



# COMUNE DI GRAVINA DI PUGLIA

PROVINCIA DI BARI



REGIONE PUGLIA



[ID: 9068]

## REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400,00 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMIC PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA

Denominazione Impianto:

**IMPIANTO GRAVINA 1**

Ubicazione:

Comune di Gravina di Puglia (BA)  
Contrada Recupa Piana dei Ricci

ELABORATO  
**5.4.1-PDG**

**RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA-rev**

Cod. Doc.:  
GRP19-5.4.1PDG-R\_Rel-Idraulica-int-rev



**Project - Commissioning – Consulting**  
Municipiul Bucuresti Sector 1  
Str. HRISOVULUI Nr. 2-4, Parter, Camera 1, Bl.  
2, Ap. 88  
RO41889165

Scala: --

**PROGETTO**

Data:  
**31/08/2023**

PRELIMINARE

DEFINITIVO

AS BUILT



**Heliosophia concept S.r.l.**  
Strada Berthelot, 21  
Bucharest  
030167 ROMANIA

**Tecnici e Professionisti:**

*Ing. Mauro Ranauro:*  
Iscritto al n.3486 dell'Albo degli Ingegneri  
della Provincia di Potenza

Revisione	Data	Descrizione	Redatto	Approvato	Autorizzato
01	03/01/2020	Progetto Definitivo	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
02	02/01/2021	Revisione	F.P.L.	F.P.L.	F.P.L.
03	19/04/2023	Integrazione	D.S. – R.M.	F.P.L.	F.P.L.
04	30/08/2023	Revisione	R.M.	F.P.L.	F.P.L.



Il Richiedente:

**GRAVINA S.r.l.**

Piazza Walther Von Vogelweide n.8 – 39100 Bolzano (BZ)  
P.iva: 03057030219

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

1. PREMESSA .....	3
2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	4
2.1. CONFIGURAZIONE DI IMPIANTO E CONNESSIONE.....	4
3. INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO .....	4
3.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	4
3.2. INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO.....	5
4. ANALISI GEOMORFOLOGICA.....	8
4.1 PERIMETRAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI .....	8
5. ANALISI IDROLOGICA .....	11
6. ANALISI IDRAULICA .....	14
7. CONCLUSIONI .....	16

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

## 1. Premessa

Il presente documento è redatto quale **integrazione** alla documentazione relativa all'istanza per il procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale ministeriale, ai sensi dell'Art. 23 del D. Lgs. 152/06, per la realizzazione in conformità alle vigenti prescrizioni di legge di un impianto fotovoltaico di potenza di picco pari a 19.081,92 kW e potenza in immissione pari a 15.400 kW nel Comune di Gravina in Puglia (BA), in Località "Contrada Recupa - Piana dei Ricci".

Tale integrazione risponde alla richiesta formulata da:

**Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale** - prot. n. 7901 del 14/03/2023 acquisito al Registro Ufficiale del MASE in data 27/03/2023 al n. 46373.

La presente relazione contiene lo studio di compatibilità idrologico-idraulico relativo al progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato "Gravina1", di potenza elettrica complessiva pari a 19,08192 MW, da realizzare nel Comune di Gravina in Puglia (BA).

Il presente studio è stato predisposto in ottemperanza alla richiesta di integrazioni, nota prot. 16613/2023 del 05/06/2023 dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'appennino Meridionale, in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 4 quater delle Norme di Attuazione del PAI delle ex AdB Basilicata e riferite alle aree (impluvi) rappresentate nella cartografie della valutazione preliminare del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), Lo studio di compatibilità idrologica ed idraulica analizza compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle delle aree di interferenza con il reticolo idrico e dimostra l'esistenza di adeguate condizioni di sicurezza idraulica per le opere in progetto.

La relazione descrive le metodologie adottate e le analisi svolte per l'analisi idrologica dell'area, l'esame dello stato di fatto, per il dimensionamento e la verifica idraulica degli interventi descritti negli elaborati a corredo del progetto definitivo con particolare attenzione alle sezioni idrauliche di attraversamento con i corpi idrici superficiali.

Lo studio parte dalle informazioni e dagli studi propedeutici che costituiscono la base per l'attuale progettazione dell'impianto in esame, implementa le informazioni e propone a base dei dimensionamenti idraulici i risultati degli approfondimenti idromorfologici e idrologici descritti in seguito.

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1. CONFIGURAZIONE DI IMPIANTO E CONNESSIONE

L'intervento oggetto della presente relazione prevede la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico connesso alla rete della potenza di picco pari a 19.093,36 kw e potenza in immissione pari a 15.400,00 kw, collegato ad un piano agronomico per l'utilizzo a scopi agricoli dell'area" da realizzarsi nel Comune di Gravina in Puglia, in Provincia di Bari.

Le opere in progetto, ovvero l'area di posizionamento dei pannelli fotovoltaici, dei cavidotti, della Cabina Primaria e di tutte le opere connesse, da un punto di vista catastale interessano i seguenti fogli e particelle:

- Foglio 91, Particelle 328-329-330-331-332-333-351
- Foglio 72, Particella 431

## 3. INQUADRAMENTO AMBIENTALE DEL SITO

### 3.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito oggetto di intervento è collocato a circa 8 km ad ovest dell'abitato di Gravina in Puglia, lungo il versante che borda in sinistra idrografica il Torrente Basentello in un contesto a prevalente vocazione agricola e distante da agglomerati residenziali o case sparse.

Nella Figura 1 è riportata la collocazione del parco fotovoltaico e degli altri interventi previsti in progetto

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
<b>COMET ENERGY POWER</b>	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	



### 3.2. INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

#### Inquadramento idrogeologico

Il reticolo idrografico è rappresentato da corsi d'acqua a regime stagionale con portate che sono molto variabili nel corso dell'anno, quindi caratterizzati da un deflusso che dipende dagli eventi piovosi e dalla loro intensità con incrementi delle portate nei mesi piovosi invernali e scarse con alvei secchi nei periodi estivi e con scarse precipitazioni.

Di seguito di riportano i rami del reticolo idrografico prossimi o interferenti con l'area dell'impianto

#### Interferenza 1

L'impianto agrivoltatico risulta intersecare in direzione NE un impluvio come rappresentato nella cartografie della valutazione preliminare del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), tale impluvio convoglia le proprie acque in destra idraulica del Torrente Pennacchia e risulta essere di natura effimera e stagionale.

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
<b>COMET ENERGY POW//R</b>	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

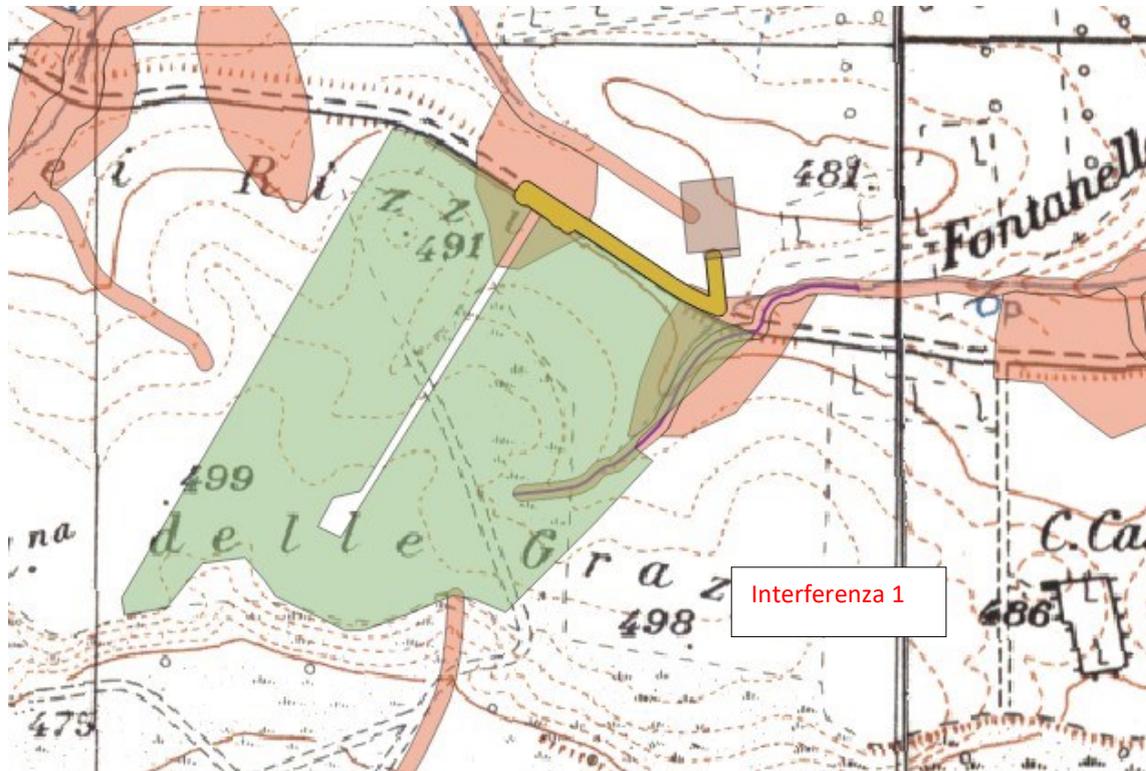


Figura 0-1: Inquadramento Interferenza 1 su IGM 25000

## Interferenza 2

In direzione Nord rispetto al parco agrivoltaico è presente un impluvio che corre parallelamente rispetto al parco stesso e allo stesso tempo interseca la cabina di connessione primaria, anche tale impluvio convoglia le proprie acque in destra idraulica del Torrente Pennacchia e risulta essere di natura effimera e stagionale.

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
<b>COMET ENERGY POWER</b>	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

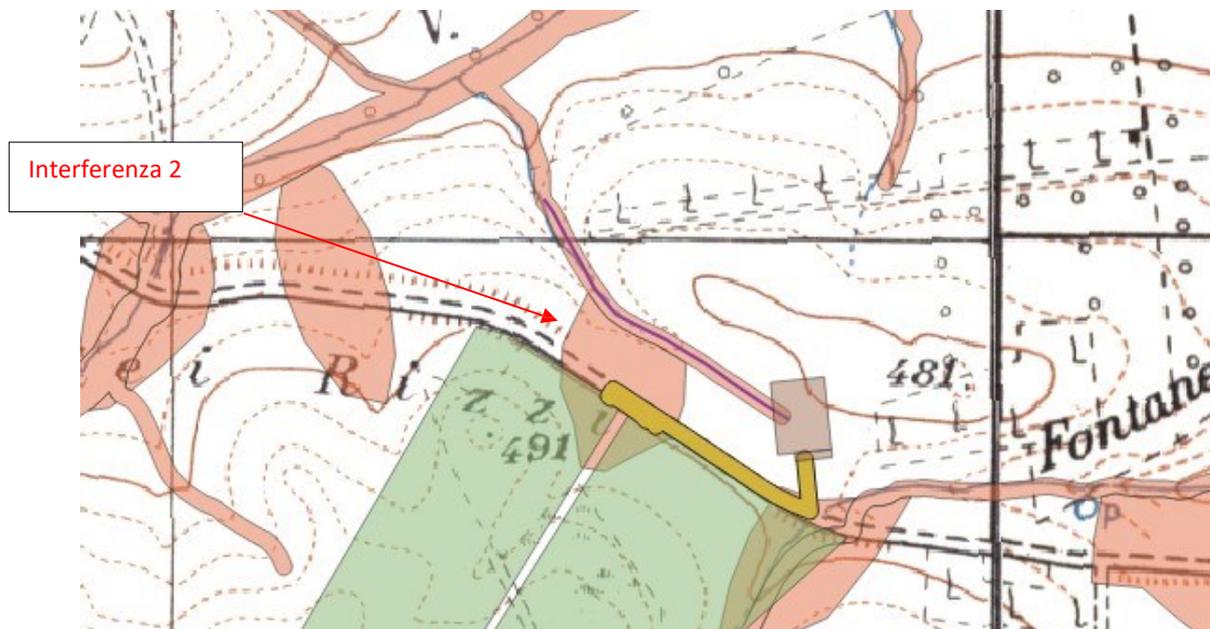


Figura 2: Inquadramento Interferenza 2 su IGM 25000

### Interferenza 3

In direzione Sud il parco agrivoltaico interseca in un limitato tratto un impluvio che ha come recapito finale il Torrente Basentello e risulta essere di natura effimera e stagionale.

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
<b>COMET ENERGY POWER</b>	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

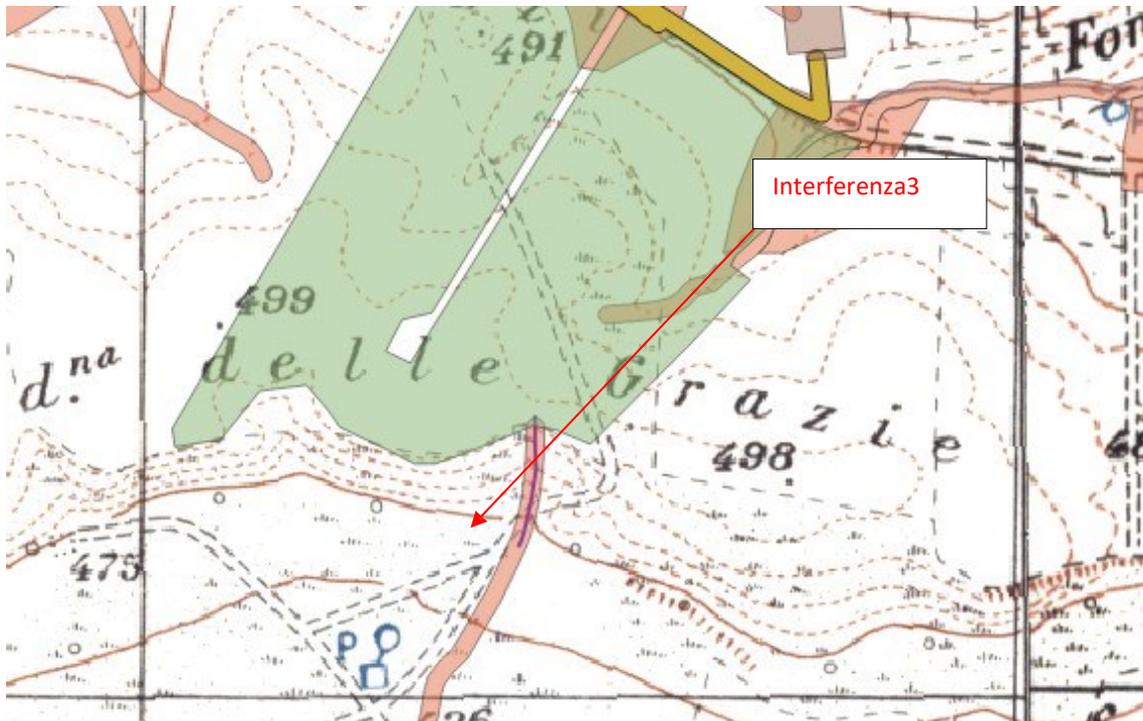


Figura 3: Inquadramento Interferenza 3 su IGM 25000

## 4. ANALISI GEOMORFOLOGICA

### 4.1 PERIMETRAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

La base per un'analisi idrologica di dettaglio è rappresentata dalla definizione delle principali caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici di riferimento.

