

# REGIONE PUGLIA

Città Metropolitana di Bari

## COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	25/11/22	NASTASI M.	FURNO C.	NASTASI A.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	18/11/22	NASTASI M.	FURNO C.	NASTASI A.

Committente:

**IBERDROLA RENEVABLES ITALIA S.p.A.**



Sede legale in Piazzale dell'Industria, 40, 00144, Roma  
Partita I.V.A. 06977481008 - PEC: iberdrolarenovablesitalia@pec.it

Società di Progettazione:

*Ingegneria & Innovazione*



Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409  
Web: [www.antexgroup.it](http://www.antexgroup.it) e-mail: [info@antexgroup.it](mailto:info@antexgroup.it)

Progetto:

**PARCO EOLICO DI "SANTERAMO"**

Progettista/Resp. Tecnico:

Dott. Ing. Cesare Furno  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Catania  
n° 6130 sez. A

Elaborato:

RELAZIONE IDRAULICA E IDROLOGICA

Geologo:

Dott. Geol. Milko Nastasi  
Ordine Regionale  
dei Geologi di Sicilia  
n° 3139 sez. A

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C22011S05-PD-RT-05-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

**DEFINITIVO**

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
È vietata la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.



## SOMMARIO

1. PREMESSA .....	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	3
3. GEOMORFOLOGICO-IDROGRAFICO .....	5
4. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E IDROLOGICHE .....	7
4.1 CONFORMITÀ CON IL PAI E AL PGRA .....	7
4.2 METODO DI STUDIO .....	7
4.3 CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO .....	8
4.3 ANALISI IDRAULICA .....	20
5. EROSIONE DELL'ALVEO .....	41
6. POSA DEL CAVIDOTTO .....	42
7. OPERE IDRAULICHE .....	43
CONCLUSIONI .....	45

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Corografia della zona in scala 1:25000.....	4
Figura 2 - Mappa dei vari siti dell'impianto in progetto.....	5
Figura 3 - Area interessata dagli impianti con le interferenze con il reticolo idrografico presente .....	6
Figura 5 - immagine dell'impluvio interessato.....	20
Figura 6 - altezze del tirante idraulico alla portata considerata con TR = 30, 200, 500 .....	21
Figura 7 - sezioni di chiusura del bacino nei vari TR 30, 200, 500 .....	22
Figura 7 - immagine dell'impluvio interessato.....	24
Figura 8 - altezze del tirante idraulico alla portata considerata con TR = 30, 200, 500 .....	26
Figura 9 - sezioni di chiusura del bacino nei vari TR 30, 200, 500 .....	27
Figura 10 - immagine dell'impluvio interessato.....	29
Figura 11 - altezze del tirante idraulico alla portata considerata con TR = 30, 200, 500 .....	30
Figura 12 - sezioni di chiusura del bacino nei vari TR 30, 200, 500.....	31
Figura 13 - immagine dell'impluvio interessato.....	33
Figura 14 - altezze del tirante idraulico alla portata considerata con TR = 30, 200, 500 .....	34
Figura 15 - sezioni di chiusura del bacino nei vari TR 30, 200, 500.....	35
Figura 16 - immagine dell'impluvio interessato.....	37
Figura 17 - altezze del tirante idraulico alla portata considerata con TR = 30, 200, 500 .....	38
Figura 18 - sezioni di chiusura del bacino nei vari TR 30, 200, 500.....	39
Figura 19 - illustrazione tecnica TOC.....	42

## ALLEGATI:

ALLEGATO 1: COROGRAFIA 1:25000

ALLEGATO 2: CARTA IDROGRAFICA 1:25000

## 1. PREMESSA

Su incarico di IBERDROLA Renovables Italia S.p.A., la società ANTEX GROUP Srl ha redatto il progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato Parco Eolico "SANTERAMO", con potenza nominale installata pari a 70,4 MW, da realizzarsi nel territorio del Comune di Santeramo in Colle. Il numero totale di turbine eoliche che saranno installate è pari a 11 con una potenza nominale pari a 6,4 MW per ogni aerogeneratore.

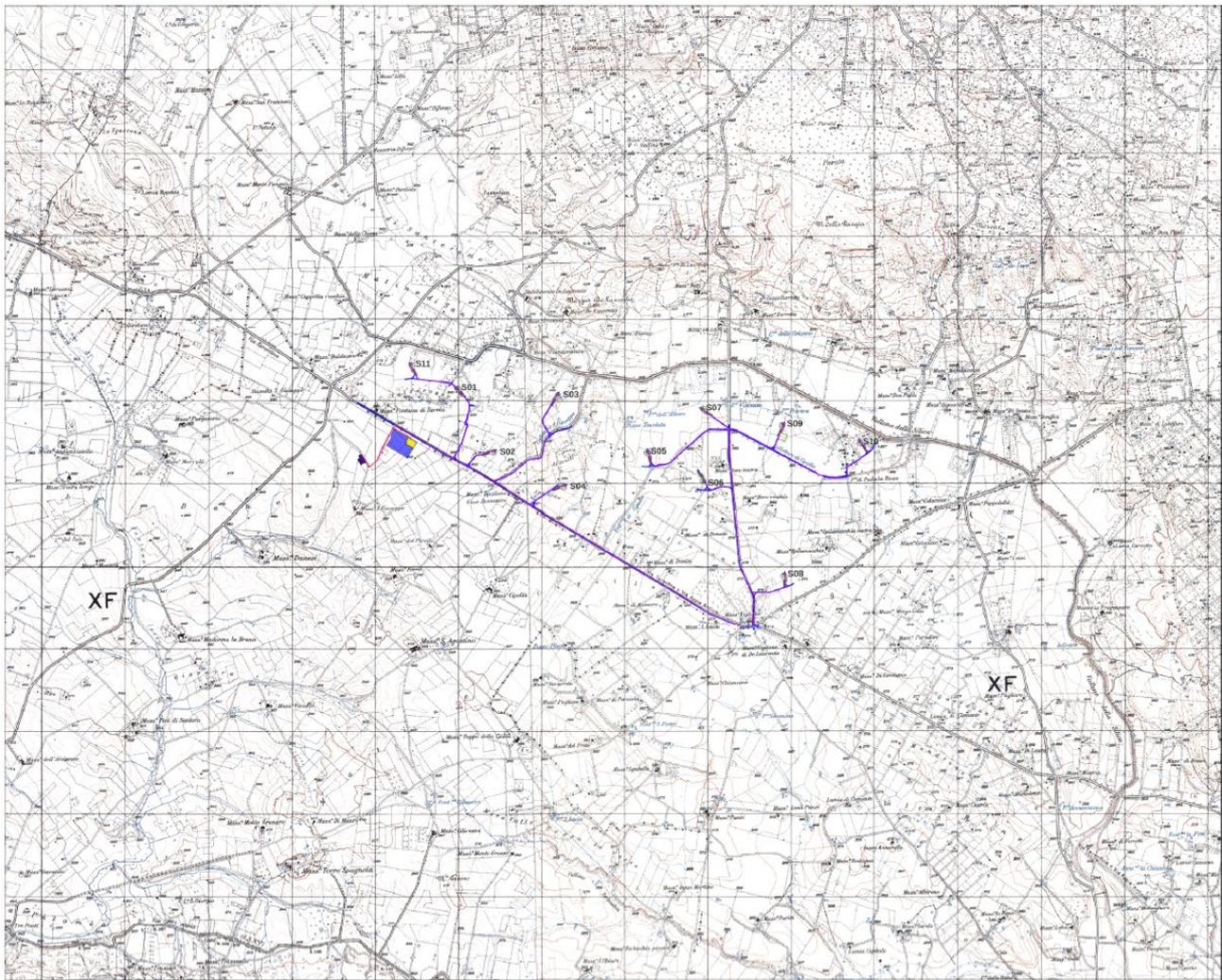
Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel comune di Matera, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 33 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 33 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera".

L'incarico della progettazione definitiva e lo studio di impatto ambientale sono stati affidati alla Società Antex Group Srl per i suoi professionisti selezionati e qualificati che pongono a fondamento delle attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Al fine di verificare la fattibilità del progetto in esame e definire al meglio il modello geologico in fase di progetto definitivo, è stato eseguito uno studio geologico, geomorfologico e idrogeologico delle aree in esame, spinte fino ad un intorno utile a definire le caratteristiche sopra menzionate.



Foglio 189 III SE Matera Nord e Foglio 189 II SO Vallone della Silica



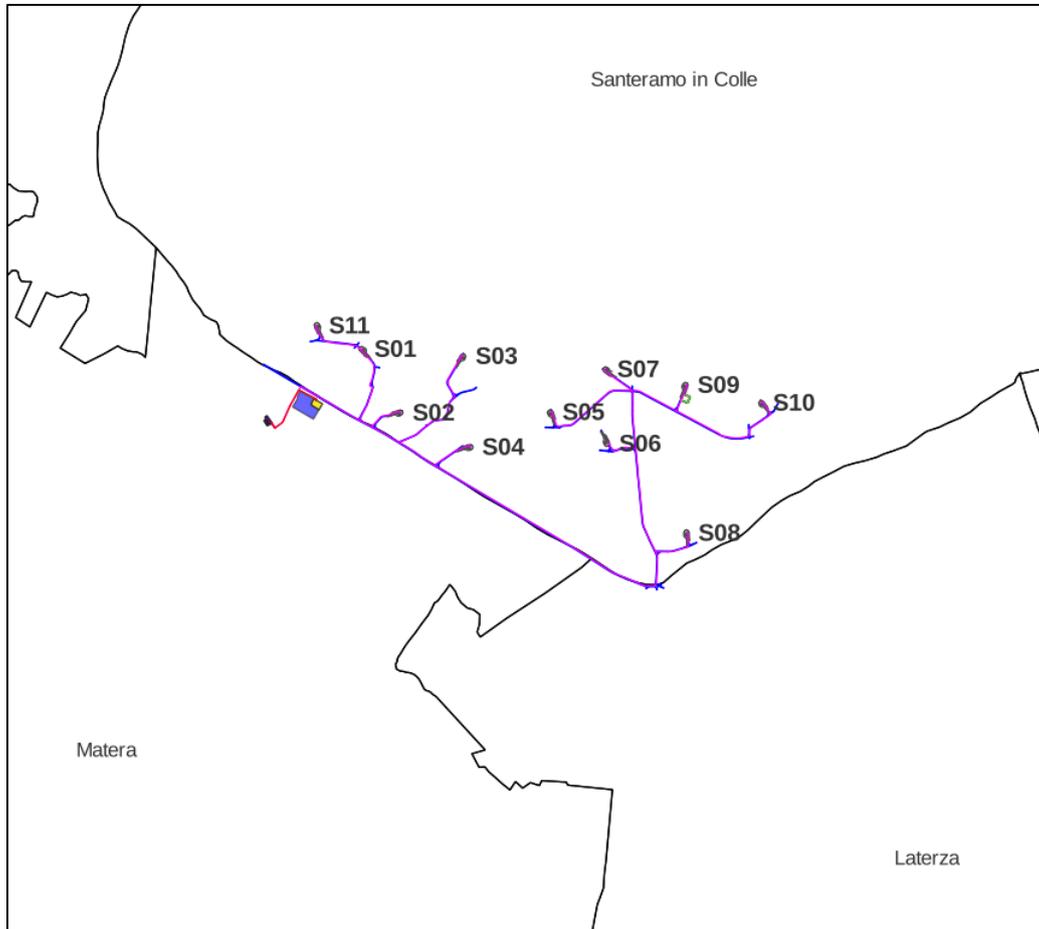
**Figura 1 - Corografia della zona in scala 1:25000**

L'area sulla quale verranno installate le turbine ricade nel Foglio 189 III SE Matera Nord e Foglio 189 II SO Vallone della Silica (fig.1).

L'area di intervento è individuata sulla cartografia tecnica della Regione Puglia e Basilicata in scala 1:10000, più precisamente all'interno delle CTR n° 473064, 473063, 473054, 473052, 473051, 473052, 473053 e 473054.

Le turbine sono ubicate nel territorio comunale di Santeramo in Colle (BA) e la SE ed SSEU nel territorio comunale di Matera (MT).

Le quote relative all'impianto eolico vanno dai 356 ai 384 m.s.l.m e si trova ubicato a SO dell'abitato di Santeramo in colle a NE dell'abitato di Matera.



**Figura 2 - Mappa dei vari siti dell'impianto in progetto**

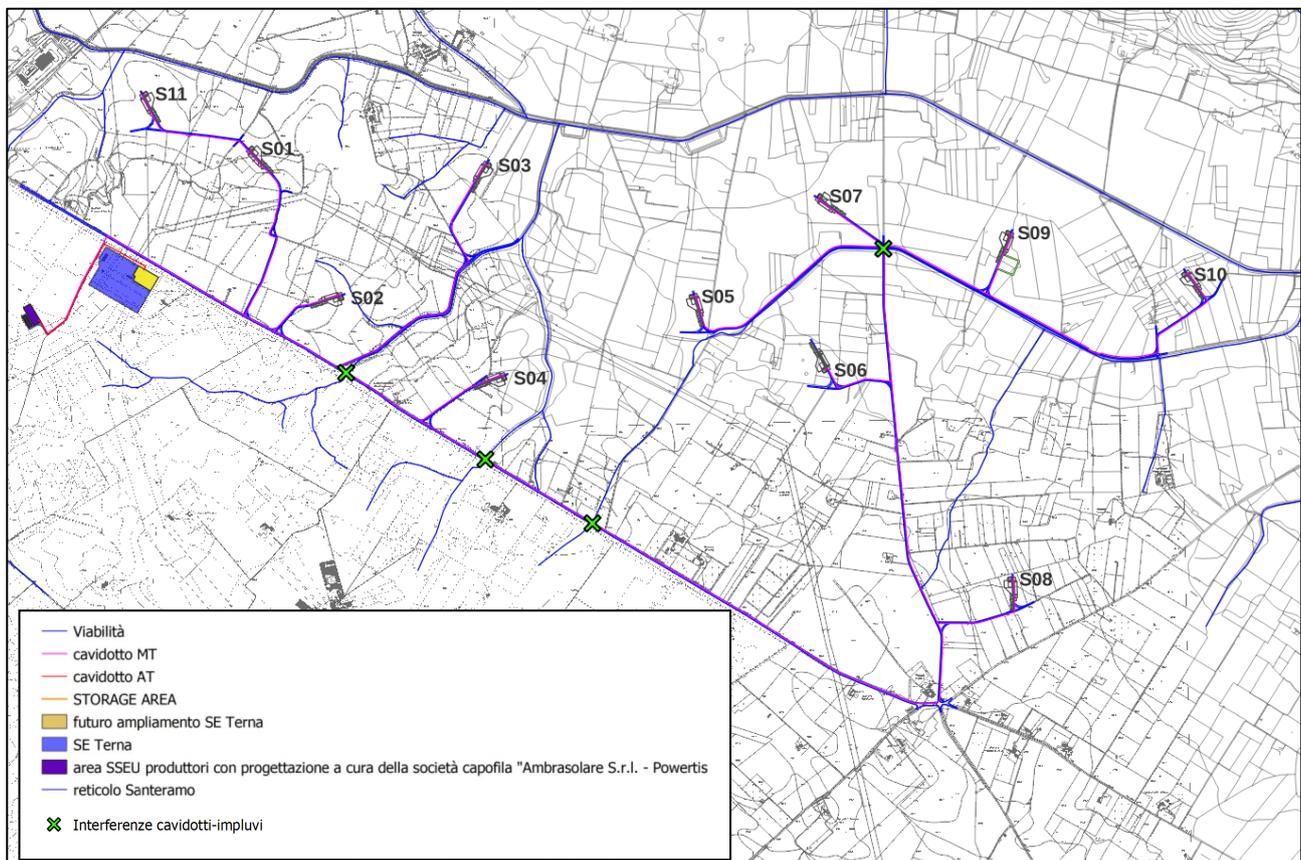
### 3. GEOMORFOLOGICO-IDROGRAFICO

La superficie di abrasione creata dall'ingressione quaternaria è malamente riconoscibile nel settore orientale del foglio, ma non è più riconoscibile nelle Murge di Altamura, dove si raggiungono le quote più elevate (fino a 509 m) e che non sembrano essere state sommerse dall'ingressione. In tutto l'altopiano delle Murge esistono esempi di morfologia carsica essenzialmente costituiti da doline di piccole dimensioni ad eccezione di quella nota come "Il Pulo di Altamura", (tipica dolina da crollo), che è stata anche sede di insediamenti preistorici. Nei terreni della Fossa Bradanica la morfologia è collinare con rilievi modesti con sommità piatte, corrispondenti a lembi della superficie del conglomerato pleistocenico.

Nello specifico ci troviamo in un'area collinare incisa da diversi fossi (alcuni dei quali di natura stagionale) a SO con una percentuale media del pendio intorno al 3%.

Attraverso l'uso del DTM, delle CTR e dei sopralluoghi eseguiti sono stati inseriti sulla cartografia le seguenti forme morfologiche individuate; orli di scapata antropica, creste, cave e vallecole a U (fig. 4).

