

REGIONE BASILICATA  
PROVINCIA DI MATERA  
COMUNE DI GROTTOLE



# PROGETTO DEFINITIVO

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VALBASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

Titolo elaborato

## A.3. Relazione idrologica e idraulica

Codice elaborato

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0441	A	R05	A

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Scala

—
---

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Aprile 2022	Prima emissione	MNA	CGU	GZU

Proponente

### BLUSOLAR GROTTOLE 1 s.r.l.

Via Caravaggio 125,  
65125 Pescara (PE)

Progettazione



### F4 Ingegneria srl

Via Di Giura - Centro Direzionale, 85100 Potenza  
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452  
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico  
(ing. Giovanni DI SANTO)



Società certificata secondo la norma UNI-EN ISO 9001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).





## Sommario

<b>Premessa</b>	<b>2</b>
<b>1 Analisi idrologica dello stato di fatto</b>	<b>4</b>
1.1 Bacini idrografici	4
1.2 Portate al colmo di piena in base al metodo VAPI applicato all'idrometria	5
1.2.1 Piena indice	6
1.2.2 Portate al colmo di piena	7
<b>2 Analisi idraulica dello stato di fatto</b>	<b>8</b>
2.1 Geometria del modello idrodinamico	9
2.2 Portate di piena	10
2.3 Condizioni al contorno	10
2.4 Parametri di scabrezza	11
2.5 Risultati delle simulazioni nella configurazione pre intervento	11
<b>3 Analisi idraulica semplificata</b>	<b>21</b>
<b>4 Interventi in progetto</b>	<b>25</b>
<b>5 Analisi idraulica dello stato di progetto</b>	<b>28</b>
5.1 Geometria del modello idrodinamico	29
5.2 Portate di piena	30
5.3 Condizioni al contorno	30
5.4 Parametri di scabrezza	30
5.5 Risultati delle simulazioni nella configurazione post intervento	30
<b>6 Conclusioni</b>	<b>40</b>
<b>Allegato A: Sezioni trasversali</b>	<b>42</b>



## Premessa

La presente relazione accompagna il progetto di realizzazione di un impianto di produzione da energia da fonte fotovoltaica con potenza nominale di 19.830 MWp da realizzare nell'area SIN (Sito di Interesse Nazionale) VALBASENTO nel territorio comunale di Grottole (MT).

Per le finalità della presente analisi appare opportuno ricordare che il sito di interesse è attraversato da canali di bonifica mappati anche da IGM in scala 1:25.000, risulta però esterno rispetto alle aree perimetrate dall'attuale Piano Stralcio per la Difesa del Rischio Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex AdB Basilicata).

Il sito di realizzazione dell'impianto fotovoltaico ricade interamente all'interno del territorio comunale di Grottole (MT) e le coordinate sono le seguenti:

- Latitudine: 40.573972° N
- Longitudine: 16.403166° E
- Altitudine: circa 120 mslm.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica, tramite l'installazione a terra di pannelli fotovoltaici montati su strutture metalliche di supporto, denominate "tracker", in quanto in grado di variare l'angolazione in modo da "inseguire" la fonte solare durante il suo moto apparente sulla volta celeste per massimizzare l'efficienza dell'impianto.

I pannelli, che trasformano l'irraggiamento solare in corrente elettrica continua, saranno collegati in serie formando una "stringa" che, a sua volta, sarà collegata in parallelo con le altre per convogliare tutta l'energia prodotta verso gli inverter che la trasformano in corrente alternata. Da qui l'energia verrà trasferita mediante conduttori elettrici interrati alle cabine di campo che fungeranno anche da "cabine di trasformazione" in grado di incrementare il voltaggio fino alla media tensione (MT 20kV) prima della connessione alla cabina di consegna finale situata anche quest'ultima nel comune di Grottole.

Inoltre, saranno risagomati i canali esistenti e saranno rivestiti con biostuoie antiersive ancorate al terreno.

Per tali scopi, pertanto, nel presente studio è stata effettuata sia un'analisi idrologica volta alla determinazione delle portate al colmo di piena mediante il metodo VAPI Basilicata per tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni e due analisi idrauliche:

- una in moto permanente che grazie all'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*, è finalizzata alla valutazione delle modalità di deflusso degli eventi di piena al fine di stabilire i massimi valori del livello di pelo libero e, di conseguenza, di valutare le effettive estensioni delle aree a diversa pericolosità idraulica;
- un'analisi idraulica semplificata per la valutazione della profondità di escavazione della corrente in corrispondenza dell'interferenza con il cavidotto.

Come valore di riferimento per il franco di sicurezza è stato considerato quello prescritto dalla "Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) del 2001 che prevede:

- Il 50% dell'altezza utile se questa non supera i 40 cm;



### A.3. Relazione idrologica e idraulica

- 20 cm se l'altezza utile è compresa tra i 40 e i 100 cm;
- Il 20% dell'altezza utile se questa è superiore a 100 cm.

Nelle figure seguenti sono mostrate la planimetria dell'impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile e del suo cavidotto con la sua posizione in relazione al reticolo idrografico desunto dalla cartografia IGM in scala 1:25'000. Come è possibile osservare, l'impianto è solo lambito dalla vigente perimetrazione PAI.

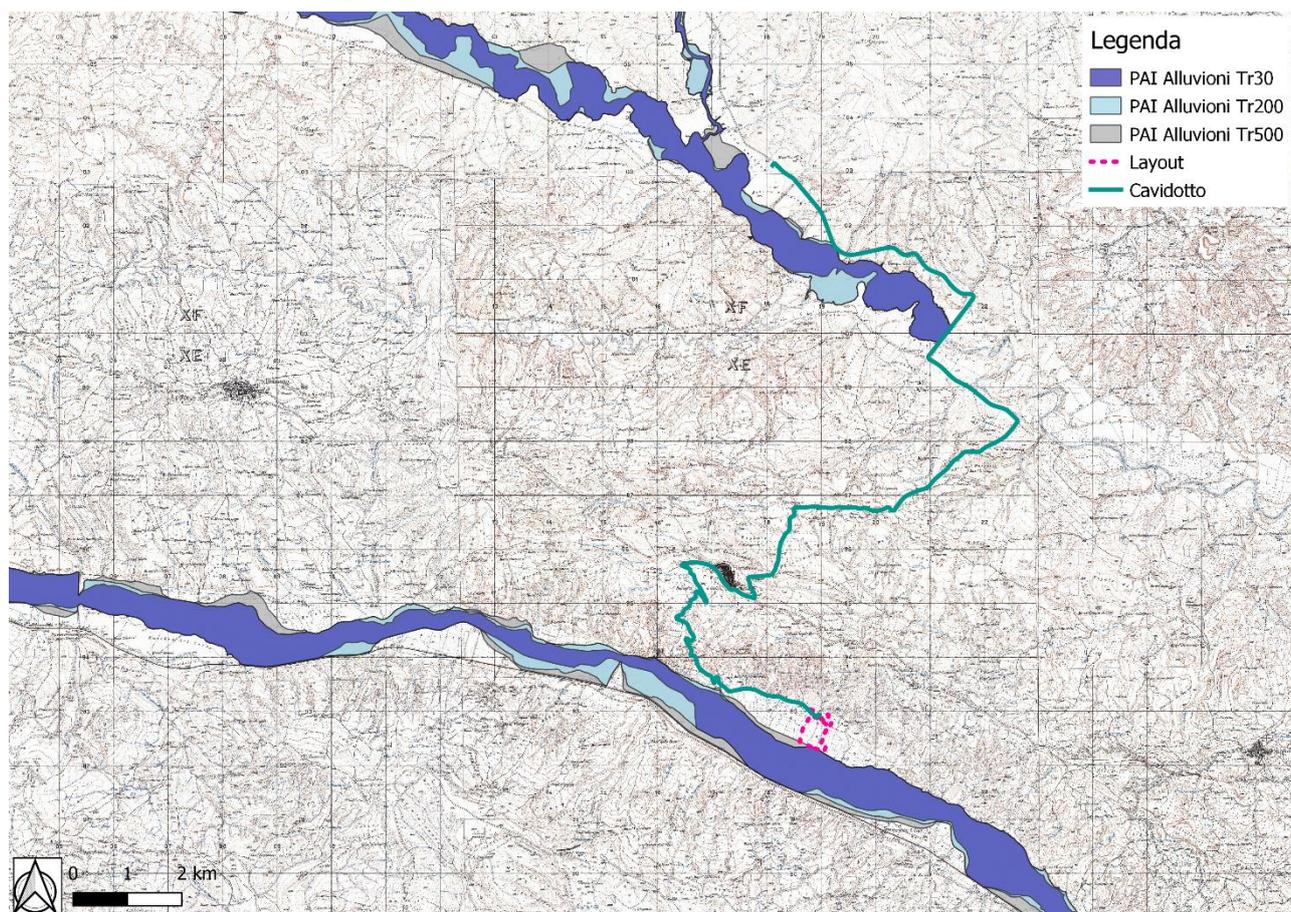


Figura 1: Planimetria dell'area di interesse su base IGM con individuazione delle aree PAI



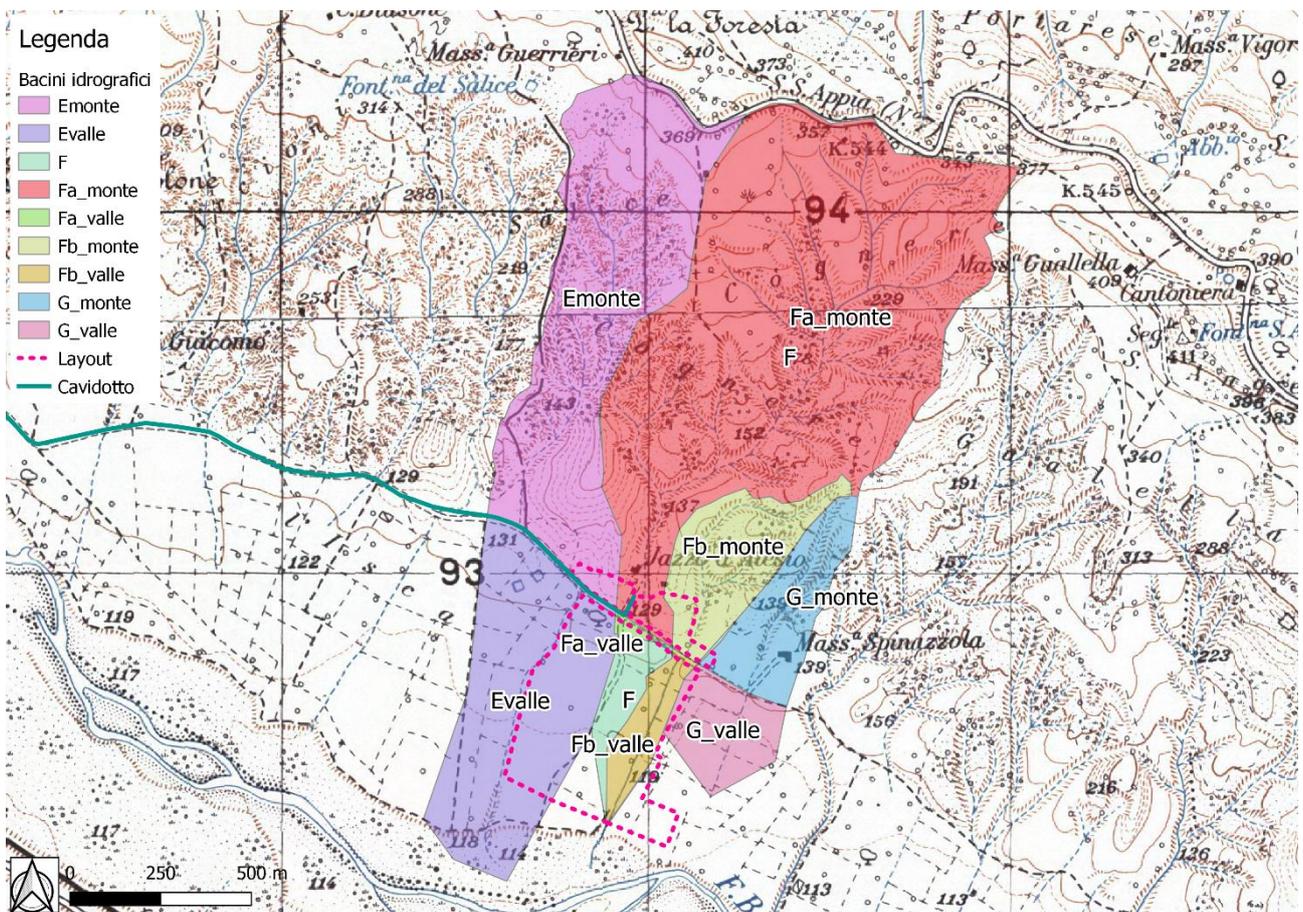
# 1 Analisi idrologica dello stato di fatto

Nella presente analisi idrogeologica sono state determinate le portate al colmo di piena mediante l'utilizzo del metodo VAPI Basilicata come illustrato all'interno della Relazione di Piano del PAI, redatto dall'Autorità di Bacino della Basilicata.

Per tali scopi, sono state individuate le caratteristiche dei bacini idrografici che, successivamente, sono state utilizzate per la definizione dei parametri per il calcolo delle portate al colmo di piena.

## 1.1 Bacini idrografici

Nella figura seguente è mostrato l'impluvio, con i relativi affluenti, in esame con il bacino idrografico sotteso alla sezione di chiusura. Le delimitazioni dei bacini idrografici sono state effettuate utilizzando sia la cartografia IGM in scala 1:25'000 che il Modello Digitale del Terreno (*Digital Terrain Model, DTM*) con dimensione di cella 5x5 m ottenuto dal geoportale cartografico della Regione Basilicata (RSDI). Al fine di effettuare una valutazione più cautelativa delle portate al colmo di piena provenienti di monte si considerano separatamente le portate di monte e quelle di valle.



**Figura 2: Corografia dei bacini idrografici afferenti alle aste fluviali limitrofe all'impianto in esame**



## 1.2 Portate al colmo di piena in base al metodo VAPI applicato all'idrometria

Ai fini del calcolo delle portate al colmo di piena è stato utilizzato il metodo VAPI Basilicata così come consigliato dalla Relazione di Piano del PAI (redatto dall'ex AdB Basilicata).

Nella figura seguente è mostrata una corografia della Basilicata con l'individuazione delle zone omogenee del metodo VAPI. Il sito di interesse, in particolare, è situato nella "zona omogenea B", in cui ricadono i bacini del Basso Basento al secondo livello di regionalizzazione.

Il metodo scelto prevede il calcolo del fattore di crescita “ $K_T$ ” che varia in funzione del tempo di ritorno, con la seguente espressione:

$$K_T = a + b \times \ln(T)$$

Di conseguenza l'equazione precedente assume la seguente espressione per l'area di interesse:

$$SZO B K_T = - 0.2354 + 0.7827 \ln (T)$$

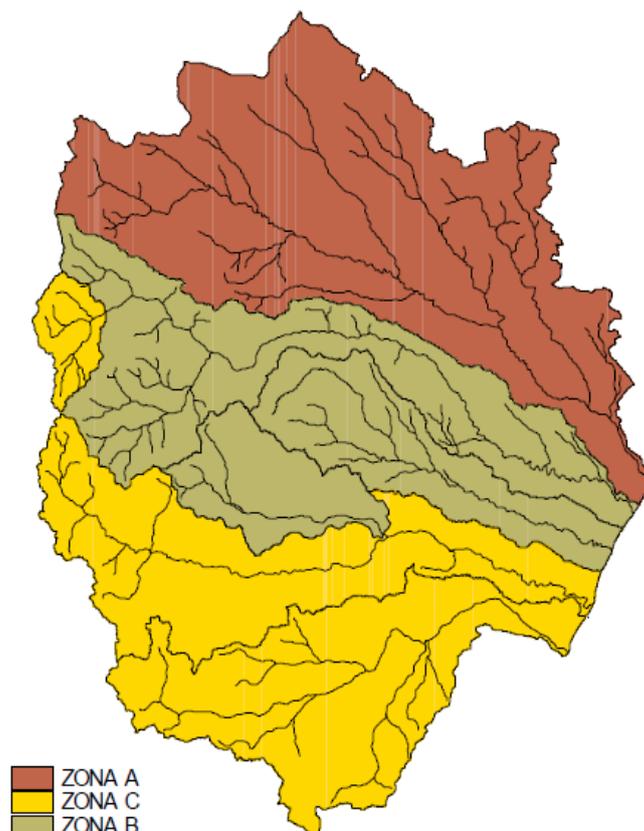


Figura 3: Corografia della Basilicata con la delimitazione delle zone pluviometriche omogenee del VAPI



Nella seguente tabella, pertanto, si riportano i valori del  $K_T$  per i tre tempi di ritorno considerati.

Fattori di crescita			
Sezione di chiusura	K30 (-)	K200 (-)	K500 (-)
Bacini	2.4	3.9	4.6

Tabella 1

### 1.2.1 Piena indice

Per il calcolo della piena indice "Q" è necessario utilizzare la seguente espressione in funzione dell'area del bacino "A":

$$Q = k \times A^\alpha$$

I parametri di tale equazione dipendono dal terzo livello di regionalizzazione. Il bacino idrografico in esame, in particolare, appartiene all'area omogenea "1". Di conseguenza l'equazione precedente assume la seguente espressione:

$$Q = 2.13 \times A^{0.766}$$

Tenuto conto della superficie del bacino sotteso, pertanto, è possibile stimare i valori della piena indice, il cui risultato è riportato di seguito.

Superficie e piena indice		
Sezione di chiusura	S (km <sup>2</sup> )	Q (m <sup>3</sup> /s)
Bacino E	0.742	1.7
Bacino F	1.095	2.3
Bacino Fa	0.896	2.0
Bacino Fb	0.162	0.5
Bacino G	0.177	0.6
Bacino E_monte	0.437	1.1
Bacino Fa_monte	0.890	1.9
Bacino Fb_monte	0.043	0.2
Bacino F_monte	0.933	2.0
Bacino G_monte	0.102	0.4

Tabella 2



## 1.2.2 Portate al colmo di piena

Come precisato nel citato rapporto VAPI Basilicata, il valore della portata al colmo di piena “QT” per il fissato tempo di ritorno “T” è dato dal prodotto tra il fattore di crescita “KT” e la piena indice “Q” secondo l’espressione seguente:

$$QT = KT \times Q$$

Nella tabella seguente sono presenti i valori delle portate al colmo di piena relativi ai tre tempi di ritorno di riferimento.

Portate al colmo di piena (VAPI idrometria)			
Sezione di chiusura	Q30 (m <sup>3</sup> /s)	Q200 (m <sup>3</sup> /s)	Q500 (m <sup>3</sup> /s)
Bacino E	4.1	6.6	7.8
Bacino F	5.5	8.9	10.6
Bacino Fa	4.8	7.7	9.1
Bacino Fb	1.3	2.1	2.4
Bacino G	1.4	2.2	2.6
Bacino E_monte	2.7	4.4	5.2
Bacino Fa_monte	4.7	7.6	9.0
Bacino Fb_monte	0.5	0.7	0.9
Bacino F_monte	4.9	7.9	9.3
Bacino G_monte	0.9	1.4	1.7

**Tabella 3**

Una volta calcolate le portate al colmo è possibile calcolare i coefficienti udometrici dividendo tali portate per le superfici dei bacini idrografici.

Nella tabella seguente sono presenti i valori dei coefficienti udometrici.

Coefficienti udometrici			
Sezione di chiusura	u30 (m <sup>3</sup> /s·km <sup>2</sup> )	u200 (m <sup>3</sup> /s·km <sup>2</sup> )	u500 (m <sup>3</sup> /s·km <sup>2</sup> )
Bacino E	5.5	8.9	10.6
Bacino F	5.1	8.2	9.7
Bacino Fa	5.3	8.5	10.1
Bacino Fb	7.9	12.8	15.1
Bacino H	5.3	8.6	10.2
Bacino E_monte	6.3	10.1	12.0
Bacino Fa_monte	5.3	8.6	10.1
Bacino Fb_monte	10.8	17.4	20.6
Bacino G_monte	8.8	14.2	16.8

**Tabella 4**



---

## 2 Analisi idraulica dello stato di fatto

---

Nella presente analisi idraulica sono illustrate le condizioni di deflusso dei corsi d'acqua che lambiscono l'area di interesse.

L'analisi è stata effettuata mediante l'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*. Per ragioni cautelative le portate, immesse come condizioni al contorno di monte all'interno del modello, sono state considerate costanti nel tempo e le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente.

I tempi di ritorno utilizzati, pari a 30, 200 e 500 anni, corrispondono ai tempi di ritorno di riferimento per la delimitazione delle aree a Pericolosità Molto elevata, Elevata e Moderata del PAI.

All'interno del modello di calcolo sono state inserite le seguenti informazioni:

- geometria dei corsi d'acqua;
- portate di piena;
- condizioni al contorno;
- coefficienti di scabrezza.



## 2.1 Geometria del modello idrodinamico

Stato di fatto - Sezioni					
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Parz. (m)	Fondo (mslm)	Pendenza (m/m)
E1	-1.000	0.000	67.013	137.290	0.048
E2	-2.000	67.013	135.545	134.100	0.026
E3	-3.000	202.558	120.864	130.540	0.020
E4	-4.000	323.422	87.032	128.070	0.011
E4.5	-4.500	410.454	24.853	127.070	0.021
E5	-5.000	435.307	7.616	126.550	0.051
E5.5	-5.500	442.923	72.860	126.160	0.015
E6	-6.000	515.783	97.976	125.079	0.018
E7	-7.000	613.759	69.797	123.363	0.010
E8	-8.000	683.556	68.126	122.695	0.012
E9	-9.000	751.682	98.160	121.847	0.013
E10	-10.000	849.842	92.530	120.601	0.011
E11	-11.000	942.372	117.770	119.617	0.016
E12	-12.000	1060.142	0.000	117.742	0.018
F1	-1.000	0.000	152.490	136.520	0.023
F2	-2.000	152.490	109.006	132.940	0.028
F3	-3.000	261.496	201.912	129.890	0.014
F4	-4.000	463.408	33.154	127.000	0.021
F4.5	-4.500	496.562	7.426	126.300	0.024
F4.8	-4.800	503.988	209.461	126.120	0.011
F5	-5.000	713.449	112.191	123.838	0.025
F6	-6.000	825.640	121.401	121.044	0.011
F7	-7.000	947.041	107.081	119.718	0.034
F8	-8.000	1054.122	108.520	116.103	0.030
F9	-9.000	1162.642	0.000	112.818	0.020
G1	-1.000	0.000	73.240	142.340	0.072
G2	-2.000	73.240	76.790	137.100	0.087
G3	-3.000	150.030	116.469	130.420	0.046
G4	-4.000	266.499	14.080	125.100	0.151
G4.5	-4.500	280.579	7.070	122.970	0.078
G5	-5.000	287.649	80.155	122.418	0.021
G6	-6.000	367.804	66.193	120.751	0.020
G7	-7.000	433.997	77.147	119.455	0.012
G8	-8.000	511.144	62.973	118.538	0.010
G9	-9.000	574.117	52.080	117.901	0.007
G10	-10.000	626.197	114.286	117.553	0.012
G11	-11.000	740.483	60.177	116.134	0.062
G12	-12.000	800.660	0.000	112.407	0.037

Tabella 5



Nella figura seguente è presente la planimetria dell'area in esame con l'indicazione delle tracce delle sezioni trasversali utilizzate.

Le sezioni trasversali sono state riportate nella tabella precedente con l'indicazione del nome della sezione inserito nel modello ("station") delle distanze parziali e progressive, delle quote di fondo e delle pendenze.



Figura 4: Planimetria dei corsi d'acqua analizzati con l'individuazione delle sezioni trasversali rilevate

## 2.2 Portate di piena

Come portate al colmo di piena sono state considerate quelle ricavate nella precedente analisi idrologica (cfr. la precedente Tabella 4).

Come precisato in precedenza, le portate sono state considerate, per ragioni cautelative, costanti nel tempo e le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente.

## 2.3 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno, necessarie per l'esecuzione di simulazioni idrodinamiche con il modello, sono le seguenti:



- condizione al contorno di monte: scala di deflusso in moto uniforme della corrente con una pendenza pari a quella media del ramo rilevato;
- condizione al contorno di valle: scala di deflusso in moto uniforme della corrente con una pendenza pari a quella media del ramo rilevato.

## 2.4 Parametri di scabrezza

Come parametro di scabrezza è stato utilizzato un coefficiente di Gauckler-Strickler pari a 20  $m^{1/3}/s$  (corrispondente ad un coefficiente secondo Manning pari a 0.050  $s/m^{1/3}$ ).

Tale coefficiente è stato determinato in base a quanto stabilito nelle tabelle parametriche riportate all'interno del "Manuale dell'Ingegnere" (83ª edizione, Nuovo Colombo, Hoepli, 2001) in corrispondenza di "piccoli corsi di pianura, puliti, diritti e senza ristagni d'acqua".

## 2.5 Risultati delle simulazioni nella configurazione pre intervento

Come già anticipato in precedenza, le simulazioni sono state effettuate utilizzando il modello di calcolo HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*. Tali simulazioni sono state effettuate, per ragioni cautelative, in regime di moto permanente della corrente.

Si è anche verificato come tali condizioni risultino molto cautelative dato che, in caso di simulazioni non stazionarie, i livelli di pelo libero riscontrabili siano nettamente inferiori a causa del fenomeno della laminazione dei colmi di piena.

Nelle figure seguenti, in particolare, sono mostrati il profilo longitudinale e le planimetrie delle aree allagabili dei tratti di impluvi analizzati, mentre nella tabella seguente sono presenti tutti i valori numerici ottenuti dal modello nella configurazione pre intervento.

