINO 19.3- viabilità	5,77	9,64	11,50
BACINO 19.4- viabilità	9,19	15,35	18,31
BACINO 19.5- viabilità	2,58	4,31	5,14

## **11 MODELLAZIONE IDRAULICA**

Per ciascun bacino studiato il tracciamento dei profili di corrente è stato condotto utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS versione 3.1.3, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers.

HEC-RAS è l'abbreviazione di Hydrologic Engineering Center's River Analysis System. Questo software consente la simulazione di flussi idrici, nell'ipotesi di monodimensionalità della corrente, sia in moto permanente che in moto vario.

Il sistema comprende una interfaccia grafica, componenti separate per le analisi idrauliche dei due diversi tipi di moto, possibilità di analisi e memorizzazione dati, possibilità di esportazione e graficizzazione dei risultati.

Elemento chiave è che entrambi i tipi di simulazione citati usano una comune rappresentazione geometrica dei dati (l'alveo e le sue caratteristiche fisiche, geometriche ed idrauliche), e una comune routine di calcolo geometrico ed idraulico preliminare.

HEC-RAS è progettato per effettuare calcoli idraulici monodimensionali per una rete completa di canali naturali ed artificiali.

Nel caso di moto permanente, il software è in grado di modellare profili di correnti lente, veloci ed anche miste quando richiesto o ritenuto opportuno automaticamente dal programma.

Il calcolo è stato svolto in condizioni di moto permanente utilizzando valori delle portate di piena, riportati in precedenza, corrispondenti a tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni, come richiesto dall'Autorità di Bacino della Basilicata per l'identificazione delle aree caratterizzate rispettivamente da alta (AP), media (MP) e bassa (BP) pericolosità idraulica.

### **11.1 Scabrezza di Manning**

Le simulazioni sono state condotte utilizzando un valore del coefficiente di scabrezza  $n$  secondo Manning pari a 0.033 sulle sponde dell'alveo e per il letto dell'alveo. Il valore adottato è quello

consigliato dal manuale Cremonese per alvei con presenza di vegetazione ed è cautelativo ai fini delle determinazioni idrauliche conseguenti.

Inoltre, il valore del coefficiente di Manning è stato scelto nell'ipotesi che l'alveo sia *“Clean, straight, full, no rifts or deep pools, but more stones and weeds”* (cfr tabella seguente), corrispondente ad alvei naturali interessati dalla presenza di pietre ed erbe, per meglio simulare il reale comportamento.

Trattandosi di corsi d'acqua naturali in cui non è evidente la differenza tra gola e savanella, a vantaggio di sicurezza è stato impiegato un coefficiente di scabrezza unico per l'intera sezione del canale.

Da quanto riscontrabile dalla *“A.3.1 Relazione Attraversamenti idraulici”* il canale parallelo alla viabilità è privo al suo interno di vegetazione; cautelativamente è stato usato un coefficiente di scabrezza pari a 0,033: *Canale principale pulito, dritto, pieno, senza fessure o pozzanghere profonde.*

<b>1. Main Channels</b>			
a. Clean, straight, full, no rifts or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040

**Tabella 7: Valori del coefficiente di Manning ((Manning Table – Hec-Ras 3.1.3).**

Tale scelta è stata altresì verificata e confermata anche mediante una analisi di sensibilità, attraverso la quale si è potuto rilevare che, facendo variare (aumentando o diminuendo) il coefficiente di Manning di un'aliquota pari a 0,01 (restando nel range assimilabile alla tipologia dell'alveo in esame), si genera una variazione di livello idrico nell'ordine di qualche centimetro, quindi trascurabile ai fini della determinazione dei deflussi di piena.

## **11.2 Condizioni al contorno e condizioni iniziali**

Le condizioni al contorno si distinguono in condizioni al contorno di tipo esterno e condizioni al contorno di tipo interno, ove per condizioni esterne si intendono le altezze idriche da assegnare nella sezione di calcolo posta a valle e in tutte le sezioni iniziali poste a monte del reticolo

idrografico, mentre per condizioni interne sono intese quelle relative alle sezioni di confluenza di due o più rami dello stesso reticolo.

Nel caso specifico, non essendo presenti confluenze, si è fatto riferimento alle sole condizioni di tipo esterno. **Sia per la sezione di monte del corso d'acqua che per la sezione di valle si è fissata l'altezza di moto uniforme: "normal depth", ovvero un valore noto di pendenza dell'energia, approssimativamente assunto pari alla pendenza di fondo alveo nelle sezioni più a monte e più a valle del tratto oggetto di studio.**

### **11.3 Profili di moto permanente**

Le simulazioni sono state condotte utilizzando valori di portata massimi lungo il percorso delle aste fluviali, ossia i valori di portata che si ottengono in corrispondenza delle sezioni di chiusura, per i diversi tempi di ritorno.

### **11.4 Sezioni di calcolo e profilo longitudinale**

Le informazioni puntuali delle sezioni trasversali sono state ottenute dal DTM – Sit Puglia, attraverso l'ausilio del software ArcMap, dopo aver importato la schematizzazione del corso d'acqua in disamina e delle sezioni su di esso preventivamente individuate.

### **11.5 Risultati delle simulazioni in moto permanente**

Nel seguito, si riportano e si commentano i risultati dello studio idraulico, effettuato in condizioni di moto permanente, in riferimento alle aste in oggetto fino alla sua sezione di chiusura considerata.

In particolare, sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate, in condizioni di moto permanente in corrispondenza di portate di piena caratterizzate dai tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Tali verifiche hanno consentito, grazie all'ausilio del software HEC RAS, di definire le caratteristiche proprie del deflusso e, in particolare, il massimo livello idrico raggiunto in ogni

sezione, oltre che la pendenza della linea dell'energia, la velocità media della corrente, la larghezza del pelo libero, il numero di Froude della corrente, ecc..

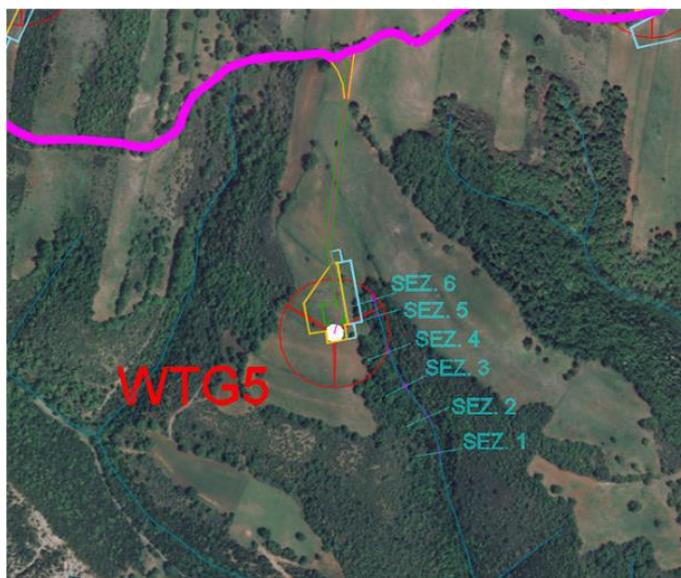
Tutte queste informazioni sono indicate sottoforma numerica nelle tabelle riassuntive seguenti, nelle quali, al variare del tempo di ritorno e per ognuna delle sezioni, sono riportati i dati relativi ai principali parametri idraulici desunti dal calcolo al passaggio dell'onda di piena. Le sigle riportate sono relative a:

- a) Q total = Portata totale espressa in  $m^3/s$ ;
- b) Min Ch El = Quote del fondo dell'alveo;
- c) W.S. Elev = Quota del pelo libero;
- d) Crit W.S. = Quota critica del pelo libero;
- e) E.G. Elev = Quota della linea dell'energia;
- f) E.G. Slope = Pendenza della linea dell'energia;
- g) Vel Chnl = Velocità media della corrente nell'alveo;
- h) Flow area = Area totale della sezione liquida effettiva;
- i) Top Width = Larghezza superficiale della sezione liquida;
- j) Froude = Numero di Froude dell'alveo.

## BACINO 18

Nella modellazione del reticolo ricadente nel bacino denominato “18” relativo all’installazione dell’aerogeneratore WTG 5, sono state individuate ed analizzate n. 6 sezioni; numerate da valle verso monte, con distanza costante pari a 50m, solo la sezione n.6 è posta a circa 20m dalla precedente.

Le informazioni puntuali delle sezioni trasversali sono state ottenute dal DTM – (rsdi.regione.basilicata), attraverso l’ausilio del software ArcMap, dopo aver importato la schematizzazione del corso d’acqua in disamina e delle sezioni su di esso preventivamente individuate.



**Figura 10-1 – Planimetria con indicazione del reticolo e delle sezioni su ortofoto**

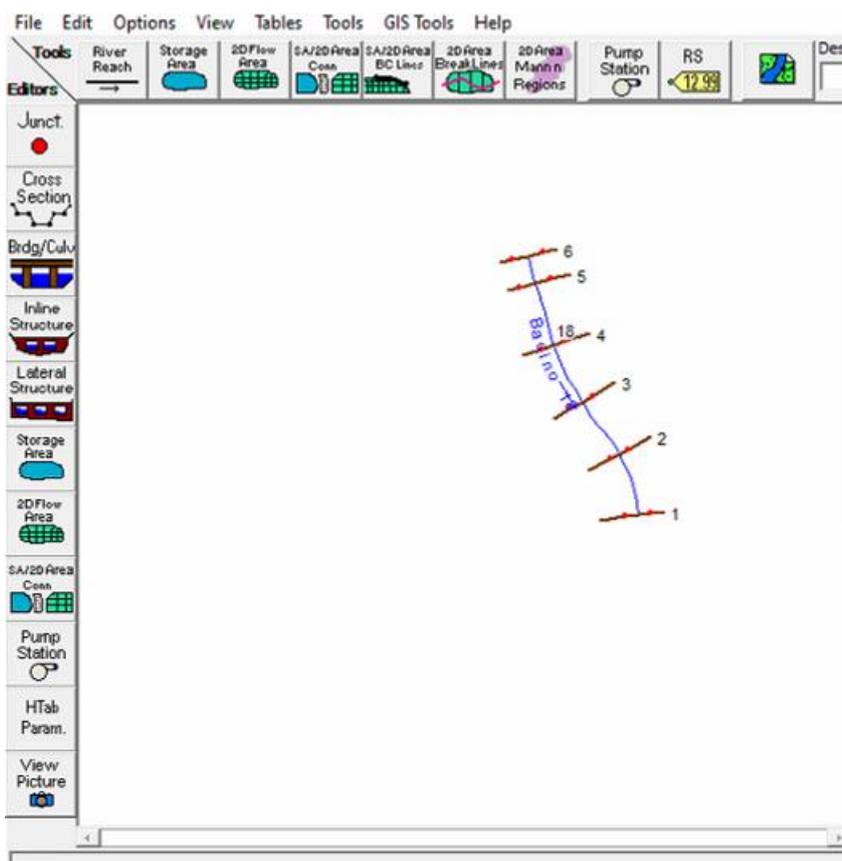
I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente (cfr. tabelle seguenti).

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Bacino 18 Reach: 18 Profile: PF 1

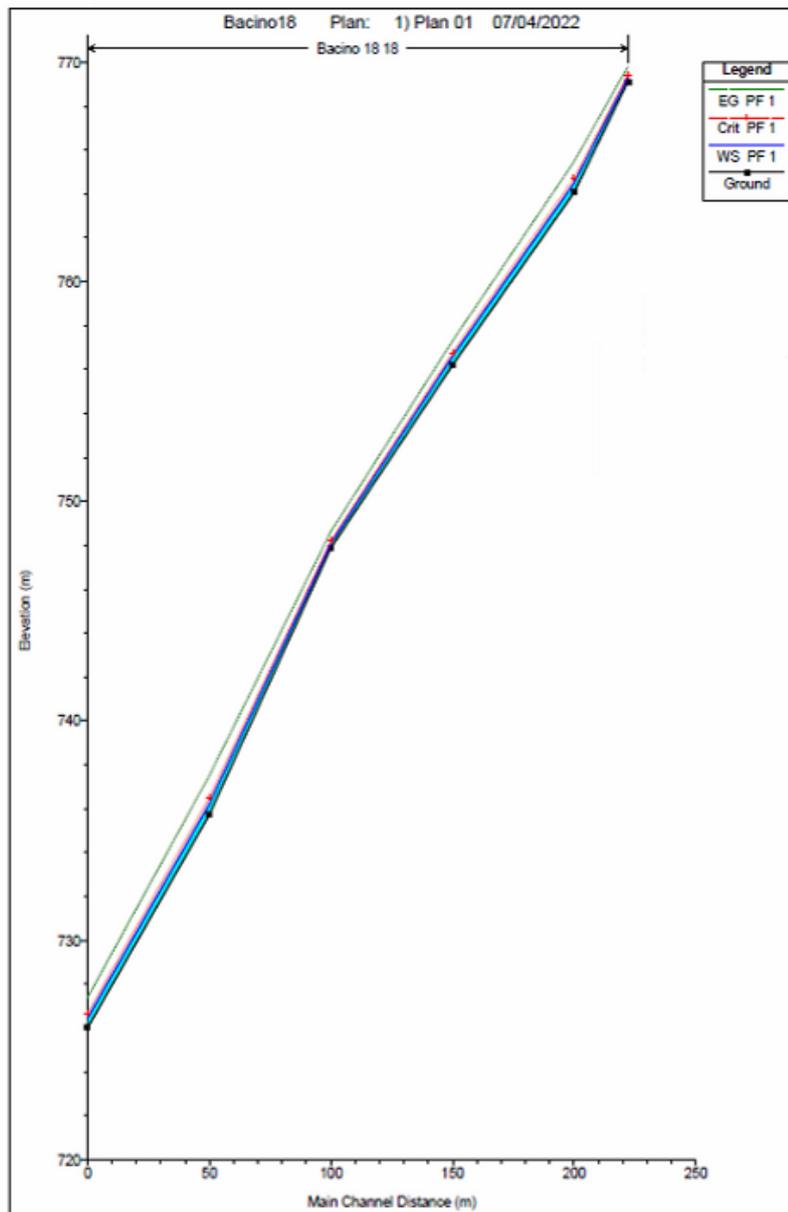
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
18	6	PF 1	1.82	769.11	769.31	769.43	769.79	0.202265	3.07	0.59	5.48	2.99
18	5	PF 1	1.82	764.07	764.50	764.74	765.48	0.185619	4.39	0.41	1.94	3.04
18	4	PF 1	1.82	756.20	756.59	756.78	757.30	0.142600	3.73	0.49	2.47	2.68
18	3	PF 1	1.82	747.87	748.10	748.22	748.63	0.212552	3.23	0.56	5.00	3.07
18	2	PF 1	1.82	735.71	736.21	736.51	737.50	0.230337	5.03	0.36	1.46	3.22
18	1	PF 1	1.82	726.01	726.45	726.68	727.39	0.175345	4.30	0.42	1.91	2.92

**Figura 10-2 Parametri idraulici del calcolo in moto permanente – Bacino “18”**

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportati la planimetria con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell'onda di piena due centennale.

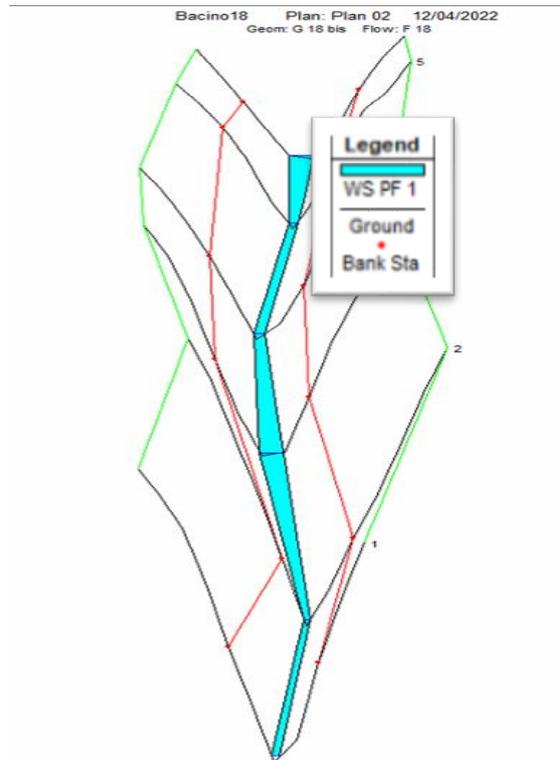


**Figura 10-3** Schematizzazione reticolo con indicazione delle sezioni su interfaccia Hecras – Bacino “18”

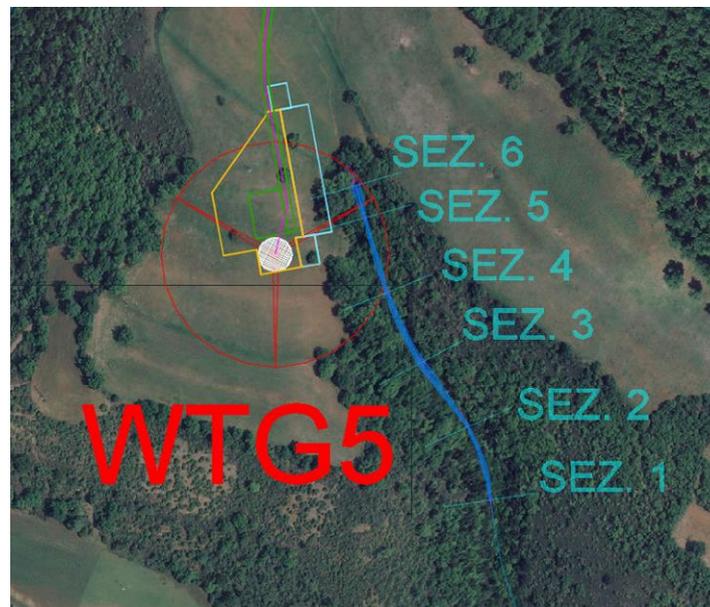


**Figura 10-4 - Profilo longitudinale di moto permanente – Bacino “18”**

Dalla modellazione in HEC-RAS sono state individuate le aree contermini al corso d’acqua in esame interessate dal transito della portata duecentennale retinate in ciano nella figura che segue.