L'analisi geomorfologica, pertanto, precede la fase di analisi in quanto consente la delimitazione dei bacini idrografici sulla base di dati cartografici e topografici disponibili.

Per la definizione del modello digitale del terreno dei territori idrograficamente afferenti agli elementi del reticolo idrografico oggetto di studio sono stati utilizzati i dati ufficiali messi a disposizione dalla Regione Puglia

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
<b>COMET ENERGY POWER</b>	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

mediante il portale cartografico regionale RSDI con una risoluzione orizzontale su maglia di 8x8 m e verticale centimetrica.

Un Bacino Idrografico può essere considerato come una porzione di territorio capace di convogliare naturalmente e far defluire attraverso una sezione idraulica comunemente detta "sezione di chiusura" l'acqua precipitata sulla stessa.

La sezione di chiusura è rappresentata dal punto più depresso della linea di drenaggio naturale.

Di seguito si riportano bacini idrografici sottesi alle singole interferenze:

#### Interferenza 1

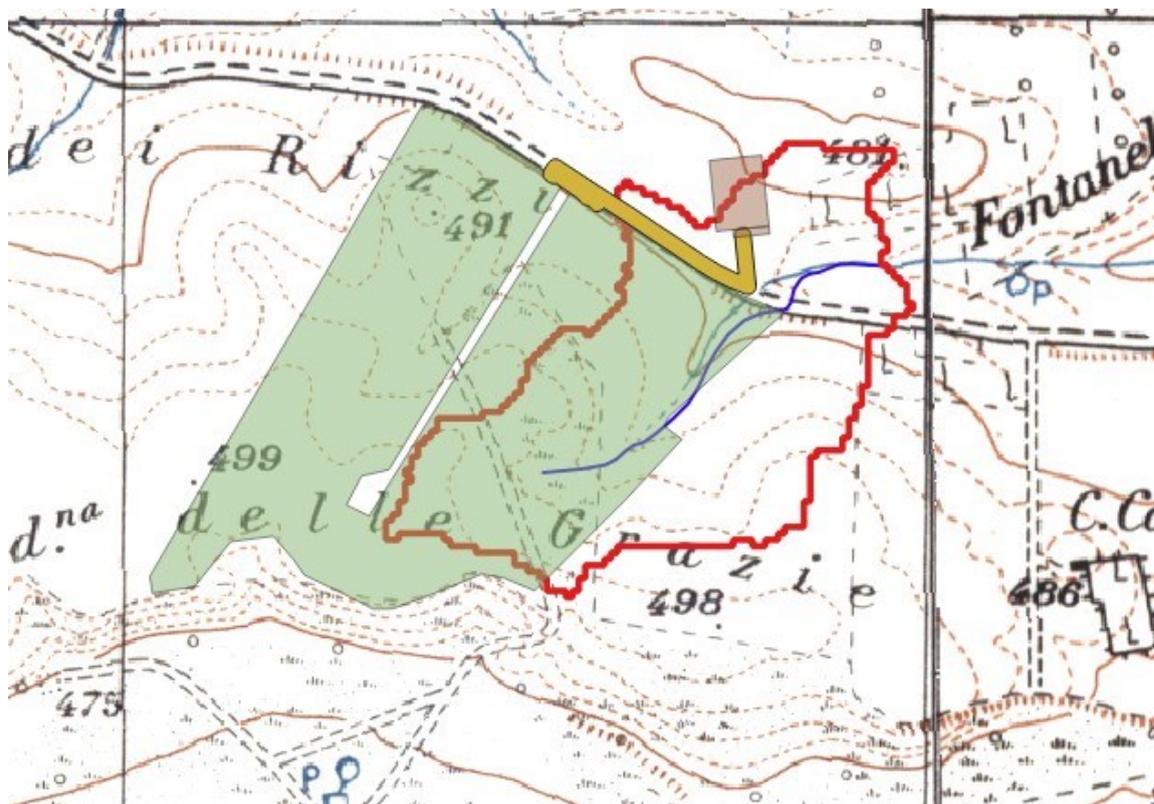


Figura 4: Bacino idrografico Interferenza 1 su IGM 25000

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO          DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE          PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A          SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

### Interferenza 2

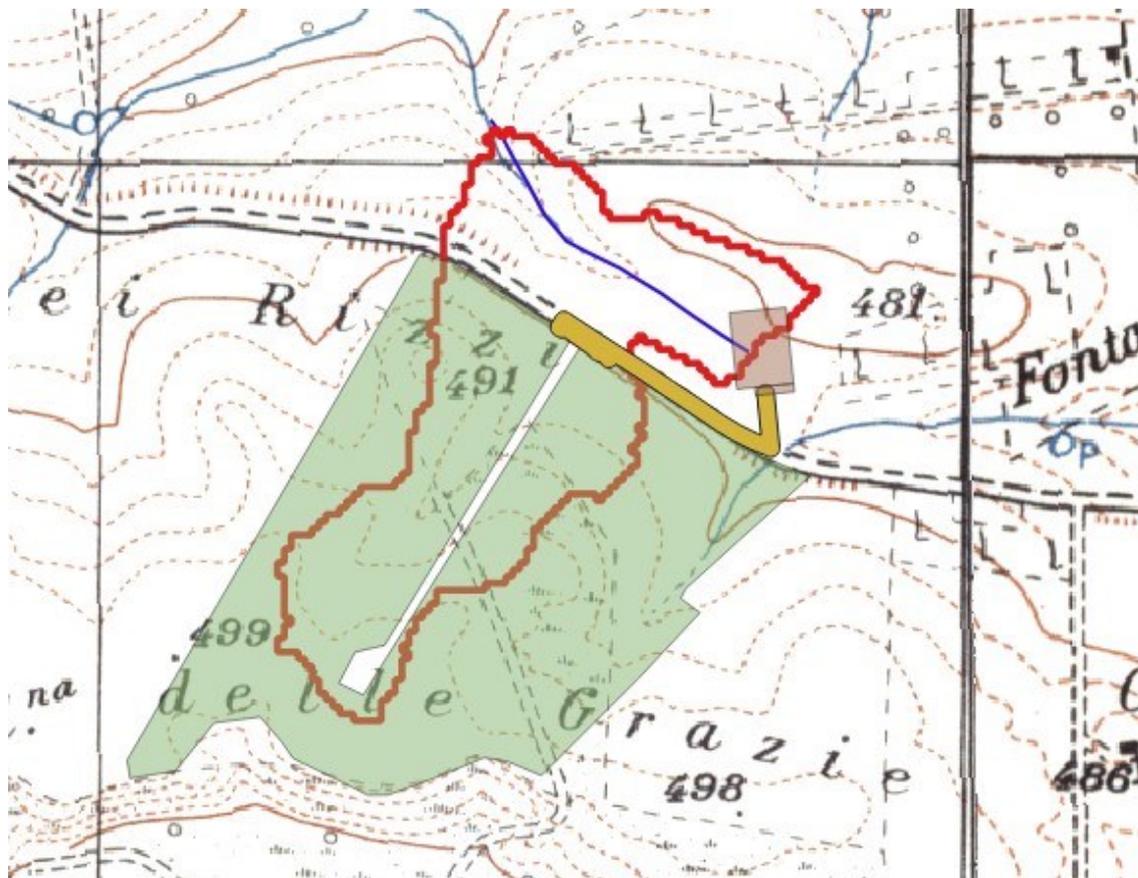


Figura 5: Bacino idrografico Interferenza 2 su IGM 25000

### Interferenza 3

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
<b>COMET ENERGY POWER</b>	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

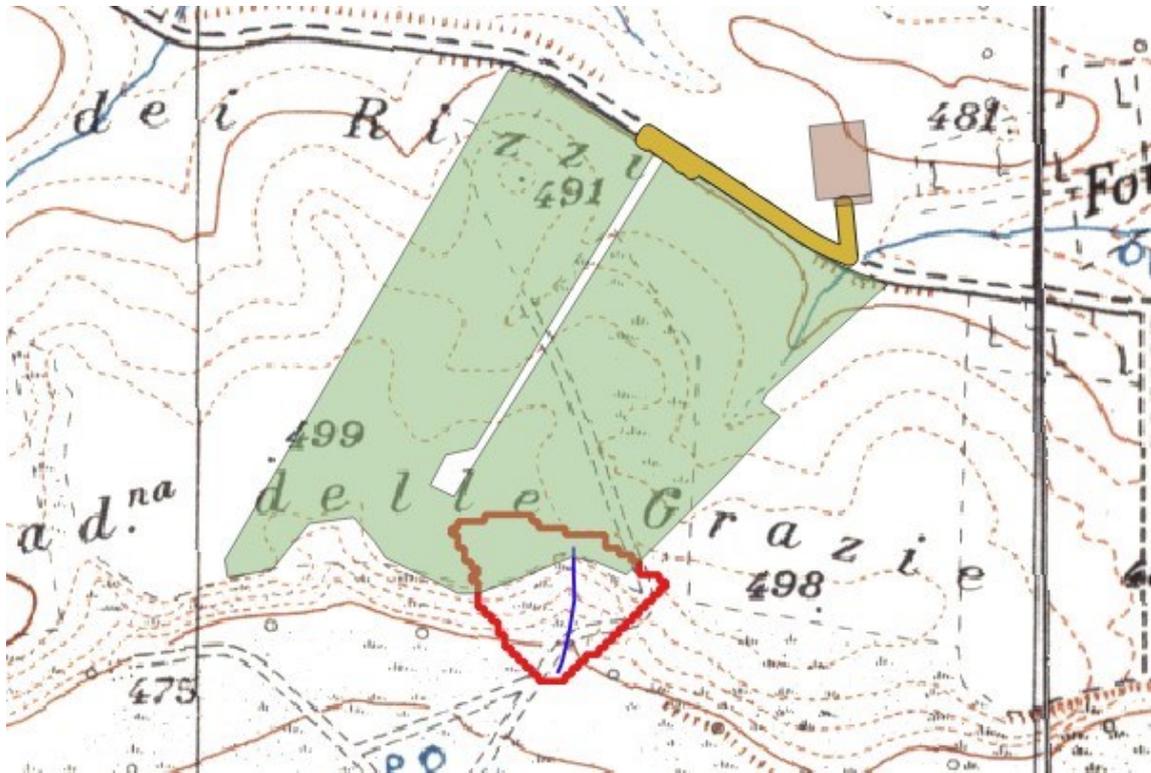


Figura 6: Bacino idrografico Interferenza 3 su IGM 25000

## 5. ANALISI IDROLOGICA

Lo studio idrologico per la determinazione delle portate al colmo di piena attese con diversi tempi di ritorno è stato realizzato secondo i criteri definiti nell'ambito del progetto VAPI ovvero "Valutazione delle Piene" in Puglia.

La metodologia VAPI fa riferimento ad un approccio di tipo probabilistico per la valutazione dei massimi annuali delle portate di piena, sicché non esiste un valore massimo assoluto, ma ad ogni valore della portata di piena viene associato una probabilità che si verifichino eventi di piena con valori superiori. Per ridurre le incertezze legate alla presenza di eventi estremi molto rari in ogni singolo punto ed alla variabilità da sito a sito del valore indice della piena, si adotta una metodologia di analisi regionale che si avvale anche di modelli concettuali di formazione dei deflussi di piena a partire dalle precipitazioni intense sul bacino. Tale approccio consente di utilizzare non solo tutta l'informazione idrometrica ma anche tutta quella pluviometrica, posseduta su un dato territorio. In particolare, viene adottato un modello probabilistico a doppia componente (TCEV) che interpreta

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

gli eventi massimi annuali come il risultato di una miscela di due popolazioni distinte: la prima produce gli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi; la seconda produce gli eventi massimi straordinari, meno frequenti ma spesso catastrofici.

Le analisi svolte nel presente studio evidenziano che il rapporto fra il valore con generico rischio di una variabile ed il valore indice (o media), detto coefficiente probabilistico di crescita, assume una legge di variazione con il rischio unica per l'intera regione.

Per la stima della piena media annua sono stati presi in considerazione i principali fattori climatici, geomorfologici, idrogeologici e di uso del suolo del bacino.

Nel caso in esame il valore della portata al colmo di piena è stato calcolato mediante il modello di regionalizzazione basato su una formula di tipo razionale.

Essa esprime un legame correlativo tra la piena indice  $m(Q)$ , la superficie del bacino e il valore medio,  $I(tr)$ , dei massimi annuali delle intensità di pioggia puntuali di durata pari al tempo di ritardo caratteristico del bacino.

La formula razionale viene generalmente scritta come:

$$m(Q) = C^* KA(tr) m[I(tr)] A / 3,6$$

in cui i parametri del modello, cioè il coefficiente di piena  $C^*$  ed il tempo di ritardo del bacino,  $tr$ , possono essere valutati in base alle seguenti espressioni:

$$C^* = 0,09 + 0,471 (1-p.p.) \text{ e } tr = 0,344 A^{0,5}$$

con p.p. = frazione ad elevata permeabilità del bacino

$KA$  è il fattore di riduzione areale ed è calcolato come segue:

$$KA(d) = 1 - (1 - \exp(-C1 A)) \exp(-C2 d^{C3})$$

dove  $A$  è l'area del bacino, espressa in  $km^2$ ,  $d$  la durata della pioggia, espressa in ore, ed i coefficienti valgono:  $C1 = 0.0021$ ,  $C2 = 0.53$  e  $C3 = 0.25$  in cui  $C3$  non è ottenuto dai dati pluviometrici dell'area in studio, ma viene desunto da analoghe indagini condotte negli Stati Uniti.

Il valore di  $KA$  utilizzato è pari a 1.

