

Committente

# X-ELIO ⊕

## X-Elio Italia 5 S.r.l.

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA

Tel.+39 06.8412640 - Fax +39 06.8551726

Partita IVA n° 15361461005

Progettista



Viale Jonio 95 - 00141 Roma - [info@architetturasostenibile.com](mailto:info@architetturasostenibile.com)

## PROGETTO FOTOVOLTAICO "GINOSA"

*Progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico  
di potenza pari a 68,475 MWp e relative opere di connessione alla RTN*

Località

### REGIONE PUGLIA - COMUNE DI GINOSA (TA)

Titolo

### RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

Data: 06 marzo 2021

Revisione 01

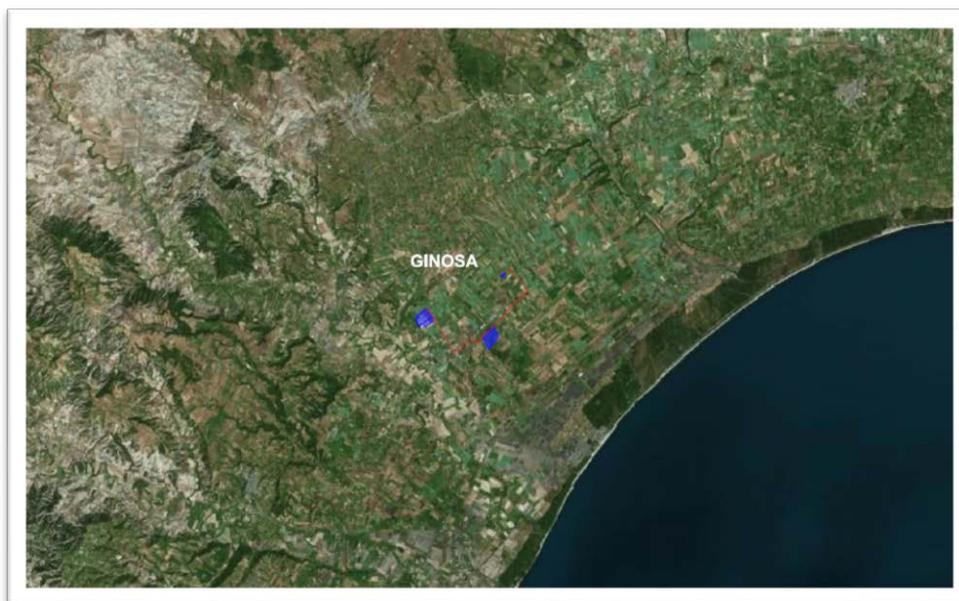


## Sommario

- Premessa .....	2
- Descrizione del progetto.....	3
- Inquadramento idrogeologico.....	6
- Verifica idrologico-idraulica - Campo Nord .....	15
- Verifica idraulica - Campo Sud.....	49
- Considerazioni idrauliche - tracciano cavidotto.....	50
- Pericolosità idraulica.....	53
- Conclusioni.....	56

## Premessa

Il progetto in esame ha per oggetto la realizzazione di una centrale di produzione elettrica da fonte solare denominata “Ginosa”, ad inseguimento monoassiale, con asse inclinato con rotazione assiale ed azimuth fisso, che alloggeranno 155.624 moduli fotovoltaici da 440 W, con potenza complessiva di 68.474,56 kWp, collegati a 35 inverter con  $P_{nom} = 1,64$  MW ciascuno, con potenza nominale dell’impianto  $P_n = 1,64 * 35 = 57,4$  MW.