**Figura 10-5** Rappresentazione tridimensionale aree di esondazione su interfaccia Hecras – Bacino “18”



**Figura 10-6** Planimetria con indicazione delle aree inondabili duecentennali – Bacino “18”

Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (in allegato quaderno delle sezioni Bacino 18)

Osservando gli output di HEC-RAS si evince come il corso d'acqua in esame sia sufficiente a contenere la portata di piena bi-centenaria, sempre all'interno dell'alveo o nelle sue aree golenali.

### **BACINO 17**

Nella modellazione sul reticolo denominato "17" relativo all'installazione dell'aerogeneratore WTG 6, sono state individuate ed analizzate n. 6 sezioni.

Le informazioni puntuali delle sezioni trasversali sono state ottenute dal DTM – (rsdi.regione.basilicata), attraverso l'ausilio del software ArcMap, dopo aver importato la schematizzazione del corso d'acqua in disamina e delle sezioni su di esso preventivamente individuate.



**Figura 10-7** Planimetria con indicazione del reticolo e delle sezioni su ortofoto

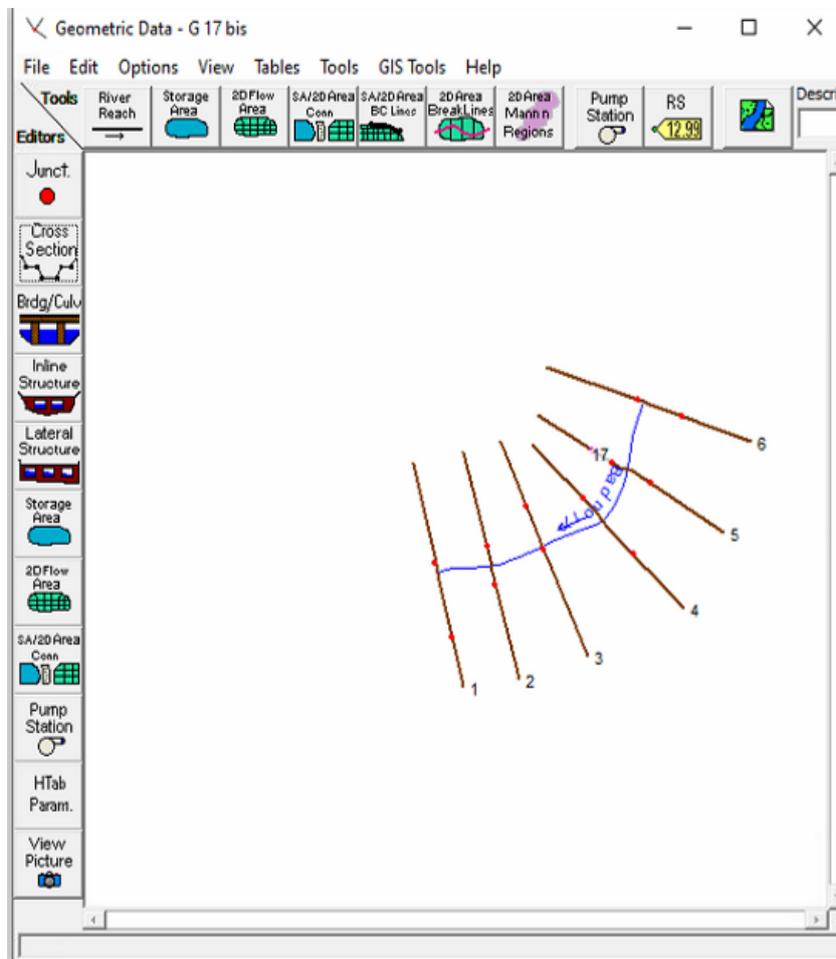
I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente (cfr. tabelle seguenti).

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Bacino 17 Reach: 17 Profile: PF 1

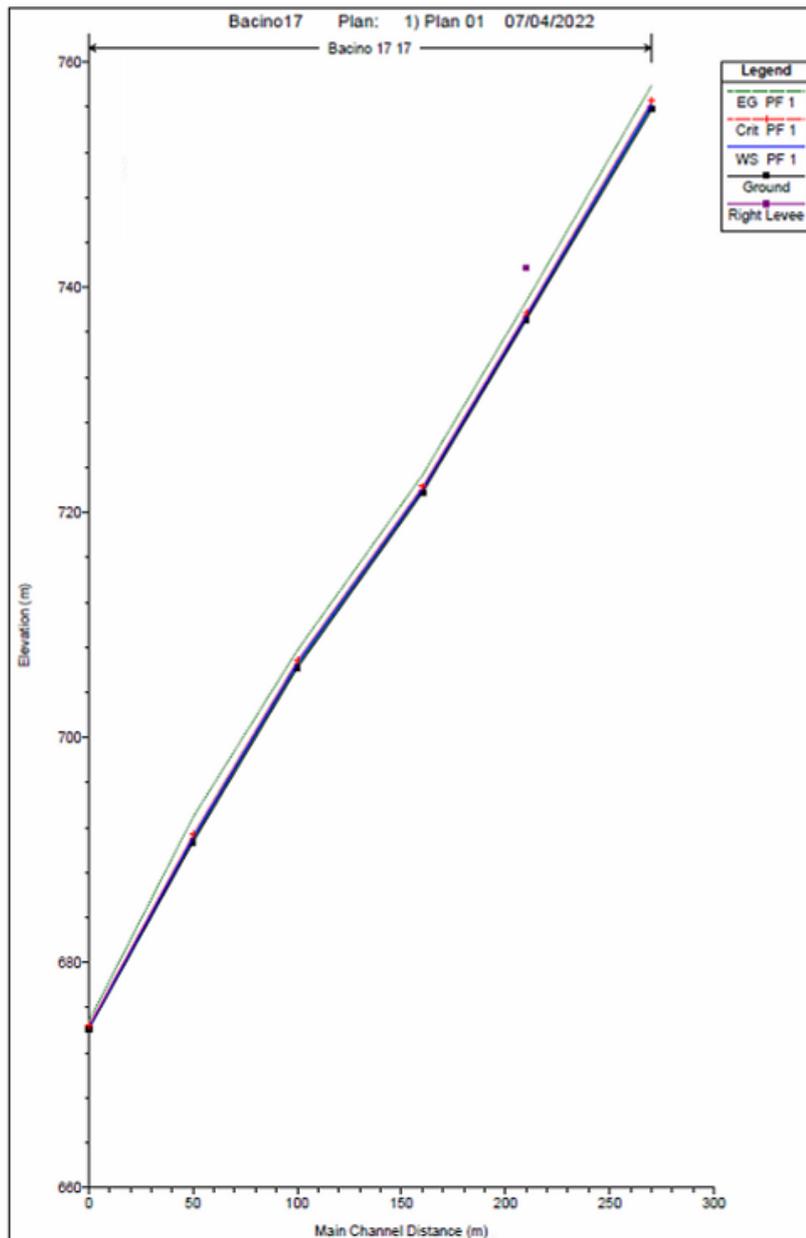
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
17	6	PF 1	1.72	755.83	756.30	756.62	757.92	0.317462	5.64	0.30	1.30	3.72
17	5	PF 1	1.72	737.17	737.50	737.74	738.76	0.317413	4.98	0.35	2.07	3.89
17	4	PF 1	1.72	721.75	722.08	722.31	723.28	0.301333	4.86	0.35	2.14	3.81
17	3	PF 1	1.72	706.22	706.63	706.87	707.73	0.224429	4.66	0.37	1.82	3.31
17	2	PF 1	1.72	690.75	691.13	691.43	692.91	0.404832	5.92	0.29	1.53	4.33
17	1	PF 1	1.72	674.12	674.28	674.39	674.79	0.236097	3.18	0.54	5.31	3.19

**Figura 10-8 Parametri idraulici del calcolo in moto permanente – Bacino “17”**

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportati la planimetria con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell’onda di piena duecentennale.

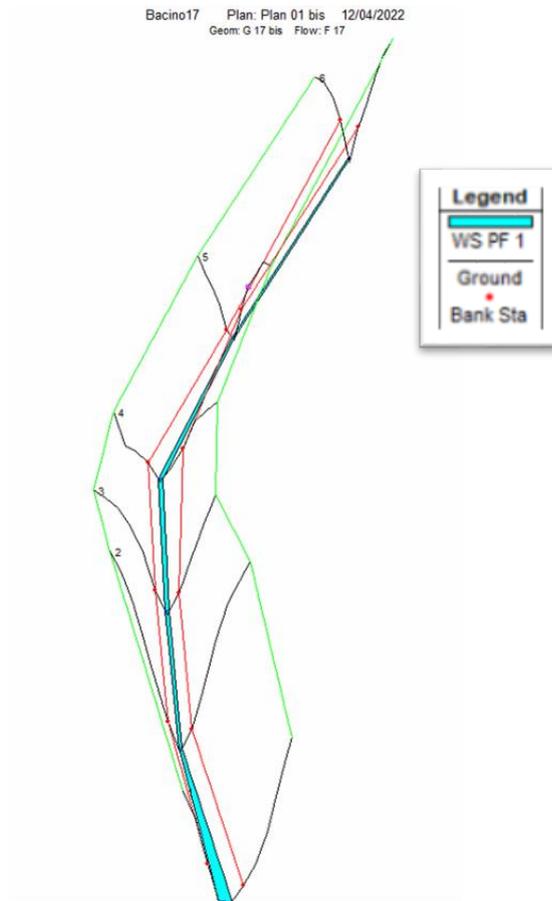


**Figura 10-9 Schematizzazione reticolo con indicazione delle sezioni su interfaccia Hecras – Bacino “17”**

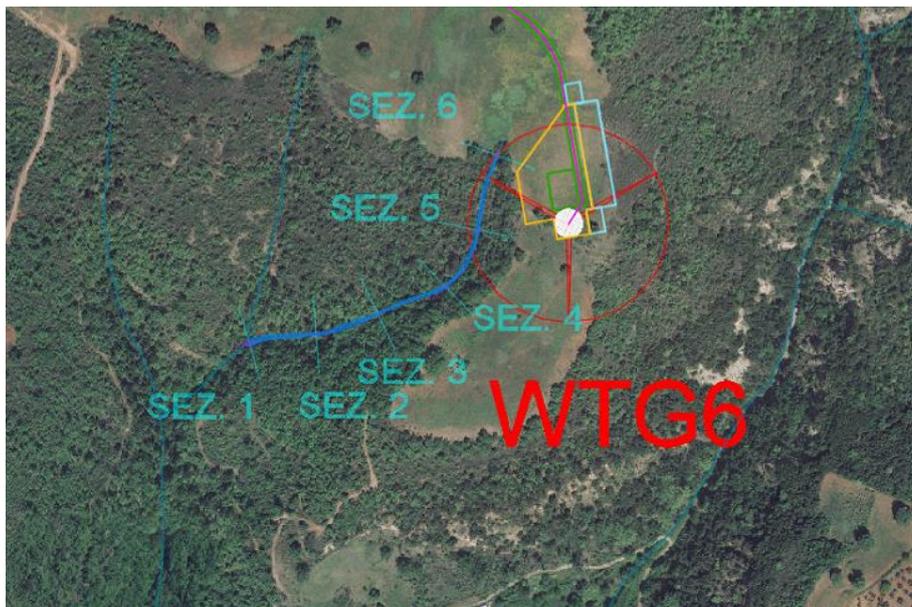


**Figura 10-10** Profilo longitudinale di moto permanente – Bacino “17”

Dalla modellazione in HEC-RAS sono state individuate le aree contermini al corso d’acqua in esame interessate dal transito della portata duecentennale retinate in ciano nella figura che segue.



**Figura 10-11 Rappresentazione tridimensionale aree di esondazione su interfaccia HeCRAS – Bacino “17”**



**Figura 10-12 Planimetria con indicazione delle aree inondabili due-centennali – Bacino “17”**

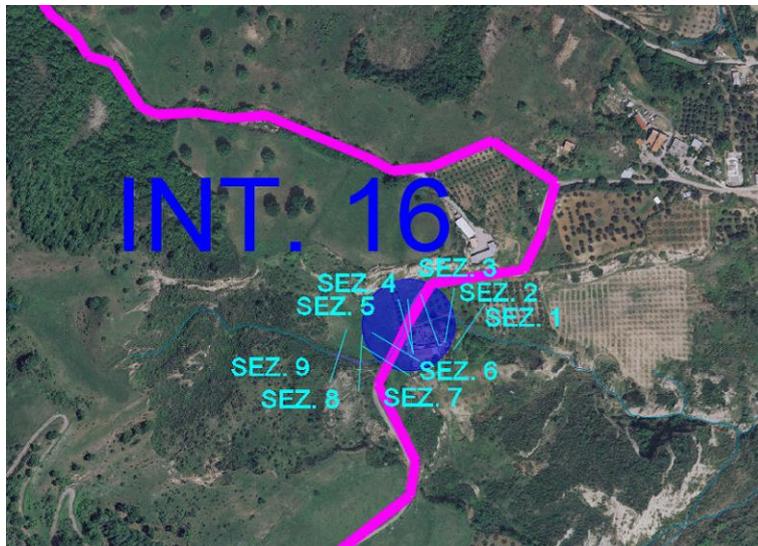
Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (in allegato quaderno delle sezioni Bacino 17)

Osservando gli output di HEC-RAS si evince come il corso d'acqua in esame sia sufficiente a contenere la portata di piena bi-centenaria, sempre all'interno dell'alveo o nelle sue aree golenali

### **BACINO 16**

Nella modellazione sul reticolo denominato "16" relativo all'intersezione n.16 tra il cavidotto ed il reticolo superficiale sono state individuate ed analizzate n. 9 sezioni.

Le informazioni puntuali delle sezioni trasversali sono state ottenute dal DTM – (rsdi.regione.basilicata), attraverso l'ausilio del software ArcMap, dopo aver importato la schematizzazione del corso d'acqua in disamina e delle sezioni su di esso preventivamente individuate.



**Figura 10-13 Planimetria con indicazione del reticolo e delle sezioni su ortofoto**

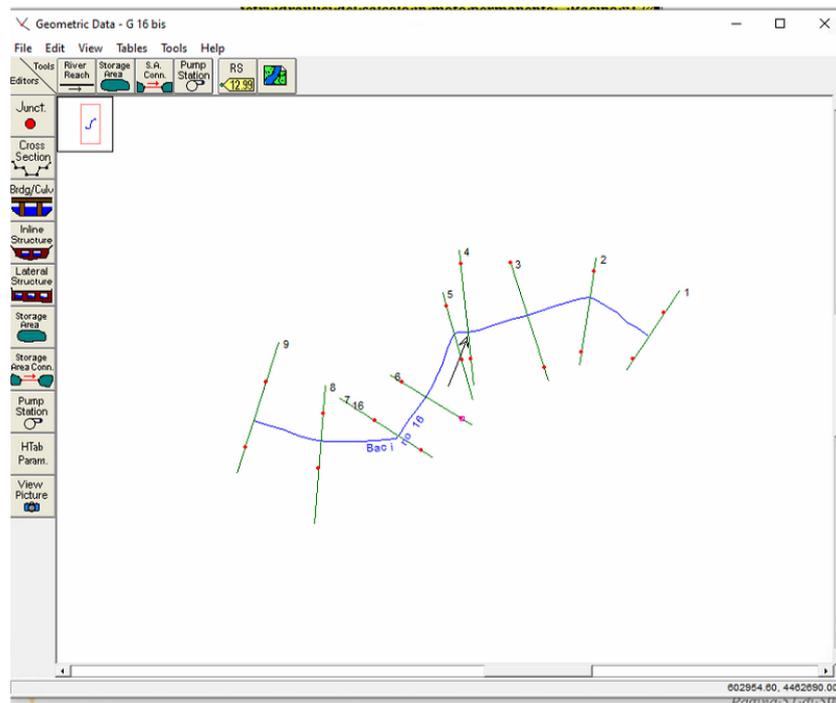
I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente (cfr. tabelle seguenti).