Per la delimitazione delle aree allagabili per gli eventi con i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, in particolare, è stato utilizzato il DTM della Regione Basilicata e i valori in termini di tiranti massimi, velocità e aree allagabili elaborati dallo stesso modello di calcolo.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

Stato di fatto - T = 30 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m <sup>2</sup> )	Tensione di parete (N/m <sup>2</sup> )	Numero di Froude (-)
E1	-1	0	137.29	2.7	137.51	0.22001	27.68	1	2.69	53.73	1.03
E2	-2	67.013	134.1	2.7	134.49	0.38999	16.21	0.83	3.24	29.14	0.6
E3	-3	202.558	130.54	2.7	131.3	0.76001	4.99	1.75	1.54	112.34	1.01
E4	-4	323.422	128.07	2.7	128.88	0.81	2.8	1.29	2.1	50.47	0.47
E4.5	-4.5	410.454	127.07	2.7	127.76	0.69	2.75	1.51	1.79	72.33	0.6
E5	-5	435.307	126.55	2.7	127.68	1.13	3	0.79	3.4	17.85	0.24
E5.5	-5.5	442.923	126.16	2.7	126.62	0.46	1.47	6.02	0.45	1421.18	3.48
E6	-6	515.783	125.079	4.1	125.74	0.661	11.5	0.86	4.15	33.96	0.51
E7	-7	613.759	123.363	4.1	124.24	0.877	10.81	1.19	3.17	62.09	0.76
E8	-8	683.556	122.695	4.1	123.28	0.585	15.07	0.95	4.57	27	0.52
E9	-9	751.682	121.847	4.1	122.3	0.453	9.8	1.52	3.13	59.87	0.78
E10	-10	849.842	120.601	4.1	121.09	0.489	13.4	1	4.6	27.66	0.51
E11	-11	942.372	119.617	4.1	120.09	0.473	12.7	1.27	3.94	37.93	0.63
E12	-12	1060.142	117.742	4.1	118.23	0.488	12.19	1.46	3.29	47.96	0.74
F1	-1	0	136.52	4.9	137.63	1.11	4.8	1.84	2.66	104.16	0.79
F2	-2	152.49	132.94	4.9	133.34	0.4	13.46	1.53	3.19	93.28	1.01
F3	-3	261.496	129.89	4.9	130.35	0.46	25.27	0.6	8.17	11.97	0.33
F4	-4	463.408	127	4.9	128.13	1.13	2.5	2.7	1.82	223.89	1.01
F4.5	-4.5	496.562	126.3	4.9	127.5	1.2	3.2	1.34	3.64	50.06	0.4
F4.8	-4.8	503.988	126.12	4.9	127.35	1.23	3.2	1.31	3.74	47.2	0.39
F5	-5	713.449	123.838	5.5	124.47	0.632	9.59	1.95	3.21	97.08	0.97
F6	-6	825.64	121.044	5.5	122.03	0.986	14.44	0.77	5.93	28.21	0.43
F7	-7	947.041	119.718	5.5	120.43	0.712	11.07	1.42	3.77	76.91	0.8
F8	-8	1054.122	116.103	5.5	117.09	0.987	4.31	2.32	2.37	168.03	1
F9	-9	1162.642	112.818	5.5	114.13	1.312	4.32	1.91	2.88	109.58	0.75
G1	-1	0	142.34	0.9	142.57	0.23	6.29	1.25	0.72	79.18	1.18
G2	-2	73.24	137.1	0.9	137.36	0.25999	5.25	1.34	0.67	87.75	1.2
G3	-3	150.03	130.42	0.9	130.67	0.25	4.44	1.63	0.55	131.13	1.48
G4	-4	266.499	125.1	0.9	125.77	0.67	2.65	0.53	1.69	9.04	0.21
G4.5	-4.5	280.579	122.97	0.9	123.32	0.35	3	0.86	1.04	27.9	0.47
G5	-5	287.649	122.418	1.4	123.18	0.762	2.87	1.26	1.11	55.37	0.64
G6	-6	367.804	120.751	1.4	121.24	0.489	5.75	1.47	1.04	61.85	0.95
G7	-7	433.997	119.455	1.4	119.97	0.515	10.53	0.29	2.02	14.77	0.36
G8	-8	511.144	118.538	1.4	119.1	0.562	8.68	1.1	1.53	25.17	0.62
G9	-9	574.117	117.901	1.4	118.44	0.539	10.3	0.76	2.22	15.62	0.44
G10	-10	626.197	117.553	1.4	118.1	0.547	7.2	0.68	2.14	14.22	0.38
G11	-11	740.483	116.134	1.4	116.64	0.506	2.95	1.68	0.84	106.96	1.01
G12	-12	800.66	112.407	1.4	112.89	0.483	2.07	2.43	0.58	229.54	1.47

Tabella 6

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

Stato di fatto - T = 200 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m <sup>2</sup> )	Tensione di parete (N/m <sup>2</sup> )	Numero di Froude (-)
E1	-1	0	137.29	4.4	137.55	0.26001	28.09	1.17	3.76	65.65	1.02
E2	-2	67.013	134.1	4.4	134.56	0.45999	17.67	0.98	4.49	37.27	0.62
E3	-3	202.558	130.54	4.4	131.43	0.89001	6.09	1.92	2.29	126.48	1
E4	-4	323.422	128.07	4.4	129.13	1.06	2.93	1.55	2.83	69.61	0.51
E4.5	-4.5	410.454	127.07	4.4	128.13	1.06	2.93	1.55	2.84	69.17	0.5
E5	-5	435.307	126.55	4.4	128.04	1.49	3	0.98	4.47	26.18	0.26
E5.5	-5.5	442.923	126.16	4.4	127.22	1.06	2.5	2.59	1.7	208.48	1
E6	-6	515.783	125.079	6.6	125.9	0.821	13.13	0.97	6.22	36.19	0.49
E7	-7	613.759	123.363	6.6	124.3	0.937	12.44	1.48	3.89	102.39	0.94
E8	-8	683.556	122.695	6.6	123.39	0.695	15.73	1.11	6.37	34.01	0.53
E9	-9	751.682	121.847	6.6	122.41	0.563	9.8	1.8	4.21	79.37	0.81
E10	-10	849.842	120.601	6.6	121.21	0.609	13.4	1.2	6.17	36.6	0.53
E11	-11	942.372	119.617	6.6	120.2	0.583	12.7	1.49	5.3	50.47	0.66
E12	-12	1060.142	117.742	6.6	118.33	0.588	14.83	1.69	4.66	55.27	0.77
F1	-1	0	136.52	7.9	137.83	1.31	5.66	2.13	3.72	131.75	0.84
F2	-2	152.49	132.94	7.9	133.44	0.5	17.22	1.67	4.73	105.34	1.02
F3	-3	261.496	129.89	7.9	130.49	0.6	31.34	0.66	12.37	11.6	0.31
F4	-4	463.408	127	7.9	128.4	1.4	2.5	3.16	2.5	289.61	1.01
F4.5	-4.5	496.562	126.3	7.9	127.96	1.66	3.2	1.55	5.1	62.54	0.39
F4.8	-4.8	503.988	126.12	7.9	127.76	1.64	3.2	1.56	5.05	63.9	0.4
F5	-5	713.449	123.838	8.9	124.59	0.752	9.59	2.29	4.38	126.36	1
F6	-6	825.64	121.044	8.9	122.17	1.126	14.69	0.96	8	37.42	0.46
F7	-7	947.041	119.718	8.9	120.55	0.832	11.25	1.65	5.13	98.69	0.81
F8	-8	1054.122	116.103	8.9	117.31	1.207	4.86	2.62	3.4	198.51	1
F9	-9	1162.642	112.818	8.9	114.37	1.552	5.05	2.24	4	131.08	0.78
G1	-1	0	142.34	1.4	142.61	0.27	6.98	1.43	0.98	96.83	1.22
G2	-2	73.24	137.1	1.4	137.4	0.29999	6.2	1.5	0.94	103.39	1.23
G3	-3	150.03	130.42	1.4	130.71	0.29	5.24	1.82	0.77	154.61	1.52
G4	-4	266.499	125.1	1.4	125.89	0.79	2.7	0.69	2.02	14.84	0.26
G4.5	-4.5	280.579	122.97	1.4	123.46	0.49	3	0.95	1.47	31.06	0.44
G5	-5	287.649	122.418	2.2	123.27	0.852	3.23	1.58	1.39	84.51	0.77
G6	-6	367.804	120.751	2.2	121.33	0.579	8.1	1.51	1.7	50.79	0.84
G7	-7	433.997	119.455	2.2	120.06	0.605	12.56	0.44	3.07	16.89	0.39
G8	-8	511.144	118.538	2.2	119.15	0.612	9.78	1.35	2.02	36.24	0.7
G9	-9	574.117	117.901	2.2	118.53	0.629	11.23	0.81	3.14	16.84	0.42
G10	-10	626.197	117.553	2.2	118.22	0.667	8.01	0.79	3.03	18.01	0.39
G11	-11	740.483	116.134	2.2	116.75	0.616	3.46	1.85	1.19	121.57	1
G12	-12	800.66	112.407	2.2	112.98	0.573	2.26	2.83	0.78	292.93	1.54

Tabella 7

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

Stato di fatto - T = 500 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m <sup>2</sup> )	Tensione di parete (N/m <sup>2</sup> )	Numero di Froude (-)
E1	-1	0	137.29	5.2	137.56	0.27001	28.27	1.23	4.22	70.22	1.02
E2	-2	67.013	134.1	5.2	134.6	0.49999	18.27	1.03	5.03	40.31	0.63
E3	-3	202.558	130.54	5.2	131.48	0.94001	6.51	1.99	2.62	132.38	1
E4	-4	323.422	128.07	5.2	129.25	1.18	2.99	1.64	3.18	75.42	0.51
E4.5	-4.5	410.454	127.07	5.2	128.29	1.22	3	1.58	3.29	69.81	0.48
E5	-5	435.307	126.55	5.2	128.19	1.64	3	1.06	4.91	29.82	0.26
E5.5	-5.5	442.923	126.16	5.2	127.62	1.46	2.5	1.92	2.71	105.42	0.59
E6	-6	515.783	125.079	7.8	125.74	0.661	11.54	1.62	4.2	119.58	0.96
E7	-7	613.759	123.363	7.8	124.33	0.967	24.05	0.55	10.5	17.21	0.33
E8	-8	683.556	122.695	7.8	123.44	0.745	15.73	1.18	7.14	36.93	0.53
E9	-9	751.682	121.847	7.8	122.46	0.613	9.8	1.92	4.66	87.86	0.83
E10	-10	849.842	120.601	7.8	121.26	0.659	13.4	1.27	6.84	40.23	0.54
E11	-11	942.372	119.617	7.8	120.24	0.623	12.7	1.58	5.87	55.86	0.67
E12	-12	1060.142	117.742	7.8	118.37	0.628	14.95	1.78	5.25	61.49	0.78
F1	-1	0	136.52	9.3	137.9	1.38	5.97	2.25	4.13	145.56	0.87
F2	-2	152.49	132.94	9.3	133.47	0.53	17.49	1.75	5.31	112.13	1.02
F3	-3	261.496	129.89	9.3	130.56	0.67	32.96	0.68	14.39	11.63	0.3
F4	-4	463.408	127	9.3	128.52	1.52	2.5	3.32	2.8	313.62	1
F4.5	-4.5	496.562	126.3	9.3	128.14	1.84	3.2	1.64	5.68	68.74	0.39
F4.8	-4.8	503.988	126.12	9.3	127.93	1.81	3.2	1.66	5.61	70.76	0.4
F5	-5	713.449	123.838	10.6	124.65	0.812	9.59	2.43	4.91	138.41	1.01
F6	-6	825.64	121.044	10.6	122.27	1.226	25.86	0.73	13.84	17.17	0.32
F7	-7	947.041	119.718	10.6	120.6	0.882	11.33	1.74	5.75	107.59	0.82
F8	-8	1054.122	116.103	10.6	117.41	1.307	5.09	2.73	3.88	210.57	1
F9	-9	1162.642	112.818	10.6	114.47	1.652	5.36	2.36	4.54	139.86	0.79
G1	-1	0	142.34	1.7	142.63	0.29	7.12	1.53	1.11	107.49	1.24
G2	-2	73.24	137.1	1.7	137.42	0.31999	6.67	1.57	1.08	111.2	1.25
G3	-3	150.03	130.42	1.7	130.74	0.32	5.64	1.91	0.89	166.03	1.54
G4	-4	266.499	125.1	1.7	125.96	0.86	2.72	0.77	2.19	18.19	0.28
G4.5	-4.5	280.579	122.97	1.7	123.52	0.55	3	1.03	1.65	35.2	0.44
G5	-5	287.649	122.418	2.6	123.32	0.902	3.43	1.67	1.56	92.45	0.79
G6	-6	367.804	120.751	2.6	121.36	0.609	8.33	1.59	1.92	55.41	0.85
G7	-7	433.997	119.455	2.6	119.97	0.515	10.44	0.53	1.98	52.74	0.69
G8	-8	511.144	118.538	2.6	119.15	0.612	9.78	1.62	1.98	52.31	0.85
G9	-9	574.117	117.901	2.6	118.56	0.659	16	0.63	4.99	9.71	0.31
G10	-10	626.197	117.553	2.6	118.03	0.477	5.86	1.56	1.71	88.99	0.94
G11	-11	740.483	116.134	2.6	116.81	0.676	12.99	0.74	3.98	15.51	0.39
G12	-12	800.66	112.407	2.6	112.78	0.373	1.8	7.17	0.36	2214.1	5.11

**Tabella 8**

Nella figura successiva è mostrata la mappa relativa alla pericolosità idraulica per i tre tempi di ritorno. Tali tempi di ritorno, in linea con il PAI Basilicata, corrispondono rispettivamente alle aree ad alta (Pericolosità Molto elevata: T = 30 anni), media (Pericolosità Elevata: T = 200 anni) e bassa (Pericolosità Moderata: T = 500 anni) pericolosità idraulica.



Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

---





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

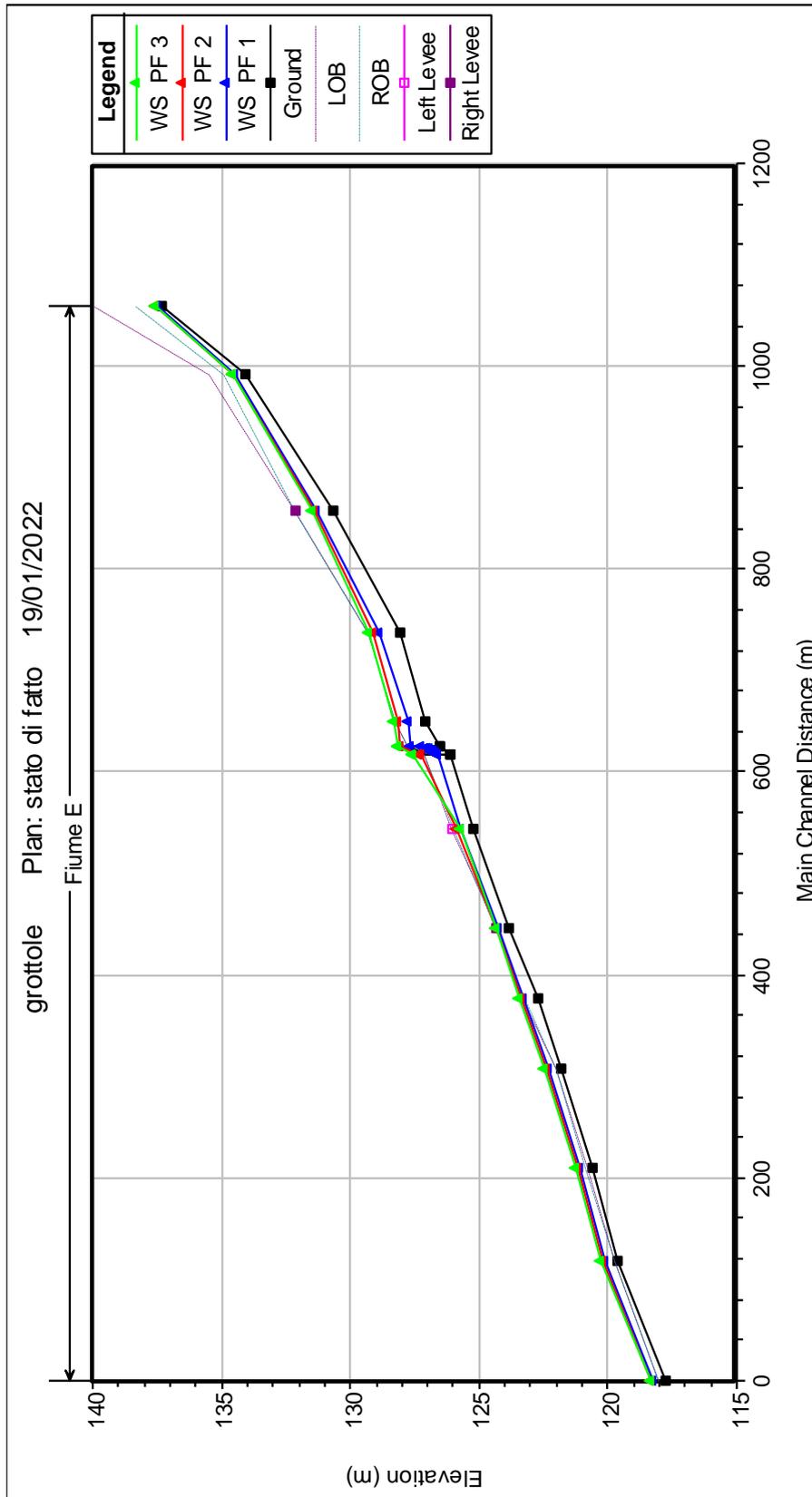
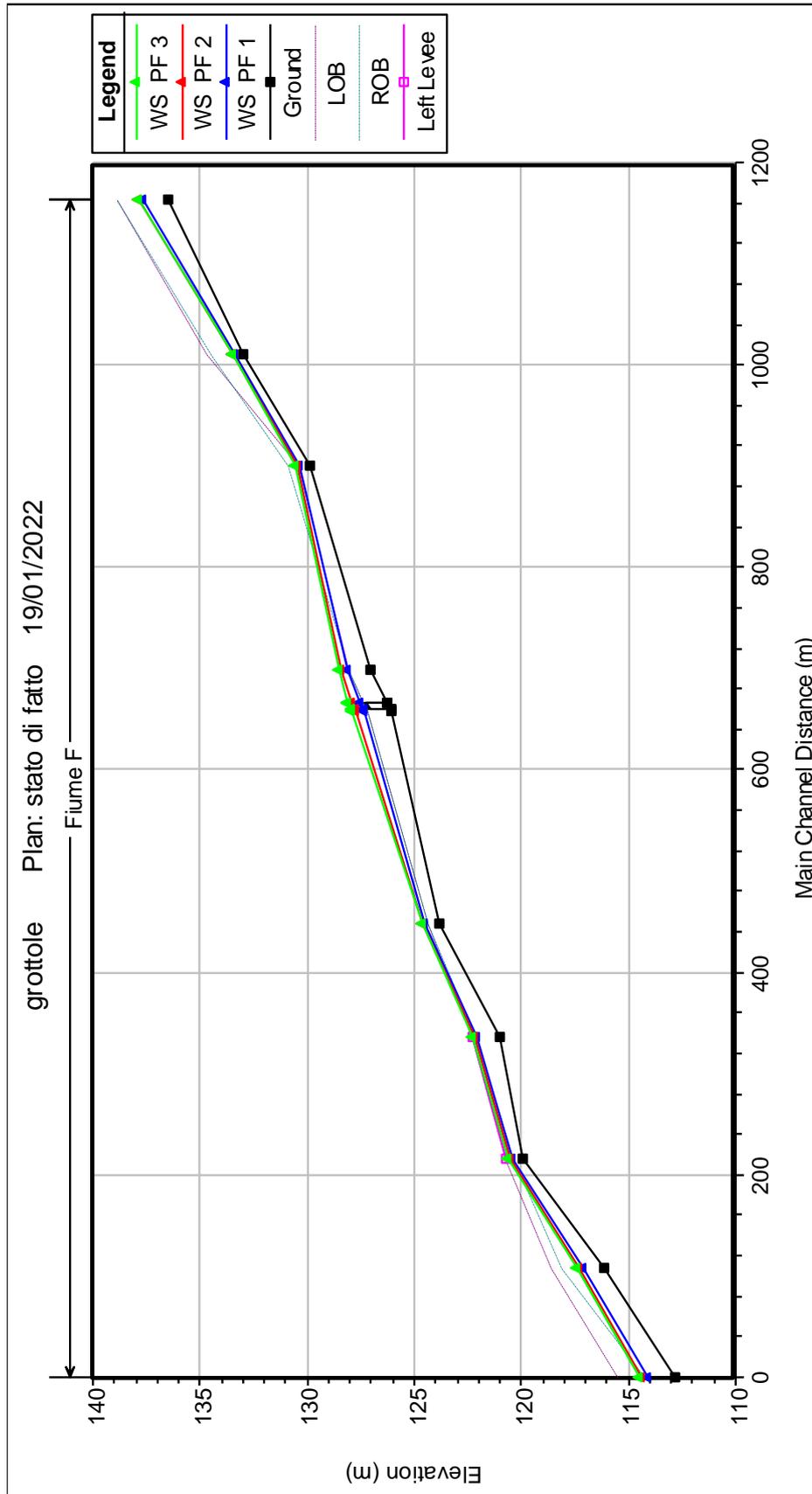


Figura 5: Profilo longitudinale impluvio E



Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

---

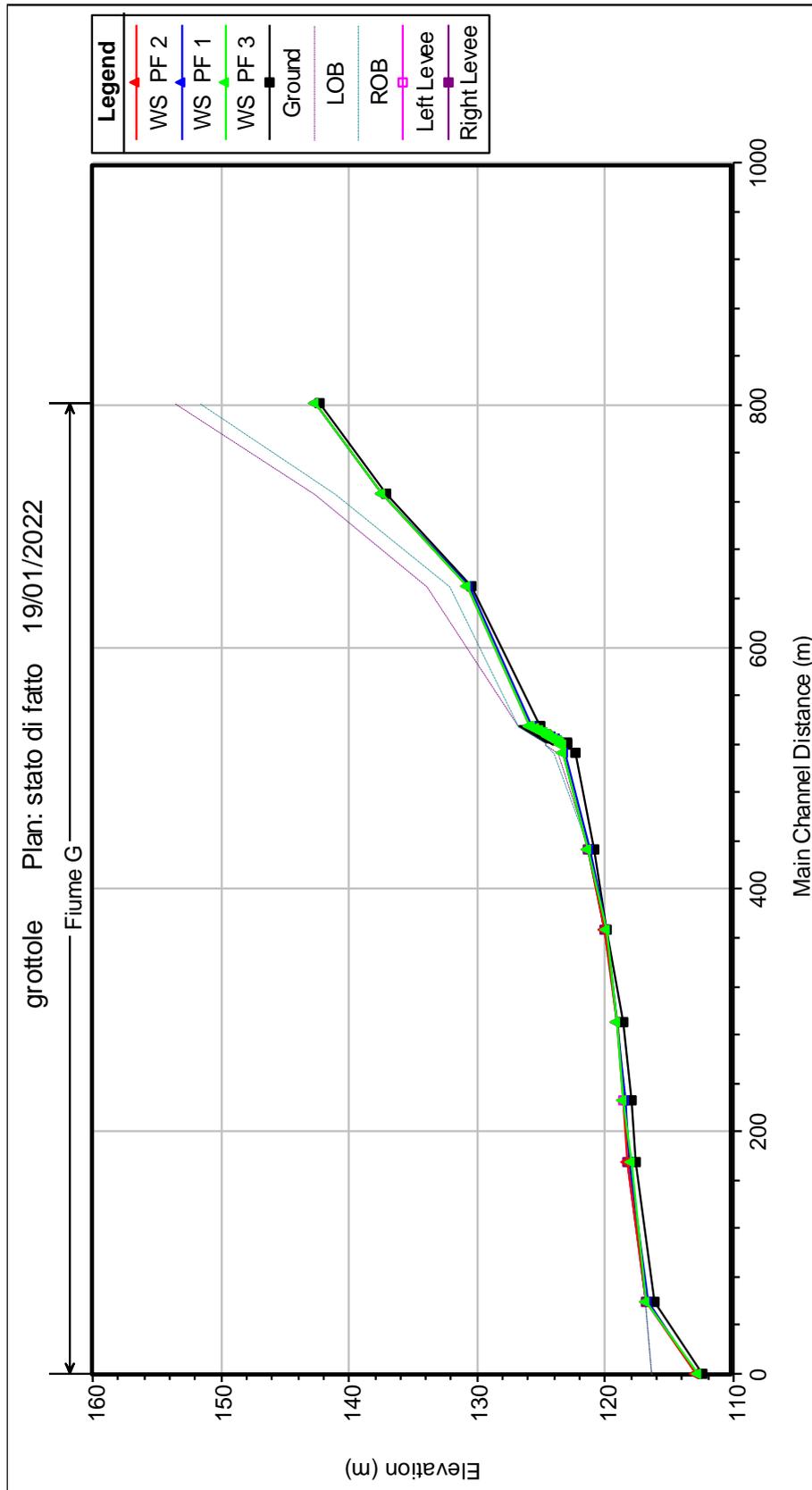
**Figura 6: Profilo longitudinale impluvio F**





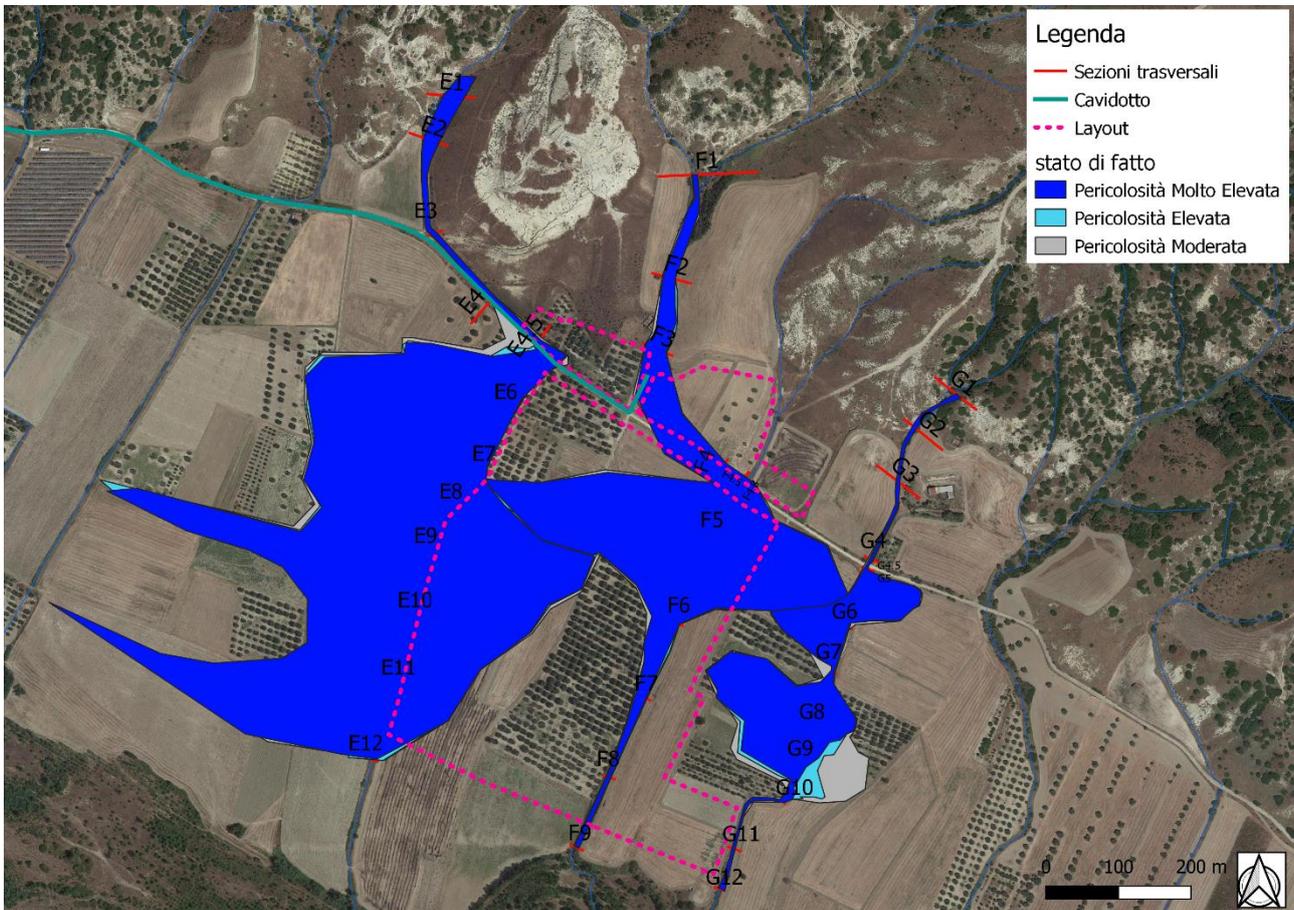
Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





**Figura 7: Profilo longitudinale impluvio G**



**Figura 8: Planimetria delle aree allagabili**

Nelle figure precedenti si nota come le aree allagabili siano all'interno dei lotti di intervento e per tal motivo, pertanto, è possibile affermare che gli interventi in progetto non si trovano attualmente in area in sicurezza idraulica ai sensi delle NTA del PAI.



### 3 Analisi idraulica semplificata

Il cavidotto in progetto presenta interferenze con il reticolo idrografico. Per la risoluzione dell'interferenza è stata predisposta un'analisi idraulica "semplificata", preceduta da una idraulica in moto permanente, mediante l'utilizzo del modello monodimensionale HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*, con lo scopo di determinare le caratteristiche idrodinamiche necessarie per la valutazione della massima profondità di erosione.

L'analisi idraulica semplificata è rivolta infatti principalmente ai punti di intersezione degli impluvi esistenti con i cavidotti in caso di assenza di un attraversamento esistente o di un attraversamento non asfaltato ed è caratterizzata dalle seguenti fasi:

AS1) analisi idrologica in base al metodo VAPI Basilicata;

AS2) **verifica di erosione dell'intersezione a guado** finalizzata alla determinazione della profondità di posa in opera del cavidotto in progetto

Il cavidotto in progetto verrà quindi posizionato ad una profondità pari a quella massima di escavazione più un franco di sicurezza di 1.00 m.

Per le ulteriori interferenze con il reticolo idrografico in prossimità di attraversamenti fluviali, invece, verranno predisposte tecniche di ancoraggio agli attraversamenti stessi, pertanto non necessitano di analisi idrauliche. Si riporta di seguito una mappa con le interferenze individuate.

In particolare si ricorda che risulta un'interferenza con le fasce perimetrate dal PAI vigente, che ai sensi dell'art. 6 comma 4 punto b3 delle Norme Tecniche di Attuazione prescrive: *"gli alvei sono sottoposti alle seguenti prescrizioni, che costituiscono sia misure di tutela per la difesa dai fenomeni alluvionali, sia indirizzi che dovranno essere fatti propri dagli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica:*

....

*B) sono fatti salvi:*

...