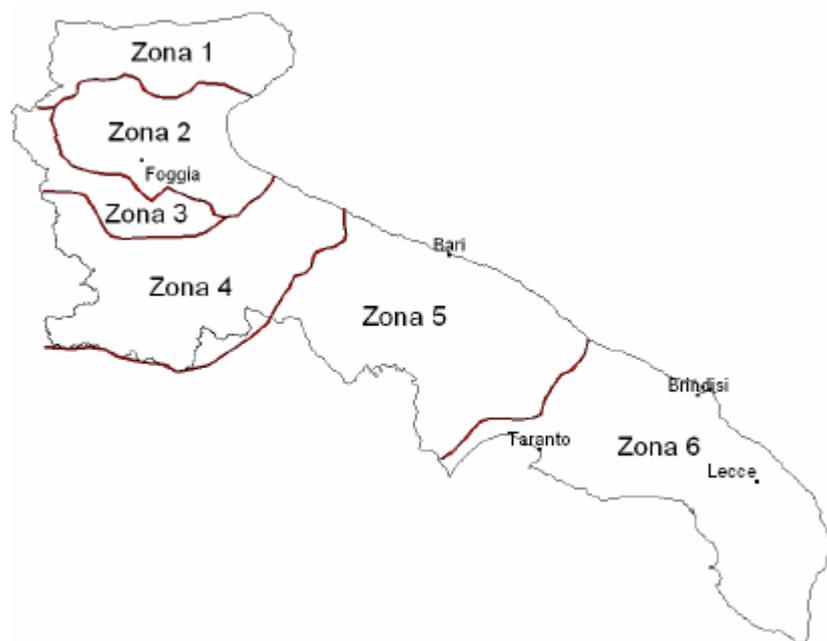
Si è indicato con  $m[I(d)]$  la media del massimo annuale dell'intensità di precipitazione in durata  $d$ , che si ottiene come:

$$m[I(d)] = m[h(d)] / d = a^* tr^{n-1} [mm/h]$$

dove  $a$  ed  $n$  sono parametri relativi alle curve di probabilità pluviometriche medie areali. In pratica, i coefficienti della legge intensità-durata sono caratteristici della specifica zona in cui si trova il bacino.

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
<b>COMET ENERGY POWER</b>	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

Facendo riferimento all'informazione idrologica disponibile sul territorio, in termini di densità spaziale di stazioni di misura e di numerosità campionaria delle serie storiche, le altezze di precipitazione giornaliere, rilevate alle stazioni pluviometriche, il VAPI ha individuato 6 sottozone omogenee dal punto di vista pluviometrico.



La zona in esame ricade nella sottozona omogenea n. 5, dove la Curva di Possibilità Pluviometrica risponde alla seguente equazione:

$$h(t) = 28.2 t^{[0.628 + 0.0002 z] / 3.178}$$

La portata al colmo di piena  $Q_T$  con assegnato tempo di ritorno  $T_R$  può essere determinata come prodotto della piena indice  $m(Q)$  per il fattore probabilistico di crescita  $K_T$ :

$$Q_T = K_T * m(Q)$$

Dove la dipendenza dal periodo di ritorno è assegnata mediante la distribuzione del fattore di crescita  $K_T$

$$K_T = -0,4007 + 0,904 \ln(T)$$

I valori costanti del fattore di crescita ricavati dalla formula sono:

T(anni)	2	5	10	20	25	30	40	50	100	200	500
$K_T$	0.23	1.05	1.68	2.31	2.51	2.67	2.93	3.14	3.76	4.39	5.22

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

In base ai valori caratteristici calcolati al terzo livello di regionalizzazione delle piene, tenendo conto delle capacità di infiltrazione del terreno (anche a saturazione) e soprattutto la bassa presenza di superfici impermeabili nell'ambito dei bacini di studio sono stati desunti i seguenti dati idrologici:

Interferenza	Q30 (mc/s)	Q200 (mc/s)	Q500 (mc/s)
Interferenza 1	0.69	1.14	1.36
Interferenza 2	0.59	0.98	1.16
Interferenza 3	0.69	1.15	1.36

Con i valori così determinati si è provveduto allo studio idraulico.

## 6. ANALISI IDRAULICA

Per lo studio è stato utilizzato un modello in cui il moto lungo il corso d'acqua è stato schematizzato come monodimensionale, in condizioni di regime permanente, con fondo fisso.

Tale modello è implementato nel codice di calcolo sviluppato dall'United States Army Corps of Engineering (USACE), Hydrological Engineering Center (HEC) e denominato River Analysis System (RAS).

L'ipotesi alla base delle formulazioni per la determinazione del profilo idraulico è che il moto dell'acqua nel canale si considera uniforme. Questo significa che tutte le grandezze caratterizzanti la corrente (altezza idrica, velocità media nella sezione, portata, ecc.) risultano costanti nel tempo e nello spazio.

Sotto questa ipotesi, la pendenza media disponibile  $i_m$ , definita come il rapporto fra la differenza di quota e la distanza fra la sezione di monte e quella di valle, è esattamente pari alla pendenza piezometrica  $J$ , che rappresenta le dissipazioni energetiche per unità di lunghezza. La relazione  $i_m=J$  costituisce l'equazione fondamentale del moto uniforme.

La determinazione del profilo teorico in moto permanente è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto Standard Step Method, basato appunto sull'equazione monodimensionale del contenuto energetico della corrente.

Le equazioni utilizzate dal software sono quelle di continuità, di conservazione della quantità di moto e l'equazione costitutiva di Navier Stokes, mentre per la descrizione delle perdite energetiche è fatto riferimento al coefficiente di Manning.

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

L'utilizzo di HEC-RAS ha consentito di determinare, sezione per sezione per le portate di piena con periodo di ritorno, T=200 le caratteristiche della corrente: livello idrico, condizioni di moto, diagramma delle velocità, velocità media, ecc.

### **Dati geometrici**

In primo luogo è stato necessario definire le caratteristiche geomorfologiche del corso d'acqua attraverso e i parametri geometrici che caratterizzano il moto della corrente lungo il tratto in oggetto quali pendenza, sezione e scabrezza.

Per la determinazione delle sezioni nelle quali effettuare la valutazione di compatibilità è stato utilizzato il DTM a 8 m (messo a disposizione della Regione Puglia), le sezioni sono state poste ad un interasse pari 30 m per le interferenza al fine di ottenere un'elevata rappresentatività del corso d'acqua e nei punti più significativi, intendendo per essi curve, restringimenti, e, variazioni di sezione. In questa maniera si è potuto disporre di un adeguato contenuto di informazioni rappresentative dello sviluppo piano altimetrico dei vari fossi.

### **Coefficiente di scabrezza**

Uno degli aspetti più delicati nell'applicazione di un modello è certamente la definizione dei coefficienti di scabrezza da utilizzare.

I valori di scabrezza infatti sono dipendenti da vari fattori tra cui il materiale del fondo alveo, la vegetazione, le forme di fondo, la forma della sezione e l'irregolarità delle sponde, l'andamento planimetrico dell'alveo, la presenza di ostruzioni.

In questo caso specifico, non avendo a disposizione prelievi da alveo che consentissero di definire tali coefficienti, anche se con formule approssimate, si è fatto riferimento ai valori forniti dalla letteratura scientifica tenendo conto del tipo di fondo alveo e sponda che caratterizzano il corso d'acqua.

Per quel che riguarda la scabrezza si è fatto riferimento ad un coefficiente di Manning pari a 0.033 m<sup>-1/3</sup> s e per le condizioni al contorno, viste le pendenze medie dei tronchi in oggetto, si è imposta l'altezza di stato critico in una sezione sufficientemente a valle ed a monte per evitare che tale scelta condizioni il profilo di corrente nell'area di interesse.

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
<b>COMET ENERGY POWER</b>	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
<b>ALVEI DI PIANURA</b>			
non vegetati, rettilinei, corrente regolare	0.025	0.030	0.033
come sopra ma con pietre e alghe	0.030	0.035	0.040
non vegetati, tortuosi con molienti e rapide	0.033	0.040	0.045
come sopra ma con pietre e alghe	0.035	0.045	0.050
come sopra, in magra	0.040	0.048	0.055
non vegetati, tortuosi, pietre, molienti e rapide	0.045	0.050	0.060
molto irregolari e alghe molto fitte	0.075	0.100	0.150
<b>ALVEI DI MONTAGNA (SPONDE CON ALBERI E CESPUGLI)</b>			
sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	0.030	0.040	0.050
sul fondo: ciotoli e grandi massi	0.040	0.050	0.070
<b>GOLENE E PIANE INONDABILI</b>			
prato senza cespugli, erba bassa	0.025	0.030	0.035
prato senza cespugli, erba alta	0.030	0.035	0.050
campi incolti	0.020	0.030	0.040
coltivazioni a filari	0.025	0.035	0.045
colture di cereali in pieno sviluppo	0.030	0.040	0.050
aree con cespugli sparsi e erba alta	0.035	0.050	0.070
aree con cespugli bassi e alberi, in inverno	0.035	0.050	0.060
aree con cespugli bassi e alberi, in estate	0.040	0.060	0.080
cespugli fitti, in inverno	0.045	0.070	0.110
cespugli fitti, in estate	0.070	0.100	0.160

Figura 7: coefficienti di scabrezza di Manning da CHOW V. T. 1959, *Open Channel Hydraulics*

## 7. CONCLUSIONI

Nello studio su esposto e negli elaborati allegati, si è proceduto alla verifica di dettaglio dello stato di progetto valutando per ogni asta fluviale le aree di pericolosità definite come media.

Nello specifico per le singole interferenze si conclude quanto segue:

Interferenza 1

ELABORATO 5.4.1-PDG	<b>COMUNE di GRAVINA DI PUGLIA</b> PROVINCIA di BARI	Rev.: 03/23
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> <b>REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 19.081,92 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 15.400 kW, COLLEGATO AD UN PIANO AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI DELL'AREA</b>	Data: 30/08/2023
	<b>RELAZIONE IDRAULICA INTEGRATIVA</b>	

L'impianto agrivoltatico risulta intersecare in direzione NE un impluvio come rappresentato nella cartografie della valutazione preliminare del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), tale impluvio convoglia le proprie acque in destra idraulica del Torrente Pennacchia e risulta essere di natura effimera e stagionale.

Per tale interferenza dal confronto tra le aree di esondazione determinate e le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto è possibile notare come la realizzazione dell'opera comporti l'occupazione delle aree di pertinenza fluviale interferendo con l'alveo attivo, nello specifico tra le sezioni 4 e 6 e per un'area pari a circa 500 mq la realizzazione della strada di collegamento tra il parco agrivoltatico e la cabina primaria interessa aree definite a pericolosità media mentre per un'area di circa 5000 mq tra le sezioni 6 e 18 il parco agrivoltatico occupa tali aree.

#### Interferenza 2

In direzione Nord rispetto al parco agrivoltatico è presente un impluvio che corre parallelamente rispetto al parco stesso e allo stesso tempo interseca la cabina di connessione primaria, anche tale impluvio convoglia le proprie acque in destra idraulica del Torrente Pennacchia e risulta essere di natura effimera e stagionale. Per tale interferenza dal confronto tra le aree di esondazione determinate e le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto è possibile notare come la realizzazione dell'opera comporti l'occupazione delle aree di pertinenza fluviale interferendo con l'alveo attivo, nello specifico tra le sezioni 12 e 14 e per un'area pari a circa 600 mq la realizzazione della cabina primaria interessa aree a pericolosità media.

#### Interferenza 3

In direzione Sud il parco agrivoltatico interseca in un limitato tratto un impluvio che ha come recapito finale il Torrente Basentello e risulta essere di natura effimera e stagionale.

Per tale interferenza dal confronto tra le aree di esondazione determinate e le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto è possibile notare come la realizzazione dell'opera comporti l'occupazione delle aree di pertinenza fluviale interferendo con l'alveo attivo, nello specifico tra le sezioni 5 e 6 e per un'area pari a circa 280 mq la realizzazione del parco agrivoltatico interessa aree a pericolosità media.

In conclusione sulla base di quanto su esposto risulta necessario rimodulare il parco agrivoltatico e le opere connesse posizionandole all'esterno delle aree individuate come a pericolosità media.

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE**  
**FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE DELLA**  
**POTENZA DI PICCO PARI**  
**A 19.093,36 kW E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A**  
**15.400,00 kW, COLLEGATO AD UN PIANO**  
**AGRONOMICO PER L'UTILIZZO A SCOPI AGRICOLI**  
**DELL'AREA**

**RELAZIONE DI COMPATIBILITA'**  
**IDROLOGICA E IDRAULICA – Allegato A**

# INDICE

1	INTERFERENZA 1 .....	3
1.1	Dati tabellari .....	3
1.2	Sezioni.....	4
2	INTERFERENZA 2 .....	14
2.1	Dati tabellari .....	14
2.2	SEZIONI .....	15
3	INTERFERENZA 3 .....	22
3.1	Dati tabellari .....	22
3.2	Sezioni.....	23