Corografia delle tre aree d’intervento

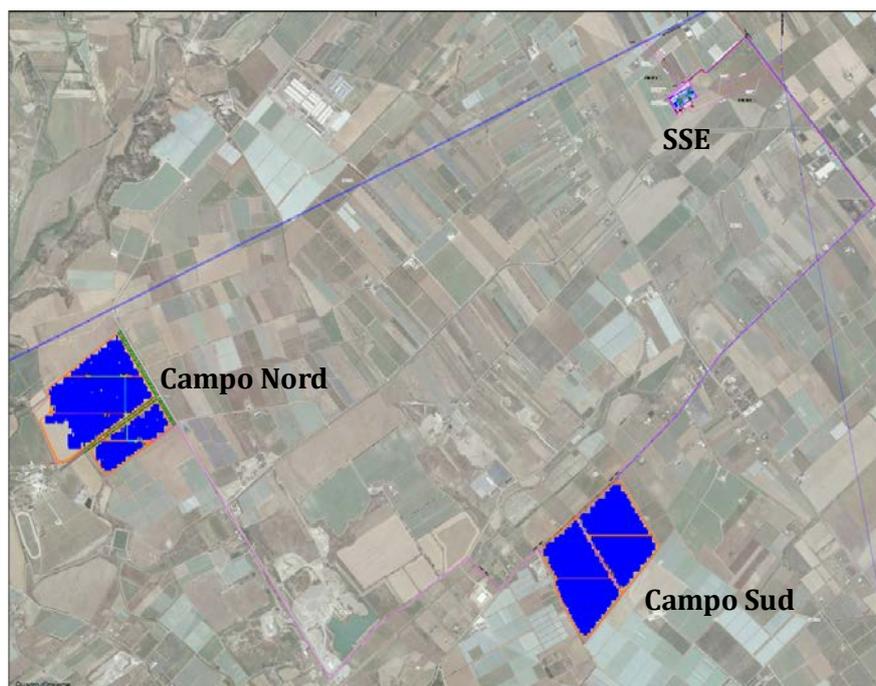
Questi dati potrebbero subire delle leggerissime variazioni in fase esecutiva in base ai modelli di pannelli ed inverter che si troveranno in commercio al momento della costruzione. La potenza nominale finale dell’impianto sarà comunque uguale o al massimo inferiore a 68,475 MW. Per la connessione alla RTN il progetto prevede la realizzazione di una Stazione di Trasformazione Elettrica Utente denominata “Xelio 5”, con Potenza di 57,4 MW, da collegare in antenna alla futura Stazione di Smistamento Elettrica di Terna S.p.A. a 150 kV denominata "Ginosa 150 RTN". La Sotto Stazione Utente sarà ubicata tra la strada provinciale n.9 e la strada provinciale n.10, nel comune di Ginosa, in provincia di Taranto ed alloggerà lo stallo di connessione a TERNA, alla tensione di 150 kV, i dispositivi di protezione e manovra in aria in alta tensione, compreso sistema di sbarre a 150 kV, un trasformatore da 70 MVA 150/30 kV, la cabina MT di arrivo dei cavi in media tensione provenienti dai due campi fotovoltaici, il locale di controllo e supervisione della SSE “Xelio 5” e della centrale fotovoltaica.

### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## Descrizione del progetto

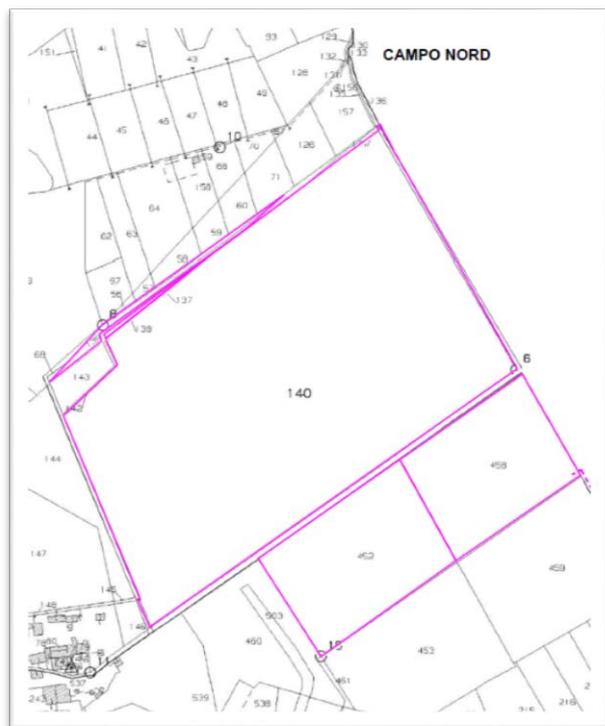
La centrale di produzione fotovoltaica sarà suddivisa in tre aree con due sottocampi fotovoltaici, denominati “Campo Nord” e “ Campo Sud”, con potenza massima in immissione di 57,4 MW, posti rispettivamente a circa 2,5 km (campo “Sud”) e a circa 3,9 km (campo “Nord”) in linea d’aria dalla sottostazione elettrica di Utente, con lunghezza delle linee di collegamento MT rispettivamente di 5,1 e 9,6 km.



### “Campo Nord”

Il sottocampo fotovoltaico Nord si trova in località Strada Provinciale n. 9 ed ospiterà:

- una “Cabina di smistamento”;
- cinque cabine di trasformazione MT/BT, 30/0,63 kV;
- due locali magazzino, disposti all’interno del campo fotovoltaico;
- un locale servizi ausiliari (LSA), in prossimità della cabina di smistamento, per la gestione e supervisione dell’impianto e per l’alloggiamento degli apparati di videosorveglianza, supervisione, trasmissione dati, ecc.



WGS84 UTM	X:	Y:
33N	651861.10276	4482780.46364
WGS84 UTM	X:	Y:
32N	1160716.79716	4510502.74424
Gauss Boaga	X:	Y:
Est	2671867.98717	4482857.96308
lat/lon WGS84	X: 16.79168	Y: 40.48184

Particelle catastali del Campo Nord – Fig. 115

I terreni in località “Girifalco” si trovano su un asse spartiacque orientato in direzione SO-NE. Le quote variano da 70 a 79 m slm con una pendenza massima del 2%.

