

REGIONE SARDEGNA

Città Metropolitana di Sassari (SS)

COMUNE DI ITTIRI



1	EMISSIONE ENTI ESTERNI	16/01/23	NASTASI M.	SIGNORELLO A.	NASTASI A.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	30/11/22	NASTASI M.	SIGNORELLO A.	NASTASI A.
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.

Committente: PV ITALY 1 S.r.l  Sede legale in Via dell'Annunciata, 23/4, 20121, Milano Partita I.V.A. 11515530969 – PEC: pv_italy1@pec.it		Società di Sviluppo: AVAPA ENERGY Sede legale in Via Galliera, 28, 40121, Bologna Partita I.V.A. 03816011203 – PEC: avapaenergysrl@legalmail.it		
Società di Progettazione: Ingegneria & Innovazione  Via Jonica, 16 – Loc. Belvedere 96100 Siracusa (SR) Tel.: 0931.1663409 Web: www.antexgroup.it E-mail: info@antexgroup.it		Società di Sviluppo:  Via Don Luigi Sturzo, 6/c 74020 Roccaforzata (TA) PEC: enecosrls@legal.mail.it Part. IVA 02987670730		
Progetto: IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 kWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN COMUNE DI ITTIRI (SS)			Progettista/Resp. Tecnico: Dott. Ing. Antonino Signorello Ordine degli Ingegneri della Provincia di Catania N° 6105 sez. A	
Elaborato: RELAZIONE IDROLOGICA–IDRAULICA			Geologo: Dott. Geol. Milko Nastasi Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia n° 3139 sez. A	
Scala:	Nome DIS/FILE:	Allegato:	F.to:	Livello:
N.A.	C21036S05–VA–RT–02–01	1/1	A4	DEFINITIVO
// presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.				



1. PREMESSA	3
2. FASI DI LAVORO.....	3
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-IDROGRAFICO.....	6
5. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E IDROLOGICHE.....	8
5.1 Metodo di studio.....	9
5.2 Calcolo delle portate di massima piena per assegnati tempi di ritorno	14
5.3 Analisi idraulica	19
6. POSA DEL CAVIDOTTO	22
CONCLUSIONI.....	24

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Corografia della zona in scala 1:25000.....	5
Figura 2 - Mappa dei vari comuni interessati dall’impianto in progetto	6
Figura 3 - Area interessata dall’ impianto con reticolo idrografico presente.....	7
Figura 4 - impluvio oggetto di studio.....	8
Figura 5 – Geometria dell’impluvio.....	19
Figura 6 – illustrazione tecnica TOC.....	23

ALLEGATI:

- ALLEGATO 1: COROGRAFIA 1:25000;
- ALLEGATO 2: CARTA DELLE INTERFERENZE, 1:10000;
- ALLEGATO 3: CARTA DEGLI STUDI IDRAULICI, 1:10000.

PV ITALY 1 S.r.l	IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 KWP E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN COMUNE DI ITTIRI (SS)	 Antex group Ingegneria & Innovazione		
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	16/01/2023	REV: 1	Pag.2

1. PREMESSA

Per conto della società proponente, PV ITALY 1 S.r.l la società Antex Group Srl ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, da realizzarsi nel territorio del Comune di Ittiri nella Città Metropolitana di Sassari. Il progetto prevede l'installazione di n. 38.304 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 670 Wp ciascuno, su strutture ad inseguimento monoassiale in acciaio zincato a caldo, con una potenza complessiva pari a 25.633,68 kWp. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 36 kV sul futuro ampliamento a 36 kV della stazione elettrica (SE) RTN 380 kV "Ittiri".

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl.

Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali, gestionali, legali e di finanza agevolata e pone 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.

Antex Group in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti, è in possesso di un proprio Sistema di Gestione Qualità certificato ISO 9001:2015 per attività di "Servizi tecnico-professionali di ingegneria multidisciplinare".

2. FASI DI LAVORO

Per adempiere alle considerazioni fatte nella premessa, in questa fase di progetto definitivo, sono stati eseguiti sopralluoghi, ricerche bibliografiche, consultata la cartografia P.A.I. vigente e le varie carte tematiche della zona, il tutto per accertare le condizioni idrologiche e idrauliche della zona e cercare di definire a grandi linee il modello geologico.

Sono stati riportati in cartografia gli shape dei fiumi e torrenti del geoportale Sardegna e implementati a seguito del sopralluogo, la dove sono stati riscontrati possibili interferenza con le aree in progetto è stata eseguita

PV ITALY 1 S.r.l	IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 KWP E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN COMUNE DI ITTIRI (SS) RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	 Ingegneria & Innovazione		
		16/01/2023	REV: 1	Pag.2

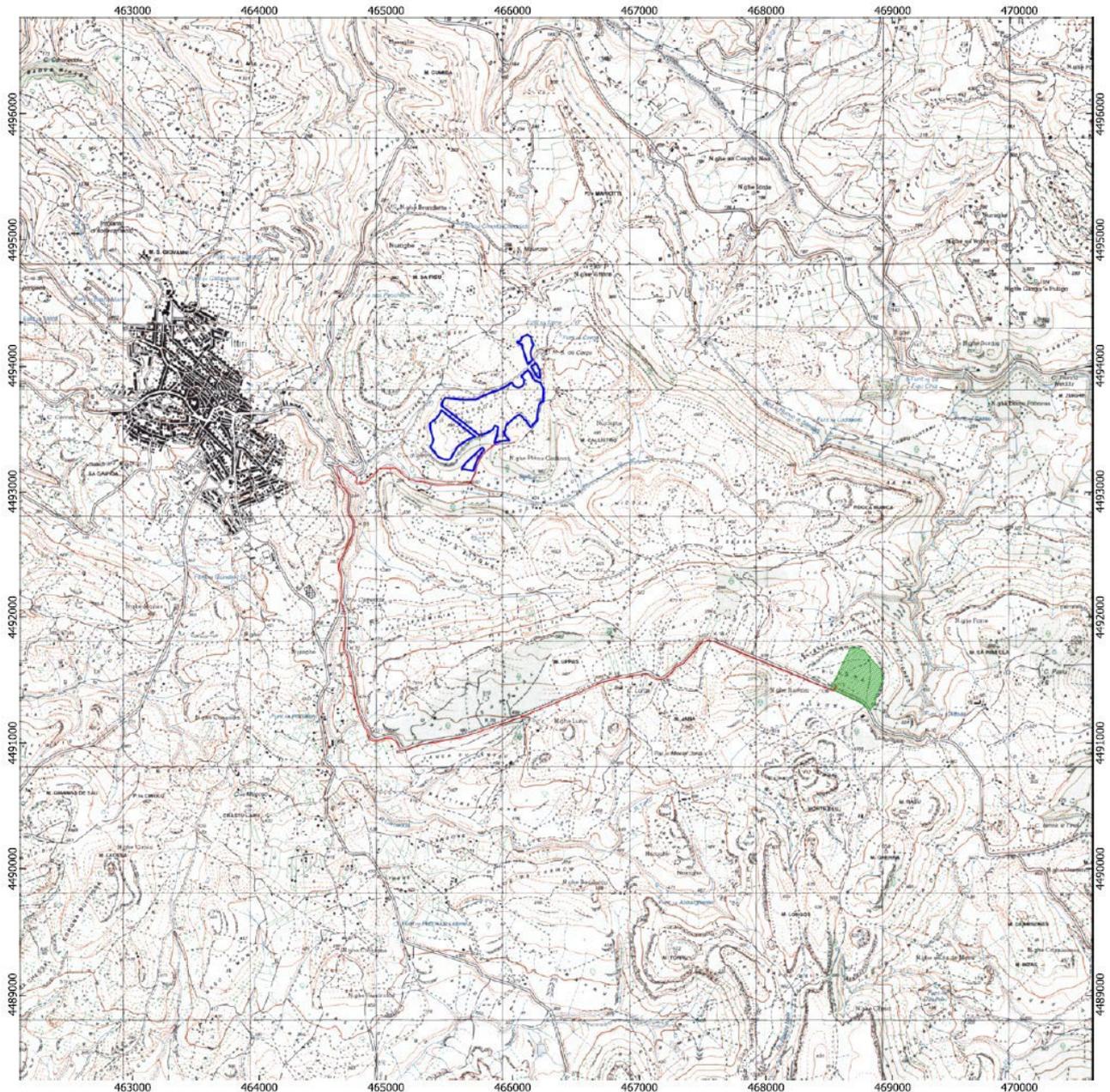
un'analisi idraulica con software dedicati per escludere possibili zone di allagamento nei periodi di forti piogge.

-Le norme, alla quale si è fatto riferimento sono elencate di seguito:

- *Linee Generali del Piano di Tutela delle Acque, come Piano stralcio di bacino ai sensi dell'art. 44 del D.Lgs 11.5.1999 n. 152.;*
- *Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica (articolo 47 delle nta del pai)*
- *le linee guida edite dall'A.R.T.A. nell'ambito del Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I).*
- *Norme di Attuazione del P.A.I. (Aggiornate con Delibera G.R. n. 17/14 del 26 aprile 2006);*

3. 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.



Legenda

- Area impianto
- Area in progetto futuro ampliamento a 36 kV SE "Ittiri"
- CAVIDOTTO 36KV

Figura 1 - Corografia della zona in scala 1:25000

L'area sulla quale è in progetto l'impianto fotovoltaico ricade nel Foglio 459 II Ossi e 479 I Ittiri (fig.1).

Le quote relative all'impianto eolico vanno dai 460 ai 493 m.s.l.m e si trova ubicato a Est.

PV ITALY 1 S.r.l	IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 KWP E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN COMUNE DI ITTIRI (SS) RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	 Ingegneria & Innovazione		
		16/01/2023	REV: 1	Pag.2

L'area di intervento è individuata sulla cartografia tecnica della Regione Autonoma della Sardegna in scala 1:10000, più precisamente all'interno delle CTR n° 479030, 479040, 59150, 459160.