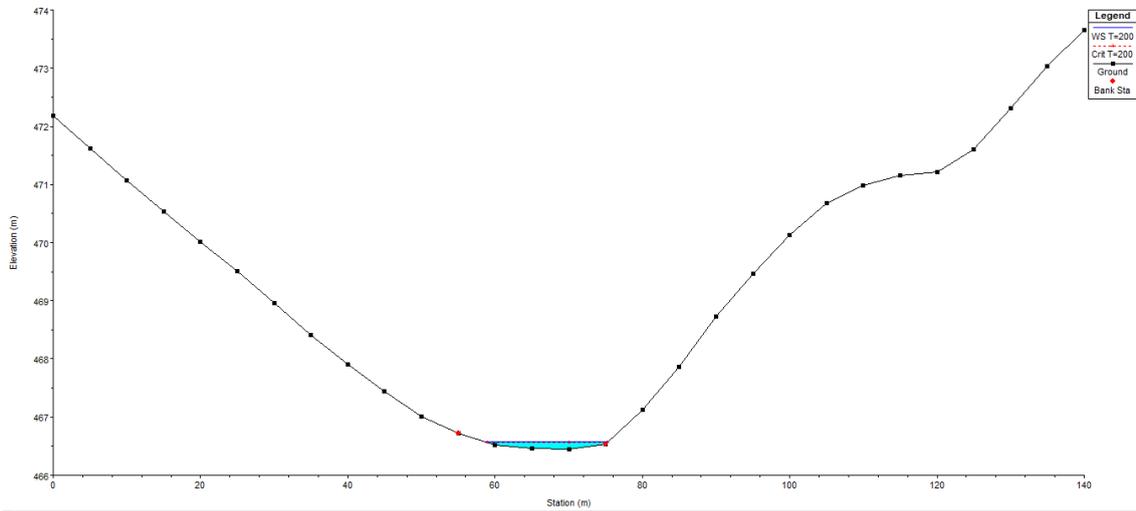
# 1 INTERFERENZA 1

## 1.1 DATI TABELLARI

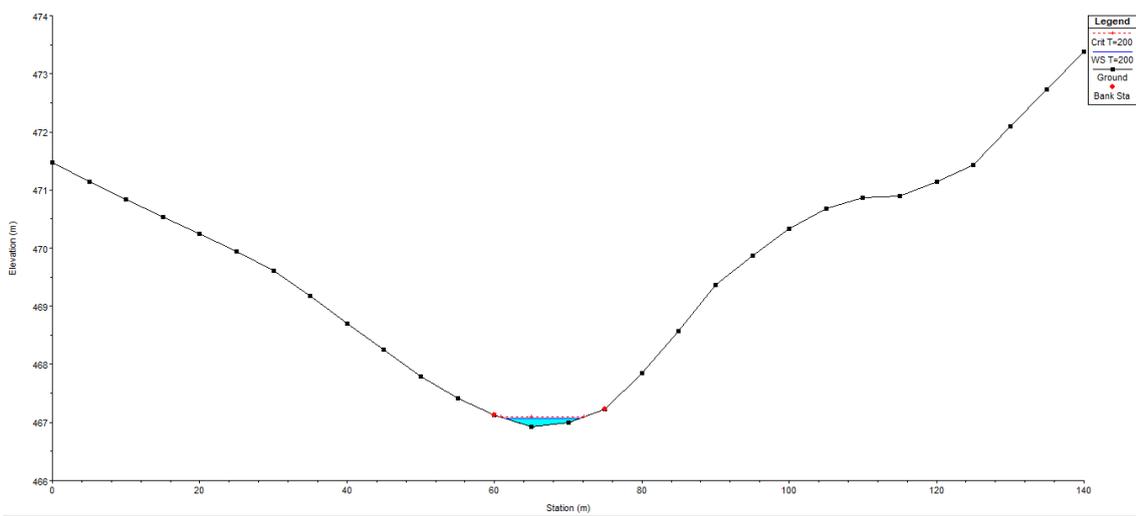
River Sta	Profile	Q Total [m3/s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m2]	Top Width [m]	Froude # Chl
1	T=200	1.14	466.45	466.58	466.56	466.61	0.015013	0.76	1.51	16.77	0.80
2	T=200	1.14	466.92	467.07	467.09	467.15	0.048263	1.30	0.88	10.15	1.41
3	T=200	1.14	469.39	469.46	469.49	469.56	0.157988	1.44	0.79	19.26	2.26
4	T=200	1.14	470.95	471.08	471.08	471.12	0.025381	0.90	1.26	15.57	1.01
5	T=200	1.14	472.08	472.15	472.19	472.29	0.205395	1.64	0.69	16.80	2.58
6	T=200	1.14	473.76	473.85	473.85	473.88	0.023485	0.76	1.60	29.42	0.94
7	T=200	1.14	474.52	474.59	474.60	474.64	0.050759	0.97	1.18	23.27	1.34
8	T=200	1.14	475.53	475.63	475.63	475.67	0.024534	0.82	1.41	20.97	0.98
9	T=200	1.14	476.06	476.19	476.18	476.22	0.014202	0.74	1.53	16.36	0.78
10	T=200	1.14	476.99	477.12	477.13	477.18	0.036082	1.10	1.03	12.34	1.22
11	T=200	1.14	477.84	478.00	478.00	478.05	0.023788	0.98	1.16	12.11	1.01
12	T=200	1.14	478.76	478.89	478.92	478.99	0.063565	1.44	0.79	9.72	1.61
13	T=200	1.14	479.87	480.03	480.03	480.08	0.023149	0.97	1.18	12.32	1.00
14	T=200	1.14	481.03	481.18	481.22	481.31	0.094337	1.61	0.71	9.86	1.92
15	T=200	1.14	482.56	482.72	482.73	482.78	0.029651	1.06	1.08	11.79	1.12
16	T=200	1.14	483.83	483.94	483.97	484.04	0.063471	1.39	0.82	10.49	1.59
17	T=200	1.14	485.60	485.69	485.71	485.75	0.051330	1.10	1.04	16.17	1.39
18	T=200	1.14	487.12	487.22	487.23	487.27	0.050015	1.03	1.11	18.66	1.35