*B3) gli interventi relativi a infrastrutture tecnologiche a rete e viarie esistenti o a nuove infrastrutture in attraversamento, che non determinino rischio idraulico.*

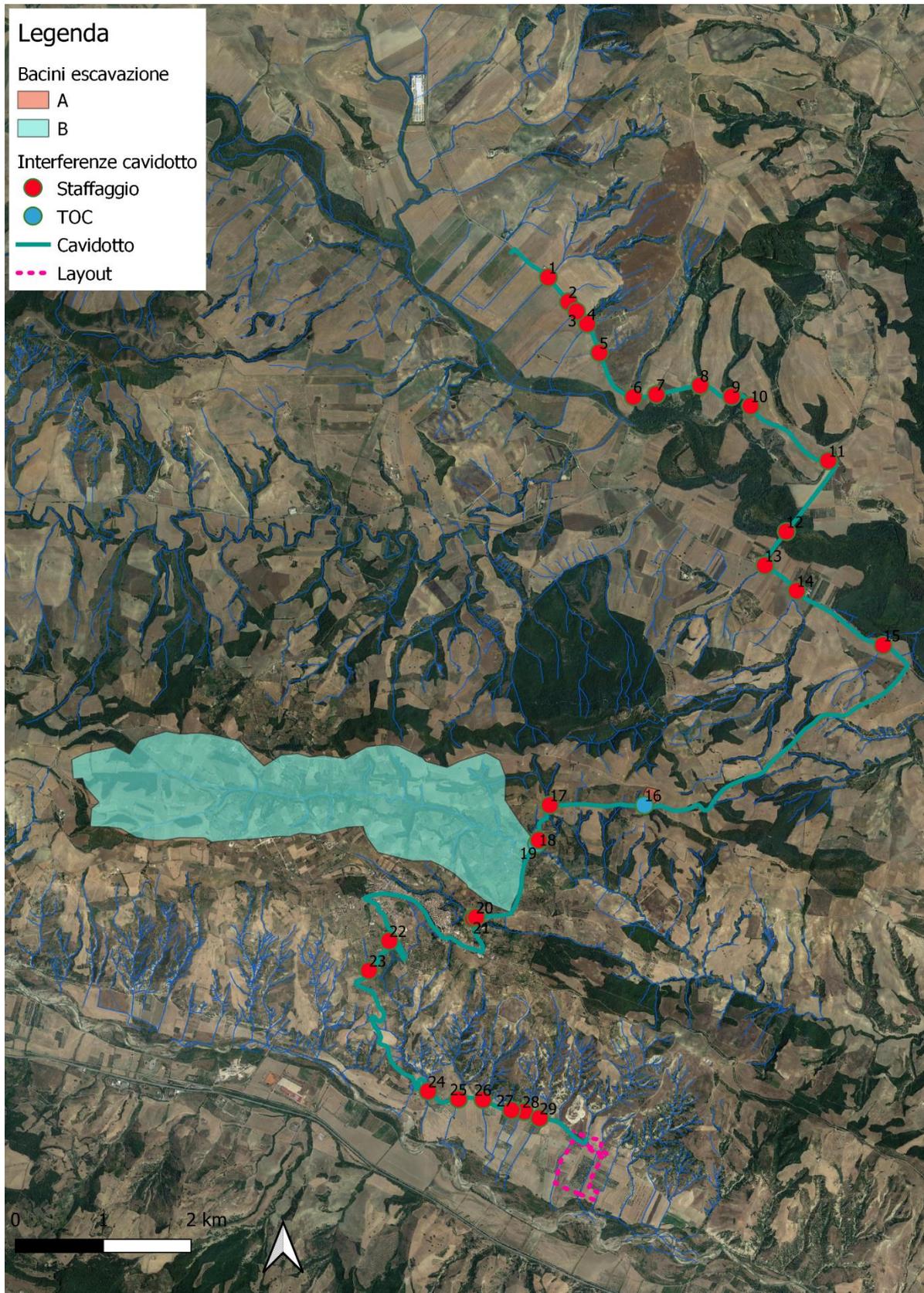
*La realizzazione degli interventi riportati al punto b3, è subordinata al parere vincolante dell'Autorità di Bacino ai sensi del successivo articolo 10".*

Per quanto esposto, il cavidotto in progetto risulta appartenere alla categoria delle infrastrutture tecnologiche a rete e non comportando un incremento del rischio idraulico potrà essere realizzato, purché vengano adottate opportune accortezze in fase di cantiere.



Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





**Figura 9: Planimetria delle interferenze**

Per dimensionare adeguatamente la quota di posa del cavidotto, pertanto, è stata calcolata la profondità massima di escavazione da parte della corrente e, per tali scopi, sono stati utilizzati i risultati dell'analisi idraulica per l'evento con tempo di ritorno di 200 anni sopra descritti.

Il calcolo della massima profondità di erosione viene effettuato mediante l'utilizzo della seguente formula di Meyer-Peter e Müller espressa nell'ipotesi di "alveo largo" ed esplicitata da Chien (Montuori, "Complementi di Idraulica", Liguori, 1997):

$$\Psi = 8 \cdot (\Theta - 0.047)^{\frac{3}{2}}$$

dove:

- " $\Psi$ " (-): parametro di trasporto;
- " $\Theta$ " (-): parametro di stabilità.

Tali parametri sono definiti dalle espressioni seguenti:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Psi = \frac{q_s}{\sqrt{g \cdot d^3 \cdot \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}}} \\ \Theta = \frac{\gamma \cdot R \cdot j}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d} \end{array} \right.$$

dove:

- " $q_s$ " ( $m^2/s$ ): portata solida (volumetrica) per unità di larghezza;
- " $g$ " ( $m/s^2$ ): accelerazione di gravità;
- " $d$ " (m): diametro caratteristico del sedimento;
- " $\gamma_s$ " ( $N/m^3$ ): peso specifico del sedimento;
- " $\gamma$ " ( $N/m^3$ ): peso specifico dell'acqua;
- " $R$ " (m): raggio idraulico;
- " $j$ " (-): cadente piezometrica.

Grazie a tale formula è possibile calcolare la portata solida trasportabile dalla corrente una volta noti:

- alcuni parametri caratteristici del deflusso come la portata liquida, il raggio idraulico, la larghezza del pelo libero e la cadente piezometrica che sono stati calcolati nella precedente analisi idraulica;
- alcuni parametri caratteristici del sedimento come il diametro e il peso specifico.

Dopo aver determinato il valore della portata solida, infine, è possibile calcolare la concentrazione volumetrica del sedimento dividendo la portata solida per quella liquida.

Per i parametri caratteristici del sedimento si è scelto di considerare il diametro di separazione tra "limo a grana grossa" e "limo a grana media", pari a 0.02 mm, ed un peso specifico di 25'000  $N/m^3$ , date le caratteristiche del terreno.

Nella tabella seguente sono presenti i calcoli effettuati per il calcolo della concentrazione del sedimento utilizzando la formula di Meyer-Peter e Müller per i tratti dell'impianto in esame.

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

Analisi del trasporto solido - Tr200						
Sezione	$\gamma$ (N/m <sup>3</sup> )	$\gamma_s$ (N/m <sup>3</sup> )	d (m)	j (-)	R (m)	$\theta$ (-)
A2	9810	25000	0.00002	0.049	0.130	205.6
B2	9810	25000	0.00002	0.047	0.390	594.0

Sezione	$\Psi$ (-)	$q_s$ (m <sup>2</sup> /s)	b (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	C (-)	C (ppm)
A2	23580	0.0082	3.840	0.6	0.053	52608
B2	115809	0.0404	30.040	31.1	0.039	38995

Tabella 9

Come mostrato nella tabella precedente, pertanto, la concentrazione volumetrica "C" è strettamente legata al tempo di ritorno considerato. Tali valori sono stati utilizzati come parametri di ingresso per il modulo "Hydraulic design - Stable Channel Design" del modello HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers* (modello già utilizzato all'interno per il calcolo delle caratteristiche idrodinamiche).

Nella tabella seguente sono presenti i risultati del calcolo della massima profondità di erosione effettuato con tale modulo e, in particolare, utilizzando il metodo "Regime".

Massima profondità di erosione - Tr200			
Sezione	Regime depth (m)	Regime width (m)	Regime slope (-)
A2	0.02	40.91	0.00084
B2	0.07	253.64	0.00045

Tabella 10

Come è possibile osservare nella tabella precedente, i risultati dell'applicazione di tale metodologia indicano una profondità di escavazione della corrente non superiore a 10 cm.

Tenuto conto della necessità di mantenere un franco minimo di sicurezza pari a 1.00 m, previsto dalle norme dell'Autorità di Bacino della Basilicata, non si prevede alcuno approfondimento dello scavo di posa del cavidotto in quanto già maggiore del previsto pari a 1.10 m.



## 4 Interventi in progetto

Come è possibile osservare dalla Figura 8, l'impianto in progetto risulta interessato da aree a pericolosità idraulica generate dalla presenza degli impluvi D ed E. Al fine di ridurre il rischio idraulico nella suddetta area e poter procedere alla messa in sicurezza del lotto in progetto, pertanto, risulta necessario ricalibrare le sezioni dei canali mediante una sezione trapezoidale in terra di opportune dimensioni in modo che risulti sufficiente a garantire un contenimento delle portate.

Per tali scopi, pertanto, si è considerato un valore di riferimento per il franco di sicurezza corrispondente a quello prescritto dalla "Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) del 2001 che prevede:

- il 50% dell'altezza utile se questa non supera i 40 cm;
- 20 cm se l'altezza utile è compresa tra i 40 e i 100 cm;
- il 20% dell'altezza utile se questa è superiore a 100 cm.

Per l'impluvio E gli interventi saranno realizzati dalla sezione E5.5 alla E12 con altezze pari a 0.80 m, per l'impluvio F gli interventi saranno realizzati dalla sezione F4.8 alla F9 con altezza pari a 0.80 m, mentre per l'impluvio G gli interventi saranno realizzati dalla sezione G5 alla sezione G8 per un'altezza di 0.60 m. In entrambi i casi sarà adottato un franco di sicurezza di almeno 20 cm.

Per quanto riguarda l'analisi idrologica si fa riferimento a quella condotta nei paragrafi precedenti.

Nelle tabelle successive sono riportate le sezioni sulle quali effettuare gli interventi di risagomatura con le dimensioni di progetto che verranno verificate di seguito.

Opera	Input				
	Pendenza (-)	Scabrezza (m <sup>2</sup> /s)	Base minore (m)	Base maggiore (m)	Altezza (m)
Sezione E5.5	0	33	5.00	6.60	0.80
Sezione E6	0.026	33	5.00	6.60	0.80
Sezione E7	0.013	33	5.00	6.60	0.80
Sezione E8	0.018	33	5.00	6.60	0.80
Sezione E9	0.013	33	5.00	6.60	0.80
Sezione E10	0.012	33	5.00	6.60	0.80
Sezione E11	0.012	33	5.00	6.60	0.80
Sezione E12	0.016	33	5.00	6.60	0.80

Tabella 11



Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

Opera	Input				
	Pendenza (-)	Scabrezza (m <sup>1/2</sup> /s)	Base minore (m)	Base maggiore (m)	Altezza (m)
Sezione F4.8	0	33	6.00	7.60	0.80
Sezione F5	0.032	33	6.00	7.60	0.80
Sezione F6	0.020	33	6.00	7.60	0.80
Sezione F7	0.012	33	6.00	7.60	0.80
Sezione F8	0.030	33	6.00	7.60	0.80
Sezione F9	0.031	33	6.00	7.60	0.80

Tabella 12

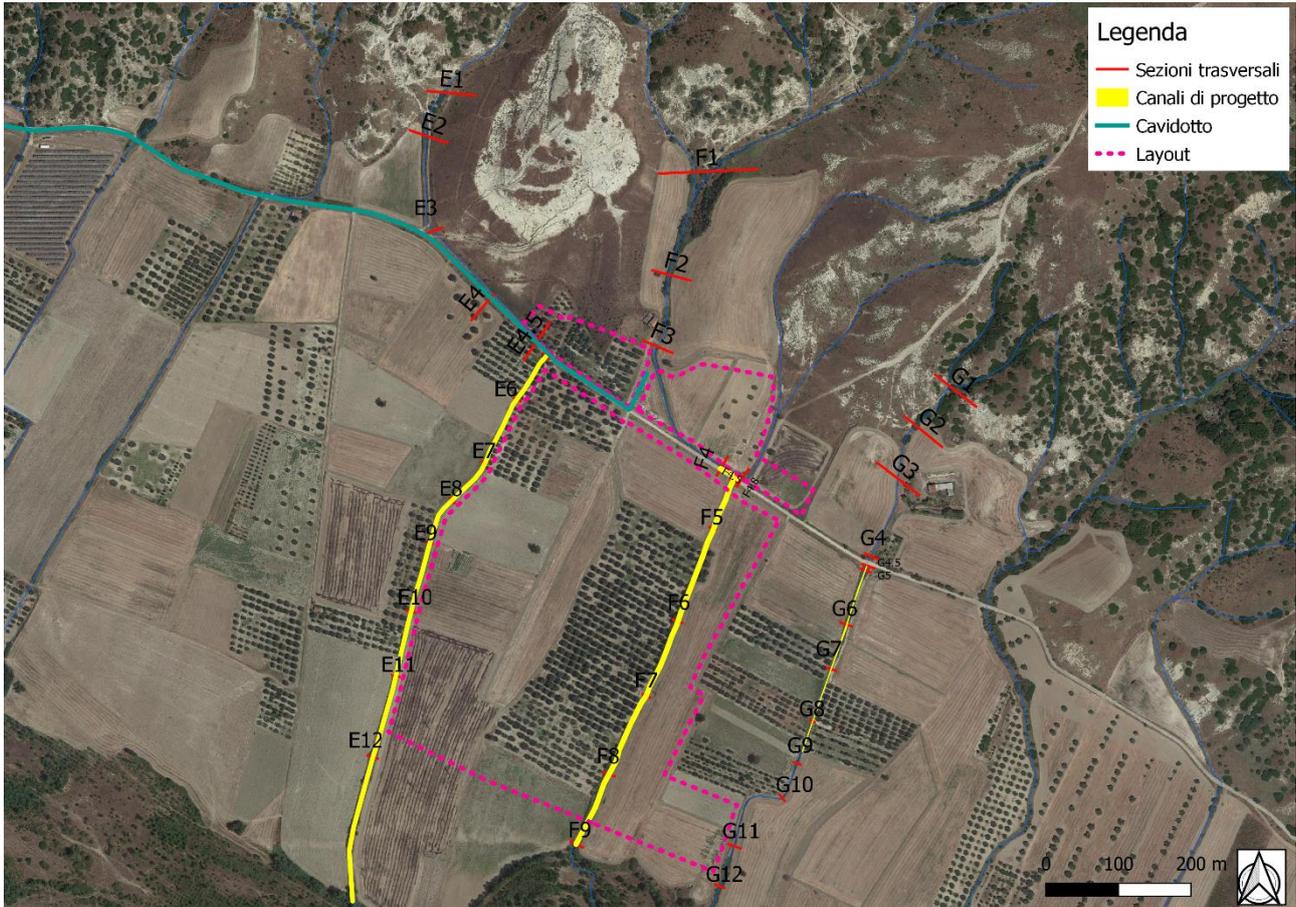
Opera	Input				
	Pendenza (-)	Scabrezza (m <sup>1/2</sup> /s)	Base minore (m)	Base maggiore (m)	Altezza (m)
Sezione G5	0	33	3.00	4.20	0.60
Sezione G6	0.026	33	3.00	4.20	0.60
Sezione G7	0.013	33	3.00	4.20	0.60
Sezione G8	0.018	33	3.00	4.20	0.60

Tabella 13



Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**



**Figura 10: Aree di intervento**



## 5 Analisi idraulica dello stato di progetto

Nella presente analisi idraulica sono illustrate le condizioni di deflusso dei corsi d'acqua che considerano l'area di interesse in seguito agli interventi di progetto.

L'analisi idraulica, come per il pre intervento, è stata effettuata mediante l'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*. Per ragioni cautelative le portate, immesse come condizioni al contorno di monte all'interno del modello, sono state considerate costanti nel tempo e le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente.

I tempi di ritorno utilizzati, pari a 30, 200 e 500 anni, corrispondono ai tempi di ritorno di riferimento per la delimitazione delle aree a pericolosità idraulica "molto elevata", "elevata" e "moderata" secondo il PAI.

All'interno del modello di calcolo sono state inserite le seguenti informazioni:

- Geometria dei corsi d'acqua;
- Portate di piena;
- Condizioni al contorno;
- Coefficienti di scabrezza.



## 5.1 Geometria del modello idrodinamico

Stato di progetto - Sezioni					
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Parz. (m)	Fondo (mslm)	Pendenza (m/m)
E1	-1.000	0.000	67.013	137.290	0.048
E2	-2.000	67.013	135.545	134.100	0.026
E3	-3.000	202.558	120.864	130.540	0.020
E4	-4.000	323.422	87.032	128.070	0.011
E4.5	-4.500	410.454	24.853	127.070	0.021
E5	-5.000	435.307	7.616	126.550	0.051
E5.5	-5.500	442.923	72.860	126.160	0.015
E6	-6.000	515.783	97.976	125.079	0.018
E7	-7.000	613.759	69.797	123.363	0.010
E8	-8.000	683.556	68.126	122.695	0.012
E9	-9.000	751.682	98.160	121.847	0.013
E10	-10.000	849.842	92.530	120.601	0.011
E11	-11.000	942.372	117.770	119.617	0.016
E12	-12.000	1060.142	0.000	117.742	0.018
F1	-1.000	0.000	152.490	136.520	0.023
F2	-2.000	152.490	109.006	132.940	0.028
F3	-3.000	261.496	201.912	129.890	0.014
F4	-4.000	463.408	33.154	127.000	0.021
F4.5	-4.500	496.562	7.426	126.300	0.024
F4.8	-4.800	503.988	209.461	126.120	0.011
F5	-5.000	713.449	112.191	123.838	0.025
F6	-6.000	825.640	121.401	121.044	0.011
F7	-7.000	947.041	107.081	119.718	0.034
F8	-8.000	1054.122	108.520	116.103	0.030
F9	-9.000	1162.642	0.000	112.818	0.020
G1	-1.000	0.000	73.240	142.340	0.072
G2	-2.000	73.240	76.790	137.100	0.087
G3	-3.000	150.030	116.469	130.420	0.046
G4	-4.000	266.499	14.080	125.100	0.151
G4.5	-4.500	280.579	7.070	122.970	0.078
G5	-5.000	287.649	80.155	122.418	0.021
G6	-6.000	367.804	66.193	120.751	0.020
G7	-7.000	433.997	77.147	119.455	0.012
G8	-8.000	511.144	62.973	118.538	0.010
G9	-9.000	574.117	52.080	117.901	0.007
G10	-10.000	626.197	114.286	117.553	0.012
G11	-11.000	740.483	60.177	116.134	0.062
G12	-12.000	800.660	0.000	112.407	0.037

Tabella 14

Le sezioni trasversali sono state riportate nella tabella precedente con l'indicazione del nome della sezione inserito nel modello ("station") delle distanze parziali e progressive, delle quote di fondo e delle pendenze.



## 5.2 Portate di piena

Come portate al colmo di piena sono state considerate quelle ricavate nella precedente analisi idrologica. Come precisato in precedenza, le portate sono state considerate, per ragioni cautelative, costanti nel tempo e le simulazioni sono state condotte in condizioni di moto permanente.

## 5.3 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno, necessarie per l'esecuzione di simulazioni idrodinamiche con il modello, sono identiche alla configurazione pre intervento:

- Condizione al contorno di monte: scala di deflusso in moto uniforme della corrente con una pendenza media pari a quella dei rami rilevati;
- Condizione al contorno di valle: scala di deflusso in moto uniforme della corrente con una pendenza pari a quella media del ramo rilevato.

## 5.4 Parametri di scabrezza

Come parametro di scabrezza è stato utilizzato un coefficiente di Gauckler-Strickler pari a 20  $m^{1/3}/s$  (corrispondente ad un coefficiente secondo Manning pari a 0.050  $s/m^{1/3}$ ).

Tale coefficiente è stato determinato in base a quanto stabilito nelle tabelle parametriche riportate all'interno del "Manuale dell'Ingegnere" (83<sup>a</sup> edizione, Nuovo Colombo, Hoepli, 2001) in corrispondenza di "piccoli corsi di pianura, puliti, diritti e senza ristagni d'acqua".

## 5.5 Risultati delle simulazioni nella configurazione post intervento

Come già anticipato in precedenza, le simulazioni sono state effettuate utilizzando il modello di calcolo HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*. Tali simulazioni sono state effettuate, per ragioni cautelative, in regime di moto permanente della corrente.

Si è anche verificato come tali condizioni risultino molto cautelative dato che, in caso di simulazioni non stazionarie, i livelli di pelo libero riscontrabili siano nettamente inferiori a causa del fenomeno della laminazione dei colmi di piena.

Nelle figure seguenti, in particolare, sono mostrati il profilo longitudinale e le planimetrie delle aree allagabili dei tratti F e G, mentre per l'impluvio H non si prevede nessuna variazione allo stato di fatto. Nella tabella seguente sono presenti tutti i valori numerici ottenuti dal modello nella configurazione pre intervento.

Per la delimitazione delle aree allagabili per gli eventi con i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, in particolare, è stato utilizzato il DTM della Regione Basilicata e i valori in termini di tiranti massimi, velocità e aree allagabili elaborati dallo stesso modello di calcolo.

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

Stato di progetto - T = 30 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m <sup>2</sup> )	Tensione di parete (N/m <sup>2</sup> )	Numero di Froude (-)
E1	-1	0	137.29	2.7	137.51	0.22001	27.68	1	2.69	53.59	1.03
E2	-2	67.013	134.1	2.7	134.49	0.38999	16.21	0.83	3.24	29.14	0.6
E3	-3	202.558	130.54	2.7	131.3	0.76001	4.99	1.75	1.54	112.34	1.01
E4	-4	323.422	128.07	2.7	128.88	0.81	2.8	1.29	2.1	50.47	0.47
E4.5	-4.5	410.454	127.07	2.7	127.76	0.69	2.75	1.51	1.79	72.33	0.6
E5	-5	435.307	126.55	2.7	127.68	1.13	3	0.79	3.4	17.85	0.24
E5.5	-5.5	442.923	126.16	2.7	126.59	0.43	6.07	1.14	2.37	44.1	0.58
E6	-6	515.783	125.079	4.1	125.79	0.711	6.31	1.24	3.3	47.93	0.55
E7	-7	613.759	123.363	4.1	124.29	0.927	6.13	1.64	2.51	89.93	0.82
E8	-8	683.556	122.695	4.1	123.26	0.565	6.42	1.26	3.25	50.02	0.57
E9	-9	751.682	121.847	4.1	122.35	0.503	6.26	1.44	2.84	67.82	0.69
E10	-10	849.842	120.601	4.1	121.21	0.609	6.49	1.2	3.43	44.35	0.53
E11	-11	942.372	119.617	4.1	120.14	0.523	6.31	1.38	2.96	61.52	0.64
E12	-12	1060.142	117.742	4.1	118.23	0.488	6.21	1.51	2.72	74.85	0.73
F1	-1	0	136.52	4.9	137.63	1.11	4.8	1.84	2.66	104.16	0.79
F2	-2	152.49	132.94	4.9	133.34	0.4	13.46	1.53	3.19	93.28	1.01
F3	-3	261.496	129.89	4.9	130.35	0.46	25.28	0.6	8.18	11.95	0.33
F4	-4	463.408	127	4.9	128.13	1.13	2.5	2.7	1.82	223.89	1.01
F4.5	-4.5	496.562	126.3	4.9	127.33	1.03	3.2	1.58	3.11	71.01	0.51
F4.8	-4.8	503.988	126.12	4.9	126.82	0.7	7.76	1.01	4.84	30.04	0.41
F5	-5	713.449	123.838	5.5	124.27	0.432	7.07	1.96	2.8	130.38	1
F6	-6	825.64	121.044	5.5	121.81	0.766	7.63	1.06	5.2	31.97	0.41
F7	-7	947.041	119.718	5.5	120.35	0.632	7.07	1.96	2.8	130.26	1
F8	-8	1054.122	116.103	5.5	116.53	0.427	6.96	1.99	2.76	134.79	1.01
F9	-9	1162.642	112.818	5.5	113.32	0.502	7.26	1.65	3.34	87.71	0.78
G1	-1	0	142.34	0.9	142.57	0.23	6.29	1.25	0.72	79.18	1.18
G2	-2	73.24	137.1	0.9	137.36	0.25999	5.25	1.34	0.67	87.75	1.2
G3	-3	150.03	130.42	0.9	130.67	0.25	4.44	1.63	0.55	131.13	1.48
G4	-4	266.499	125.1	0.9	125.77	0.67	2.65	0.53	1.69	9.04	0.21
G4.5	-4.5	280.579	122.97	0.9	123.18	0.21	3	1.44	0.63	89.32	1.01
G5	-5	287.649	122.418	1.4	122.64	0.222	3.57	1.88	0.74	148.46	1.32
G6	-6	367.804	120.751	1.4	121.35	0.599	3.96	1.05	1.34	39.45	0.58
G7	-7	433.997	119.455	1.4	120.24	0.785	3.82	1.25	1.12	58.7	0.74
G8	-8	511.144	118.538	1.4	118.91	0.372	3.75	1.1	1.27	43.87	0.6
G9	-9	574.117	117.901	1.4	118.4	0.499	13.25	0.61	2.69	10.69	0.37
G10	-10	626.197	117.553	1.4	118.1	0.547	7.2	0.68	2.14	14.22	0.38
G11	-11	740.483	116.134	1.4	116.64	0.506	2.95	1.68	0.84	106.96	1.01
G12	-12	800.66	112.407	1.4	112.89	0.483	2.07	2.43	0.58	229.54	1.47

Tabella 15

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

Stato di fatto - T = 200 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m <sup>2</sup> )	Tensione di parete (N/m <sup>2</sup> )	Numero di Froude (-)
E1	-1	0	137.29	4.4	137.55	0.26001	28.09	1.17	3.77	65.41	1.02
E2	-2	67.013	134.1	4.4	134.56	0.45999	17.67	0.98	4.49	37.27	0.62
E3	-3	202.558	130.54	4.4	131.43	0.89001	6.09	1.92	2.29	126.48	1
E4	-4	323.422	128.07	4.4	129.13	1.06	2.93	1.56	2.83	69.69	0.51
E4.5	-4.5	410.454	127.07	4.4	128.14	1.07	2.93	1.55	2.84	68.91	0.5
E5	-5	435.307	126.55	4.4	128.04	1.49	3	0.98	4.48	26.1	0.26
E5.5	-5.5	442.923	126.16	4.4	126.76	0.6	6.5	1.27	3.46	49.94	0.56
E6	-6	515.783	125.079	6.6	125.97	0.891	6.71	1.48	4.46	63.4	0.58
E7	-7	613.759	123.363	6.6	124.45	1.087	6.52	1.88	3.51	108.76	0.82
E8	-8	683.556	122.695	6.6	123.44	0.745	6.86	1.5	4.41	65.09	0.6
E9	-9	751.682	121.847	6.6	122.52	0.673	6.69	1.67	3.95	83.33	0.69
E10	-10	849.842	120.601	6.6	121.4	0.799	6.96	1.41	4.69	56.43	0.55
E11	-11	942.372	119.617	6.6	120.31	0.693	6.73	1.63	4.06	78.48	0.67
E12	-12	1060.142	117.742	6.6	118.38	0.638	6.61	1.77	3.72	95.27	0.75
F1	-1	0	136.52	7.9	137.83	1.31	5.66	2.13	3.72	131.75	0.84
F2	-2	152.49	132.94	7.9	133.44	0.5	17.22	1.67	4.73	105.34	1.02
F3	-3	261.496	129.89	7.9	130.49	0.6	31.33	0.66	12.35	11.64	0.31
F4	-4	463.408	127	7.9	128.4	1.4	2.5	3.15	2.51	286.47	1
F4.5	-4.5	496.562	126.3	7.9	127.67	1.37	3.2	1.89	4.18	96.5	0.53
F4.8	-4.8	503.988	126.12	7.9	127.04	0.92	8	1.21	6.55	39.4	0.43
F5	-5	713.449	123.838	8.9	124.42	0.582	7.46	2.27	3.92	159.84	1
F6	-6	825.64	121.044	8.9	122.04	0.996	8.26	1.26	7.07	42.15	0.43
F7	-7	947.041	119.718	8.9	120.5	0.782	7.46	2.27	3.92	159.84	1
F8	-8	1054.122	116.103	8.9	116.66	0.557	7.25	2.41	3.69	182.22	1.08
F9	-9	1162.642	112.818	8.9	113.49	0.672	7.67	1.95	4.57	112.52	0.8
G1	-1	0	142.34	1.4	142.61	0.27	6.98	1.43	0.98	96.83	1.22
G2	-2	73.24	137.1	1.4	137.4	0.29999	6.2	1.5	0.94	103.39	1.23
G3	-3	150.03	130.42	1.4	130.71	0.29	5.24	1.82	0.77	154.61	1.52
G4	-4	266.499	125.1	1.4	125.89	0.79	2.7	0.69	2.02	14.84	0.26
G4.5	-4.5	280.579	122.97	1.4	123.25	0.28	3	1.67	0.84	110.18	1.01
G5	-5	287.649	122.418	2.2	122.86	0.442	4.09	1.42	1.55	69.53	0.73
G6	-6	367.804	120.751	2.2	121.43	0.679	4.17	1.31	1.68	58.7	0.66
G7	-7	433.997	119.455	2.2	120.39	0.935	4.18	1.3	1.7	57.19	0.65
G8	-8	511.144	118.538	2.2	118.98	0.442	3.88	1.46	1.51	73.54	0.75
G9	-9	574.117	117.901	2.2	118.49	0.589	14.23	0.65	3.9	11.7	0.35
G10	-10	626.197	117.553	2.2	118.22	0.667	8.01	0.79	3.03	18.01	0.39
G11	-11	740.483	116.134	2.2	116.75	0.616	3.46	1.85	1.19	121.57	1
G12	-12	800.66	112.407	2.2	112.98	0.573	2.26	2.83	0.78	292.93	1.54