In generale, l'intera zona è caratterizzata da una rete idrografica superficiale scarsamente sviluppata, trattasi di fossi scavati dai fenomeni di erosione superficiale delle acque meteoriche, privi di deflussi perenni. Nella gran parte dell'areale considerato, le acque sono regimate da impluvi poco incisi, con fianchi ampi e privi di scarpate, che convogliano le acque di ruscellamento nelle opere di regimazione presenti lungo la viabilità esistente.



**Figura 3 - Area interessata dagli impianti con le interferenze con il reticolo idrografico presente**

## 4. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E IDROLOGICHE

### 4.1 Conformità con il PAI e al PGRA

La Legge n. 183/1989 sulla difesa del suolo ha stabilito che il bacino idrografico, inteso come “il territorio dal quale le acque pluviali o di fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d’acqua direttamente o a mezzo di affluenti, nonché il territorio che può essere allagato dalle acque del medesimo corso d’acqua, ivi compresi i suoi rami terminali con le foci in mare ed il litorale marittimo prospiciente”.

Strumento di gestione del bacino idrografico è il Piano di Bacino che si configura quale strumento di carattere “conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato”.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Puglia è stato adottato dal Consiglio Istituzionale dell’Autorità d’Ambito il 15 dicembre 2004; sono tuttora in fase di istruttoria le numerosissime proposte di modifica formulate da comuni, province e privati.

In particolare, l'ultimo aggiornamento preso in considerazione per le verifiche di compatibilità con il PAI fa riferimento alla Delibera del Comitato Istituzionale del 13/6/2011, pubblicata sul sito web in data 15/07/2014.

In funzione del regime pluviometrico e delle caratteristiche morfologiche del territorio, il Piano individua differenti regimi di tutela per le seguenti aree:

- **Aree ad alta probabilità di inondazione (AP)** ovvero porzioni di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) inferiore a 30 anni;
- **Aree a media probabilità di inondazione (MP)** ovvero porzioni di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) compresa fra 30 anni e 200 anni;
- **Aree a bassa probabilità di inondazione (BP)** ovvero porzioni di territorio soggette ad essere allagate con un tempo di ritorno (frequenza) compresa fra 200 anni e 500 anni;

### 4.2 Metodo di studio

Idrologicamente il sito si presenta con diversi impluvi che però interferiscono con viabilità e/o cavidotto solo in diversi punti, queste interferenze si trovano sulla viabilità già esistente, per cui pur non essendoci la necessità di fare studi idraulici sull’area, sono state comunque eseguite delle simulazioni con HEC-RAS per vedere se occorre realizzare o migliorare le opere ingegneristiche idrauliche già presenti.

### 4.3 Calcolo delle portate di massima piena per assegnati tempi di ritorno

Viste le incisioni modeste presenti e la fase progettuale definitiva è stato fatto uno studio di massima sui torrenti che passano sugli impluvi elencati precedentemente, essendo anche quelli più rilevanti.

I dati utilizzati, pochi per analisi più ampie e dettagliate, sono stati ottenuti dagli annali idrologici dal 1999 al 2021 negli annali idrologici della regione con registrazione delle massime precipitazioni annue per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore sono presenti solo per il periodo sopra detto, e attraverso il metodo di Gumbel e alla formula del metodo razionale si ottengono le portate massime a diversi tempi di ritorno.

La formula razionale, conosciuta anche come metodo razionale o metodo delle sole piogge, è una formula che, sotto alcune ipotesi, permette la stima della portata al colmo di piena che un evento di pioggia di determinato tempo di ritorno può produrre in una data sezione di chiusura di un bacino idrografico; viene utilizzata nella progettazione dei collettori fognari e dei canali artificiali, oltre che nella verifica della capacità idraulica degli alvei fluviali.

L'idrogramma di piena viene approssimato da un triangolo. Viene inoltre assunta l'ipotesi che la durata  $t_p$  della precipitazione di progetto  $P$  sia pari al tempo di corrivazione  $t_c$ . All'istante  $t_c$ , quando tutta la superficie del bacino concorre alla produzione del deflusso alla sezione di chiusura, la precipitazione cessa e la portata inizia a diminuire. Quindi anche  $t_a$ , (tempo di accumulo o di concentrazione) risulta esattamente uguale a  $t_c$  e  $t_p$ .

La scelta di un idrogramma simmetrico (triangolo isoscele) rende infine la durata della fase di esaurimento  $t_e$  esattamente pari alle altre grandezze.

$$Q_p = \frac{CPA}{3.6t_c}$$

La soluzione è geometrica, tenendo conto che l'area dell'idrogramma corrisponde al volume di deflusso  $V$  in  $m^3$  ed esprimendo l'area  $A$  in  $km^2$ , la precipitazione  $P$  in  $mm$  e i tempi  $t$  in ore. La portata al picco  $Q_p$  viene ovviamente espressa in  $m^3s^{-1}$  mentre il coefficiente di deflusso  $C$  è adimensionale.

Il concetto di **tempo di corrivazione (Tc)** è stato formulato ben prima dell'avvento delle tecniche di analisi distribuita del DEM con tecniche GIS. Secondo la definizione classica il tempo di corrivazione –  $t_c$  è il tempo che impiega una "goccia d'acqua" caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino per giungere alla sezione di chiusura.

Nelle formule successive  $t_c$  è espresso in ore.

Formula di Giandotti  
A > 170 km<sup>2</sup>

$$= \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}}$$

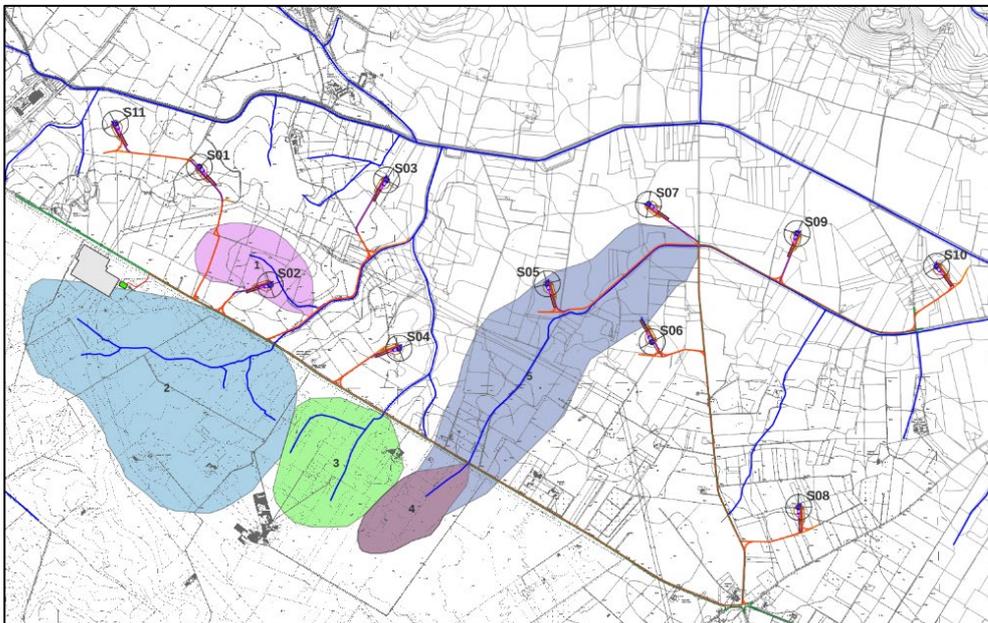
Formula di Tournon  
30 < A < 170 km<sup>2</sup>

$$= \frac{0.396L}{\sqrt{P_i}} \left( \frac{S}{L^2} \sqrt{\frac{P_i}{P_b}} \right)^{-}$$

Formula di Pezzoli  
bacini piccoli

$$= 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8}$$

Sono stati individuati diversi bacini, rappresentati nella figura sottostante, dal quale sono stati eseguite le analisi statistiche utilizzando la formula di Pezzoli



**Legenda**

- Viabilità
  - cavidotto MT
  - cavidotto AT
  - STORAGE AREA
  - futuro ampliamento SE Terna
  - SE Terna
  - area SSEU produttori con progettazione a cura della società capofila "Ambrasolare S.r.l. - Powertis
  - reticolo Santeramo
- BACINI**
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5

**Figura 4 – carta idrografica dell’area di studio**

**Impluvio 1**

Il bacino 1 ha un’estensione di 0.30 km<sup>2</sup> circa e la sezione di chiusura è individuata a SO dell’impianto.

Di seguito verranno riportati il risultato del bacino individuato.

Superficie del Bacino	<b>S =</b>	<b>0,30</b>	Km <sup>2</sup>
Lunghezza percorso idraulico principale	<b>L =</b>	<b>0,59</b>	Km
Altitudine max percorso idraulico	<b>H<sub>max</sub> =</b>	<b>380,00</b>	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	<b>H<sub>0</sub> =</b>	<b>373,00</b>	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	<b>Pi =</b>	<b>0,01</b>	(m/m)
Altitudine max bacino	<b>H<sub>max</sub> =</b>	<b>388,00</b>	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	<b>H<sub>0</sub> =</b>	<b>373,00</b>	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	<b>H<sub>m</sub> =</b>	<b>489,00</b>	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	<b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> =</b>	<b>95,00</b>	m

Per le analisi statistiche si è presa come riferimento la stazione di Roccamena che, per la quantità di dati di registrazione di eventi estremi con durate inferiori al giorno, e per la sua ubicazione, può essere ritenuta significativa.

I dati, ricavati negli annali idrologici della regione si riferiscono al periodo dal 1999 al 2021, con registrazione delle massime precipitazioni annue per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

### Serie osservazioni

Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
2021	11,40	14,60	17,60	19,60	35,00
2020	14,60	30,00	50,40	91,60	96,20
2019	39,60	40,40	40,40	46,80	51,00
2018	42,60	54,80	55,80	55,80	61,00
2017	52,20	53,00	53,00	53,20	53,20
2016	43,80	63,80	63,80	64,00	66,40
2015	36,20	39,20	39,20	42,60	50,60
2014	26,20	31,40	39,40	44,00	65,40
2013	22,40	38,40	62,60	110,60	141,40
2012	26,00	41,60	41,60	41,60	41,60
2011	43,00	53,40	74,60	86,40	107,80
2010	25,40	41,20	43,20	64,00	83,20
2009	19,80	27,60	37,20	44,20	55,80
2008	26,60	48,00	55,60	59,40	60,40
2007	21,20	22,60	30,60	35,80	35,80
2006	34,00	46,60	53,60	89,80	105,20
2005	57,60	82,20	104,20	108,80	112,20
2003	32,20	32,40	32,60	41,80	50,40
2002	28,80	29,80	32,80	32,80	43,20
2001	27,20	44,00	44,60	52,80	62,00
2000	63,40	89,20	90,40	90,40	92,20
1999	26,20	28,00	39,40	40,60	61,00

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA		TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)																																										
Superficie del Bacino	<b>S</b> = 0,30 Km <sup>2</sup>	$\text{Giandotti} \Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} =$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Kipich, Watt} \\ \text{Chow, Pezzoli} \end{array} \Rightarrow t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} = 0,36$ $\text{Tournon} \Rightarrow T_c = \frac{0.396L}{\sqrt{P_i}} \left( \frac{S}{L^2 \sqrt{P_b}} \right)^{0.72} =$																																										
Lunghezza percorso idraulico principale	<b>L</b> = 0,59 Km																																											
Altitudine max percorso idraulico	<b>H<sub>max</sub></b> = 380,00 m (s.l.m.)																																											
Altitudine min percorso idraulico	<b>H<sub>0</sub></b> = 373,00 m (s.l.m.)																																											
Pendenza media percorso idraulico	<b>P<sub>i</sub></b> = 0,01 (m/m)																																											
Altitudine max bacino	<b>H<sub>max</sub></b> = 388,00 m (s.l.m.)																																											
Altitudine sezione considerata	<b>H<sub>0</sub></b> = 373,00 m (s.l.m.)																																											
Altitudine media bacino	<b>H<sub>m</sub></b> = 489,00 m (s.l.m.)																																											
Dislivello medio bacino	<b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub></b> = 95,00 m																																											
Pendenza media bacino	<b>P<sub>b</sub></b> = #DIV/0! (m/m)																																											
Lunghezza da Q <sub>max</sub> bacino - sezione	<b>0</b> m																																											
<b>CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO</b> (FORMULA del METODO RAZIONALE )																																												
$Q_{max} = \frac{c h(t, T) S}{3.6 t_c}$ <p> <b>c</b> = coefficiente di deflusso  <b>h<sub>(t, T)</sub></b> = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)  <b>S</b> = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)  <b>t<sub>c</sub></b> = tempo di corrivazione (ore)  <b>3,6</b> = fattore di conversione che permette di ottenere la Q<sub>max</sub> in m<sup>3</sup>/sec           </p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo di suolo</th> <th colspan="3">Copertura del bacino</th> </tr> <tr> <th>Coltivi</th> <th>Pascoli</th> <th>Boschi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molto permeabile sabbioso o ghiaioso</td> <td>0,20</td> <td>0,15</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>Mediamente permeabili; medio impasto o simili</td> <td>0,40</td> <td>0,35</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile</td> <td>0,50</td> <td>0,45</td> <td>0,40</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo di suolo	Copertura del bacino			Coltivi	Pascoli	Boschi	Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10	Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30	Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40																							
Tipo di suolo	Copertura del bacino																																											
	Coltivi	Pascoli	Boschi																																									
Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10																																									
Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30																																									
Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40																																									
<b>RISULTATI</b>																																												
Deflusso <b>c</b> = 0,20 <b>S</b> (km <sup>2</sup> ) = 0,30 <b>t<sub>c</sub></b> (ore) = 0,36																																												
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Tr (anni)</th> <th>a</th> <th>n</th> <th>t<sub>c</sub> (ore)</th> <th>h(t, T) (mm)</th> <th>Q<sub>max</sub> (m<sup>3</sup>/sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>50,6208</td> <td>0,2373</td> <td>0,36</td> <td>39,61</td> <td><b>1,86</b></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>63,1500</td> <td>0,2200</td> <td>0,36</td> <td>48,97</td> <td><b>2,30</b></td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>68,0491</td> <td>0,2374</td> <td>0,36</td> <td>53,24</td> <td><b>2,50</b></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>75,4169</td> <td>0,2374</td> <td>0,36</td> <td>59,00</td> <td><b>2,77</b></td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>82,7579</td> <td>0,2374</td> <td>0,36</td> <td>64,74</td> <td><b>3,03</b></td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>93,4700</td> <td>0,2100</td> <td>0,36</td> <td>75,4216</td> <td><b>3,54</b></td> </tr> </tbody> </table>			Tr (anni)	a	n	t <sub>c</sub> (ore)	h(t, T) (mm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)	10	50,6208	0,2373	0,36	39,61	<b>1,86</b>	30	63,1500	0,2200	0,36	48,97	<b>2,30</b>	50	68,0491	0,2374	0,36	53,24	<b>2,50</b>	100	75,4169	0,2374	0,36	59,00	<b>2,77</b>	200	82,7579	0,2374	0,36	64,74	<b>3,03</b>	500	93,4700	0,2100	0,36	75,4216	<b>3,54</b>
Tr (anni)	a	n	t <sub>c</sub> (ore)	h(t, T) (mm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)																																							
10	50,6208	0,2373	0,36	39,61	<b>1,86</b>																																							
30	63,1500	0,2200	0,36	48,97	<b>2,30</b>																																							
50	68,0491	0,2374	0,36	53,24	<b>2,50</b>																																							
100	75,4169	0,2374	0,36	59,00	<b>2,77</b>																																							
200	82,7579	0,2374	0,36	64,74	<b>3,03</b>																																							
500	93,4700	0,2100	0,36	75,4216	<b>3,54</b>																																							

## Impluvio 2

Il bacino 2 ha un'estensione di 1.81 km<sup>2</sup> circa e la sezione di chiusura è individuata a SO dell'impianto.

Di seguito verranno riportati il risultato del bacino individuato.

Superficie del Bacino	<b>S</b> = 1,81 Km <sup>2</sup>
Lunghezza percorso idraulico principale	<b>L</b> = 1,40 Km
Altitudine max percorso idraulico	<b>H<sub>max</sub></b> = 387,00 m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	<b>H<sub>0</sub></b> = 379,00 m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	<b>P<sub>i</sub></b> = 0,01 (m/m)
Altitudine max bacino	<b>H<sub>max</sub></b> = 397,00 m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	<b>H<sub>0</sub></b> = 379,00 m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	<b>H<sub>m</sub></b> = 489,00 m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	<b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub></b> = 95,00 m

Per le analisi statistiche si è presa come riferimento la stazione di Roccamena che, per la quantità di dati di registrazione di eventi estremi con durate inferiori al giorno, e per la sua ubicazione, può essere ritenuta significativa.