## 1.2 SEZIONI

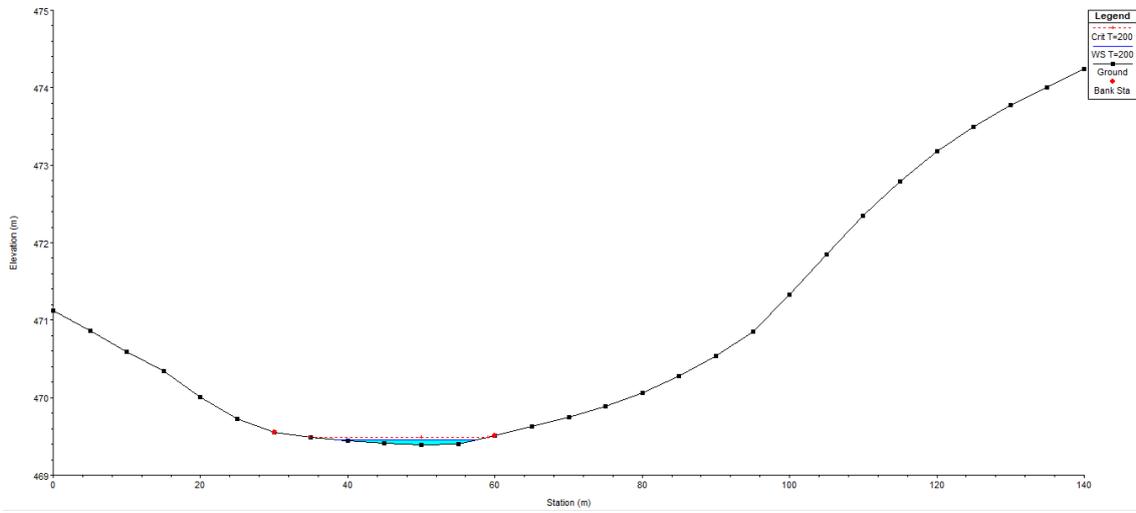
### Sezione 1



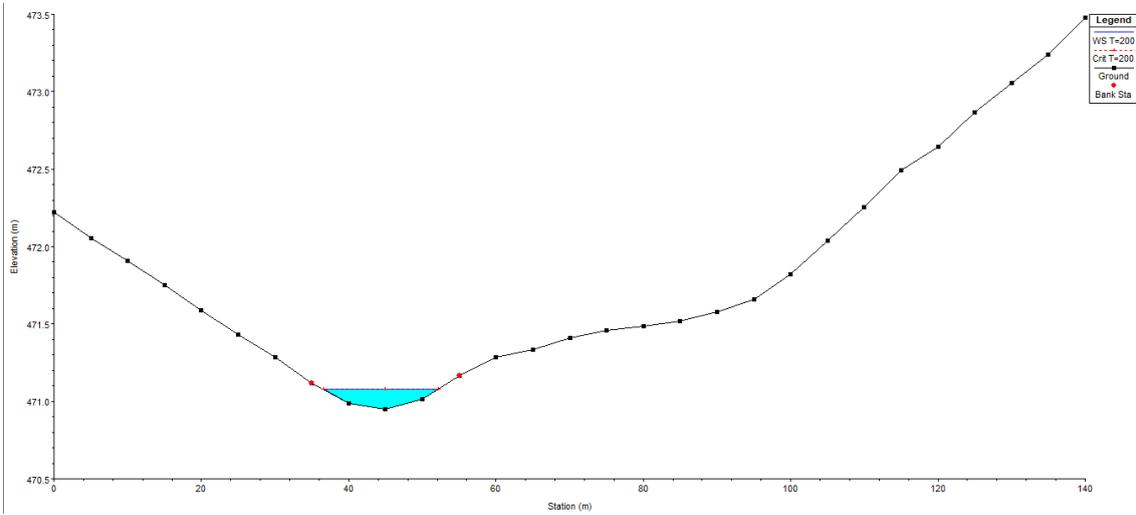
### Sezione 2



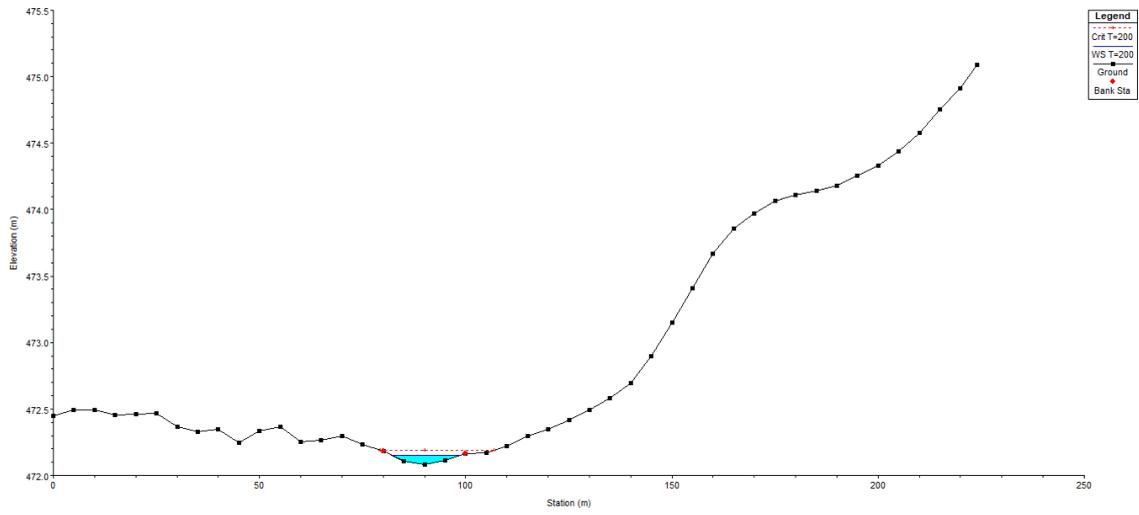
### Sezione 3



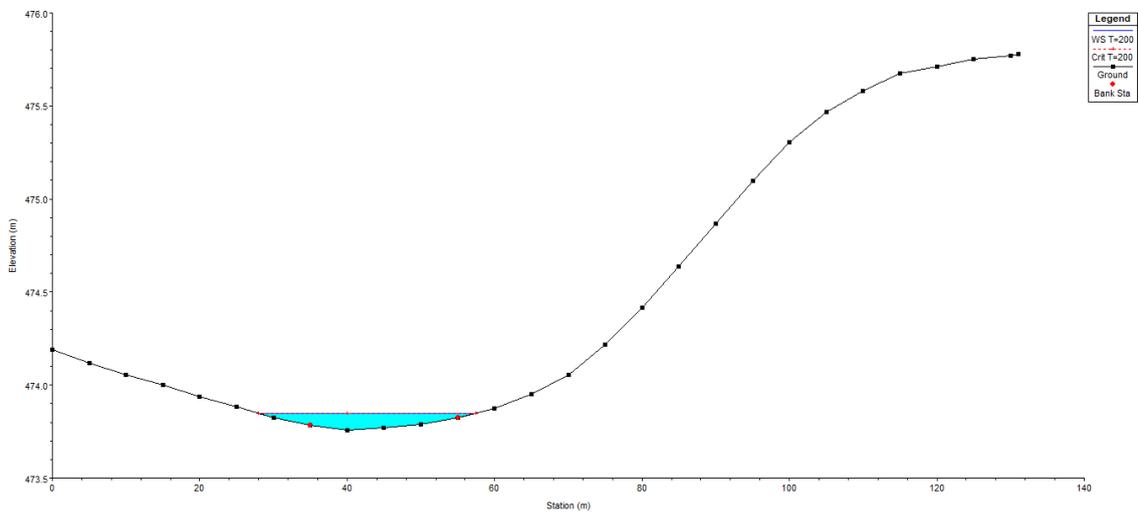
### Sezione 4



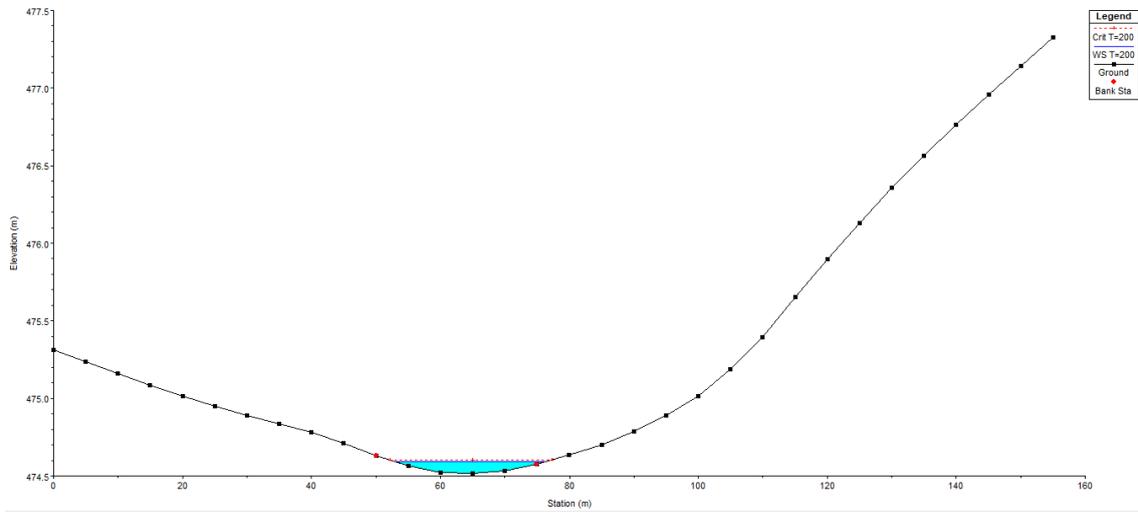
## Sezione 5



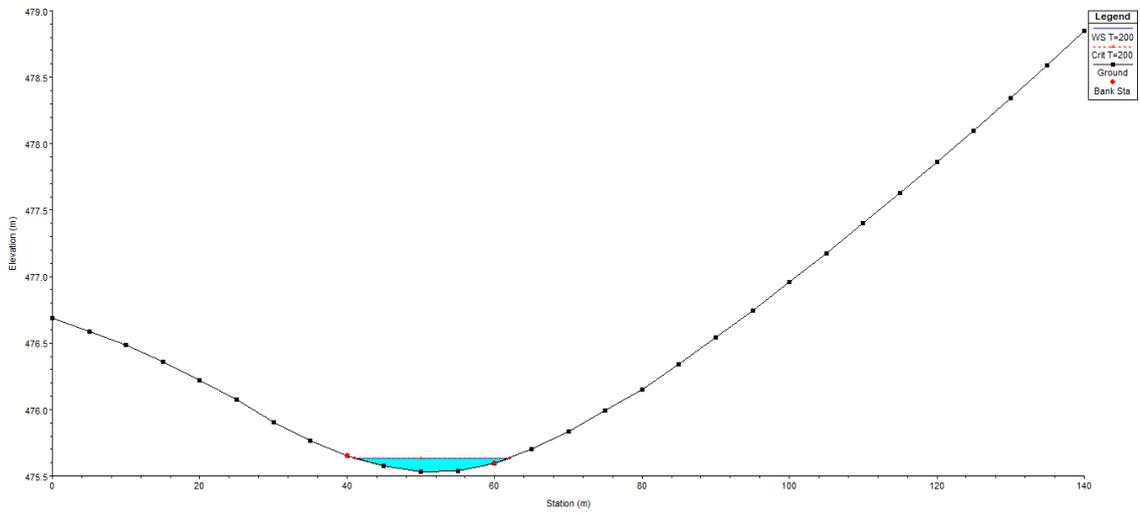
## Sezione 6



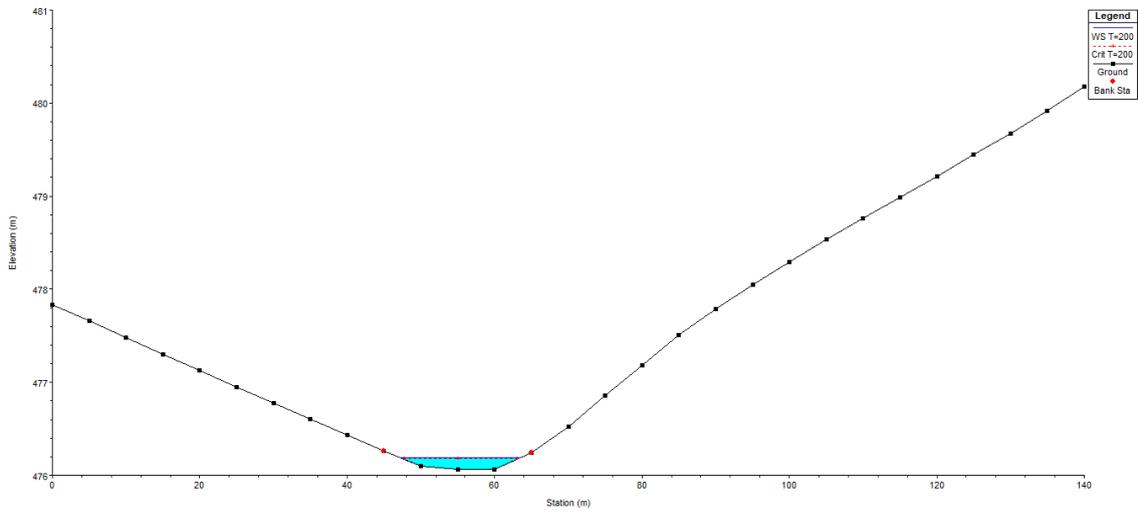
## Sezione 7



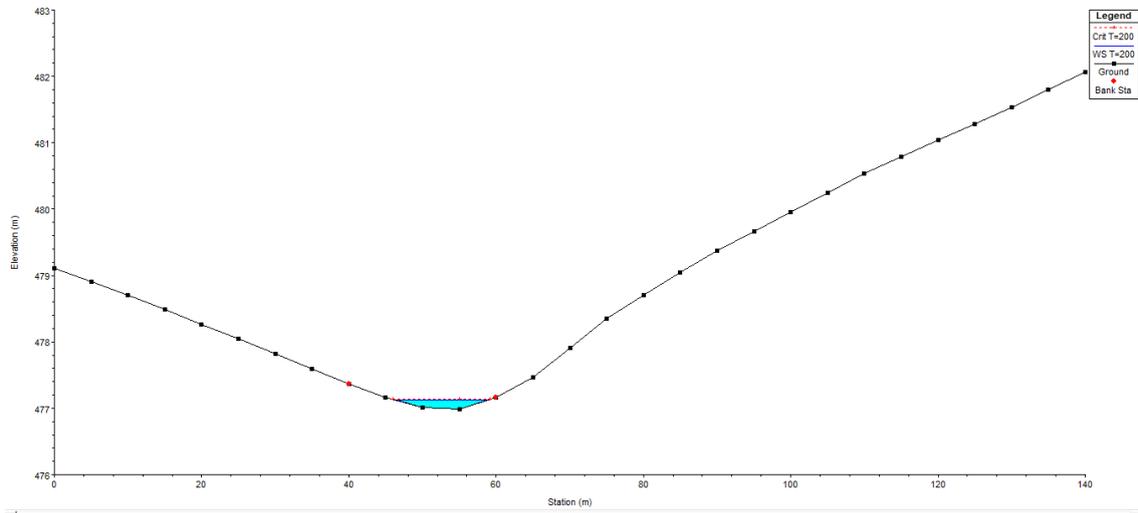
## Sezione 8



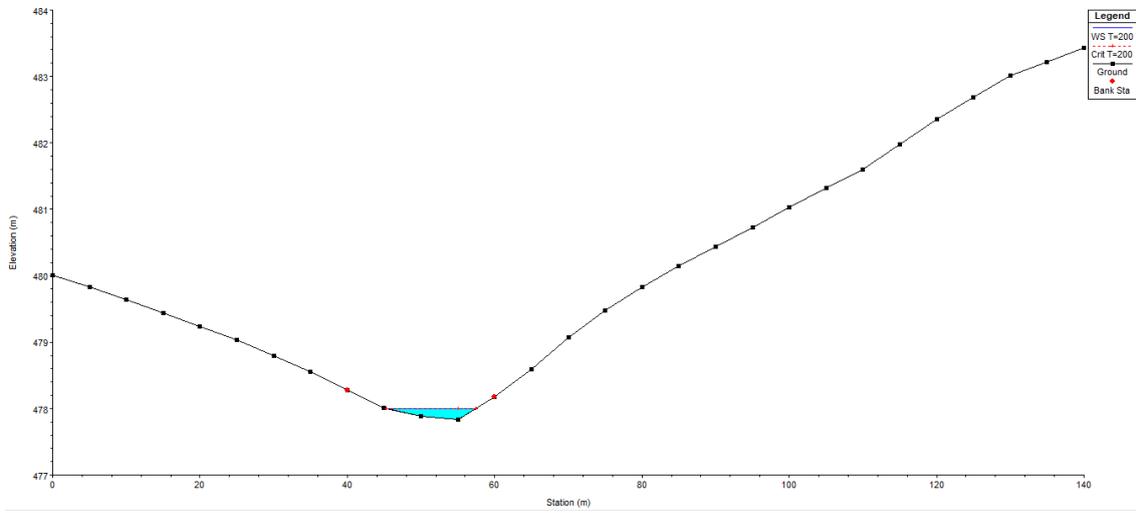
## Sezione 9



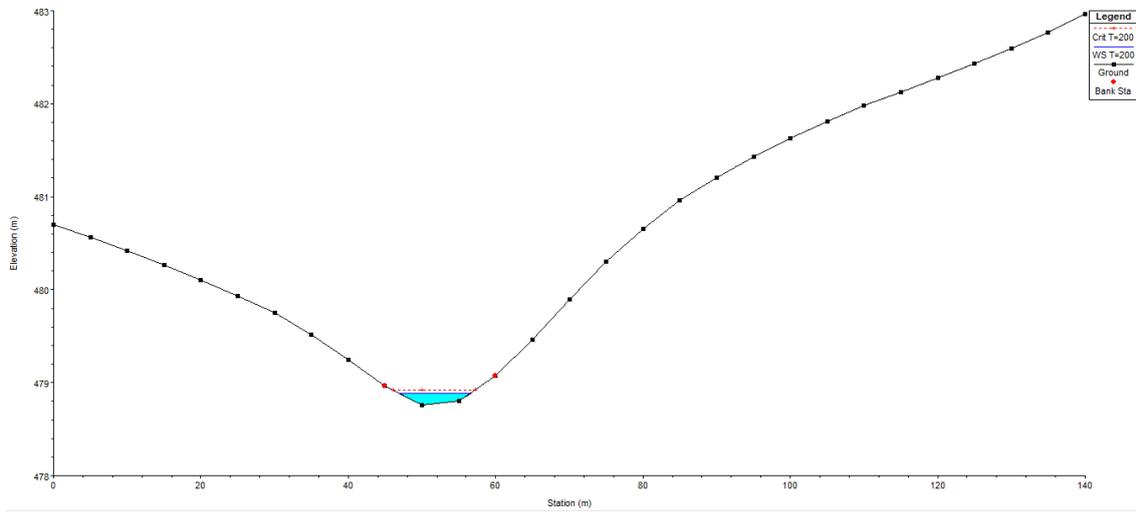
## Sezione 10



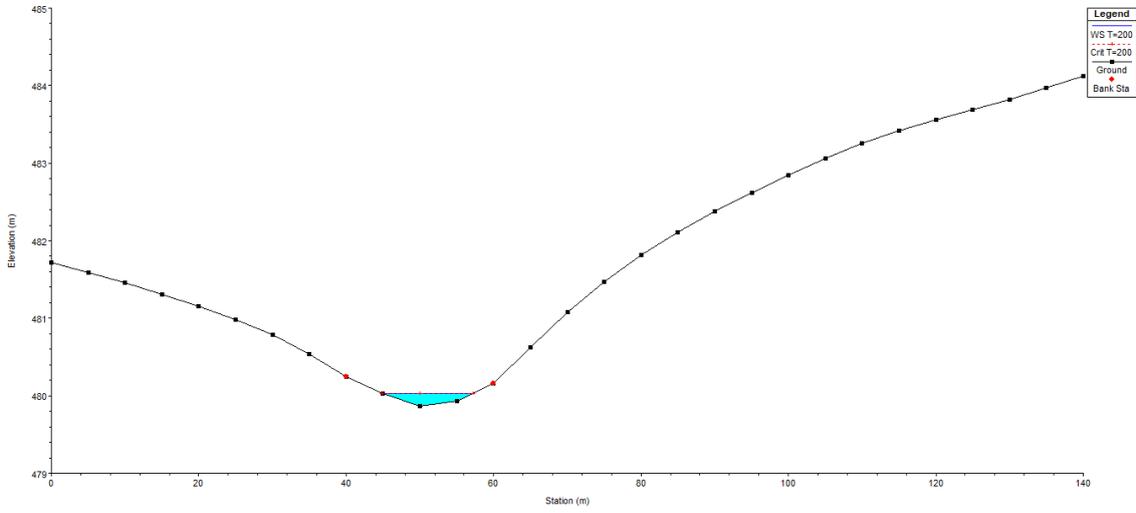
## Sezione 11



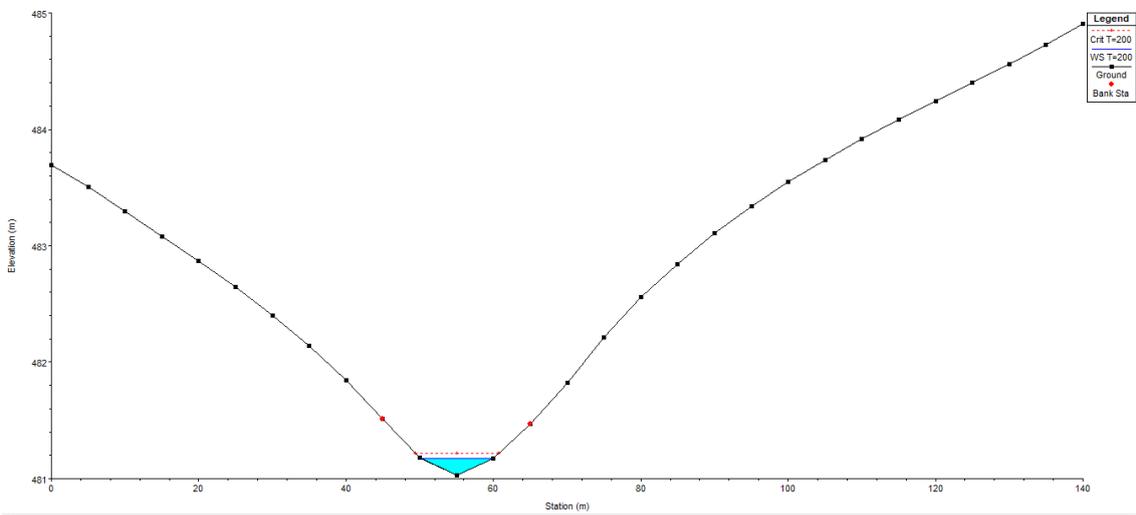
## Sezione 12



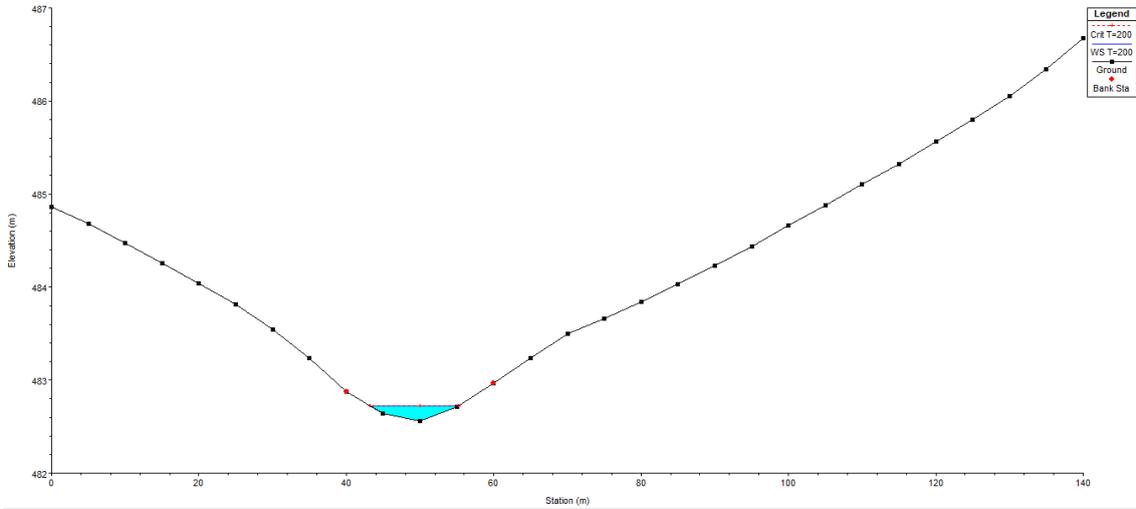
## Sezione 13



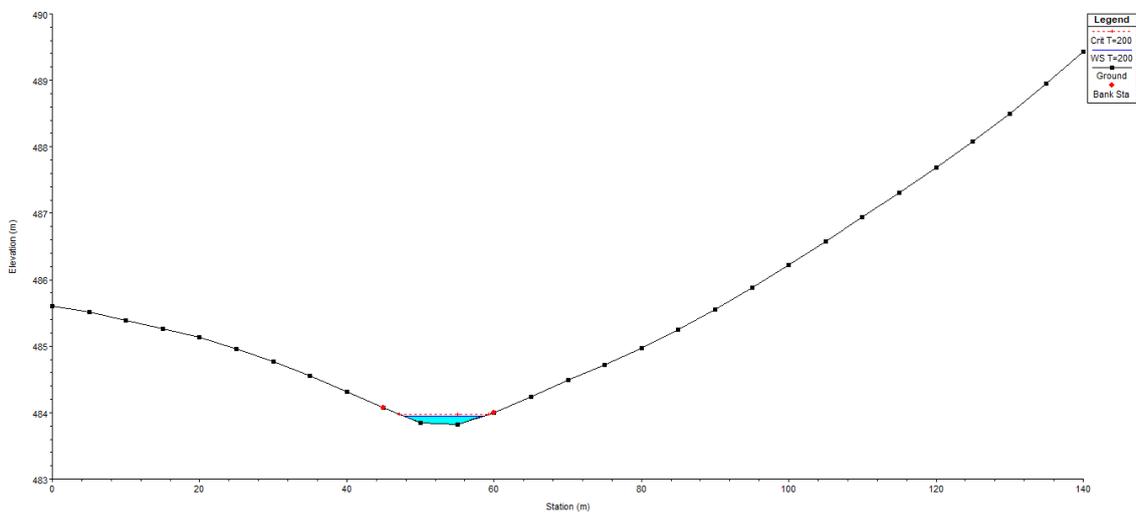
## Sezione 14



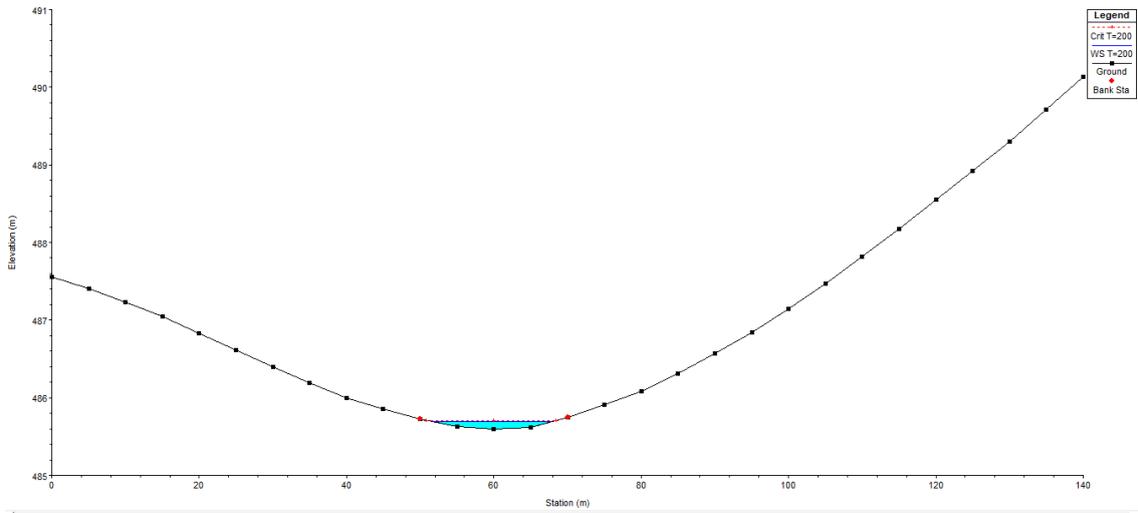
## Sezione 15



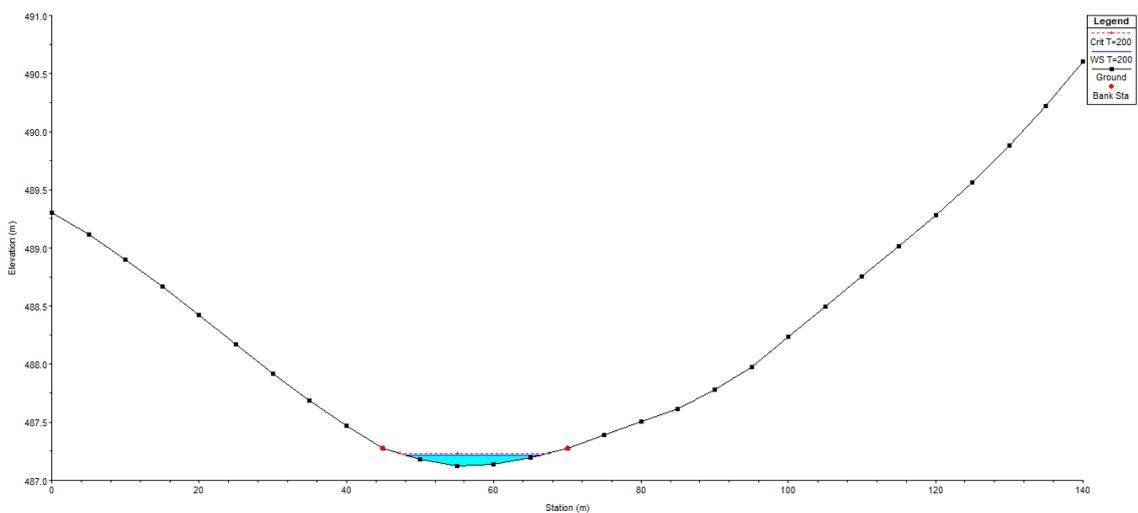
## Sezione 16



## Sezione 17



## Sezione 18





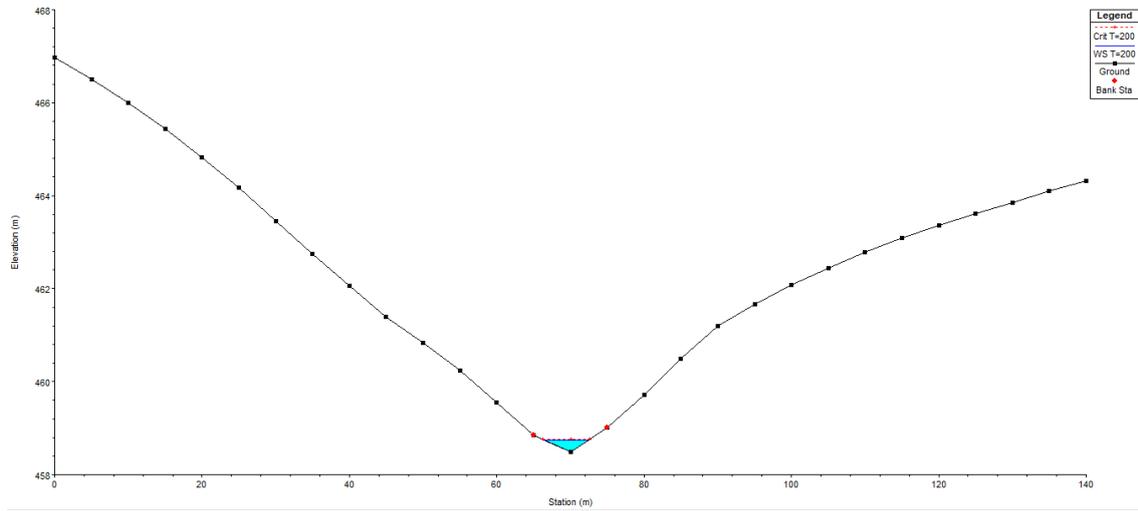
## 2 INTERFERENZA 2

### 2.1 DATI TABELLARI

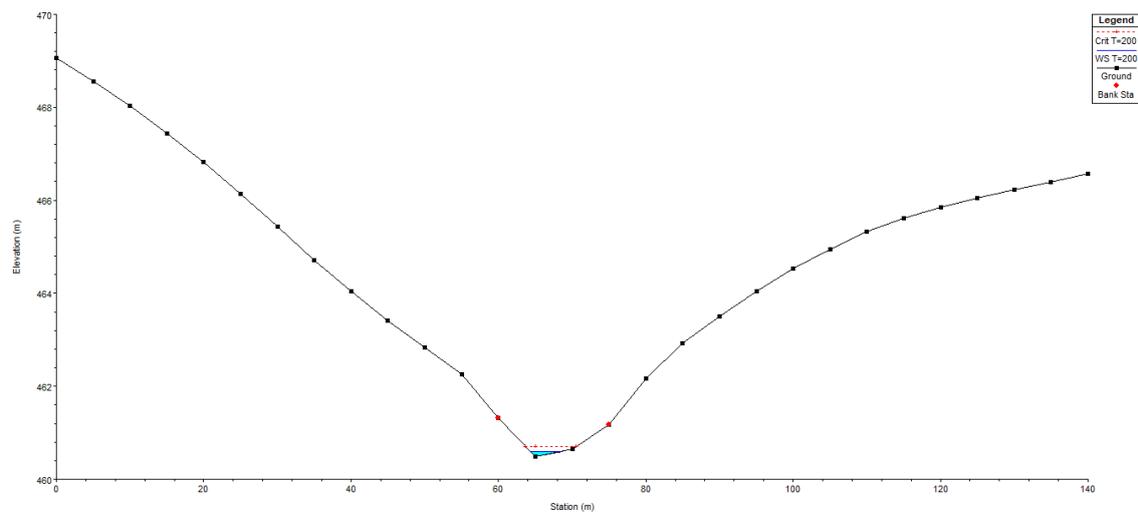