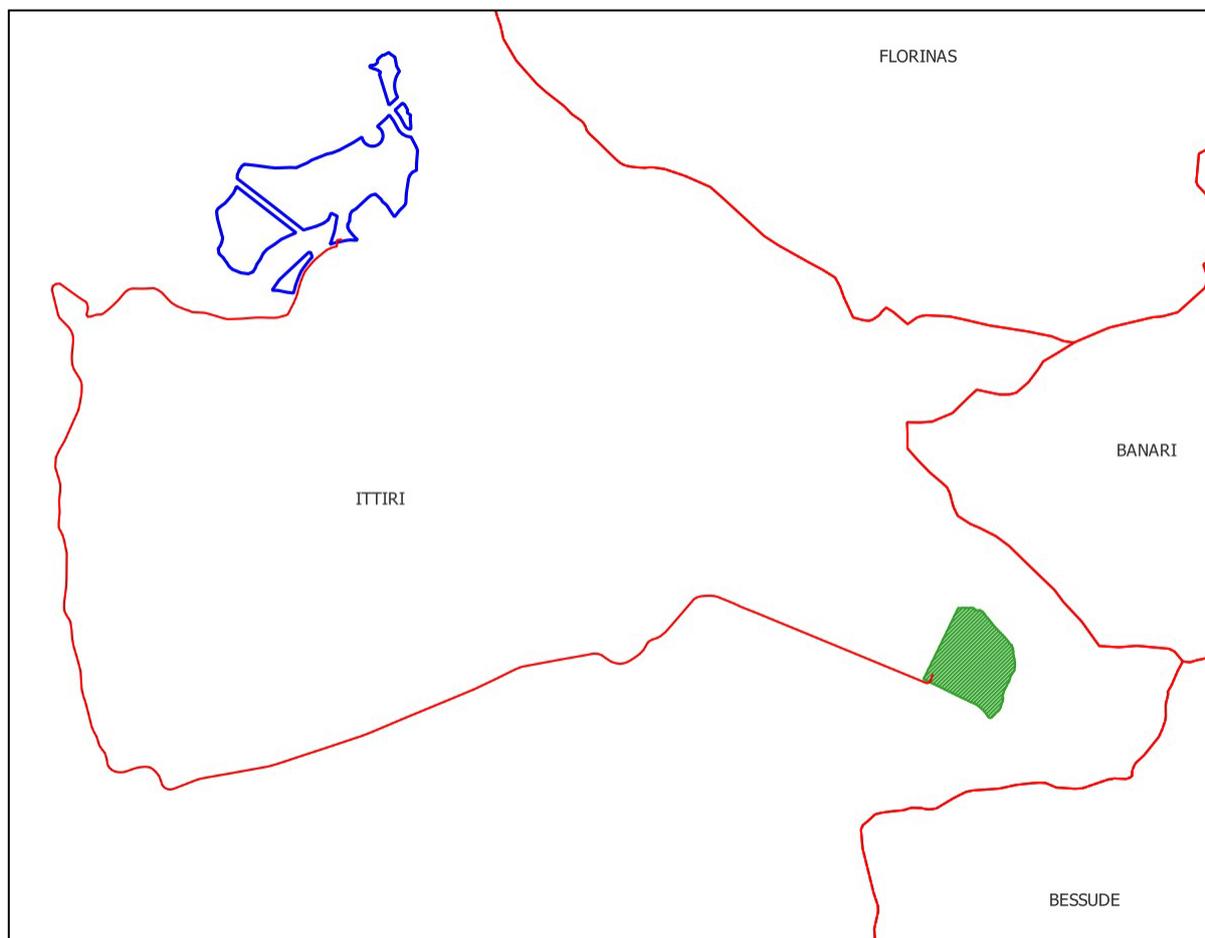


Figura 2 - Mappa dei vari comuni interessati dall'impianto in progetto

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-IDROGRAFICO

L'area di studio appartiene ad un contesto geomorfologico caratterizzato da un'area collinare digradante verso SO con una percentuale medio del 6%.

Sono presenti alcune incisioni, tra le quali la più importante è il Riu Minore, che morfologicamente hanno una geometria per lo più arrotondata.

Il reticolo idrografico è di tipo dendritico con pattern fortemente condizionati dall'assetto strutturale del basamento.

I corsi d'acqua principali è il Riu Minore, il quale più a Nord sfocia nel Riu Mannu, che nei pressi dell'area si presentano con incisioni arrotondate.

Osservando i dati presenti nell'archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984) si è potuto vedere che la falda si attesta oltre i 50 m dal p.c , dato osservato su un pozzo scavato un po' più a valle del sito.

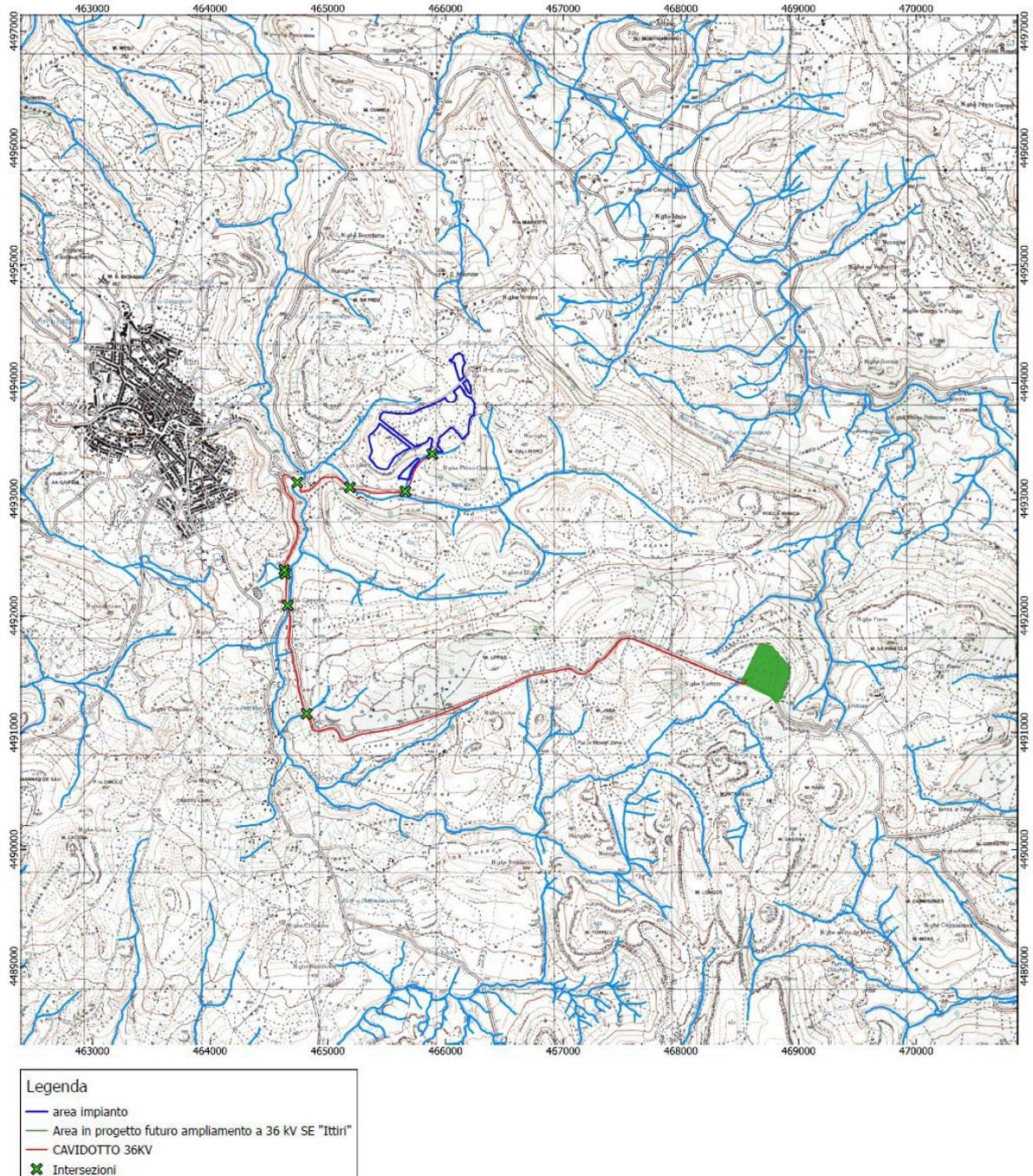


Figura 3 - Area interessata dall' impianto con reticolo idrografico presente

PV ITALY 1 S.r.l	IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 KWP E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN COMUNE DI ITTIRI (SS) RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	 Ingegneria & Innovazione		
		16/01/2023	REV: 1	Pag.2

5. CONSIDERAZIONI IDRAULICHE E IDROLOGICHE

Sull'area oggetto di studio è stata individuata un'area nella zona a Sud interessata da un impluvio di un certo rilievo, non segnato nelle carte ufficiali, dove è stata individuata la linea di deflusso delle acque che interferisce con una possibile area di installazione dei pannelli. È stata individuata una stazione metereologica nelle vicinanze dal quale ottenere i dati pluviometrici per le varie elaborazioni probabilistiche e capire l'andamento del tirante idraulico di interesse.



Figura 4 - impluvio oggetto di studio

PV ITALY 1 S.r.l	IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 KWP E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN COMUNE DI ITTIRI (SS) RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	 Ingegneria & Innovazione		
		16/01/2023	REV: 1	Pag.2

5.1 Metodo di studio

Rapporto sull'elaborazione probabilistica:

Elaborazione Gumbel

Modello di Gumbel

L'insieme dei valori x assunti da una generica grandezza idrologica può essere considerato una variabile casuale X la cui popolazione è costituita dall'insieme di tutti i valori che la x ha assunto per il passato o potrà assumere in futuro.

La serie statistica costituita dagli n valori $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$ assunti dalla x in una determinata stazione di misura, può essere considerato come un campione di dimensione n tratto a caso dalla popolazione della X .

Ci si propone di risalire dalla composizione nota del campione a quella incognita della popolazione, tenendo però bene in conto che, per difetto di campionatura, la composizione del primo può scostarsi, più o meno, da quella della seconda.

All'interno di una generica variabile casuale Z , definita variabile originaria, si considera un campione di dimensione k di osservazioni tratte a caso dalla popolazione della z e si assume come variabile il massimo valore $x=z_k$ assunto da z fra le osservazioni del campione.