I dati, ricavati negli annali idrologici della regione si riferiscono al periodo dal 1999 al 2021, con registrazione delle massime precipitazioni annue per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

### Serie osservazioni

Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
2021	11,40	14,60	17,60	19,60	35,00
2020	14,60	30,00	50,40	91,60	96,20
2019	39,60	40,40	40,40	46,80	51,00
2018	42,60	54,80	55,80	55,80	61,00
2017	52,20	53,00	53,00	53,20	53,20
2016	43,80	63,80	63,80	64,00	66,40
2015	36,20	39,20	39,20	42,60	50,60
2014	26,20	31,40	39,40	44,00	65,40
2013	22,40	38,40	62,60	110,60	141,40
2012	26,00	41,60	41,60	41,60	41,60
2011	43,00	53,40	74,60	86,40	107,80
2010	25,40	41,20	43,20	64,00	83,20
2009	19,80	27,60	37,20	44,20	55,80
2008	26,60	48,00	55,60	59,40	60,40
2007	21,20	22,60	30,60	35,80	35,80
2006	34,00	46,60	53,60	89,80	105,20
2005	57,60	82,20	104,20	108,80	112,20
2003	32,20	32,40	32,60	41,80	50,40
2002	28,80	29,80	32,80	32,80	43,20
2001	27,20	44,00	44,60	52,80	62,00
2000	63,40	89,20	90,40	90,40	92,20
1999	26,20	28,00	39,40	40,60	61,00

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA		TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)
Superficie del Bacino	<b>S = 1,81</b> Km <sup>2</sup>	Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} =$
Lunghezza percorso idraulico principale	<b>L = 1,40</b> Km	Kipich, Watt- Chow, Pezzoli $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} =$ <b>0,96</b>
Altitudine max percorso idraulico	<b>H<sub>max</sub> = 387,00</b> m (s.l.m.)	
Altitudine min percorso idraulico	<b>H<sub>0</sub> = 379,00</b> m (s.l.m.)	Tournon $\Rightarrow T_c = \frac{0.396L}{\sqrt{P_i}} \left( \frac{S}{L^2 \sqrt{P_b}} \right)^{0.72} =$
Pendenza media percorso idraulico	<b>P<sub>i</sub> = 0,01</b> (m/m)	
Altitudine max bacino	<b>H<sub>max</sub> = 397,00</b> m (s.l.m.)	
Altitudine sezione considerata	<b>H<sub>0</sub> = 379,00</b> m (s.l.m.)	
Altitudine media bacino	<b>H<sub>m</sub> = 489,00</b> m (s.l.m.)	
Dislivello medio bacino	<b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> = 95,00</b> m	
Pendenza media bacino	<b>P<sub>b</sub> = #DIV/0!</b> (m/m)	
Lunghezza da Q <sub>max</sub> bacino - sezione	<b>0</b> m	

**CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO**  
(FORMULA del METODO RAZIONALE )

$$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)} S}{3.6t_c}$$

**c** = coefficiente di deflusso  
**h<sub>(t,T)</sub>** = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)  
**S** = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)  
**t<sub>c</sub>** = tempo di corrivazione (ore)  
3,6 = fattore di conversione che permette di ottenere la Q<sub>max</sub> in m<sup>3</sup>/sec

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	Coltivi	Pascoli	Boschi
Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10
Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30
Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40

**RISULTATI**

Deflusso <b>c</b> =	<b>0,20</b>	<b>S</b> (km <sup>2</sup> ) =	<b>1,81</b>	<b>t<sub>c</sub></b> (ore) =	<b>0,96</b>
---------------------	-------------	-------------------------------	-------------	------------------------------	-------------

Tr (anni)	a	n	t <sub>c</sub> (ore)	h(t,T) (mm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)
10	50,6208	0,2260	0,96	50,14	<b>5,25</b>
30	62,5866	0,2230	0,96	61,99	<b>6,49</b>
50	68,0491	0,2220	0,96	67,40	<b>7,06</b>
100	75,4169	0,2210	0,96	74,70	<b>7,82</b>
200	82,7579	0,2200	0,96	81,97	<b>8,58</b>
500	93,4700	0,2190	0,96	92,64	<b>9,70</b>

### Impluvio 3

Il bacino 3 ha un'estensione di 0.55 km<sup>2</sup> circa e la sezione di chiusura è individuata a SO dell'impianto.

Di seguito verranno riportati il risultato del bacino individuato.

Superficie del Bacino	<b>S = 0,55</b> Km <sup>2</sup>
Lunghezza percorso idraulico principale	<b>L = 0,81</b> Km
Altitudine max percorso idraulico	<b>H<sub>max</sub> = 390,00</b> m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	<b>H<sub>0</sub> = 386,00</b> m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	<b>P<sub>i</sub> = 0,00</b> (m/m)
Altitudine max bacino	<b>H<sub>max</sub> = 396,00</b> m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	<b>H<sub>0</sub> = 386,00</b> m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	<b>H<sub>m</sub> = 489,00</b> m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	<b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> = 95,00</b> m

Per le analisi statistiche si è presa come riferimento la stazione di Roccamena che, per la quantità di dati di registrazione di eventi estremi con durate inferiori al giorno, e per la sua ubicazione, può essere ritenuta significativa.

I dati, ricavati negli annali idrologici della regione si riferiscono al periodo dal 1999 al 2021, con registrazione delle massime precipitazioni annue per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

### Serie osservazioni

Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
2021	11,40	14,60	17,60	19,60	35,00
2020	14,60	30,00	50,40	91,60	96,20
2019	39,60	40,40	40,40	46,80	51,00
2018	42,60	54,80	55,80	55,80	61,00
2017	52,20	53,00	53,00	53,20	53,20
2016	43,80	63,80	63,80	64,00	66,40
2015	36,20	39,20	39,20	42,60	50,60
2014	26,20	31,40	39,40	44,00	65,40
2013	22,40	38,40	62,60	110,60	141,40
2012	26,00	41,60	41,60	41,60	41,60
2011	43,00	53,40	74,60	86,40	107,80
2010	25,40	41,20	43,20	64,00	83,20
2009	19,80	27,60	37,20	44,20	55,80
2008	26,60	48,00	55,60	59,40	60,40
2007	21,20	22,60	30,60	35,80	35,80
2006	34,00	46,60	53,60	89,80	105,20
2005	57,60	82,20	104,20	108,80	112,20
2003	32,20	32,40	32,60	41,80	50,40
2002	28,80	29,80	32,80	32,80	43,20
2001	27,20	44,00	44,60	52,80	62,00
2000	63,40	89,20	90,40	90,40	92,20
1999	26,20	28,00	39,40	40,60	61,00

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA		TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)																																										
Superficie del Bacino	<b>S = 0,55</b> Km <sup>2</sup>	Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} =$ Kirpich, Watt- $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} =$ <b>0,66</b> Chow, Pezzoli Tournon $\Rightarrow T_c = \frac{0.396L}{\sqrt{P_i}} \left( \frac{S}{L^2} \sqrt{\frac{P_i}{P_b}} \right)^{0.72} =$																																										
Lunghezza percorso idraulico principale	<b>L = 0,81</b> Km																																											
Altitudine max percorso idraulico	<b>H<sub>max</sub> = 390,00</b> m (s.l.m.)																																											
Altitudine min percorso idraulico	<b>H<sub>0</sub> = 386,00</b> m (s.l.m.)																																											
Pendenza media percorso idraulico	<b>P<sub>i</sub> = 0,00</b> (m/m)																																											
Altitudine max bacino	<b>H<sub>max</sub> = 396,00</b> m (s.l.m.)																																											
Altitudine sezione considerata	<b>H<sub>0</sub> = 386,00</b> m (s.l.m.)																																											
Altitudine media bacino	<b>H<sub>m</sub> = 489,00</b> m (s.l.m.)																																											
Dislivello medio bacino	<b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> = 95,00</b> m																																											
Pendenza media bacino	<b>P<sub>b</sub> = #DIV/0!</b> (m/m)																																											
Lunghezza da Q <sub>max</sub> bacino - sezione	<b>0</b> m																																											
<b>CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO            (FORMULA del METODO RAZIONALE)</b>																																												
$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$ <p> <b>c</b> = coefficiente di deflusso  <b>h<sub>(t,T)</sub></b> = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)  <b>S</b> = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)  <b>t<sub>c</sub></b> = tempo di corrvazione (ore)  <b>3,6</b> = fattore di conversione che permette di ottenere la Q<sub>max</sub> in m<sup>3</sup>/sec           </p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo di suolo</th> <th colspan="3">Copertura del bacino</th> </tr> <tr> <th>Collivi</th> <th>Pascoli</th> <th>Boschi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molto permeabile sabbioso o ghiaioso</td> <td>0,20</td> <td>0,15</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>Mediamente permeabili; medio impasto o simili</td> <td>0,40</td> <td>0,35</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile</td> <td>0,50</td> <td>0,45</td> <td>0,40</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo di suolo	Copertura del bacino			Collivi	Pascoli	Boschi	Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10	Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30	Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40																							
Tipo di suolo	Copertura del bacino																																											
	Collivi	Pascoli	Boschi																																									
Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10																																									
Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30																																									
Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40																																									
<b>RISULTATI</b>																																												
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Deflusso <b>c</b> =</td> <td><b>0,20</b></td> <td>S (km<sup>2</sup>) =</td> <td><b>0,55</b></td> <td>t<sub>c</sub> (ore) =</td> <td><b>0,66</b></td> </tr> </table>			Deflusso <b>c</b> =	<b>0,20</b>	S (km <sup>2</sup> ) =	<b>0,55</b>	t <sub>c</sub> (ore) =	<b>0,66</b>																																				
Deflusso <b>c</b> =	<b>0,20</b>	S (km <sup>2</sup> ) =	<b>0,55</b>	t <sub>c</sub> (ore) =	<b>0,66</b>																																							
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Tr (anni)</th> <th>a</th> <th>n</th> <th>t<sub>c</sub> (ore)</th> <th>h(t,T) (mm)</th> <th>Q<sub>max</sub> (m<sup>3</sup>/sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>51,0000</td> <td>0,226</td> <td>0,66</td> <td>45,82</td> <td><b>2,13</b></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>63,1500</td> <td>0,223</td> <td>0,66</td> <td>56,65</td> <td><b>2,63</b></td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>68,7000</td> <td>0,222</td> <td>0,66</td> <td>61,60</td> <td><b>2,86</b></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>76,1800</td> <td>0,221</td> <td>0,66</td> <td>68,27</td> <td><b>3,17</b></td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>83,6400</td> <td>0,220</td> <td>0,66</td> <td>74,91</td> <td><b>3,48</b></td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>93,4700</td> <td>0,219</td> <td>0,66</td> <td>85,3</td> <td><b>3,96</b></td> </tr> </tbody> </table>			Tr (anni)	a	n	t <sub>c</sub> (ore)	h(t,T) (mm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)	10	51,0000	0,226	0,66	45,82	<b>2,13</b>	30	63,1500	0,223	0,66	56,65	<b>2,63</b>	50	68,7000	0,222	0,66	61,60	<b>2,86</b>	100	76,1800	0,221	0,66	68,27	<b>3,17</b>	200	83,6400	0,220	0,66	74,91	<b>3,48</b>	500	93,4700	0,219	0,66	85,3	<b>3,96</b>
Tr (anni)	a	n	t <sub>c</sub> (ore)	h(t,T) (mm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)																																							
10	51,0000	0,226	0,66	45,82	<b>2,13</b>																																							
30	63,1500	0,223	0,66	56,65	<b>2,63</b>																																							
50	68,7000	0,222	0,66	61,60	<b>2,86</b>																																							
100	76,1800	0,221	0,66	68,27	<b>3,17</b>																																							
200	83,6400	0,220	0,66	74,91	<b>3,48</b>																																							
500	93,4700	0,219	0,66	85,3	<b>3,96</b>																																							

#### Impluvio 4

Il bacino 4 ha un'estensione di 0.25 km<sup>2</sup> circa e la sezione di chiusura è individuata a SO dell'impianto.

Di seguito verranno riportati il risultato del bacino individuato.

Superficie del Bacino	<b>S = 0,25</b> Km <sup>2</sup>
Lunghezza percorso idraulico principale	<b>L = 0,36</b> Km
Altitudine max percorso idraulico	<b>H<sub>max</sub> = 385,00</b> m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	<b>H<sub>0</sub> = 384,00</b> m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	<b>P<sub>i</sub> = 0,00</b> (m/m)
Altitudine max bacino	<b>H<sub>max</sub> = 393,00</b> m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	<b>H<sub>0</sub> = 384,00</b> m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	<b>H<sub>m</sub> = 489,00</b> m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	<b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> = 95,00</b> m

Per le analisi statistiche si è presa come riferimento la stazione di Roccamena che, per la quantità di dati di registrazione di eventi estremi con durate inferiori al giorno, e per la sua ubicazione, può essere ritenuta significativa.

I dati, ricavati negli annali idrologici della regione si riferiscono al periodo dal 1999 al 2021, con registrazione delle massime precipitazioni annue per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

### Serie osservazioni

Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
2021	11,40	14,60	17,60	19,60	35,00
2020	14,60	30,00	50,40	91,60	96,20
2019	39,60	40,40	40,40	46,80	51,00
2018	42,60	54,80	55,80	55,80	61,00
2017	52,20	53,00	53,00	53,20	53,20
2016	43,80	63,80	63,80	64,00	66,40
2015	36,20	39,20	39,20	42,60	50,60
2014	26,20	31,40	39,40	44,00	65,40
2013	22,40	38,40	62,60	110,60	141,40
2012	26,00	41,60	41,60	41,60	41,60
2011	43,00	53,40	74,60	86,40	107,80
2010	25,40	41,20	43,20	64,00	83,20
2009	19,80	27,60	37,20	44,20	55,80
2008	26,60	48,00	55,60	59,40	60,40
2007	21,20	22,60	30,60	35,80	35,80
2006	34,00	46,60	53,60	89,80	105,20
2005	57,60	82,20	104,20	108,80	112,20
2003	32,20	32,40	32,60	41,80	50,40
2002	28,80	29,80	32,80	32,80	43,20
2001	27,20	44,00	44,60	52,80	62,00
2000	63,40	89,20	90,40	90,40	92,20
1999	26,20	28,00	39,40	40,60	61,00

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA		TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)																																										
Superficie del Bacino	<b>S = 0,25</b> Km <sup>2</sup>	$\text{Giandotti} \Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m} \cdot H_0} =$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Kiprich, Watt-} \\ \text{Chow, Pezzoli} \end{array} \Rightarrow t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} = 0,43$ $\text{Tournon} \Rightarrow T_c = \frac{0.396L}{\sqrt{P_i}} \left( \frac{S}{L^2 \sqrt{P_b}} \right)^{0.72}$																																										
Lunghezza percorso idraulico principale	<b>L = 0,36</b> Km																																											
Altitudine max percorso idraulico	<b>H<sub>max</sub> = 385,00</b> m (s.l.m.)																																											
Altitudine min percorso idraulico	<b>H<sub>0</sub> = 384,00</b> m (s.l.m.)																																											
Pendenza media percorso idraulico	<b>P<sub>i</sub> = 0,00</b> (m/m)																																											
Altitudine max bacino	<b>H<sub>max</sub> = 393,00</b> m (s.l.m.)																																											
Altitudine sezione considerata	<b>H<sub>0</sub> = 384,00</b> m (s.l.m.)																																											
Altitudine media bacino	<b>H<sub>m</sub> = 489,00</b> m (s.l.m.)																																											
Dislivello medio bacino	<b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> = 95,00</b> m																																											
Pendenza media bacino	<b>P<sub>b</sub> = #DIV/0!</b> (m/m)																																											
Lunghezza da Q <sub>max</sub> bacino - sezione	<b>0</b> m																																											
<b>CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO</b> (FORMULA del METODO RAZIONALE )																																												
$Q_{max} = \frac{c h_{(t,T)} S}{3.6 t_c}$ <p> <b>c</b> = coefficiente di deflusso  <b>h<sub>(t,T)</sub></b> = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)  <b>S</b> = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)  <b>t<sub>c</sub></b> = tempo di corrivazione (ore)  <b>3,6</b> = fattore di conversione che permette di ottenere la Q<sub>max</sub> in m<sup>3</sup>/sec           </p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo di suolo</th> <th colspan="3">Copertura del bacino</th> </tr> <tr> <th>Coltivi</th> <th>Pascoli</th> <th>Boschi</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Molto permeabile sabbioso o ghiaioso</td> <td>0,20</td> <td>0,15</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>Mediamente permeabili; medio impasto o simili</td> <td>0,40</td> <td>0,35</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile</td> <td>0,50</td> <td>0,45</td> <td>0,40</td> </tr> </tbody> </table>			Tipo di suolo	Copertura del bacino			Coltivi	Pascoli	Boschi	Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10	Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30	Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40																							
Tipo di suolo	Copertura del bacino																																											
	Coltivi	Pascoli	Boschi																																									
Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10																																									
Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30																																									
Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40																																									
<b>RISULTATI</b> Deflusso <b>c = 0,20</b> S (km <sup>2</sup> ) = <b>0,25</b> t <sub>c</sub> (ore) = <b>0,43</b>																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tr (anni)</th> <th>a</th> <th>n</th> <th>t<sub>c</sub> (ore)</th> <th>h(t,T) (mm)</th> <th>Q<sub>max</sub> (m<sup>3</sup>/sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>51,0000</td> <td>0,226</td> <td>0,43</td> <td>41,49</td> <td><b>1,33</b></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>63,1500</td> <td>0,223</td> <td>0,43</td> <td>51,30</td> <td><b>1,65</b></td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>68,7000</td> <td>0,222</td> <td>0,43</td> <td>55,77</td> <td><b>1,79</b></td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>76,1800</td> <td>0,221</td> <td>0,43</td> <td>61,81</td> <td><b>1,98</b></td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>83,6400</td> <td>0,220</td> <td>0,43</td> <td>67,82</td> <td><b>2,18</b></td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>93,4700</td> <td>0,219</td> <td>0,43</td> <td>77,8</td> <td><b>2,50</b></td> </tr> </tbody> </table>	Tr (anni)	a	n	t <sub>c</sub> (ore)	h(t,T) (mm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)	10	51,0000	0,226	0,43	41,49	<b>1,33</b>	30	63,1500	0,223	0,43	51,30	<b>1,65</b>	50	68,7000	0,222	0,43	55,77	<b>1,79</b>	100	76,1800	0,221	0,43	61,81	<b>1,98</b>	200	83,6400	0,220	0,43	67,82	<b>2,18</b>	500	93,4700	0,219	0,43	77,8	<b>2,50</b>		
Tr (anni)	a	n	t <sub>c</sub> (ore)	h(t,T) (mm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)																																							
10	51,0000	0,226	0,43	41,49	<b>1,33</b>																																							
30	63,1500	0,223	0,43	51,30	<b>1,65</b>																																							
50	68,7000	0,222	0,43	55,77	<b>1,79</b>																																							
100	76,1800	0,221	0,43	61,81	<b>1,98</b>																																							
200	83,6400	0,220	0,43	67,82	<b>2,18</b>																																							
500	93,4700	0,219	0,43	77,8	<b>2,50</b>																																							

### Impluvio 5

Il bacino 5 ha un'estensione di 1.57 km<sup>2</sup> circa e la sezione di chiusura è individuata a SO dell'impianto.