Tabella 16

Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

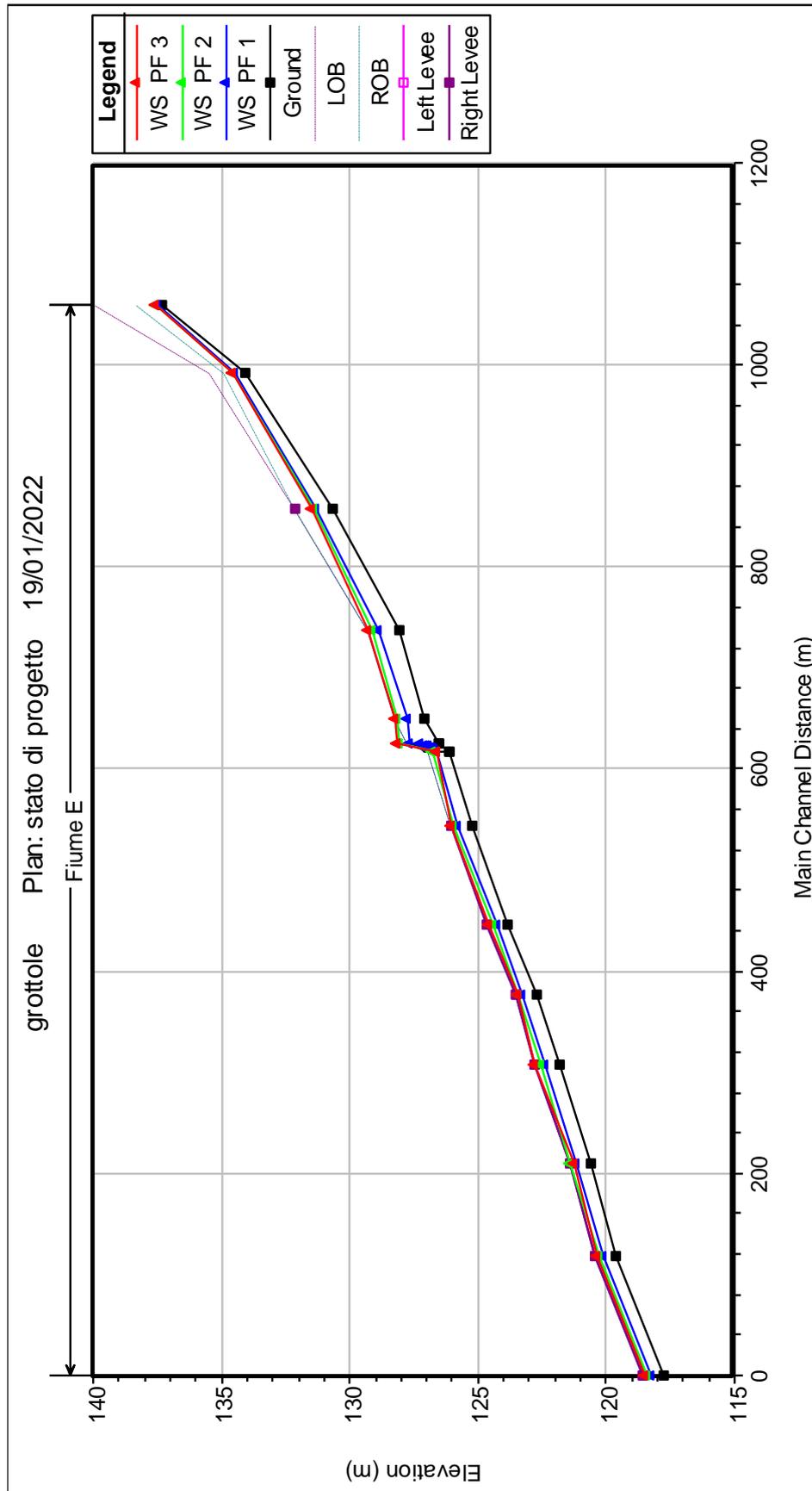
Stato di fatto - T = 500 anni											
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m <sup>2</sup> )	Tensione di parete (N/m <sup>2</sup> )	Numero di Froude (-)
E1	-1	0	137.29	5.2	137.56	0.27001	28.27	1.23	4.22	70.08	1.02
E2	-2	67.013	134.1	5.2	134.6	0.49999	18.27	1.03	5.03	40.31	0.63
E3	-3	202.558	130.54	5.2	131.48	0.94001	6.51	1.99	2.62	132.38	1
E4	-4	323.422	128.07	5.2	129.25	1.18	2.99	1.63	3.19	74.76	0.5
E4.5	-4.5	410.454	127.07	5.2	128.27	1.2	3	1.61	3.23	72.7	0.49
E5	-5	435.307	126.55	5.2	128.16	1.61	3	1.08	4.84	30.83	0.27
E5.5	-5.5	442.923	126.16	5.2	126.87	0.71	6.78	1.24	4.19	45.47	0.5
E6	-6	515.783	125.079	7.8	125.98	0.901	6.73	1.73	4.5	86.58	0.68
E7	-7	613.759	123.363	7.8	124.62	1.257	6.93	1.69	4.62	82.08	0.66
E8	-8	683.556	122.695	7.8	123.37	0.675	6.68	1.99	3.92	118.71	0.83
E9	-9	751.682	121.847	7.8	122.69	0.843	9.8	1.27	6.82	35.33	0.47
E10	-10	849.842	120.601	7.8	121.21	0.609	6.49	2.27	3.43	159.72	1
E11	-11	942.372	119.617	7.8	120.38	0.763	6.91	1.72	4.54	85.13	0.68
E12	-12	1060.142	117.742	7.8	118.45	0.708	6.77	1.87	4.17	103.46	0.76
F1	-1	0	136.52	9.3	137.9	1.38	5.97	2.25	4.13	145.56	0.87
F2	-2	152.49	132.94	9.3	133.47	0.53	17.49	1.75	5.31	112.13	1.02
F3	-3	261.496	129.89	9.3	130.56	0.67	32.95	0.68	14.39	11.64	0.3
F4	-4	463.408	127	9.3	128.52	1.52	2.5	3.32	2.8	312.92	1
F4.5	-4.5	496.562	126.3	9.3	127.58	1.28	3.2	2.39	3.88	156.78	0.69
F4.8	-4.8	503.988	126.12	9.3	127.13	1.01	8	1.28	7.26	43.22	0.43
F5	-5	713.449	123.838	10.6	124.49	0.652	7.63	2.39	4.44	170.45	1
F6	-6	825.64	121.044	10.6	122.14	1.096	8.53	1.34	7.91	46.64	0.44
F7	-7	947.041	119.718	10.6	120.57	0.852	7.63	2.39	4.44	170.45	1
F8	-8	1054.122	116.103	10.6	116.71	0.607	7.38	2.59	4.09	204.72	1.11
F9	-9	1162.642	112.818	10.6	113.56	0.742	7.85	2.06	5.14	122.87	0.81
G1	-1	0	142.34	1.7	142.63	0.29	7.12	1.53	1.11	107.49	1.24
G2	-2	73.24	137.1	1.7	137.42	0.31999	6.67	1.57	1.08	111.2	1.25
G3	-3	150.03	130.42	1.7	130.74	0.32	5.64	1.91	0.89	166.03	1.54
G4	-4	266.499	125.1	1.7	125.96	0.86	2.72	0.77	2.19	18.19	0.28
G4.5	-4.5	280.579	122.97	1.7	123.29	0.32	3	1.78	0.95	121.53	1.01
G5	-5	287.649	122.418	2.6	122.93	0.512	4.27	1.4	1.85	65.6	0.68
G6	-6	367.804	120.751	2.6	121.44	0.689	4.2	1.5	1.74	75.77	0.74
G7	-7	433.997	119.455	2.6	120.48	1.025	4.42	1.24	2.1	49.39	0.57
G8	-8	511.144	118.538	2.6	118.96	0.422	3.84	1.81	1.43	115.31	0.95
G9	-9	574.117	117.901	2.6	118.56	0.659	16	0.63	4.99	9.71	0.31
G10	-10	626.197	117.553	2.6	118.03	0.477	5.86	1.56	1.71	88.99	0.94
G11	-11	740.483	116.134	2.6	116.81	0.676	12.99	0.74	3.98	15.51	0.39
G12	-12	800.66	112.407	2.6	112.78	0.373	1.8	7.17	0.36	2214.1	5.11

Tabella 17



Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

---

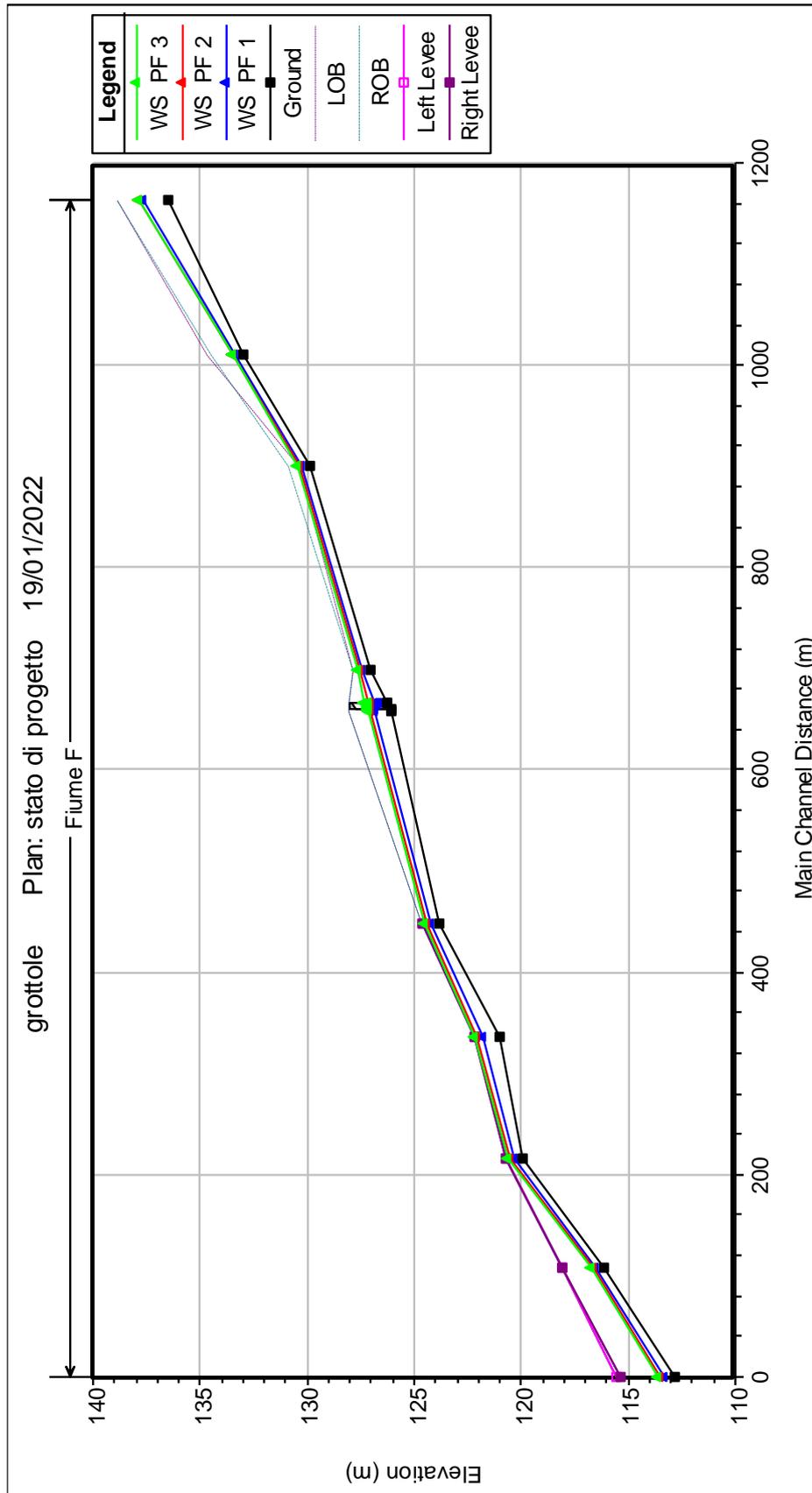
**Figura 11: Profilo longitudinale impluvio E**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

---

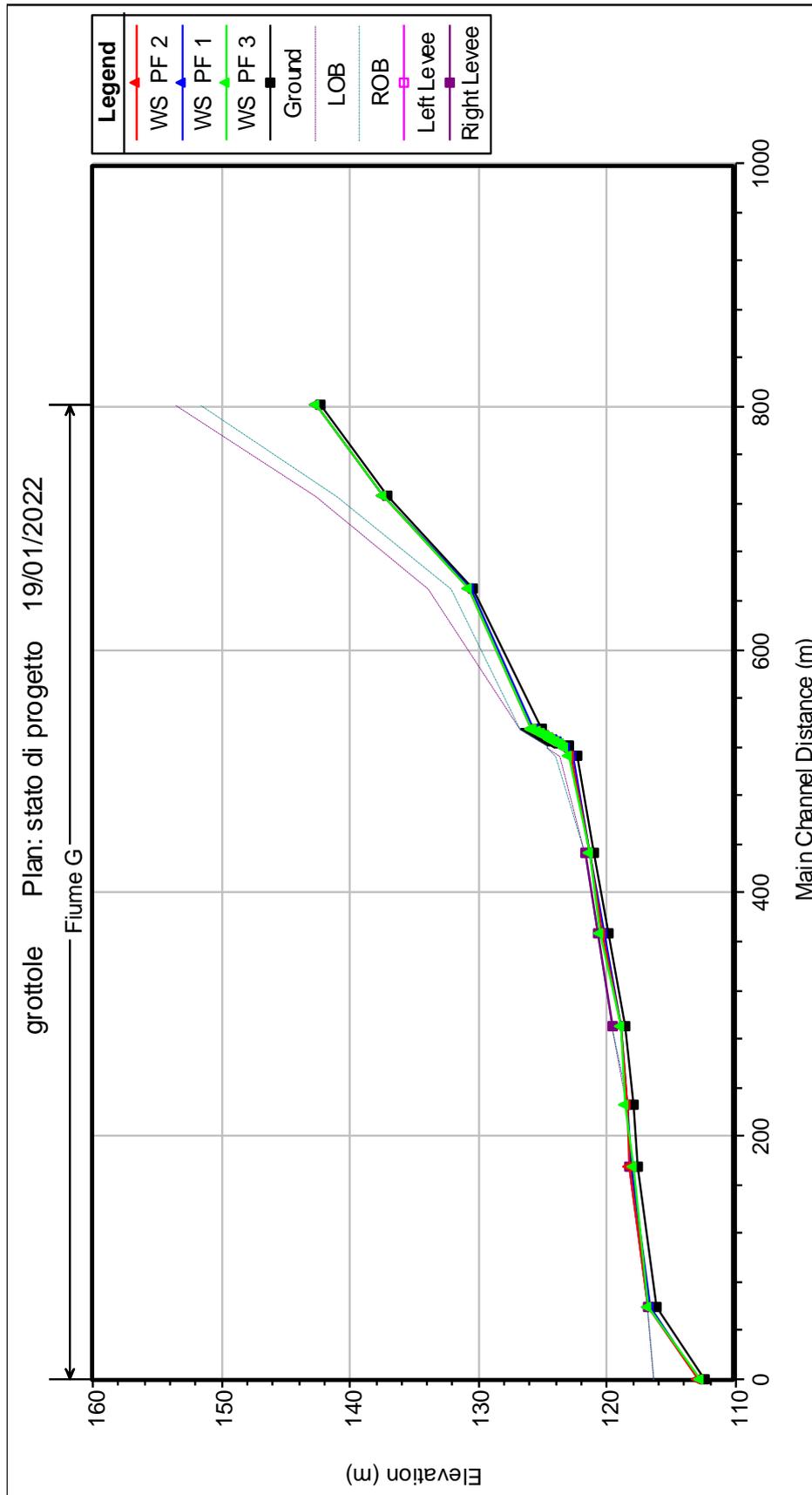
**Figura 12: Profilo longitudinale impluvio F**





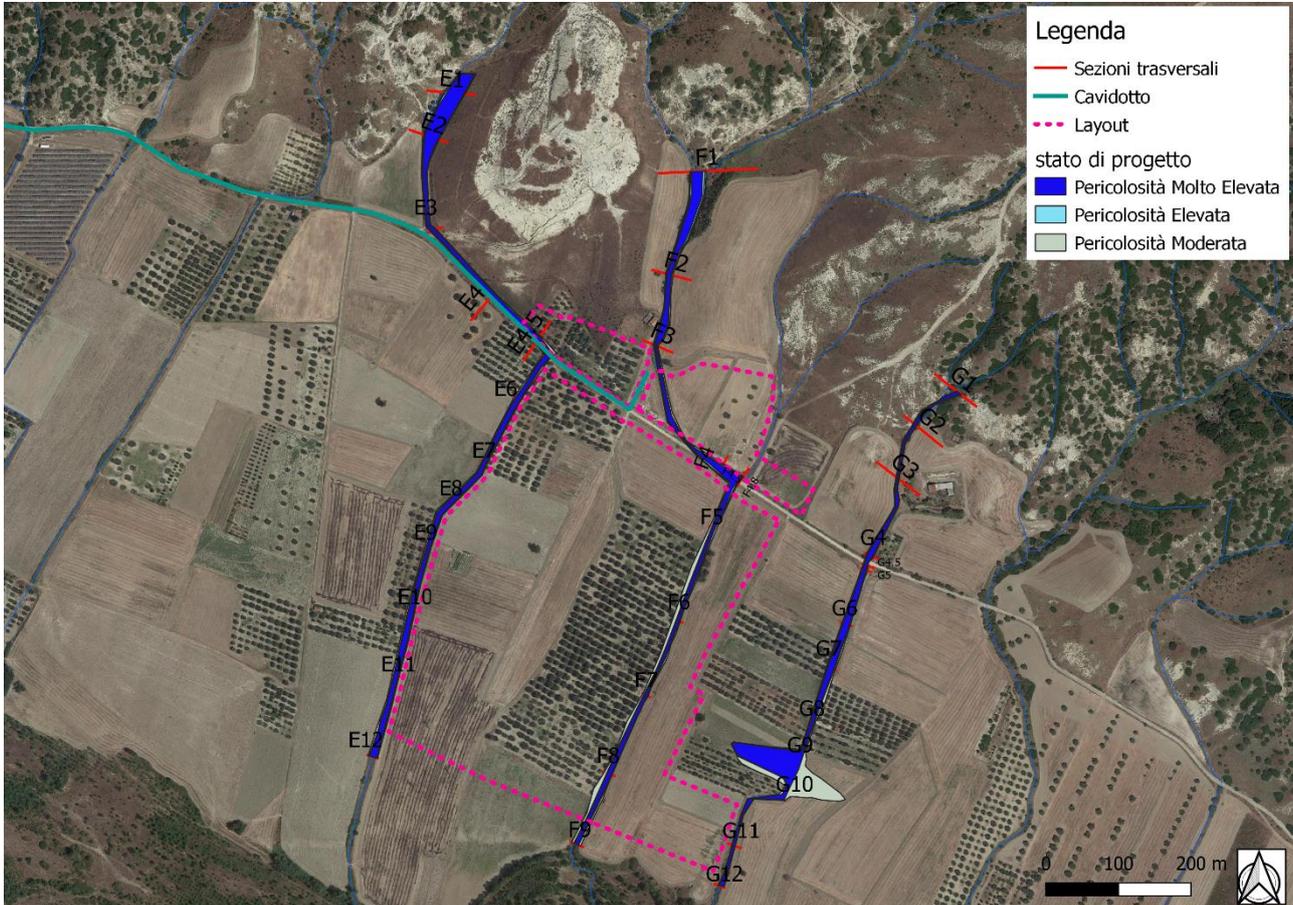
Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





**Figura 13: Profilo longitudinale impluvio G**



**Figura 14: Planimetria delle aree allagabili nella configurazione di progetto**

Dalla figura precedente si può notare che, a seguito dell'intervento in progetto, le aree allagabili si siano notevolmente ridotte, infatti solo l'impluvio G presenta una residua espansione dell'area allagabile in, ma l'impianto si trova in sicurezza idraulica.

Si sottolinea, inoltre, che le opere progettate risultano in grado di garantire la sicurezza idraulica in quanto sono state dimensionate in funzione dell'evento meteorico con tempo di ritorno di 200 anni.



## 6 Conclusioni

La presente relazione accompagna il progetto di realizzazione di un impianto di produzione da energia da fonte fotovoltaica con potenza nominale di 16.455 MWp da realizzare nell'area SIN (Sito di Interesse Nazionale) VALBASENTO nel territorio comunale di Grottole (MT).

Per le finalità della presente analisi appare opportuno ricordare che il sito di interesse è attraversato da canali di bonifica mappati anche da IGM in scala 1:25.000, risulta però esterno rispetto alle aree perimetrate dall'attuale Piano Stralcio per la Difesa del Rischio Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (ex AdB Basilicata).

Il sito di realizzazione dell'impianto fotovoltaico ricade interamente all'interno del territorio comunale di Grottole (MT) e le coordinate sono le seguenti:

- Latitudine: 40.3425.25°
- Longitudine: 16.2415.07°
- Altitudine: circa 120 mslm.

Per tali scopi, pertanto, nel presente studio è stata effettuata sia un'analisi idrologica volta alla determinazione delle portate al colmo di piena mediante il metodo VAPI Basilicata per tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni e due analisi idrauliche:

- una in moto permanente che grazie all'utilizzo del modello idrodinamico monodimensionale HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*, è finalizzata alla valutazione delle modalità di deflusso degli eventi di piena al fine di stabilire i massimi valori del livello di pelo libero e, di conseguenza, di valutare le effettive estensioni delle aree a diversa pericolosità idraulica;
- un'analisi idraulica semplificata per la valutazione della profondità di escavazione del ramo in corrispondenza dell'interferenza con il cavidotto.

Dallo studio idraulico relativo alla condizione di stato di fatto è emerso che l'impianto in progetto risulta interessato da aree a pericolosità idraulica generate dalla presenza degli impluvi E, F ed G. Al fine di ridurre il rischio idraulico nella suddetta area e poter procedere alla messa in sicurezza del lotto in progetto, pertanto, risulta necessario ricalibrare le sezioni dei canali mediante una sezione trapezoidale in terra di opportune dimensioni in modo che risulti sufficiente a garantire un contenimento delle portate.

Per tali scopi, pertanto, si è considerato un valore di riferimento per il franco di sicurezza corrispondente a quello prescritto dalla "Guida alla progettazione dei sistemi di collettamento e depurazione delle acque reflue urbane" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) del 2001 che prevede:

- il 50% dell'altezza utile se questa non supera i 40 cm;
- 20 cm se l'altezza utile è compresa tra i 40 e i 100 cm;
- il 20% dell'altezza utile se questa è superiore a 100 cm.

Per l'impluvio E gli interventi saranno realizzati dalla sezione E5.5 alla E12 con altezze pari a 0.80 m, per l'impluvio F gli interventi saranno realizzati dalla sezione F4.8 alla F9 con altezza pari a 0.80 m, mentre per l'impluvio G gli interventi saranno realizzati dalla sezione G5 alla sezione G8 per un'altezza di 0.60 m. In entrambi i casi sarà adottato un franco di sicurezza di almeno 20 cm.

Per la posa in opera del cavidotto in progetto è stata condotta una verifica dell'intersezione a guado tramite un'analisi idraulica "semplificata" per la valutazione della profondità massima di



escavazione da parte della corrente per il tempo di ritorno di 200 anni. A valle dell'analisi è stata determinata una profondità di escavazione per un massimo di 10 cm per tutte le interferenze e, dovendo rispettare un franco di sicurezza pari ad 1.00 m, il cavidotto non necessiterà di ulteriori approfondimenti dello scavo.

Per quanto riguarda gli aspetti ambientali connessi con quelli idrologici e idraulici, pertanto, è possibile affermare che gli studi effettuati nel presente elaborato hanno accertato che **le opere in progetto risultano compatibili con il territorio in esame** in quanto:

- 1) non alterano il livello di pericolosità idraulica delle aree di intervento né di quelle contermini;
- 2) non modificano il regime dei deflussi superficiali in quanto rispettano i principi di invarianza idrologica e idraulica;
- 3) non intervengono sulle attuali condizioni di deflusso dei corpi idrici recettori esterni alle aree di intervento.



## **Allegato A: Sezioni trasversali**

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

Nel presente allegato sono mostrate le sezioni trasversali di progetto utilizzate nelle simulazioni (viste da monte verso valle) con l'indicazione dei livelli idrici di piena in occasione dell'evento con i tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni.

Nella tabella seguente è mostrato l'elenco delle sezioni trasversali utilizzate.

