



REGIONE
PUGLIA



PROVINCIA
DI FOGGIA



COMUNE
DI CANDELA



COMUNE
DI ASCOLI SATRIANO

Realizzazione di impianto agrivoltaico con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione alla Stazione elettrica SE Camerelle nel Comune di Ascoli Satriano (FG)

Potenza nominale cc: 30,39 MWp - Potenza in immissione ca: 30,00 MVA

ELABORATO

RELAZIONE IDROLOGICA e IDRAULICA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progetto	Codice Pratica	documento	codice elaborato	n° foglio	n° tot. fogli	Nome file	Data	Scala
PD		R	2.10_02			R_2.10_02_IDRO.pdf	12/2021	n.a.

REVISIONI

Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	17/12/2021	1° Emissione	ZUCCARO	PETRELLI	AMBRON

PROGETTAZIONE:

MATE System Unipersonale srl

Via Papa Pio XII, n.8 70020 Cassano delle Murge (BA)
tel. +39 080 5746758
mail: info@matesystemsrl.it pec: matesystem@pec.it



DIRITTI Questo elaborato è di proprietà della Luminora Candela S.r.l. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

PROPONENTE:
LUMINORA CANDELA S.R.L.
Via TEVERE n.°41 00198
ROMA

Il legale rappresentante
Dott. PABLO MIGUEL OTIN PINTADO



REGIONE PUGLIA
 PROVINCIA DI FOGGIA
 COMUNE DI CANDELA



PROGETTO DEFINITIVO

Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

Titolo elaborato

Relazione idrologica e idraulica

Codice elaborato

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0458	A	R01	A

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Scala

—

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Settembre 2021	Prima emissione	FMA	CGU	GZU

Committente

MATE System srl

Via Papa Pio XII, 8
 70020, Cassano delle Murge (BA)
 tel. + 39 080 3072072
 mail: info@matesystemsrl.it - matesystem@pec.it

MATE System srl

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. Giorgio ZUCCARO)



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

<u>1</u>	<u>Premessa</u>	<u>2</u>
<u>2</u>	<u>Analisi idrologica</u>	<u>4</u>
2.1	Bacini idrografici	4
2.2	Tempi di corrivazione	5
2.3	Portate al colmo di piena	6
<u>3</u>	<u>Analisi idraulica</u>	<u>9</u>
3.1	Geometria del modello idrodinamico	9
3.2	Portate di piena	11
3.3	Condizioni al contorno	11
3.4	Parametri di scabrezza	11
3.5	Risultati delle simulazioni	11
<u>4</u>	<u>Conclusioni</u>	<u>21</u>
	<u>Allegato A: Sezioni trasversali</u>	<u>22</u>

1 Premessa

La presente relazione accompagna il progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da realizzarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione alla Stazione elettrica "SE Camerelle" nel Comune di Ascoli Satriano (FG). L'impianto risulta costituito da tre lotti raggiungibili percorrendo la Strada Provinciale 97.

Per le finalità della presente analisi si è tenuto conto della presenza di due impluvi situati all'interno dell'area interessata dai lotti n°1 e n°3, entrambi affluenti in riva sinistra idraulica del fiume Ofanto situato a sud dell'area oggetto di studio. In assenza di toponimi, a tali impluvi sono stati assegnati i nomi di A e B (cfr. la fig. seguente).

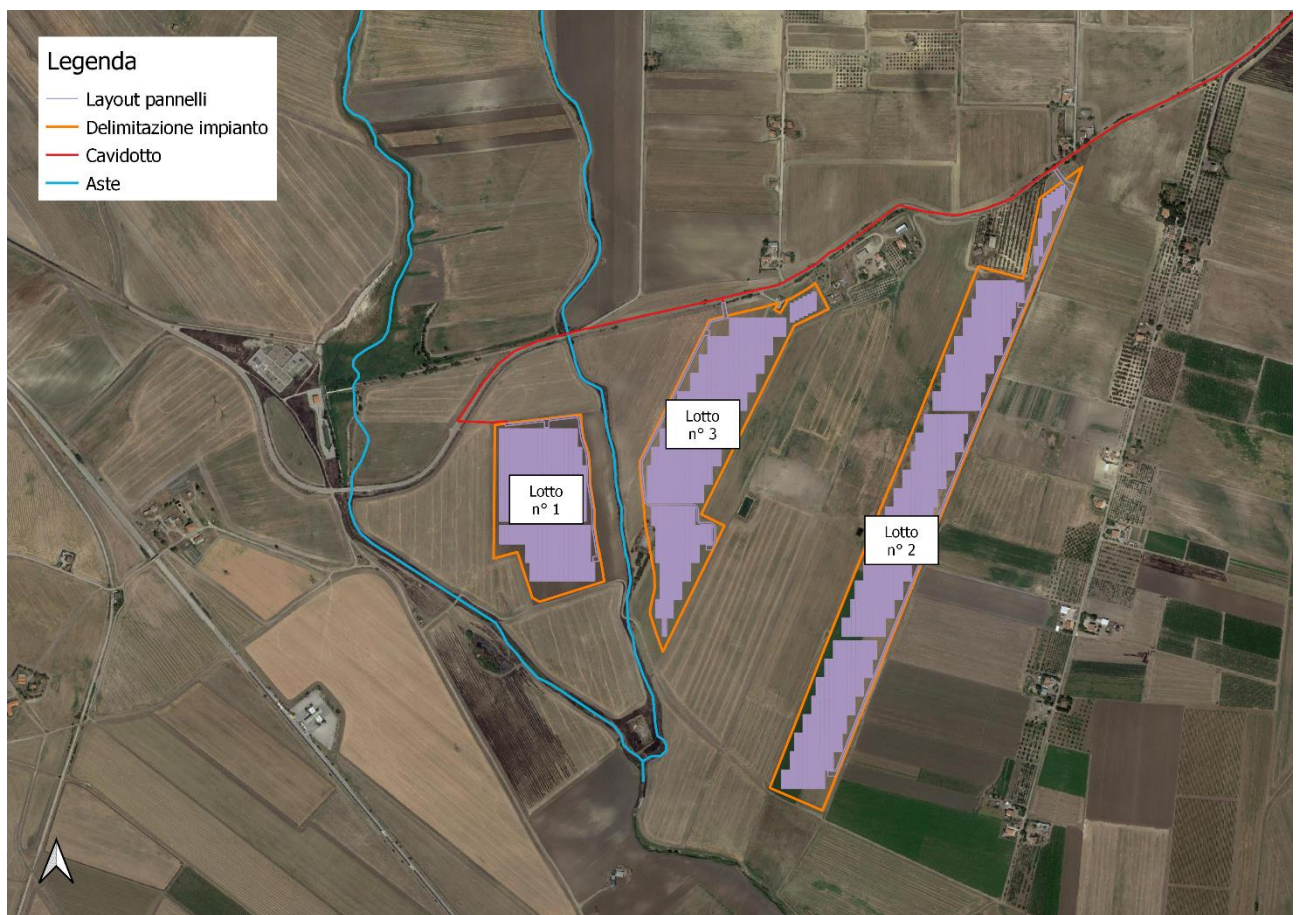


Figura 1. Planimetria dell'area di interesse e relativi impluvi interferenti su base satellitare

Inoltre, si è verificato che la mappa della pericolosità riportata nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), redatto dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale - Sede Puglia, dimostra che il sito di intervento non risulta coinvolto da rischio idraulico in quanto esso si trova a monte delle aree a diversa pericolosità idraulica (cfr. la figura seguente).

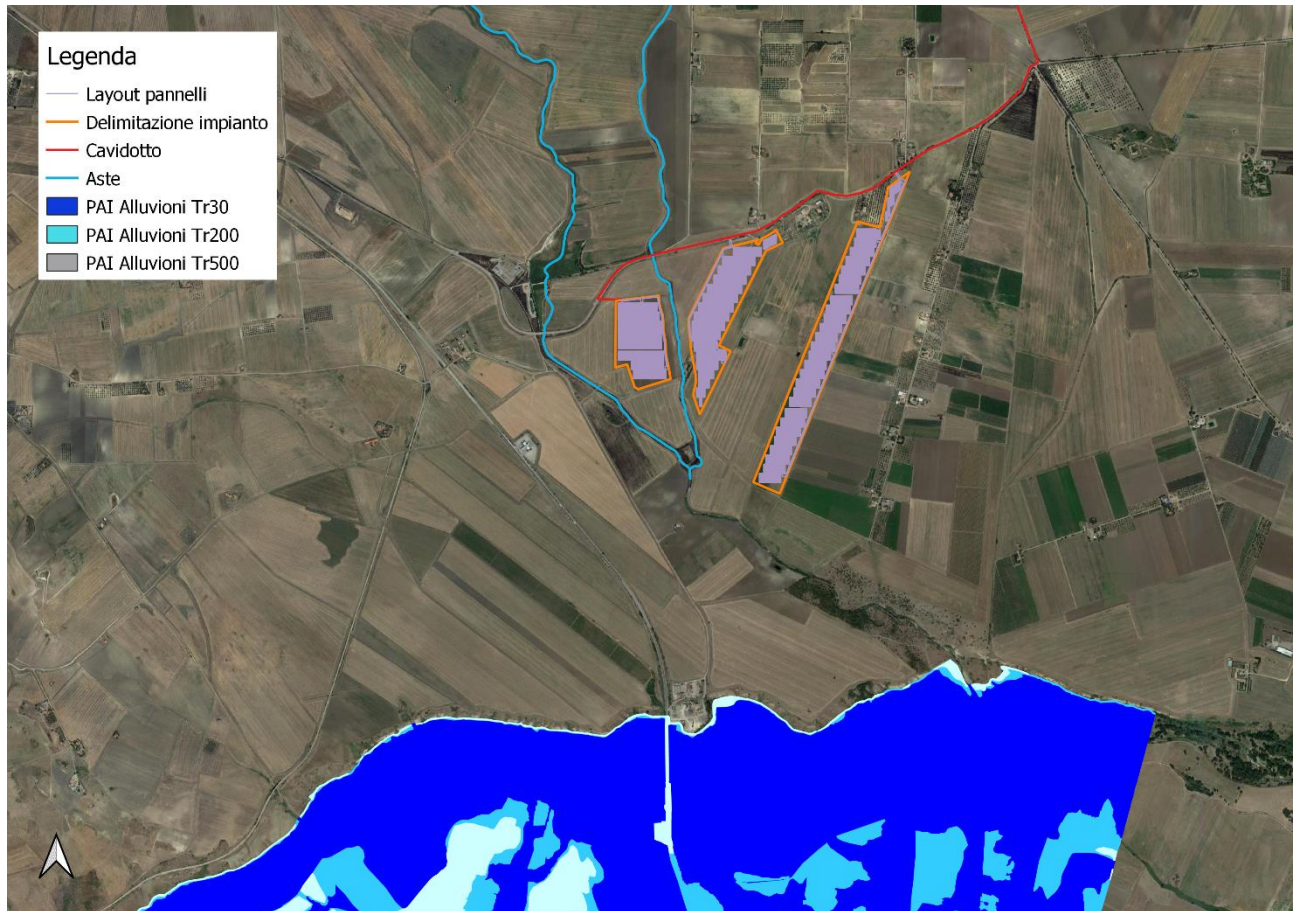


Figura 2. Inquadramento delle aree a pericolosità idraulica a valle dell'intervento in progetto

Dunque è stato realizzato il presente studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne ha analizzato compiutamente i regimi di deflusso nonché l'effettiva estensione delle aree allagabili in modo da verificare la compatibilità con l'intervento in progetto ai sensi del combinato disposto degli artt. 6 e 10 delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAI.

Le analisi idrologiche, illustrate in dettaglio nel seguito, sono state condotte mediante l'utilizzo del metodo VAPI Puglia, come previsto nelle NTA del PAI al fine di stabilire le portate al colmo di piena per eventi con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Tali portate sono state utilizzate nella successiva analisi idraulica 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.



2 Analisi idrologica

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

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.

2.1 Bacini idrografici

Nella figura seguente sono mostrati gli impluvi in esame con i bacini idrografici sottesi alle rispettive sezioni di chiusura. Nel caso specifico sono stati individuati due bacini, uno per ogni impluvio. La delimitazione è stata effettuata utilizzando sia la cartografia IGM in scala 1:25'000 che il Modello Digitale del Terreno (*Digital Terrain Model, DTM*) con dimensioni di cella 8x8.

Caratteristiche fisiografiche									
Bacino idrografico	S (km ²)	Hmax (mslm)	Hmed (mslm)	Hmin (mslm)	L (km)	i (%)	y (%)	CN (-)	c (-)
A	39.871	584.91	301.20	207.55	11.82	3.19	7.56	55	0.30
B	17.371	424.56	294.97	223.07	9.52	2.12	9.27	55	0.30

Tabella 1

Nella precedente tabella sono state indicate le seguenti grandezze:

- "S" (km²): superficie del bacino;
- "Hmax" (mslm): quota massima;
- "Hmed" (mslm): quota media;
- "Hmin" (mslm): quota minima;
- "L" (km): lunghezza dell'asta principale;
- "i" (%): pendenza dell'asta principale;
- "y" (%): pendenza media di versante;
- "c" (-): coefficiente di deflusso.

Nella figura seguente sono mostrati i rami del reticolo idrografico in esame con i bacini idrografici sottesi dalle sezioni di chiusura che, per ciascun impluvio, è stata individuata in una posizione più a valle rispetto all'intervento in progetto.

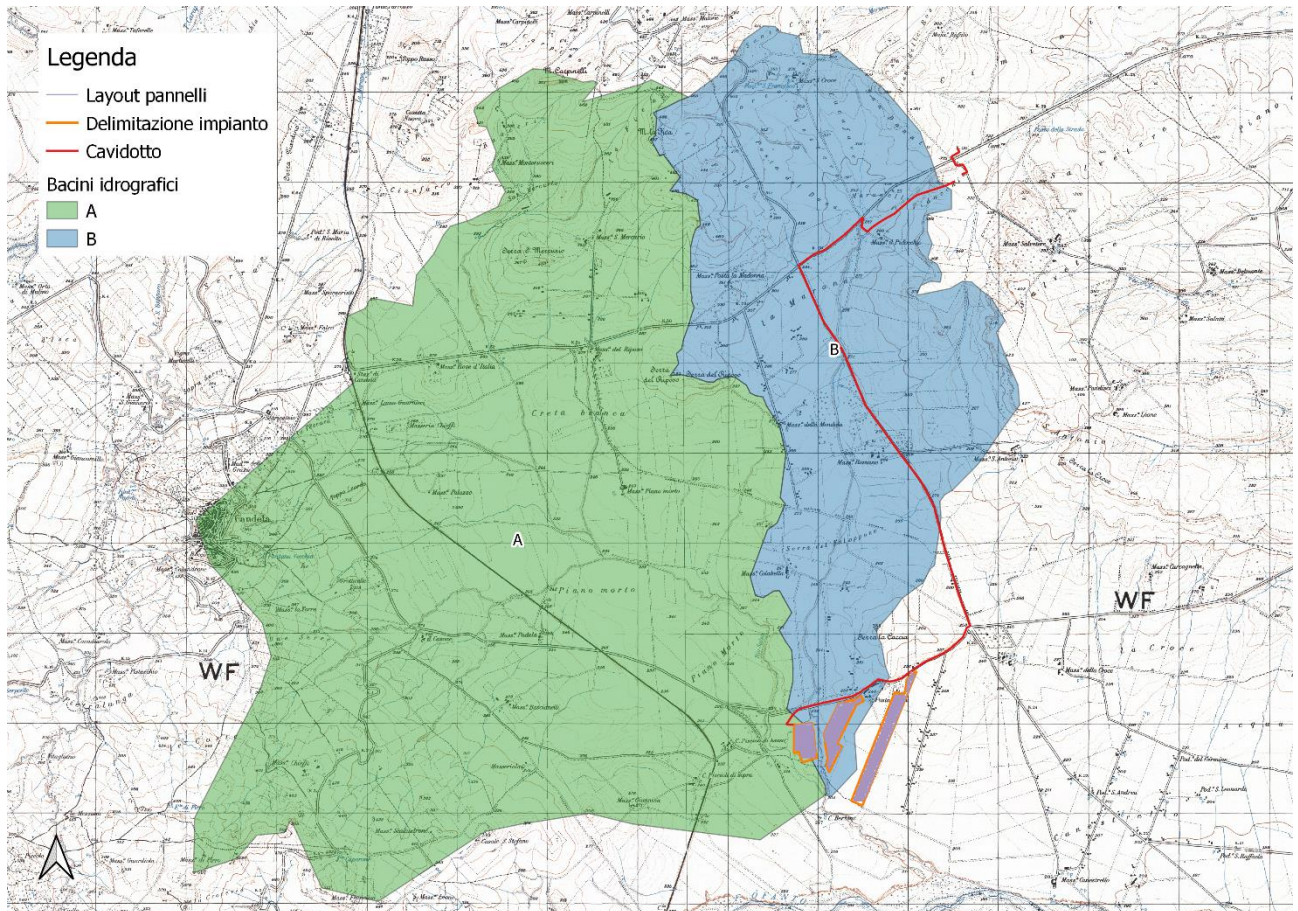


Figura 3. Corografia dell'area in esame con l'indicazione dei bacini idrografici per i due impluvi in esame

2.2 Tempi di corrivazione

In funzione delle caratteristiche fisiografiche dei bacini individuati, sono stati riportati, nella tabella seguente, differenti valori per i tempi di corrivazione in base a diverse formulazioni.