Di seguito verranno riportati il risultato del bacino individuato.

Superficie del Bacino	<b>S = 1,57</b> Km <sup>2</sup>
Lunghezza percorso idraulico principale	<b>L = 2,58</b> Km
Altitudine max percorso idraulico	<b>H<sub>max</sub> = 385,00</b> m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	<b>H<sub>0</sub> = 362,00</b> m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	<b>P<sub>i</sub> = 0,01</b> (m/m)
Altitudine max bacino	<b>H<sub>max</sub> = 393,00</b> m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	<b>H<sub>0</sub> = 362,00</b> m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	<b>H<sub>m</sub> = 489,00</b> m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	<b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub> = 95,00</b> m

Per le analisi statistiche si è presa come riferimento la stazione di Roccamena che, per la quantità di dati di registrazione di eventi estremi con durate inferiori al giorno, e per la sua ubicazione, può essere ritenuta significativa.

I dati, ricavati negli annali idrologici della regione si riferiscono al periodo dal 1999 al 2021, con registrazione delle massime precipitazioni annue per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

### Serie osservazioni

Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
2021	11,40	14,60	17,60	19,60	35,00
2020	14,60	30,00	50,40	91,60	96,20
2019	39,60	40,40	40,40	46,80	51,00
2018	42,60	54,80	55,80	55,80	61,00
2017	52,20	53,00	53,00	53,20	53,20
2016	43,80	63,80	63,80	64,00	66,40
2015	36,20	39,20	39,20	42,60	50,60
2014	26,20	31,40	39,40	44,00	65,40
2013	22,40	38,40	62,60	110,60	141,40
2012	26,00	41,60	41,60	41,60	41,60
2011	43,00	53,40	74,60	86,40	107,80
2010	25,40	41,20	43,20	64,00	83,20
2009	19,80	27,60	37,20	44,20	55,80
2008	26,60	48,00	55,60	59,40	60,40
2007	21,20	22,60	30,60	35,80	35,80
2006	34,00	46,60	53,60	89,80	105,20
2005	57,60	82,20	104,20	108,80	112,20
2003	32,20	32,40	32,60	41,80	50,40
2002	28,80	29,80	32,80	32,80	43,20
2001	27,20	44,00	44,60	52,80	62,00
2000	63,40	89,20	90,40	90,40	92,20
1999	26,20	28,00	39,40	40,60	61,00

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA		TEMPO DI CORRIVAZIONE $t_c$ (ore)
Superficie del Bacino	<b>S</b> = 1,57 Km <sup>2</sup>	$\text{Giandotti} \Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}} =$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Kirpich, Watt-} \\ \text{Chow, Pezzoli} \end{array} \Rightarrow t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} = 1,31$ $\text{Tournon} \Rightarrow T_c = \frac{0.396L}{\sqrt{P_i}} \left( \frac{S}{L^2 \sqrt{P_b}} \right)^{0.72} =$
Lunghezza percorso idraulico principale	<b>L</b> = 2,58 Km	
Altitudine max percorso idraulico	<b>H<sub>max</sub></b> = 385,00 m (s.l.m.)	
Altitudine min percorso idraulico	<b>H<sub>0</sub></b> = 362,00 m (s.l.m.)	
Pendenza media percorso idraulico	<b>P<sub>i</sub></b> = 0,01 (m/m)	
Altitudine max bacino	<b>H<sub>max</sub></b> = 393,00 m (s.l.m.)	
Altitudine sezione considerata	<b>H<sub>0</sub></b> = 362,00 m (s.l.m.)	
Altitudine media bacino	<b>H<sub>m</sub></b> = 489,00 m (s.l.m.)	
Dislivello medio bacino	<b>H<sub>m</sub> - H<sub>0</sub></b> = 95,00 m	
Pendenza media bacino	<b>P<sub>b</sub></b> = #DIV/0! (m/m)	
Lunghezza da Q <sub>max</sub> bacino - sezione	<b>0</b> m	

**CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO  
(FORMULA del METODO RAZIONALE )**

$$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$$

- c** = coefficiente di deflusso
- h<sub>(t,T)</sub>** = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
- S** = superficie del bacino (km<sup>2</sup>)
- t<sub>c</sub>** = tempo di corrivazione (ore)
- 3,6** = fattore di conversione che permette di ottenere la Q<sub>max</sub> in m<sup>3</sup>/sec

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	Coltivi	Pascoli	Boschi
Molto permeabile sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10
Mediamente permeabili; medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30
Poco permeabili; fortemente argillosi; poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40

**RISULTATI**

Deflusso <b>c</b> =	<b>0,20</b>	<b>S</b> (km <sup>2</sup> ) =	<b>1,57</b>	<b>t<sub>c</sub></b> (ore) =	<b>1,31</b>
---------------------	-------------	-------------------------------	-------------	------------------------------	-------------

Tr (anni)	a	n	t <sub>c</sub> (ore)	h(t,T) (mm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /sec)
10	51,0000	0,226	1,31	53,98	<b>3,59</b>
30	63,1500	0,223	1,31	66,74	<b>4,44</b>
50	68,7000	0,222	1,31	72,57	<b>4,83</b>
100	76,1800	0,221	1,31	80,43	<b>5,35</b>
200	83,6400	0,220	1,31	88,26	<b>5,87</b>
500	93,4700	0,219	1,31	99,2	<b>6,60</b>

### 4.3 Analisi idraulica

Sono stati eseguiti 5 studi idraulici, ipotizzando che ci sia un flusso permanente e quindi mettendoci nelle peggiori condizioni, in corrispondenza delle interferenze del cavidotto con la viabilità esistente per verificare quanto disposto al paragrafo 4.1 con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

#### Calcolo idraulico impluvio 1

È stato individuato l'impluvio con l'intersezione con il cavidotto



Figura 5 – immagine dell'impluvio interessato

Inserite le condizioni al contorno del modello è stata lanciata la simulazione ottenendo l'altezza del tirante idraulico nei vari tempi di ritorno Fig. 6.

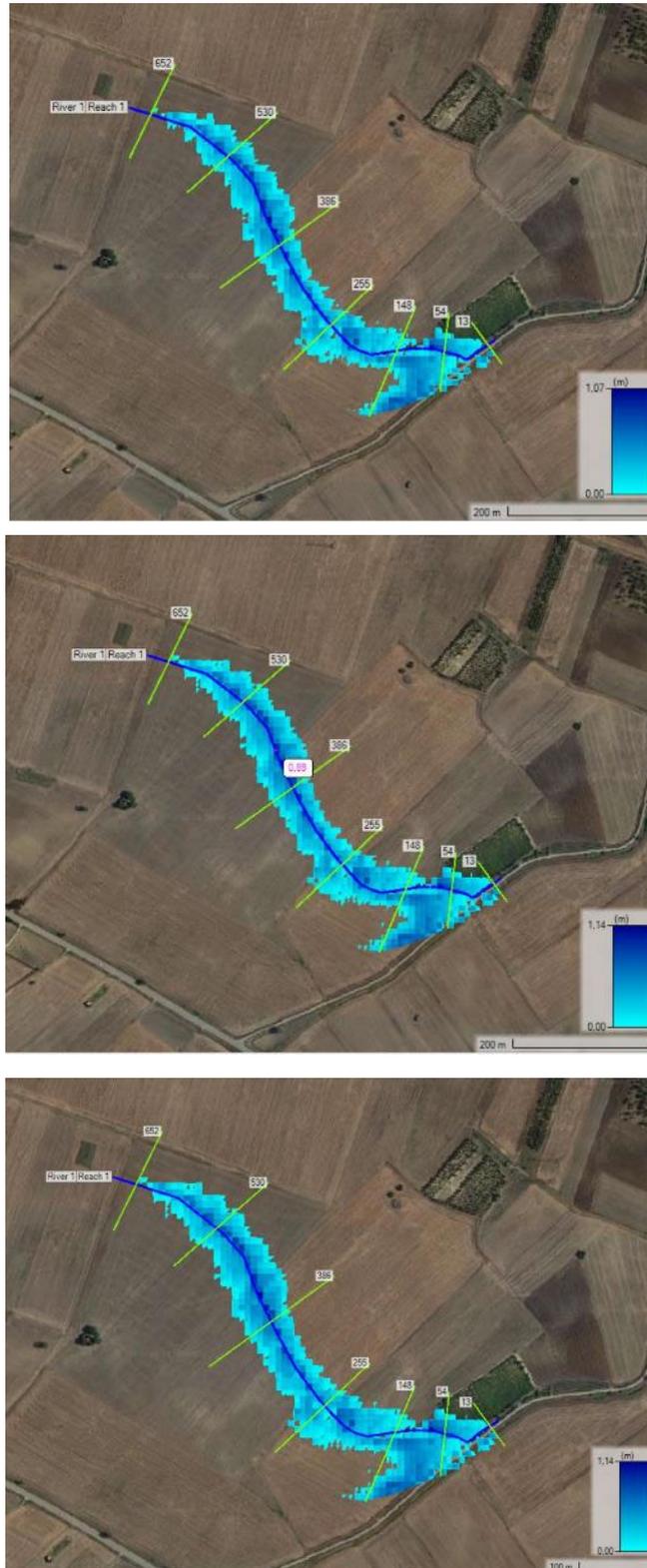
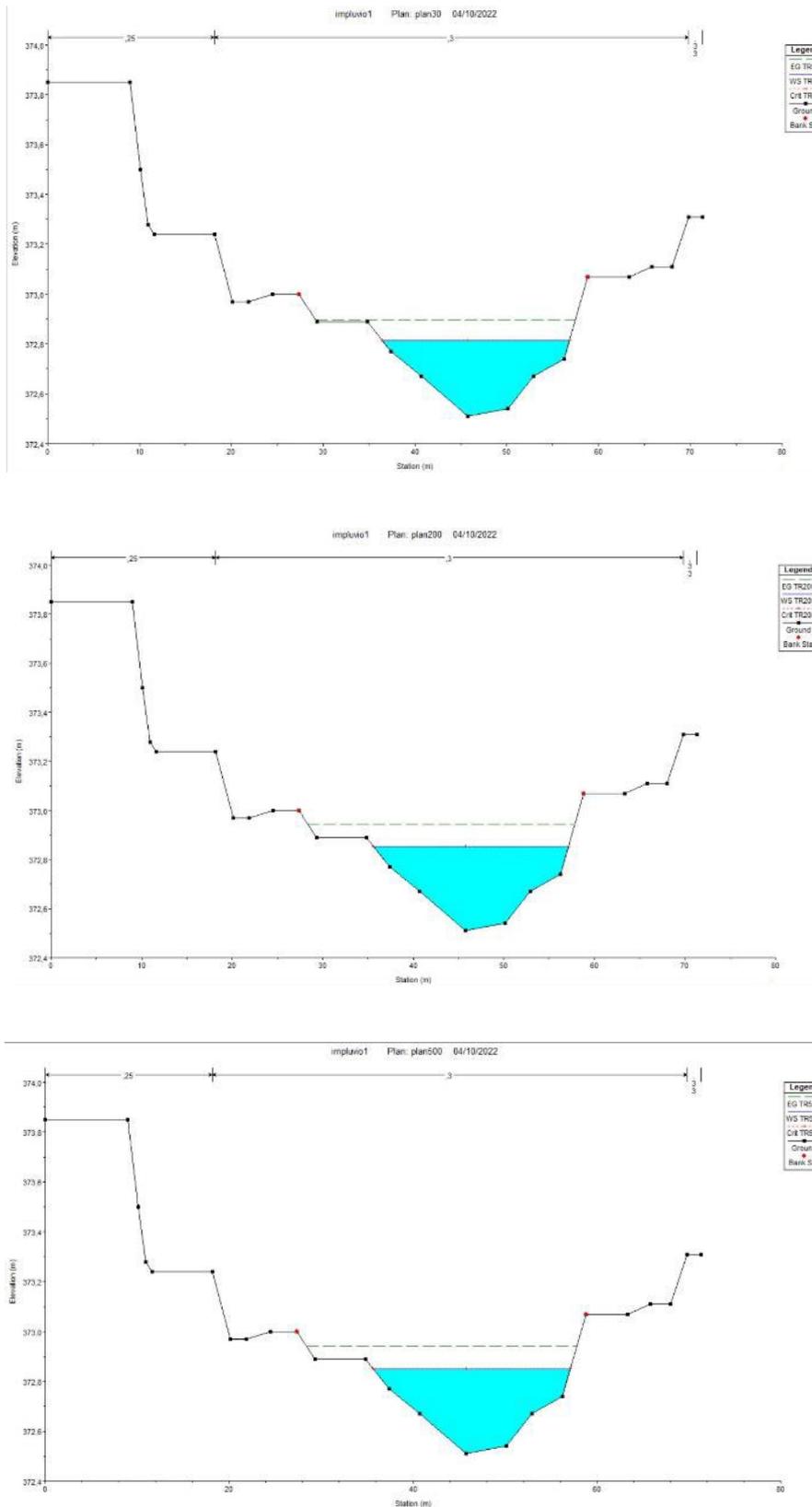


Figura 6 – altezze del tirante idraulico alla portata considerata con TR = 30, 200, 500



**Figura 7 – sezioni di chiusura del bacino nei vari TR 30, 200, 500**

Dalle simulazioni effettuate, si può notare come l'altezza massima del tirante idraulico è intorno ai 15 cm per un TR di 30 anni, considerato come aree ad alta probabilità di inondazione.

L'altezza del tirante idraulico alla sezione di chiusura non inonda la strada, dove tra l'altro esiste già un'opera di ingegneria idraulica che attraversa la viabilità.