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Bacino 16 Reach: 16 Profile: PF 1

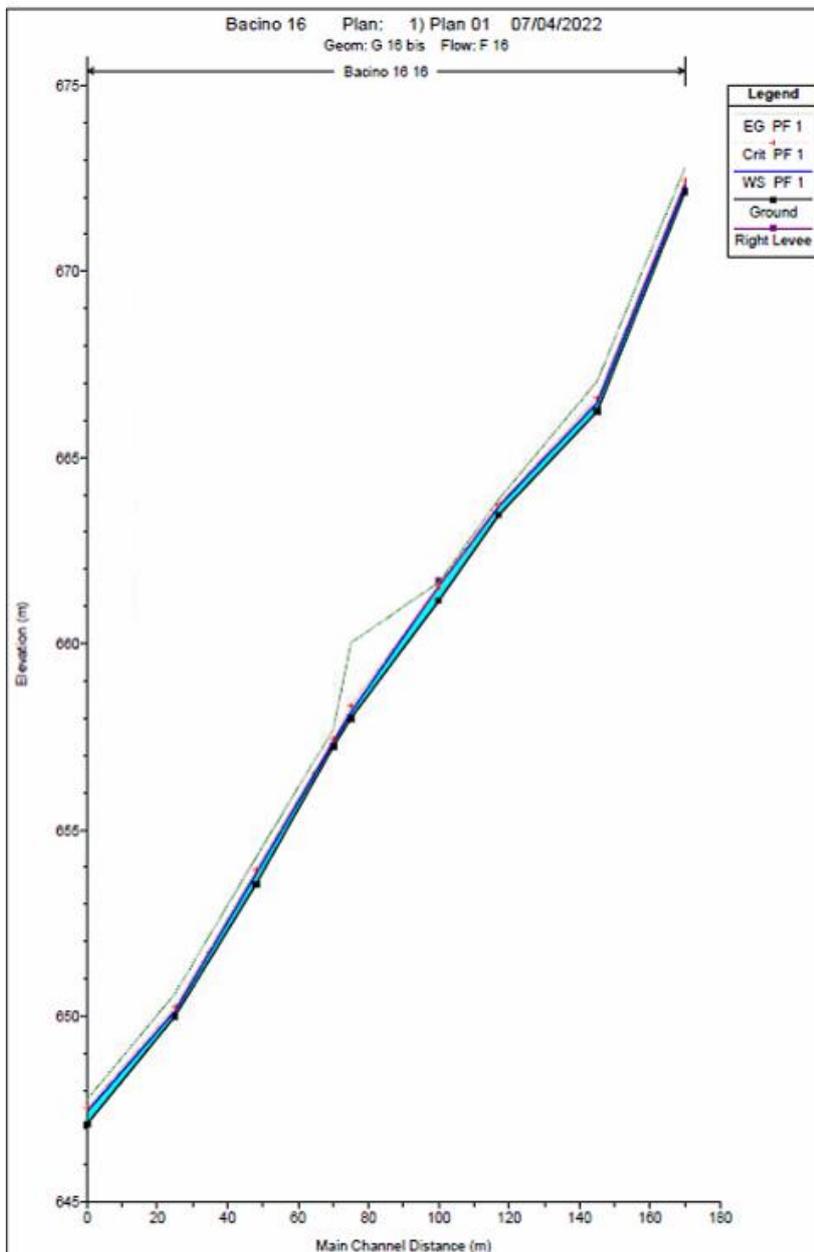
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
16	9	PF 1	2.05	672.14	672.33	672.44	672.80	0.236340	3.03	0.68	7.22	3.17
16	8	PF 1	2.05	666.24	666.47	666.60	667.05	0.222709	3.39	0.61	5.23	3.18
16	7	PF 1	2.05	663.45	663.69	663.74	663.87	0.064683	1.93	1.06	8.50	1.74
16	6	PF 1	2.05	661.16	661.55	661.55	661.65	0.018416	1.39	1.47	7.39	1.00
16	5	PF 1	2.05	658.00	658.16	658.34	660.02	1.148549	6.04	0.34	4.21	6.80
16	4	PF 1	2.05	657.24	657.38	657.45	657.70	0.182477	2.56	0.79	8.86	2.76
16	3	PF 1	2.05	653.54	653.81	653.94	654.26	0.134787	2.96	0.69	5.03	2.54
16	2	PF 1	2.05	649.99	650.13	650.25	650.60	0.190395	3.04	0.67	6.08	2.92
16	1	PF 1	2.05	647.09	647.43	647.53	647.75	0.073800	2.50	0.82	4.84	1.94

**Figura 10-14 Parametri idraulici del calcolo in moto permanente – Bacino “16”**

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportati la planimetria con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell’onda di piena duecentennale.



**Figura 10-15 Schematizzazione reticolo con indicazione delle sezioni su interfaccia Hecras – Bacino “16”**



**Figura 10-16** Profilo longitudinale di moto permanente – Bacino “16”

Dalla modellazione in HEC-RAS sono state individuate le aree contermini al corso d’acqua in esame interessate dal transito della portata duecentennale retinate in ciano nella figura che segue.

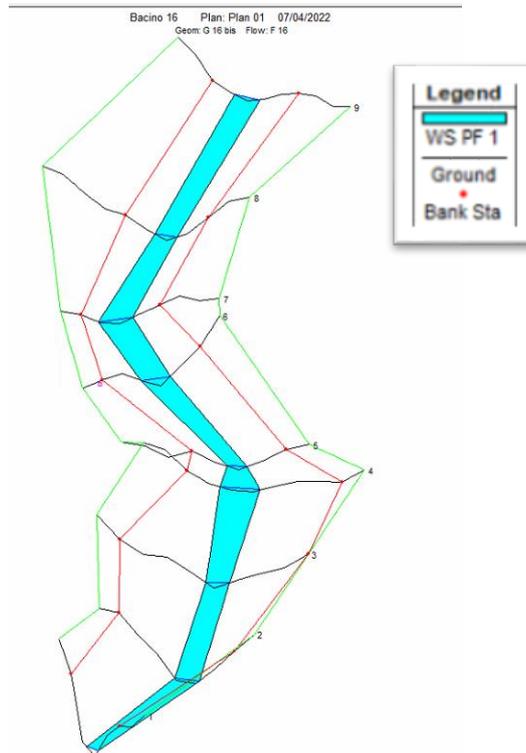


Figura 10-17 Rappresentazione tridimensionale aree di esondazione su interfaccia Heclas – Bacino “16”

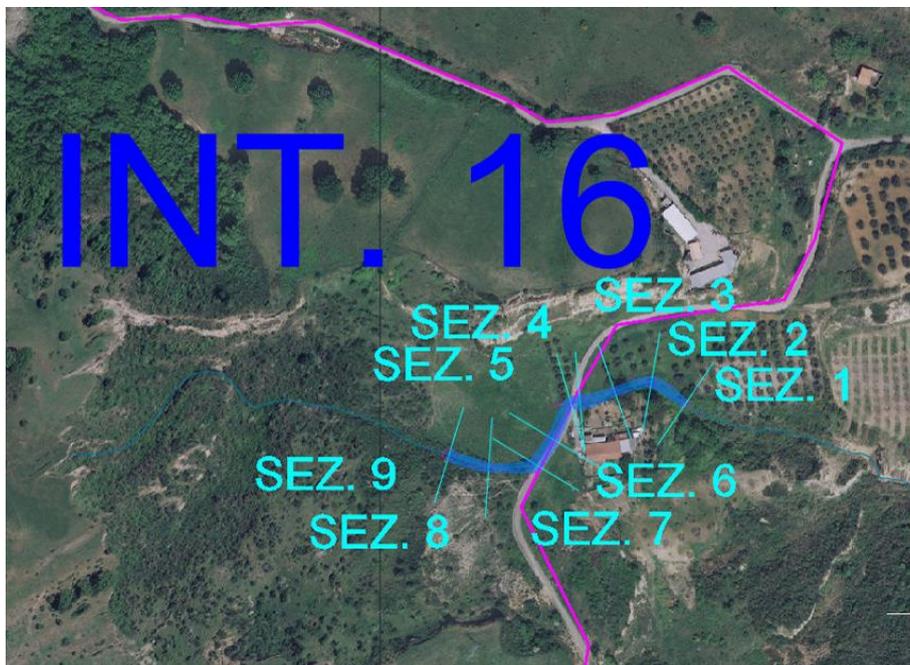


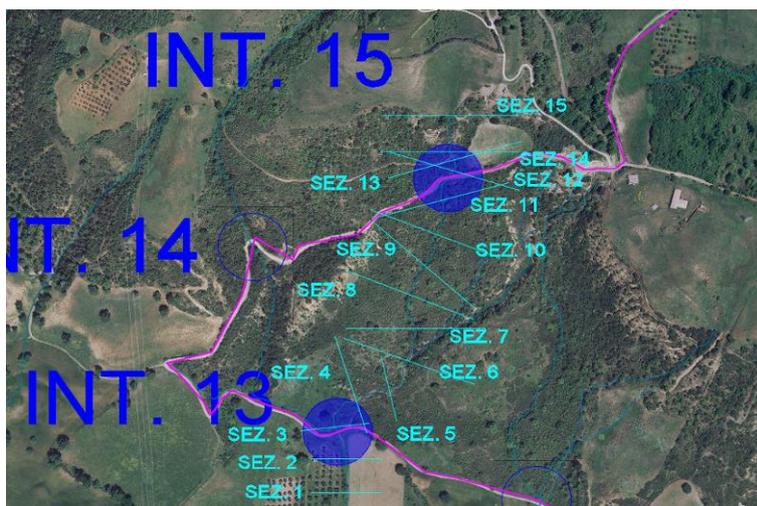
Figura 10-18 Planimetria con indicazione delle aree inondabili due-centennali – Bacino “16”

Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (in allegato quaderno delle sezioni Bacino 16)

**BACINO 13-15**

Nella modellazione sul reticolo denominato “13-15” relativo alle intersezioni n.13 e 15 tra il cavidotto ed il reticolo superficiale sono state individuate ed analizzate n. 15 sezioni.

Le informazioni puntuali delle sezioni trasversali sono state ottenute dal DTM – (rsdi.regione.basilicata), attraverso l’ausilio del software ArcMap, dopo aver importato la schematizzazione del corso d’acqua in disamina e delle sezioni su di esso preventivamente individuate.



**Figura 10-19 Planimetria con indicazione del reticolo e delle sezioni su ortofoto**

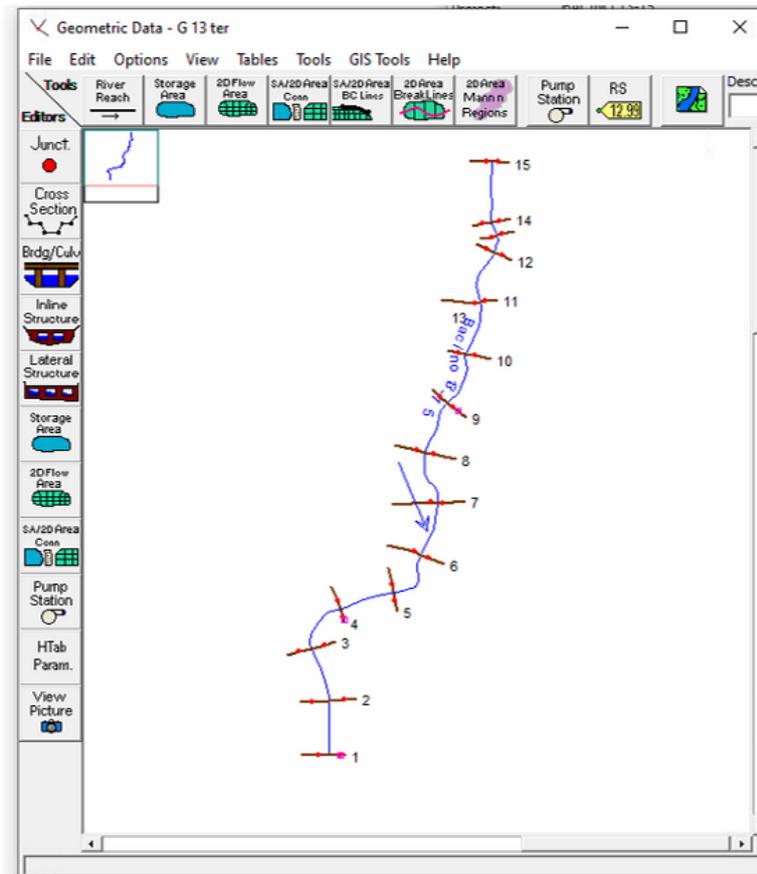
I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente (cfr. tabelle seguenti), nella quale si evince che nella sezione n.6 (in sinistra idraulica) e nella sezione 3 (in destra idraulica) è stato considerato l’apporto dei due reticoli presenti e confluenti in quello in disamina.

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Bacino 13-15 Reach: 13 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chi
13	15	PF 1	1.71	764.93	765.14	765.32	766.36	0.544453	4.91	0.35	3.37	4.87
13	14	PF 1	1.71	736.66	736.82	736.94	737.34	0.264142	3.19	0.54	5.75	3.34
13	13	PF 1	1.71	729.61	729.91	730.19	732.08	0.641556	6.52	0.26	1.77	5.40
13	12	PF 1	1.71	721.84	722.13	722.36	723.56	0.427364	5.31	0.32	2.22	4.46
13	11	PF 1	1.71	705.70	706.00	706.19	706.93	0.261794	4.28	0.40	2.69	3.54
13	10	PF 1	1.71	683.03	683.28	683.28	683.37	0.018704	1.35	1.27	6.76	1.00
13	9	PF 1	1.71	660.78	660.89	661.17	678.10	18.507770	18.37	0.09	1.75	25.41
13	8	PF 1	1.71	641.87	642.11	642.22	642.58	0.194436	3.08	0.56	4.83	2.87
13	7	PF 1	1.71	626.42	626.69	626.92	628.23	0.496360	5.50	0.31	2.30	4.79
13	6	PF 1	2.46	619.32	619.54	619.65	619.89	0.094299	2.93	0.93	6.16	2.16
13	5	PF 1	2.46	611.23	611.47	611.64	612.29	0.281061	3.99	0.62	4.95	3.61
13	4	PF 1	2.46	605.16	605.55	605.66	605.99	0.070506	2.58	0.95	5.18	1.92
13	3	PF 1	5.42	601.03	601.46	601.64	602.00	0.080860	3.19	1.70	7.49	2.14
13	2	PF 1	5.42	596.00	596.13	596.22	596.46	0.156570	2.62	2.07	20.28	2.62
13	1	PF 1	5.42	593.00	593.27	593.32	593.46	0.031094	1.96	2.77	12.40	1.33

**Figura 10-20 Parametri idraulici del calcolo in moto permanente – Bacino “13-15”**

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportati la planimetria con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell’onda di piena due centennale.