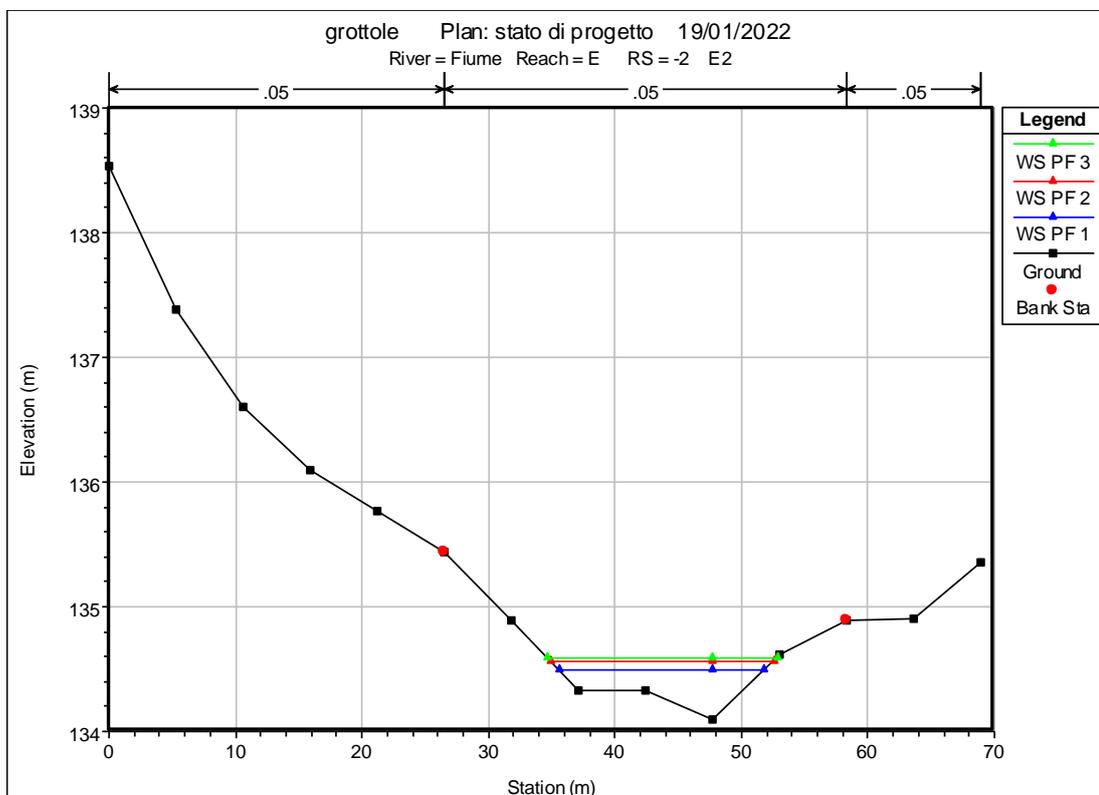
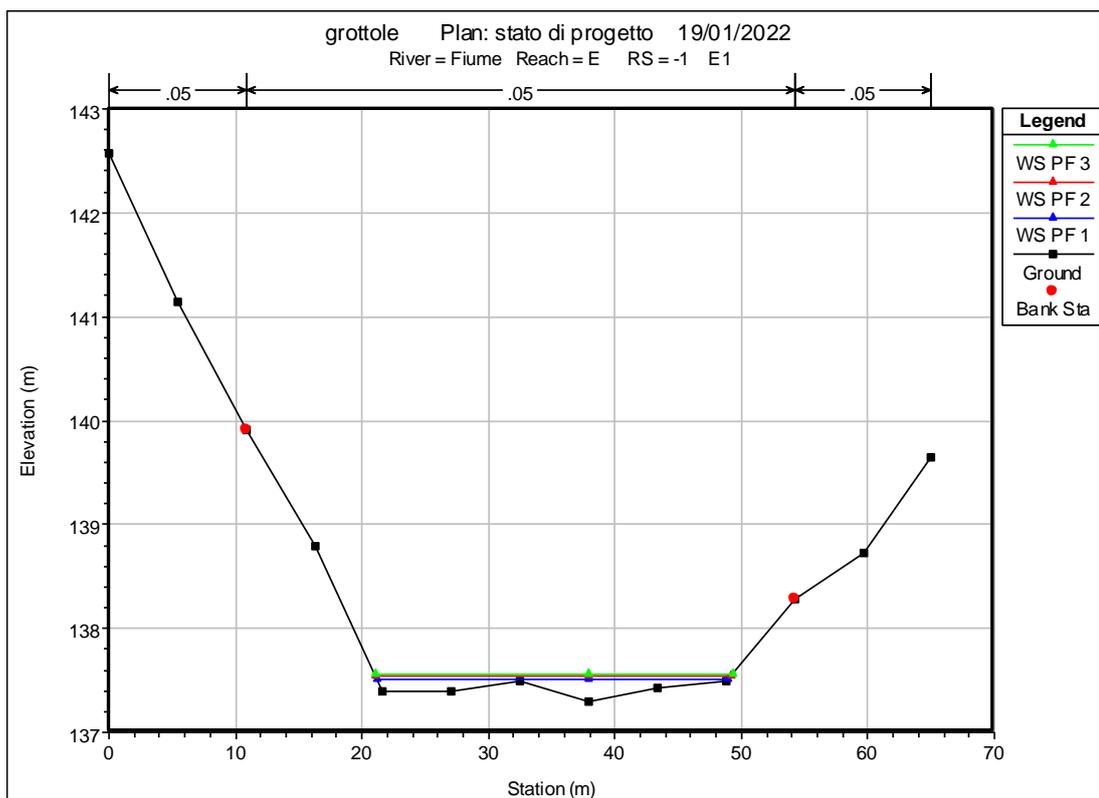
Stato di progetto - Sezioni					
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Parz. (m)	Fondo (mslm)	Pendenza (m/m)
E1	-1.000	0.000	67.013	137.290	0.048
E2	-2.000	67.013	135.545	134.100	0.026
E3	-3.000	202.558	120.864	130.540	0.020
E4	-4.000	323.422	87.032	128.070	0.011
E4.5	-4.500	410.454	24.853	127.070	0.021
E5	-5.000	435.307	7.616	126.550	0.051
E5.5	-5.500	442.923	72.860	126.160	0.015
E6	-6.000	515.783	97.976	125.079	0.018
E7	-7.000	613.759	69.797	123.363	0.010
E8	-8.000	683.556	68.126	122.695	0.012
E9	-9.000	751.682	98.160	121.847	0.013
E10	-10.000	849.842	92.530	120.601	0.011
E11	-11.000	942.372	117.770	119.617	0.016
E12	-12.000	1060.142	0.000	117.742	0.018
F1	-1.000	0.000	152.490	136.520	0.023
F2	-2.000	152.490	109.006	132.940	0.028
F3	-3.000	261.496	201.912	129.890	0.014
F4	-4.000	463.408	33.154	127.000	0.021
F4.5	-4.500	496.562	7.426	126.300	0.024
F4.8	-4.800	503.988	209.461	126.120	0.011
F5	-5.000	713.449	112.191	123.838	0.025
F6	-6.000	825.640	121.401	121.044	0.011
F7	-7.000	947.041	107.081	119.718	0.034
F8	-8.000	1054.122	108.520	116.103	0.030
F9	-9.000	1162.642	0.000	112.818	0.020
G1	-1.000	0.000	73.240	142.340	0.072
G2	-2.000	73.240	76.790	137.100	0.087
G3	-3.000	150.030	116.469	130.420	0.046
G4	-4.000	266.499	14.080	125.100	0.151
G4.5	-4.500	280.579	7.070	122.970	0.078
G5	-5.000	287.649	80.155	122.418	0.021
G6	-6.000	367.804	66.193	120.751	0.020
G7	-7.000	433.997	77.147	119.455	0.012
G8	-8.000	511.144	62.973	118.538	0.010
G9	-9.000	574.117	52.080	117.901	0.007
G10	-10.000	626.197	114.286	117.553	0.012
G11	-11.000	740.483	60.177	116.134	0.062
G12	-12.000	800.660	0.000	112.407	0.037

**Tabella 18**



Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

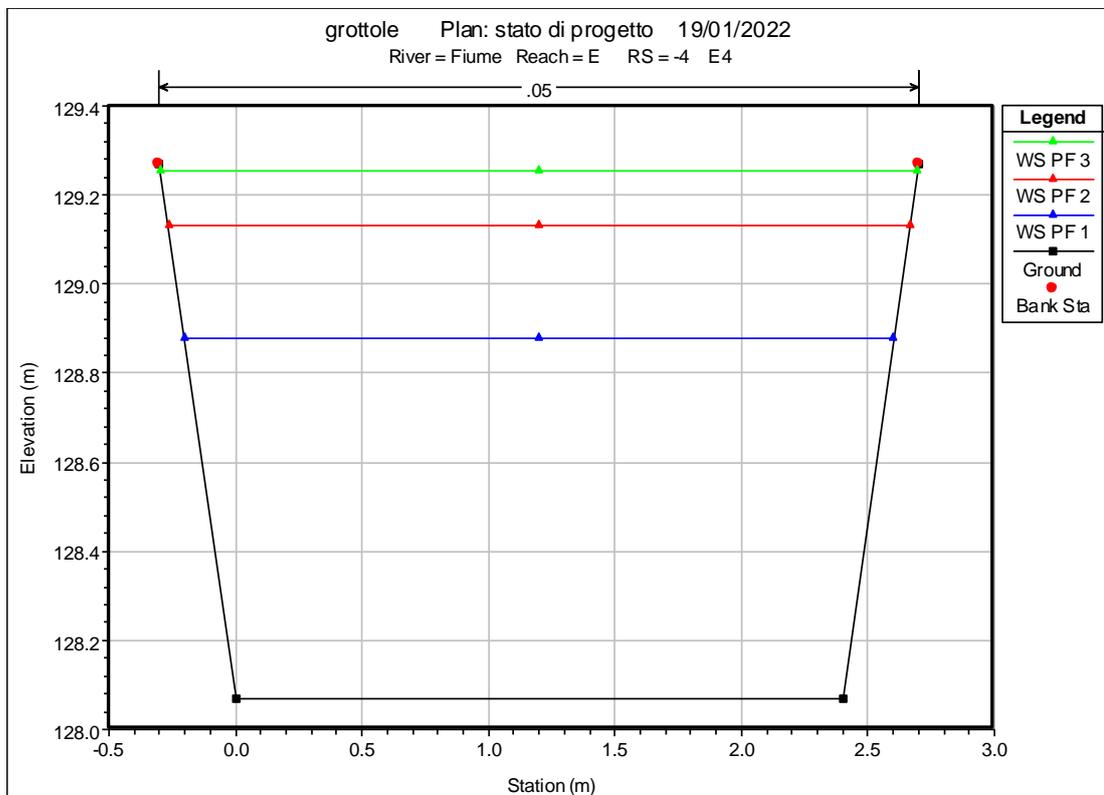
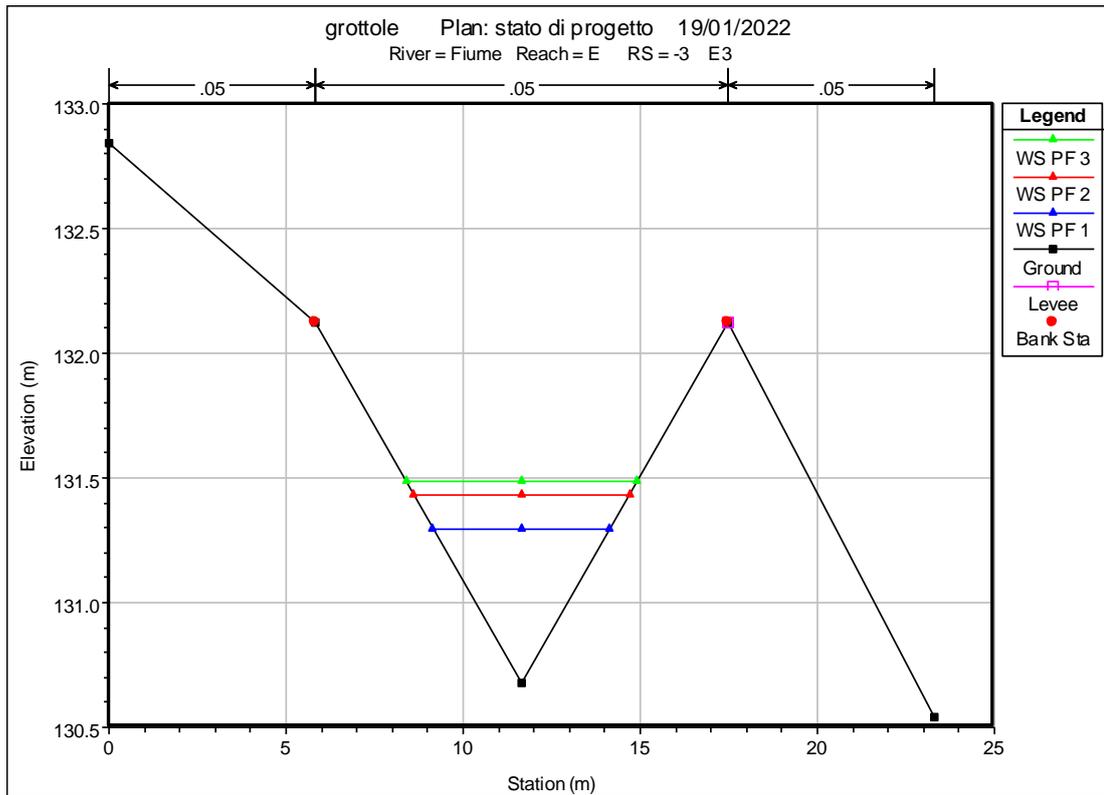
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

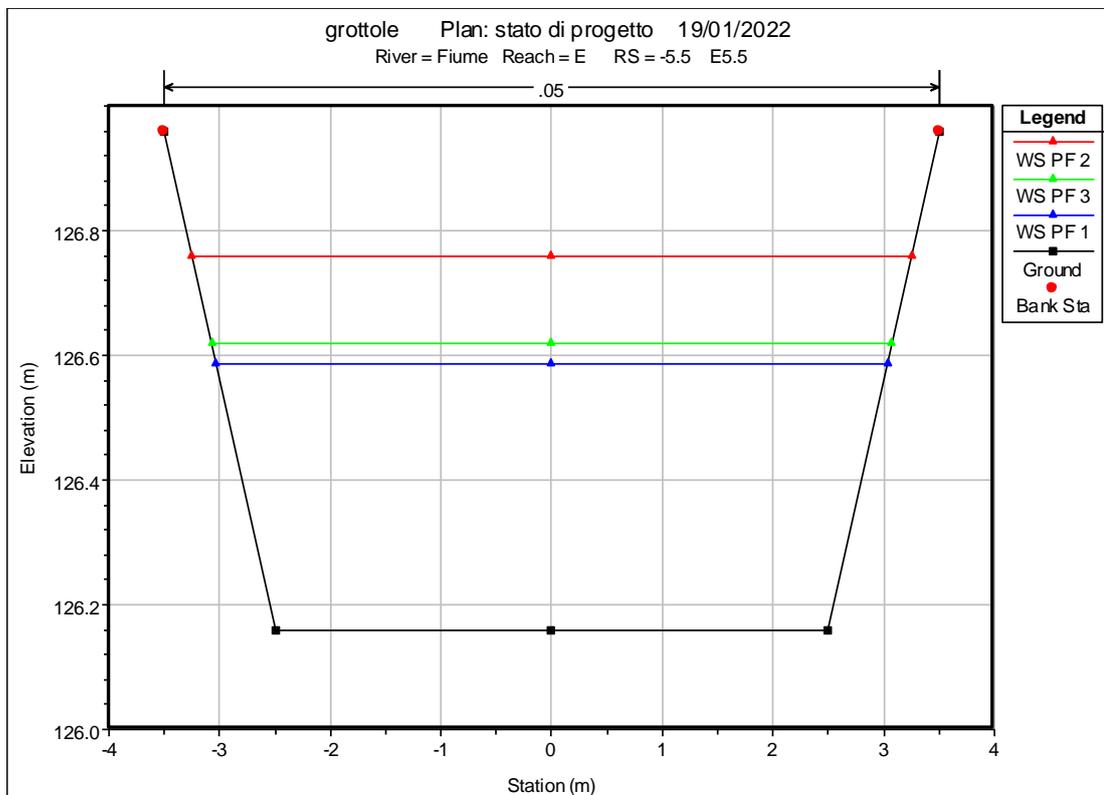
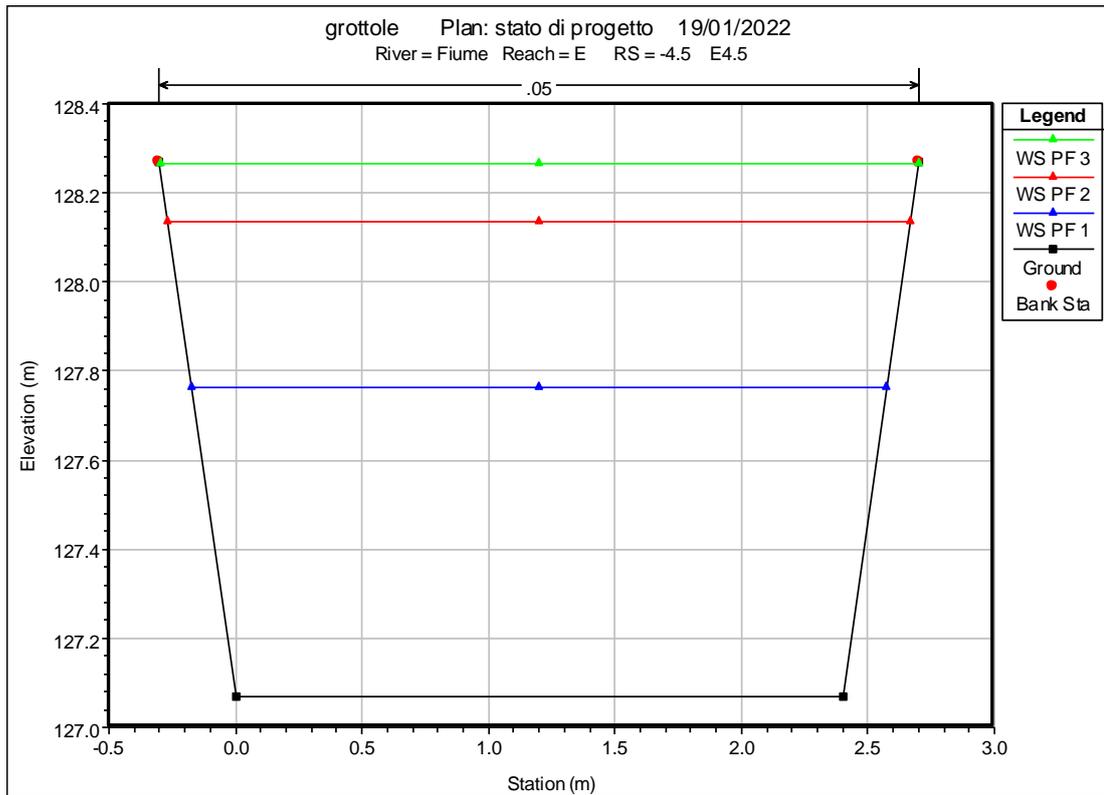
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

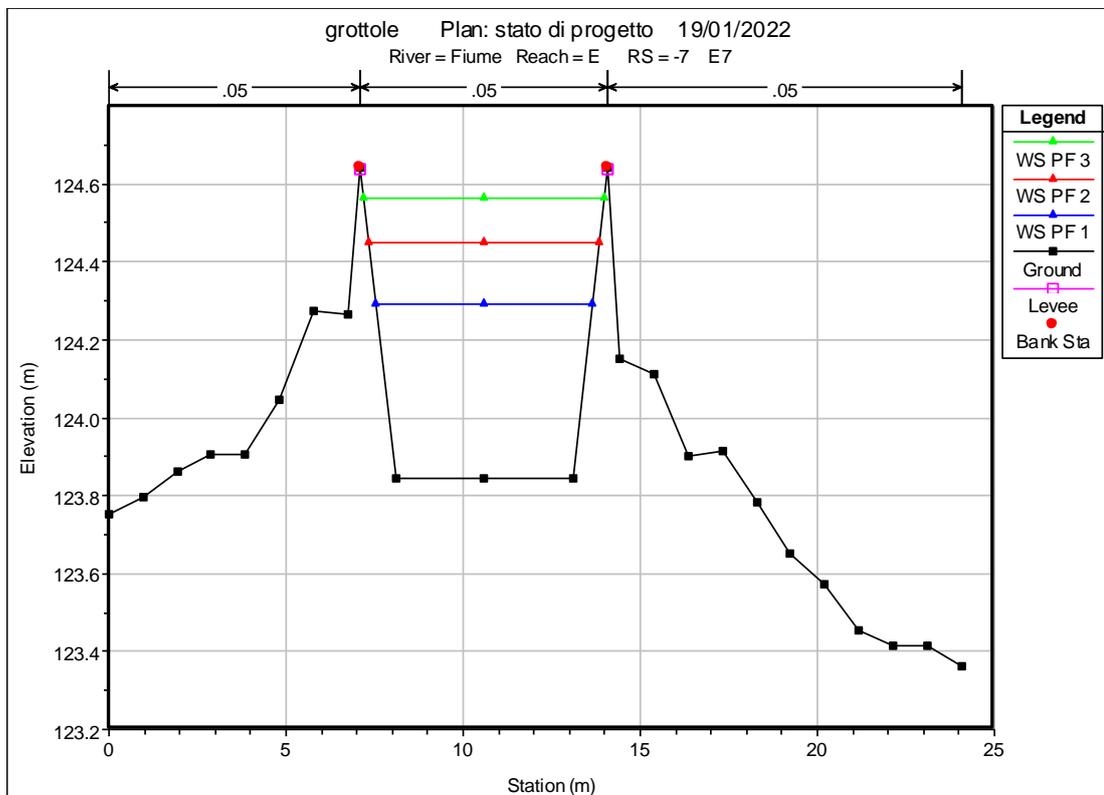
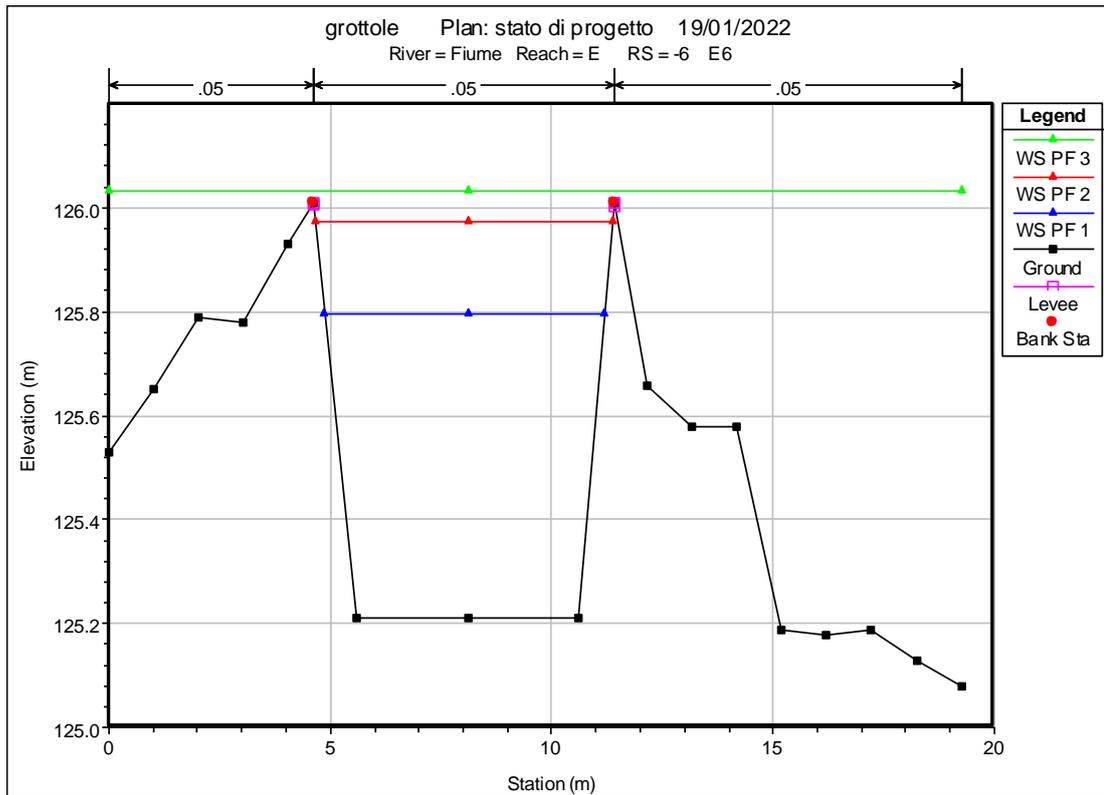
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

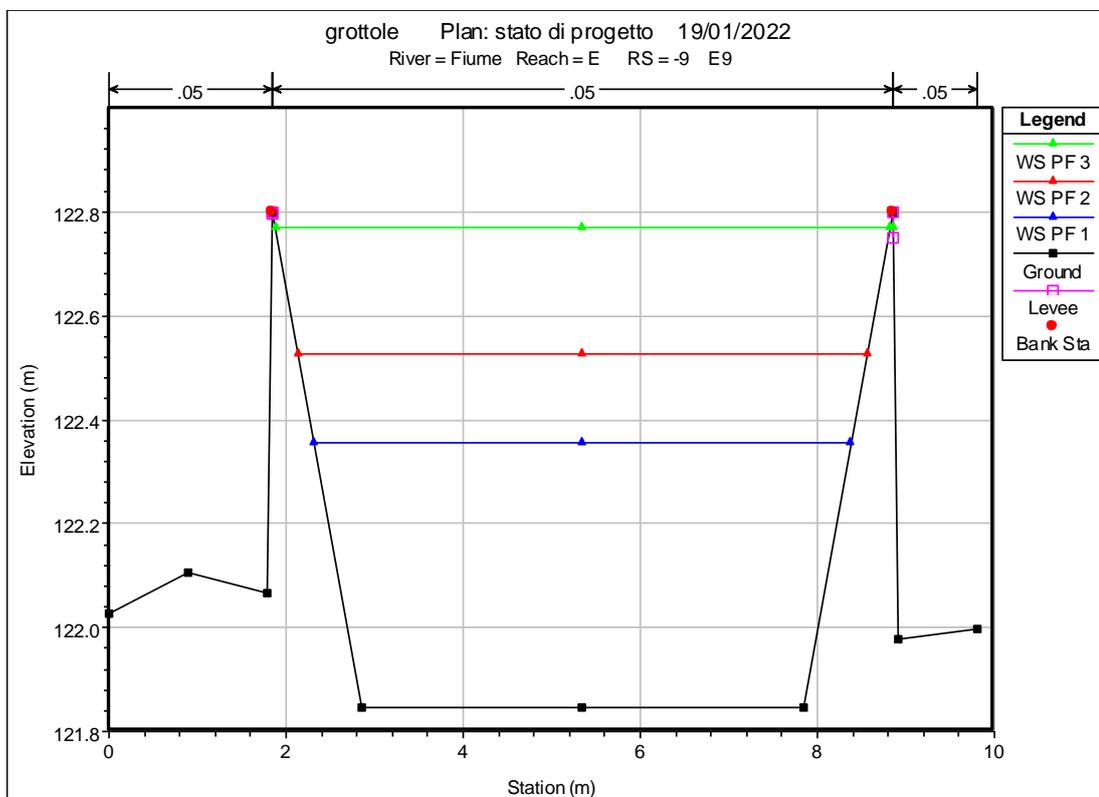
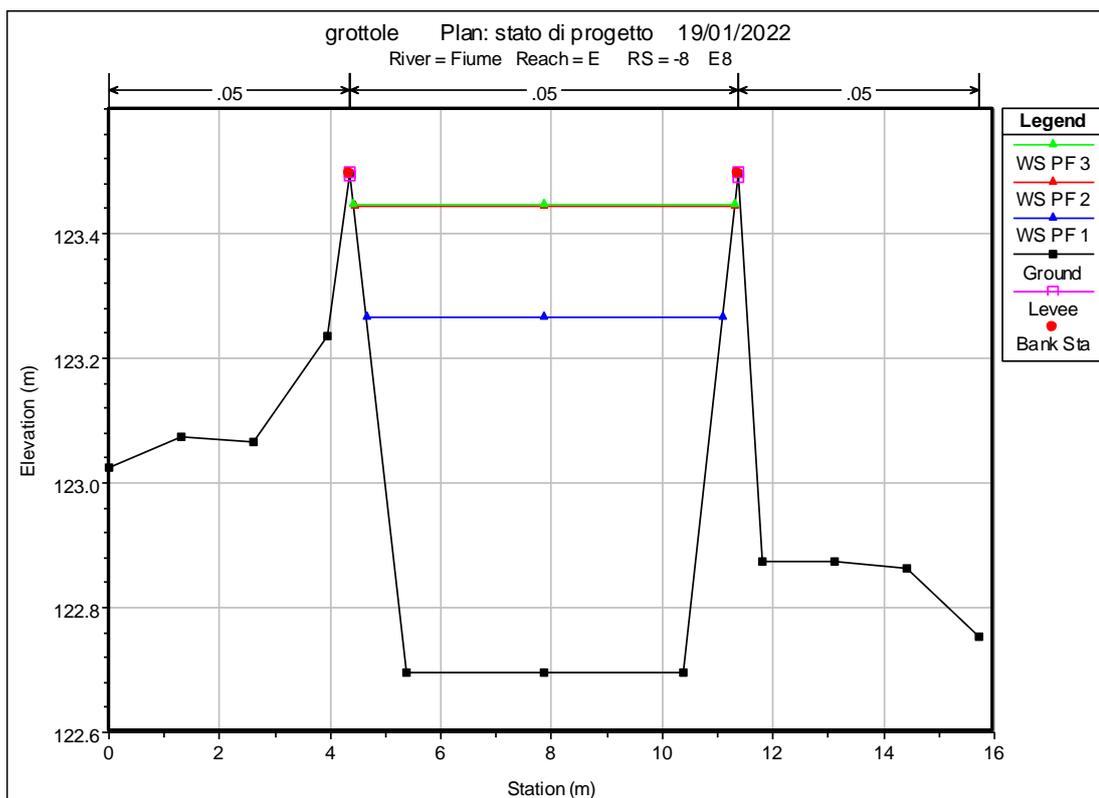
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