Di seguito il riepilogo dei dati ottenuti dalla simulazione:

HEC-RAS Plan: fluper30 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR30												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	652	TR30	2,30	379,70	379,93	379,93	380,03	1,535268	1,42	1,62	7,98	1,00
Reach 1	530	TR30	2,30	378,40	378,97	378,59	378,97	0,013807	0,16	14,44	55,66	0,10
Reach 1	386	TR30	2,30	377,02	377,62	377,18	377,62	0,006702	0,13	18,33	58,74	0,07
Reach 1	255	TR30	2,30	376,07	376,58	376,30	376,58	0,009458	0,12	18,68	79,75	0,08
Reach 1	148	TR30	2,30	374,29	374,80	374,57	374,80	0,033580	0,19	13,16	84,37	0,15
Reach 1	54	TR30	2,30	373,21	373,81	373,41	373,81	0,006194	0,11	20,66	74,77	0,07
Reach 1	13	TR30	2,30	372,46	372,81	372,81	372,90	1,700096	1,27	1,81	11,38	1,02

HEC-RAS Plan: fluper200 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	652	TR200	3,03	379,70	379,97	379,97	380,09	1,458269	1,54	1,97	8,22	1,01
Reach 1	530	TR200	3,03	378,40	379,03	378,63	379,03	0,014226	0,16	18,38	68,76	0,10
Reach 1	386	TR200	3,03	377,02	377,68	377,20	377,68	0,006636	0,14	21,85	59,83	0,07
Reach 1	255	TR200	3,03	376,07	376,62	376,32	376,62	0,010028	0,14	21,73	80,39	0,09
Reach 1	148	TR200	3,03	374,29	374,83	374,62	374,83	0,030411	0,20	16,18	86,12	0,14
Reach 1	54	TR200	3,03	373,21	373,86	373,43	373,86	0,006287	0,12	24,85	79,38	0,07
Reach 1	13	TR200	3,03	372,46	372,85	372,85	372,94	1,597418	1,33	2,28	12,71	1,00

HEC-RAS Plan: fluper500 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR500												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	652	TR500	3,00	379,70	379,97	379,97	380,09	1,468794	1,54	1,95	8,21	1,01
Reach 1	530	TR500	3,00	378,40	379,03	378,63	379,03	0,014196	0,16	18,27	68,69	0,10
Reach 1	386	TR500	3,00	377,02	377,68	377,20	377,68	0,006652	0,14	21,70	59,79	0,07
Reach 1	255	TR500	3,00	376,07	376,61	376,32	376,61	0,009987	0,14	21,62	80,36	0,09
Reach 1	148	TR500	3,00	374,29	374,83	374,62	374,83	0,030643	0,20	16,04	86,04	0,14
Reach 1	54	TR500	3,00	373,21	373,86	373,43	373,86	0,006281	0,12	24,63	78,69	0,07
Reach 1	13	TR500	3,00	372,46	372,85	372,85	372,94	1,603114	1,33	2,26	12,65	1,01

$Q$  = flusso totale in sezione trasversale

**Min Ch. El.** = elevazione minima del canale

**W. S. Elev.** = superficie dell'acqua calcolata dall'equazione dell'energia

**Crit. W.S.** = Elevazione critica della superficie dell'acqua. (superficie dell'acqua corrispondente all'energia minima sulla curva energia rispetto alla profondità)

**E.G. elev.** = Grado di energia per un dato WSEL

**E.G. Slope** = Pendenza della linea di classe energetica in una sezione trasversale

**Vel chnl** = Velocità media del flusso nel canale principale

**Flow area** = area totale della sezione trasversale del flusso attivo

**Top Width** = larghezza superiore della sezione bagnata

## Calcolo idraulico impluvio 2

È stato individuato l'impluvio con l'intersezione con il cavidotto

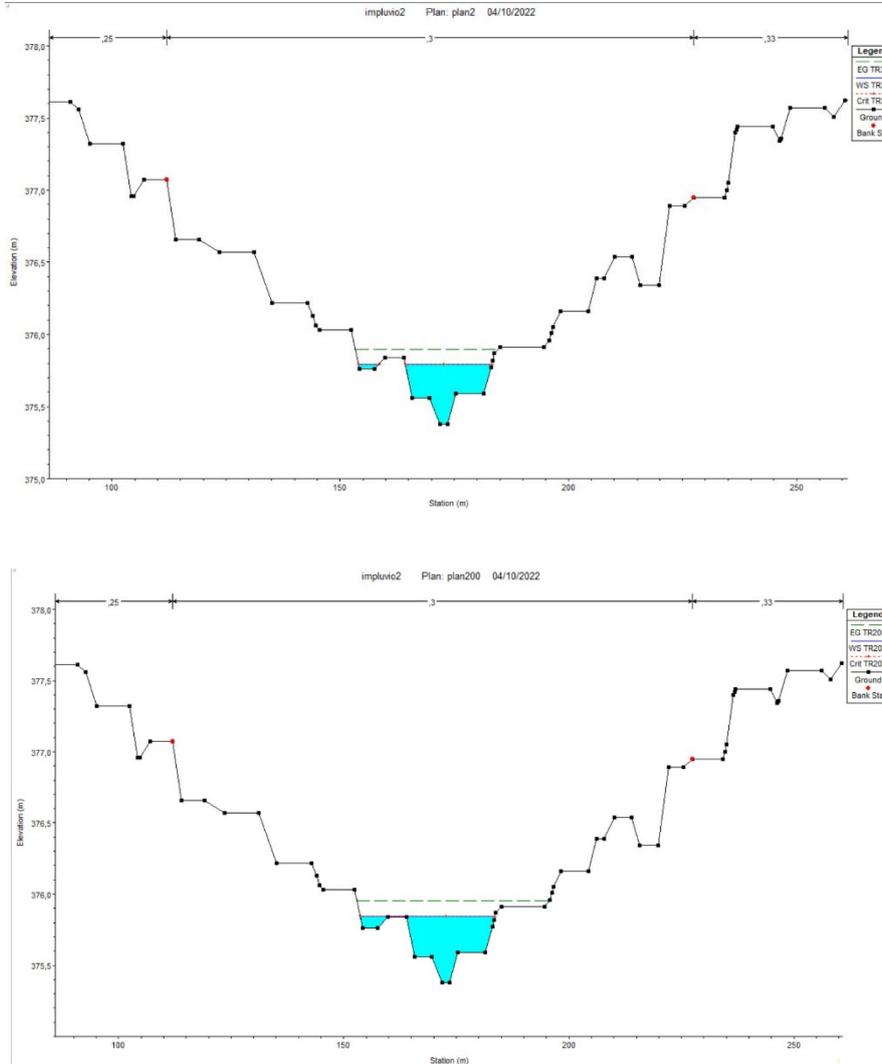


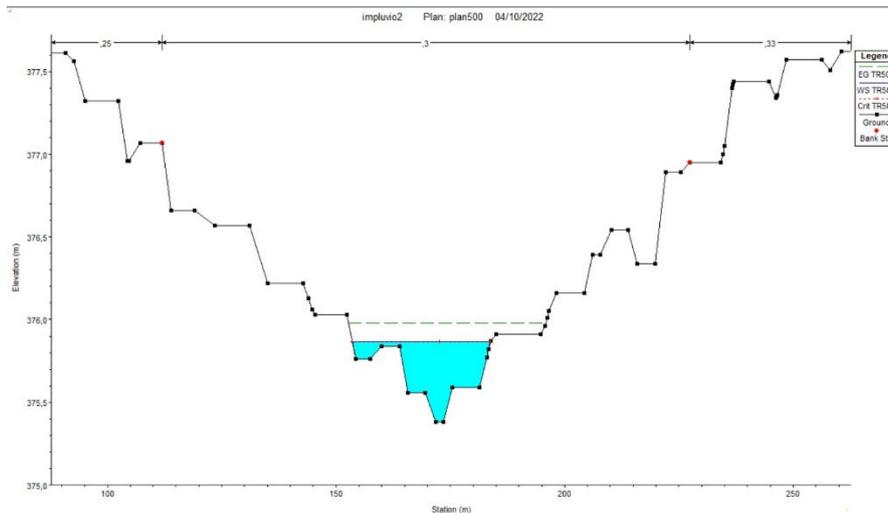
Figura 8 – immagine dell'impluvio interessato

Inserite le condizioni al contorno del modello è stata lanciata la simulazione ottenendo l'altezza del tirante idraulico nei vari tempi di ritorno Fig.8.



Figura 9 – altezze del tirante idraulico alla portata considerata con TR = 30, 200, 500





**Figura 10 – sezioni di chiusura del bacino nei vari TR 30, 200, 500**

Dalle simulazioni effettuate, si può notare come l'altezza massima del tirante idraulico è intorno ai 50 cm per un TR di 30 anni, considerato come aree ad alta probabilità di inondazione.

L'altezza del tirante idraulico alla sezione di chiusura non inonda la strada, trovandosi 4 m più alta, dove tra l'altro esiste già un'opera di ingegneria idraulica che attraversa la viabilità, (vedi immagine sottostante).



Di seguito il riepilogo dei dati ottenuti dalla simulazione:

HEC-RAS Plan: fluper30 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR30												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	1457	TR30	6,49	388,47	389,33	388,87	389,34	0,017531	0,27	24,13	50,56	0,12
Reach 1	1274	TR30	6,49	384,82	384,97	384,97	385,05	1,283156	1,02	5,46	37,48	0,87
Reach 1	1042	TR30	6,49	381,96	382,73	382,19	382,74	0,003446	0,11	56,54	125,66	0,05
Reach 1	856	TR30	6,49	380,34	380,93	380,64	380,95	0,082713	0,48	13,49	37,85	0,26
Reach 1	554	TR30	6,49	378,36	378,67	378,67	378,75	1,695958	1,24	5,22	33,94	1,01
Reach 1	305	TR30	6,49	376,36	377,25	376,83	377,26	0,040330	0,38	17,28	40,91	0,18
Reach 1	37	TR30	6,49	375,38	375,79	375,79	375,89	1,584252	1,41	4,59	23,39	1,02

HEC-RAS Plan: fluper200 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	1457	TR200	8,58	388,47	389,42	388,90	389,43	0,017567	0,30	28,68	51,24	0,13
Reach 1	1274	TR200	8,58	384,82	385,00	385,00	385,09	1,227305	1,11	6,58	37,99	0,87
Reach 1	1042	TR200	8,58	381,96	382,83	382,23	382,83	0,003442	0,13	68,49	137,25	0,06
Reach 1	856	TR200	8,58	380,34	381,01	380,68	381,03	0,083198	0,51	16,84	43,55	0,26
Reach 1	554	TR200	8,58	378,36	378,70	378,70	378,79	1,606696	1,36	6,29	34,18	1,02
Reach 1	305	TR200	8,58	376,36	377,35	376,87	377,36	0,041854	0,40	21,50	47,77	0,19
Reach 1	37	TR200	8,58	375,38	375,85	375,85	375,95	1,597873	1,44	5,97	29,93	1,03

HEC-RAS Plan: fluper500 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR500												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	1457	TR500	9,70	388,47	389,47	388,91	389,47	0,017645	0,31	30,91	51,57	0,13
Reach 1	1274	TR500	9,70	384,82	385,02	385,02	385,11	1,199699	1,15	7,15	38,24	0,87
Reach 1	1042	TR500	9,70	381,96	382,87	382,25	382,87	0,003442	0,13	73,91	138,11	0,06
Reach 1	856	TR500	9,70	380,34	381,05	380,69	381,07	0,083559	0,52	18,48	45,85	0,26
Reach 1	554	TR500	9,70	378,36	378,72	378,72	378,82	1,558391	1,42	6,84	34,30	1,01
Reach 1	305	TR500	9,70	376,36	377,39	376,89	377,40	0,041991	0,42	23,16	47,98	0,19
Reach 1	37	TR500	9,70	375,38	375,87	375,87	375,98	1,515126	1,48	6,56	30,22	1,01

**Q** = flusso totale in sezione trasversale

**Min Ch. El.** = elevazione minima del canale

**W. S. Elev.** = superficie dell'acqua calcolata dall'equazione dell'energia

**Crit. W.S.** = Elevazione critica della superficie dell'acqua. (superficie dell'acqua corrispondente all'energia minima sulla curva energia rispetto alla profondità)

**E.G. elev.** = Grado di energia per un dato WSEL

**E.G. Slope** = Pendenza della linea di classe energetica in una sezione trasversale

**Vel chnl** = Velocità media del flusso nel canale principale

**Flow area** = area totale della sezione trasversale del flusso attivo

**Top Width** = larghezza superiore della sezione bagnata

### Calcolo idraulico impluvio 3

È stato individuato l'impluvio con l'intersezione con il cavidotto



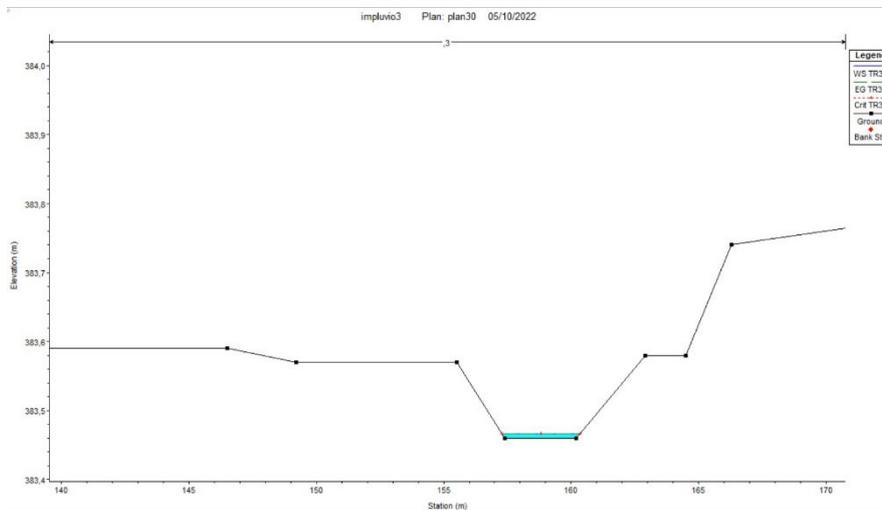
Figura 11 – immagine dell'impluvio interessato

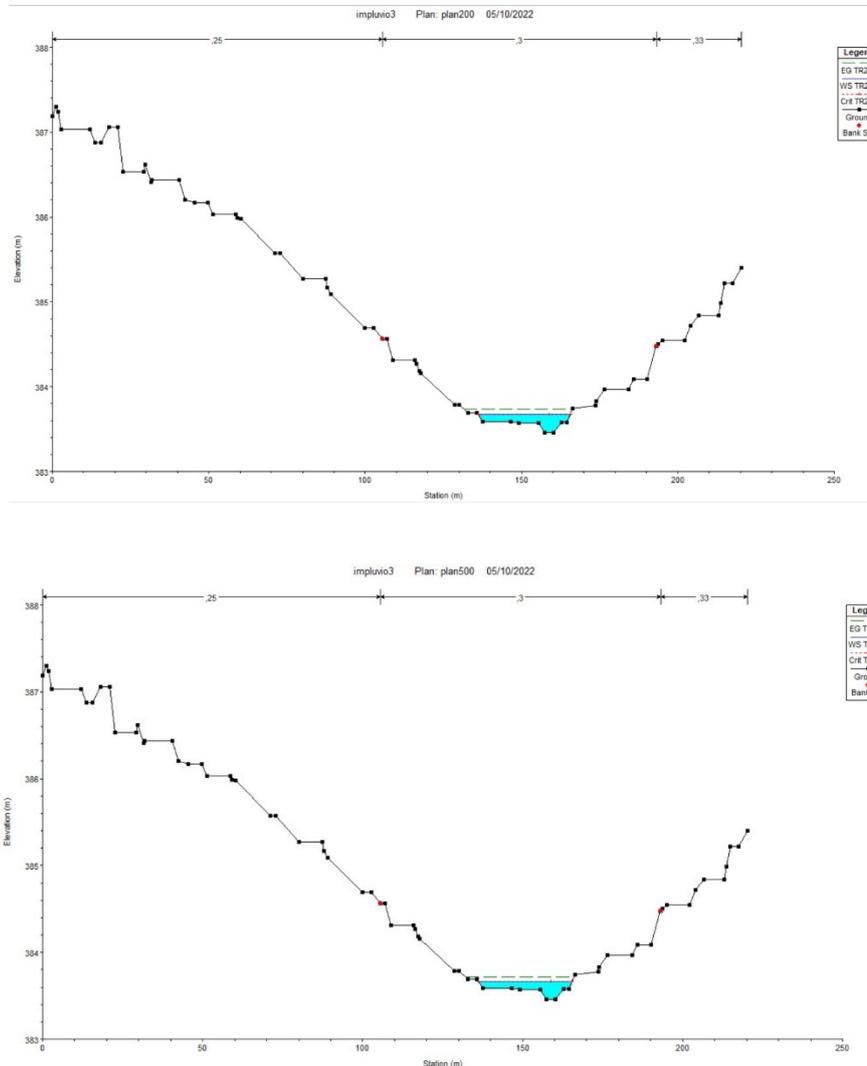
Inserite le condizioni al contorno del modello è stata lanciata la simulazione ottenendo l'altezza del tirante idraulico nei vari tempi di ritorno Fig.11.





Figura 12 – altezze del tirante idraulico alla portata considerata con TR = 30, 200, 500





**Figura 13 – sezioni di chiusura del bacino nei vari TR 30, 200, 500**

Dalle simulazioni effettuate, si può notare come l'altezza massima del tirante idraulico è intorno ai 40 cm per un TR di 30 anni, considerato come aree ad alta probabilità di inondazione.

L'altezza del tirante idraulico alla sezione di chiusura non inonda la strada, trovandosi circa 2,5 m più alta, dove tra l'altro esiste già un'opera di ingegneria idraulica che attraversa la viabilità, (vedi immagine sottostante).