Posto che dalla popolazione della z possono pensarsi tratti infiniti campioni di dimensione k e posto che z_k assume di volta in volta valori diversi, alla distribuzione della variabile originaria z si può associare quella del valore massimo in un campione di dimensione k .

Ciò premesso, la funzione di ripartizione $\Phi(x)$ del massimo valore $x=z_k$, raggiunto dalla variabile originaria z in un campione di dimensione k , misura la probabilità che x risulti inferiore o al più eguale a un assegnato valore. Se fosse nota la funzione di ripartizione $\Phi(z)$ della z , $\Phi(x)$, in base al quinto assioma del calcolo delle probabilità, sarebbe definito a mezzo della relazione:

$$\Phi(x = z_k) = [\Phi(z)]^k$$

se le k osservazioni che costituiscono il campione sono indipendenti una dall'altra.

In effetti la $\Phi(z)$ raramente è nota. Quando però si considerino campioni di grande dimensione, sicché i valori massimi z_k risultano spostati nel campo dei valori più grandi della x , ai fini applicativi è sufficiente conoscere l'andamento della $\Phi(z)$ in prossimità dei valori massimi e dedurre da questo l'andamento assunto dalla $\Phi(x)$ per diversi valori di k , in particolare esaminando se essa tende a una forma asintotica al crescere di k all'infinito. Nel campo dell'idrologia la $\Phi(z)$ risulta generalmente di tipo esponenziale.

Sia ε il valore di z che ci si deve attendere che venga superato una volta su k (estremo atteso), per cui:

$$k[1 - \Phi(z = \varepsilon)] = 1$$

considerando il parametro $\alpha = k\Phi(z = \varepsilon)$ che misura la rapidità con cui ε varia al variare di k (intensità di funzione) e sviluppando in serie di Taylor la funzione $\Phi(z)$ in prossimità di ε si può dimostrare che per grandi valori di z , quale che sia $\Phi(z)$, risulta:

PV ITALY 1 S.r.l	IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 KWP E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN COMUNE DI ITTIRI (SS) RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	 Antex group Ingegneria & Innovazione		
		16/01/2023	REV: 1	Pag.2

$$\Phi(z) = 1 - \frac{1}{k} e^{-\alpha(x-\varepsilon)}$$

$$\Phi(x) = \left[1 - \frac{1}{k} \cdot e^{-\alpha(x-\varepsilon)} \right]^k$$

che tende, per k tendente ad infinito, alla funzione asintotica:

$$\Phi(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\varepsilon)}}$$

che viene perciò definita legge asintotica del massimo valore, o legge doppio esponenziale o legge di **Gumbel**.

I parametri ε ed α sono legati alla media η e allo scarto quadratico medio σ della x dalle relazioni:

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \sigma = \frac{\sigma}{1,28255}$$

$$\varepsilon = \eta - 0,450 \sigma$$

Dati Elaborazione

Stazione di misura: Diga Bidighinzu

Distribuzione probabilistica: Gumbel

Metodo di stima dei parametri: Massima verosimiglianza

Elaborazioni presenti: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Elaborazioni valide: 5 (1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore, 24 ore)

Stima parametri

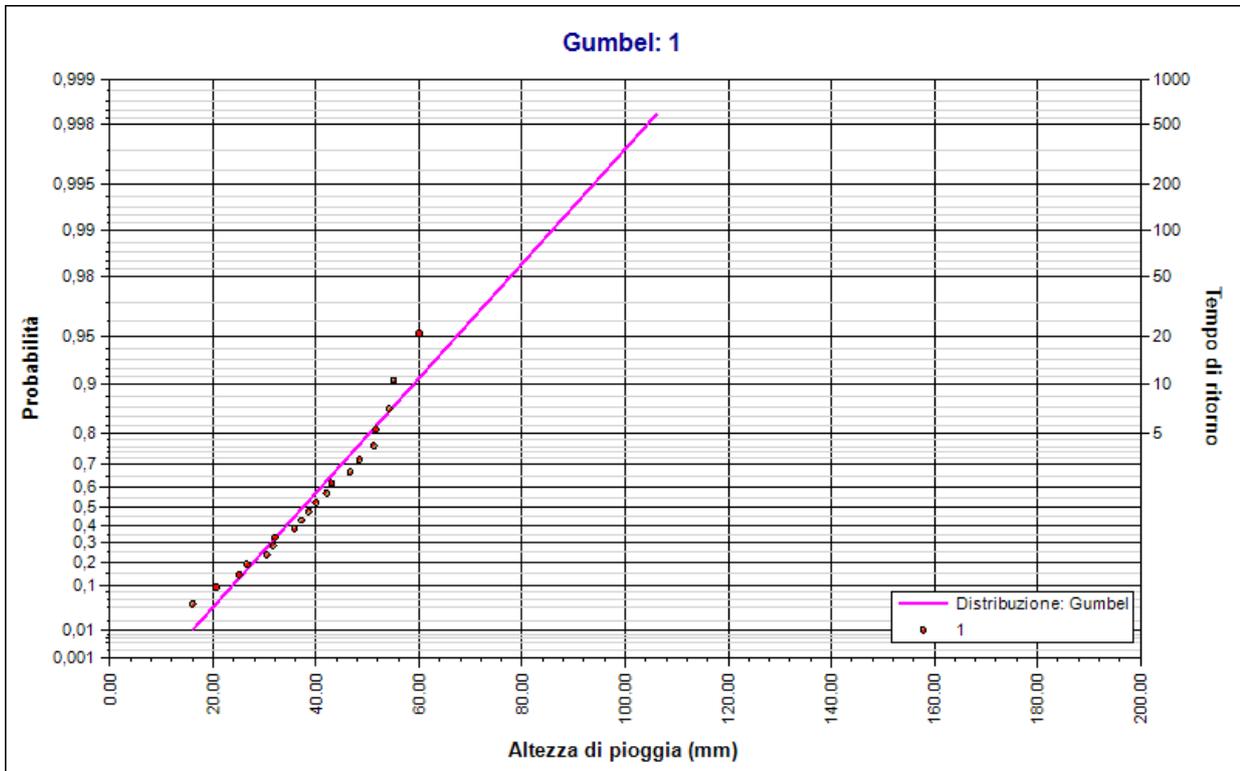
Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	20	20	20	20	20
Valore medio	39.29	48.30	55.39	62.12	70.75
Dev. standard	12.17	14.09	16.20	17.24	16.59
Alfa	0.0875	0.0728	0.0680	0.0604	0.0662
Epsilon	33.294	41.176	47.407	53.387	62.586

Espressioni delle CDF della distribuzione

Gumbel: 1	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,088 (x - 33,294) \right) \right]$
Gumbel: 3	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,073 (x - 41,176) \right) \right]$
Gumbel: 6	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,068 (x - 47,407) \right) \right]$
Gumbel: 12	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,060 (x - 53,387) \right) \right]$
Gumbel: 24	$F_x(x) = \exp \left[-\exp \left(-0,066 (x - 62,586) \right) \right]$

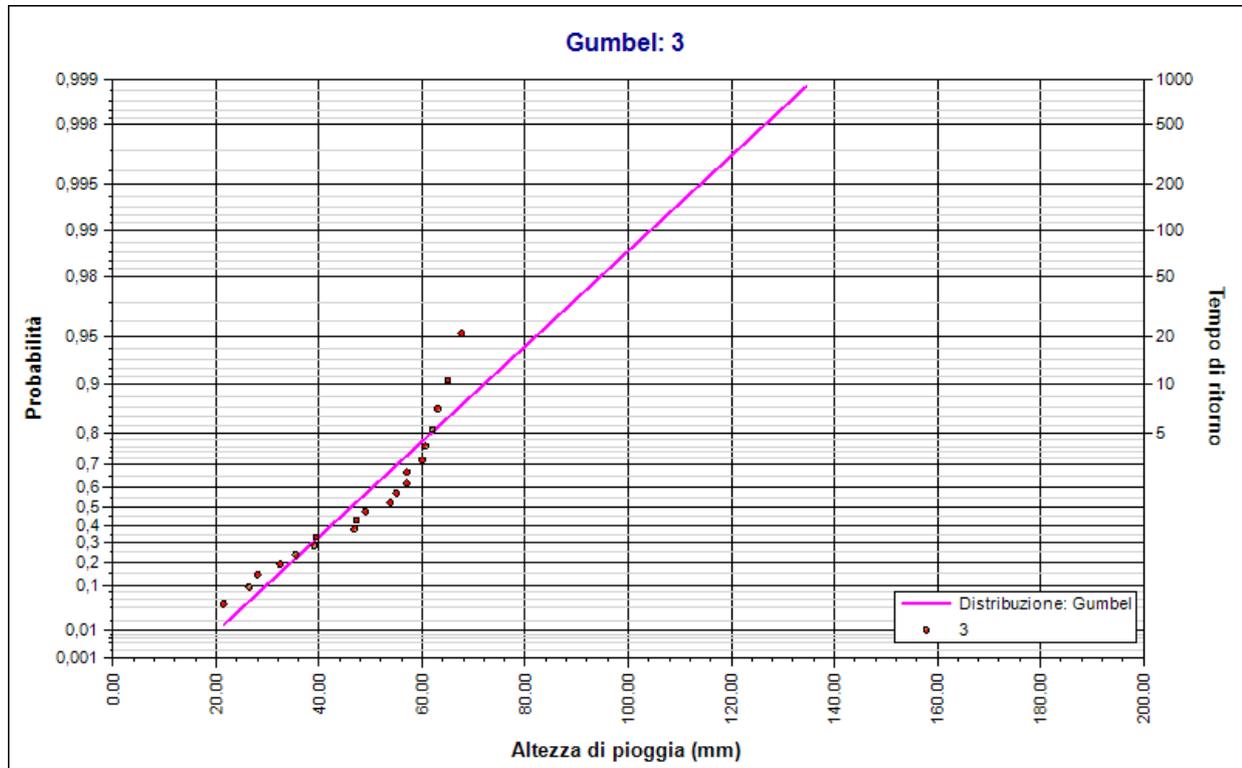
Frattili distribuzioni probabilistiche

Tempi di ritorno	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2 anni	37.48	46.21	52.79	59.46	68.12
5 anni	50.43	61.79	69.45	78.24	85.24
10 anni	59.01	72.10	80.48	90.67	96.57
20 anni	67.23	81.99	91.06	102.59	107.44
50 anni	77.88	94.79	104.75	118.03	121.51
100 anni	85.85	104.38	115.01	129.60	132.05
200 anni	93.80	113.94	125.23	141.12	142.56
500 anni	104.29	126.55	138.72	156.33	156.42
1000 anni	112.21	136.08	148.91	167.82	166.89