## “Campo Sud”

Il sottocampo fotovoltaico Sud si trova in contrada Pantano, sempre nel comune di Ginosa ed ospiterà:

- una “Cabina di smistamento”;
- cinque cabine di trasformazione MT/BT, 30/0,63 kV;
- due locali magazzino, disposti all’interno del campo fotovoltaico;
- un locale servizi ausiliari (LSA), in prossimità della cabina di smistamento, per la gestione e supervisione dell’impianto e per l’alloggiamento apparati di videosorveglianza, supervisione, trasmissione dati, ecc.

I terreni in località “Lago Lungo” presentano quote che variano da 41,1 a 49,6 m slm con una pendenza massima del 2%.



WGS84 UTM 33N	X: 655136.32929	Y: 4481880.21781
WGS84 UTM 32N	X: 1164062.8547	Y: 4509824.65868
Gauss Boaga Est	X: 2675143.36186	Y: 4481957.69242
lat/lon WGS84	X: 16.83009	Y: 40.47313

Particelle catastali della Sottostazione Fg 119

## “Sottostazione SSE”

Il Terreno della sottostazione, è stato scelto tra i terreni migliori dal punto di vista vincolistico tra quelli nei dintorni del punto di connessione assegnato da Terna nel preventivo di connessione (STMG) dell’impianto in oggetto. Inoltre, si sono scelti terreni con culture non di pregio.



WGS84 UTM 33N	X: 655627.40119	Y: 4484842.4207
WGS84 UTM 32N	X: 1164352.06431	Y: 4512828.83003
Gauss Boaga Est	X: 2675634.45703	Y: 4484919.98086
lat/lon WGS84	X: 16.8366	Y: 40.49971

Particelle catastali della Sottostazione Fg 119

### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

I terreni in località “Mandorleto Rita” presentano quote che variano da 54,4 a 57,4 m slm con una pendenza massima del 2%.

## **INQUADRAMENTO IDROLOGICO**

L’area in oggetto si trova all’interno del PAI della Regione Puglia ma a breve distanza dal territorio gestito dal PAI della Basilicata.

Pertanto, l’inquadramento idrologico è stato improntato sulla visione preliminare dei due piani di bacino.

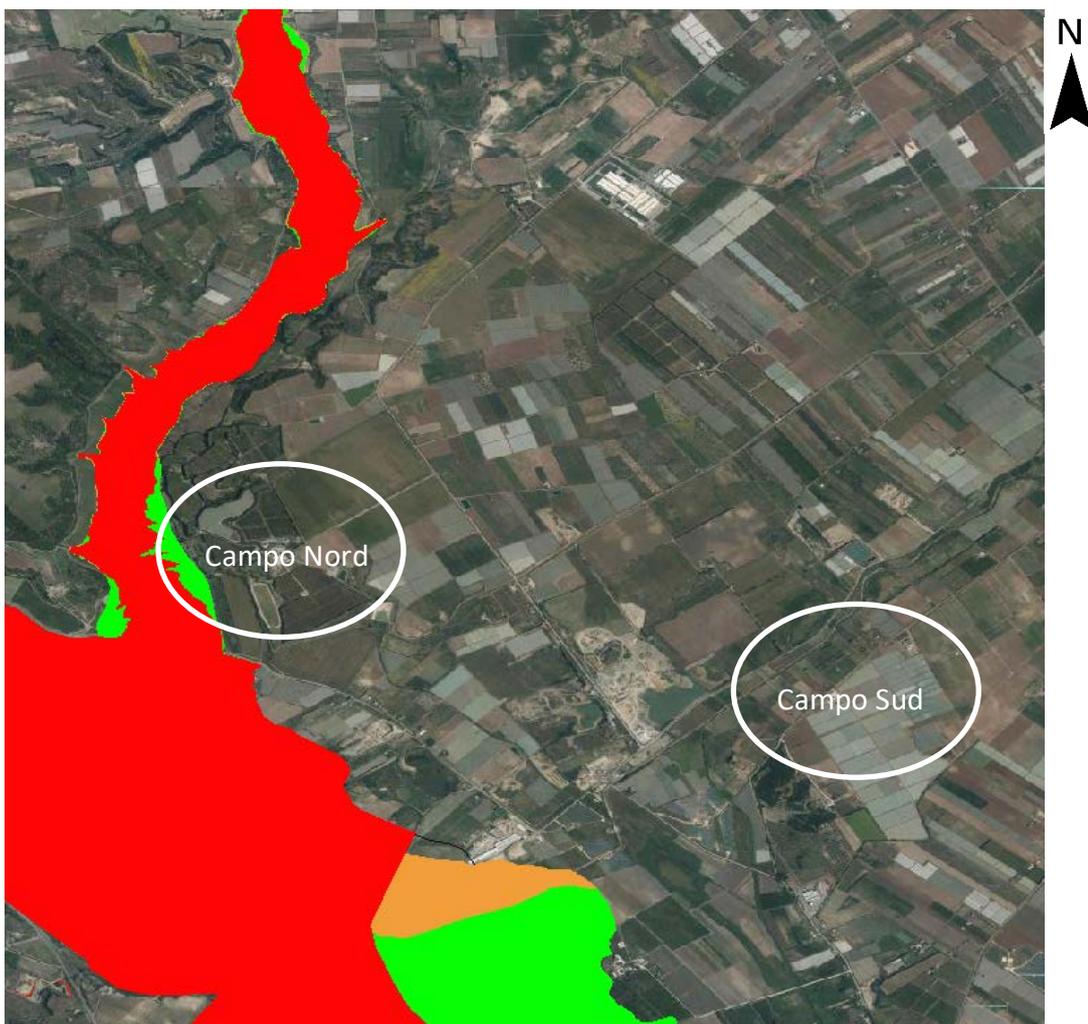
### ***Piano Assetto Idrogeologico (PAI) BASILICATA***