Di seguito il riepilogo dei dati ottenuti dalla simulazione:

HEC-RAS Plan: fluper30 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR30												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	599	TR.30	2,63	388,52	388,72	388,66	388,74	0,421547	0,57	4,59	33,72	0,50
Reach 1	486	TR.30	2,63	386,73	387,14	386,94	387,15	0,096634	0,40	6,58	27,48	0,26
Reach 1	309	TR.30	2,63	385,00	385,17	385,17	385,22	1,916437	0,97	2,71	28,03	1,00
Reach 1	135	TR.30	2,63	383,77	384,29	383,96	384,29	0,016703	0,18	14,38	51,91	0,11
Reach 1	18	TR.30	2,63	383,46	383,66	383,66	383,70	2,037931	0,98	2,69	28,92	1,02

HEC-RAS Plan: fluper200 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	609	TR.200	3,48	388,52	388,75	388,69	388,77	0,406405	0,63	5,52	34,06	0,50
Reach 1	496	TR.200	3,48	386,73	387,18	386,97	387,19	0,096821	0,44	7,92	28,63	0,27
Reach 1	318	TR.200	3,48	385,00	385,19	385,19	385,25	1,914775	1,05	3,32	30,73	1,02
Reach 1	141	TR.200	3,48	383,77	384,35	383,99	384,35	0,016757	0,20	17,42	55,29	0,11
Reach 1	10	TR.200	3,48	383,46	383,67	383,67	383,73	1,973753	1,07	3,24	29,47	1,03

HEC-RAS Plan: fluper500 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR500												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	609	TR.500	3,00	388,52	388,73	388,66	388,75	0,425421	0,60	4,97	33,86	0,50
Reach 1	496	TR.500	3,00	386,73	387,16	386,95	387,17	0,095810	0,42	7,20	28,05	0,26
Reach 1	318	TR.500	3,00	385,00	385,18	385,18	385,23	1,970365	1,02	2,93	28,59	1,02
Reach 1	141	TR.500	3,00	383,77	384,32	383,97	384,32	0,016824	0,19	15,81	54,31	0,11
Reach 1	10	TR.500	3,00	383,46	383,66	383,66	383,72	1,995874	1,02	2,94	29,18	1,03

**Q** = flusso totale in sezione trasversale

**Min Ch. El.** = elevazione minima del canale

**W. S. Elev.** = superficie dell'acqua calcolata dall'equazione dell'energia

**Crit. W.S.** = Elevazione critica della superficie dell'acqua. (superficie dell'acqua corrispondente all'energia minima sulla curva energia rispetto alla profondità)

**E.G. elev.** = Grado di energia per un dato WSEL

**E.G. Slope** = Pendenza della linea di classe energetica in una sezione trasversale

**Vel chnl** = Velocità media del flusso nel canale principale

**Flow area** = area totale della sezione trasversale del flusso attivo

**Top Width** = larghezza superiore della sezione bagnata

### Calcolo idraulico impluvio 4

È stato individuato l'impluvio con l'intersezione con il cavidotto

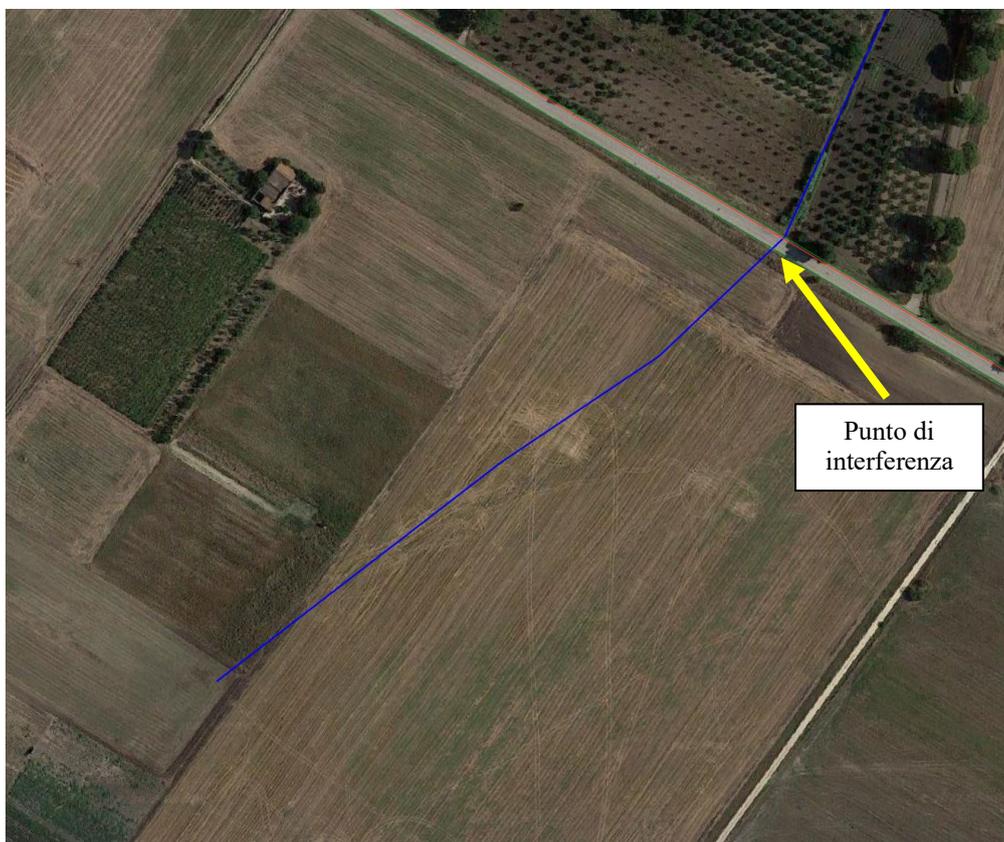
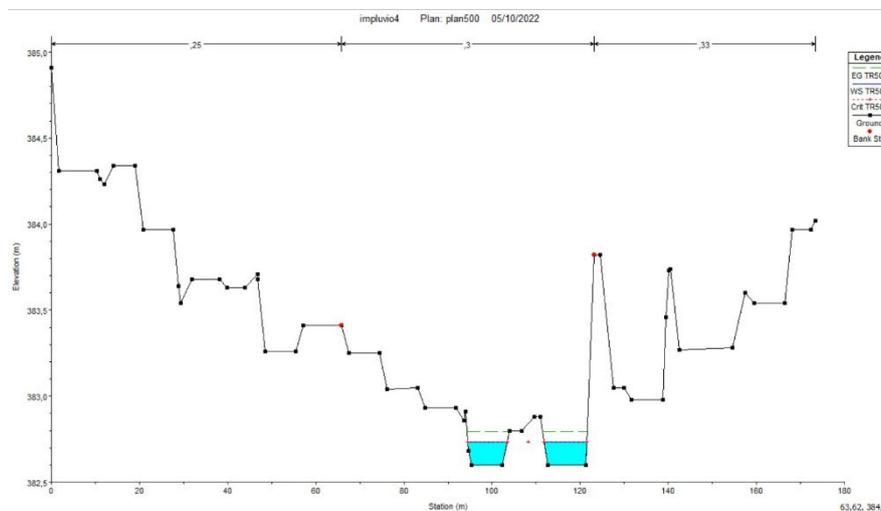
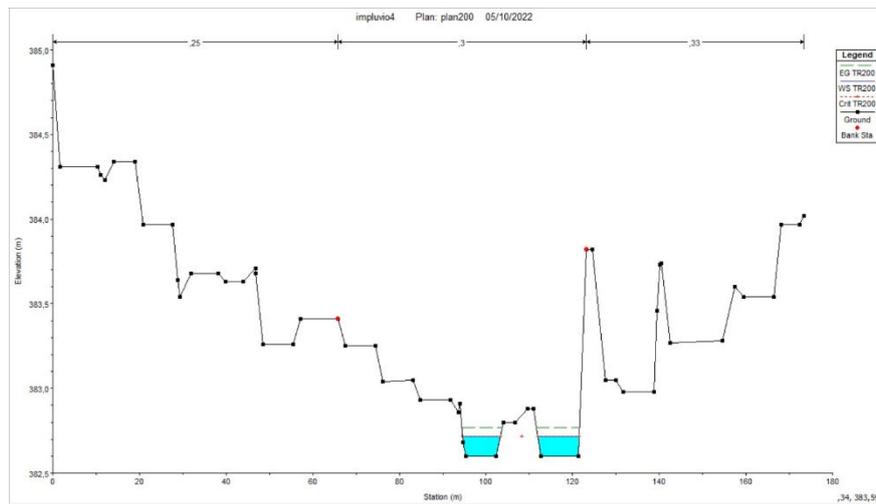
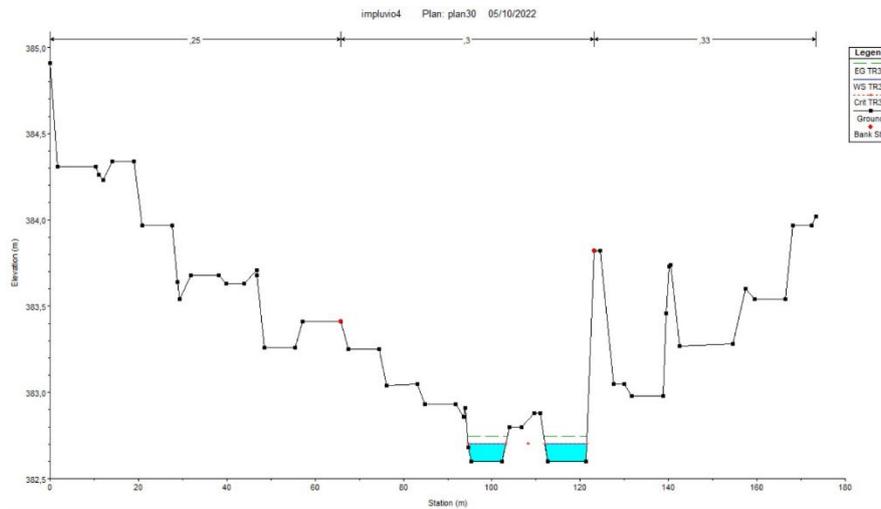


Figura 14 – immagine dell'impluvio interessato

Inserite le condizioni al contorno del modello è stata lanciata la simulazione ottenendo l'altezza del tirante idraulico nei vari tempi di ritorno Fig.14.



Figura 15 – altezze del tirante idraulico alla portata considerata con TR = 30, 200, 500



**Figura 16 – sezioni di chiusura del bacino nei vari TR 30, 200, 500**

Dalle simulazioni effettuate, si può notare come l'altezza massima del tirante idraulico è intorno ai 20 cm per un TR di 30 anni, considerato come aree ad alta probabilità di inondazione.

L'altezza del tirante idraulico alla sezione di chiusura non inonda la strada, trovandosi circa 2 m più alta, dove tra l'altro esiste già un'opera di ingegneria idraulica che attraversa la viabilità, (vedi immagine sottostante).



Di seguito il riepilogo dei dati ottenuti dalla simulazione:

HEC-RAS Plan: fluper30 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR30												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	367	TR.30	1,63	385,67	385,79	385,75	385,80	0,477421	0,49	3,34	34,25	0,50
Reach 1	229	TR.30	1,63	384,38	384,64	384,64	384,73	1,615712	1,40	1,17	6,14	1,02
Reach 1	110	TR.30	1,63	383,31	383,89	383,46	383,89	0,002633	0,08	19,96	60,45	0,05
Reach 1	8	TR.30	1,63	382,60	382,70	382,70	382,75	1,932272	0,96	1,70	17,92	1,00

HEC-RAS Plan: fluper200 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	367	TR.200	1,98	385,67	385,80	385,76	385,81	0,531858	0,54	3,64	34,46	0,53
Reach 1	229	TR.200	1,98	384,38	384,69	384,69	384,76	1,766930	1,17	1,70	12,52	1,01
Reach 1	110	TR.200	1,98	383,31	383,93	383,48	383,93	0,002650	0,09	22,49	61,14	0,05
Reach 1	8	TR.200	1,98	382,60	382,71	382,71	382,77	1,867455	1,02	1,94	18,18	1,00

HEC-RAS Plan: fluper500 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR500												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	367	TR.500	2,50	385,67	385,82	385,77	385,83	0,488495	0,58	4,32	34,93	0,53
Reach 1	229	TR.500	2,50	384,38	384,71	384,71	384,79	1,790654	1,27	1,97	13,01	1,04
Reach 1	110	TR.500	2,50	383,31	383,99	383,52	383,99	0,002673	0,10	25,94	61,94	0,05
Reach 1	8	TR.500	2,50	382,60	382,73	382,73	382,79	1,806109	1,10	2,27	18,53	1,01

**Q** = flusso totale in sezione trasversale

**Min Ch. El.** = elevazione minima del canale

**W. S. Elev.** = superficie dell'acqua calcolata dall'equazione dell'energia

**Crit. W.S.** = Elevazione critica della superficie dell'acqua. (superficie dell'acqua corrispondente all'energia minima sulla curva energia rispetto alla profondità)

**E.G. elev.** = Grado di energia per un dato WSEL

**E.G. Slope** = Pendenza della linea di classe energetica in una sezione trasversale

**Vel chnl** = Velocità media del flusso nel canale principale

**Flow area** = area totale della sezione trasversale del flusso attivo

**Top Width** = larghezza superiore della sezione bagnata

### Calcolo idraulico impluvio 5

È stato individuato l'impluvio con l'intersezione con il cavidotto

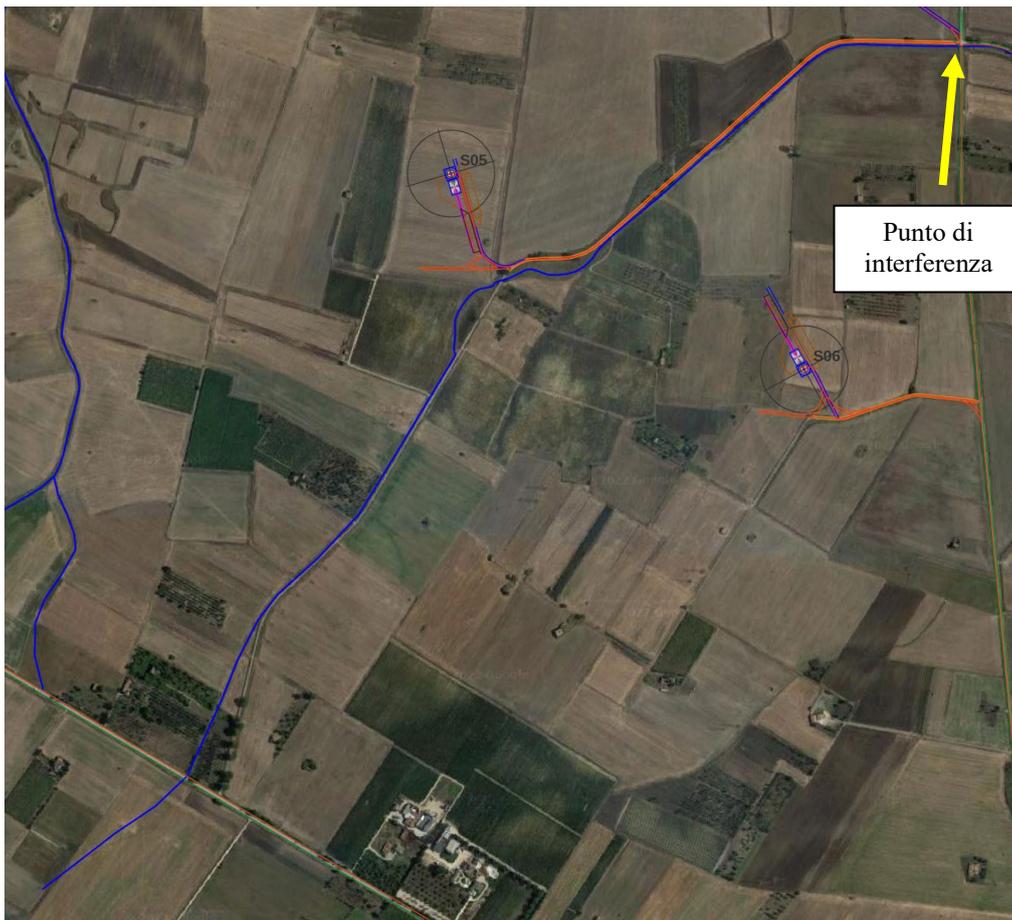
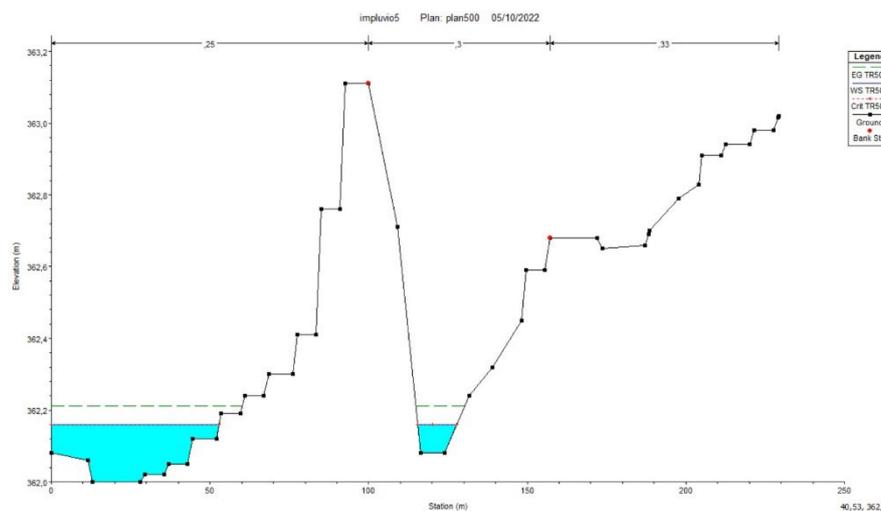
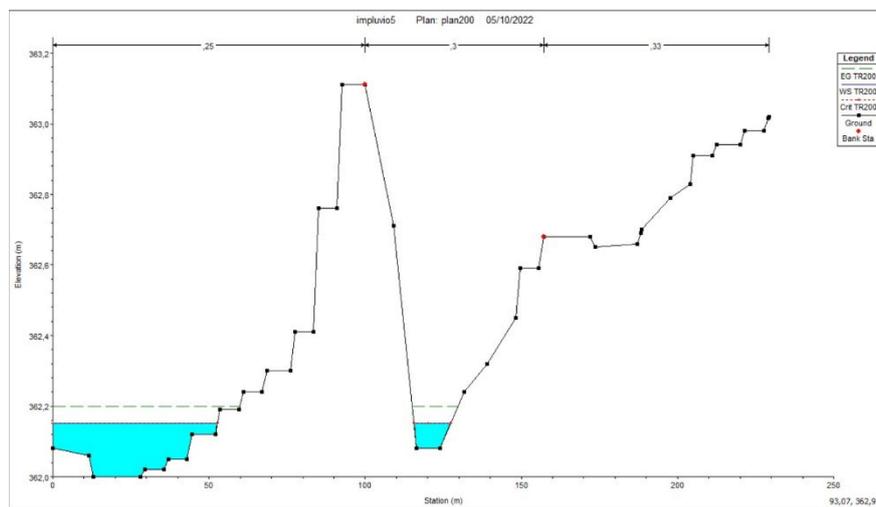
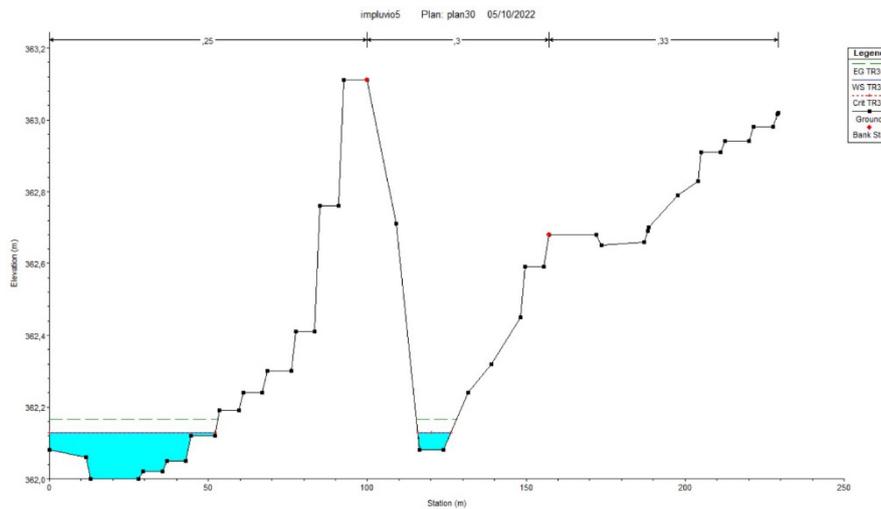


Figura 17 – immagine dell'impluvio interessato

Inserite le condizioni al contorno del modello è stata lanciata la simulazione ottenendo l'altezza del tirante idraulico nei vari tempi di ritorno Fig.17.