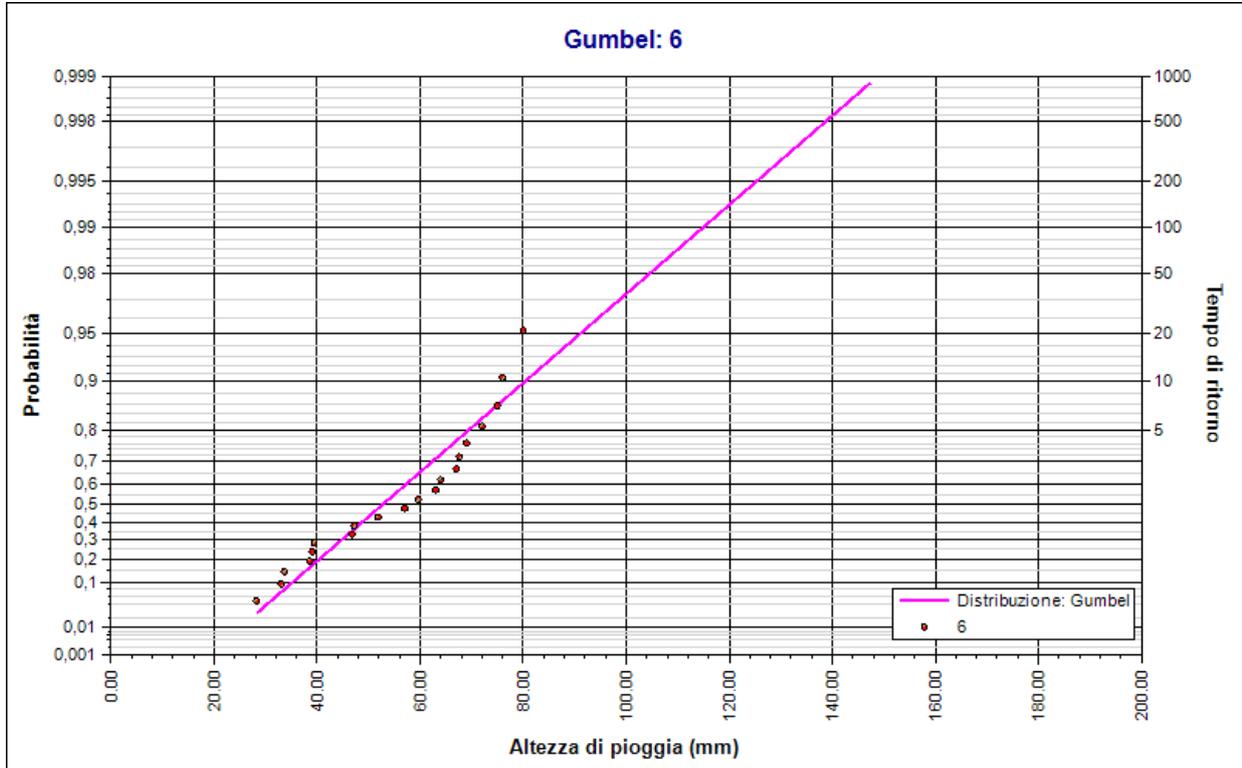


Elaborazione Gumbel 1 ora

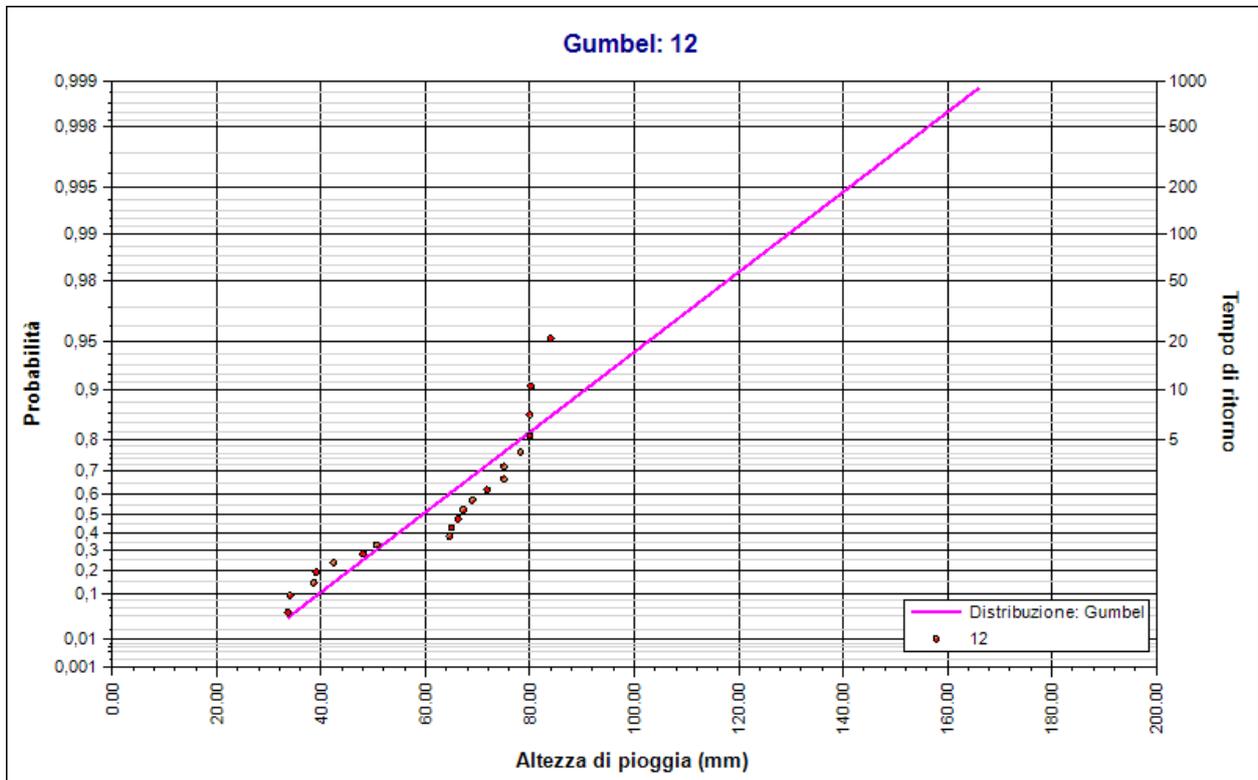
Elaborazione Gumbel 3 ore



Elaborazione Gumbel 3 ore



Elaborazione Gumbel 6 ore

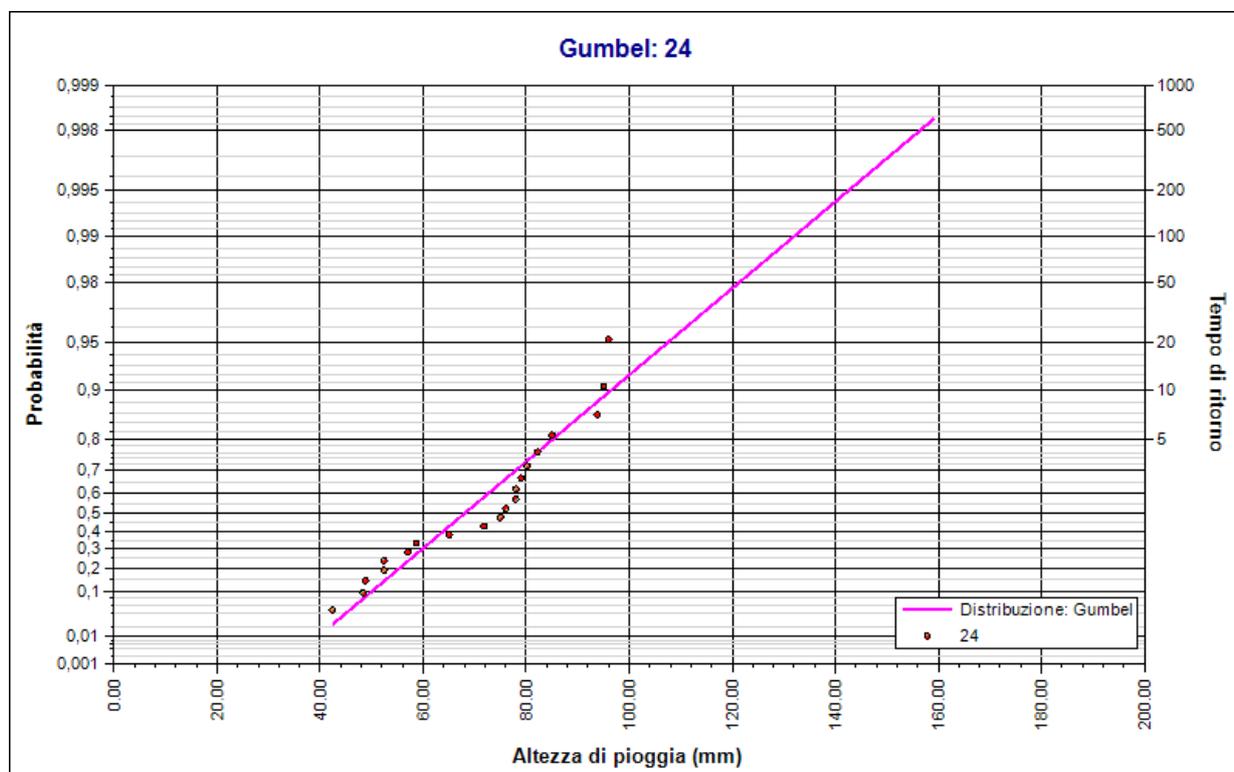


Elaborazione Gumbel 12 ore

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

Comm.: C21-036-S05





Elaborazione Gumbel a 24 ore

5.2 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 sul torrente che passa sugli impluvi elencati precedentemente.