Il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico, di seguito denominato Piano Stralcio o Piano o PAI (Piano Assetto Idrogeologico), redatto ai sensi dell’art.65 del D.Lgs 152/2006 (il D.Lgs 152/2006 abroga e sostituisce il precedente riferimento di legge costituito dalla L.183/89 e s.m.i.). Ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso riguardanti la difesa dal rischio idraulico e idrogeologico del territorio compreso nell’Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata.

Il Piano ha l’obiettivo di promuovere gli interventi di manutenzione del suolo e delle opere di difesa, quali elementi essenziali per assicurare il progressivo miglioramento delle condizioni di sicurezza e della qualità ambientale del territorio, nonché di promuovere le azioni e gli interventi necessari a favorire:

- le migliori condizioni idrauliche e ambientali del reticolo idrografico, eliminando gli ostacoli al deflusso delle piene in alveo e nelle aree golenali;
- le buone condizioni idrogeologiche e ambientali dei versanti;
- la piena funzionalità delle opere di difesa essenziali alla sicurezza idraulica e idrogeologica.

A tal fine il Piano privilegia l’attuazione da parte dei proprietari delle zone agricole e boschive di interventi idonei a prevenire fenomeni di dissesto idrogeologico, da incentivare anche mediante l’individuazione e messa in atto di meccanismi premiali a cura delle Regioni competenti. La successiva regolamentazione dell’attività sarà effettuata compatibilmente alla disponibilità di risorse finanziarie all’uopo destinate.