River Sta	Profile	Q Total [m3/s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m2]	Top Width [m]	Froude # Chl
1	T=200	0.98	458.49	458.75	458.76	458.83	0.027823	1.28	0.77	6.03	1.14
2	T=200	0.98	460.48	460.60	460.70	461.32	0.660797	3.76	0.26	4.37	4.91
3	T=200	0.98	463.02	463.23	463.23	463.29	0.022281	1.10	0.89	7.40	1.01
4	T=200	0.98	464.33	464.45	464.55	465.04	0.498614	3.38	0.29	4.62	4.30
5	T=200	0.98	466.78	466.93	466.93	466.98	0.023392	1.00	0.98	9.88	1.01
6	T=200	0.98	467.06	467.29		467.31	0.006316	0.71	1.38	8.62	0.57
7	T=200	0.98	466.79	467.33		467.33	0.000183	0.20	4.95	14.73	0.11
8	T=200	0.98	466.92	467.34	467.13	467.34	0.000603	0.29	3.35	13.53	0.19
9	T=200	0.98	469.04	469.15	469.22	469.47	0.341219	2.51	0.39	7.30	3.47
10	T=200	0.98	471.32	471.41	471.41	471.44	0.026394	0.77	1.30	22.73	0.99
11	T=200	0.98	471.71	471.82		471.84	0.007849	0.53	1.92	25.69	0.57
12	T=200	0.98	472.06	472.16	472.15	472.18	0.018208	0.70	1.42	21.82	0.84
13	T=200	0.98	472.52	472.61	472.60	472.63	0.012560	0.61	1.73	28.73	0.71
14	T=200	0.98	472.85	472.93	472.91	472.94	0.008732	0.45	2.22	38.75	0.57