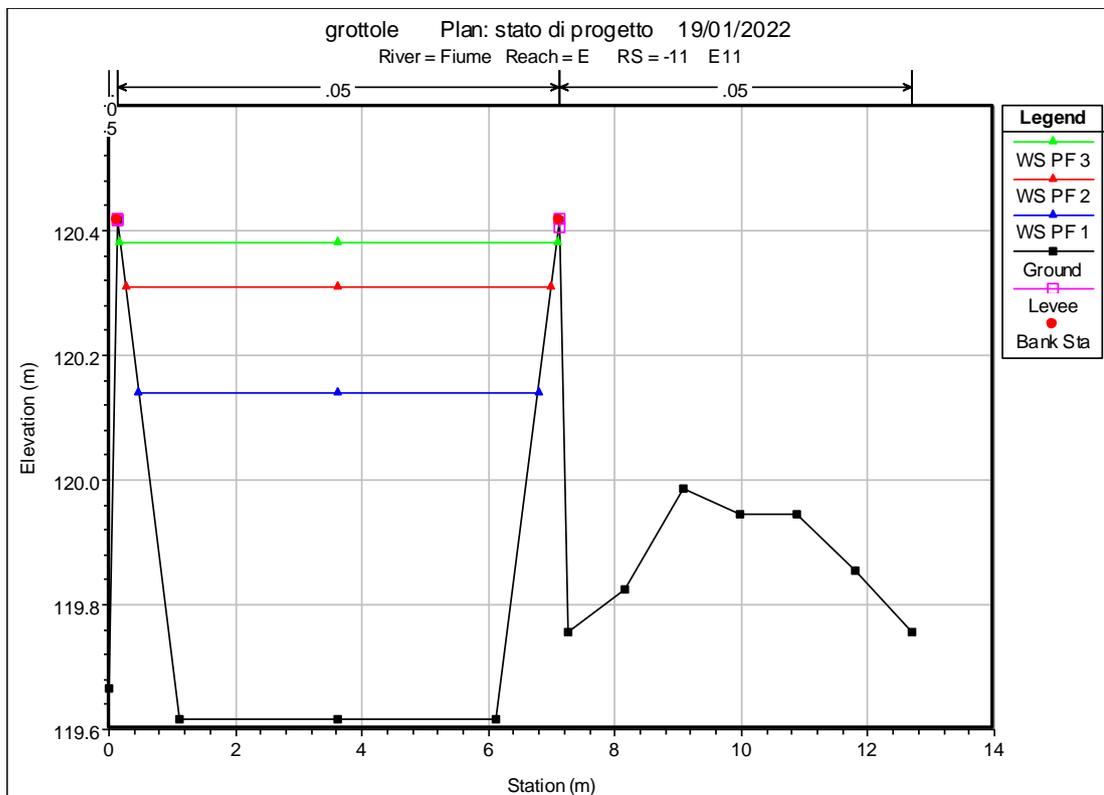
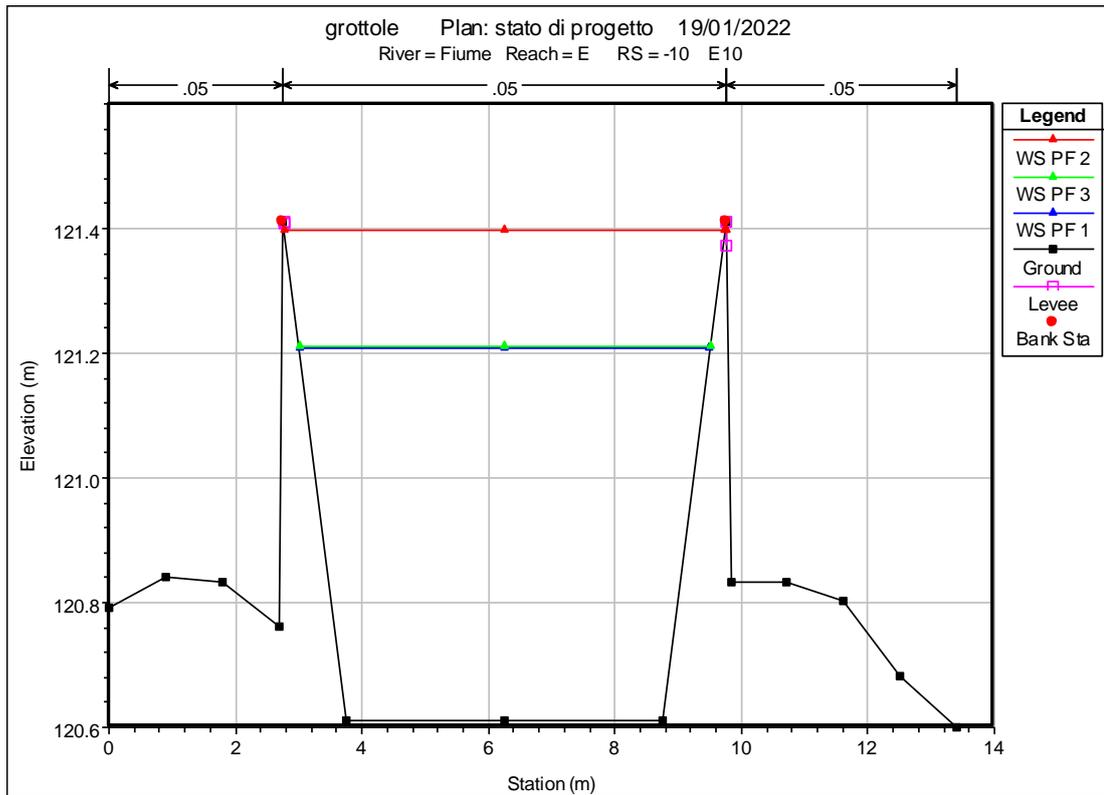
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

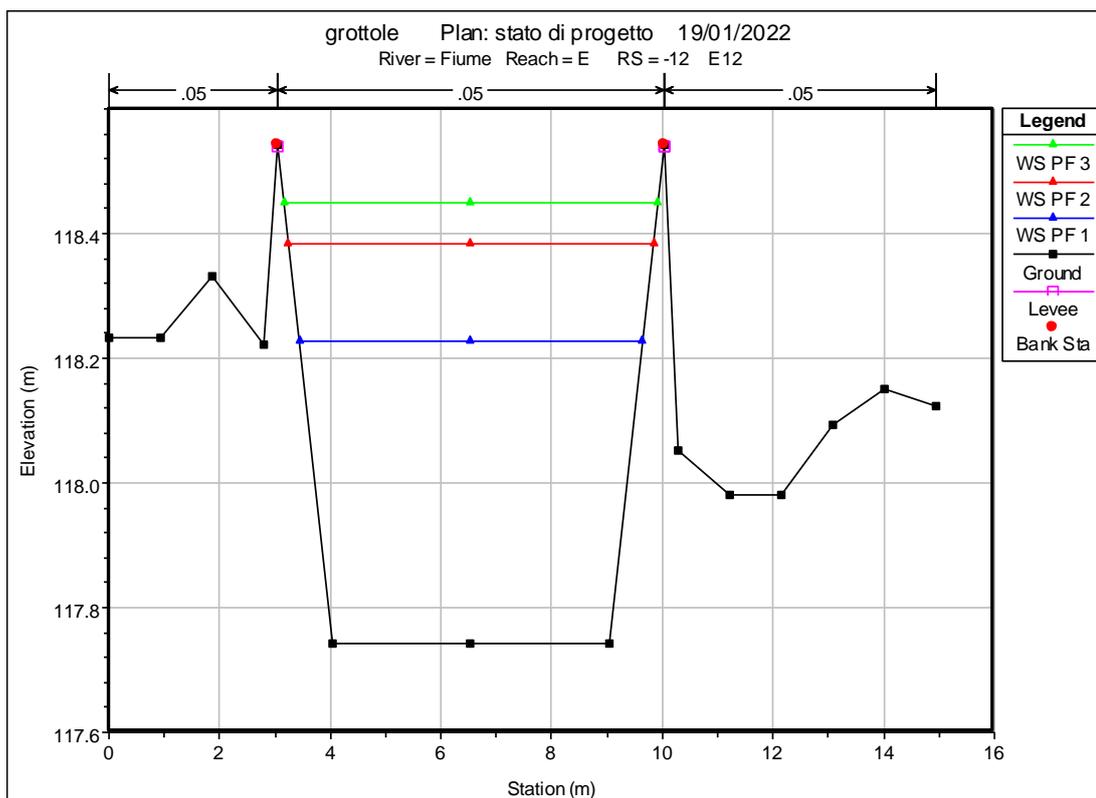
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

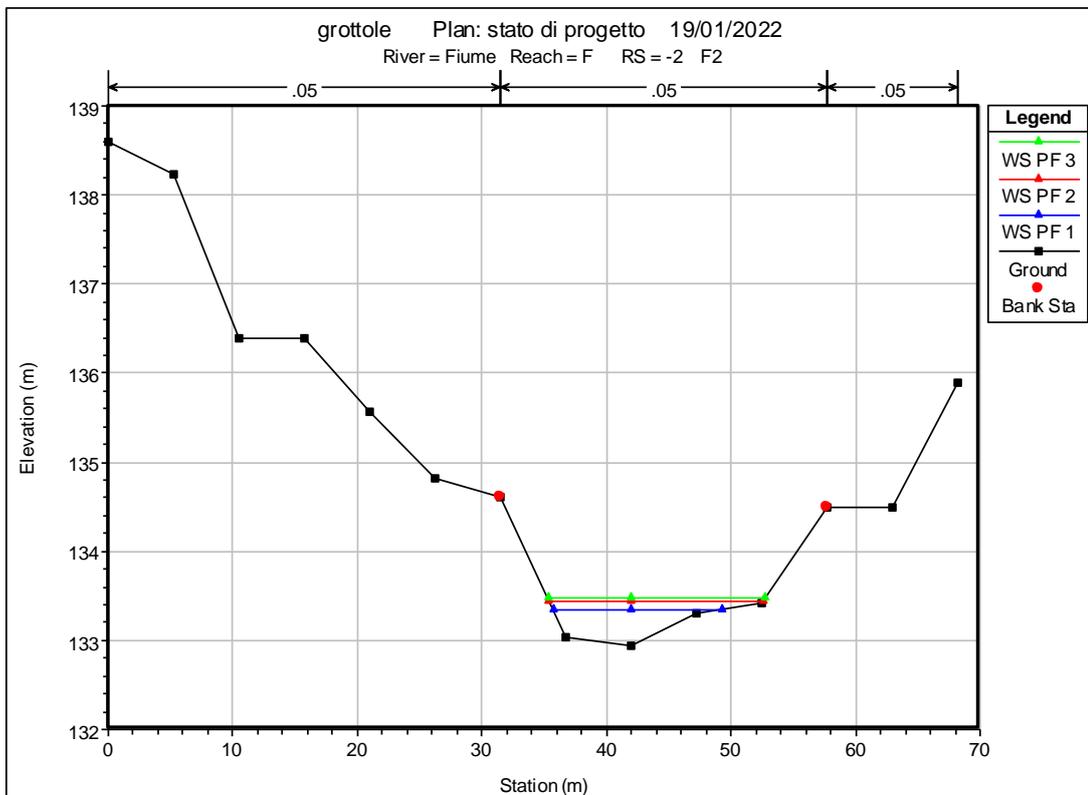
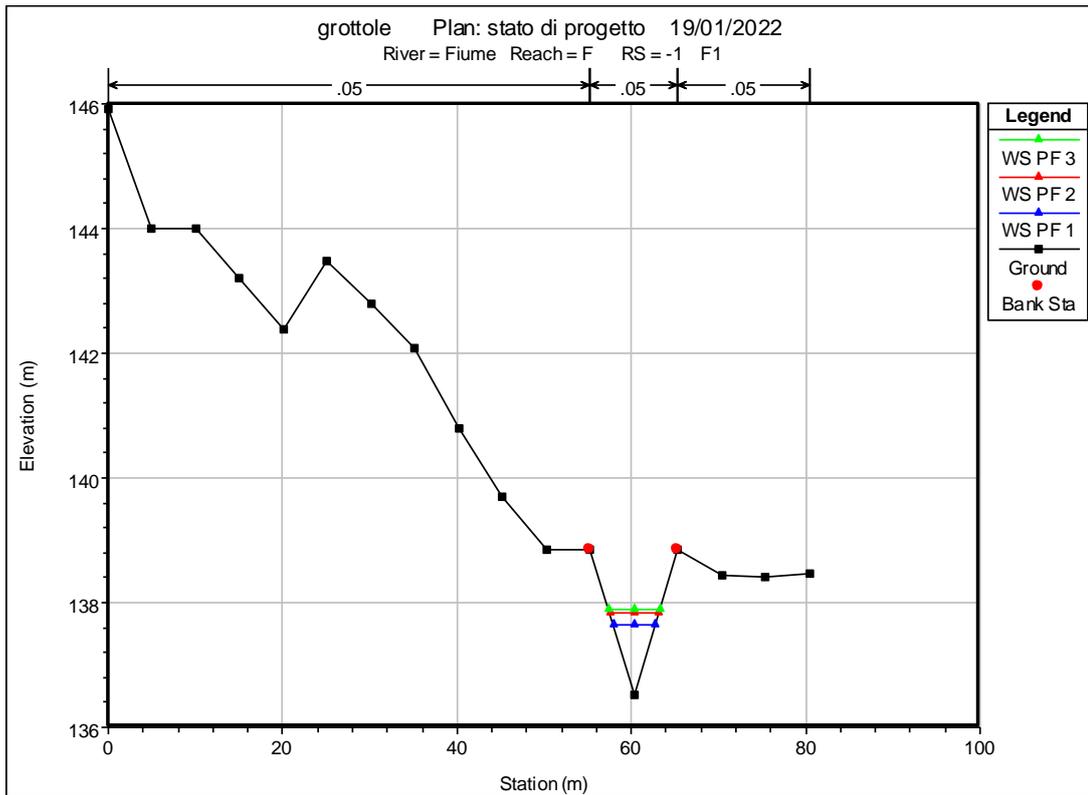


**Figura 15: Sezioni trasversali impluvio E**



Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

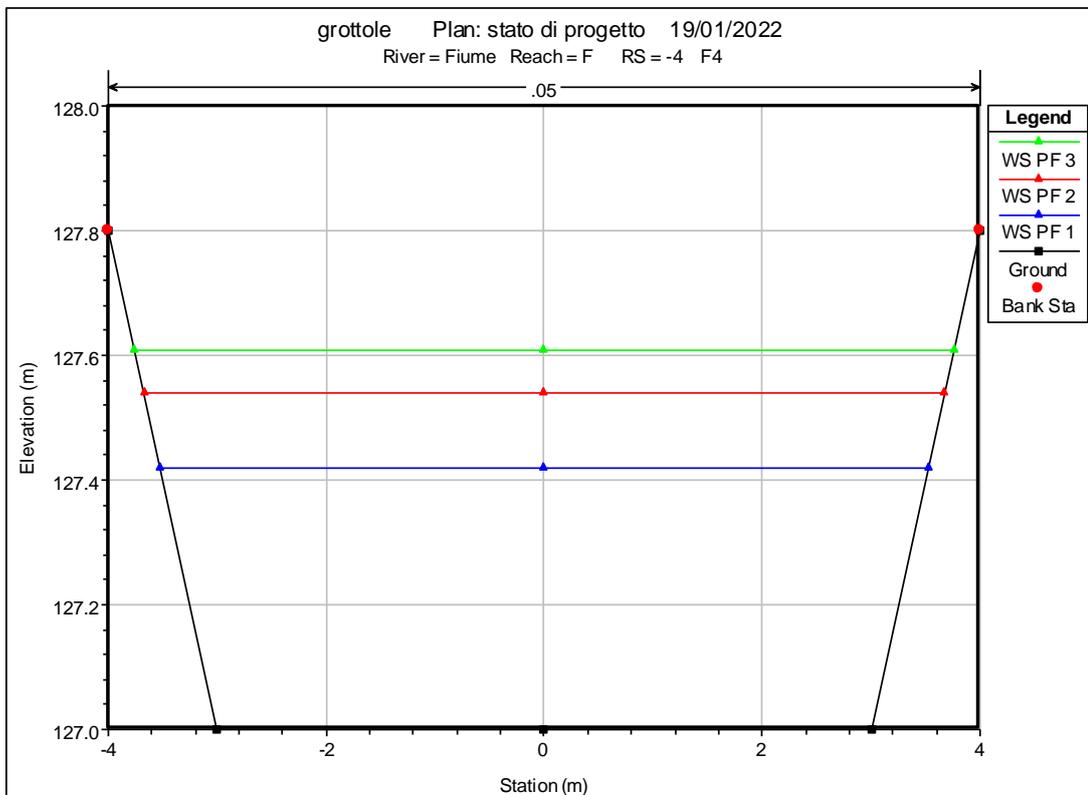
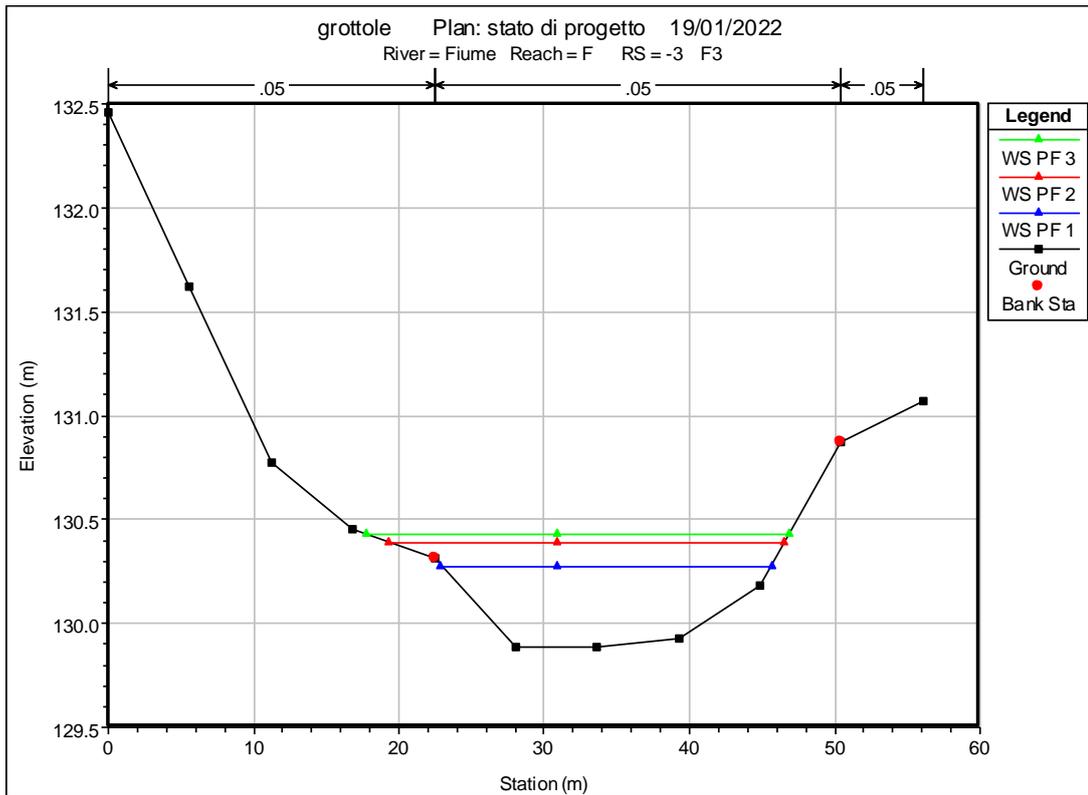
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

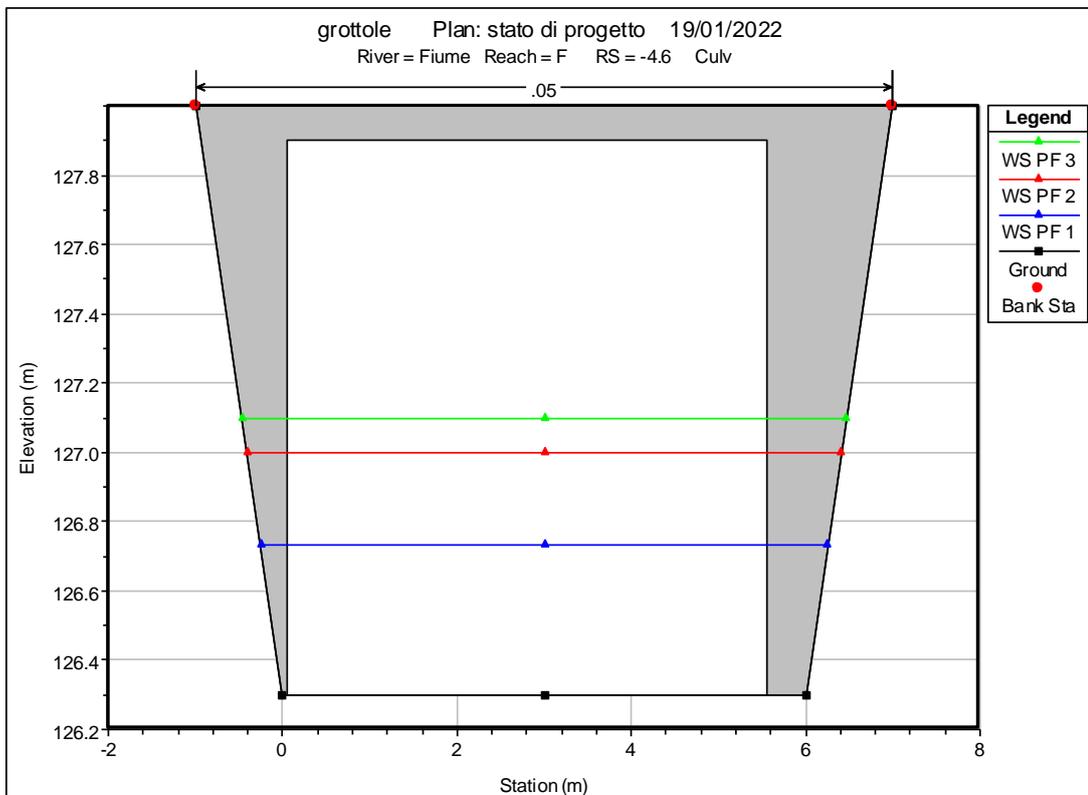
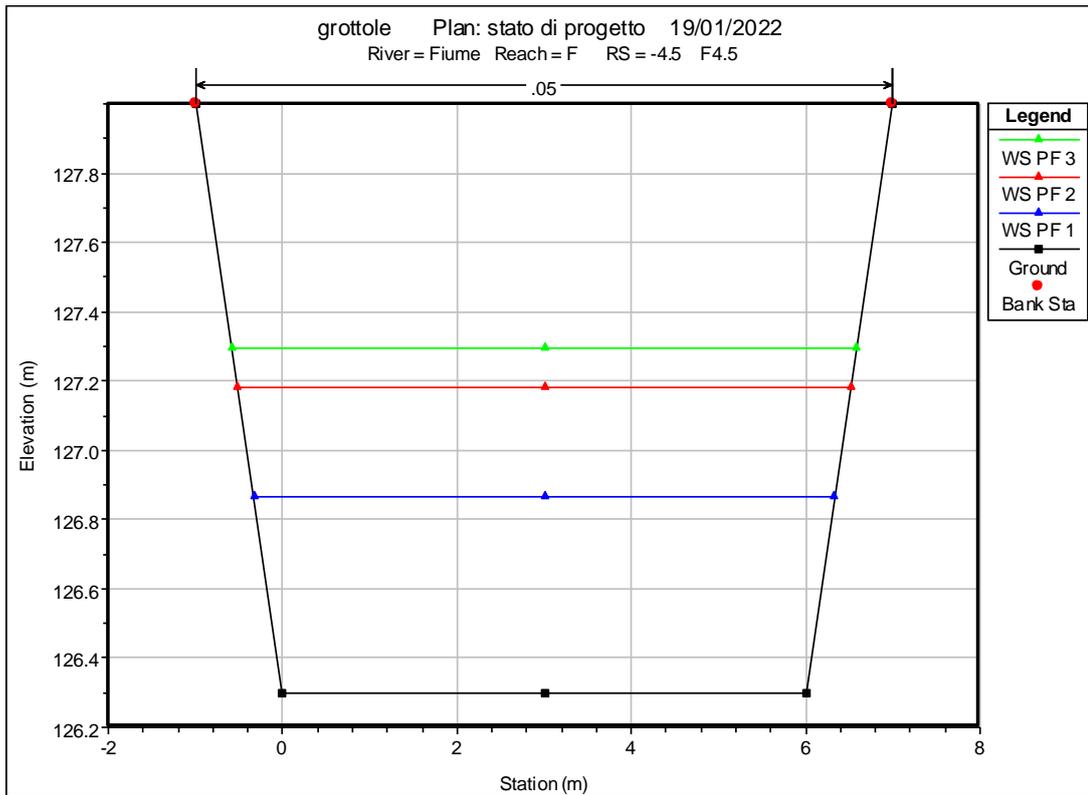
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





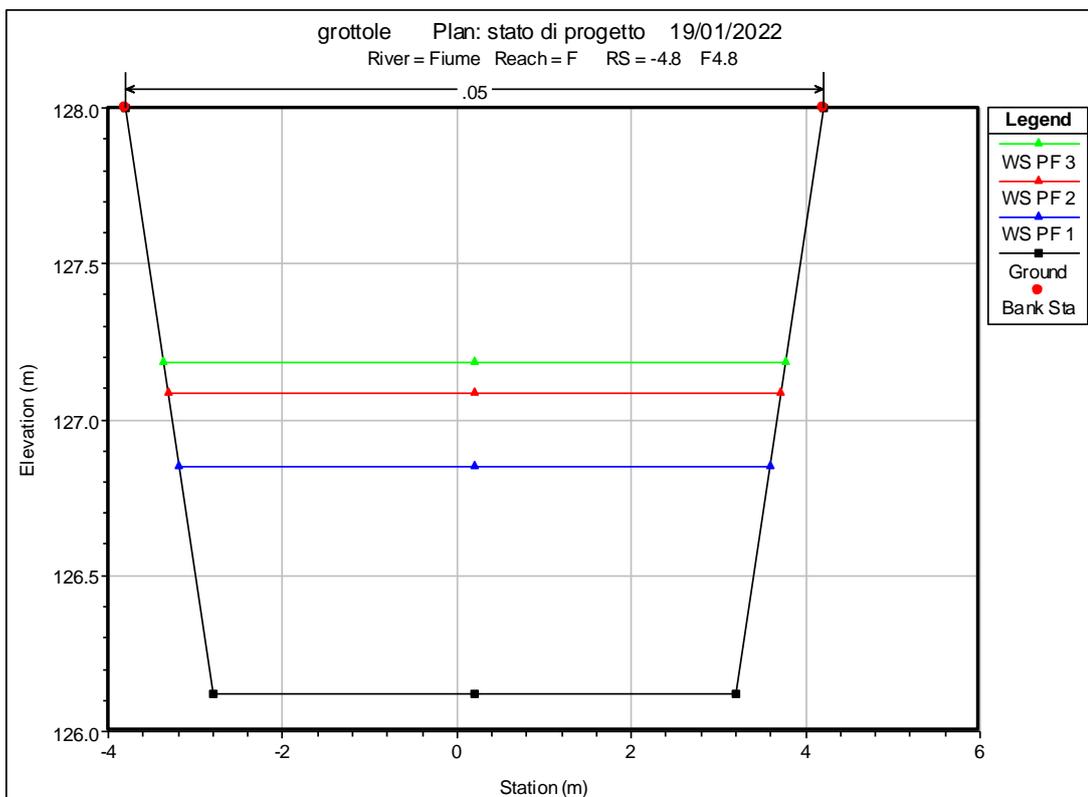
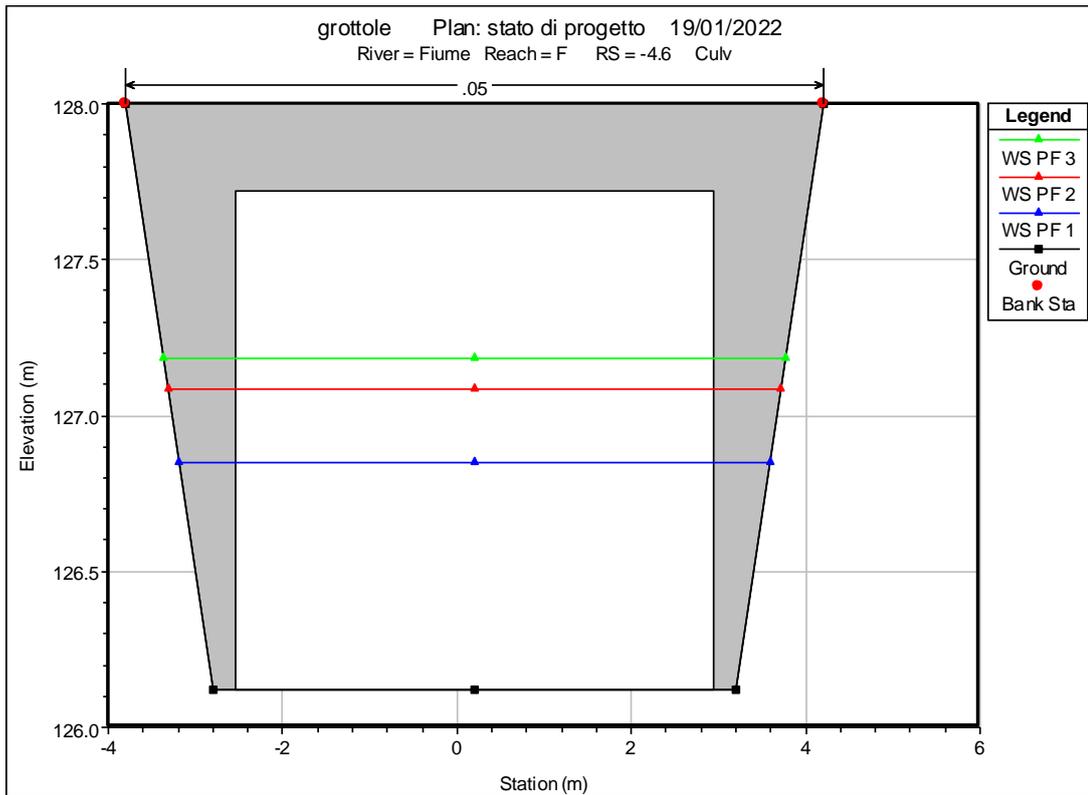
Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