Tempi di corrivazione									
Bacino idrografico	Giandotti (h)	SCS (h)	Kirpich (h)	Ventura (h)	Pezzoli (h)	Pasini (h)	media 1 (h)	media 2 (h)	tc (h)
A	5.6	7.1	1.7	4.5	3.6	4.7	4.5	3.6	4.5
B	4.6	5.4	1.7	3.6	3.6	4.1	3.8	3.2	3.8

Tabella 2

Viste le caratteristiche del bacino, come valore di riferimento per il tempo di corrivazione si è deciso di utilizzare la media di tutte le espressioni di Kirpich, Ventura, Pezzoli e Pasini (incluso la formula di Giandotti calibrata su bacini di estensione superiore a 1 km²).

2.3 Portate al colmo di piena

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

Nella figura seguente è mostrata una corografia della Puglia con l'individuazione delle zone pluviometriche omogenee del metodo VAPI. Il sito di interesse, in particolare, è situato nella "zona pluviometrica omogenea 4".

Il metodo scelto prevede il calcolo delle altezze di precipitazione critica utilizzando le seguenti espressioni:

$$x = 24.70 * t^{0.256}$$

dove:

- "t" (h): tempo di corrivazione del bacino;
- "z" (mslm): quota caratteristica del bacino.

A seconda del tempo di ritorno considerato, poi, l'altezza di pioggia deve essere moltiplicata per un coefficiente di crescita dato dalla seguente espressione:

$$\text{zona 4: } K_T = 0.1599 + 0.5166 * \ln(T)$$



Figura 4. Corografia della Puglia con la delimitazione delle zone pluviometriche omogenee del VAPI



Nella seguente tabella, pertanto, sono stati calcolati sia i parametri delle curve di possibilità pluviometrica che le altezze di precipitazione critiche per i tempi di ritorno di riferimento di 30, 200 e 500 anni secondo la seguente espressione:

$$h_T = a_T * t^n = K_T * a' * t^n$$

Curve di possibilità pluviometrica ed altezze di precipitazione (VAPI, zona 4)											
Bacino idrografico	K05 (-)	K10 (-)	K30 (-)	K200 (-)	K500 (-)	a' (mm)	n (-)	h10 (mm)	h30 (mm)	h200 (mm)	h500 (mm)
A	1.2	1.5	2.0	2.8	3.1	24.70	0.256	55.3	71.8	100.4	114.2
B	1.2	1.5	2.0	2.8	3.1	24.70	0.256	52.9	68.8	96.2	109.4

Tabella 3

Utilizzando il metodo razionale, infine, è possibile valutare le portate di piena da utilizzare come riferimento per l'analisi idraulica. Tale metodo calcola la portata al colmo di piena mediante la formula di Turazza:

$$Q_T = \frac{K \cdot S \cdot c \cdot i_T}{3.6} = \frac{K \cdot S \cdot c \cdot h_T}{3.6 \cdot t} = \frac{K \cdot S \cdot c \cdot a_T \cdot t^{n-1}}{3.6} = \frac{K \cdot S \cdot c \cdot K_T \cdot a' \cdot t^{n-1}}{3.6}$$

dove:

- "K" (-): fattore di riduzione areale;
- "S" (km²): superficie del bacino;
- "i" (mm/h): intensità di precipitazione;
- "c" (-): coefficiente di deflusso.

Per il calcolo del fattore di riduzione areale, come consigliato dalla Relazione di Piano del PAI, è stata utilizzata la formula dello *US Weather Bureau* che esprime tale fattore in funzione della superficie "S" e del tempo di corrivazione del bacino "t":

$$K = 1 - \left(1 - e^{-0.0021S}\right) \cdot e^{-0.53 \cdot t^{0.25}}$$

Nel presente caso, tuttavia, si è preferito trascurare tale fattore per ragioni cautelative (quindi è stato considerato K = 1).

Nella tabella seguente sono presenti i valori delle portate al colmo di piena.

Portate al colmo di piena (VAPI, zona 4)			
Bacino idrografico	Q30 (m ³ /s)	Q200 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)
A	52.8	73.8	84.0
B	26.1	36.5	41.5

Tabella 4



Le portate di riferimento per la successiva analisi idraulica sono quelle riportate nella tabella precedente. Nella tabella seguente sono riportati i volumi corrispondenti a tali eventi di piena e nella successiva i relativi coefficienti udometrici.

Volumi di piena (VAPI, zona 4)			
Bacino idrografico	V30 (m ³)	V200 (m ³)	V500 (m ³)
A	859'052	1'201'276	1'366'567
B	358'446	501'241	570'210

Tabella 5

Coefficienti udometrici (VAPI, zona 4)			
Bacino idrografico	u30 (m ³ /s·km ²)	u200 (m ³ /s·km ²)	u500 (m ³ /s·km ²)
A	1.3	1.9	2.1
B	1.5	2.1	2.4

Tabella 6



3 Analisi idraulica

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 idraulica "alta", "media" e "bassa" 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.

3.1 Geometria del modello idrodinamico

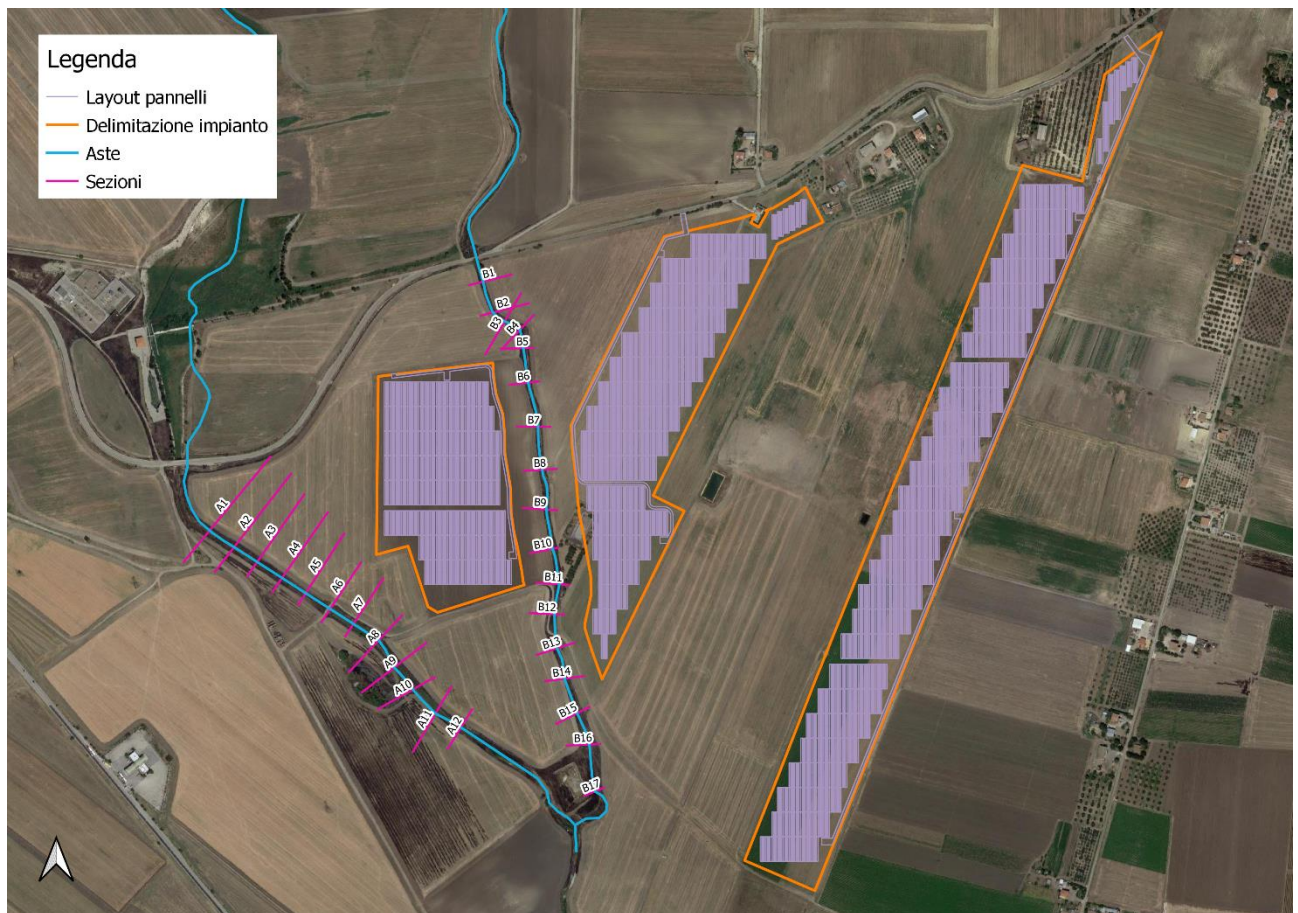
Sezioni					
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Parz. (m)	Fondo (mslm)	Pendenza (m/m)
A1	-1.000	0.000	50.435	216.555	0.0037
A2	-2.000	50.435	47.739	216.367	0.0057
A3	-3.000	98.174	52.169	216.095	0.0179
A4	-4.000	150.343	48.901	215.159	0.0150
A5	-5.000	199.244	51.004	214.427	-0.0008
A6	-6.000	250.248	47.530	214.468	0.0196
A7	-7.000	297.778	52.390	213.536	0.0052
A8	-8.000	350.168	54.281	213.263	0.0062
A9	-9.000	404.449	49.815	212.925	0.0044
A10	-10.000	454.264	55.110	212.708	0.0157
A11	-11.000	509.374	48.166	211.840	0.0173
A12	-12.000	557.540	0.000	211.006	0.0100
B1	-1.000	0.000	56.128	225.212	0.0068
B2	-2.000	56.128	26.148	224.831	0.0072
B3	-3.000	82.276	43.745	224.643	0.0550
B4	-4.000	126.021	46.655	222.238	-0.0018
B5	-5.000	172.676	59.084	222.322	0.0201
B6	-6.000	231.760	77.774	221.133	0.0128
B7	-7.000	309.534	74.894	220.139	0.0182
B8	-8.000	384.428	70.911	218.774	-0.0108
B9	-9.000	455.339	70.273	219.540	0.0168
B10	-10.000	525.612	62.589	218.356	0.0187
B11	-11.000	588.201	52.103	217.189	-0.0002
B12	-12.000	640.304	58.636	217.202	0.0260

Sezioni					
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Parz. (m)	Fondo (mslm)	Pendenza (m/m)
B13	-13.000	698.940	55.284	215.676	0.0112
B14	-14.000	754.224	62.436	215.057	0.0317
B15	-15.000	816.660	62.202	213.079	0.0031
B16	-16.000	878.862	79.213	212.886	0.0274
B17	-17.000	958.075	0.000	210.715	0.0151

Tabella 7

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 5. Planimetria dei corsi d'acqua analizzati con l'individuazione delle sezioni trasversali rilevate



3.2 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.

3.3 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.

3.4 Parametri di scabrezza

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

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

3.5 Risultati delle simulazioni

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.

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 Puglia e i valori in termini di tiranti massimi, velocità e aree allagabili elaborati dallo stesso modello di calcolo.



Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione
Relazione idrologica e idraulica

T = 30 anni									
Sezione	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Numero di Froude (-)
A1	0.00	216.56	52.8	218.74	2.18	108.88	1.47	47.26	0.49
A2	50.44	216.37	52.8	218.21	1.84	99.45	2.07	34.90	0.69
A3	98.17	216.09	52.8	217.59	1.50	57.24	2.02	27.90	0.63
A4	150.34	215.16	52.8	217.03	1.87	52.42	2.14	25.79	0.66
A5	199.24	214.43	52.8	216.85	2.42	107.51	1.30	54.10	0.40
A6	250.25	214.47	52.8	216.54	2.07	85.65	1.68	40.70	0.53
A7	297.78	213.54	52.8	215.82	2.28	49.93	2.63	21.81	0.77
A8	350.17	213.26	52.8	215.60	2.34	52.75	1.60	37.93	0.44
A9	404.45	212.93	52.8	215.20	2.27	27.05	2.01	27.05	0.58
A10	454.26	212.71	52.8	214.82	2.11	26.77	1.87	28.29	0.58
A11	509.37	211.84	52.8	213.78	1.94	20.88	2.94	17.99	1.01
A12	557.54	211.01	52.8	213.05	2.04	23.62	2.08	25.42	0.64
B1	0.00	225.21	26.1	226.50	1.29	39.97	2.11	14.80	0.79
B2	56.13	224.83	26.1	225.80	0.97	55.49	1.13	27.48	0.43
B3	82.28	224.64	26.1	225.37	0.73	34.03	2.06	13.14	0.94
B4	126.02	222.24	26.1	224.42	2.18	23.25	1.07	24.58	0.32
B5	172.68	222.32	26.1	223.97	1.65	14.58	2.21	11.82	0.78
B6	231.76	221.13	26.1	223.23	2.10	12.25	2.03	12.86	0.63
B7	309.53	220.14	26.1	221.75	1.61	11.37	2.84	9.18	1.01
B8	384.43	218.77	26.1	221.40	2.63	22.25	1.11	24.34	0.30
B9	455.34	219.54	26.1	220.81	1.27	19.61	2.38	11.35	0.90
B10	525.61	218.36	26.1	219.31	0.95	18.98	2.14	12.17	0.86
B11	588.20	217.19	26.1	218.82	1.63	26.68	1.30	20.31	0.45
B12	640.30	217.20	26.1	218.14	0.94	29.26	2.20	13.16	0.94
B13	698.94	215.68	26.1	217.28	1.60	23.81	1.25	20.81	0.43
B14	754.22	215.06	26.1	216.44	1.38	14.33	2.65	9.87	1.01
B15	816.66	213.08	26.1	215.19	2.11	20.55	1.15	22.71	0.35
B16	878.86	212.89	26.1	214.42	1.53	12.38	2.75	9.49	1.00
B17	958.08	210.71	26.1	212.32	1.61	14.77	2.13	12.25	0.75

Tabella 8

T = 200 anni									
Sezione	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Numero di Froude (-)
A1	0.00	216.56	73.8	218.86	2.30	117.83	1.62	60.85	0.51
A2	50.44	216.37	73.8	218.34	1.97	124.55	2.17	49.56	0.69
A3	98.17	216.09	73.8	217.86	1.77	121.41	1.83	51.78	0.60
A4	150.34	215.16	73.8	217.20	2.04	93.62	2.36	38.97	0.70
A5	199.24	214.43	73.8	217.01	2.58	118.70	1.35	72.47	0.40
A6	250.25	214.47	73.8	216.66	2.19	95.08	1.87	51.94	0.58
A7	297.78	213.54	73.8	216.09	2.55	85.38	2.49	40.92	0.67
A8	350.17	213.26	73.8	215.87	2.61	68.55	1.70	54.32	0.42
A9	404.45	212.93	73.8	215.45	2.52	60.61	2.27	36.32	0.60
A10	454.26	212.71	73.8	215.07	2.36	51.69	2.07	37.70	0.59



Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione
Relazione idrologica e idraulica

T = 200 anni									
Sezione	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Numero di Froude (-)
A11	509.37	211.84	73.8	214.04	2.20	26.03	3.06	24.11	1.02
A12	557.54	211.01	73.8	213.34	2.33	33.30	2.27	32.66	0.65
B1	0.00	225.21	36.5	226.63	1.42	53.13	2.21	21.08	0.78
B2	56.13	224.83	36.5	225.93	1.10	59.09	1.25	34.65	0.44
B3	82.28	224.64	36.5	225.51	0.87	52.37	2.14	18.56	0.88
B4	126.02	222.24	36.5	224.68	2.44	27.11	1.20	31.14	0.33
B5	172.68	222.32	36.5	224.24	1.92	17.51	2.27	16.07	0.76
B6	231.76	221.13	36.5	223.49	2.36	13.76	2.25	16.21	0.66
B7	309.53	220.14	36.5	221.99	1.85	13.03	3.03	12.05	1.01
B8	384.43	218.77	36.5	221.63	2.86	28.09	1.31	30.13	0.32
B9	455.34	219.54	36.5	220.97	1.43	23.18	2.63	14.79	0.92
B10	525.61	218.36	36.5	219.49	1.13	21.12	2.33	15.70	0.86
B11	588.20	217.19	36.5	218.99	1.80	31.35	1.50	25.07	0.48
B12	640.30	217.20	36.5	218.25	1.05	31.46	2.46	16.40	0.98
B13	698.94	215.68	36.5	217.49	1.81	34.99	1.38	27.27	0.43
B14	754.22	215.06	36.5	216.64	1.58	16.90	2.85	12.96	0.99
B15	816.66	213.08	36.5	215.46	2.38	22.90	1.27	28.63	0.36
B16	878.86	212.89	36.5	214.64	1.75	14.16	2.94	12.41	1.00
B17	958.08	210.71	36.5	212.53	1.82	16.38	2.34	15.63	0.76