**Figura 10-21** Schematizzazione reticolo con indicazione delle sezioni su interfaccia Hecras – Bacino “13-15”

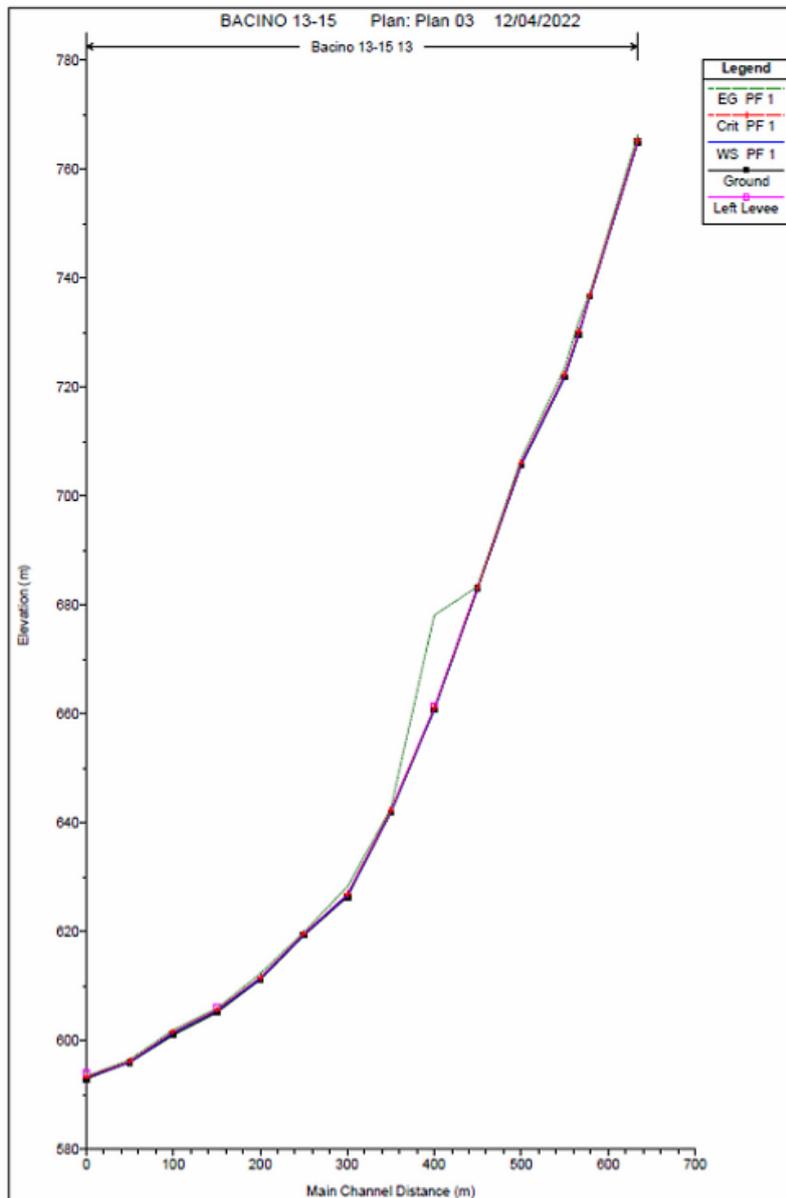
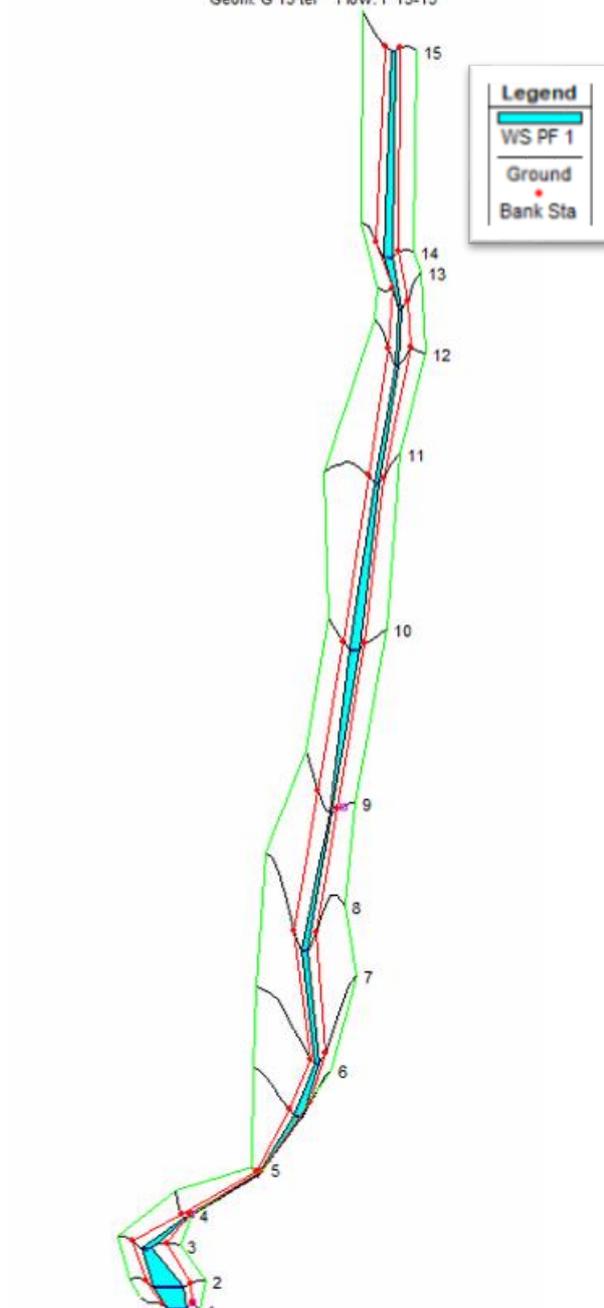


Figura 10-22 Profilo longitudinale di moto permanente – Bacino “13-15”

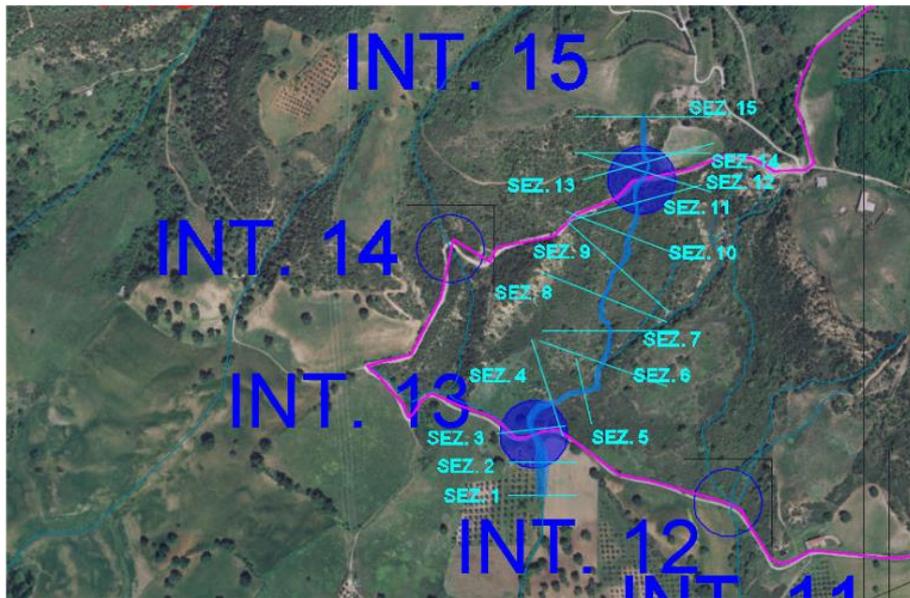
Dalla modellazione in HEC-RAS sono state individuate le aree contermini al corso d’acqua in esame interessate dal transito della portata duecentennale retinate in ciano nella figura che segue.



BACINO 13-15 Plan: Plan 03 12/04/2022  
Geom: G 13 ter Flow: F 13-15



**Figura 10-23** Rappresentazione tridimensionale aree di esondazione su interfaccia Hecras – Bacino “13-15”

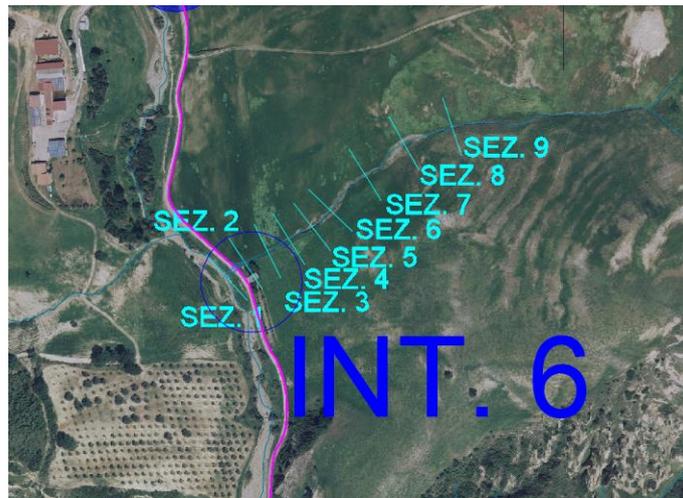


**Figura 10-24** Planimetria con indicazione delle aree inondabili due-centennali – Bacino “13-15”

Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (in allegato quaderno delle sezioni Bacino 13-15)

## **BACINO 6**

Nella modellazione sul reticolo denominato “6” relativo alla intersezione n.6 tra il cavidotto ed il reticolo superficiale sono state individuate ed analizzate n. 9 sezioni.



**Figura 10-25 Planimetria con indicazione del reticolo e delle sezioni su ortofoto**

Tra la sezione 1 e la sezione 2 nella modellazione è stato inserito un tombino (culvert) per tener conto della reale presenza di un tombino scatolare posto al di sotto del piano stradale e di due pozzetti di estremità con funzionamento a sifone, uno a monte l'altro a valle e dello stesso.



**Figura 10-26 Particolare dell'attraversamento n.6 su ortofoto**

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente (cfr. tabelle seguenti).

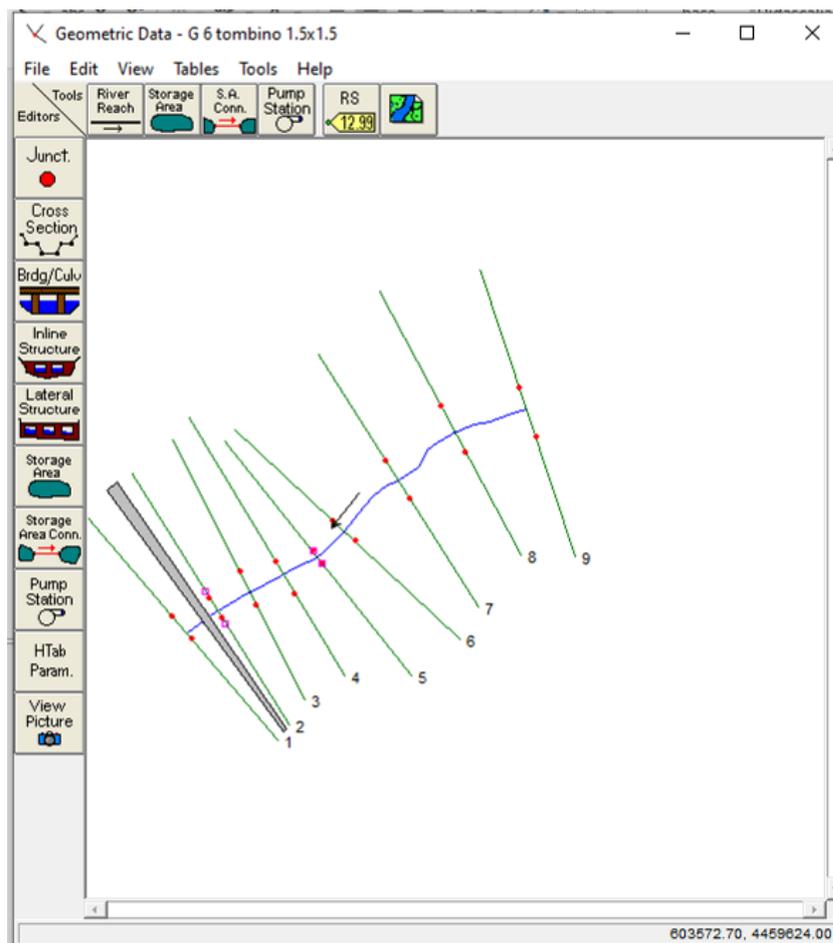
HEC-RAS Plan: Plan 07 River: Bacino 6 Reach: 6 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
6	9	PF 1	2.41	332.66	333.01	333.17	333.60	0.131099	3.40	0.71	4.04	2.59
6	8	PF 1	2.41	326.13	326.28	326.38	326.63	0.145293	2.63	0.92	8.46	2.54
6	7	PF 1	2.41	323.29	323.81	323.85	324.00	0.026193	1.95	1.23	4.79	1.23
6	6	PF 1	2.41	318.57	318.84	319.04	320.36	0.527363	5.79	0.46	4.18	4.97
6	5	PF 1	2.41	314.82	315.17	315.30	315.58	0.088438	2.82	0.86	4.85	2.14
6	4	PF 1	2.41	311.00	311.69	311.19	311.69	0.000151	0.23	10.33	20.77	0.11
6	3	PF 1	2.41	311.30	311.58	311.58	311.67	0.019783	1.31	1.85	10.88	1.01
6	2	PF 1	2.41	308.46	309.49	308.73	309.49	0.000001	0.03	90.34	97.76	0.01
6	1.5		Culvert									
6	1	PF 1	2.41	306.18	306.39	306.50	306.80	0.152236	2.83	0.85	7.24	0.01

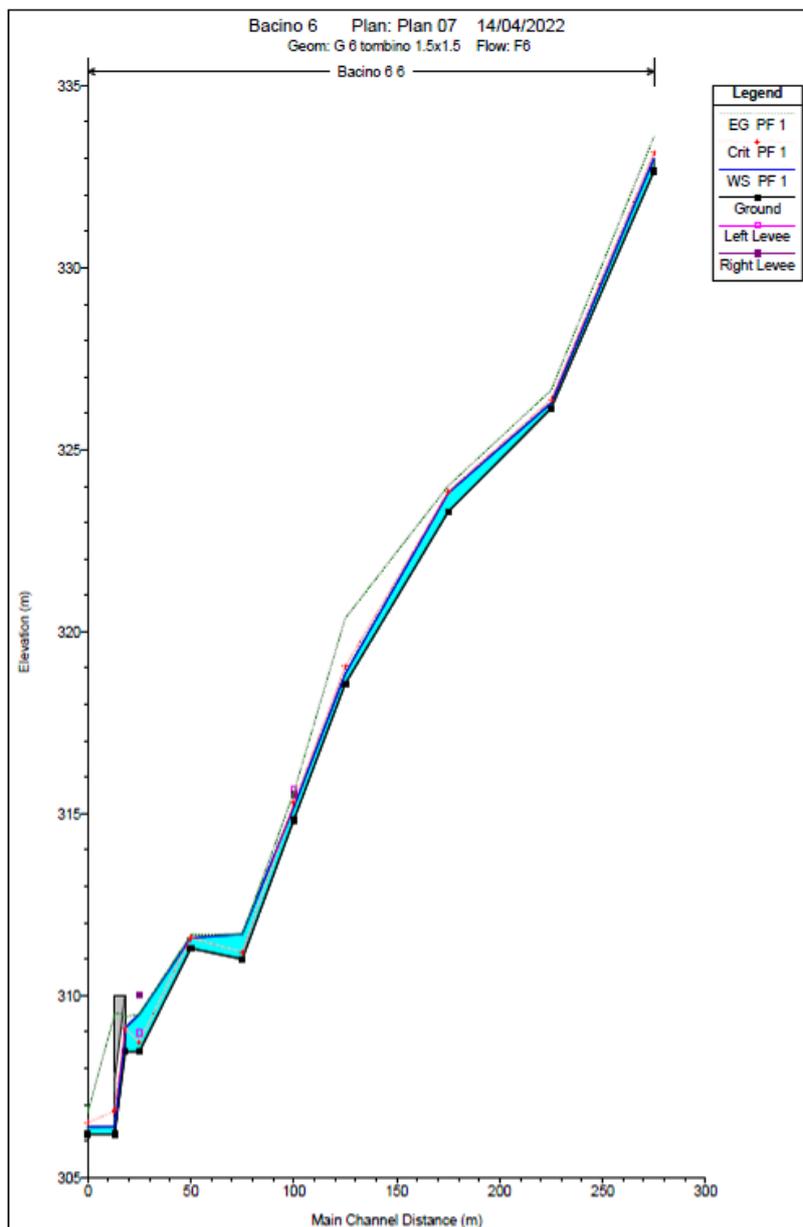
**Figura 10-27 Parametri idraulici del calcolo in moto permanente – Bacino “6”**

Il coefficiente di scabrezza adottato per il tombino è pari a 0,011 per elementi in calcestruzzo.

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportati la planimetria con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell’onda di piena duecentennale.