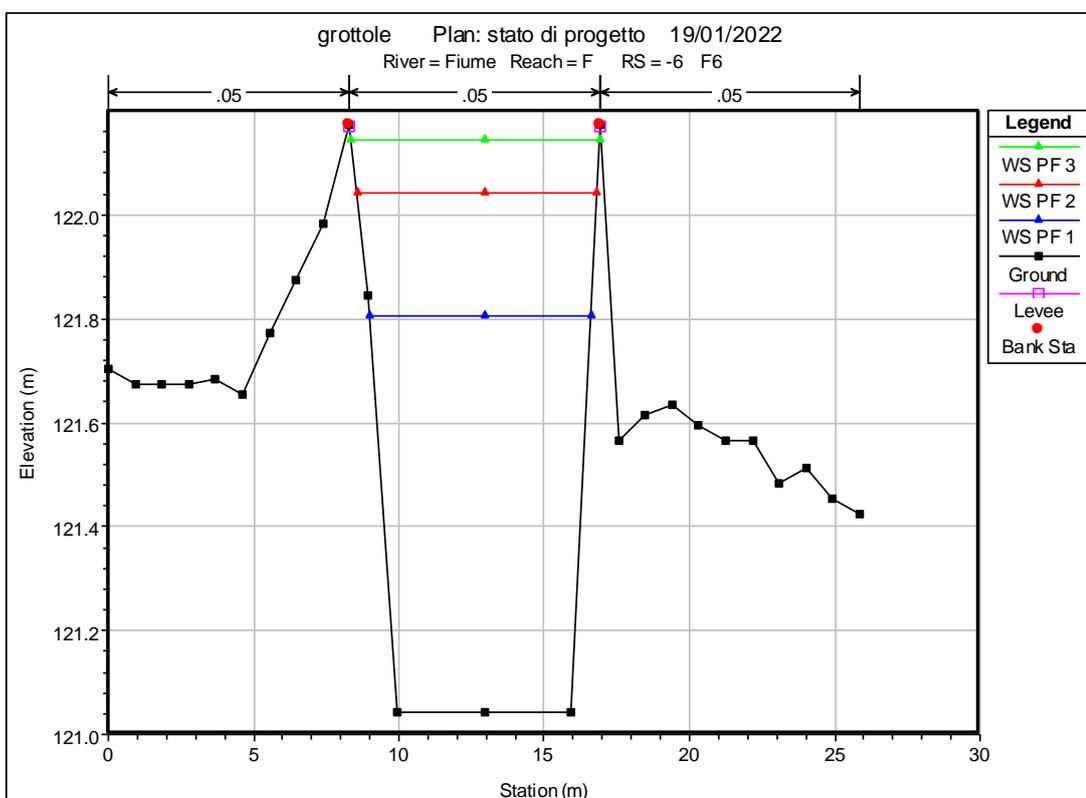
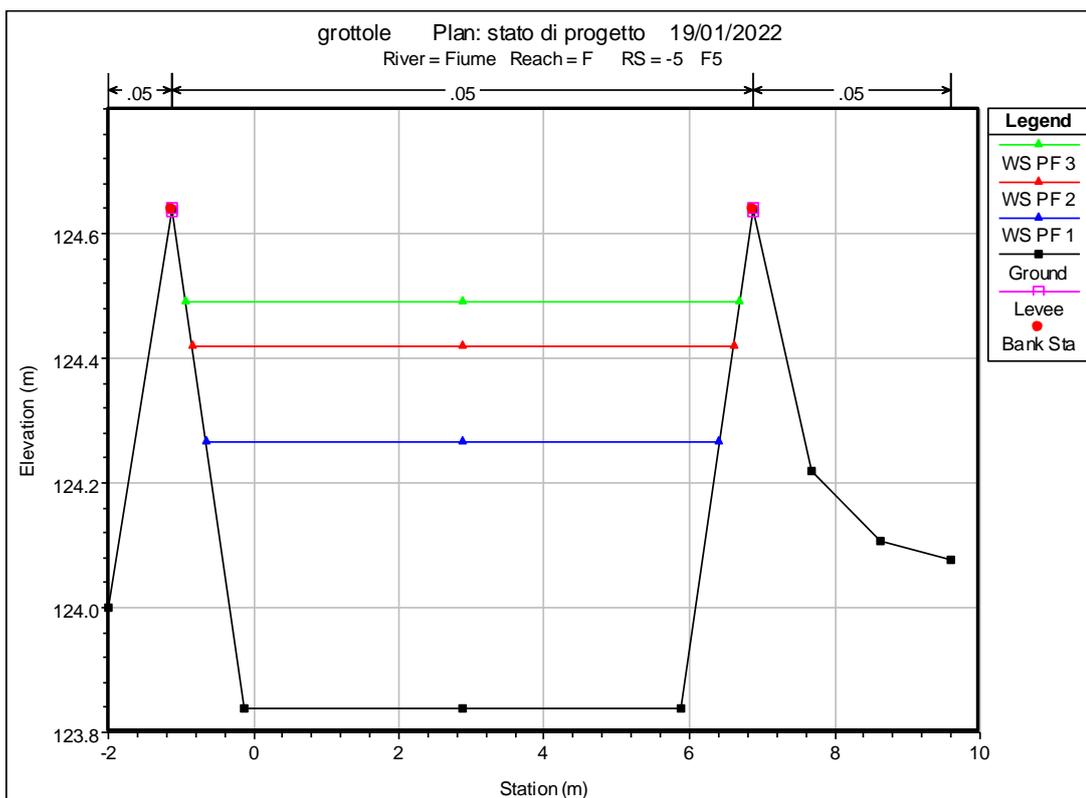
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

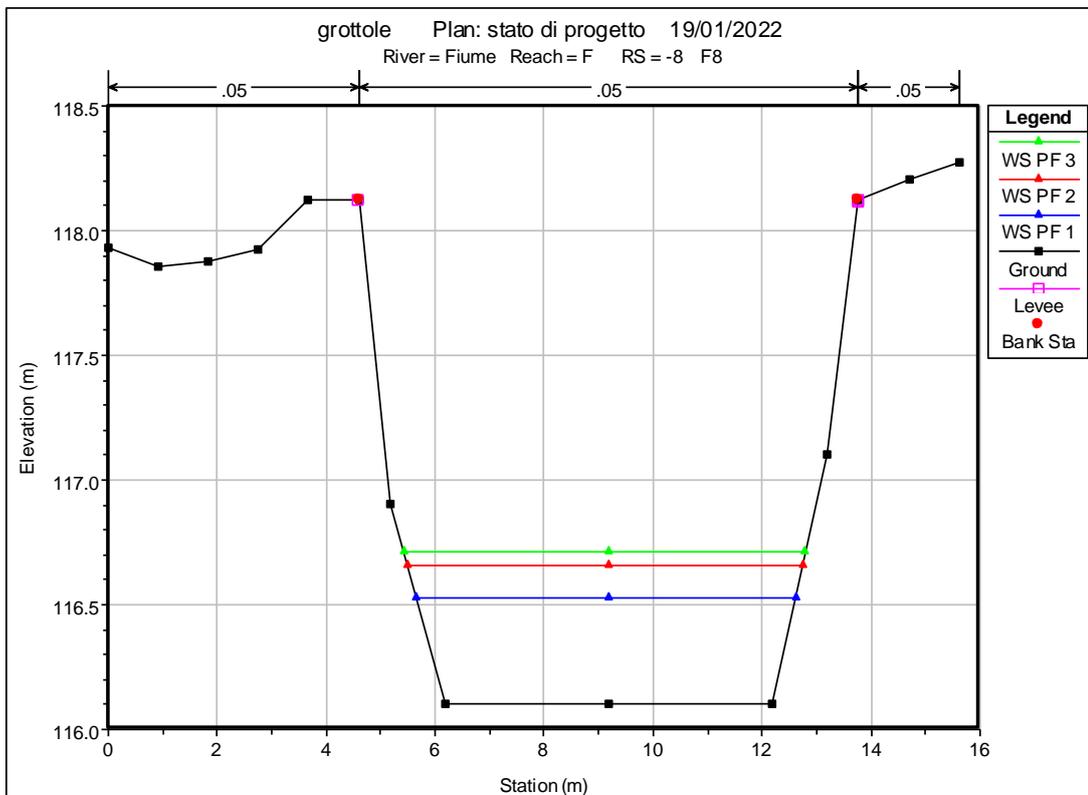
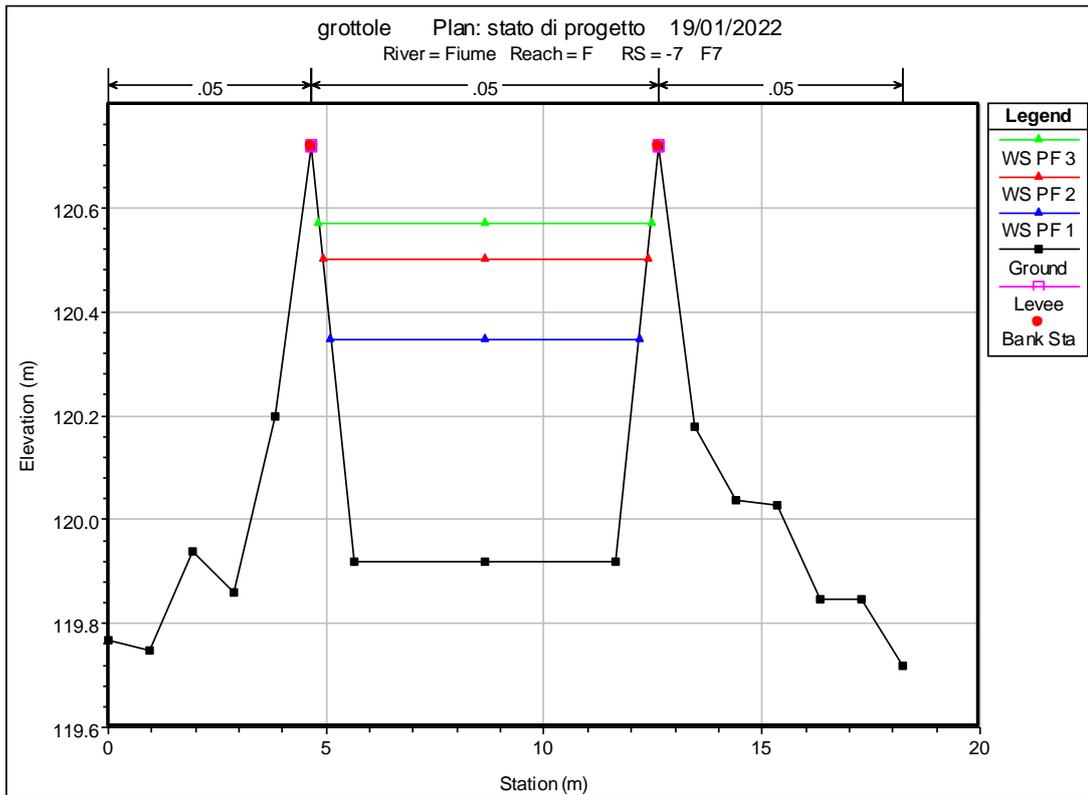
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

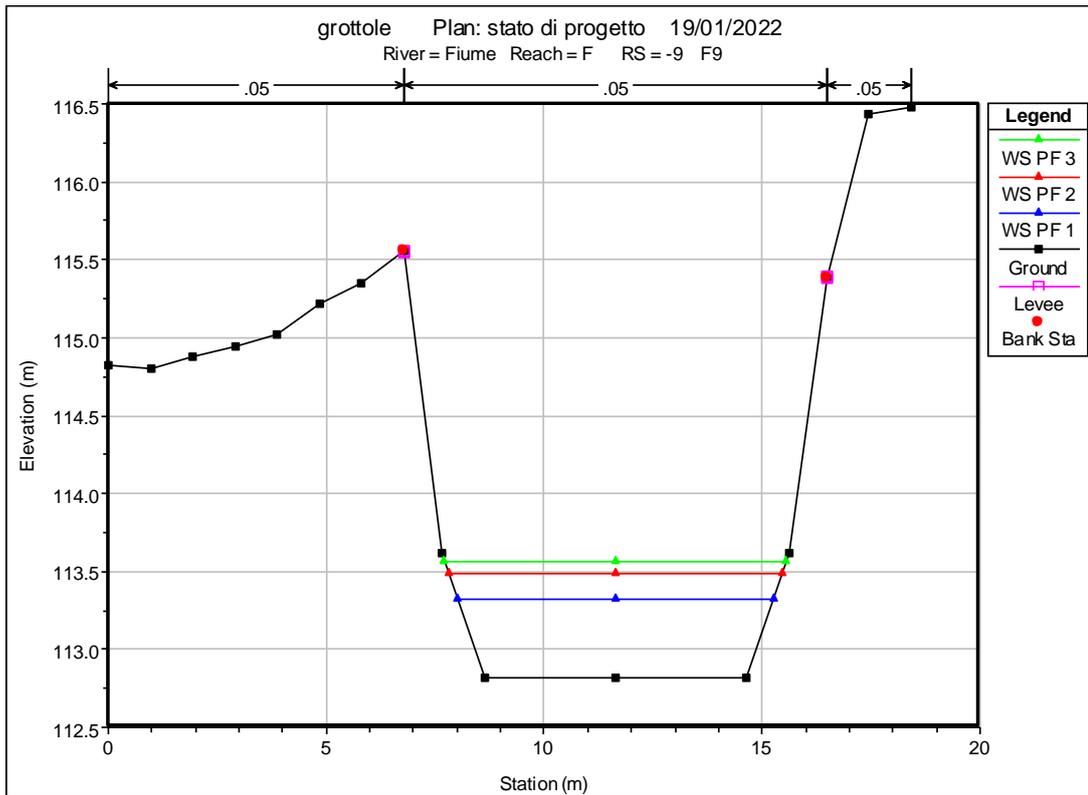
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**

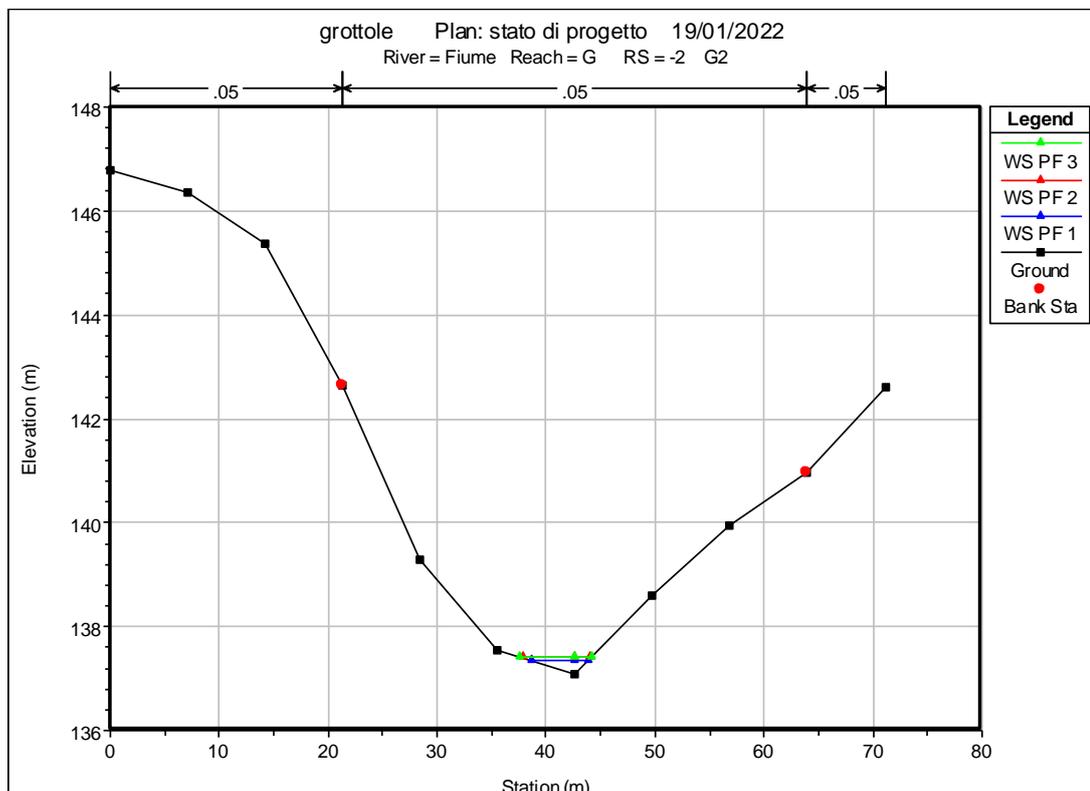
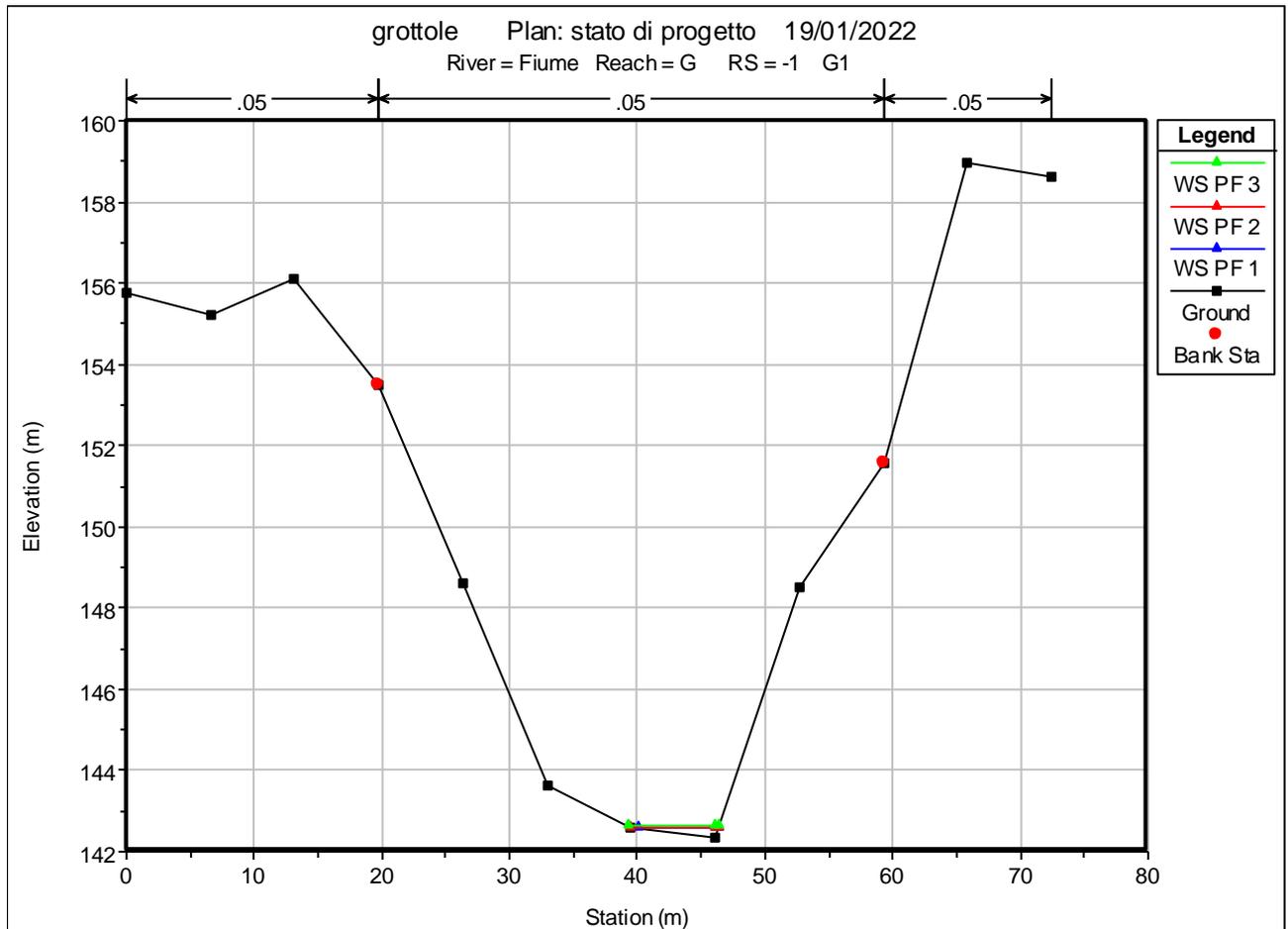


**Figura 16: Sezioni trasversali sezione F**



Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

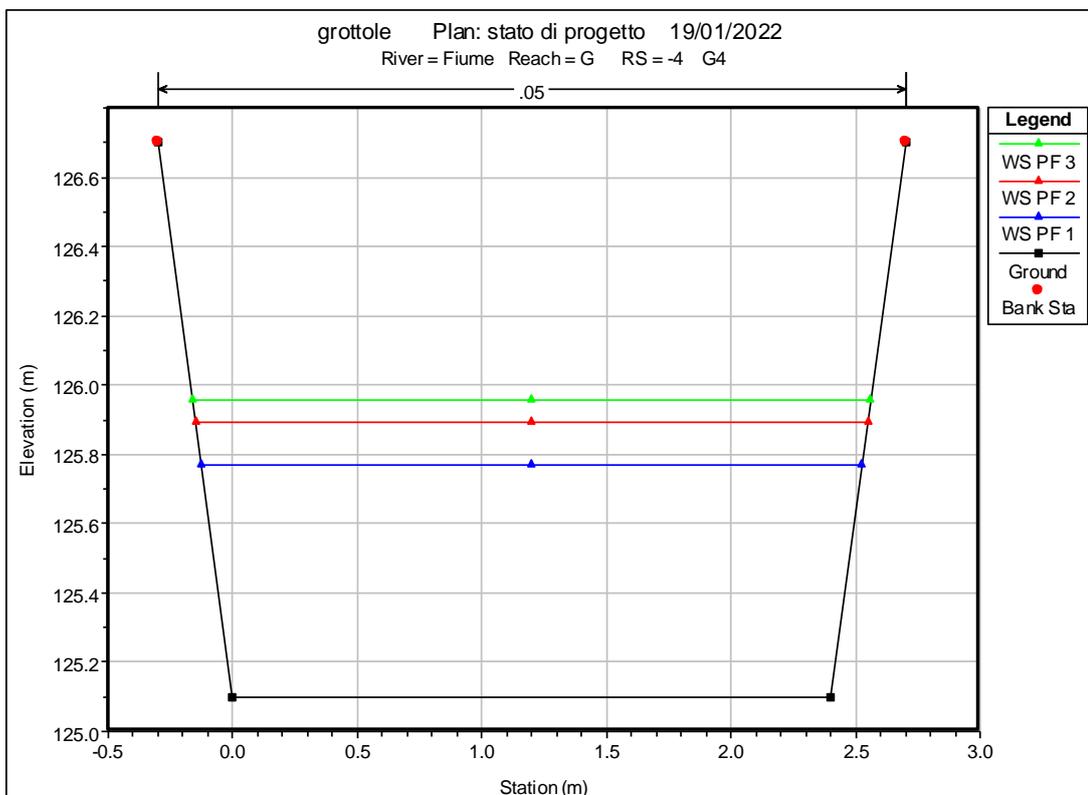
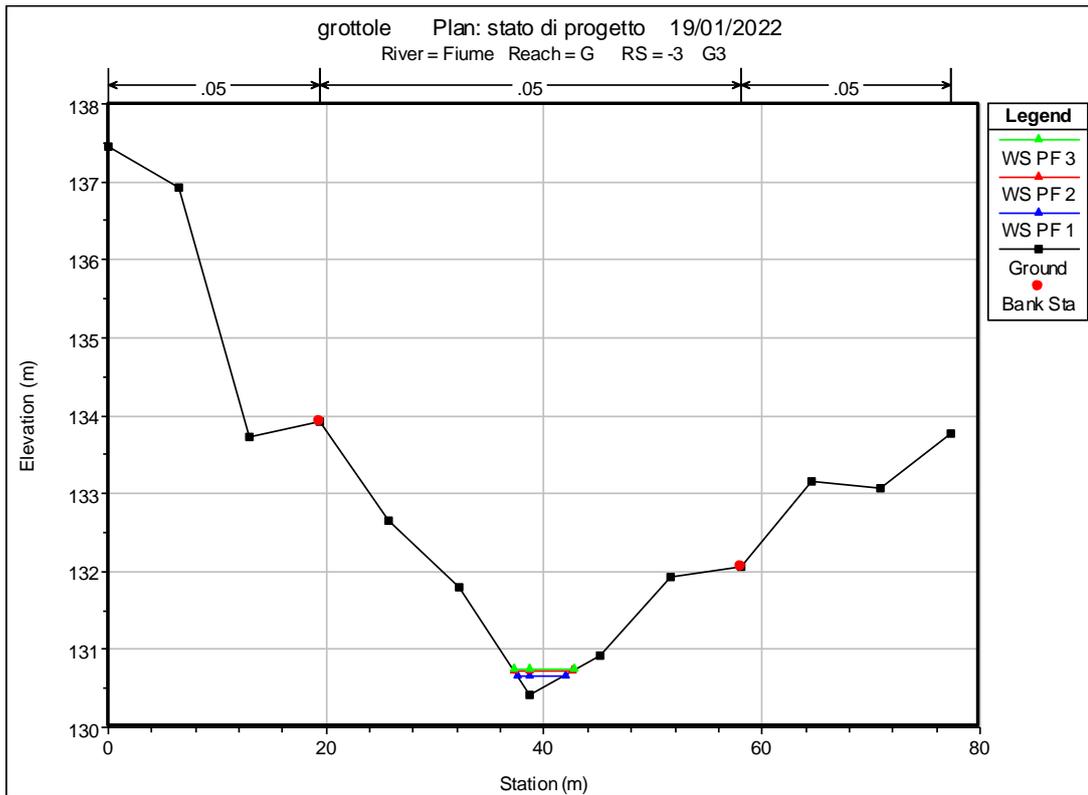
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