I dati utilizzati, pochi per analisi più ampie e dettagliate, sono stati ottenuti dagli annali idrologici dal 2008 al 2019 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

PV ITALY 1 S.r.l	IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 KWP E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN COMUNE DI ITTIRI (SS) RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	 Ingegneria & Innovazione		
		16/01/2023	REV: 1	Pag.2

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 (T_c)** 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 <small>$A > 170 km^2$</small>	$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}}$
Formula di Tournon <small>$30 < A < 170 km^2$</small>	$t_c = 0.396 \frac{L}{\sqrt{i}} \left(\frac{A}{L^2} \frac{\sqrt{i}}{\sqrt{Y}} \right)^{0.72}$
Formula di Pezzoli <small>bacini piccoli</small>	$t_c = 0.055 \frac{L}{\sqrt{i}}$

L'area del bacino è inferiore a $20 km^2$ per cui utilizzeremo la formula di Pezzoli.

PV ITALY 1 S.r.l	IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 KWP E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN COMUNE DI ITTIRI (SS)	 Antex group Ingegneria & Innovazione		
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	16/01/2023	REV: 1	Pag.2

Bacino 1

Di seguito verranno riportati i risultati dei tre bacini individuati.

Superficie del Bacino	S =	0,33	Km ²
Lunghezza percorso idraulico principale	L =	0,72	Km
Altitudine max percorso idraulico	Hmax =	481,00	m (s.l.m.)
Altitudine min percorso idraulico	H0 =	398,84	m (s.l.m.)
Pendenza media percorso idraulico	P =	0,11	(m/m)
Altitudine max bacino	Hmax =	495,00	m (s.l.m.)
Altitudine sezione considerata	H0 =	398,84	m (s.l.m.)
Altitudine media bacino	Hm =	489,00	m (s.l.m.)
Dislivello medio bacino	Hm - H0 =	95,00	m

Per le analisi statistiche si è presa come riferimento la stazione di Alghero 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 2010 al 2020, 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)
2020	37,40	38,40	39,00	46,00	75,20
2019	25,40	36,80	43,00	45,40	55,80
2018	29,00	29,20	29,20	33,40	47,40
2017	19,40	21,00	21,40	29,20	32,00
2016	46,00	53,40	55,80	55,80	55,80
2015	11,80	19,20	33,20	63,40	70,80
2014	9,60	15,80	16,80	22,20	32,20
2013	18,40	20,80	32,20	43,00	49,80
2012	21,40	24,80	38,20	61,40	69,60
2011	28,00	28,20	28,20	31,40	46,40
2010	12,00	19,40	33,40	63,60	71,00

**ANALISI STATISTICA DEI DATI PLUVIOGRAFICI
(Metodo di Gumbel)**

Tabella 1 - Valori per ciascuna durata t , della media $\mu(h_t)$, dello scarto quadratico medio $\sigma(h_t)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

N =	10	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		23,49	27,91	33,67	44,98	55,09
$\sigma(h_t)$		11,24	11,15	10,55	14,71	15,28
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0,11	0,12	0,12	0,09	0,08
$u_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		18,43	22,89	28,92	38,36	48,21

Tabella 2 - Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	$h_{max} =$	38,15	42,45	47,43	64,17	75,02
30 anni	$h_{max} =$	48,08	52,31	56,76	77,17	88,53
50 anni	$h_{max} =$	52,61	56,80	61,01	83,10	94,69
100 anni	$h_{max} =$	58,73	62,87	66,75	91,11	103,01
200 anni	$h_{max} =$	64,82	68,92	72,48	99,09	111,30

Tabella 3 -

Tr		LEGGE DI PIOGGIA	$h = a \times t^n$
10 anni	→		$h=35,352 \times t^{0,2223}$
30 anni	→		$h=44,438 \times t^{0,202}$
50 anni	→		$h=48,59 \times t^{0,1949}$
100 anni	→		$h=54,193 \times t^{0,187}$
200 anni	→		$h=59,777 \times t^{0,1804}$

DATI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO SOTTESO ALLA SEZIONE DI CHIUSURA CONSIDERATA		TEMPO DI CORRIVAZIONE t_c (ore)
Superficie del Bacino	$S = 0,33$ Km ²	Giandotti $\Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m \cdot H_0}} =$ Kirpich, Watt- $\Rightarrow t_c = 0.02221 \left(\frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.8} = 0,17$ Chow & Pezzoli Toumon $\Rightarrow T_c = \frac{0.396L}{\sqrt{P_i}} \left(\frac{S}{L^2} \sqrt{\frac{P_i}{P_b}} \right)^{0.72} =$
Lunghezza percorso idraulico principale	$L = 0,72$ Km	
Altitudine max percorso idraulico	$H_{max} = 481,00$ m (s.l.m.)	
Altitudine min percorso idraulico	$H_0 = 398,84$ m (s.l.m.)	
Pendenza media percorso idraulico	$P_i = 0,11$ (m/m)	
Altitudine max bacino	$H_{max} = 495,00$ m (s.l.m.)	
Altitudine sezione considerata	$H_0 = 398,84$ m (s.l.m.)	
Altitudine media bacino	$H_m = 489,00$ m (s.l.m.)	
Dislivello medio bacino	$H_m - H_0 = 95,00$ m	
Pendenza media bacino	$P_b = \#DIV/0!$ (m/m)	
Lunghezza da Q max bacino - sezione	0 m	

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

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

- c = coefficiente di deflusso
- $h_{(t,T)}$ = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
- S = superficie del bacino (km²)
- t_c = tempo di corrivazione (ore)
- 3,6 = fattore di conversione che permette di ottenere la Q_{max} in m³/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 $c =$	0,20	S (km ²) =	0,33	t_c (ore) =	0,17
----------------	-------------	--------------------------	-------------	---------------	-------------

T_r (anni)	a	n	t_c (ore)	$h_{(t,T)}$ (mm)	Q_{max} (m ³ /sec)
10	35,3515	0,2223	0,17	23,85	2,57
30	44,4384	0,2020	0,17	31,08	3,35
50	48,5901	0,1949	0,17	34,41	3,70
100	54,1926	0,1870	0,17	38,92	4,19
200	59,7770	0,1804	0,17	43,44	4,68

5.3 Analisi idraulica

È stato eseguito uno studio idraulico sull’impluvio messo in evidenza nell’allegato 3 e in fig.4 per il quale è stato eseguito uno studio idraulico con il software Hec-Ras utilizzando le portate ottenute con la formula del metodo razionale e settando i dati considerando un flusso permanente e tempi di ritorno TR100.

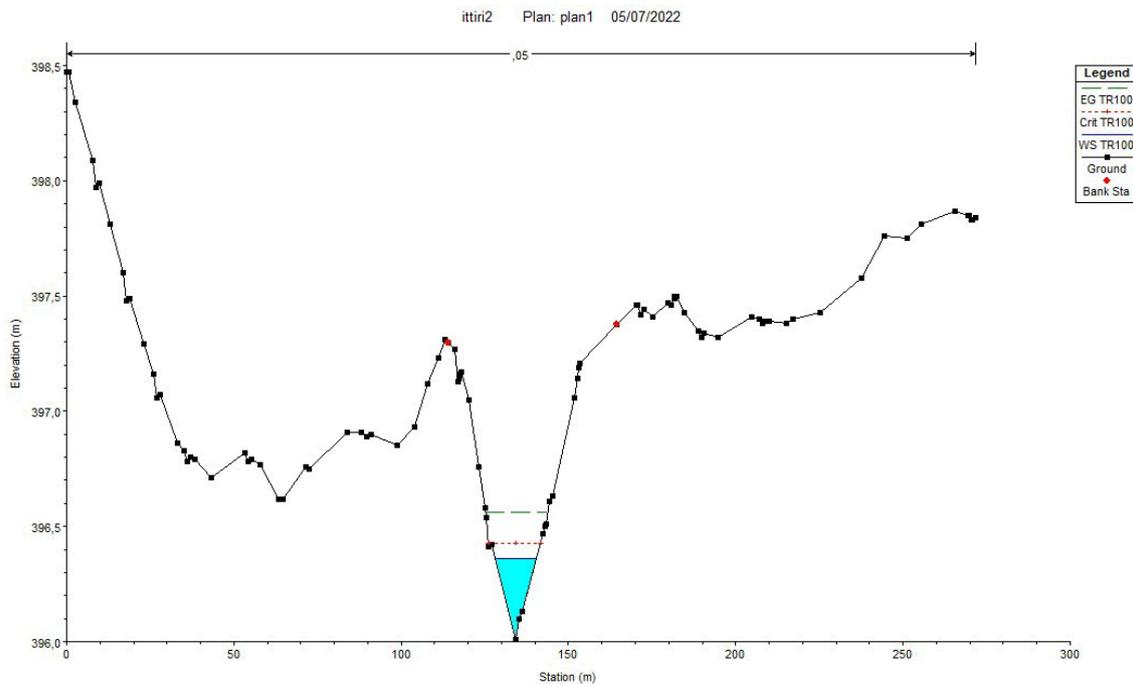
Calcolo idraulico impluvio 1 a Sud dell’impianto

È stato individuato l’impluvio e tracciato le sezioni trasversali, inserite le condizioni al contorno dal quale è stato ottenuto l’altezza del tirante idraulico passante per ogni sezione tracciata, ottenendo altezze che vanno da 0,01 a 2,12