Tabella 9

T = 500 anni									
Sezione	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Numero di Froude (-)
A1	0.00	216.56	84.0	218.90	2.34	120.74	1.71	65.94	0.53
A2	50.44	216.37	84.0	218.39	2.02	127.88	2.18	56.11	0.68
A3	98.17	216.09	84.0	217.92	1.83	128.06	1.86	58.68	0.60
A4	150.34	215.16	84.0	217.28	2.12	102.65	2.37	46.49	0.69
A5	199.24	214.43	84.0	217.08	2.65	120.74	1.38	80.26	0.40
A6	250.25	214.47	84.0	216.69	2.22	97.15	2.02	54.70	0.62
A7	297.78	213.54	84.0	216.20	2.66	91.77	2.35	51.08	0.62
A8	350.17	213.26	84.0	215.97	2.71	91.81	1.77	61.85	0.43
A9	404.45	212.93	84.0	215.53	2.60	67.70	2.36	42.10	0.61
A10	454.26	212.71	84.0	215.17	2.46	73.48	2.12	44.22	0.58
A11	509.37	211.84	84.0	214.13	2.29	28.92	3.18	26.40	1.04
A12	557.54	211.01	84.0	213.45	2.44	48.02	2.34	37.40	0.66
B1	0.00	225.21	41.5	226.68	1.47	57.55	2.26	23.85	0.78
B2	56.13	224.83	41.5	225.97	1.14	60.47	1.33	37.01	0.46
B3	82.28	224.64	41.5	225.58	0.94	70.57	2.08	23.13	0.82
B4	126.02	222.24	41.5	224.79	2.55	28.76	1.25	34.19	0.34
B5	172.68	222.32	41.5	224.35	2.03	18.76	2.29	18.13	0.74
B6	231.76	221.13	41.5	223.60	2.47	14.38	2.34	17.71	0.67
B7	309.53	220.14	41.5	222.08	1.94	14.10	3.12	13.32	1.01
B8	384.43	218.77	41.5	221.72	2.95	30.44	1.39	32.88	0.33



T = 500 anni									
Sezione	Progr. (m)	Fondo (mslm)	Portata (m ³ /s)	Livello di pelo lib. (mslm)	Altezza d'acqua (m)	Largh. di pelo lib. (m)	Velocità media (m/s)	Area della sezione (m ²)	Numero di Froude (-)
B9	455.34	219.54	41.5	221.04	1.50	24.64	2.73	16.34	0.93
B10	525.61	218.36	41.5	219.56	1.20	22.00	2.40	17.27	0.87
B11	588.20	217.19	41.5	219.05	1.86	34.66	1.59	27.22	0.49
B12	640.30	217.20	41.5	218.30	1.10	32.75	2.55	18.03	0.98
B13	698.94	215.68	41.5	217.58	1.90	36.36	1.43	30.37	0.44
B14	754.22	215.06	41.5	216.72	1.66	18.03	2.92	14.47	0.98
B15	816.66	213.08	41.5	215.58	2.50	23.88	1.33	31.30	0.37
B16	878.86	212.89	41.5	214.73	1.84	14.91	3.02	13.76	1.00
B17	958.08	210.71	41.5	212.62	1.91	17.06	2.42	17.15	0.77

Tabella 10

Nelle figure successive sono mostrate le mappe dei tiranti idrici ricavati secondo la metodologia suddetta per i tre tempi di ritorno considerati. Tali tempi di ritorno, in linea con il PAI Puglia, corrispondono rispettivamente alle aree:

- a pericolosità idraulica alta (T = 30 anni);
- a pericolosità idraulica media (T = 200 anni);
- a pericolosità idraulica bassa (T = 500 anni).



Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

Relazione idrologica e idraulica

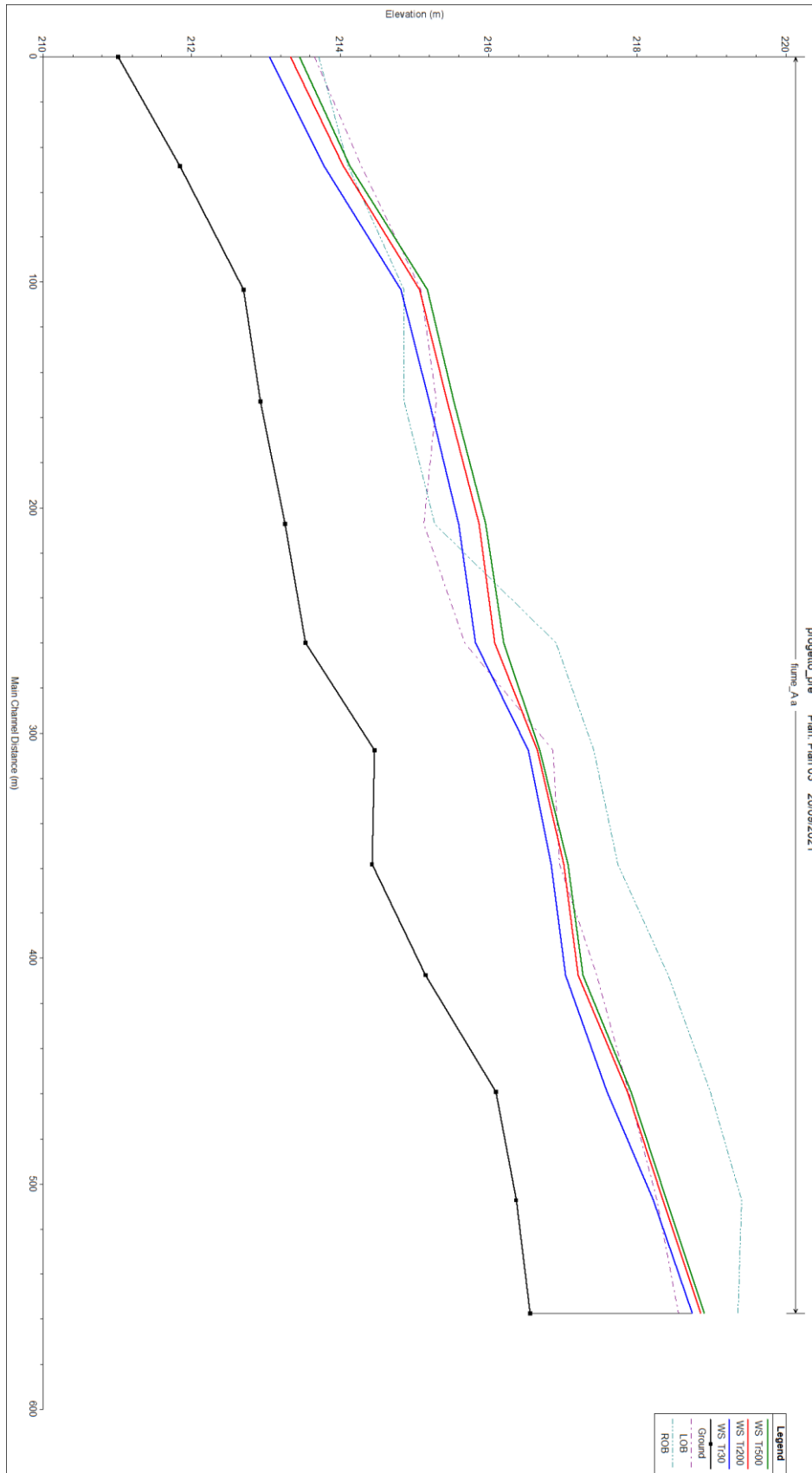


Figura 6. Profilo longitudinale dell'impluvio A



Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

Relazione idrologica e idraulica

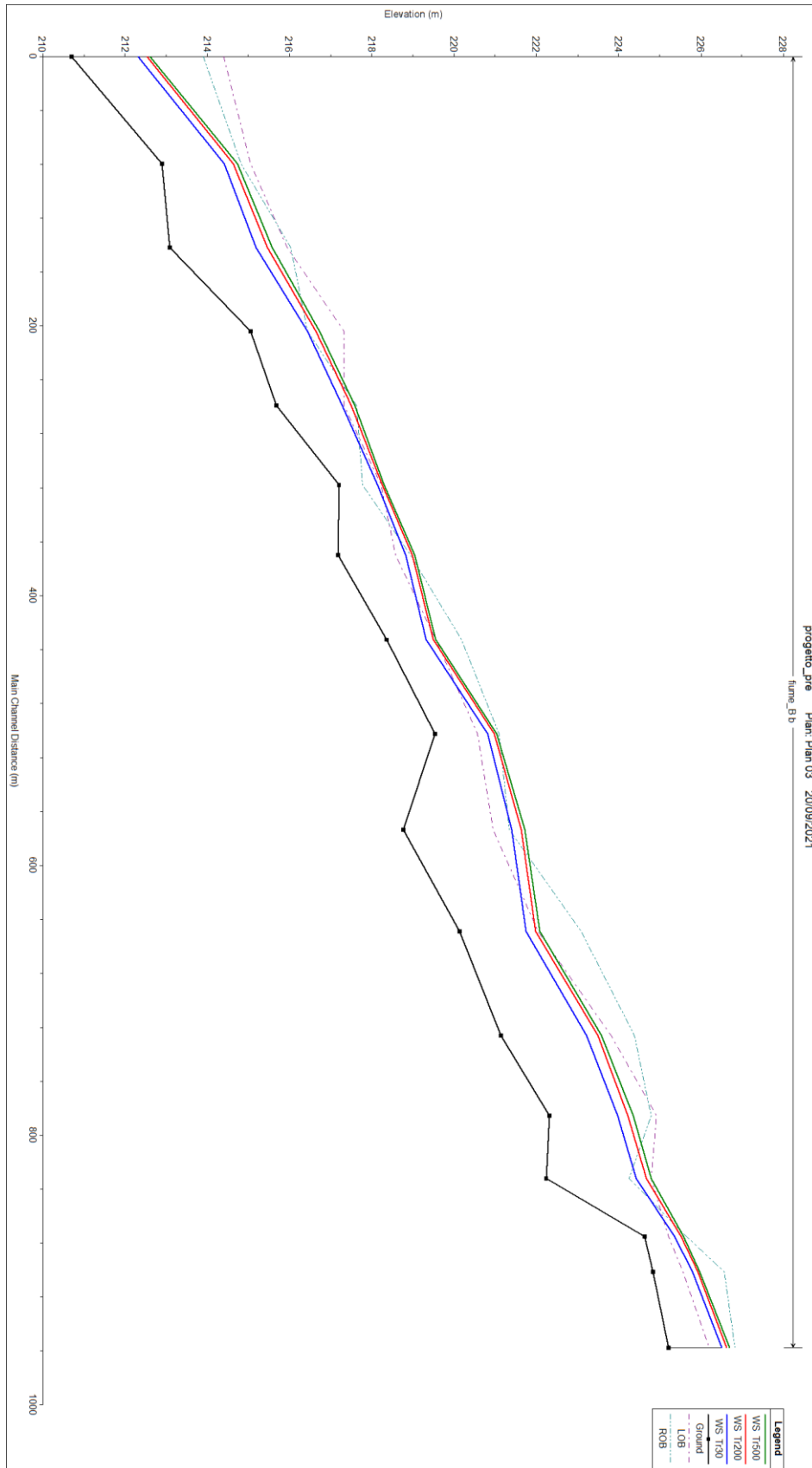


Figura 7. Profilo longitudinale dell'impluvio B



Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

Relazione idrologica e idraulica

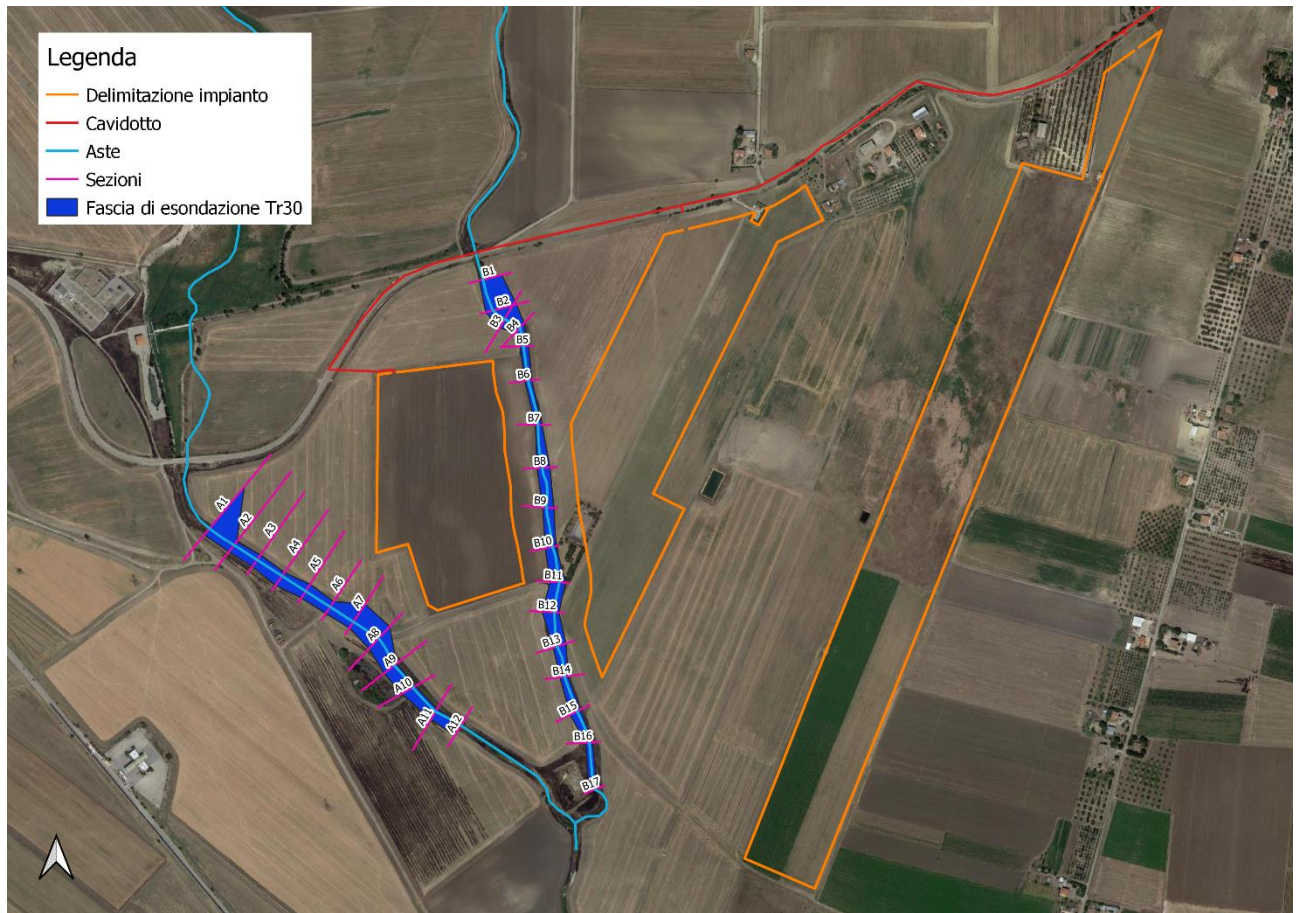


Figura 8. Planimetria delle aree allagabili con un tempo di ritorno di 30 anni

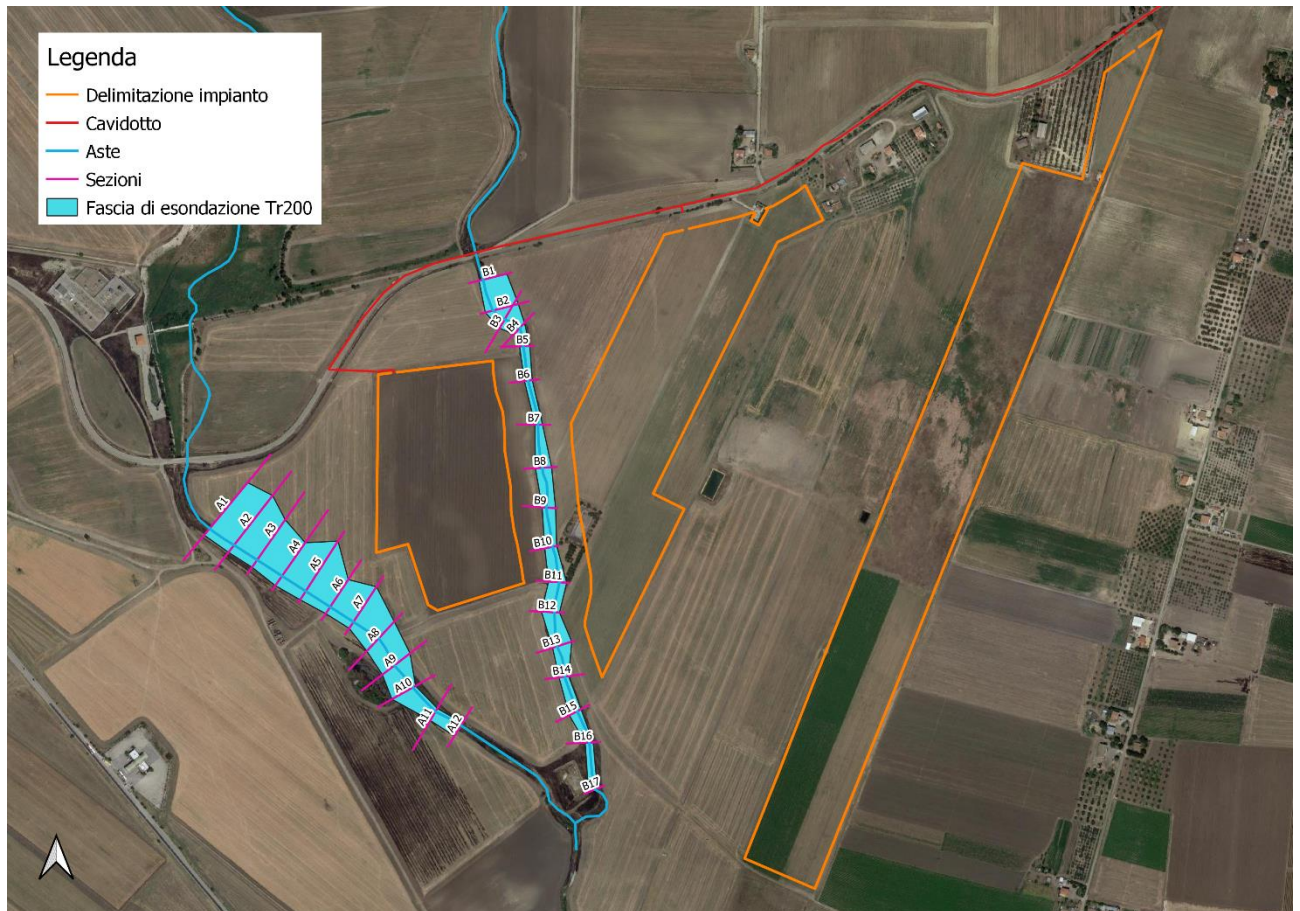


Figura 9. Planimetria delle aree allagabili con un tempo di ritorno di 200 anni

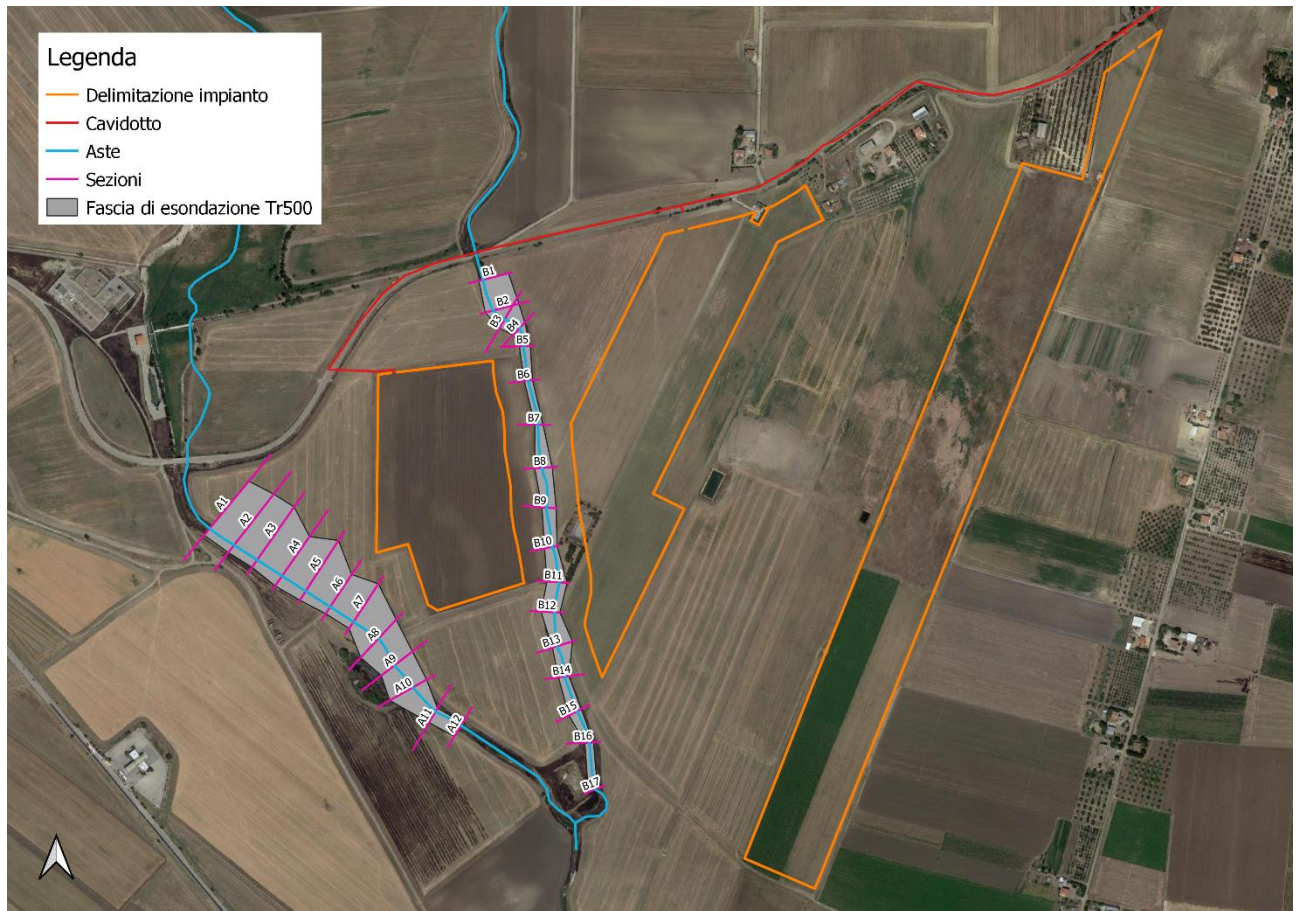


Figura 10. Planimetria delle aree allagabili con un tempo di ritorno di 500 anni

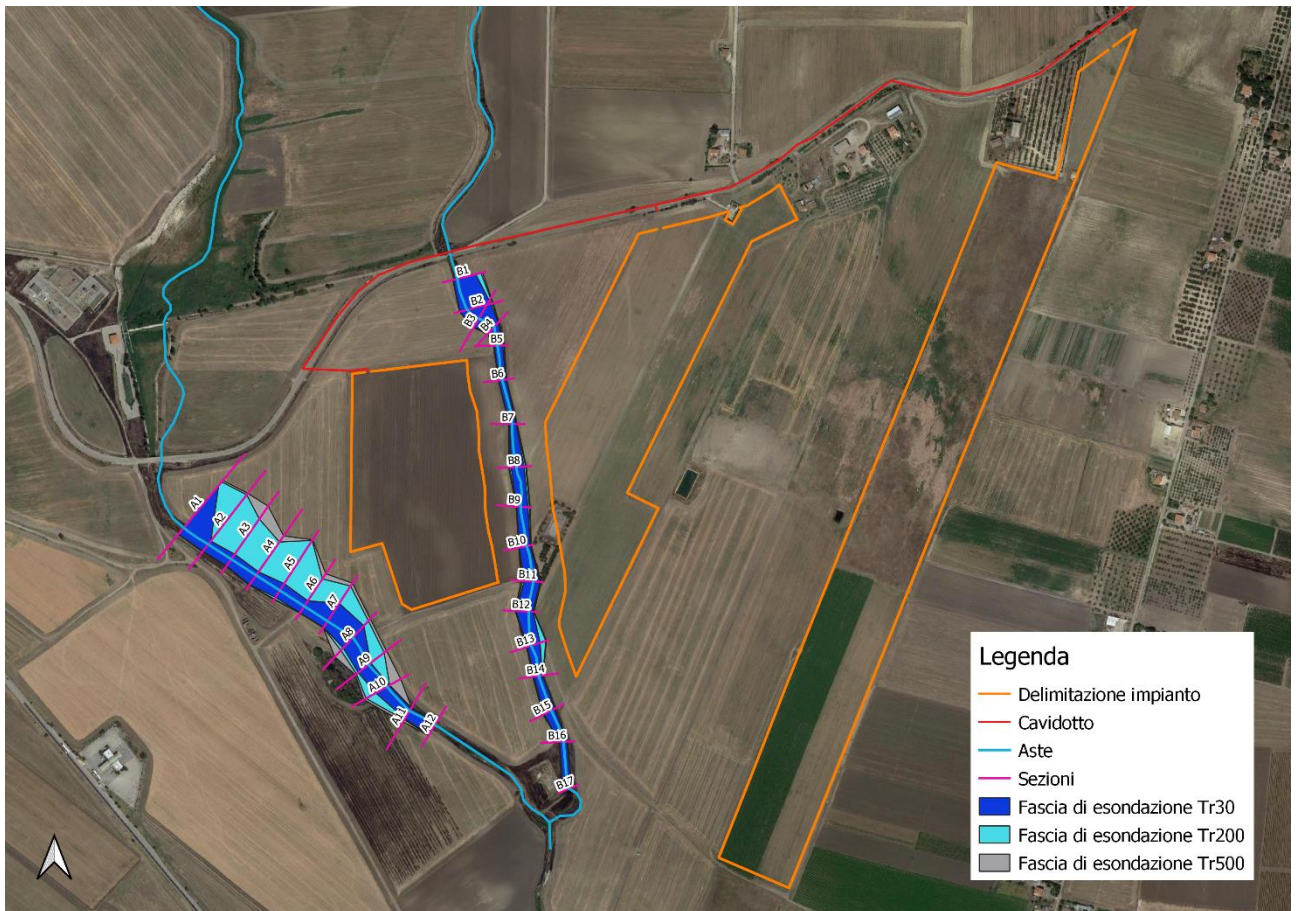


Figura 12. Planimetria delle aree allagabili per i tre tempi di ritorno

Nelle figure precedenti si nota come gli impluvi A e B, per quanto generino aree a rischio idraulico, non interferiscono con le aree oggetto di intervento.

Per tali ragioni, è possibile affermare che, gli interventi in progetto risultano solo parzialmente lambiti da aree a rischio idraulico e che i tre lotti in progetto risultano in condizioni di sicurezza idraulica ai sensi delle NTA del PAI.



4 Conclusioni

La presente relazione accompagna il progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da realizzarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione alla Stazione elettrica "SE Camerelle" nel Comune di Ascoli Satriano (FG). L'impianto risulta costituito da tre lotti raggiungibili percorrendo la Strada Provinciale 97.

Per le finalità della presente analisi si è tenuto conto della presenza di due impluvi situati all'interno dell'area interessata dai lotti n°1 e n°3, entrambi affluenti in riva sinistra idraulica del fiume Ofanto situato a sud dell'area oggetto di studio. In assenza di toponimi, a tali impluvi sono stati assegnati i nomi di A e B.

Il presente studio di compatibilità idrologica ed idraulica ne ha analizzato compiutamente i regimi di deflusso nonché l'effettiva estensione delle aree allagabili in modo da verificare la compatibilità con l'intervento in progetto ai sensi del combinato disposto degli artt. 6 e 10 delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAI.

Le analisi idrologiche sono state condotte mediante l'utilizzo del metodo VAPI Puglia, come previsto nelle NTA del PAI al fine di stabilire le portate al colmo di piena per eventi con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Tali portate sono state utilizzate nella successiva analisi idraulica 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.

Tale analisi dimostra che gli impluvi A e B, per quanto generino aree a rischio idraulico, non interferiscono con le aree oggetto di intervento.



Allegato A: Sezioni trasversali



Nel presente allegato sono mostrate le sezioni trasversali 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 30, 200 e 500 anni.

Nella tabella seguente è mostrato l'elenco delle sezioni trasversali utilizzate per gli impluvi A e B.

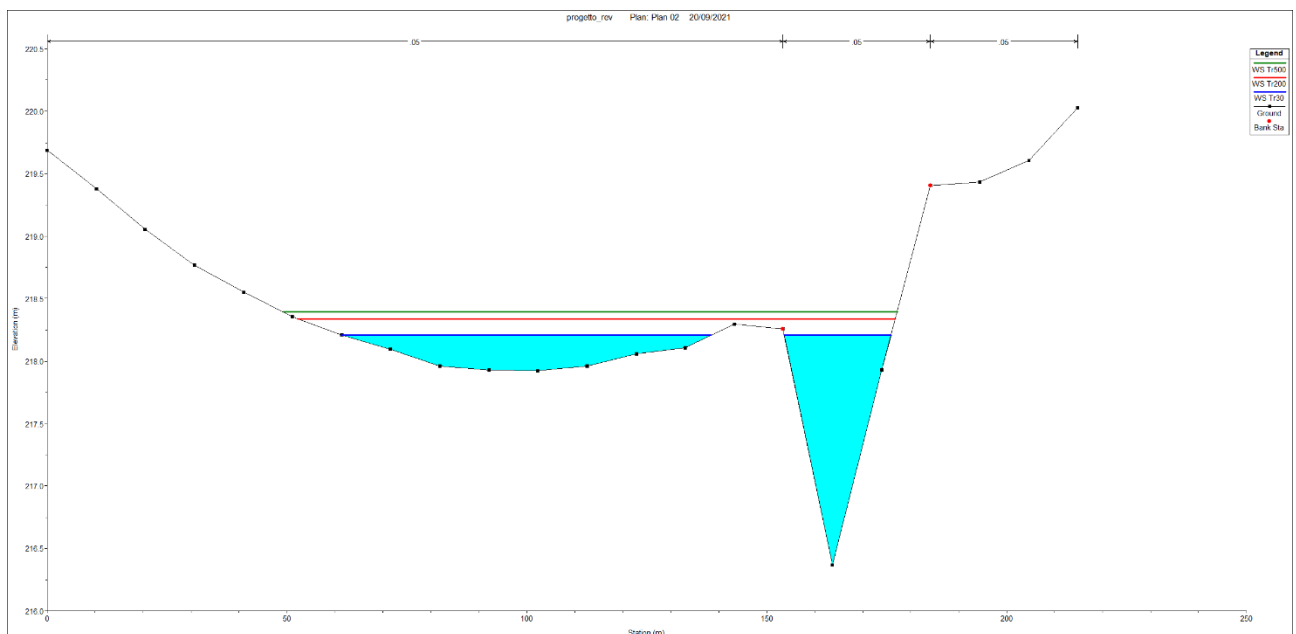
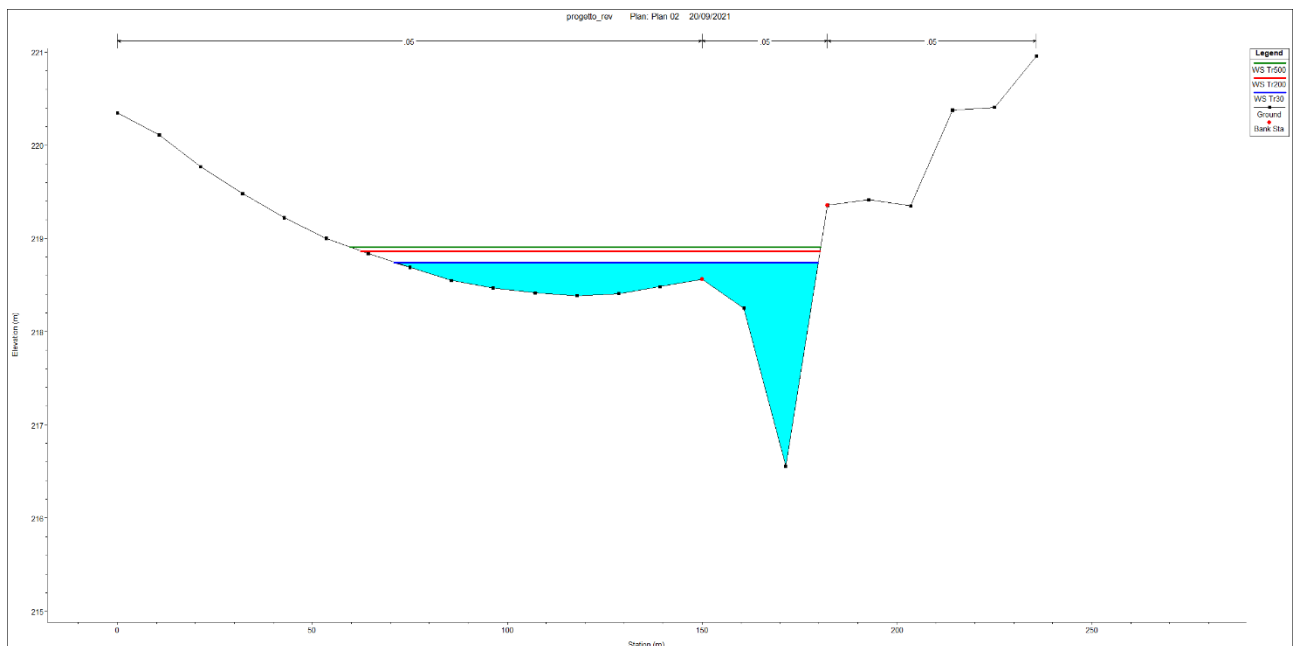
Sezioni impluvio A					
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Parz. (m)	Fondo (mslm)	Pendenza (m/m)
A1	-1.000	0.000	50.435	216.555	0.0037
A2	-2.000	50.435	47.739	216.367	0.0057
A3	-3.000	98.174	52.169	216.095	0.0179
A4	-4.000	150.343	48.901	215.159	0.0150
A5	-5.000	199.244	51.004	214.427	-0.0008
A6	-6.000	250.248	47.530	214.468	0.0196
A7	-7.000	297.778	52.390	213.536	0.0052
A8	-8.000	350.168	54.281	213.263	0.0062
A9	-9.000	404.449	49.815	212.925	0.0044
A10	-10.000	454.264	55.110	212.708	0.0157
A11	-11.000	509.374	48.166	211.840	0.0173
A12	-12.000	557.540	0.000	211.006	0.0100