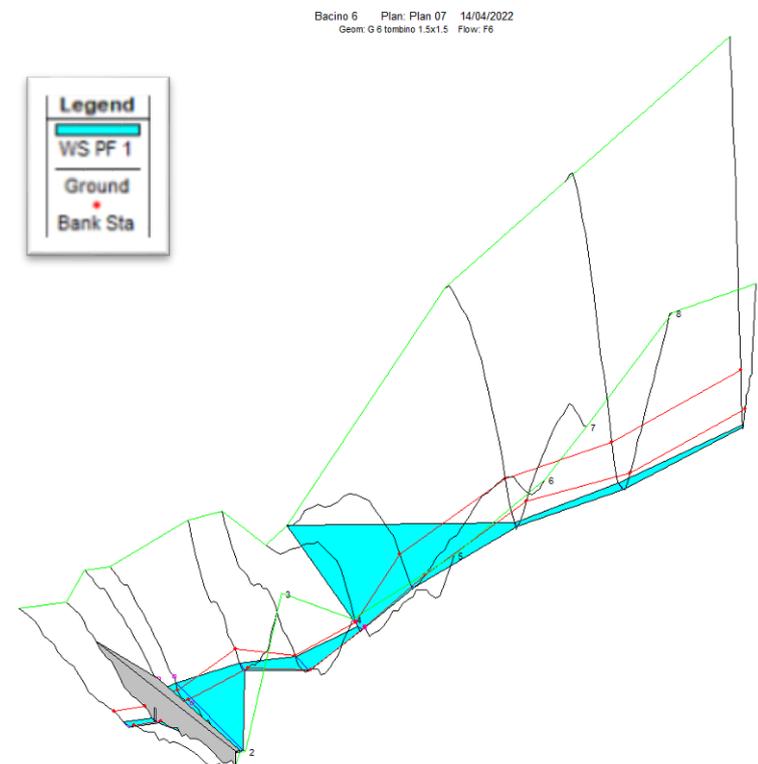


**Figura 10-28 Schematizzazione reticolo con indicazione delle sezioni su interfaccia Hecras – Bacino “6”**

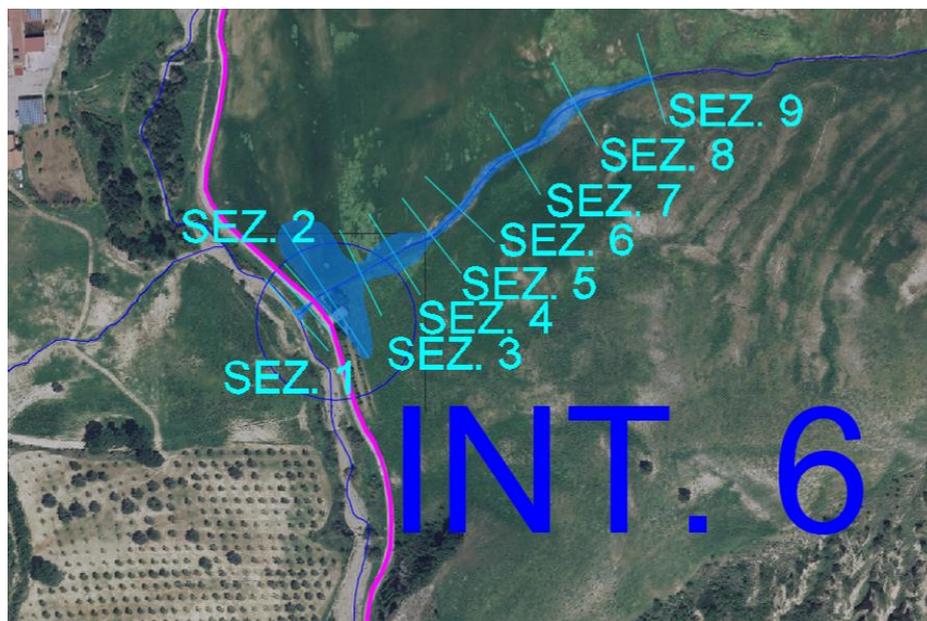


**Figura 10-29 Profilo longitudinale di moto permanente – Bacino “6”**

Dalla modellazione in HEC-RAS sono state individuate le aree contermini al corso d’acqua in esame interessate dal transito della portata duecentennale retinate in ciano nella figura che segue.



**Figura 10-30** Rappresentazione tridimensionale aree di esondazione su interfaccia Hecras – Bacino “6”



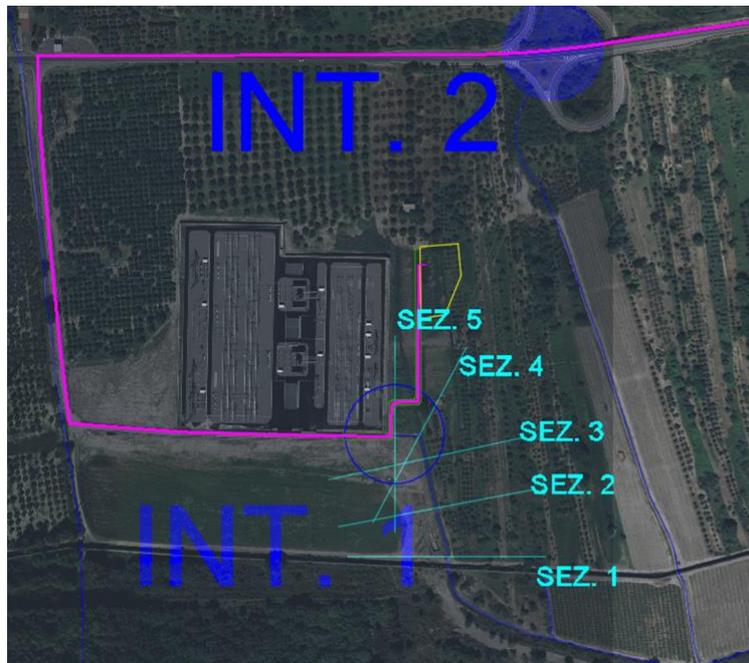
**Figura 10-31** Planimetria con indicazione delle aree inondabili due-centennali – Bacino “6”

Come da tabelle e sezioni allegata la presenza del tombino al passaggio dell’onda di piena duecentennale non genera un sormonto della sede stradale; l’ampia area di esondazione riscontrata a

monte dell'attraversamento stradale non influisce sulle opere in progetto poiché il fenomeno è localizzato fuori dall'area nella quale verrà collocato il cavidotto.

### **BACINO 1**

In prossimità della stazione utente la strada di servizio, lungo la quale è previsto l'alloggiamento del cavidotto, verrà realizzata nell'area libera esistente tra la recinzione ed il tratto iniziale di un canale riportato sulla cartografia di riferimento. Al fine di verificare i possibili effetti della mutua presenza del canale, della strada e del cavidotto a farsi, nella modellazione del reticolo denominato "1", relativo all'area di intervento definita impropriamente "intersezioni n.1" sono state individuate ed analizzate n. 5 sezioni trasversali trapezie in conglomerato di cemento armato.



**Figura 10-32 Planimetria con indicazione del reticolo e delle sezioni su ortofoto**

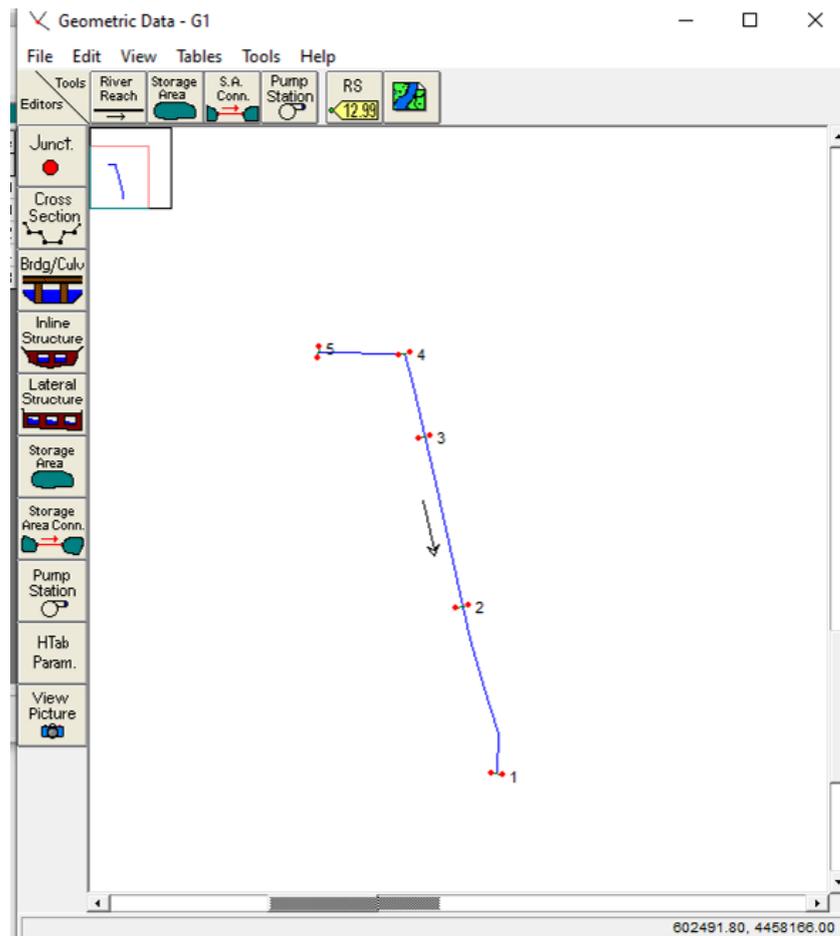
I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente (cfr. tabelle seguenti).

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Bacino 1 Reach: 1 Profile: PF 1

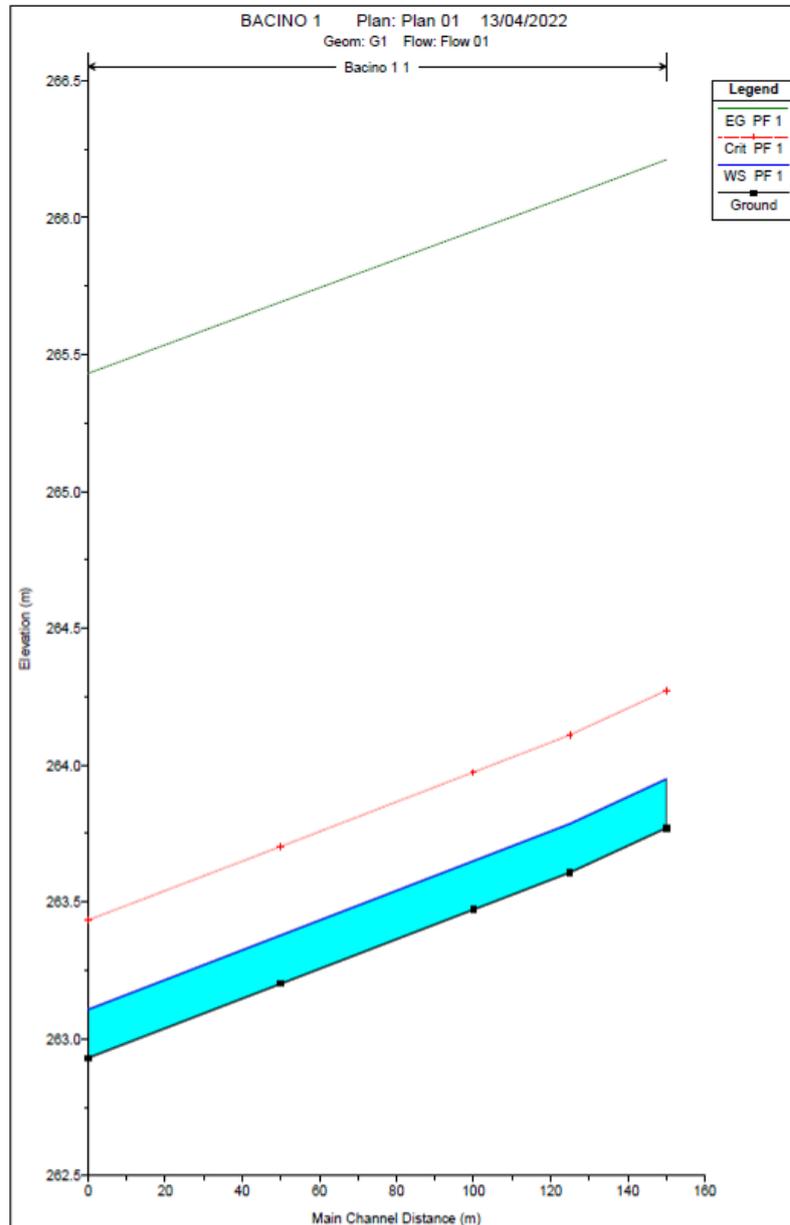
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	5	PF 1	2.00	283.77	283.95	284.27	286.21	0.005009	6.66	0.30	1.85	5.28
1	4	PF 1	2.00	283.81	283.79	284.11	286.08	0.005119	6.71	0.30	1.85	5.33
1	3	PF 1	2.00	283.47	283.65	283.97	285.95	0.005142	6.72	0.30	1.85	5.34
1	2	PF 1	2.00	283.20	283.38	283.70	285.69	0.005184	6.74	0.30	1.84	5.36
1	1	PF 1	2.00	282.93	283.11	283.43	285.43	0.005218	6.75	0.30	1.84	5.38

**Figura 10-33 Parametri idraulici del calcolo in moto permanente – Bacino “1”**

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportati la planimetria con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell’onda di piena due centennale.

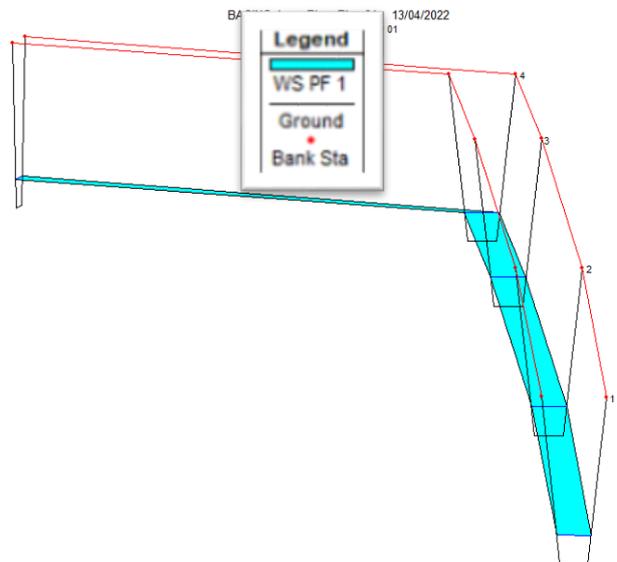


**Figura 10-34 Schematizzazione reticolo con indicazione delle sezioni su interfaccia Hecras – Bacino “1”**

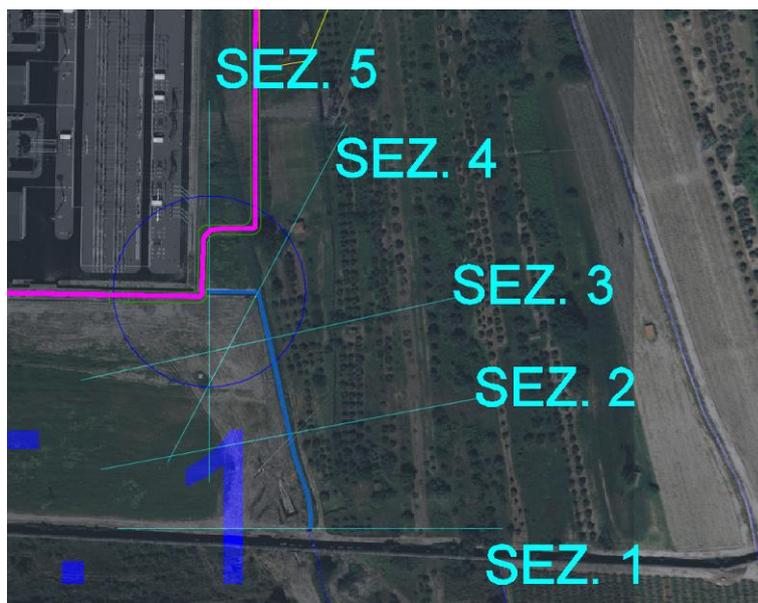


**Figura 10-35 Profilo longitudinale di moto permanente – Bacino “1”**

Dalla modellazione in HEC-RAS sono state individuate le aree contermini al corso d’acqua in esame interessate dal transito della portata duecentennale retinate in ciano nella figura che segue.



**Figura 10-36** Rappresentazione tridimensionale aree di esondazione su interfaccia Hecras – Bacino “1”



**Figura 10-37** Planimetria con indicazione delle aree inondabili due-centennali – Bacino “1”

Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (in allegato quaderno delle sezioni Bacino 1).

## **Bacino 19 – viabilità di progetto**

Le scelte progettuali relative alla viabilità a farsi che corre parallelamente al reticolo idrografico superficiale incrociandolo in tre punti distinti ha determinato la necessità di verificare con opportuna modellazione idraulica quali possano essere i possibili effetti del transito dell'onda di piena duecentennale sulle aree contermini e sulle opere.

Nel primo tratto la strada è già esistente e verrà adeguata, nel tratto più a valle verrà realizzata ex-novo ed avrà una sezione trasversale costante di 6,50 m. Il tratto in adeguamento vedrà l'allargamento della piattaforma stradale verso il lato opposto al letto del reticolo presente.

Nella modellazione che segue sono stati analizzati 2 rami del reticolo idrografico esistente: asta principale A e asta secondaria B poiché le rispettive aree di esondazione possono realmente interferire con le opere, mentre del contributo in termini di portata, riveniente degli altri rami che confluiscono nell'asta principale è stato considerato l'apporto puntuale che essi determinano.

Sull'asta A sono state individuate 42 sezioni trasversali, mentre per l'asta B che si innesta nel ramo principale, in destra idraulica, nella sua sezione n. 39 ne sono state individuate 6.

Anche in questo caso, come per i casi riportati ai paragrafi precedenti, le informazioni puntuali delle sezioni trasversali sono state ottenute dal DTM –(rsdi.regione.basilicata), attraverso l'ausilio del software ArcMap, dopo aver importato la schematizzazione del corso d'acqua in disamina e delle sezioni su di esso preventivamente individuate.