## 2.2 SEZIONI

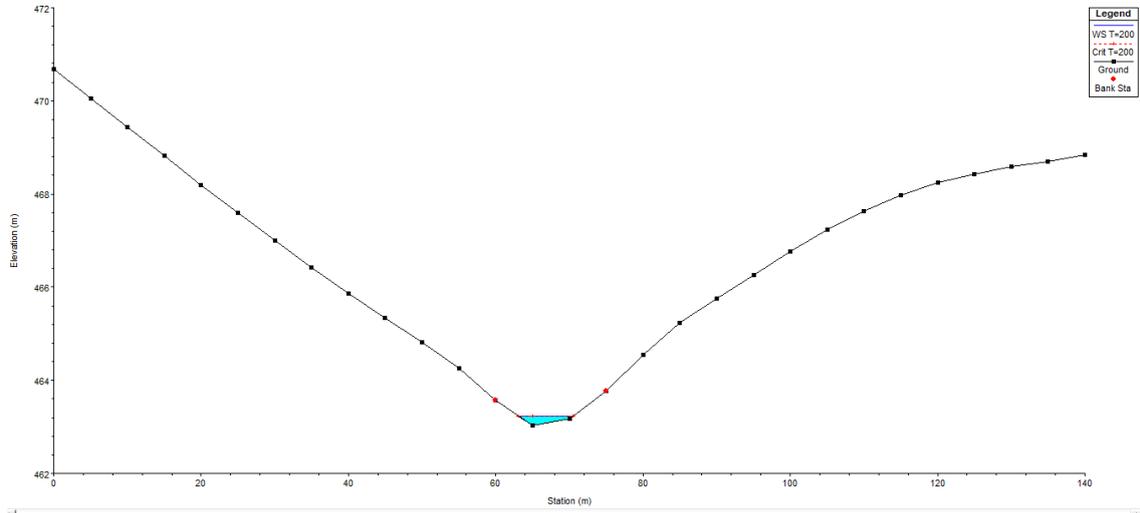
### Sezione 1



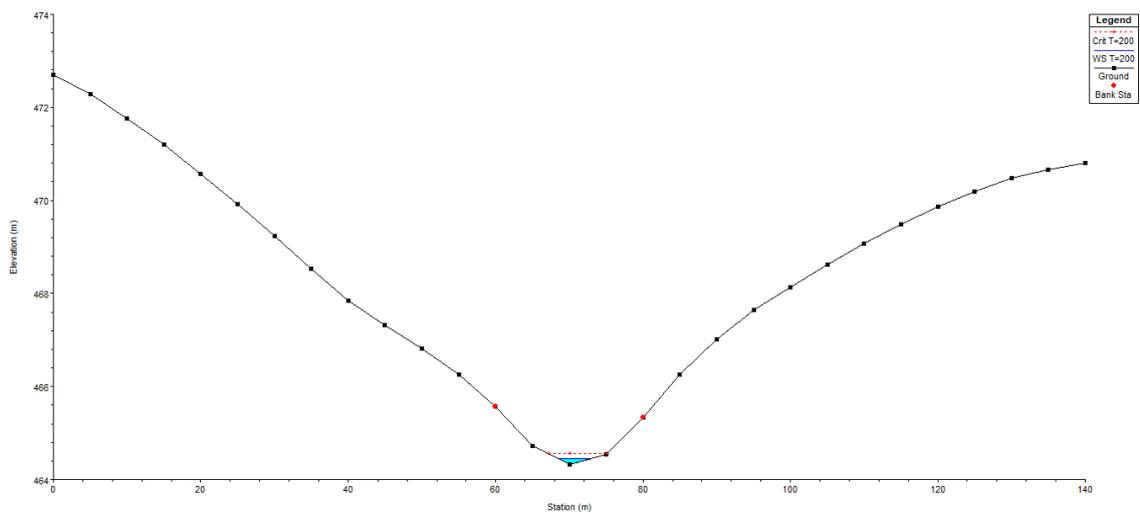
### Sezione 2



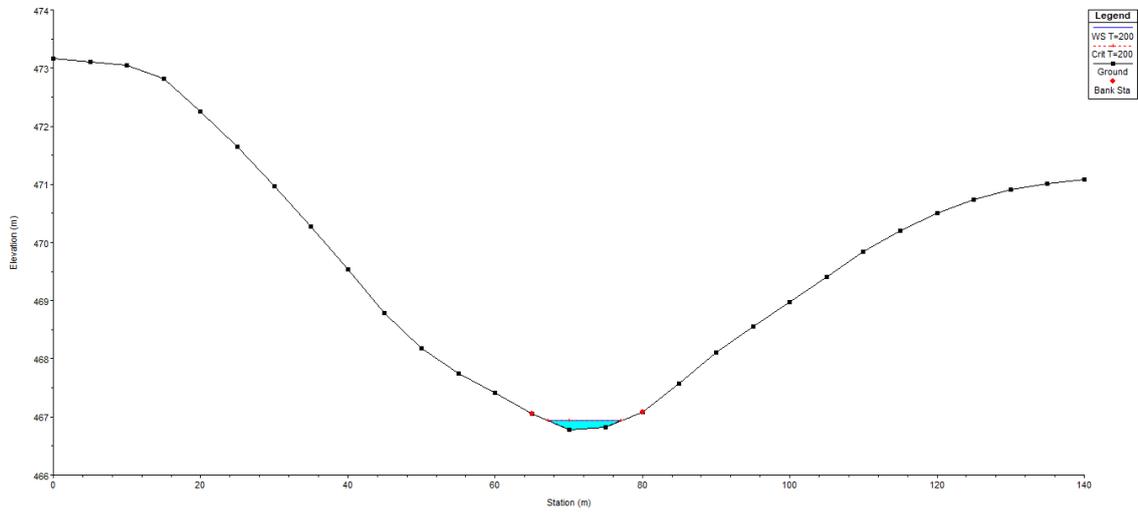
### Sezione 3



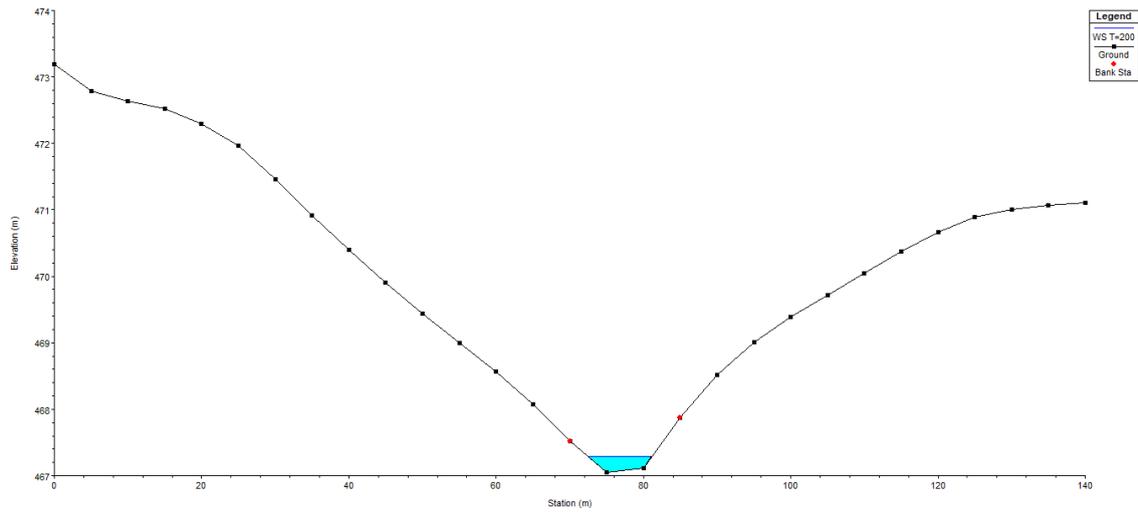
### Sezione 4



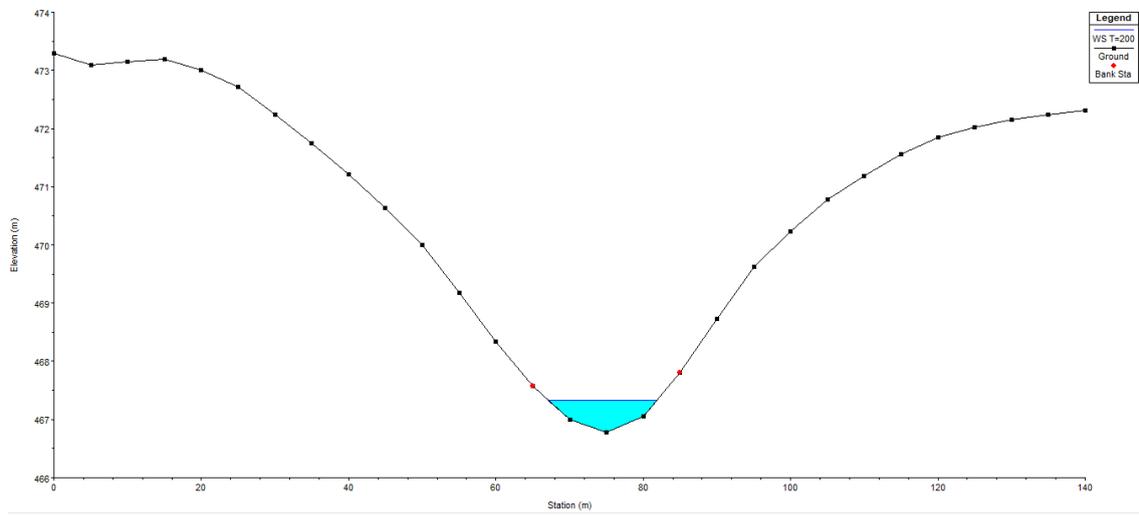
## Sezione 5



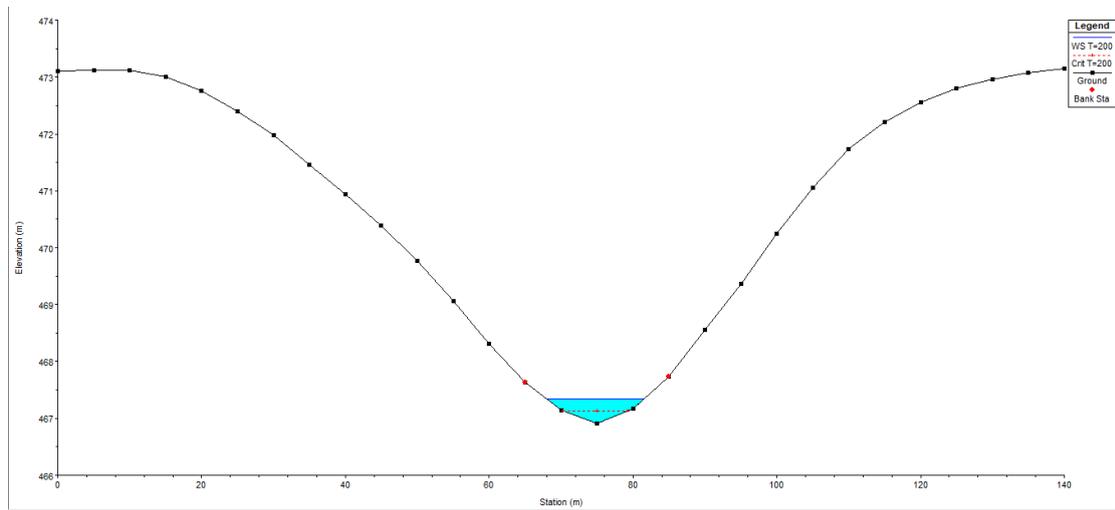
## Sezione 6



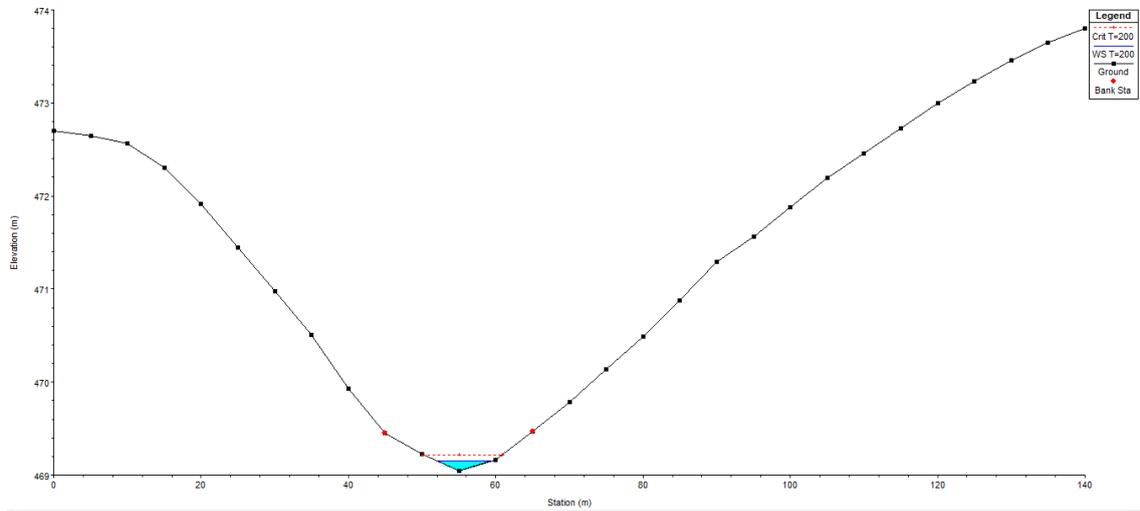
## Sezione 7



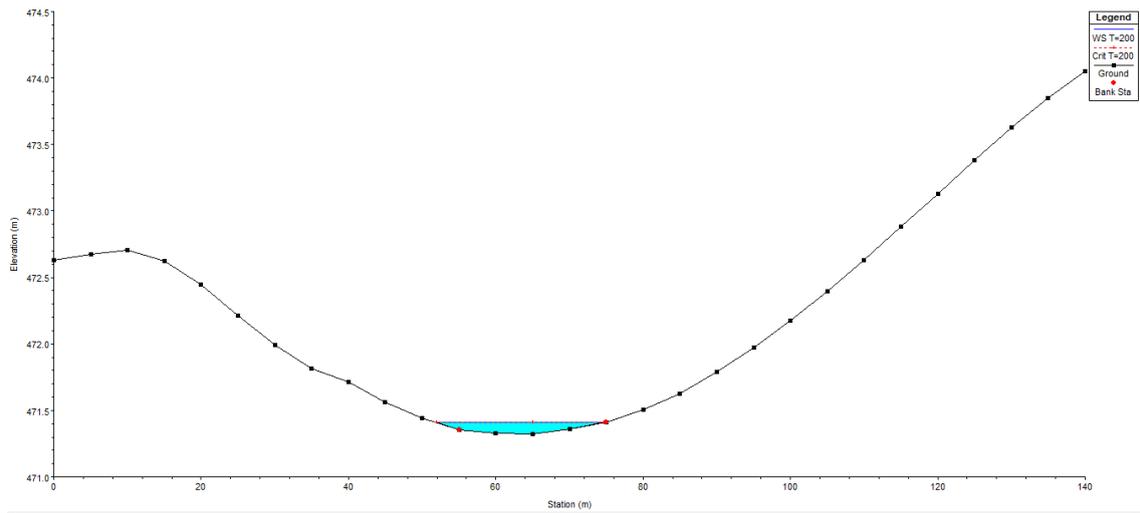
## Sezione 8



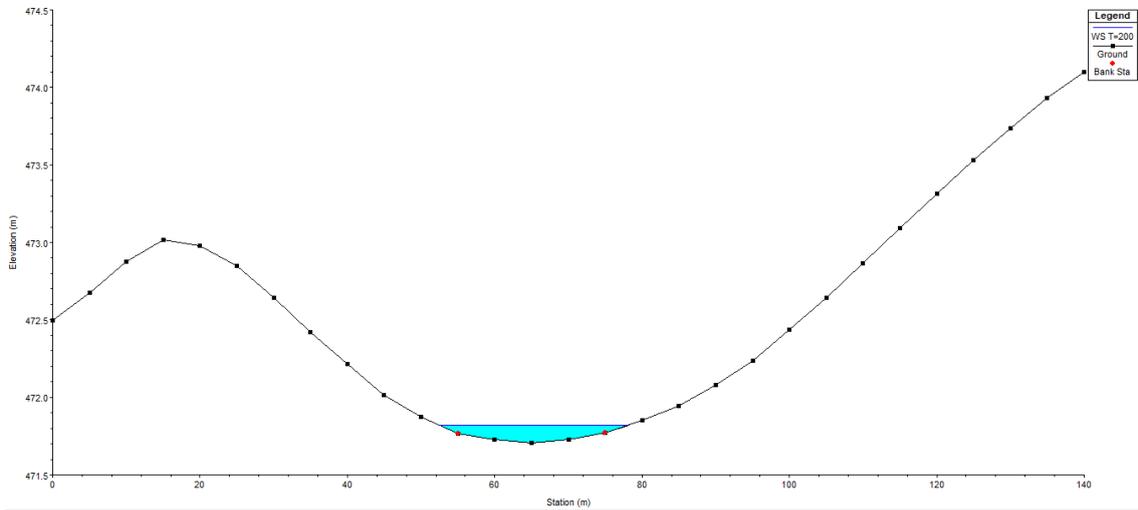
## Sezione 9



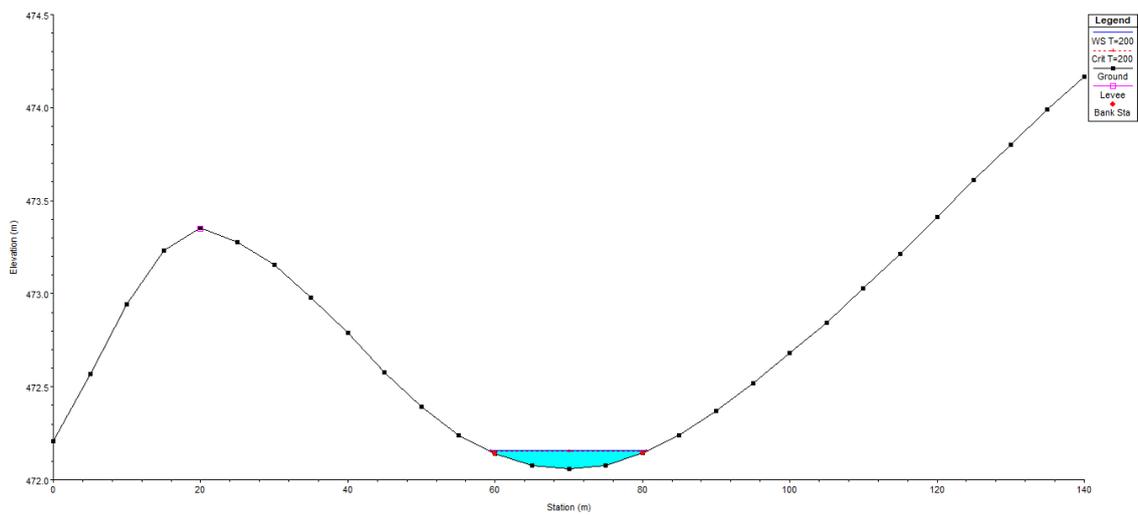
## Sezione 10



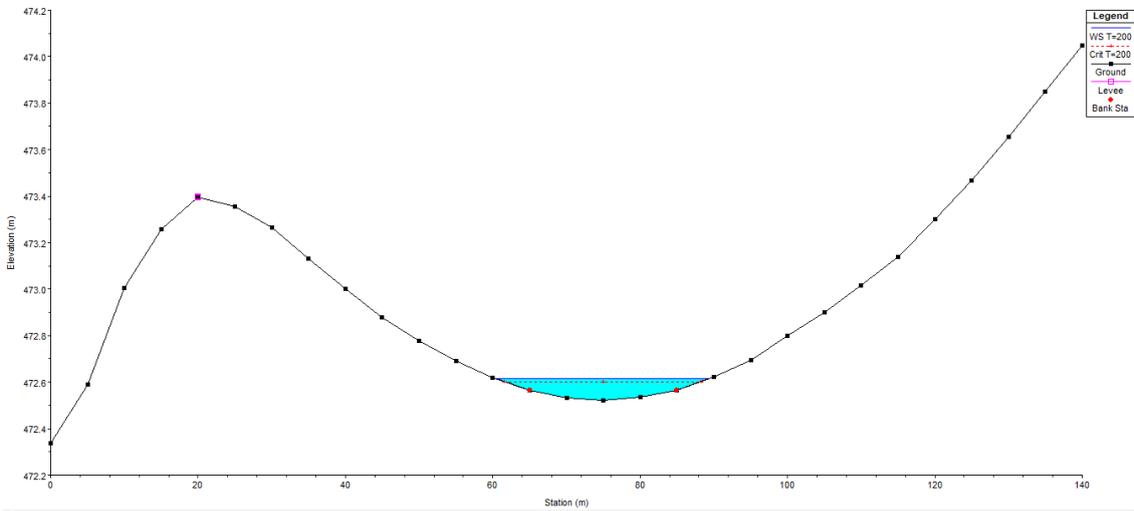
## Sezione 11



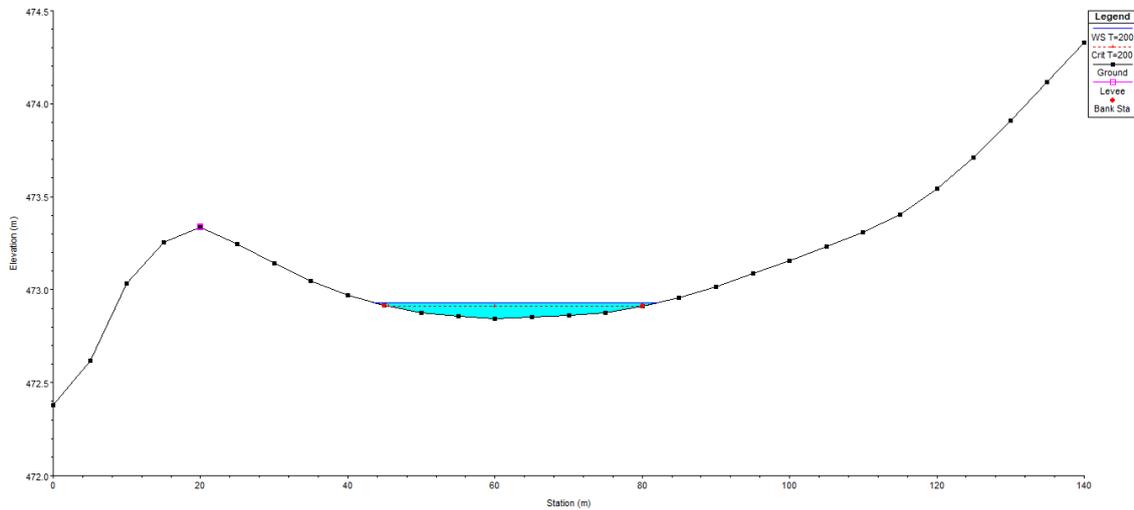
## Sezione 12



## Sezione 13



## Sezione 14



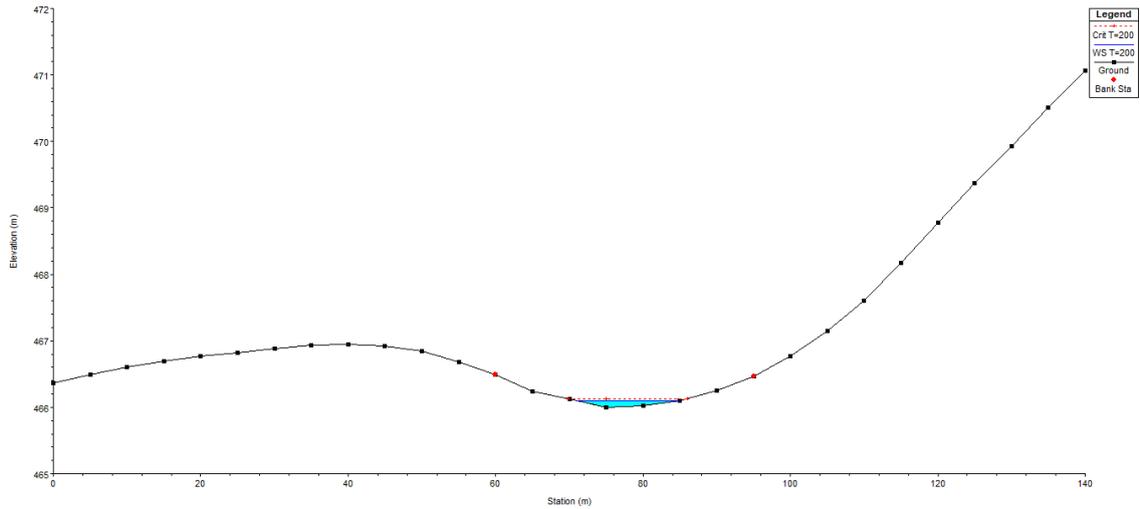
### 3 INTERFERENZA 3

#### 3.1 DATI TABELLARI

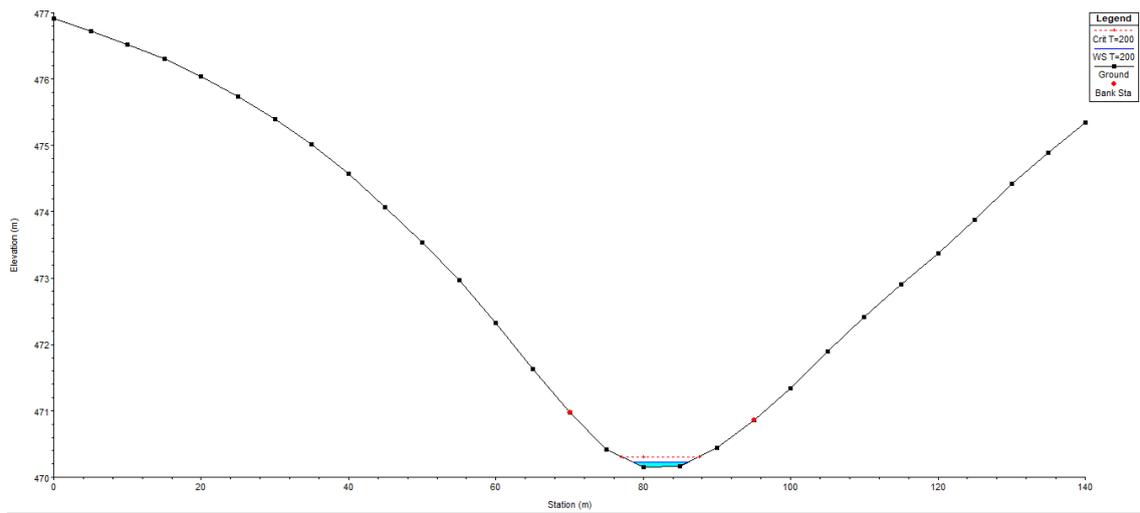