Tabella 1



Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

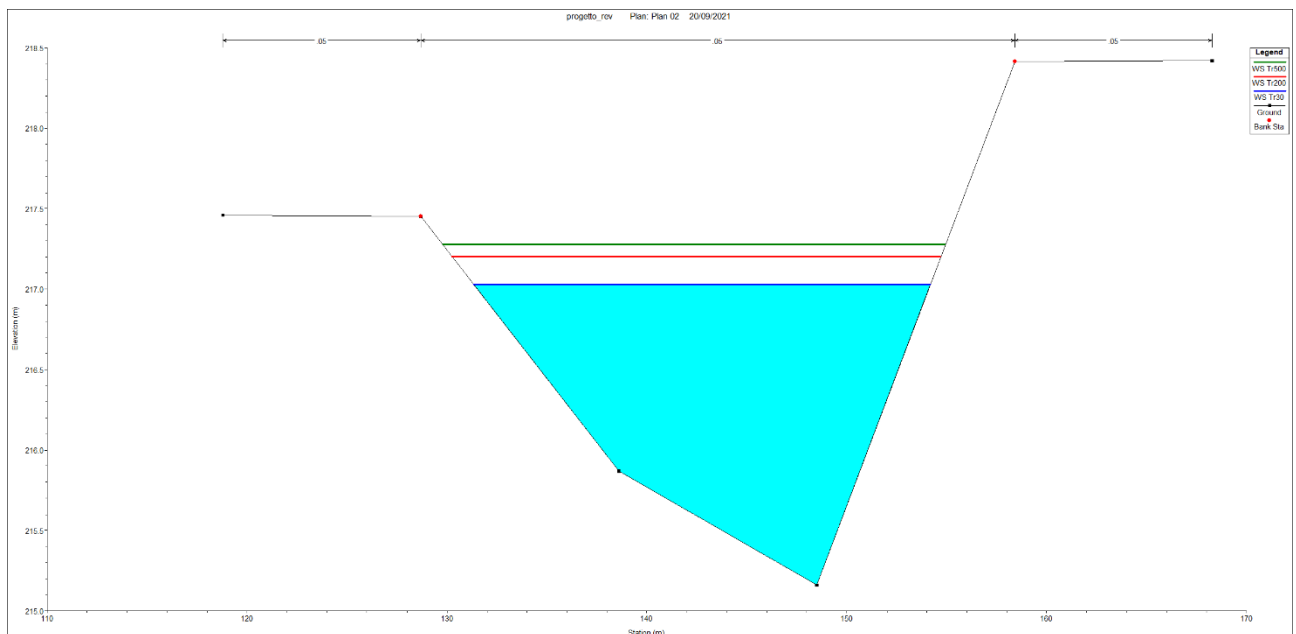
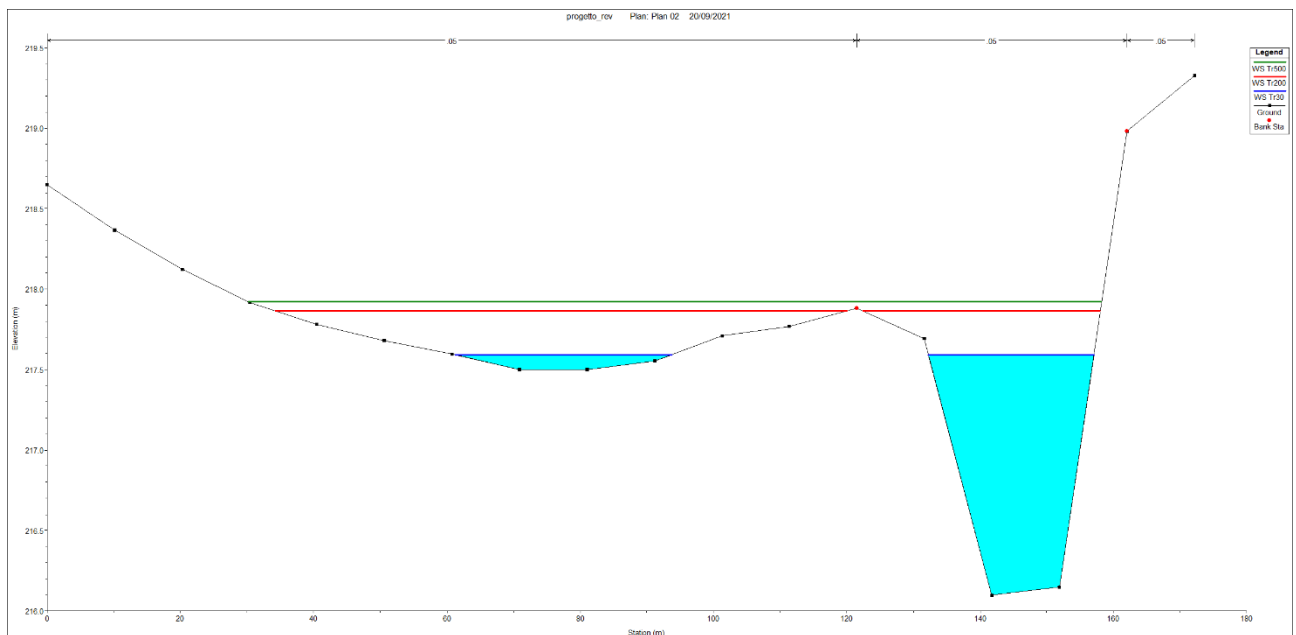
Relazione idrologica e idraulica





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

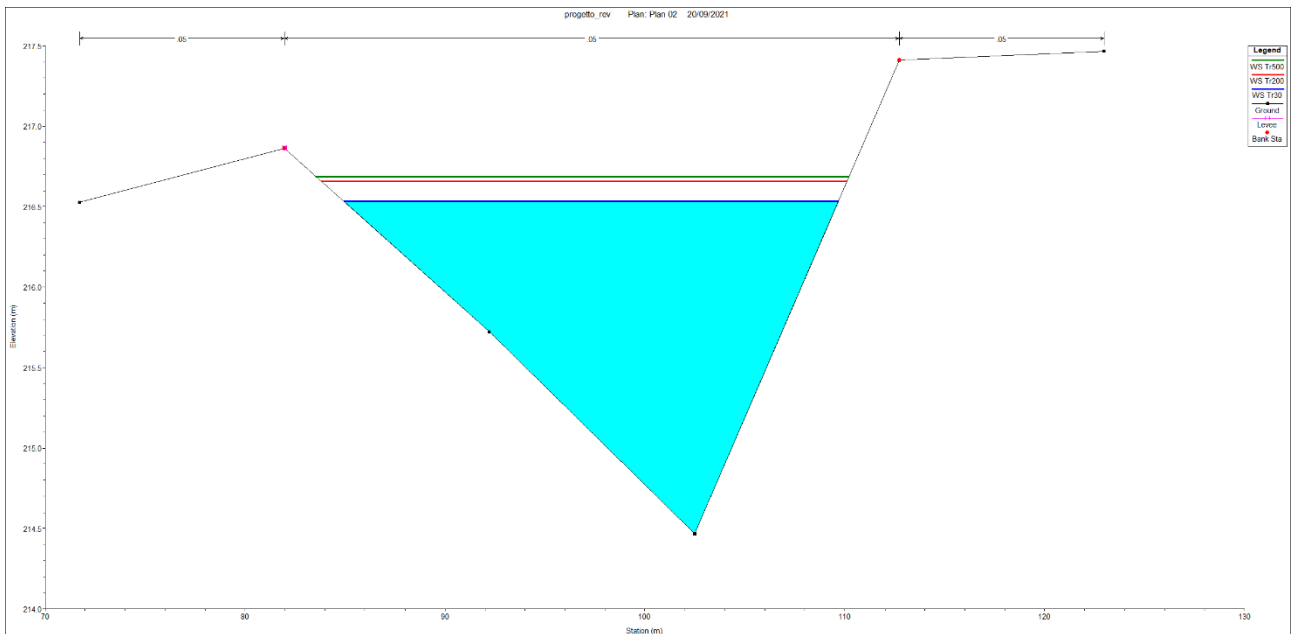
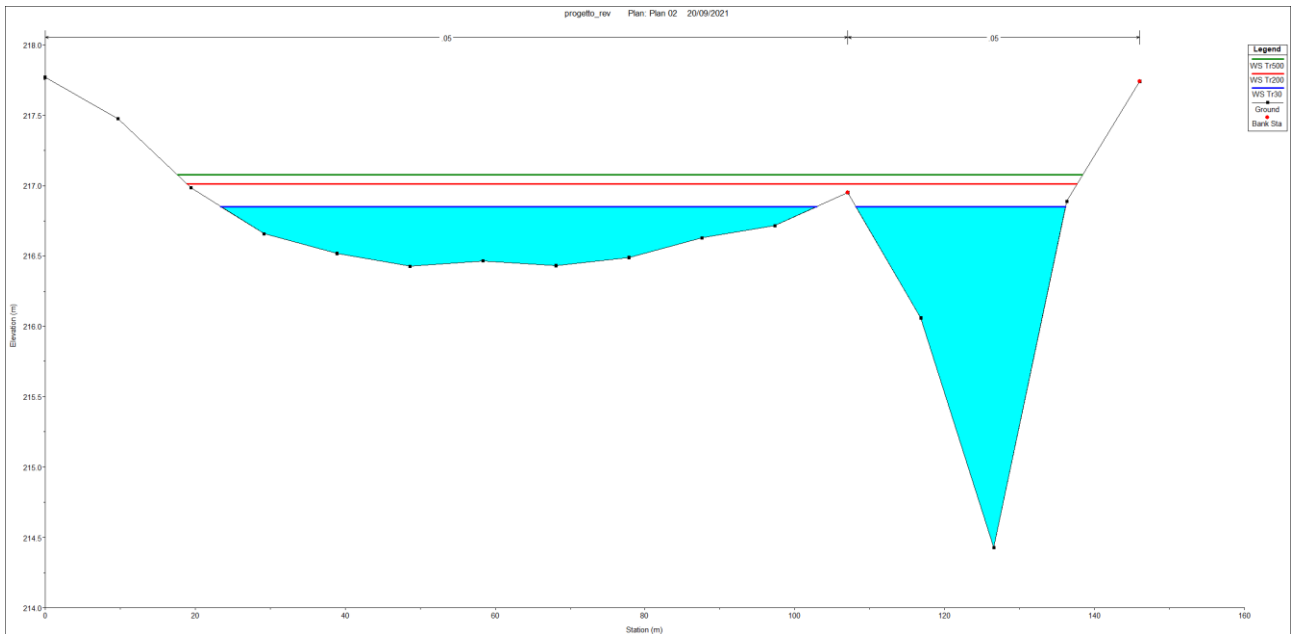
Relazione idrologica e idraulica





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

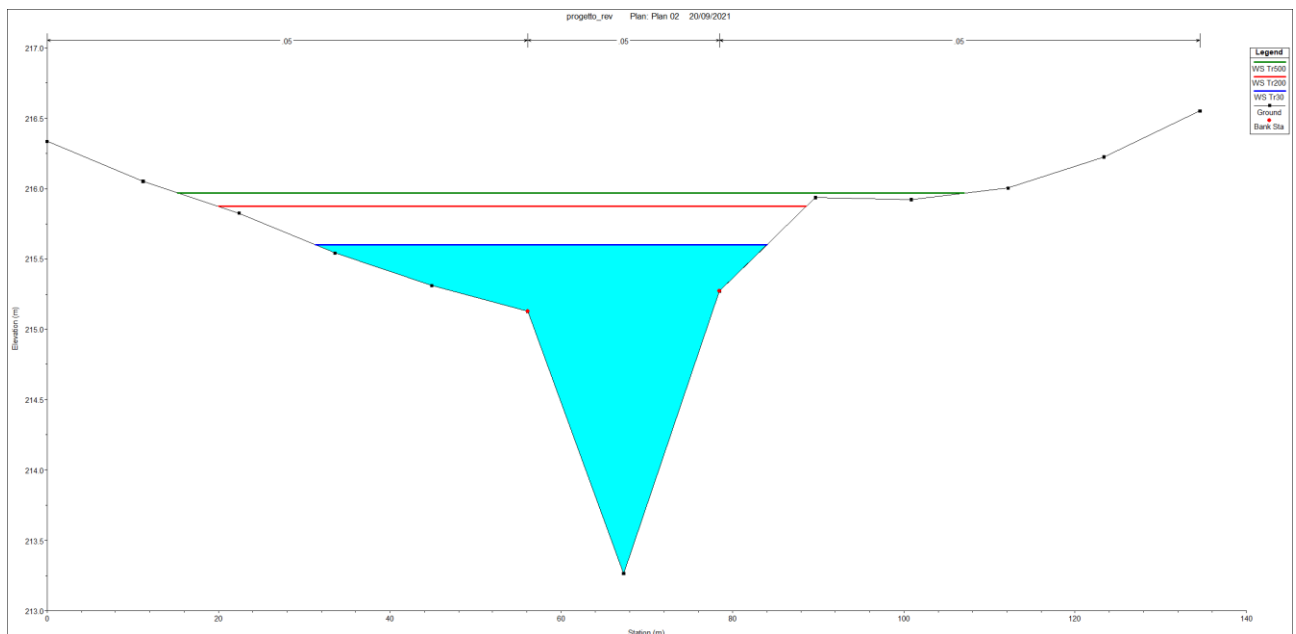
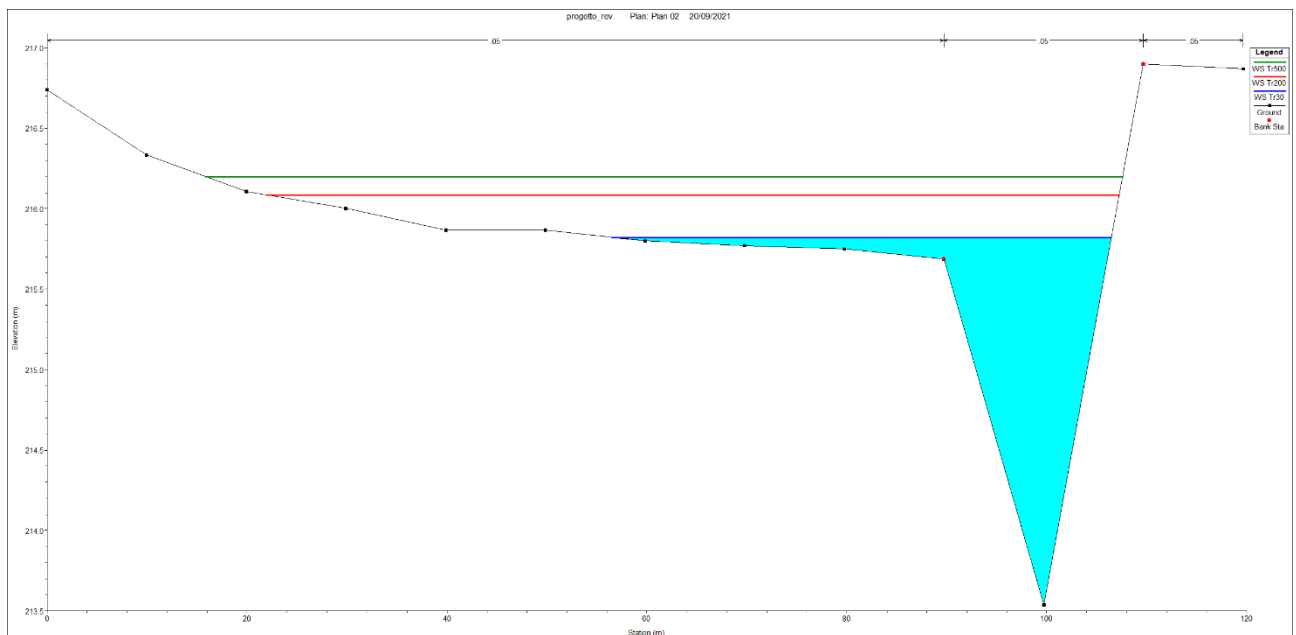
Relazione idrologica e idraulica