Figura 18 – altezze del tirante idraulico alla portata considerata con TR = 30, 200, 500



**Figura 19 – sezioni di chiusura del bacino nei vari TR 30, 200, 500**

Dalle simulazioni effettuate, si può notare come l'altezza massima del tirante idraulico è intorno ai 10 cm per un TR di 30 anni, considerato come aree ad alta probabilità di inondazione.

L'altezza del tirante idraulico alla sezione di chiusura non inonda la strada, trovandosi circa 1 m più alta, dove tra l'altro esiste già un'opera di ingegneria idraulica che attraversa la viabilità, (vedi immagine sottostante).



Di seguito il riepilogo dei dati ottenuti dalla simulazione:

HEC-RAS Plan: fluper30 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR30												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	1332	TR30	4,00	373,92	374,55	374,10	374,55	0,005883	0,15	27,00	61,13	0,07
Reach 1	1132	TR30	4,00	372,45	373,21	372,69	373,21	0,007708	0,17	23,99	55,74	0,08
Reach 1	963	TR30	4,00	370,00	370,65	370,35	370,66	0,041506	0,34	12,10	43,65	0,18
Reach 1	820	TR30	4,00	367,98	369,60	368,41	369,60	0,002972	0,14	28,49	56,57	0,05
Reach 1	665	TR30	4,00	368,52	369,07	368,71	369,08	0,003889	0,10	47,28	183,43	0,05
Reach 1	531	TR30	4,00	366,41	366,72	366,72	366,84	1,461446	1,50	2,66	11,67	1,00
Reach 1	252	TR30	4,00	363,40	364,09	363,57	364,09	0,002146	0,09	51,03	139,03	0,04
Reach 1	23	TR30	4,00	362,08	362,13	362,13	362,17	1,380232	0,47	4,71	62,51	0,73

HEC-RAS Plan: fluper200 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR200												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	1332	TR200	5,87	373,92	374,72	374,12	374,72	0,005026	0,15	38,13	72,46	0,07
Reach 1	1132	TR200	5,87	372,45	373,26	372,73	373,27	0,011240	0,22	27,29	57,40	0,10
Reach 1	963	TR200	5,87	370,00	370,85	370,40	370,85	0,018944	0,27	25,76	90,44	0,13
Reach 1	820	TR200	5,87	367,98	369,75	368,48	369,76	0,004089	0,15	42,32	110,56	0,06
Reach 1	665	TR200	5,87	368,52	369,15	368,75	369,15	0,003728	0,11	61,90	190,88	0,06
Reach 1	531	TR200	5,87	366,41	366,80	366,80	366,93	1,390437	1,63	3,60	13,47	1,01
Reach 1	252	TR200	5,87	363,40	364,19	363,61	364,19	0,002195	0,10	65,76	155,59	0,04
Reach 1	23	TR200	5,87	362,08	362,15	362,15	362,20	1,287770	0,57	6,15	64,35	0,75

HEC-RAS Plan: fluper500 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: TR500												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	1332	TR500	6,60	373,92	374,76	374,14	374,77	0,005046	0,16	41,65	76,00	0,07
Reach 1	1132	TR500	6,60	372,45	373,30	372,74	373,30	0,011410	0,23	29,32	58,28	0,10
Reach 1	963	TR500	6,60	370,00	370,88	370,41	370,89	0,018589	0,27	29,35	98,72	0,13
Reach 1	820	TR500	6,60	367,98	369,79	368,51	369,79	0,004160	0,16	46,04	111,85	0,06
Reach 1	665	TR500	6,60	368,52	369,18	368,76	369,18	0,003688	0,11	67,59	199,18	0,06
Reach 1	531	TR500	6,60	366,41	366,82	366,82	366,97	1,367327	1,67	3,96	14,09	1,01
Reach 1	252	TR500	6,60	363,40	364,23	363,62	364,23	0,002215	0,10	70,91	156,72	0,05
Reach 1	23	TR500	6,60	362,08	362,16	362,16	362,21	1,244636	0,59	6,70	65,04	0,75

**Q** = flusso totale in sezione trasversale

**Min Ch. El.** = elevazione minima del canale

**W. S. Elev.** = superficie dell'acqua calcolata dall'equazione dell'energia

**Crit. W.S.** = Elevazione critica della superficie dell'acqua. (superficie dell'acqua corrispondente all'energia minima sulla curva energia rispetto alla profondità)

**E.G. elev.** = Grado di energia per un dato WSEL

**E.G. Slope** = Pendenza della linea di classe energetica in una sezione trasversale

**Vel chnl** = Velocità media del flusso nel canale principale

**Flow area** = area totale della sezione trasversale del flusso attivo

**Top Width** = larghezza superiore della sezione bagnata

## 5. EROSIONE DELL'ALVEO

In generale, la corrente idrica esercita un'azione di trascinamento sui grani di materiale disposti sul contorno bagnato e, se questi non sono sufficientemente stabili, li sposta ossia, erode il letto fluviale mobile. L'erosione può provocare l'abbassamento del letto e/o il crollo delle sponde con allargamento e spostamento (migrazione) dell'alveo.

Si distinguono pertanto i seguenti fenomeni:

- Erosione locale, dovuta principalmente ad eventi intensi associati a precipitazioni eccezionali: si esplica in prossimità di singolarità idrauliche, come pile o spalle di ponti, ovvero salti e scivoli che comportano perturbazioni alla corrente, ove la turbolenza risulta particolarmente intensa. Il fenomeno ha decorso rapidissimo e può portare alla rovina dell'opera in alveo nel corso di una sola piena;
- Erosione generalizzata, dovuta alle piene ordinarie: si sviluppa quando la portata di sedimento immessa da monte non è sufficiente a saturare la capacità di trasporto della corrente idrica; la saturazione della capacità di trasporto avviene prelevando materiale d'alveo, ossia erodendo il letto; questa può procedere uniformemente o localmente ma in maniera graduale.

Dove sono previsti attraversamenti di alvei, ove non è presente viabilità si ricorrerà si ricorrerà a tecnologie avanzate come la TOC, spingendolo ad una profondità tale che l'eventuale erosione del fiume non ne comprometta la stabilità.

Gli impluvi presenti sia per litologia che per pendenze non presentano una erosione elevata, in ogni caso il cavidotto sarà posizionato lungo tutta la viabilità esistente per cui non sussistono problemi di sorta.

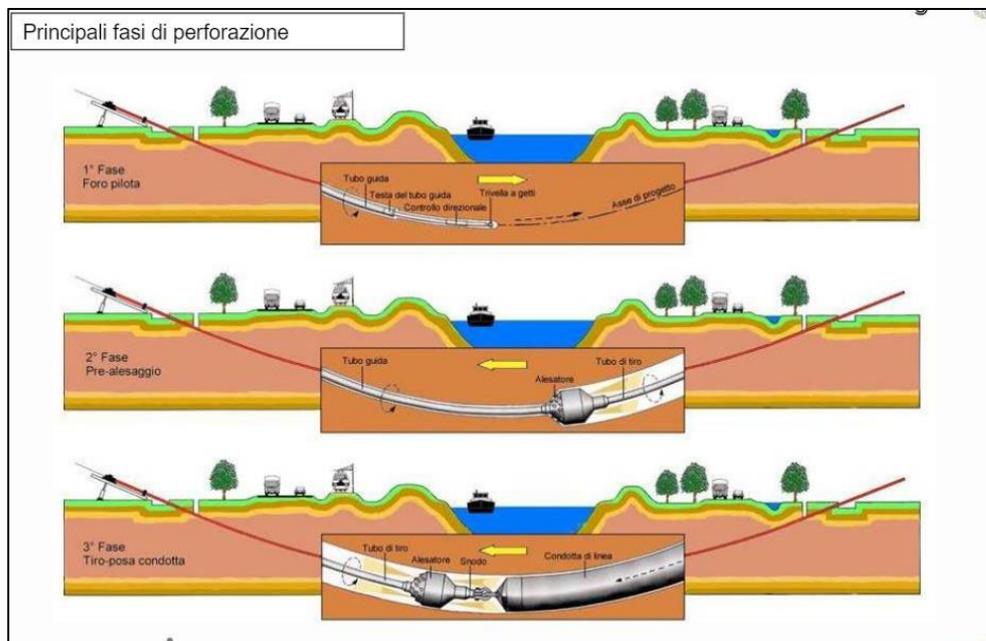
## 6. POSA DEL CAVIDOTTO

Come già spiegato nei paragrafi precedenti, il tracciato del cavidotto di collegamento con la sottostazione elettrica, interseca in diversi punti il reticolo idrografico riportato nell'allegato 2. L'attraversamento può avvenire, superando una infrastruttura idraulica (tombino, ponte ecc..) oppure "a raso" dove esiste un leggero avvallamento lungo la strada di servizio.

Per tutti gli attraversamenti vale il comune denominatore: tutela delle infrastrutture idrauliche esistenti senza alterare la morfologia del reticolo attuale.

Per questo motivo, si anticipa che:

- il cavidotto in progetto verrà interrato lungo la viabilità di servizio ad una profondità di circa 0.80 - 1 m utilizzando lo stesso materiale di scavo per il rinterro (verificando la trincea alle forze di erosione massime), e alcuni tratti sono previsti su terreno ad una distanza che va da 1,80 m a 4 m circa dall'eventuale piede della scarpata.
- nel caso di attraversamento di infrastruttura idraulica, ove necessario sarà posato al di sotto della stessa, utilizzando la tecnologia NO DIG (TOC o con spingitubo) garantendo un franco di sicurezza di circa 20 - 30 cm dalla fondazione del tombino;



**Figura 20 – illustrazione tecnica TOC**

- oppure discostandosi dalla sede stradale verso valle del tombino e attraversare il reticolo con spingitubo ad una profondità di -1,50 - 2 m garantendo la resistenza del rinterro alle azioni di trascinamento delle

piene (che saranno verificate in seguito). Una volta attraversato il reticolo il cavo sarà posato in sede stradale sempre alla profondità di -1,50 - 2 m.

La verifica dell'erosione della trincea di rinterro viene effettuata in base alle forze di trascinamento generate dalla piena nel caso più gravoso. Una volta verificato il rinterro della trincea descritto in progetto nelle condizioni peggiorative, questo viene steso, a vantaggio di sicurezza, a tutti gli attraversamenti.

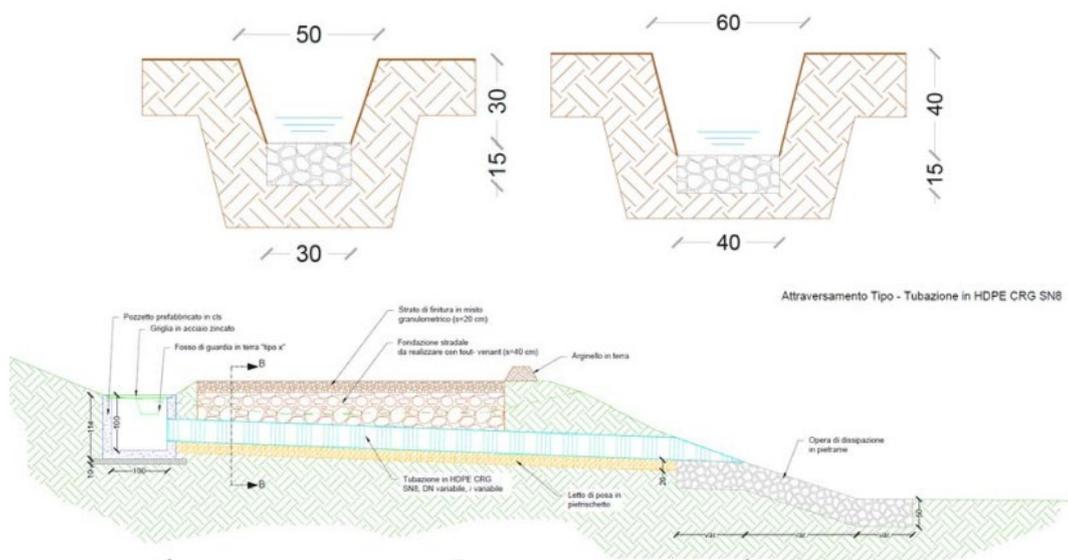
La profondità di 1,50 - 2 m ci mette in sicurezza anche per quanto riguarda l'erosione del letto fluviale, in quanto l'erosione è molto lenta a causa degli apporti sedimentari durante eventi di piena e soprattutto per la natura litologica dei terreni in loco.

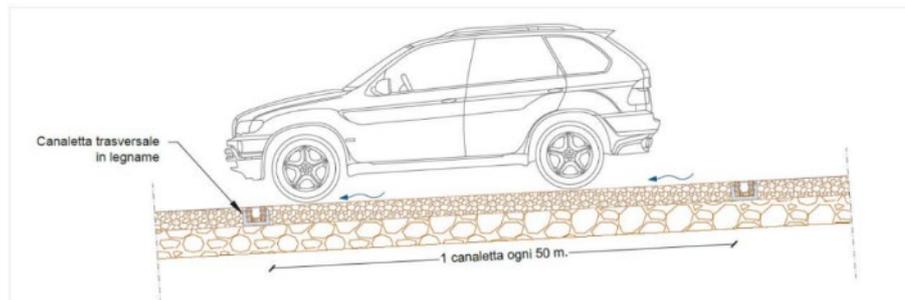
## 7. OPERE IDRAULICHE

La durabilità delle strade e delle piazzole di un parco eolico è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

La viabilità esistente sarà interessata da un'analisi dello stato di consistenza delle opere idrauliche già presenti: laddove necessario, tali opere idrauliche verranno ripristinate e/o riprogettate per garantire la corretta raccolta ed allontanamento delle acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti.

In fase di esecuzione, così come per le opere di bioingegneria, saranno scelte le opere migliori per il drenaggio delle acque meteoriche, come ad esempio:





Con la costruzione del parco è anche mantenuta l'invarianza idraulica in quanto le fondazioni, essendo interrato, non ostacolano il deflusso delle acque.

## CONCLUSIONI

Si tratta di un'area sub-pianeggiante sulla quale è in realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato Parco Eolico "SANTERAMO", con potenza nominale installata pari a 70,4 MW, da realizzarsi nel territorio del Comune di Santeramo in Colle. Il numero totale di turbine eoliche che saranno installate è pari a 11 con una potenza nominale pari a 6,4 MW per ogni aerogeneratore.

Dallo studio geologico eseguito dalle ricognizioni effettuate sui luoghi l'area risulta geomorfologicamente stabile, come evidenziato anche nella cartografia PAI e la carta geomorfologica allegate alla relazione.

Dal punto di vista idrologico sono presenti diverse incisioni che interferiscono con la viabilità esistente e con il tracciato del cavidotto, di questi impluvi sono stati fatti gli studi idraulici tramite HEC-RAS per capire se i punti dove passano i cavidotti sono idonei.