Pai - Frane

- R4
- R3
- R2
- R1
- ASV
- P

Pai - Alluvioni tr 500 anni

■ tr 500

Pai - Alluvioni tr 200 anni

■ tr 200

Pai - Alluvioni tr 30 anni

■ tr 30

Stralcio cartografia P.A.I. Basilicata

## *Piano Assetto Idrogeologico (PAI) PUGLIA*

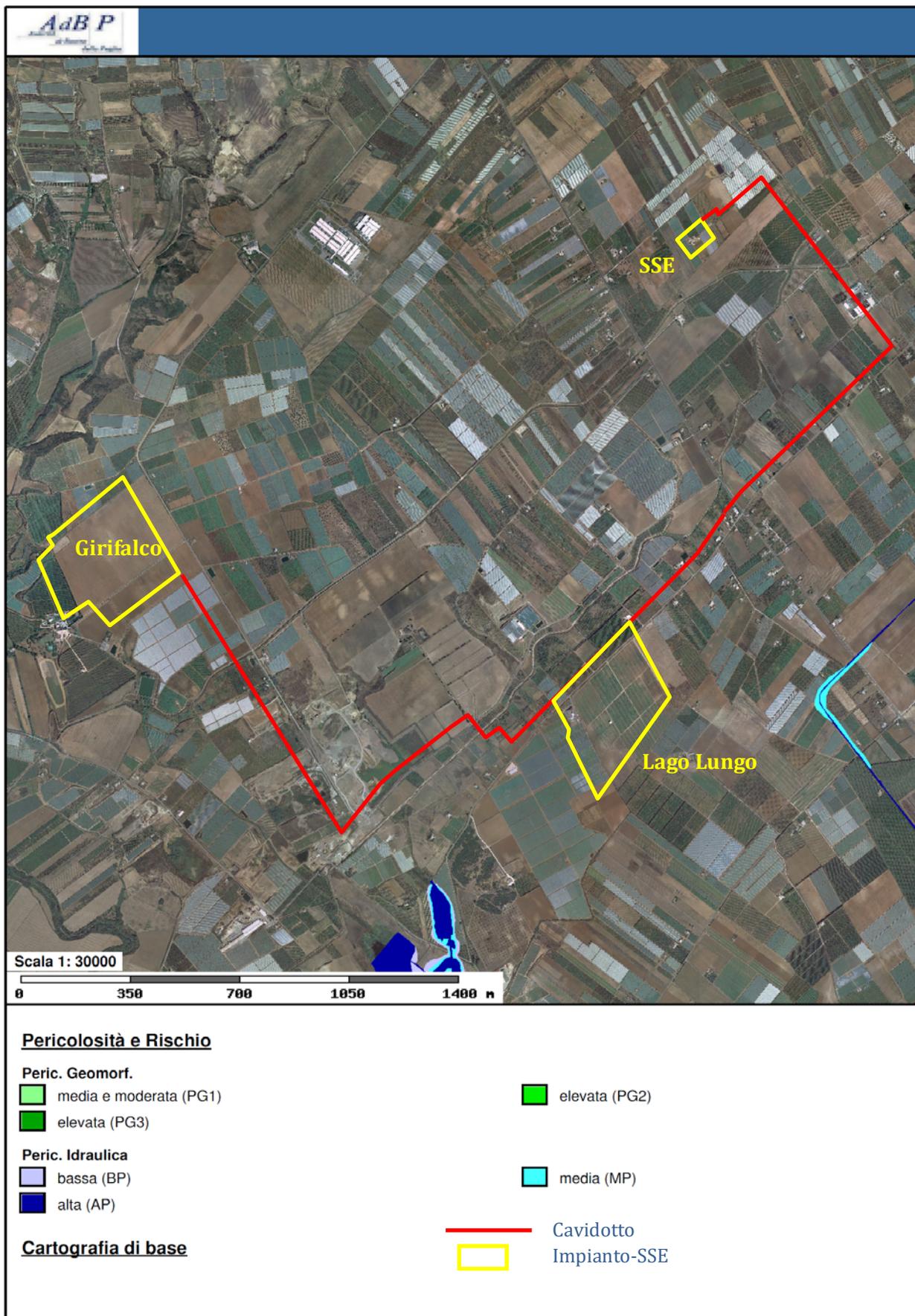
Il PAI, adottato con Delibera Istituzionale n°25 del 15/12/2004 ed approvato con Delibera Istituzionale n°39 del 30/11/2005, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti, necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Dal punto di vista normativo, è necessario tener conto delle seguenti prescrizioni:

- Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Bacino (PAI) del 30 novembre 2005;
- Legge Regionale n° 19 del 19 luglio 2013 “Norme in materia di riordino degli organismi collegiali operanti a livello tecnico-amministrativo e consultivo e di semplificazione dei procedimenti amministrativi”.

In particolare, in riferimento a quanto prescritto dalle N.T.A. del Piano di Bacino (PAI), si precisa che, in base alla cartografia ufficiale del PAI, nessuna delle due aree in oggetto rientra tra quelle interessate da pericolosità idraulica e/o rischio geomorfologico.