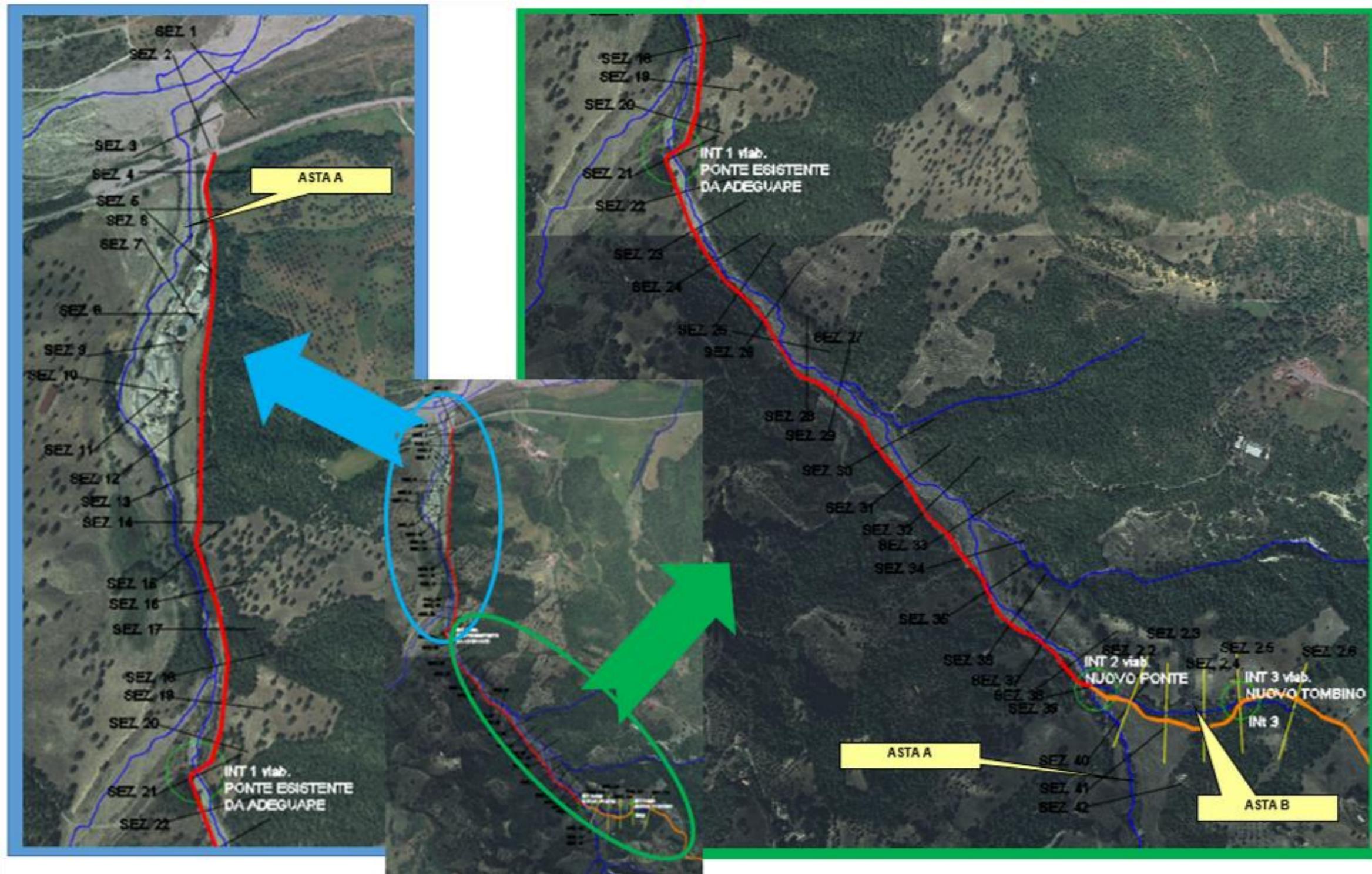


Figura 10-38 Planimetria con indicazione del reticolo e delle sezioni su ortofoto asta A e B

I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente (cfr. tabelle seguenti).

Profile Output Table - Standard Table 1												
HEC-RAS Plan: Plan 06 River: bacino AA Reach: AA Profile: PF 1												Reload Data
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
AA	42	PF 1	15.35	502.04	502.98	503.29	504.01	0.064005	4.50	3.41	7.33	2.11
AA	41	PF 1	15.35	497.26	498.24	498.57	499.29	0.061717	4.54	3.38	6.93	2.08
AA	40	PF 1	15.35	492.19	493.31	493.69	494.55	0.064215	4.94	3.10	5.58	2.12
AA	39.8*	PF 1	15.35	491.16	492.12	492.51	493.47	0.080415	5.14	2.99	6.17	2.36
AA	39.6*	PF 1	15.35	490.12	490.97	491.33	492.20	0.084363	4.91	3.13	7.32	2.40
AA	39.4*	PF 1	15.35	489.08	489.81	490.11	490.87	0.086311	4.56	3.36	9.04	2.39
AA	39.2*	PF 1	15.35	488.04	488.62	488.87	489.50	0.089083	4.17	3.68	11.70	2.37
AA	39.1	Bridge										
AA	39	PF 1	15.35	487.00	487.45	487.58	487.90	0.042664	2.96	5.18	15.84	1.65
AA	38	PF 1	19.65	484.14	484.92	485.05	485.41	0.027841	3.08	6.37	13.26	1.42
AA	37	PF 1	19.65	481.00	481.39	481.62	482.15	0.074948	3.86	5.09	16.00	2.18
AA	36	PF 1	19.65	478.00	478.30	478.36	478.56	0.031033	2.26	8.70	31.57	1.37
AA	35	PF 1	19.65	474.00	474.31	474.50	474.96	0.081452	3.57	5.50	20.71	2.21
AA	34	PF 1	19.65	470.00	470.24	470.32	470.50	0.043227	2.27	8.67	40.21	1.56
AA	33	PF 1	29.29	466.00	466.70	466.91	467.37	0.040030	3.63	8.06	17.27	1.70
AA	32	PF 1	29.29	462.66	463.17	463.30	463.62	0.061519	2.97	9.86	39.60	1.90
AA	31	PF 1	29.29	459.00	459.57	459.77	460.15	0.035715	3.40	8.81	20.86	1.60
AA	30	PF 1	29.29	455.71	456.15	456.26	456.52	0.066460	2.84	11.02	56.30	1.94
AA	29.5	PF 1	29.29	452.00	452.43	452.54	452.82	0.037943	2.88	10.60	33.37	1.57
AA	29	PF 1	34.58	448.13	448.98	449.20	449.72	0.043657	3.80	9.10	19.50	1.78
AA	28	PF 1	34.58	445.00	445.35	445.35	445.48	0.016603	1.57	22.31	90.02	0.99
AA	27	PF 1	34.58	442.49	443.13	443.24	443.51	0.045555	3.11	13.55	61.39	1.72
AA	26	PF 1	34.58	440.00	440.40	440.50	440.77	0.029919	2.70	12.82	34.65	1.42
AA	25	PF 1	34.58	437.65	438.34	438.42	438.67	0.025899	2.57	13.45	35.08	1.33
AA	24	PF 1	34.58	435.00	435.45	435.62	436.01	0.050730	3.32	10.42	30.68	1.82
AA	23	PF 1	34.58	433.00	433.32	433.35	433.52	0.021766	1.96	17.63	60.63	1.16
AA	22	PF 1	34.58	430.00	430.69	430.89	431.33	0.039199	3.55	9.74	21.31	1.68
AA	21.8*	PF 1	34.58	429.60	430.47	430.54	430.88	0.017903	2.82	12.26	21.04	1.18
AA	21.6*	PF 1	34.58	429.20	430.07	430.19	430.57	0.021652	3.13	11.04	18.63	1.30
AA	21.4*	PF 1	34.58	428.80	430.05	429.85	430.26	0.005759	2.03	17.00	20.21	0.71
AA	21.2*	PF 1	34.58	428.40	430.16	429.50	430.19	0.000606	0.84	50.91	81.94	0.24
AA	21.1	Culvert										
AA	21	PF 1	34.58	428.00	429.15	429.15	429.55	0.011735	2.78	12.44	15.70	1.00
AA	20	PF 1	34.58	423.00	423.27	423.72	426.58	0.539633	8.06	4.29	19.67	5.51
AA	19	PF 1	34.58	420.45	421.67	421.77	422.17	0.016381	3.14	11.12	15.96	1.17
AA	18	PF 1	121.65	417.29	419.08	419.44	420.32	0.026722	4.93	24.68	24.96	1.57
AA	17	PF 1	121.65	415.39	416.96	417.36	418.28	0.027429	5.10	23.85	22.86	1.59
AA	16	PF 1	121.65	413.00	415.10	415.52	416.55	0.019548	5.39	23.36	18.59	1.42
AA	15	PF 1	121.65	411.00	412.55	413.19	414.59	0.033834	6.40	19.74	18.64	1.83
AA	14	PF 1	121.65	408.90	410.47	410.98	412.08	0.030077	5.61	21.69	19.33	1.69
AA	13	PF 1	121.65	406.01	407.71	408.29	409.56	0.036897	6.02	20.20	19.02	1.85
AA	12	PF 1	121.65	404.00	405.59	406.28	407.10	0.027031	5.45	22.41	20.23	1.61
AA	11	PF 1	121.65	401.58	402.68	403.19	404.40	0.049412	6.09	21.74	31.06	2.09
AA	10	PF 1	121.65	399.00	399.89	400.26	401.05	0.036827	4.78	25.46	34.29	1.76
AA	9	PF 1	121.65	396.51	397.51	397.81	398.51	0.030188	4.15	28.00	38.78	1.58
AA	8	PF 1	121.65	394.00	395.00	395.35	396.13	0.033100	4.71	25.85	32.62	1.69
AA	7	PF 1	121.65	391.00	392.44	392.86	393.77	0.029496	5.57	25.80	34.82	1.68
AA	6	PF 1	121.65	389.05	390.33	390.61	391.28	0.034080	4.86	28.68	43.87	1.71
AA	5	PF 1	121.65	387.00	387.85	388.15	388.86	0.030410	4.45	27.36	35.06	1.61
AA	4	PF 1	121.65	384.52	386.05	386.34	387.07	0.019167	4.65	28.33	29.83	1.37
AA	3	PF 1	121.65	382.00	382.50	382.62	384.15	0.108479	5.70	21.36	49.50	2.77
AA	2	PF 1	121.65	380.00	380.76	380.84	381.24	0.016515	3.06	39.79	57.07	1.17
AA	1	PF 1	121.65	379.00	379.87	379.87	380.11	0.009220	2.07	56.56	89.24	0.85



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
AA	42	PF 1	15.35	502.04	502.98	503.29	504.01	0.064005	4.50	3.41	7.33	2.11
AA	41	PF 1	15.35	497.26	498.24	498.57	499.29	0.061717	4.54	3.38	6.93	2.08
AA	40	PF 1	15.35	492.19	493.31	493.69	494.55	0.064215	4.94	3.10	5.58	2.12
AA	39.8"	PF 1	15.35	491.16	492.12	492.51	493.47	0.080415	5.14	2.99	6.17	2.36
AA	39.6"	PF 1	15.35	490.12	490.97	491.33	492.20	0.084363	4.91	3.13	7.32	2.40
AA	39.4"	PF 1	15.35	489.08	489.81	490.11	490.87	0.086311	4.56	3.36	9.04	2.39
AA	39.2"	PF 1	15.35	488.04	488.62	488.87	489.50	0.089083	4.17	3.68	11.70	2.37
AA	39.1	Bridge										
AA	39	PF 1	15.35	487.00	487.45	487.58	487.90	0.042664	2.96	5.18	15.84	1.65
AA	38	PF 1	19.65	484.14	484.92	485.05	485.41	0.027841	3.08	6.37	13.26	1.42
AA	37	PF 1	19.65	481.00	481.39	481.62	482.15	0.074948	3.86	5.09	16.00	2.18
AA	36	PF 1	19.65	478.00	478.30	478.36	478.56	0.031033	2.26	8.70	31.57	1.37
AA	35	PF 1	19.65	474.00	474.31	474.50	474.96	0.081452	3.57	5.50	20.71	2.21
AA	34	PF 1	19.65	470.00	470.24	470.32	470.50	0.043227	2.27	8.67	40.21	1.56
AA	33	PF 1	29.29	466.00	466.70	466.91	467.37	0.040030	3.63	8.06	17.27	1.70
AA	32	PF 1	29.29	462.66	463.17	463.30	463.62	0.061519	2.97	9.86	39.60	1.90
AA	31	PF 1	29.29	459.00	459.57	459.77	460.15	0.035715	3.40	8.81	20.86	1.60
AA	30	PF 1	29.29	455.71	456.15	456.26	456.52	0.066460	2.84	11.02	56.30	1.94
AA	29.5	PF 1	29.29	452.00	452.43	452.54	452.82	0.037943	2.88	10.60	33.37	1.57
AA	29	PF 1	34.58	448.13	448.98	449.20	449.72	0.043657	3.80	9.10	19.50	1.78
AA	28	PF 1	34.58	445.00	445.35	445.35	445.48	0.016603	1.57	22.31	90.02	0.99
AA	27	PF 1	34.58	442.49	443.13	443.24	443.51	0.045555	3.11	13.55	61.39	1.72
AA	26	PF 1	34.58	440.00	440.40	440.50	440.77	0.029919	2.70	12.82	34.65	1.42
AA	25	PF 1	34.58	437.65	438.34	438.42	438.67	0.025899	2.57	13.45	35.08	1.33
AA	24	PF 1	34.58	435.00	435.45	435.62	436.01	0.050730	3.32	10.42	30.68	1.82
AA	23	PF 1	34.58	433.00	433.32	433.35	433.52	0.021766	1.96	17.63	60.63	1.16
AA	22	PF 1	34.58	430.00	430.69	430.89	431.33	0.039199	3.55	9.74	21.31	1.68
AA	21.8"	PF 1	34.58	429.60	430.47	430.54	430.88	0.017903	2.82	12.26	21.04	1.18
AA	21.6"	PF 1	34.58	429.20	430.07	430.19	430.57	0.021652	3.13	11.04	18.63	1.30
AA	21.4"	PF 1	34.58	428.80	430.05	429.85	430.26	0.005759	2.03	17.00	20.21	0.71
AA	21.2"	PF 1	34.58	428.40	430.16	429.50	430.19	0.000606	0.84	50.91	81.94	0.24
AA	21.1	Culvert										
AA	21	PF 1	34.58	428.00	429.15	429.15	429.55	0.011735	2.78	12.44	15.70	1.00
AA	20	PF 1	34.58	423.00	423.27	423.72	426.58	0.539633	8.06	4.29	19.67	5.51
AA	19	PF 1	34.58	420.45	421.67	421.77	422.17	0.016381	3.14	11.12	15.96	1.17
AA	18	PF 1	121.65	417.29	419.08	419.44	420.32	0.026722	4.93	24.68	24.96	1.57
AA	17	PF 1	121.65	415.39	416.96	417.36	418.28	0.027429	5.10	23.85	22.86	1.59
AA	16	PF 1	121.65	413.00	415.10	415.52	416.55	0.019548	5.39	23.36	18.59	1.42
AA	15	PF 1	121.65	411.00	412.55	413.19	414.59	0.033834	6.40	19.74	18.64	1.83
AA	14	PF 1	121.65	408.90	410.47	410.98	412.08	0.030077	5.61	21.69	19.33	1.69
AA	13	PF 1	121.65	406.01	407.71	408.29	409.56	0.036897	6.02	20.20	19.02	1.85
AA	12	PF 1	121.65	404.00	405.59	406.28	407.10	0.027031	5.45	22.41	20.23	1.61
AA	11	PF 1	121.65	401.58	402.68	403.19	404.40	0.049412	6.09	21.74	31.06	2.09
AA	10	PF 1	121.65	399.00	399.89	400.26	401.05	0.036827	4.78	25.46	34.29	1.76
AA	9	PF 1	121.65	396.51	397.51	397.81	398.51	0.030188	4.15	28.00	38.78	1.58
AA	8	PF 1	121.65	394.00	395.00	395.35	396.13	0.033100	4.71	25.85	32.62	1.69
AA	7	PF 1	121.65	391.00	392.44	392.86	393.77	0.029496	5.57	25.80	34.82	1.68
AA	6	PF 1	121.65	389.05	390.33	390.61	391.28	0.034080	4.86	28.68	43.87	1.71
AA	5	PF 1	121.65	387.00	387.85	388.15	388.86	0.030410	4.45	27.36	35.06	1.61
AA	4	PF 1	121.65	384.52	386.05	386.34	387.07	0.019167	4.65	28.33	29.83	1.37
AA	3	PF 1	121.65	382.00	382.50	382.62	384.15	0.108479	5.70	21.36	49.50	2.77
AA	2	PF 1	121.65	380.00	380.76	380.84	381.24	0.016515	3.06	39.79	57.07	1.17
AA	1	PF 1	121.65	379.00	379.87	379.87	380.11	0.009220	2.07	56.56	89.24	0.85