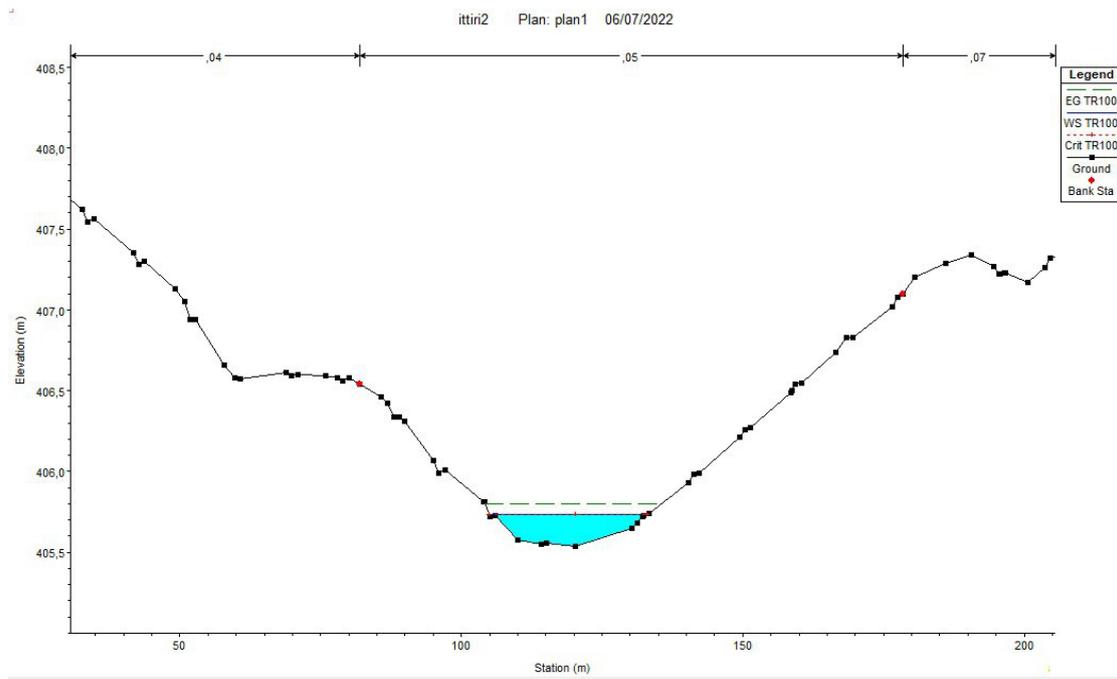


Figura 5 – Geometria dell’impluvio

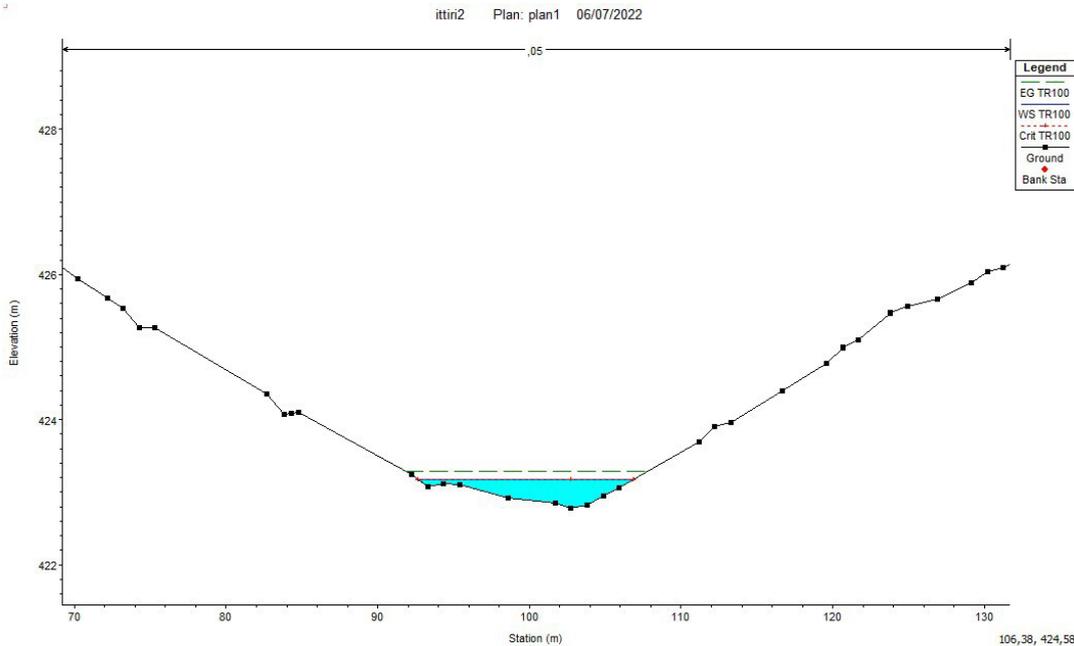
Dalle simulazioni effettuate, si può notare come l'altezza massima del tirante idraulico ha dei picchi massimi nella zona alta dell'impluvio, dove è presente una piccola depressione che fa accumulare l'acqua per poi riversarsi lungo la linee di deflusso, raggiungendo più a valle altezze modeste dai 0,20 m a 0,40 m.



Sezione di chiusura n°10



Sezione di chiusura n°95



Sezione di chiusura n° 236

È da notare che dal punto di vista delle velocità del tirante idraulico in questa zona evidenziata le velocità sono basse, segno che ci sia una piccola zona di accumulo che fa rallentare il deflusso con conseguente innalzamento dell'acqua.

Discorso inverso nella zona idraulicamente e geomorfologicamente più alta dell'impluvio dove troviamo altezze sotto il decimetro e velocità elevate.

Altra considerazione da fare è che trovandoci in terreni, che da cartografia geologica possono variare da argillosi a sabbioso conglomeratici, l'erosione è solo superficiale, tant'è vero che non sono presenti aree di dissesto.

Di seguito il riepilogo dei dati ottenuti dalla simulazione:

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	519	TR100	4,19	466,41	466,71	466,71	466,79	0,047061	1,25	3,35	21,61	1,01	
Reach 1	405	TR100	4,19	447,18	447,37	447,57	449,59	3,163372	6,60	0,63	7,91	7,44	
Reach 1	294	TR100	4,19	428,34	428,62	428,64	428,73	0,058897	1,47	2,86	17,22	1,15	
Reach 1	186	TR100	4,19	417,78	417,96	418,04	418,22	0,186353	2,27	1,84	13,63	1,97	
Reach 1	95	TR100	4,19	405,54	405,70	405,74	405,82	0,113990	1,54	2,71	24,80	1,49	
Reach 1	10	TR100	4,19	396,01	396,36	396,43	396,56	0,103787	1,98	2,11	12,36	1,53	

PV ITALY 1 S.r.l	IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 KWP E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN COMUNE DI ITTIRI (SS)	 Antex group Ingegneria & Innovazione		
	RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	16/01/2023	REV: 1	Pag.2

Q = total flow in cross section

Min Ch. El. = minimum channel elevation

W. S. Elev. = calculated water surface from energy equation

Crit. W.S. = Critical water surface elevation. (water surface corresponding to the minimum energy on the energy versus depth curve)

E.G. elev. = Energy gradeline for given WSEL

E.G. Slope = Slope of the energy grade line at a cross section

Vel chnl = Average velocity of flow in main channel

Flow area = total area of cross section active flow

Top Width = top width of the wetted cross section

Alla luce di quanto emerso dallo studio idraulico si consiglia di escludere l'intera area, sia per garantire l'invarianza idraulica sia per limitare eventuali danni dovuti al dissesto geomorfologico vicino, come descritto nella relazione geologica

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 viene normalmente interrato lungo la viabilità di servizio ad una profondità di circa 1 m utilizzando lo stesso materiale di scavo per il rinterro (verificando la trincea alle forze di erosione massime);
- nel caso di attraversamento di infrastruttura idraulica, 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;

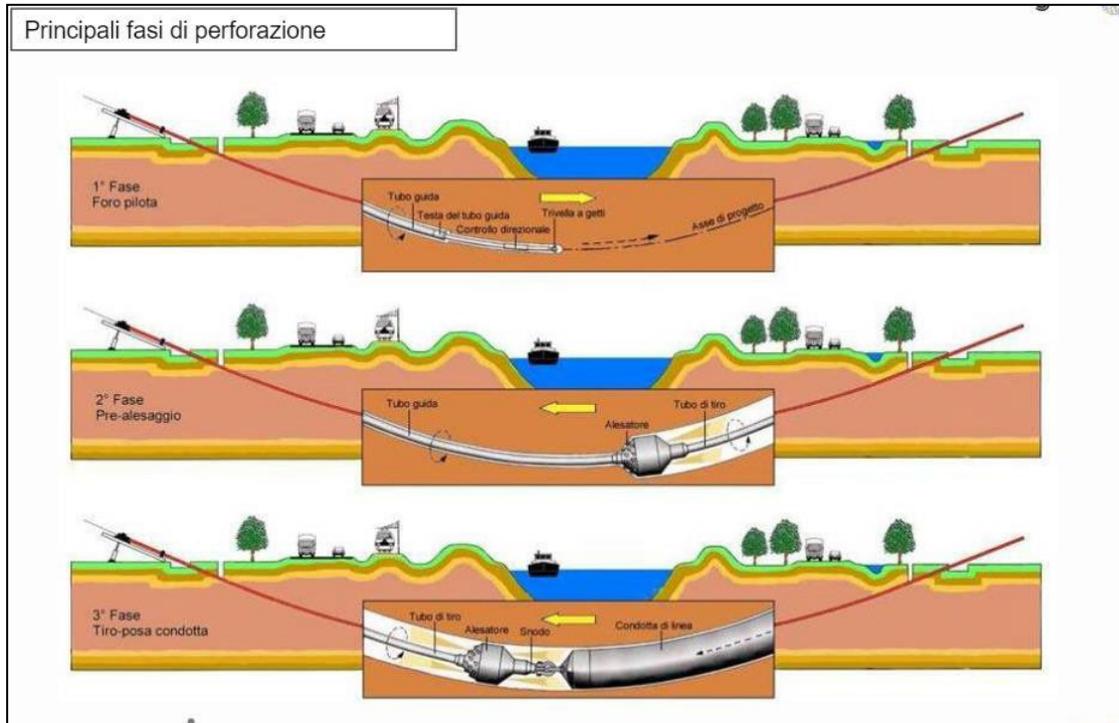


Figura 6 – illustrazione tecnica TOC

- 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.

PV ITALY 1 S.r.l	IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 KWP E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN COMUNE DI ITTIRI (SS) RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA	 Ingegneria & Innovazione		
		16/01/2023	REV: 1	Pag.2

CONCLUSIONI

Il seguente studio ha portato alle seguenti conclusioni:

È stata visualizzata e studiata la cartografia presente con l'inserimento del reticolo fluviale in formato .shp ottenuto dal geoportale della regione Sardegna.