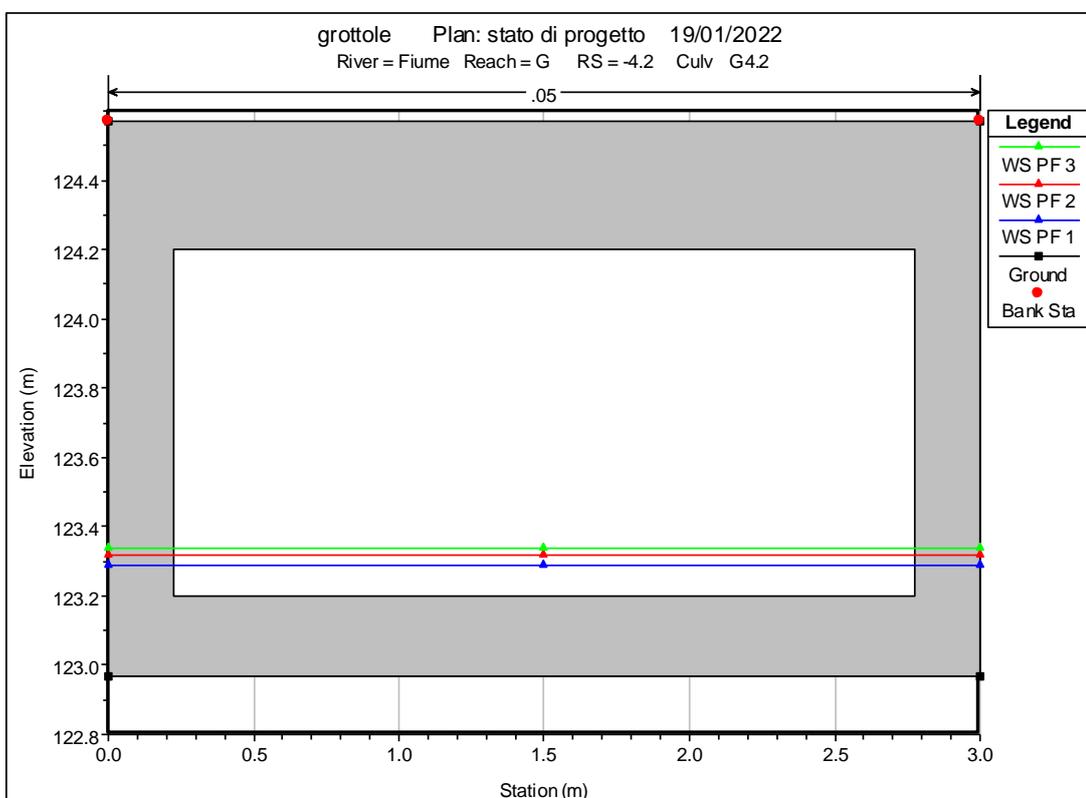
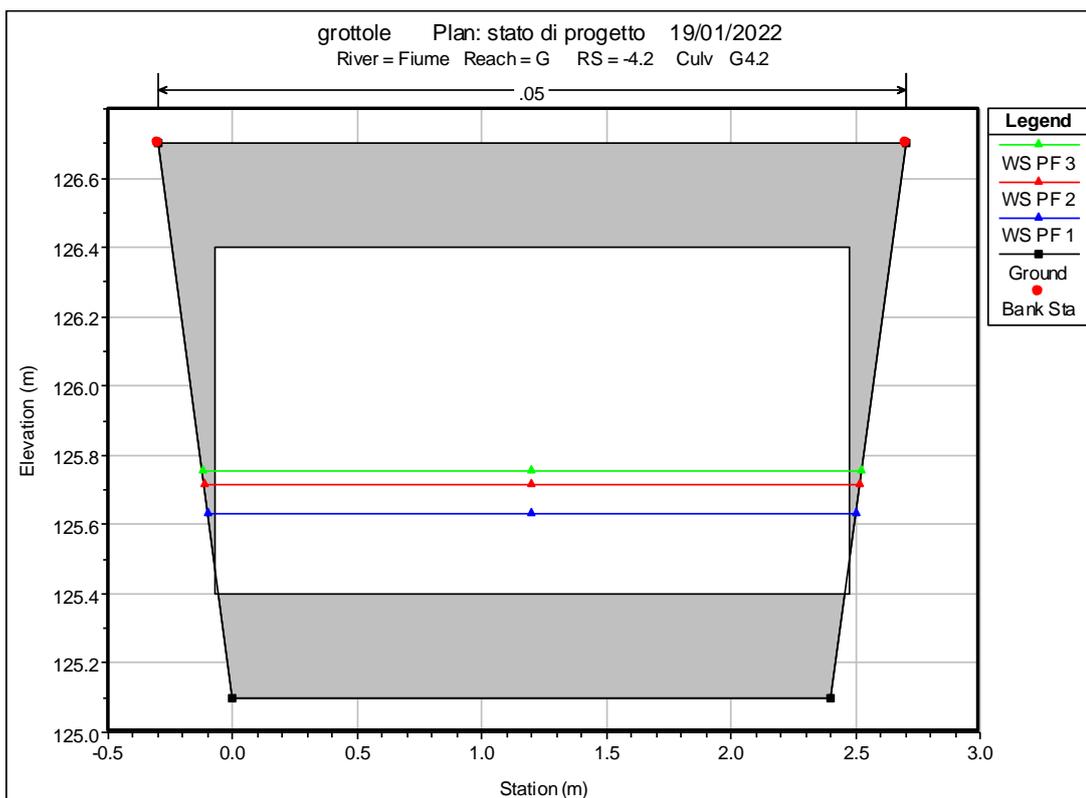
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

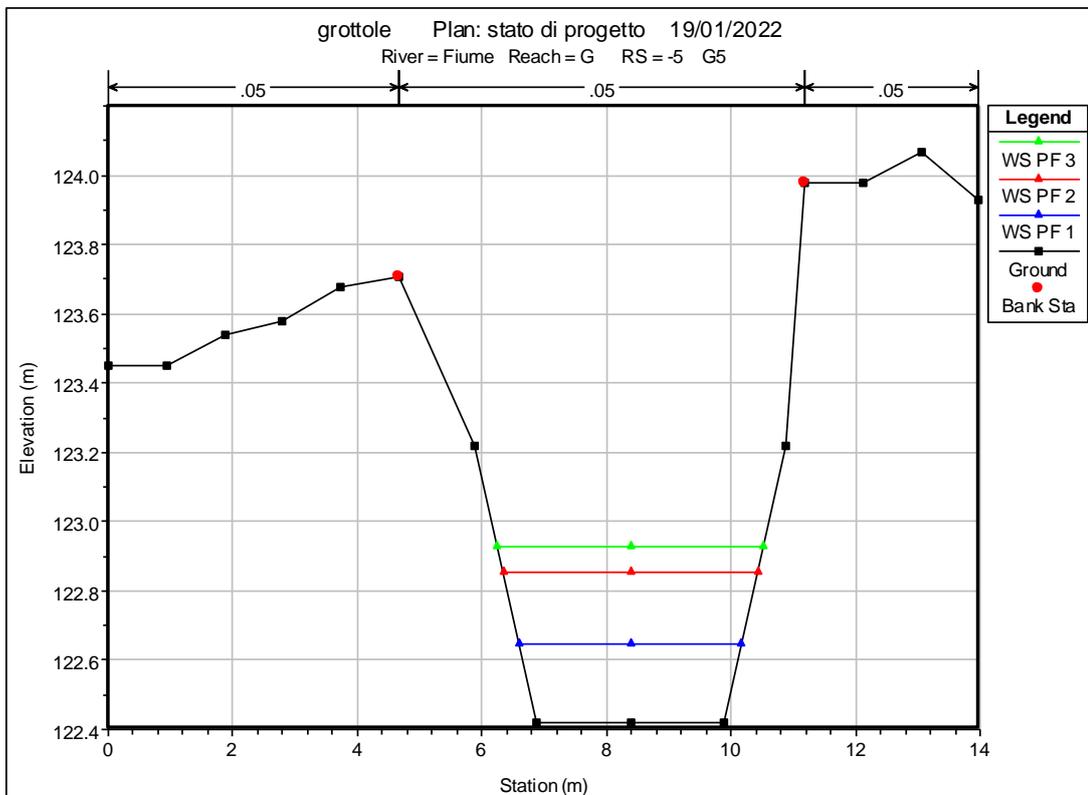
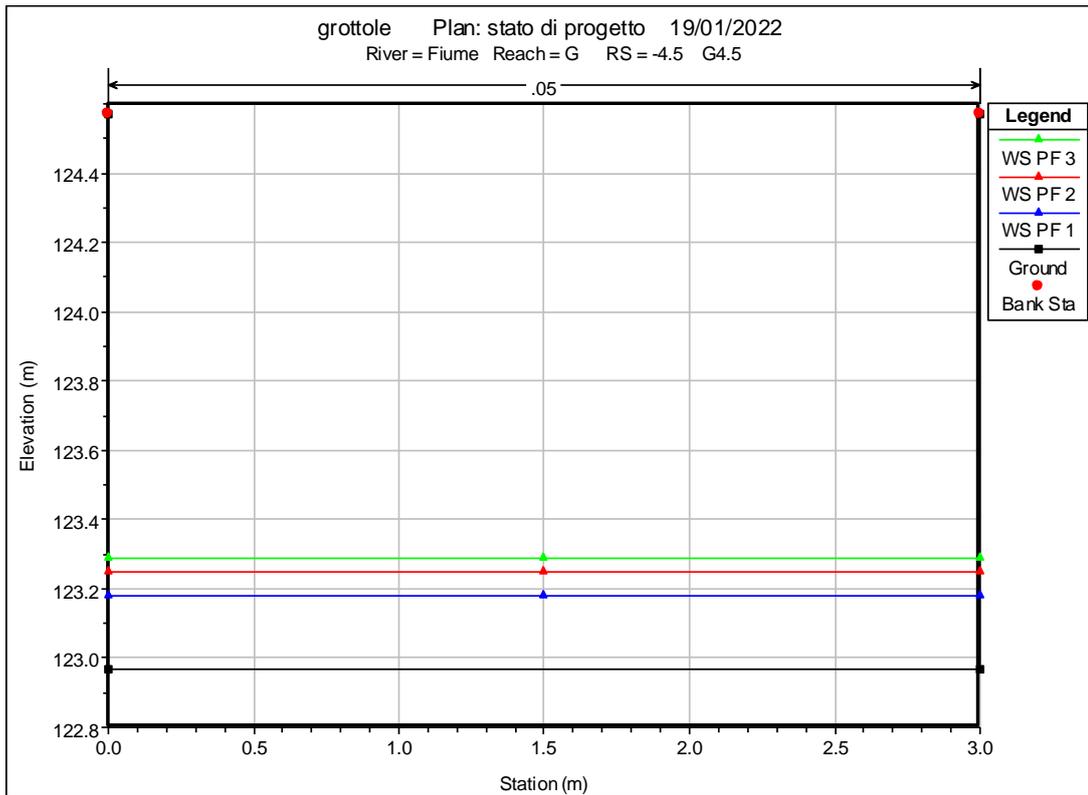
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

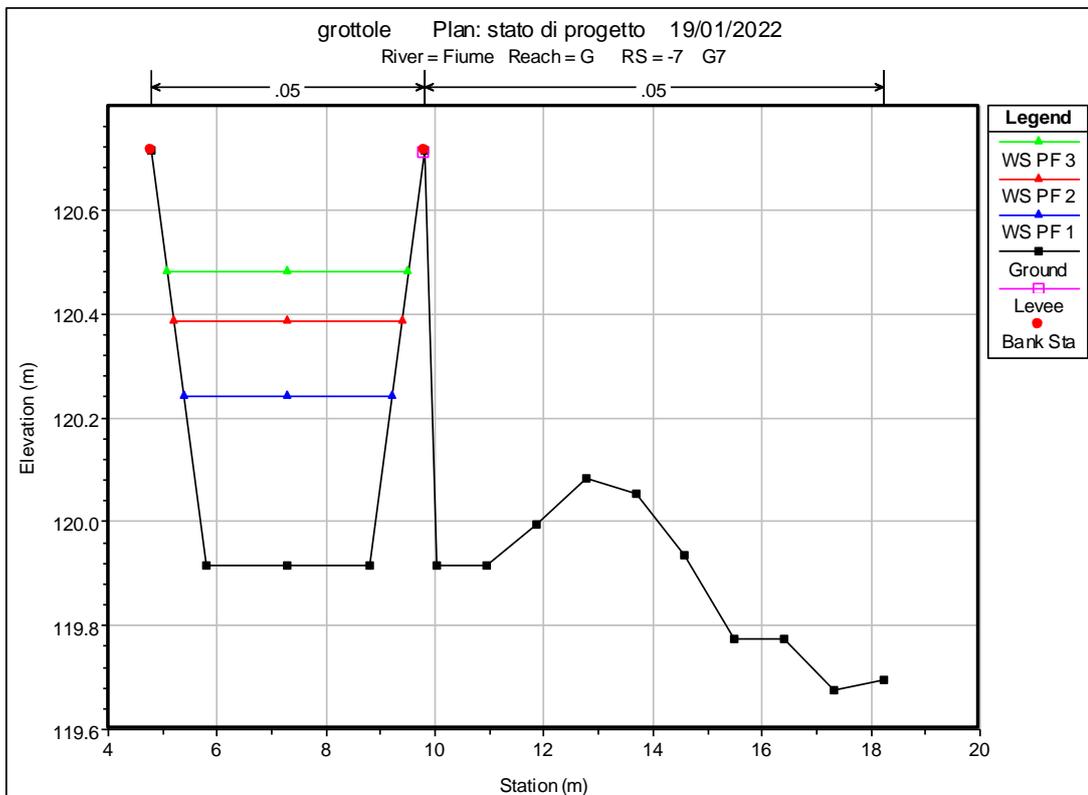
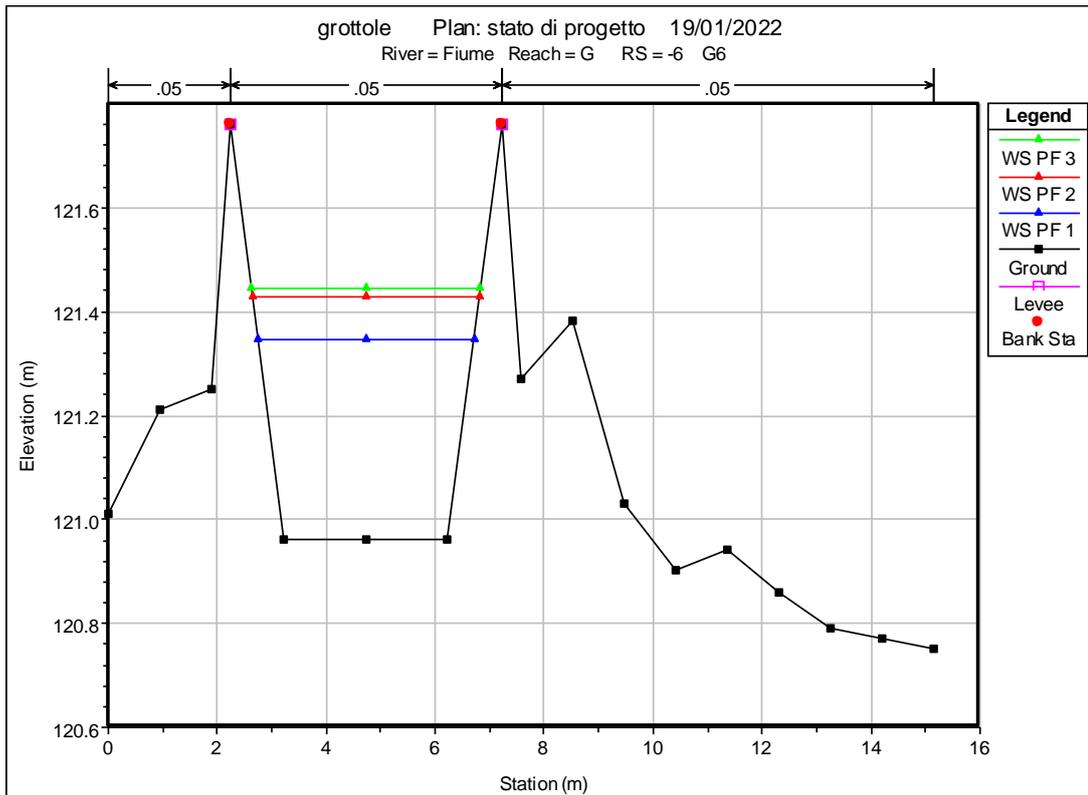
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

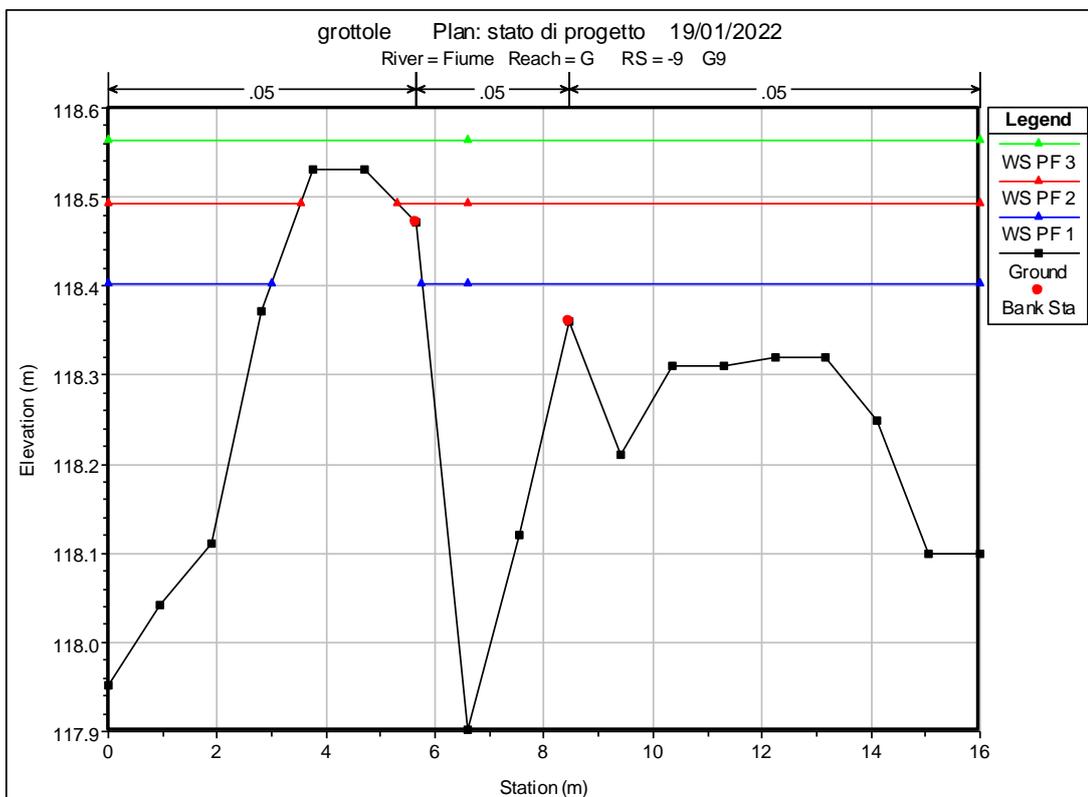
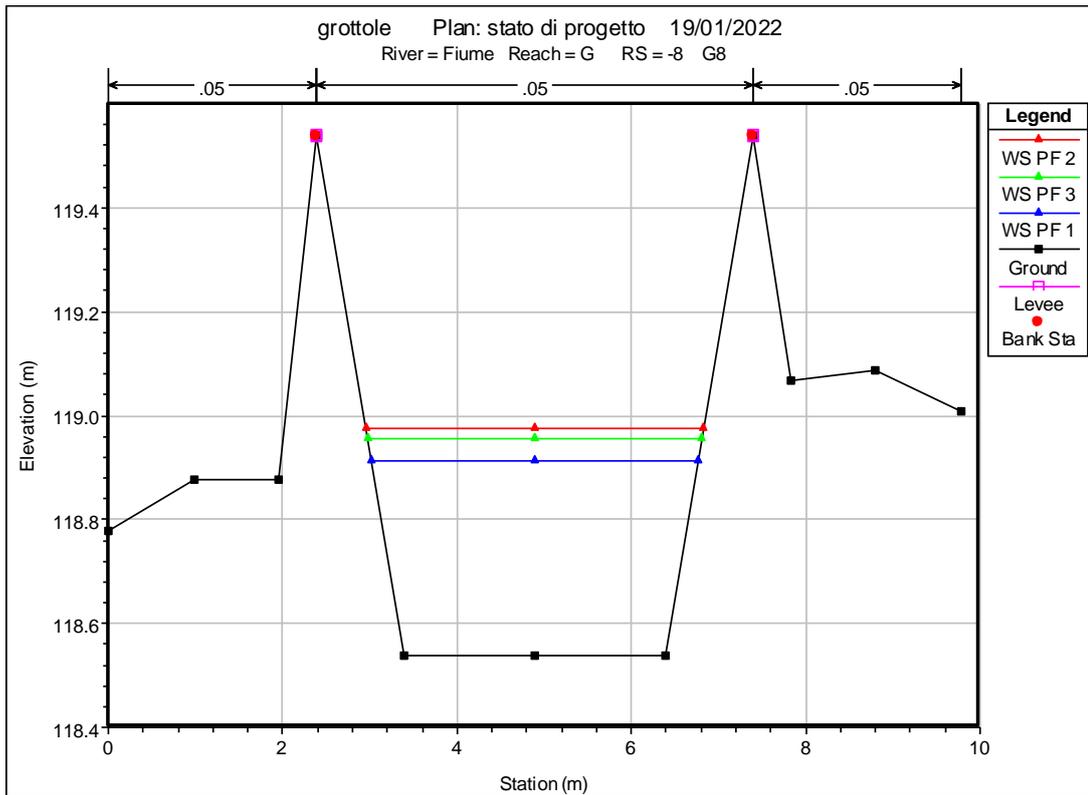
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

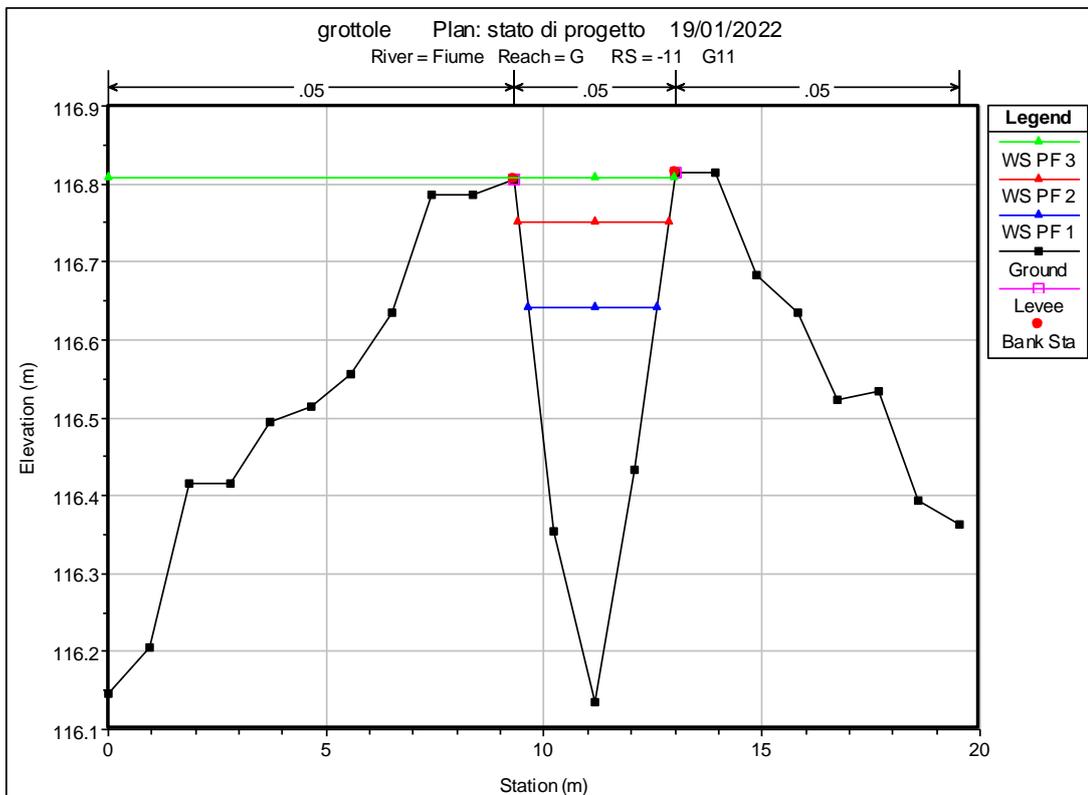
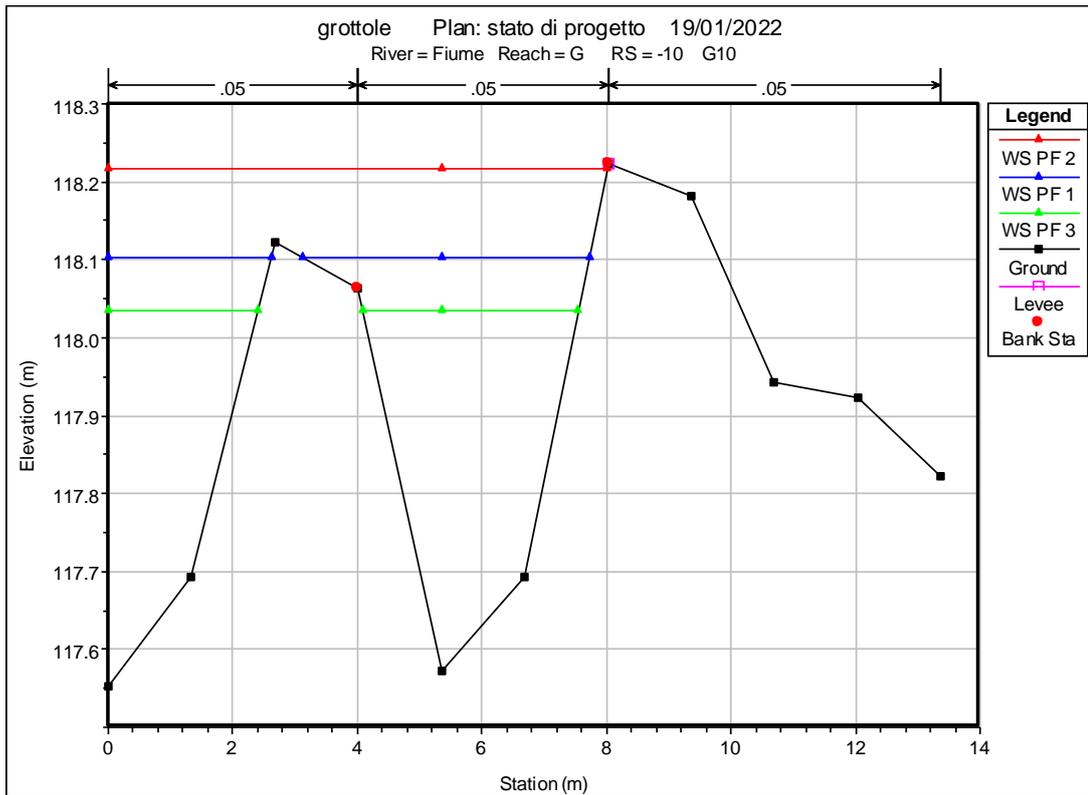
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

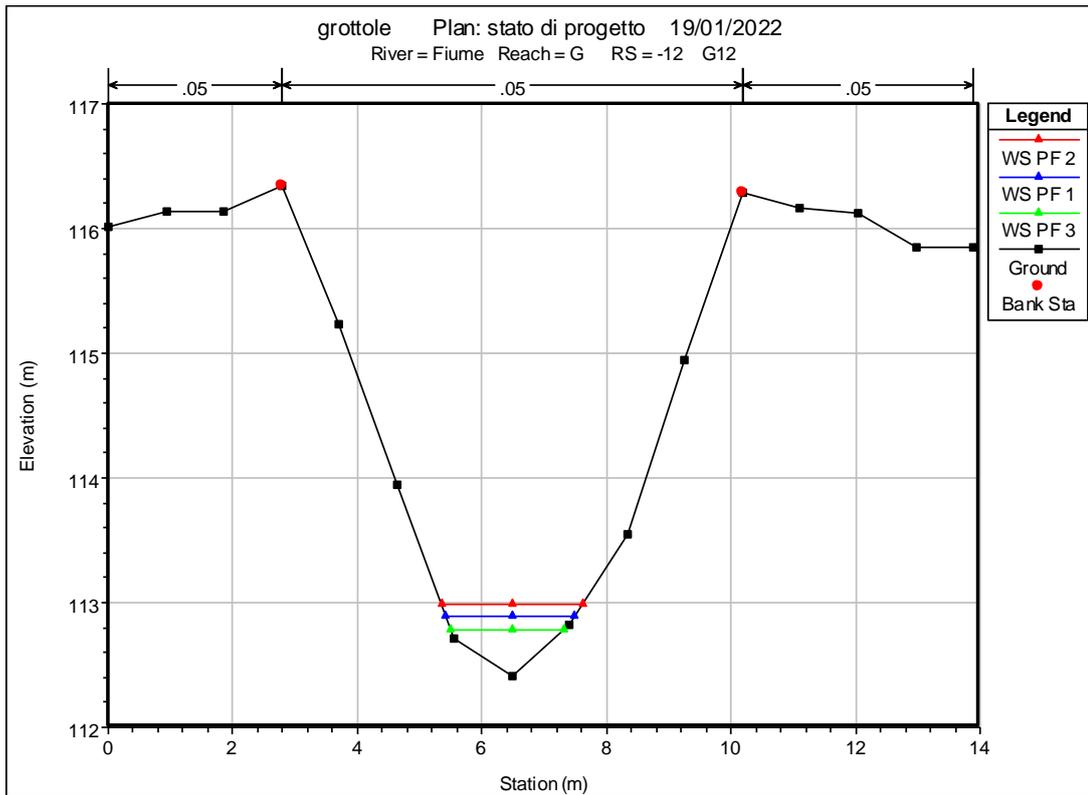
**A.3. Relazione idrologica e idraulica**





Realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,830 MWp in  
agro di Grottole (MT) all'interno dell'area SIN VA BASENTO, integrato da un  
sistema di accumulo da 20 MW e delle relative opere di connessione

**A.3. Relazione idrologica e idraulica**



**Figura 17: Sezioni trasversali impluvio G**