Profile Output Table - Standard Table 1

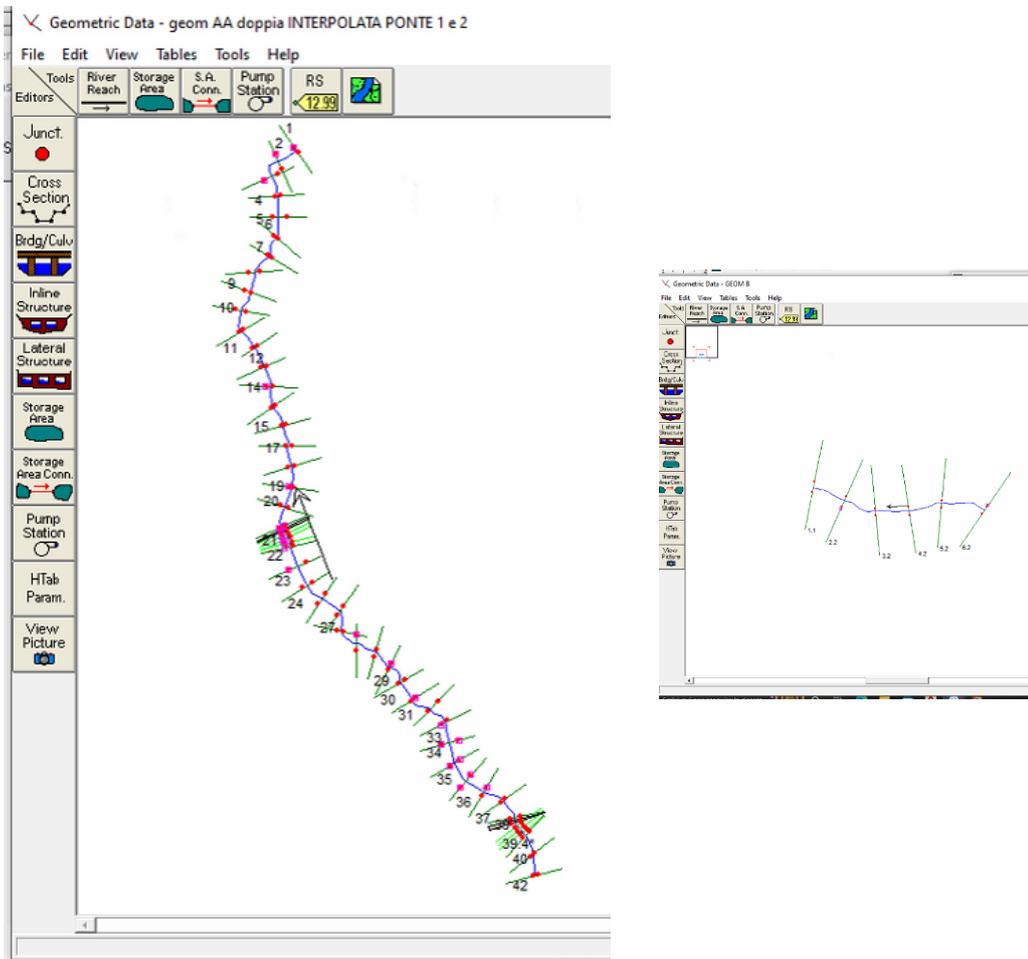
File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 02.t River: B Reach: B Profile: PF 1

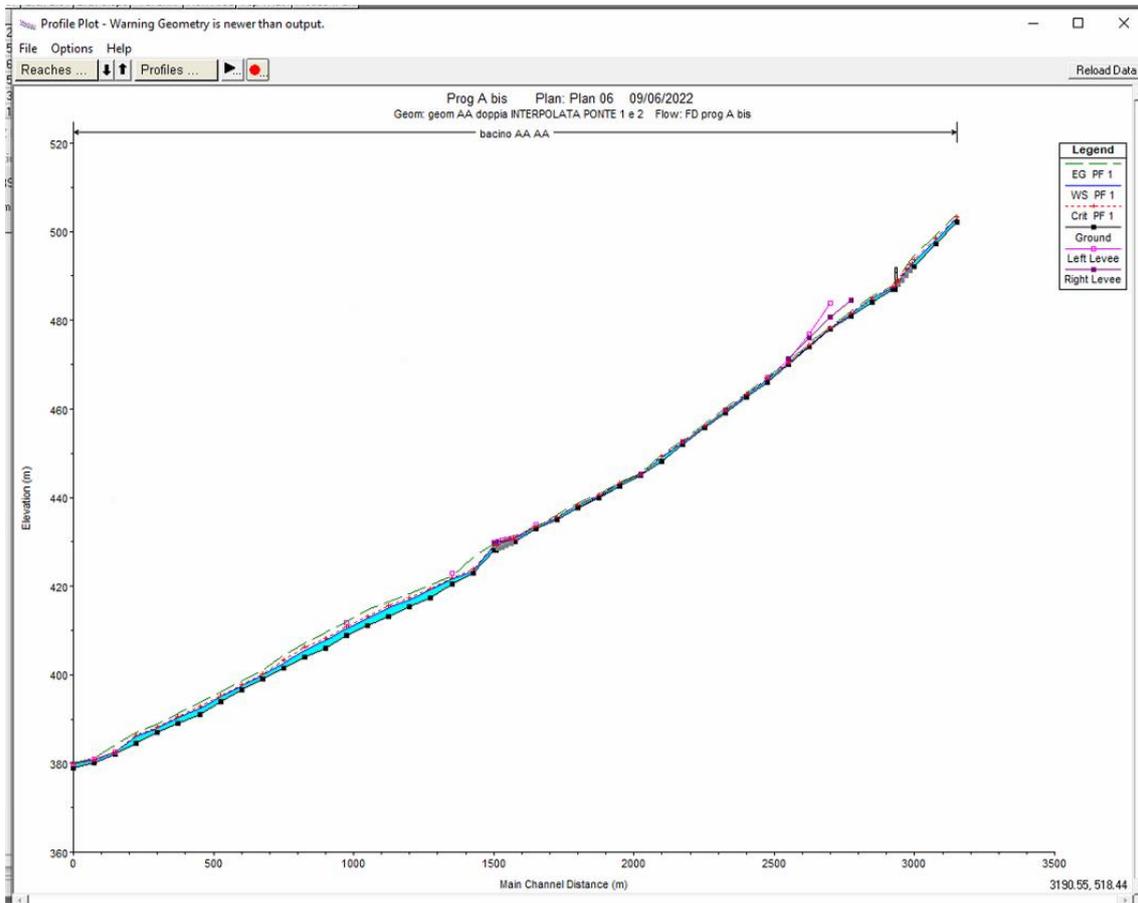
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
B	6.2	PF 1	4.31	550.00	550.39	550.62	551.46	0.207362	4.57	0.94	4.86	3.32
B	6.05714*	PF 1	4.31	547.05	547.46	547.69	548.54	0.200730	4.61	0.93	4.64	3.28
B	5.91428*	PF 1	4.31	544.10	544.52	544.77	545.65	0.203613	4.71	0.91	4.44	3.31
B	5.77142*	PF 1	4.31	541.15	541.57	541.83	542.73	0.204356	4.77	0.90	4.31	3.33
B	5.62857*	PF 1	4.31	538.20	538.62	538.88	539.80	0.205851	4.80	0.90	4.26	3.34
B	5.48571*	PF 1	4.31	535.25	535.67	535.93	536.85	0.207841	4.80	0.90	4.29	3.35
B	5.34285*	PF 1	4.31	532.30	532.71	532.96	533.86	0.209173	4.75	0.91	4.44	3.35
B	5.25		Culvert									
B	5.2	PF 1	4.31	529.35	529.47	529.98	649.04	10.171600	48.45	0.09	1.47	3.35
B	4.2	PF 1	4.31	515.77	516.50	516.50	516.69	0.016117	1.92	2.25	6.17	1.01
B	3.2	PF 1	4.31	504.05	504.28	504.65	511.77	2.896351	12.13	0.36	3.07	11.37
B	2.2	PF 1	4.31	497.09	497.58	497.69	497.93	0.049916	2.63	1.64	6.69	1.70
B	1.1	PF 1	4.31	487.00	487.12	487.30	488.49	0.702877	5.18	0.83	9.01	5.45

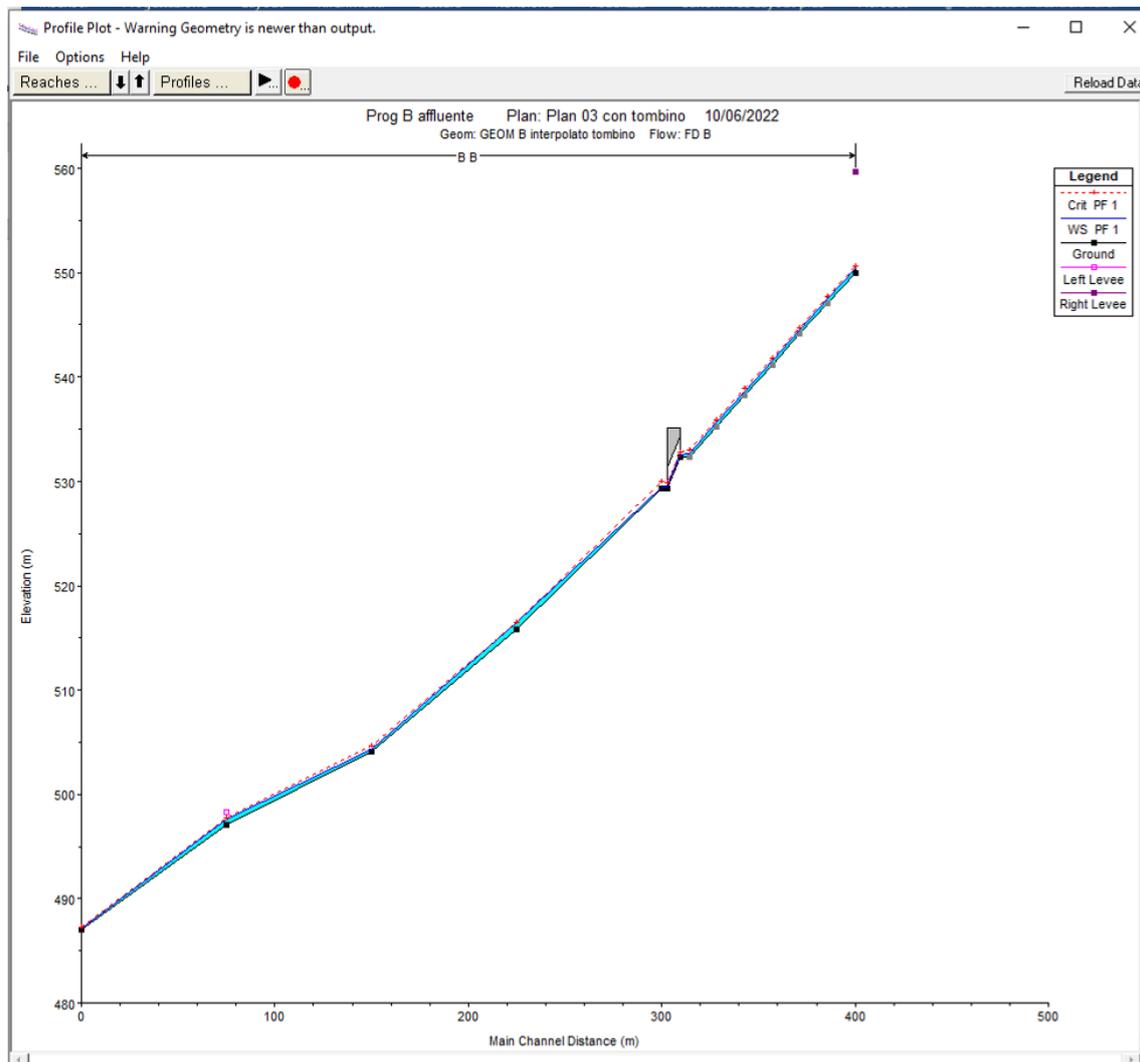
**Figura 10-39 Parametri idraulici del calcolo in moto permanente – Bacino “19” asta A e B**

Nelle figure seguenti (cfr. figure seguenti) sono riportati la planimetria con le sezioni trasversali, il profilo longitudinale al passaggio dell’onda di piena due centennale.



**Figura 10-40** Schematizzazione reticolo con indicazione delle sezioni su interfaccia Hecras – Bacino “19” asta A e B





**Figura 10-41** Profilo longitudinale di moto permanente – Bacino “19” asta A e B

Dalla modellazione in HEC-RAS sono state individuate le aree contermini al corso d’acqua in esame interessate dal transito della portata duecentennale retinate in ciano nella figura che segue.

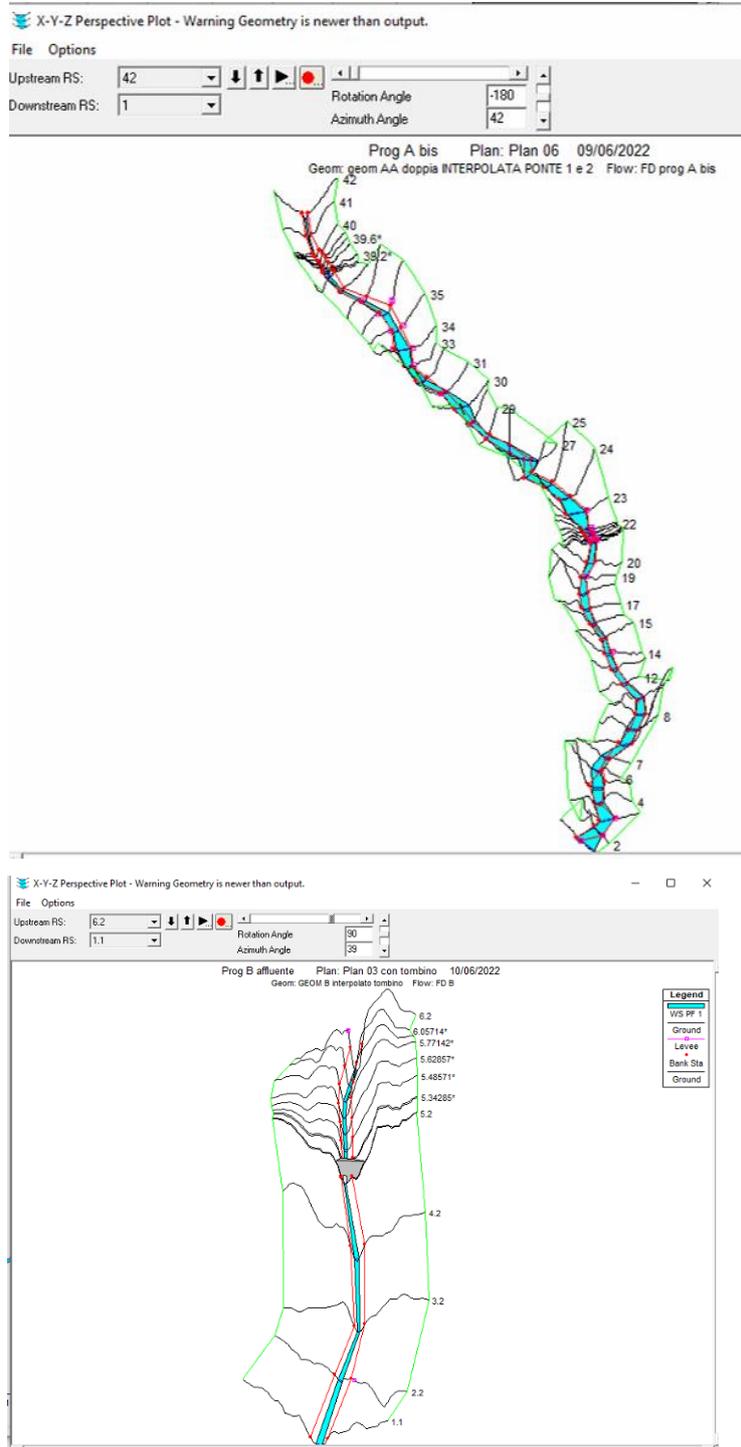
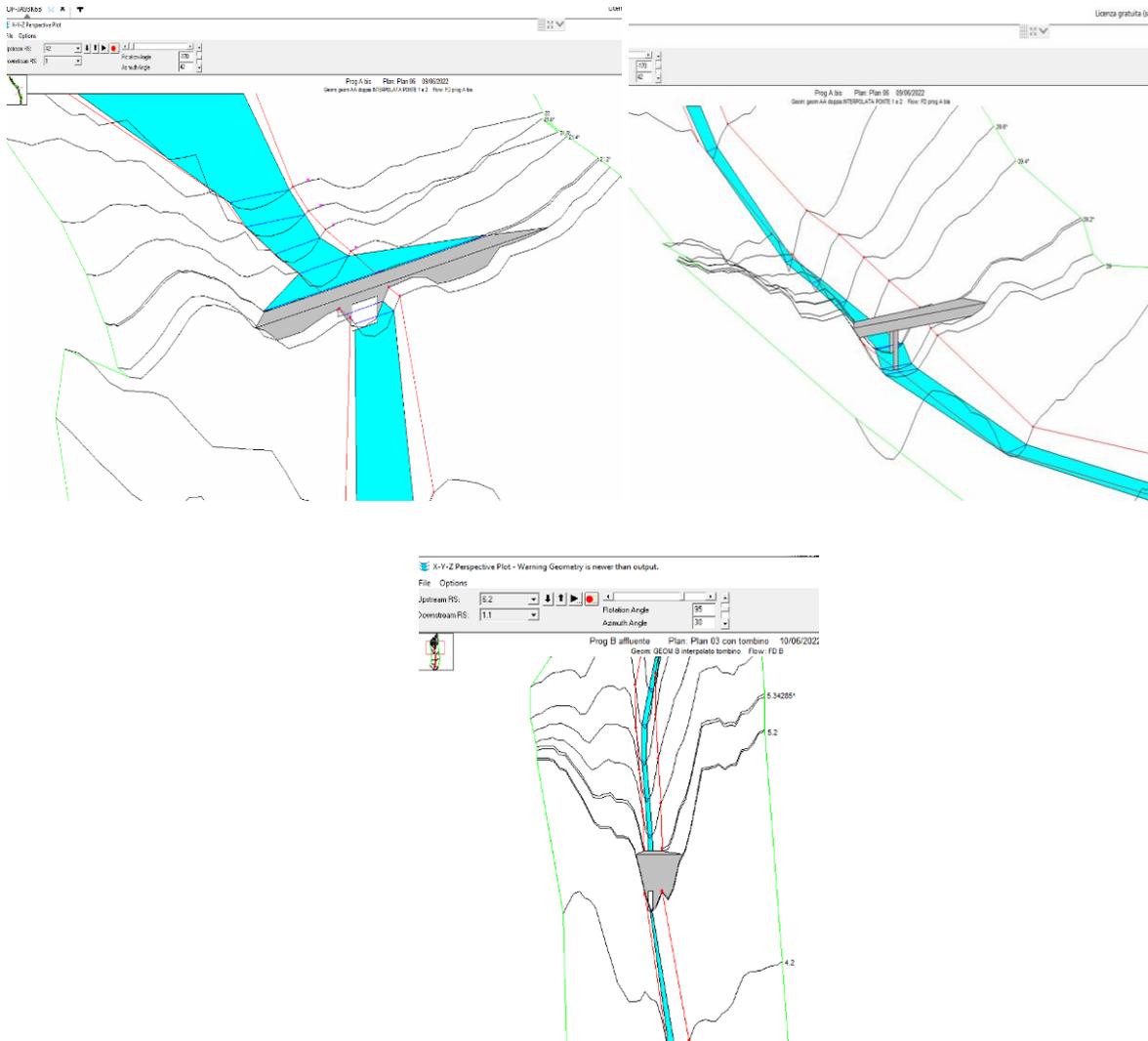