### **Carta Idrogeomorfologica**

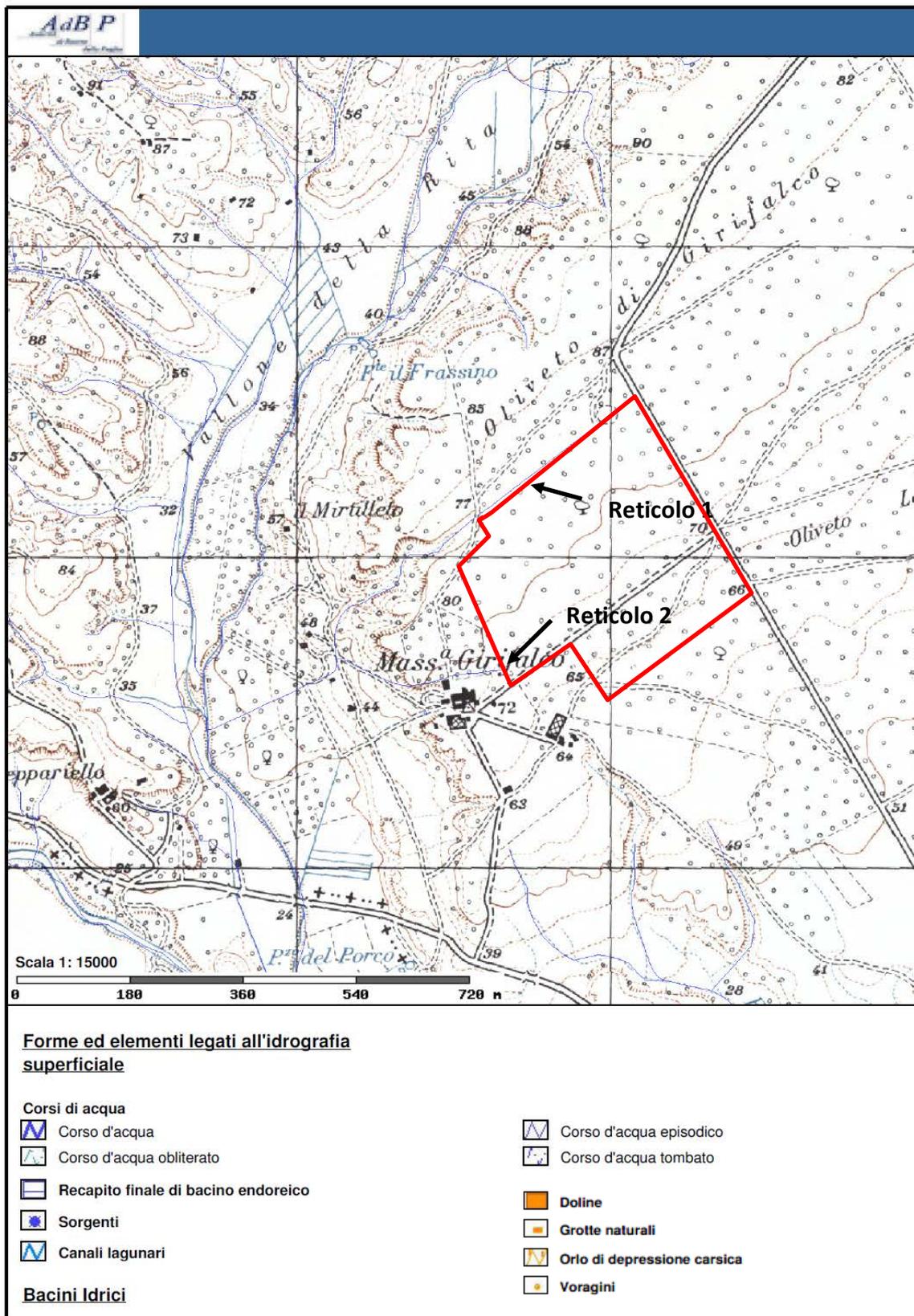
Con delibera n. 1792 del 2007, la Giunta Regionale della Puglia ha affidato all’Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere una nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), adeguato al Decreto Legislativo 42/2004. In relazione al dettaglio di restituzione della Carta Idrogeomorfologica (scala 1:25.000), il Comitato Istituzionale, all'interno della Delibera n. 48/2009, ha inteso prevedere una successiva fase di verifica, aggiornamento e condivisione al fine di rendere la Carta conforme ed adeguata ad un utilizzo alla scala comunale, in considerazione dei continui approfondimenti conoscitivi che l’Autorità di Bacino della Puglia svolge nell’ambito dei tavoli tecnici di copianificazione per i PUG, e delle istruttorie di progetti ed interventi di competenza. L’analisi della Carta Idrogeomorfologica ha evidenziato l’esigenza di alcuni approfondimenti.

#### **Campo Nord**

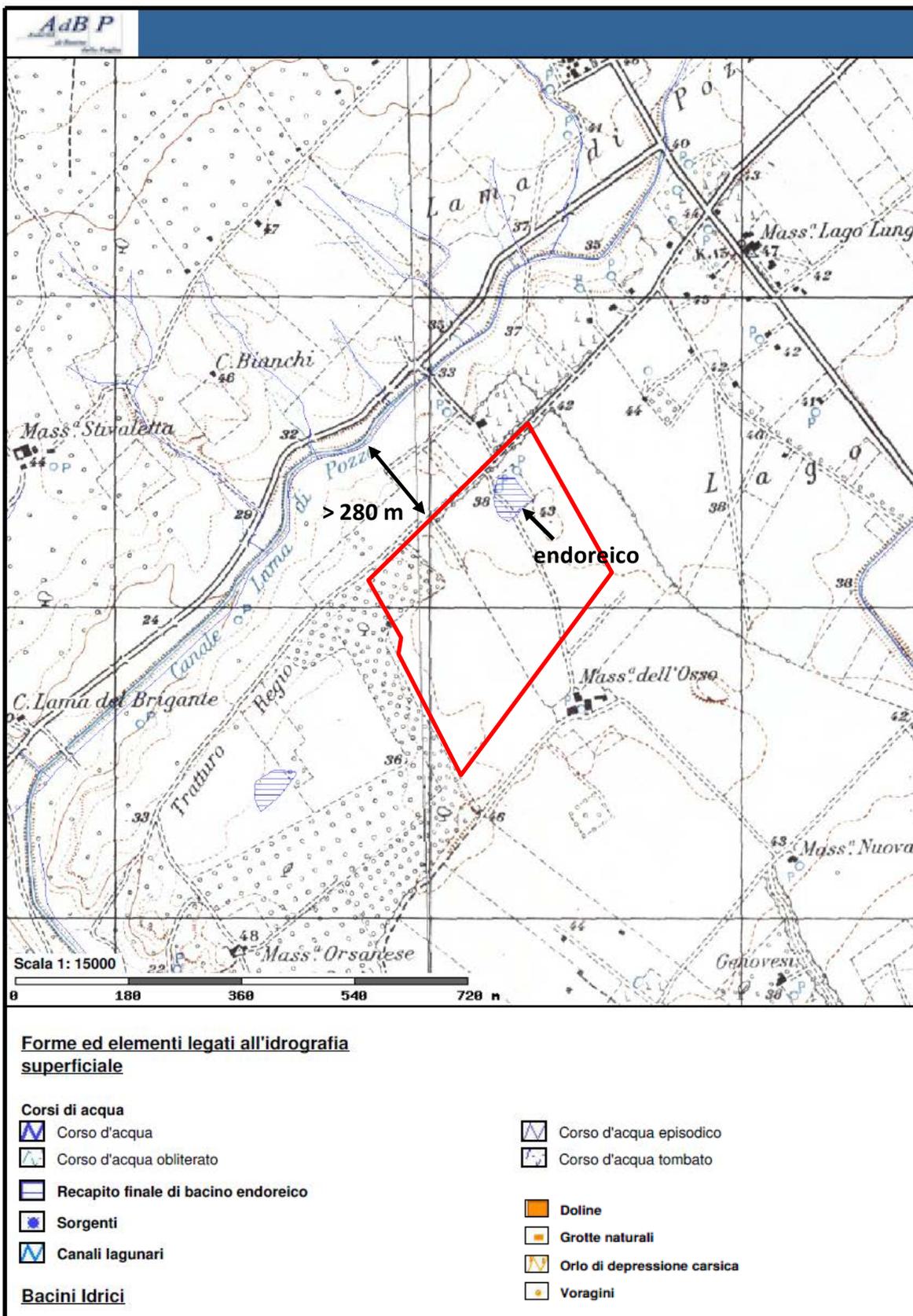
L’area “Girifalco” risulta lambita, lungo il margine nord e nella parte occidentale, da due piccoli rami fluviali (reticolo 1 e 2) riportati sulla Carta Idrogeomorfologica. Pertanto, in riferimento agli art.li 6 e 10 delle NTA del PAI Puglia, è stato valutato il grado di pericolosità idraulica in tali aree.