River Sta	Profile	Q Total [m3/s]	Min Ch El [m]	W.S. Elev [m]	Crit W.S. [m]	E.G. Elev [m]	E.G. Slope [m]	Vel Chnl [m/s]	Flow Area [m2]	Top Width [m]	Froude # Chl
1	T=200	1.15	465.99	466.10	466.13	466.19	0.085256	1.37	0.84	13.87	1.77
2	T=200	1.15	470.16	470.23	470.31	470.55	0.287759	2.48	0.46	7.74	3.24
3	T=200	1.15	474.92	475.07	475.11	475.22	0.096760	1.71	0.67	8.66	1.96
4	T=200	1.15	479.72	479.82	479.90	480.17	0.330918	2.60	0.44	7.67	3.46
5	T=200	1.15	486.88	487.00	487.05	487.20	0.174137	1.99	0.58	9.27	2.54
6	T=200	1.15	492.38	492.44	492.47	492.53	0.180110	1.31	0.88	26.93	2.32

### 3.2 SEZIONI

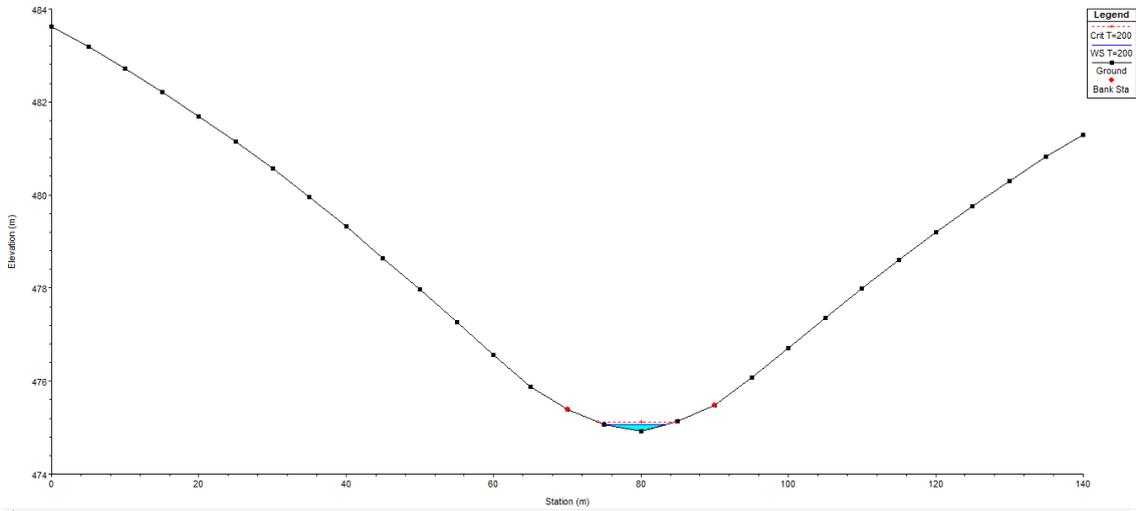
#### Sezione 1



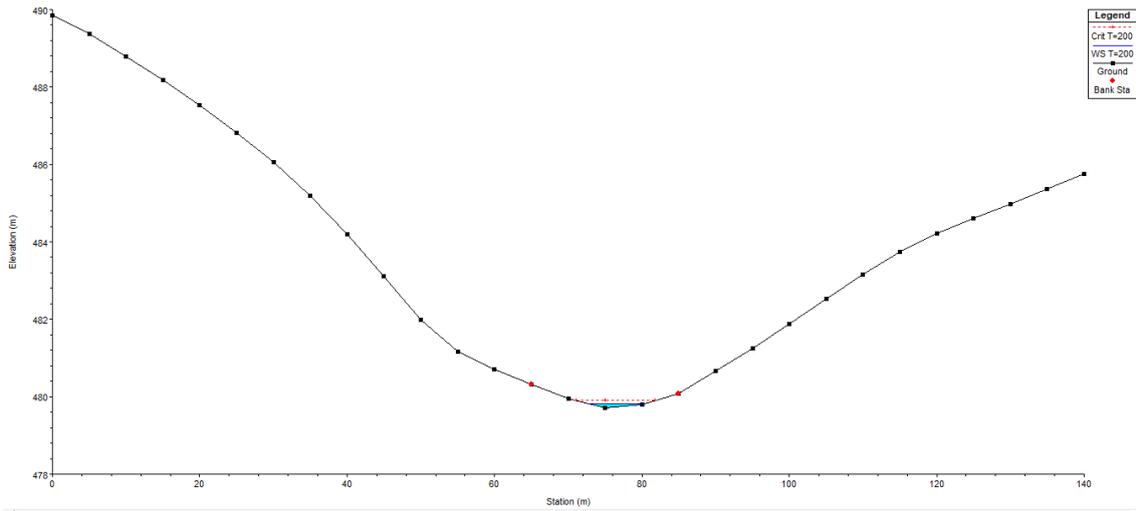
#### Sezione 2



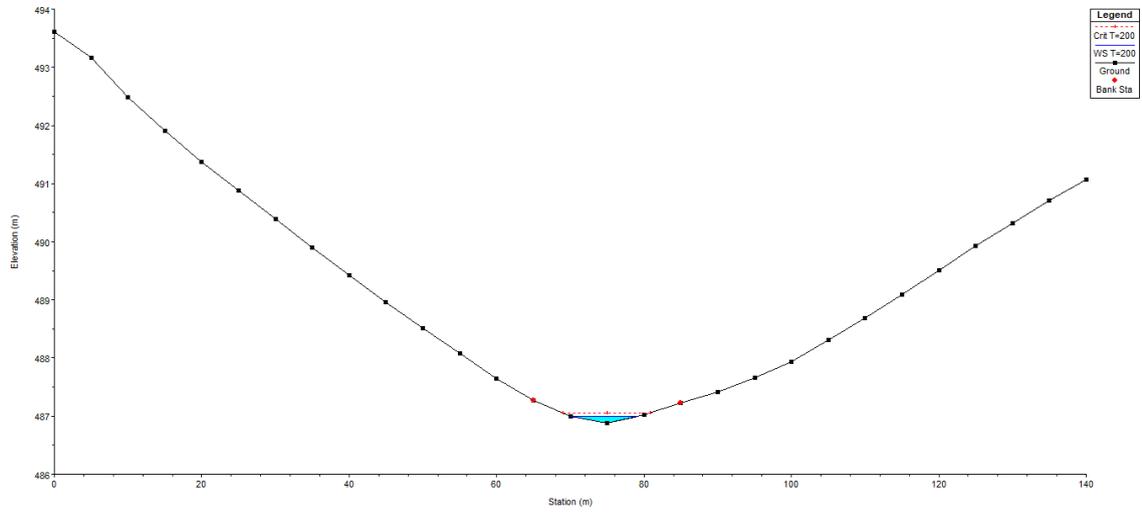
### Sezione 3



### Sezione 4



## Sezione 5



## Sezione 6