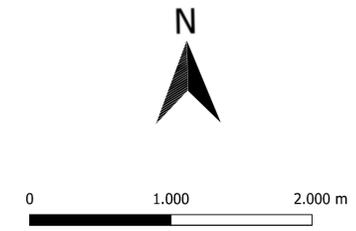
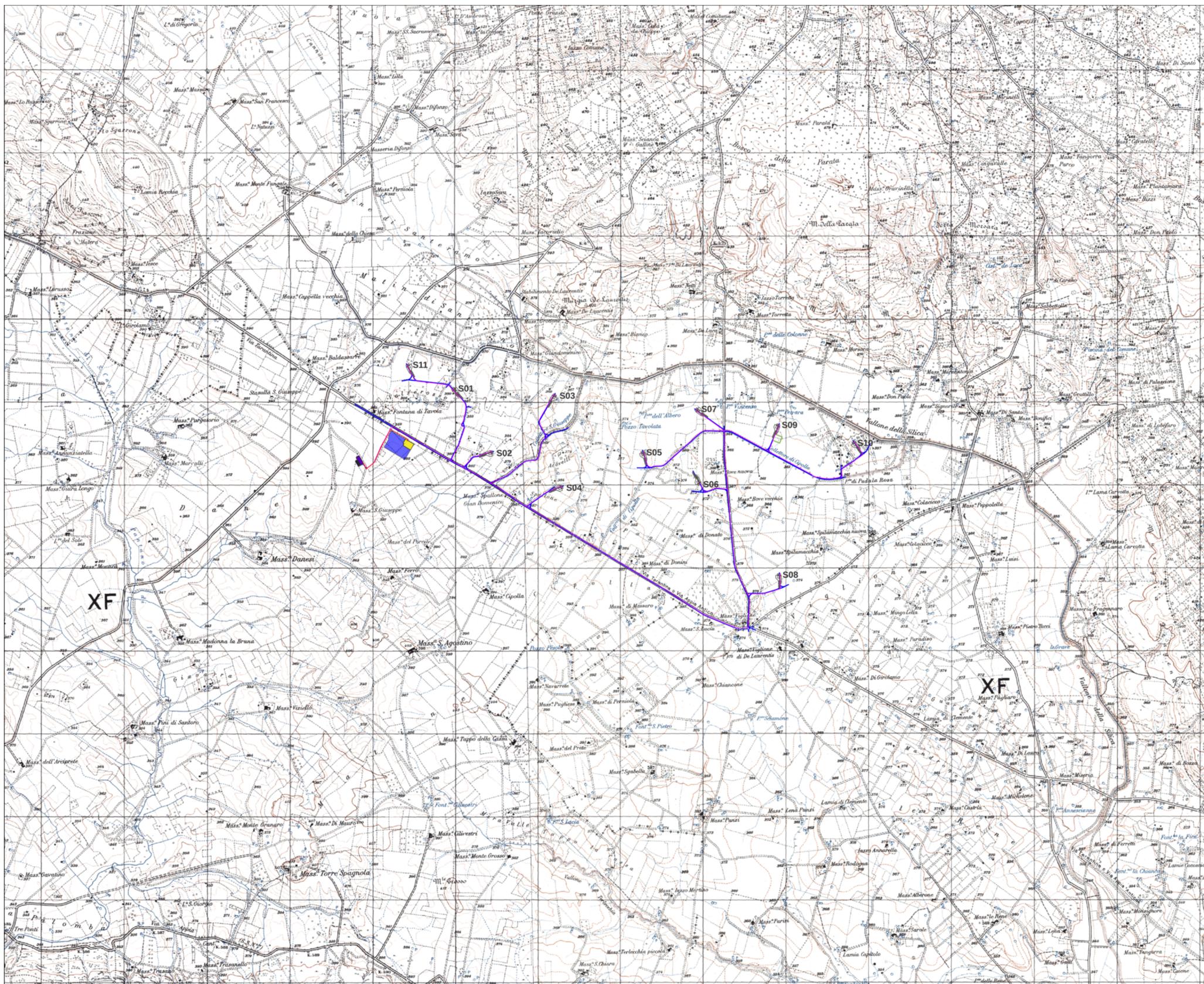
Questi studi sono stati fatti secondo l'ultimo aggiornamento preso in considerazione per le verifiche di compatibilità con il PAI fa riferimento alla Delibera del Comitato Istituzionale del 13/6/2011, pubblicata sul sito web in data 15/07/2014.

Sono stati elaborati i dati secondo i TR di 30, 200 e 500 anni, con particolare attenzione ai 30 anni perché considerata come "aree ad alta probabilità di inondazione.

I risultati ottenuti non mostrano aree particolarmente pericolose in quanto abbiamo altezze di acqua che non superano i 50 cm in tutti gli impluvi analizzati.

Alla luce dello studio redatto sia la posizione delle turbine che il cavidotto possono essere progettati senza nessun problema dal punto di vista idraulico.

FIRMA



Sistema di riferimento  
WGS 84 / UTM zone 33N

XF

XF

**Legenda**

- Viabilità
- cavidotto AT
- cavidotto MT
- STORAGE AREA
- area SSEU produttori con progettazione a cura della società capofila "Ambrasolare S.r.l. - Powertis"
- futuro ampliamento SE Terna
- SE Terna

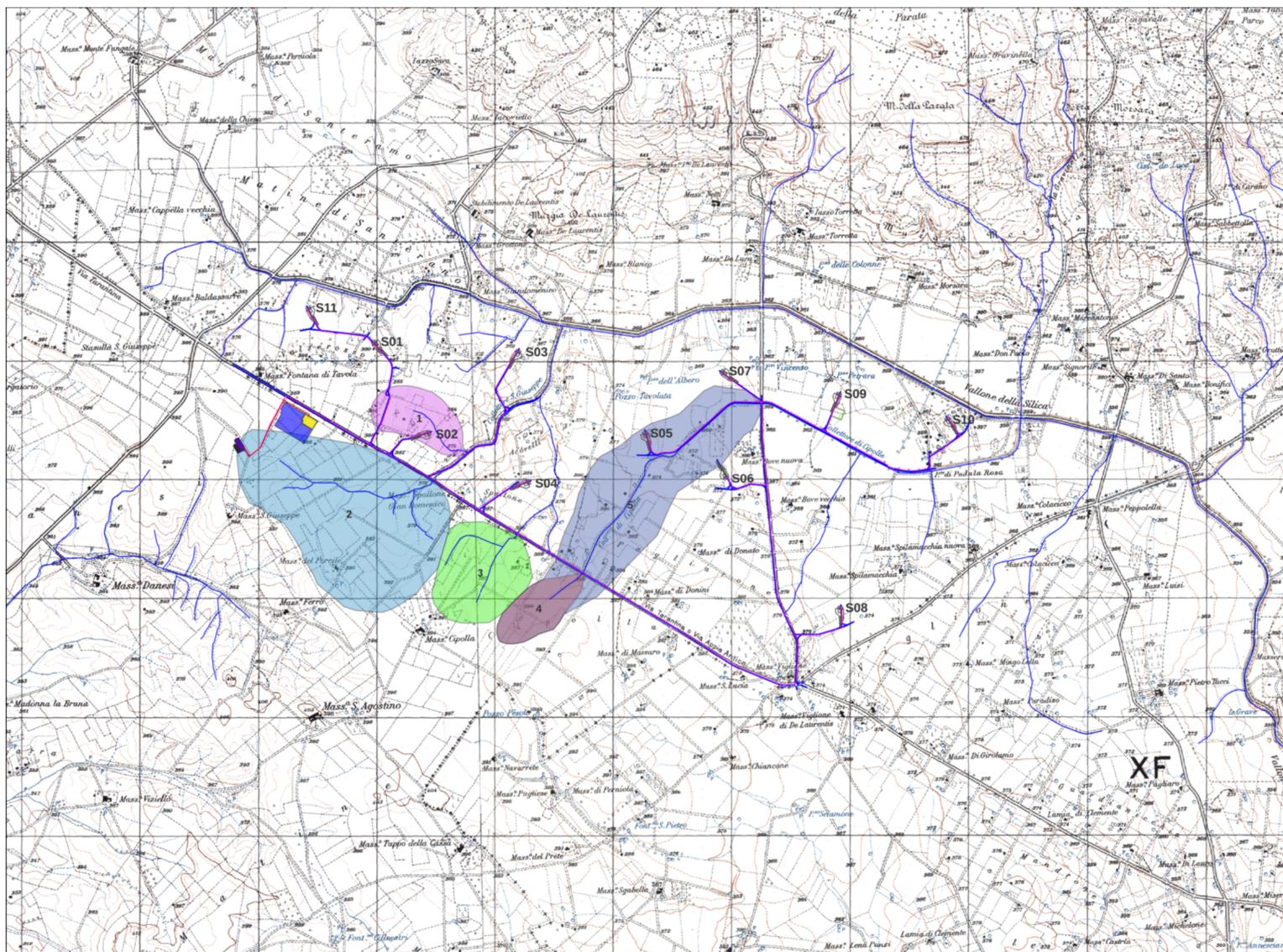
Foglio 189 III SE Matera Nord e Foglio 189 II SO Vallone della Silica

**REGIONE PUGLIA**  
Provincia di Bari  
**COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE**

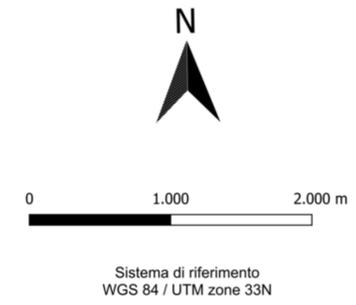


committente: <b>IBERDROLA RENOVABLES ITALIA S.p.A.</b>			
Società di Progettazione: 		Ingegneria & Innovazione	
Progetto: <b>PARCO EOLICO "SANTERAMO"</b>		Livello: <b>DEFINITIVO</b>	
Elaborato: <b>COROGRAFIA</b>		Il geologo	
Scala: <b>1:25000</b>	Nome DIS/FILE:	Allegato: <b>1</b>	F.to: <b>A1</b>

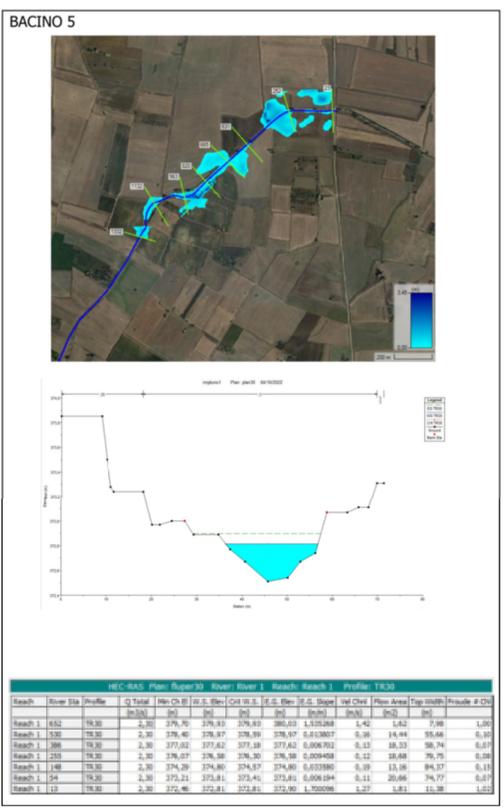
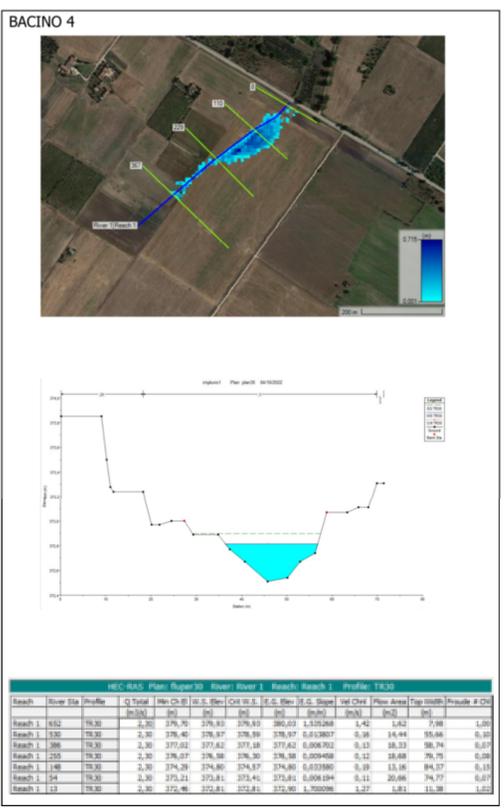
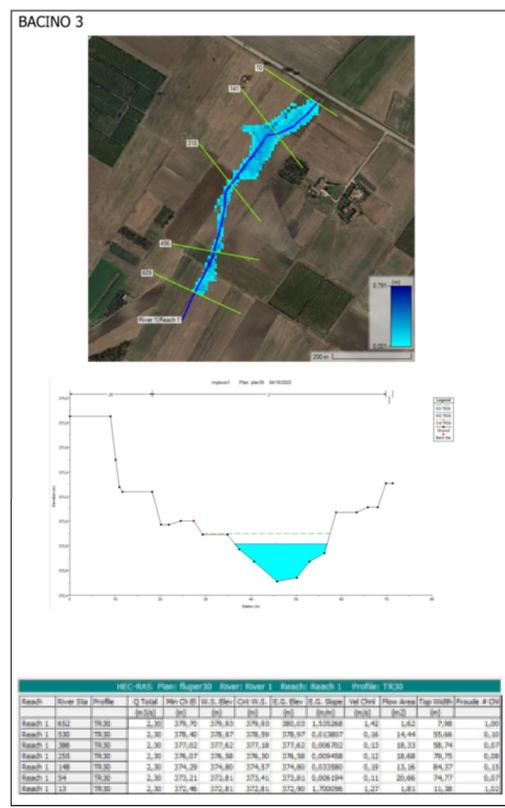
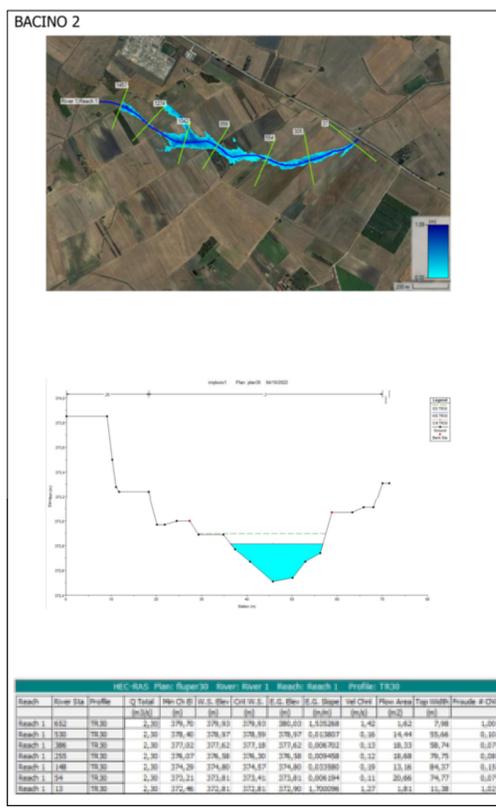
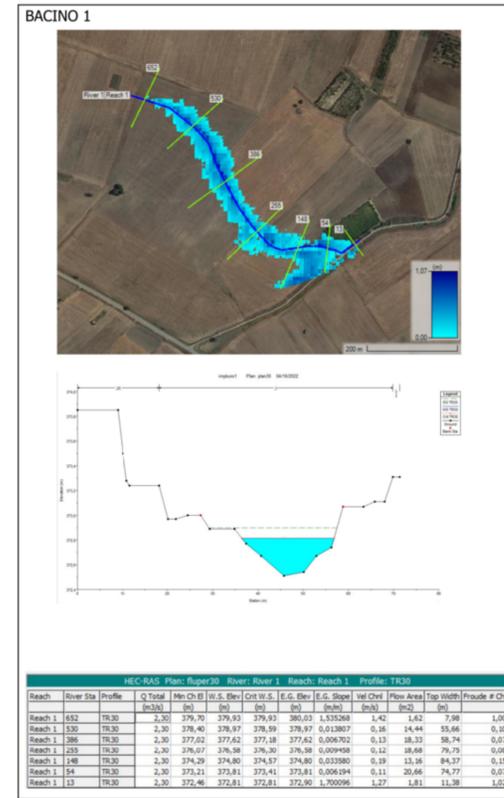
Via Janica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409  
Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it



- Legenda**
- Viabilità
  - cavidotto MT
  - cavidotto AT
  - STORAGE AREA
  - futuro ampliamento SE Terna
  - SE Terna
  - area SSEU produttori con progettazione a cura della società capofila "Ambrasolare S.r.l. - Powertis
  - reticolo Santeramo



- BACINI**
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5



**REGIONE PUGLIA**  
 Provincia di Bari  
**COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE**



committente:		<b>IBERDROLA RENOVABLES ITALIA S.p.A.</b>			
Società di Progettazione:				Ingegneria & Innovazione	
Progetto:		<b>PARCO EOLICO "SANTERAMO"</b>		Livello: <b>DEFINITIVO</b>	
Elaborato:		<b>CARTA IDROGRAFICA</b>		Il geologo	
Scala:	Nome DIS/FILE:	Allegato:	F.to:		
1:25000		2	A1		