#### **Campo Sud**

Il terreno interessato dal progetto di fotovoltaico dista minimo 280 m dai reticoli e pertanto, in base all’art. 6 e 10 delle NTA del PAI Puglia, risulta in sicurezza idraulica. In corrispondenza del margine NE (p.lla 59), la Carta identifica un piccolo bacino endoreico ampio 11000 mq circa.



“Campo Nord”: Stralcio carta Idrogeomorfologica (AdB Puglia) su base I.G.M. tav. II NO “Masseria Girifalco” del foglio 201



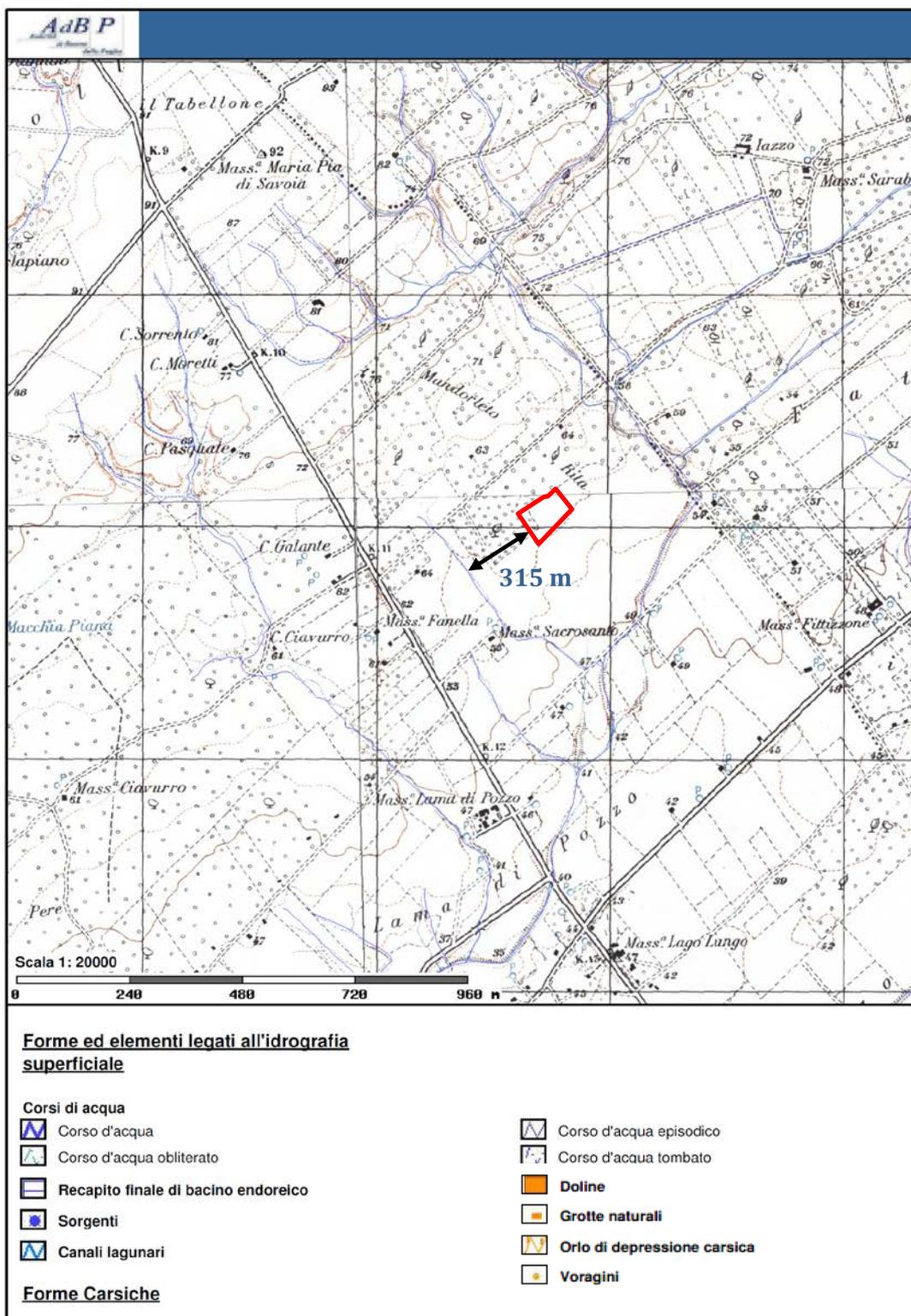
“Campo Sud”: Stralcio carta Idrogeomorfologica (AdB Puglia) su base I.G.M. tav. II NE “Marina di Ginosa” e tav. II NO “Masseria Girifalco” del foglio 201