La maggior parte dell'area è esente da problemi idraulici tranne che per l'area più piccola a sud la quale è interessata da un impluvio individuato in campo dal quale defluiscono le acque piovane proveniente dalle aree più a nord a quote più alte.

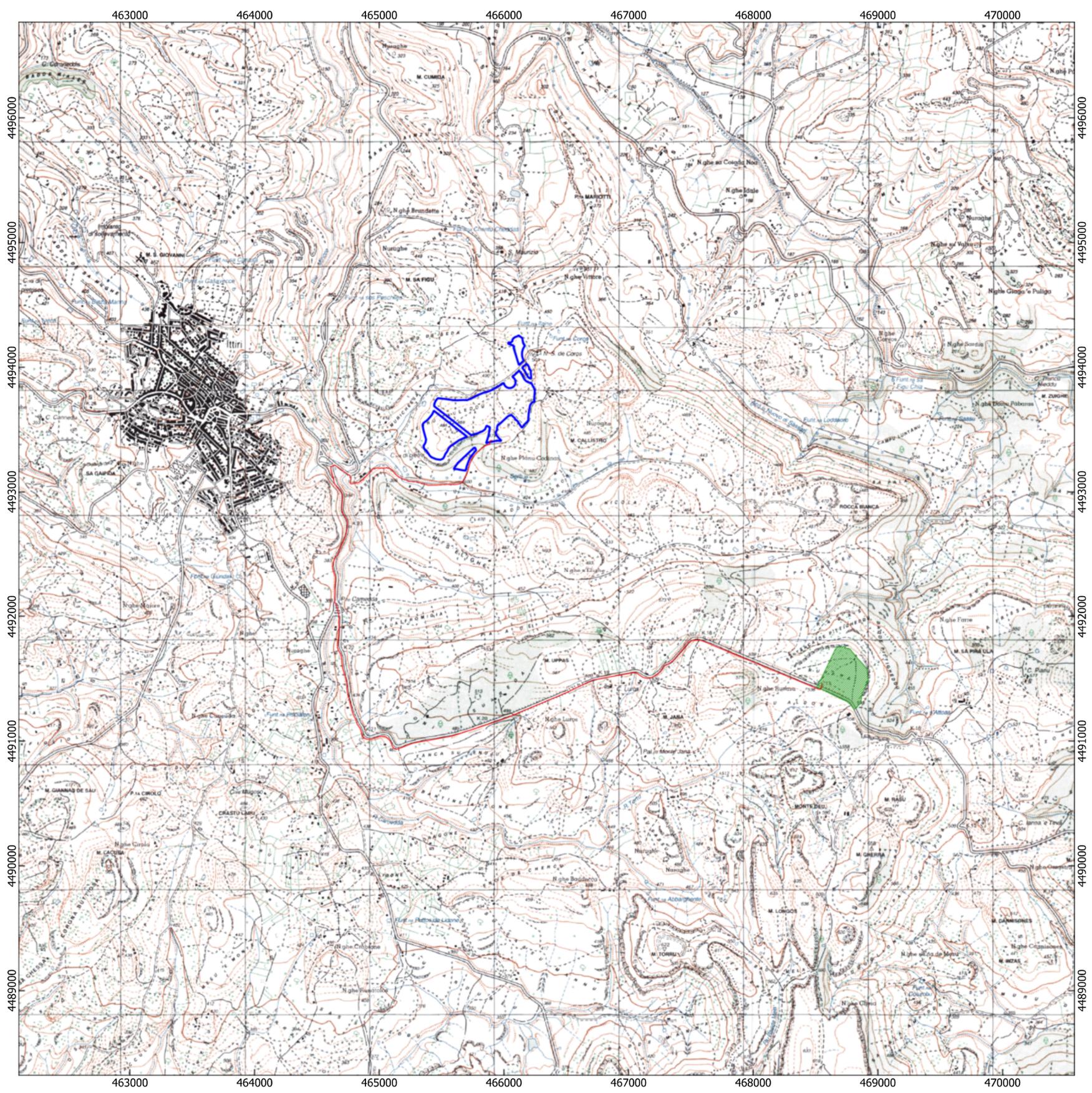
È stato eseguito uno studio probabilistico utilizzando i metodi di Gumbel e la formula del metodo razionale per ottenere la portata e le altezze critiche ai vari tempi di ritorno.

È stato eseguito uno studio idraulico con il software Hec-Ras dal quale inserendo la portata ottenuta e le condizioni al contorno considerando un tempo di ritorno di 100 anni, sono stati ottenute dunque le altezze del tirante idraulico passanti per ogni sezione trasversale tracciata.

I risultati ottenuti evidenziano zone con altezze d'acqua intorno ai 2 m nel tratto a nord dell'impluvio mentre più a valle le altezze diminuiscono a 0,20 m 0,40 m, per cui per mantenere l'invarianza idraulica dell'area è consigliabile non posizionare moduli fotovoltaici in questa area ed escluderla dall'impianto in progetto.

Condizione quest'ultima resa favorevolmente ottenibile anche perché i moduli sono infissi su pali per cui non hanno fondazioni di grandi dimensioni che impediscono il regolare deflusso delle acque, così come la recinzione che viene prevista senza cordoli in cemento ma semplicemente infissa nel terreno anch'essa.

Il geologo



Legenda	
	Area impianto
	Area in progetto futuro ampliamento a 36 kV SE "Ittiri"
	CAVIDOTTO 36KV



Sistema di riferimento
"WGS 84 / UTM zone 32N"

Note: la cartografia è stata ottenuta dal sito <http://www.sardegnaeoportale.it>

REGIONE SARDEGNA

Città Metropolitana di Sassari

COMUNE DI ITTIRI



committente:

PV ITALY 1 S.r.l

AVAPA ENERGY

Società di Progettazione:



Ingegneria & Innovazione

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

Progetto:

**IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 kWp
E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN
COMUNE DI ITTIRI (SS)**

Livello:

DEFINITIVO

Elaborato:

COROGRAFIA

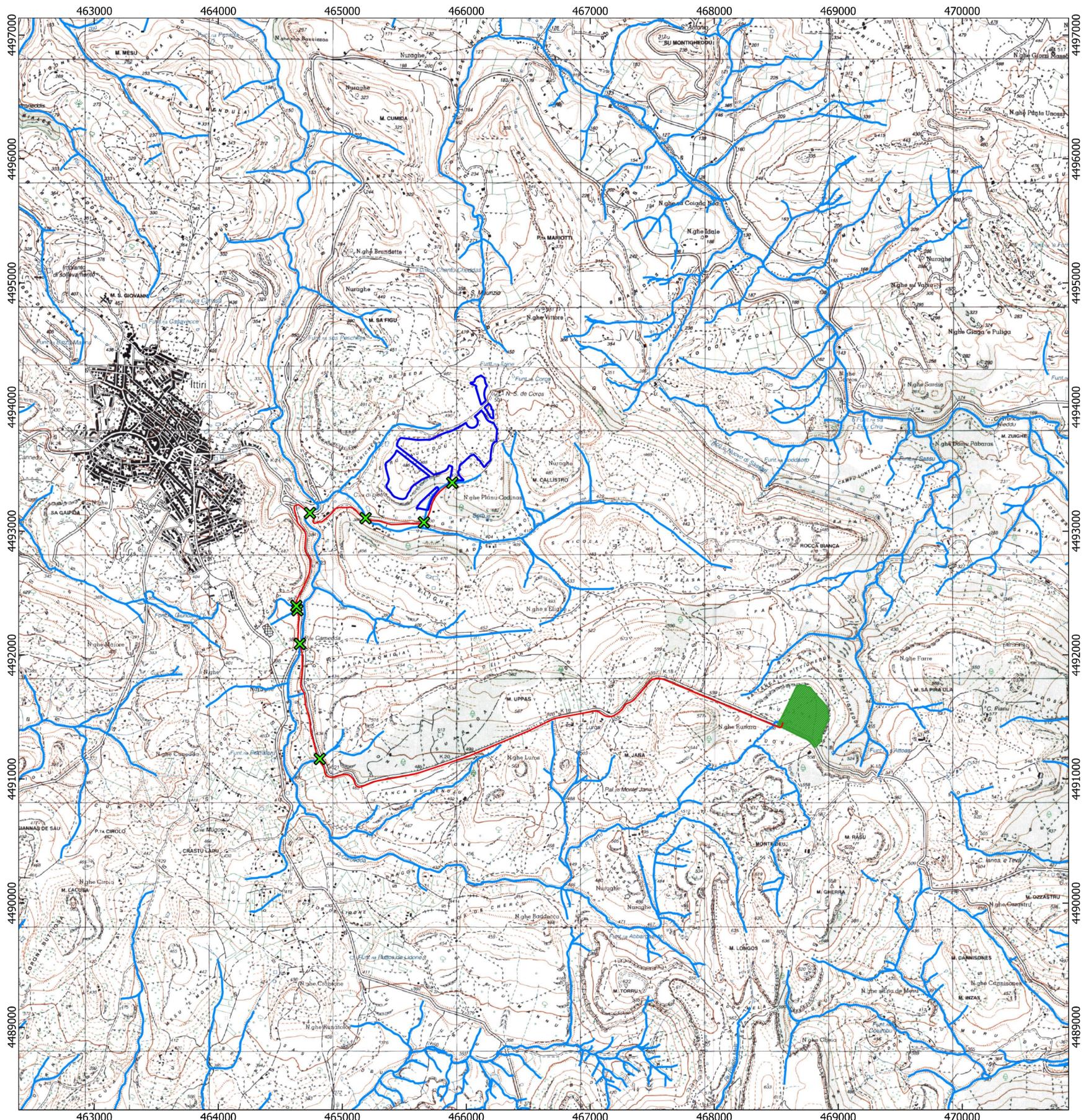
Il geologo

Scala:
1:25000

Nome
DIS/FILE:

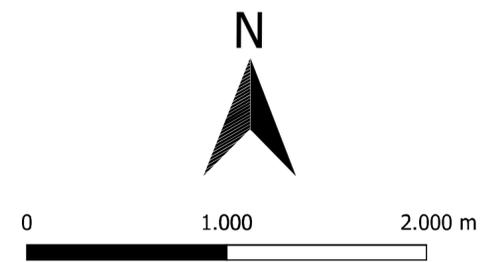
Allegato:
1

F.to:
A2



Legenda

- area impianto
- Area in progetto futuro ampliamento a 36 kV SE "Ittiri"
- CAVIDOTTO 36KV
- X Intersezioni