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

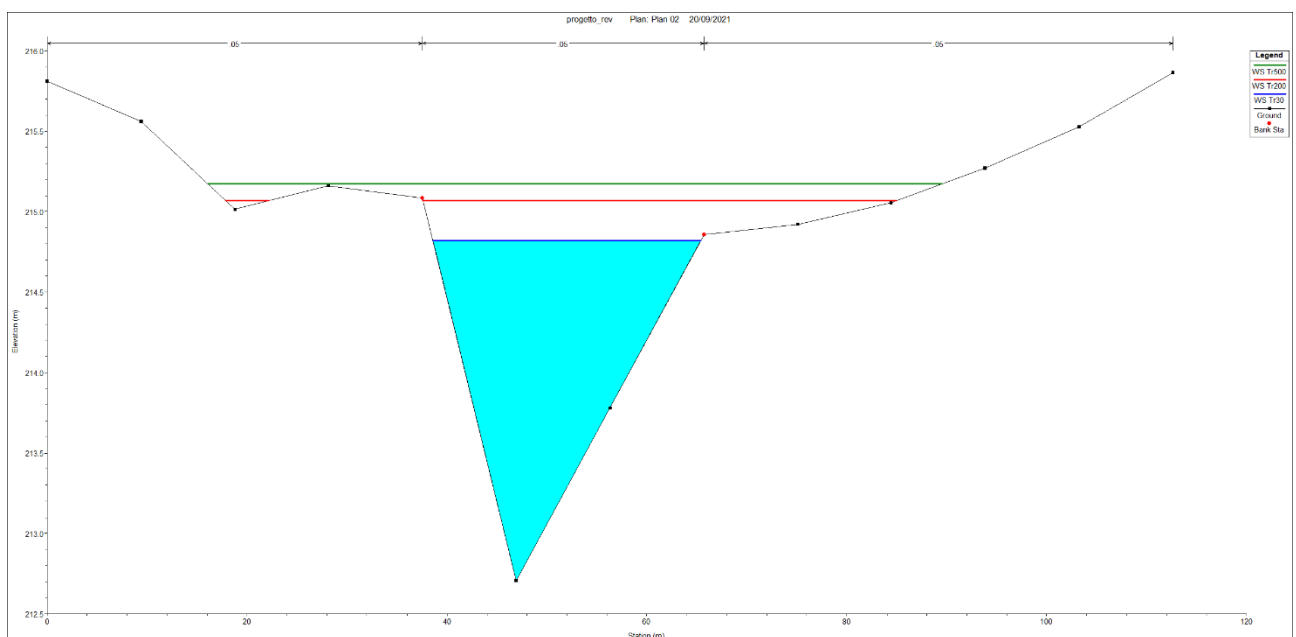
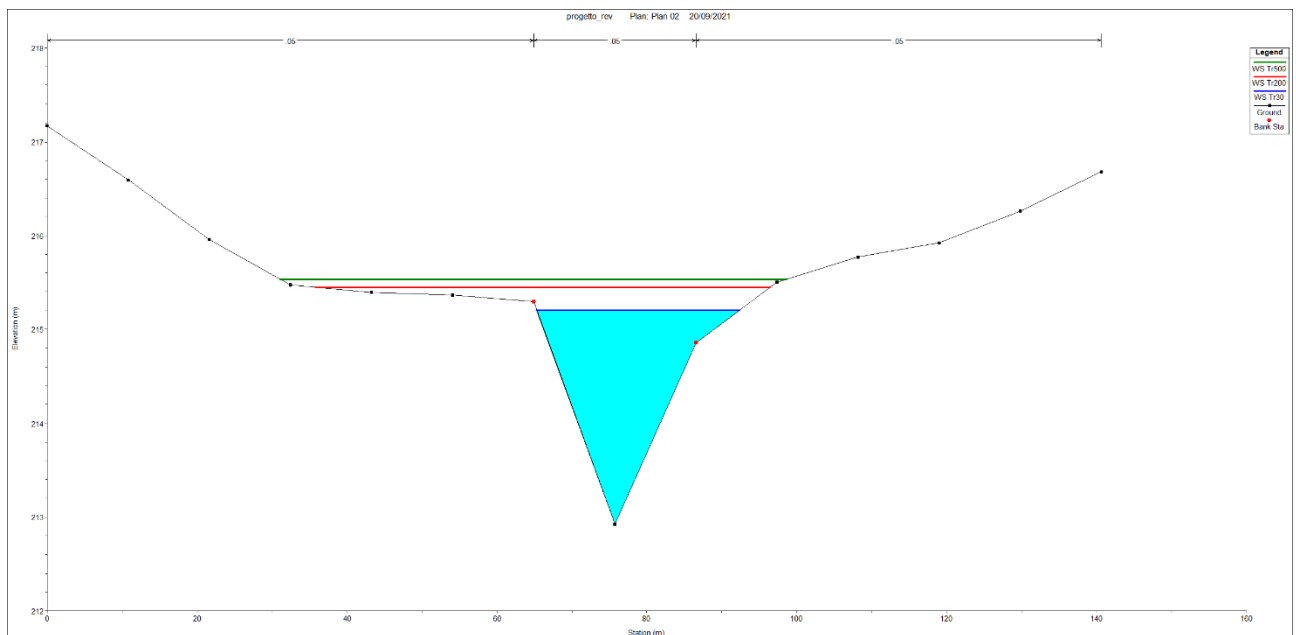
Relazione idrologica e idraulica





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

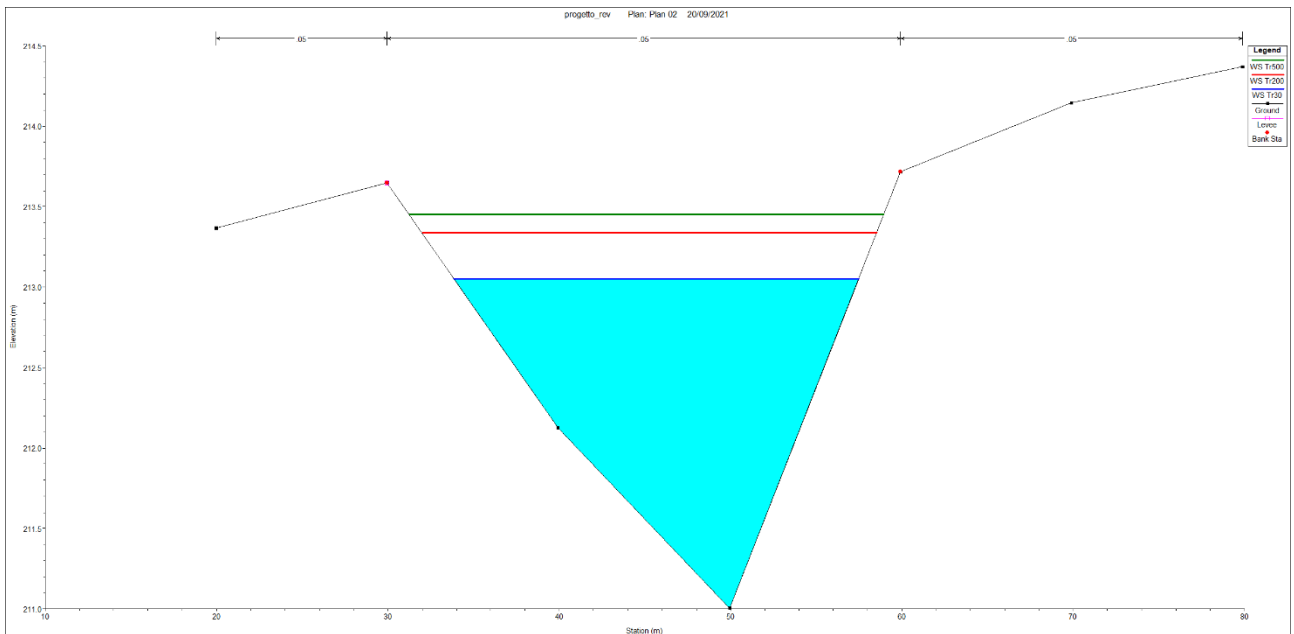
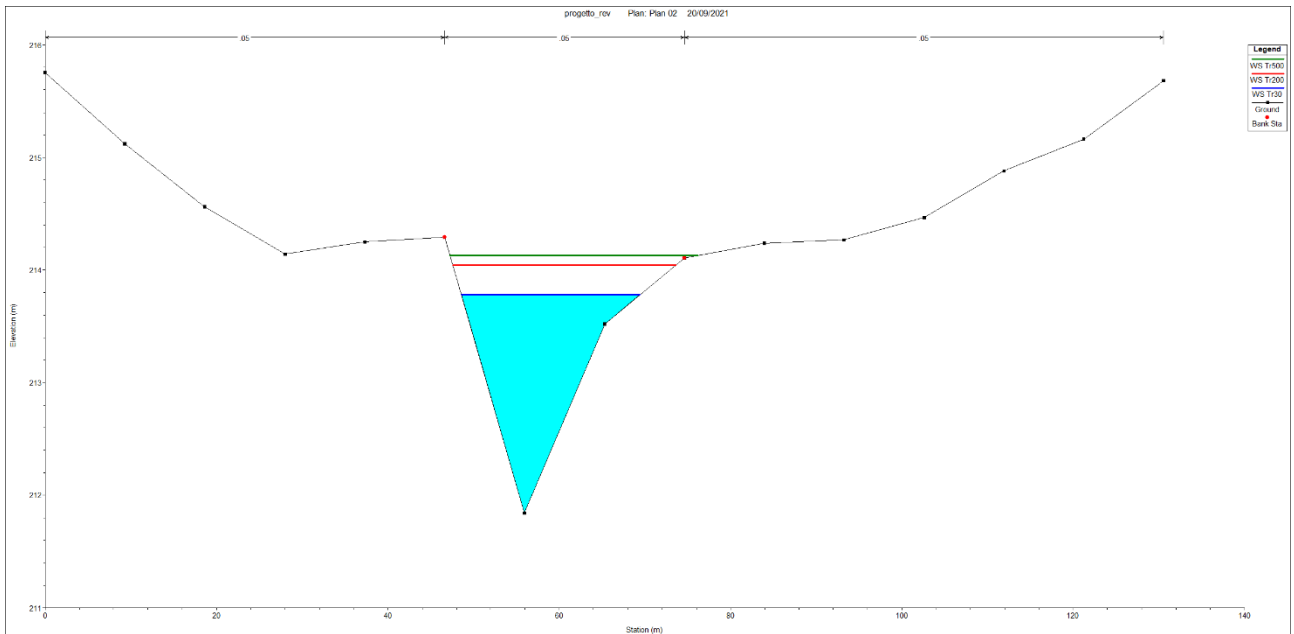
Relazione idrologica e idraulica





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

Relazione idrologica e idraulica



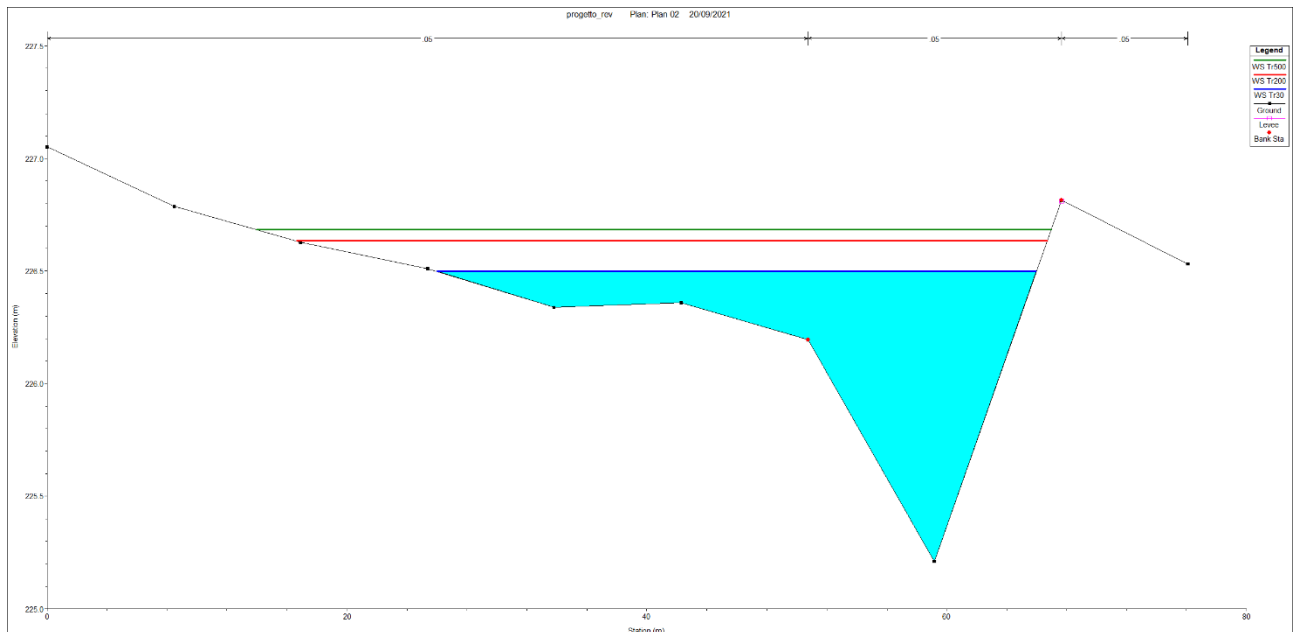


Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

Relazione idrologica e idraulica

Sezioni impluvio B					
Sezione	Sezione nel modello	Progr. (m)	Parz. (m)	Fondo (mslm)	Pendenza (m/m)
B1	-1.000	0.000	56.128	225.212	0.0068
B2	-2.000	56.128	26.148	224.831	0.0072
B3	-3.000	82.276	43.745	224.643	0.0550
B4	-4.000	126.021	46.655	222.238	-0.0018
B5	-5.000	172.676	59.084	222.322	0.0201
B6	-6.000	231.760	77.774	221.133	0.0128
B7	-7.000	309.534	74.894	220.139	0.0182
B8	-8.000	384.428	70.911	218.774	-0.0108
B9	-9.000	455.339	70.273	219.540	0.0168
B10	-10.000	525.612	62.589	218.356	0.0187
B11	-11.000	588.201	52.103	217.189	-0.0002
B12	-12.000	640.304	58.636	217.202	0.0260
B13	-13.000	698.940	55.284	215.676	0.0112
B14	-14.000	754.224	62.436	215.057	0.0317
B15	-15.000	816.660	62.202	213.079	0.0031
B16	-16.000	878.862	79.213	212.886	0.0274
B17	-17.000	958.075	0.000	210.715	0.0151

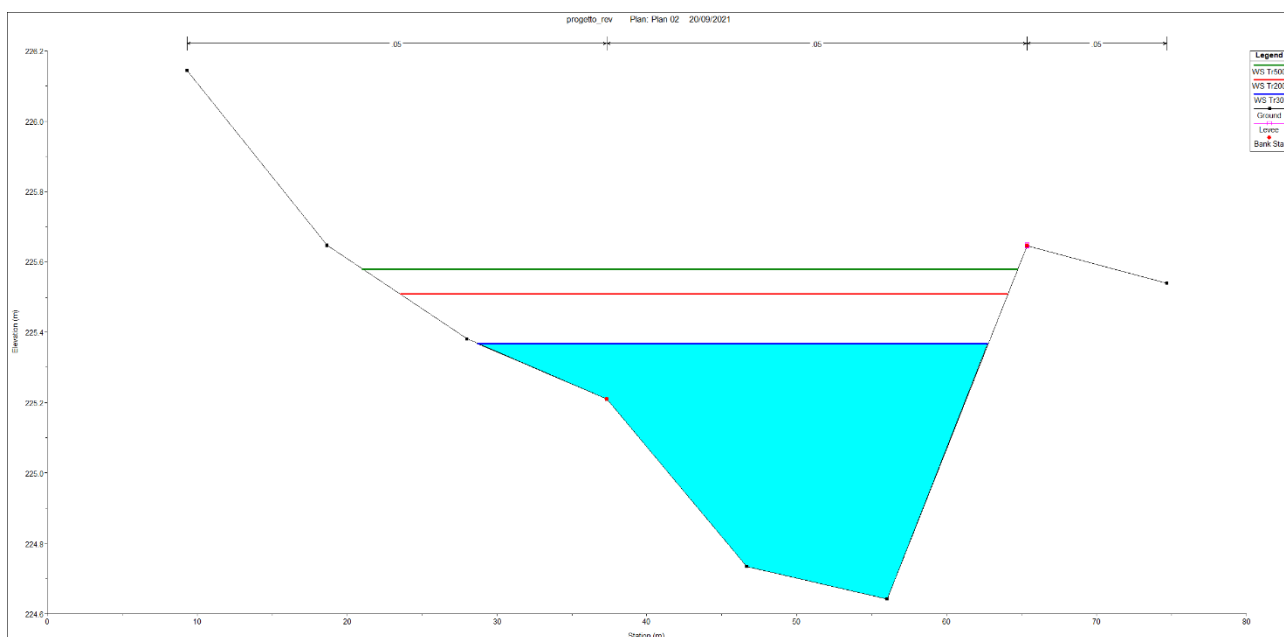
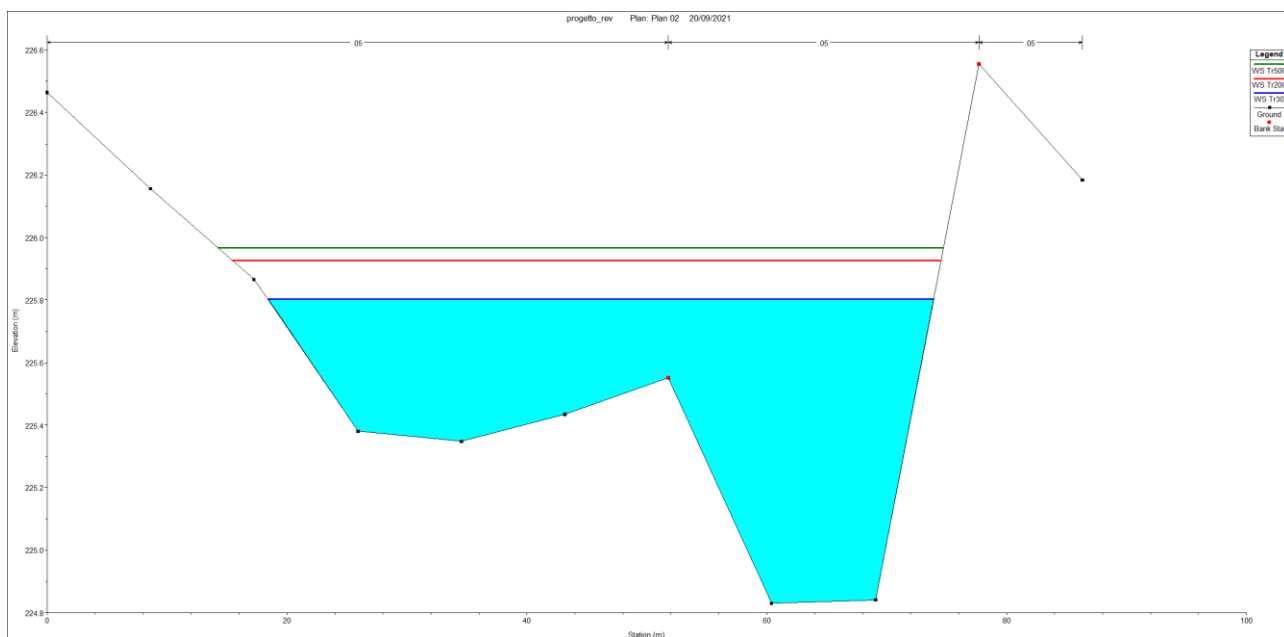
Tabella 2