Figura 10-42 Rapp. tridimensionale aree di esondazione su interfaccia Hecras – Bacino “19” Asta A e B



**Figura 10-43 Schematizzazione degli attraversamenti inseriti nella modellazione: 38 sez 21 asta A; sez 39 asta A e sez 5 Asta B**

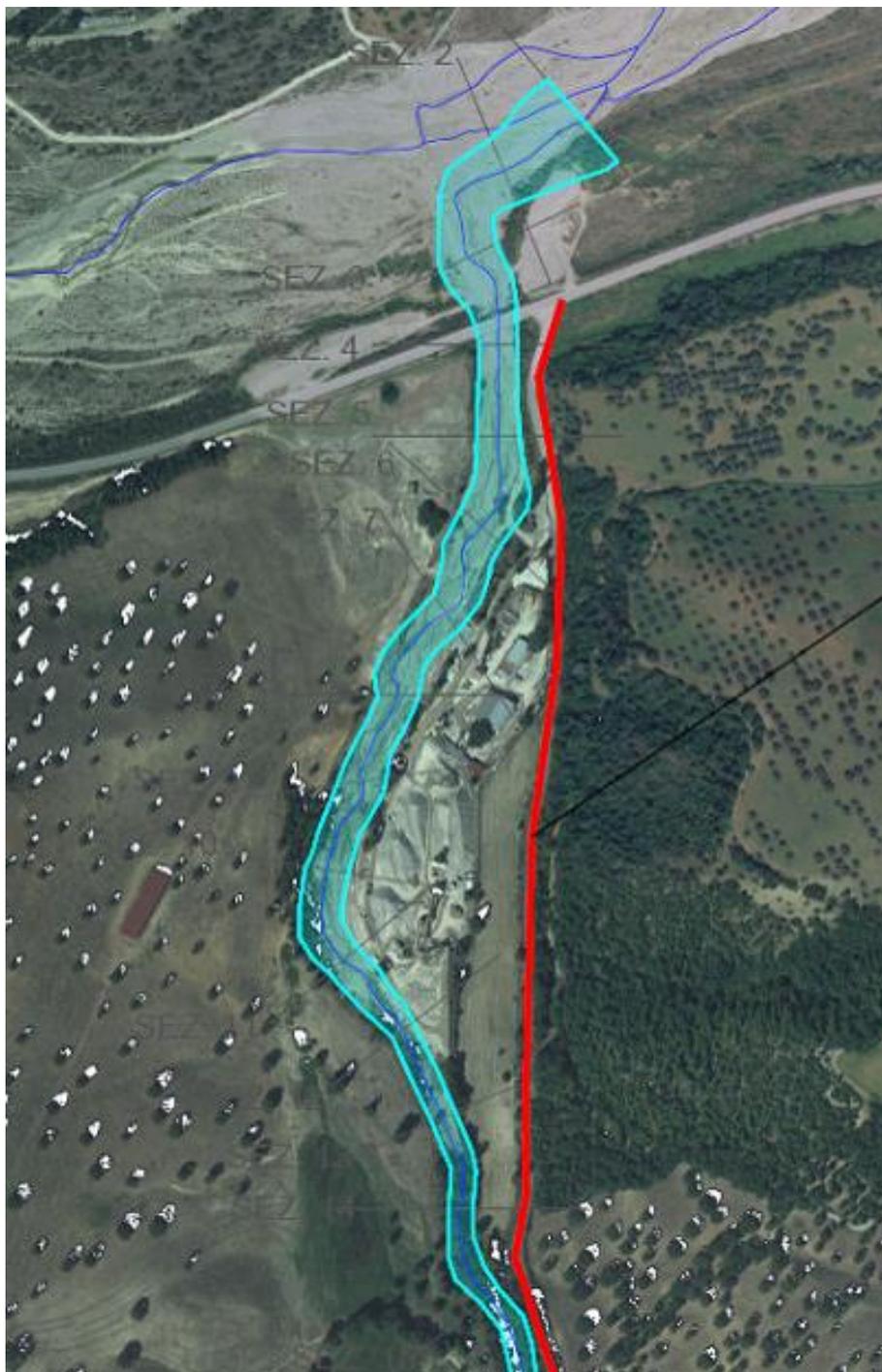
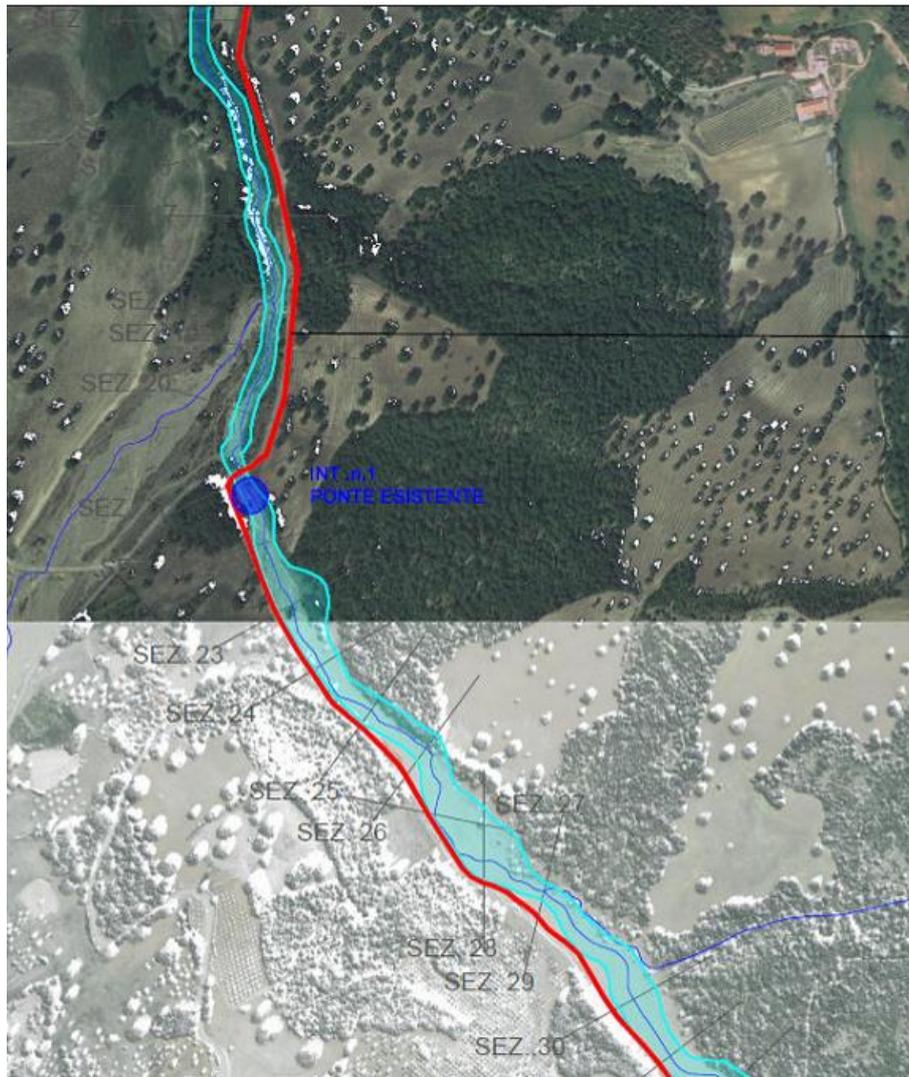
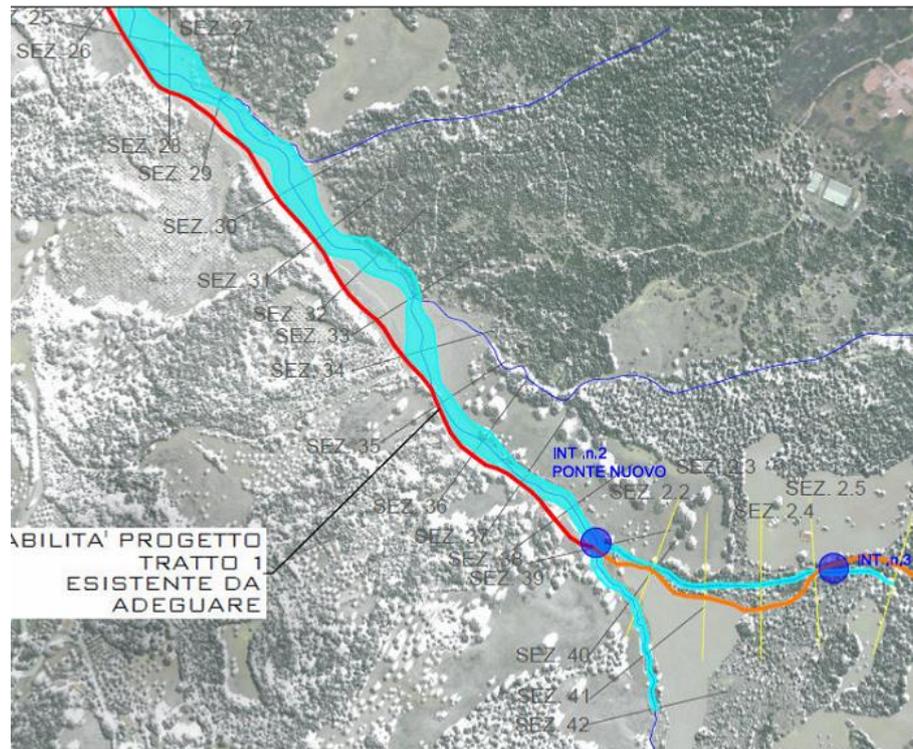


Figura 10-44 Planimetrie con indicazione delle aree inondabili due-centennali – Bacino “19” Asta A sez 1-14



**Figura 10-45** Planimetrie con indicazione delle aree inondabili due-centennali – Bacino “19” Asta A sez 14-30



**Figura 10-46 Planimetrie con indicazione delle aree inondabili due-centennali – Bacino “19” Asta A sez 28-42 e asta B**

Tale risultato è possibile desumerlo anche dalla consultazione delle sezioni trasversali, dalle quali sono evidenti i livelli idrici di piena per ogni sezione (in allegato quaderno delle sezioni Bacino 19).

## 1. CONCLUSIONI

Il presente studio è stato redatto al fine di valutare la compatibilità idrologica ed idraulica relativa al progetto per la realizzazione di un impianto da fonti rinnovabili da ubicare nel Comune di Aliano in provincia di Matera.

Dai risultati desunti si è potuto rilevare il valore delle portate di interesse per i bacini idrografici di riferimento ed individuare le relative aree di esondazione.

**Le opere previste oltre a non essere interessate dagli eventi di piena, non comporteranno alcuna modifica al perimetro delle aree ad alta probabilità di inondazione (AP), media probabilità di inondazione (MP) e bassa probabilità di inondazione (BP) (corrispondenti rispettivamente al passaggio nella lama delle portate di piena aventi tempo di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni) e nessuna variazione del livello di sicurezza delle aree adiacenti.**

Più specificatamente considerata l'entità delle portate ricavate in precedenza per le aste fluviali di interesse e la destinazione d'uso del terreno posto nelle vicinanze dell'area perimetrale degli aerogeneratori WTG5 e WTG6 così come nella intersezione "1" del cavidotto posta nelle vicinanze della stazione utente si può certamente affermare che il passaggio delle portate di piena non determina situazioni di pericolo né per l'area circostante né per le opere a farsi.

Ad ulteriore garanzia di sicurezza il cavidotto di collegamento, interferente con il reticolo idrografico, realizzato con tecnica di Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) verrà interrato fino ad una profondità minima di 1,5 m dal piano campagna.

Anche la modellazione effettuata del reticolo superficiale contermina all'area di intervento della viabilità in progetto ha permesso di verificare che il passaggio della portata di piena duecentennale non determina situazioni di pericolo né per l'area circostante né per le opere a farsi. Tuttavia si evidenzia che la carreggiata stradale sarà comunque protetta da apposito parapetto tale da contenere sempre nell'alveo l'onda di piena.

L'opera in progetto risulta pertanto compatibile con le finalità del Piano di Assetto Idraulico, garantendo altresì la sicurezza idraulica dell'area.

## **2. ALLEGATI**

ALLEGATO 1 – Individuazione dei Bacini Idrografici su CTR 1:25.000

ALLEGATO 2 – Individuazione dei Bacini Idrografici su Ortofoto

ALLEGATO 3 – Planimetria con indicazione degli attraversamenti del cavidotto

ALLEGATO 4 – Planimetria con indicazione delle aree di esondazione – WTG 5

ALLEGATO 5 – Planimetria con indicazione delle aree di esondazione – WTG 6

ALLEGATO 6 – Planimetria con indicazione delle aree di esondazione – Intersezione n.1

ALLEGATO 7 – Planimetria con indicazione delle aree di esondazione – Intersezione n.6

ALLEGATO 8 – Planimetria con indicazione delle aree di esondazione – Intersezione n.13-15

ALLEGATO 9 – Planimetria con indicazione delle aree di esondazione – Intersezione n.16

ALLEGATO 10 – Individuazione bacini idrografici afferenti alla nuova viabilità – su CTR

ALLEGATO 11 – Individuazione bacini idrografici afferenti alla nuova viabilità – su Ortofoto

ALLEGATO 12 – Planimetria con indicazione delle aree di esondazione contermini alla  
viabilità di progetto – sez. 1-15

ALLEGATO 13 – Planimetria con indicazione delle aree di esondazione contermini alla  
viabilità di progetto – sez. 15-30

ALLEGATO 14 – Planimetria con indicazione delle aree di esondazione contermini alla  
viabilità di progetto – sez. 28-42

ALLEGATO 15 – Quaderno delle sezioni