Sistema di riferimento
"WGS 84 / UTM zone 32N"

Note: la cartografia è stata ottenuta dal sito <http://www.sardegnaeportale.it>

REGIONE SARDEGNA

Città Metropolitana di Sassari

COMUNE DI ITTIRI



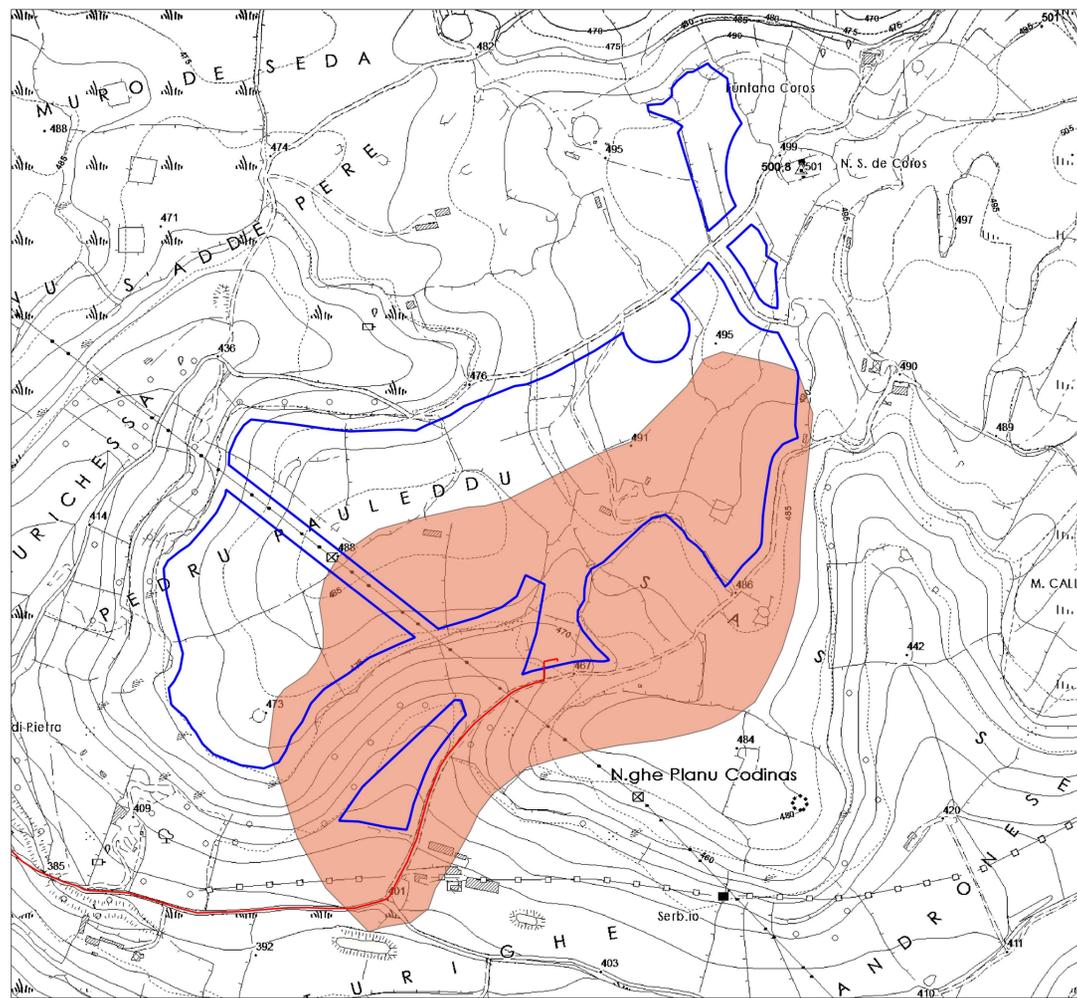
committente:
PV ITALY 1 S.r.l **AVAPA ENERGY**

Società di Progettazione: Ingegneria & Innovazione
Contex group Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409
Web: www.contexgroup.it e-mail: info@contexgroup.it

Progetto: **IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 kWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN COMUNE DI ITTIRI (SS)** Livello:
DEFINITIVO

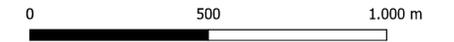
Elaborato: **CARTA DELLE INTERFERENZE IDROGRAFICHE** Il geologo

Scala: 1:25000	Nome DIS/FILE:	Allegato: 2	F.to: A2
-------------------	-------------------	----------------	-------------



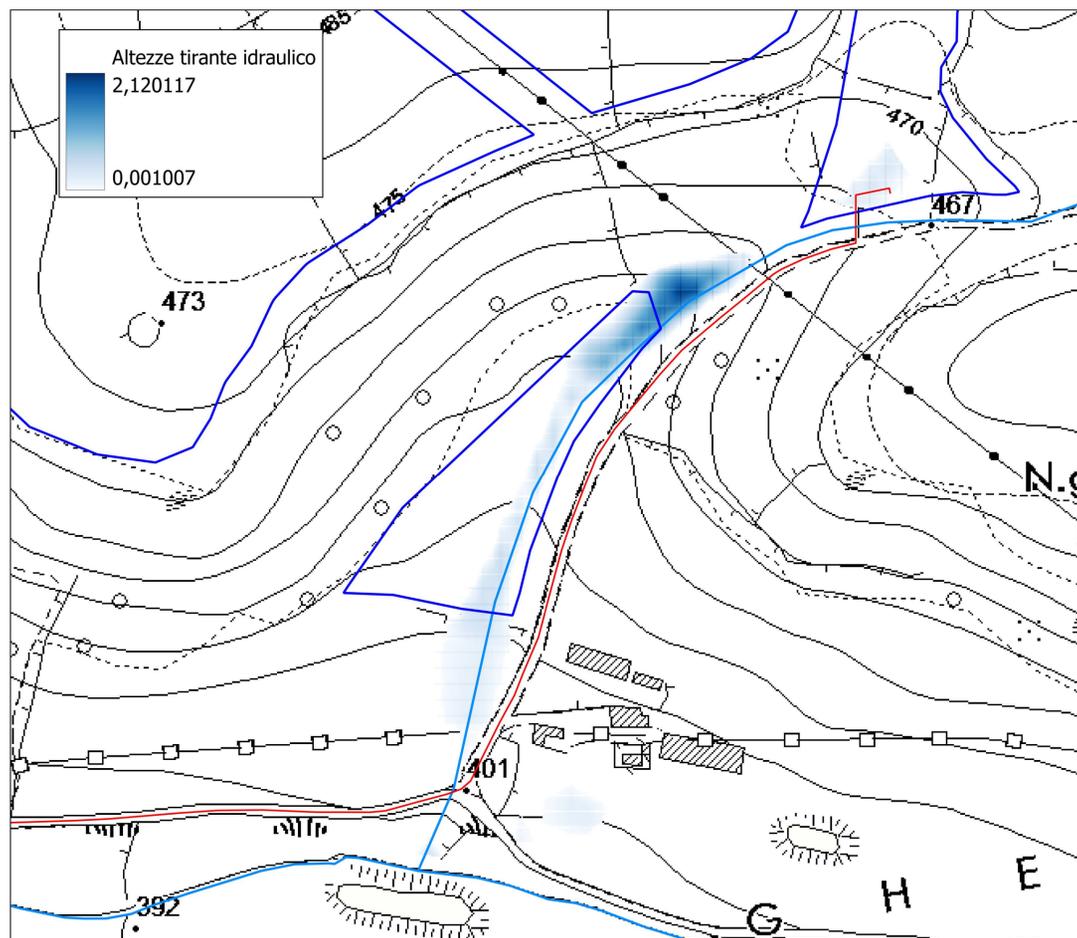
Legenda

- Area impianto
- CAVIDOTTO 36KV
- bacini

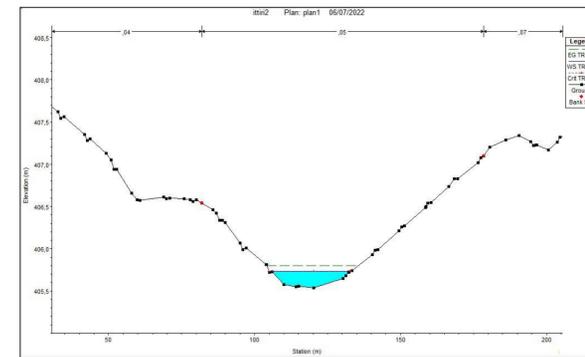


Sistema di riferimento
"WGS 84 / UTM zone 32N"

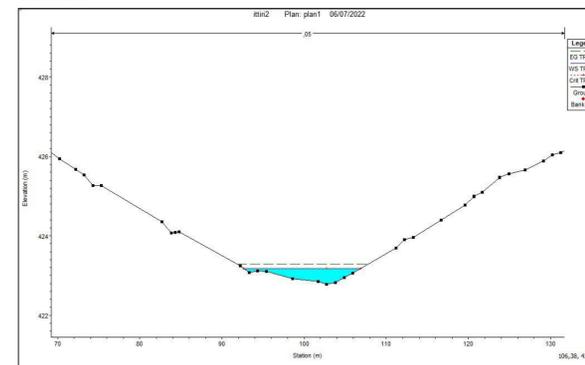
Note: i dati shape sono ottenuti dal sito <http://www.sardegnaeportale.it>



sezione 95



sezione 236



REGIONE SARDEGNA

Città Metropolitana di Sassari

COMUNE DI ITTIRI



committente:

PV ITALY 1 S.r.l

AVAPA ENERGY

Società di Progettazione:



Ingegneria & Innovazione

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

Progetto:

**IMPIANTO AGRI-VOLTAICO DI POTENZA NOMINALE 25.633,68 kWp
E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARSI IN
COMUNE DI ITTIRI (SS)**

Livello:

DEFINITIVO

Elaborato:

**CARTA DEGLI STUDI
IDRAULICI**

Il geologo

Scala:
1:10000

Nome
DIS/FILE:

Allegato:
3

F.to:
A1