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

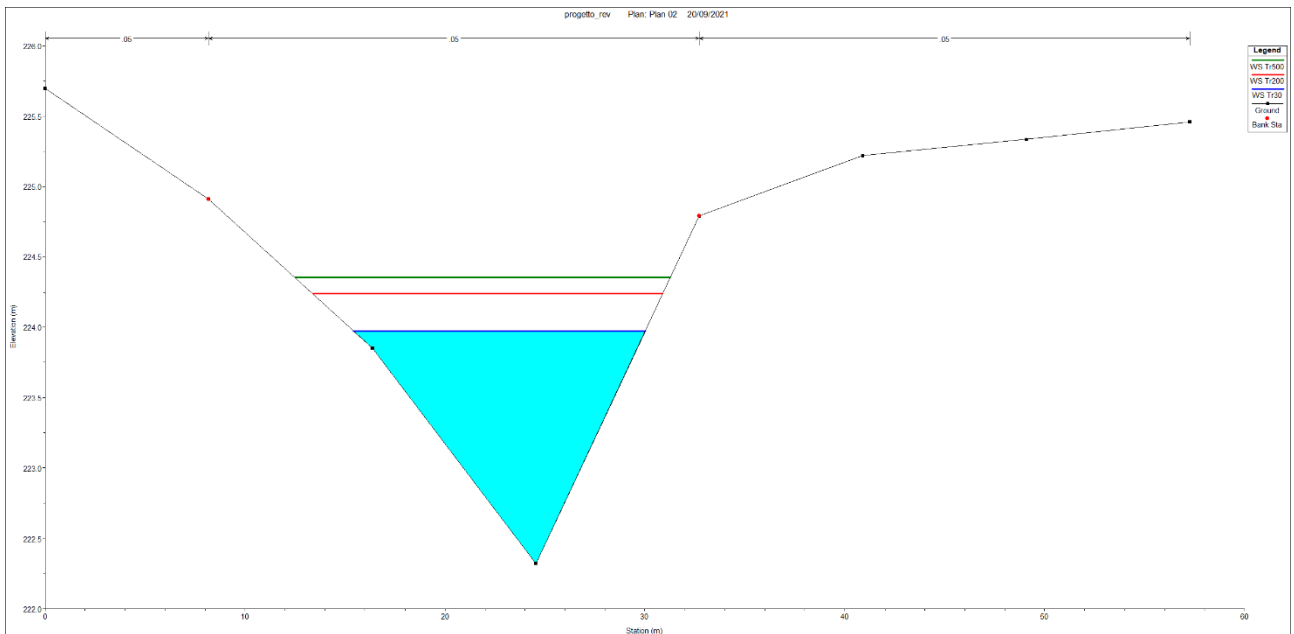
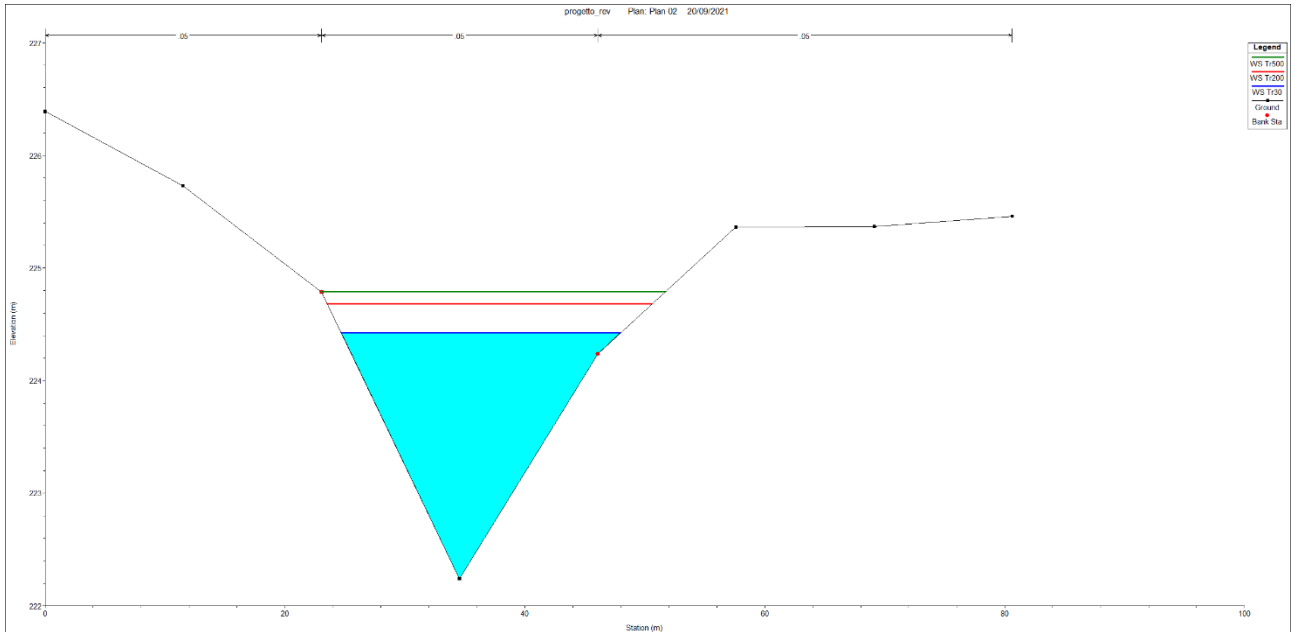
Relazione idrologica e idraulica





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

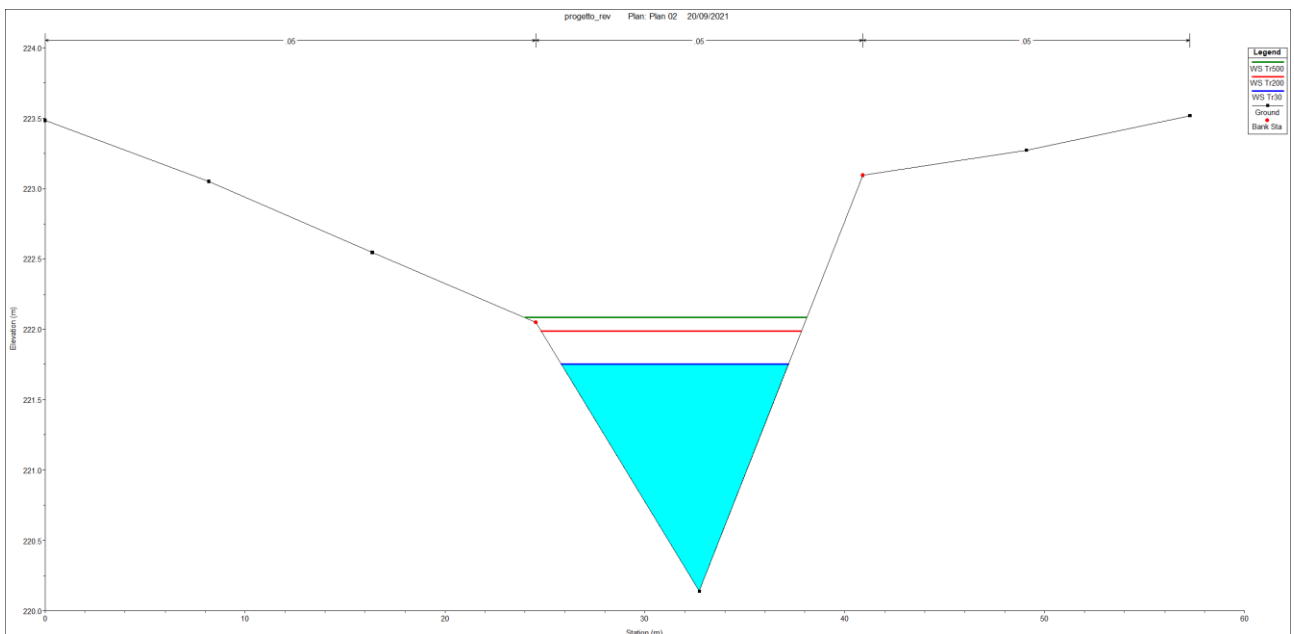
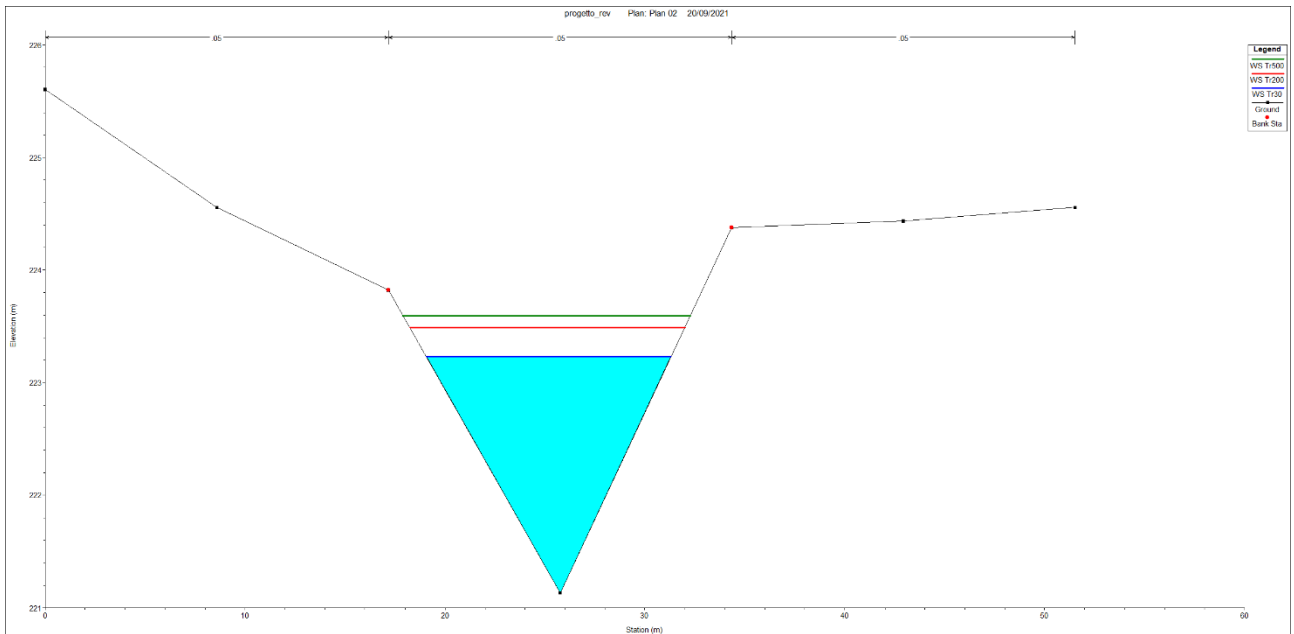
Relazione idrologica e idraulica





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

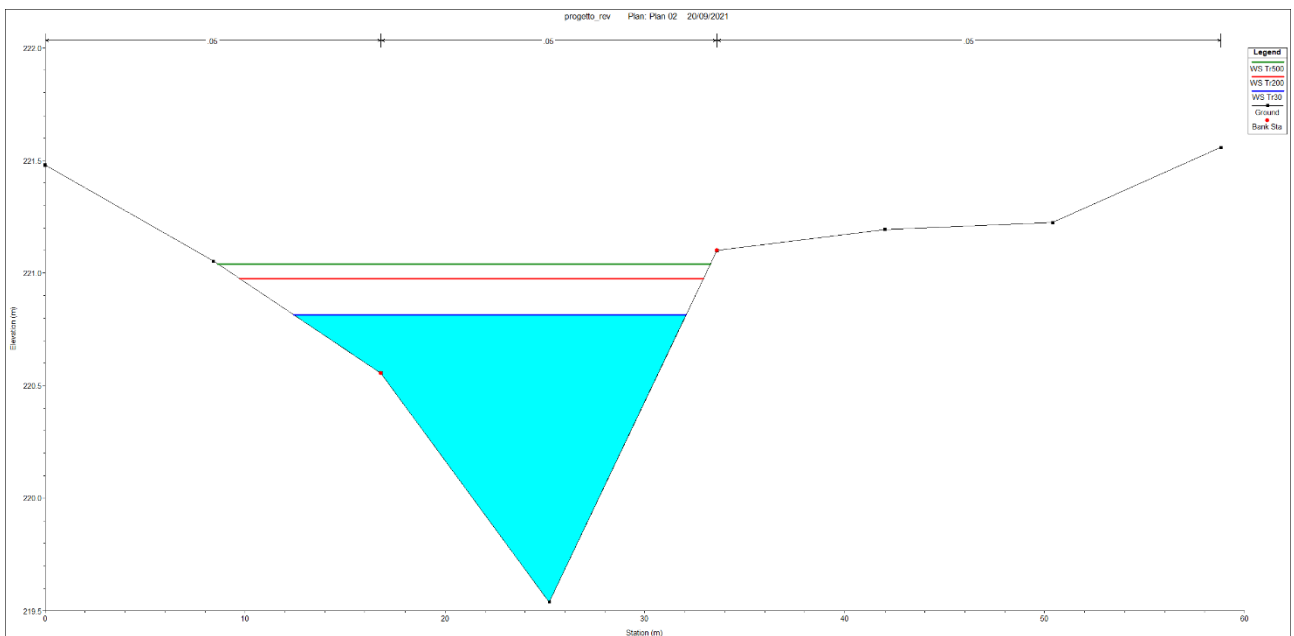
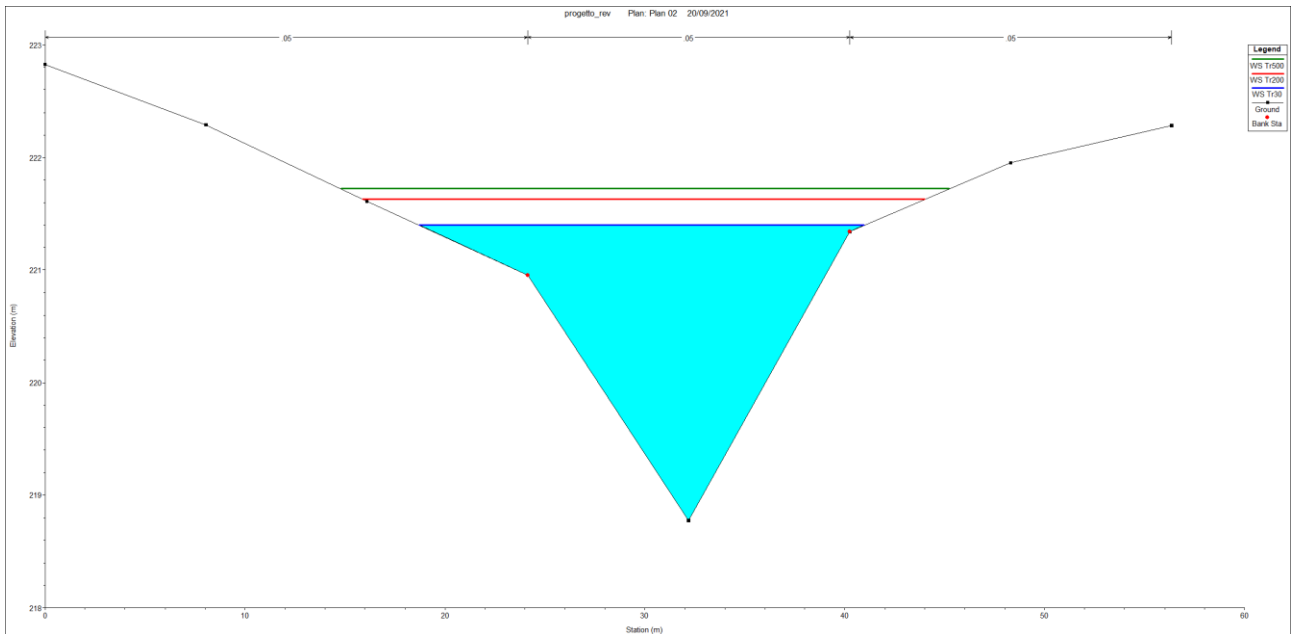
Relazione idrologica e idraulica





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

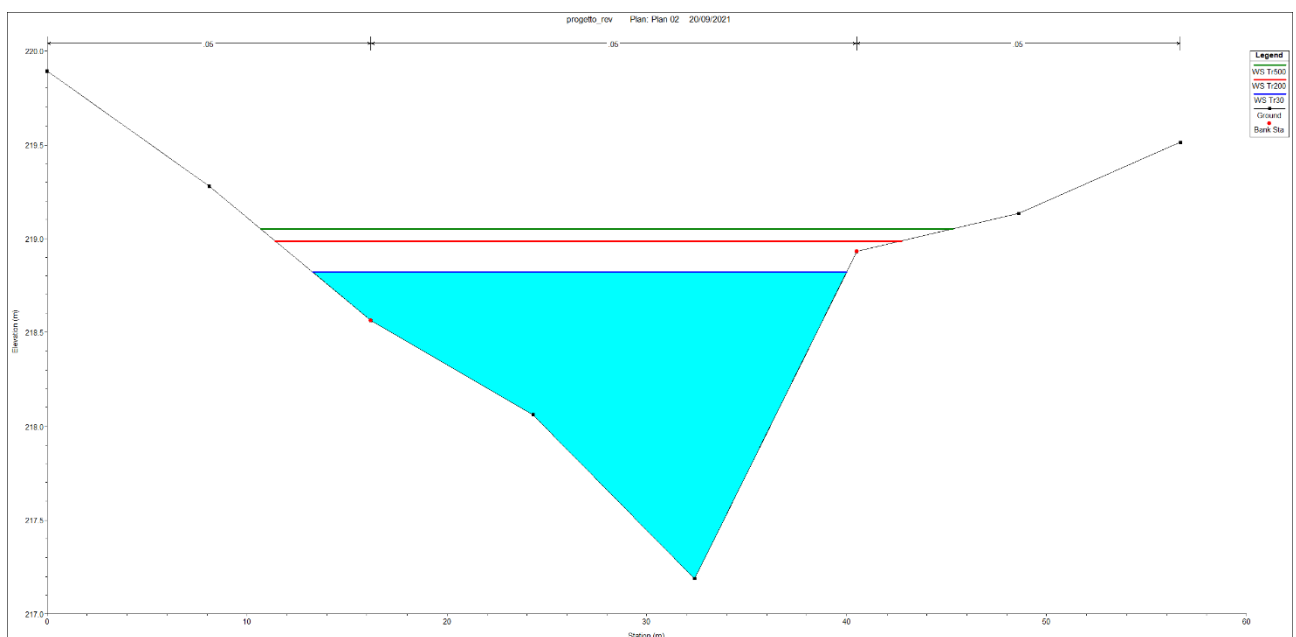
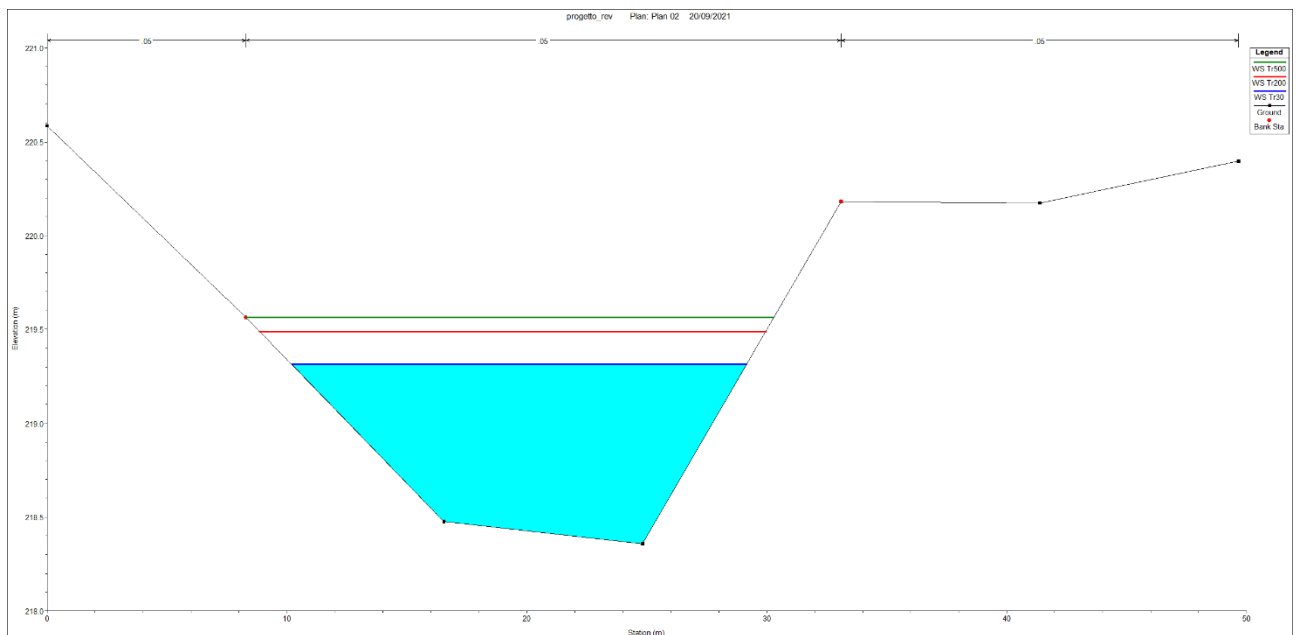
Relazione idrologica e idraulica





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

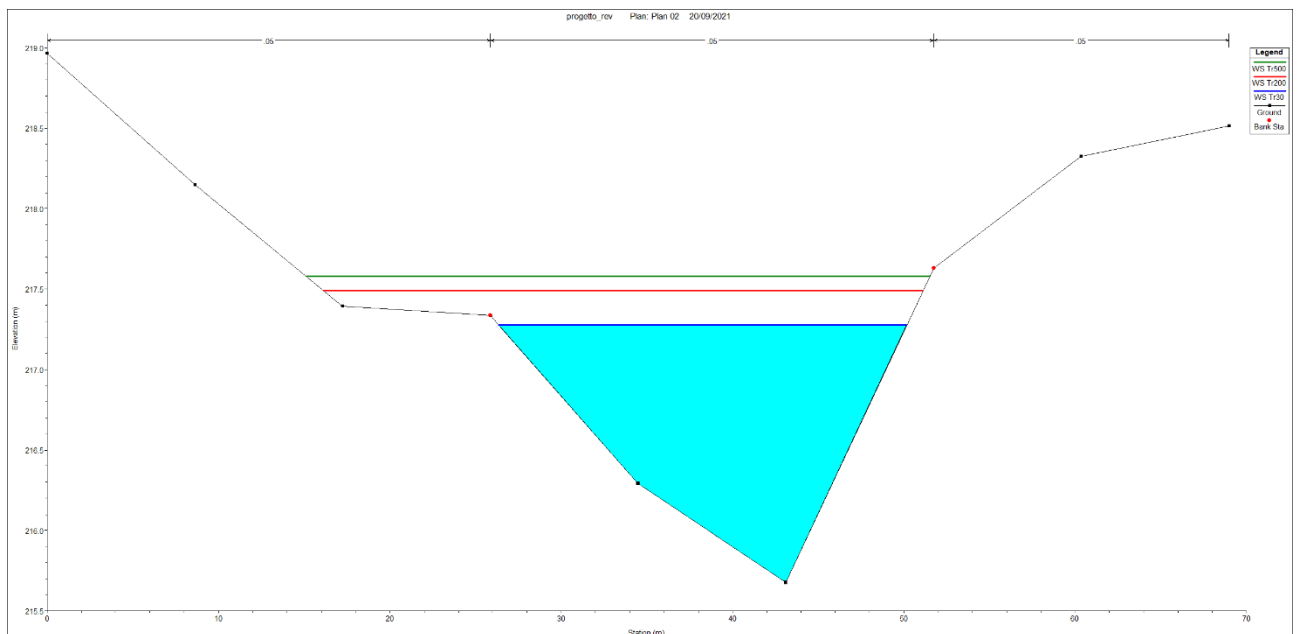
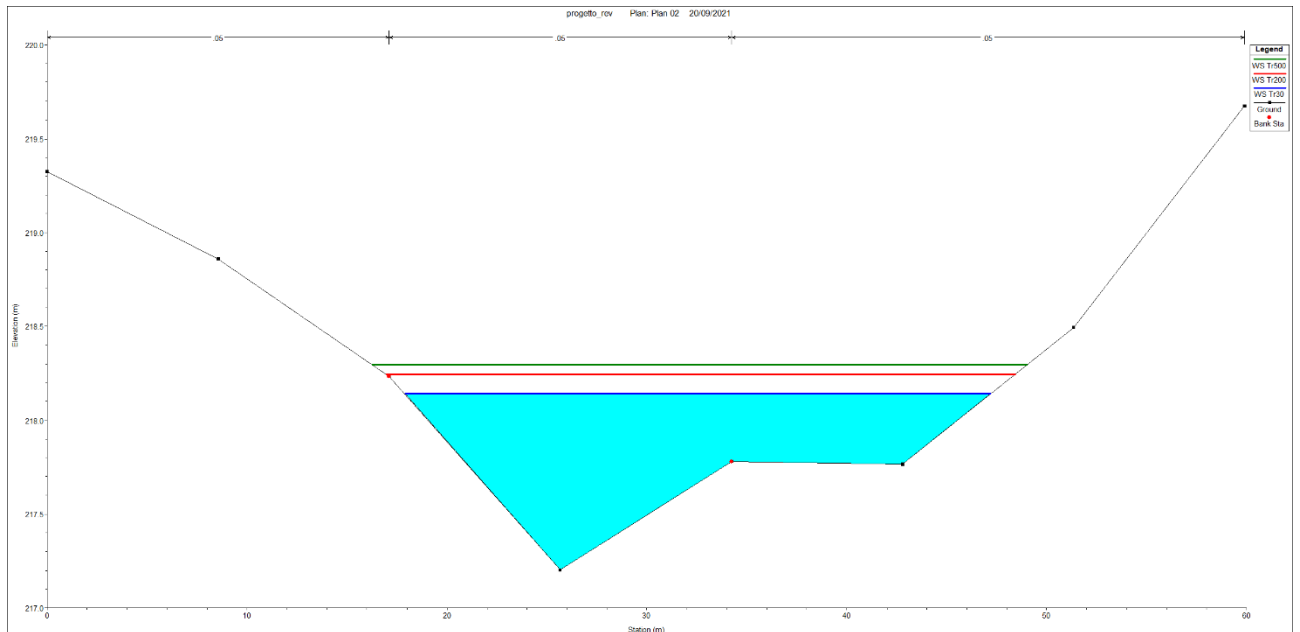
Relazione idrologica e idraulica





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

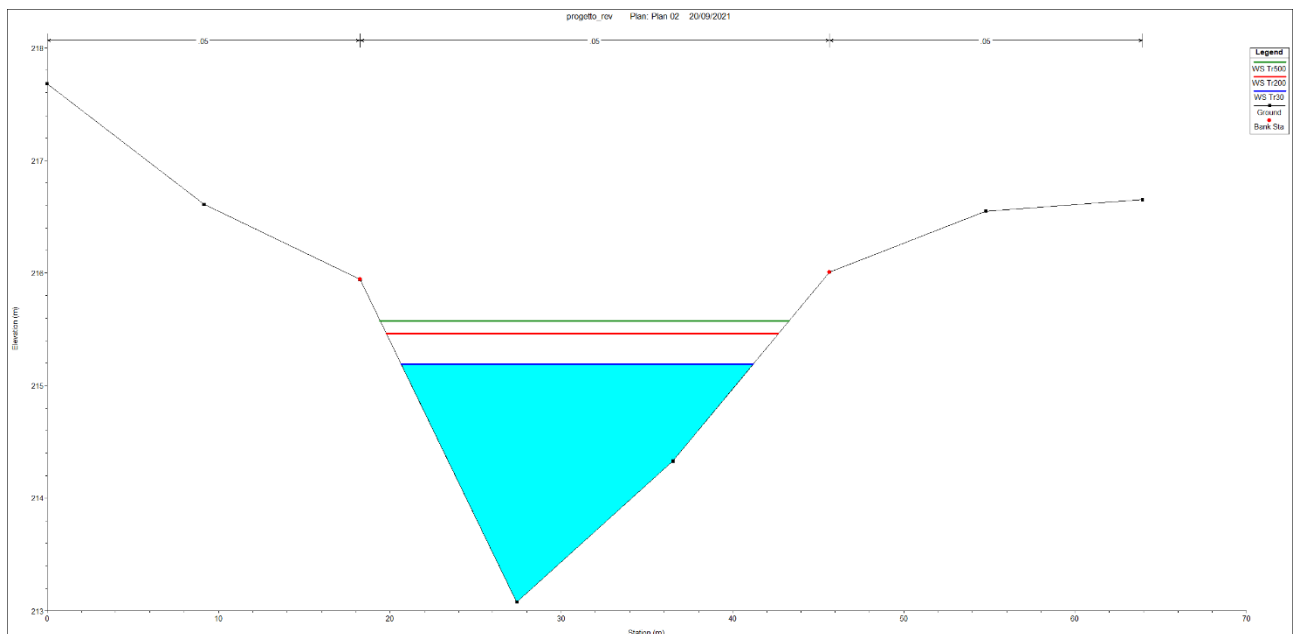
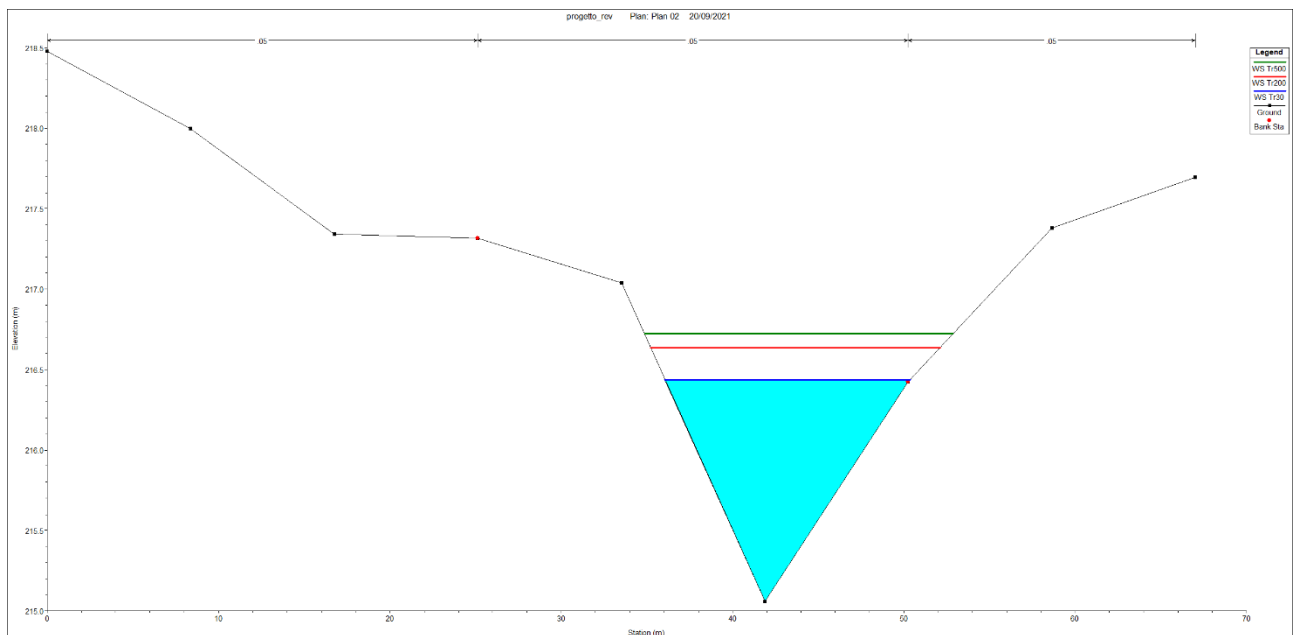
Relazione idrologica e idraulica





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

Relazione idrologica e idraulica





Realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzione agricola e di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in località Posta Fissa in agro di Candela (FG) e delle relative opere di connessione

Relazione idrologica e idraulica