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



“SSE”: Stralcio carta Idrogeomorfologica (AaB Puglia) su base I.G.M. tav. II NE “Marina di Ginosa” del foglio 201

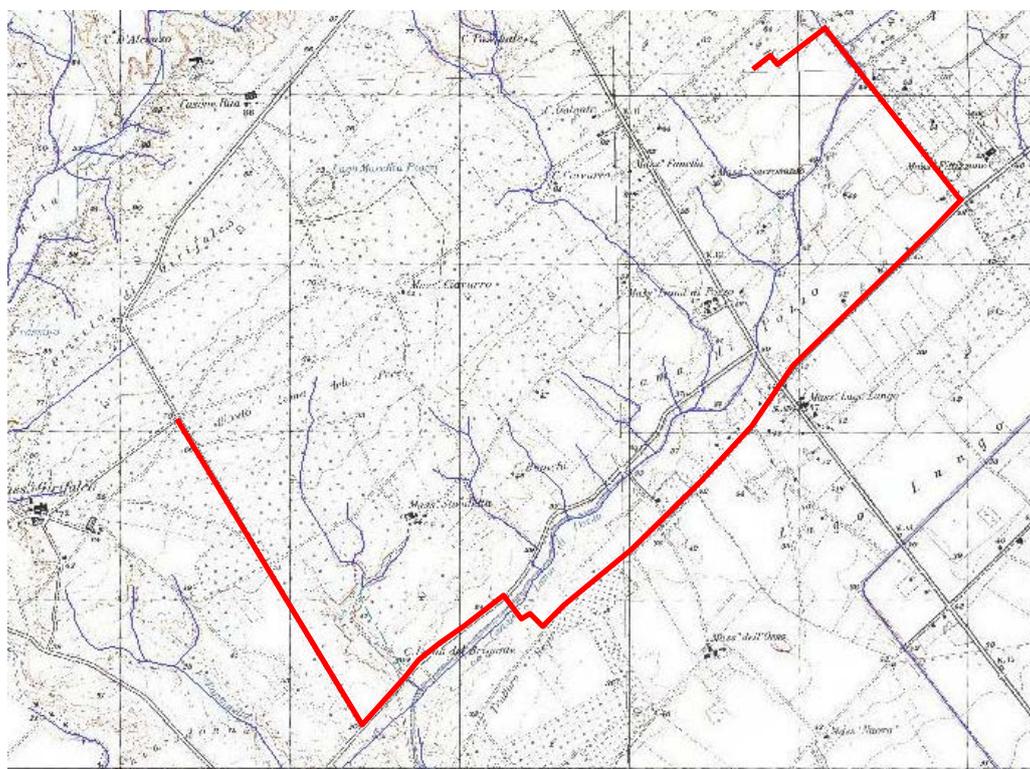
## SSE

Il terreno interessato dal progetto di fotovoltaico dista minimo 315 m dai reticoli e pertanto, in base all'art. 6 e 10 delle NTA del PAI Puglia, risulta in sicurezza idraulica.

## Cavidotto

Il tracciato del cavidotto è impostato quasi completamente su strada. Partendo dall'impianto in loc. "Girifalco", il cavidotto viene posizionato inizialmente sulla sp 9 per circa 2150 m verso sud, sino all'incrocio con la sp 10. Continua quindi su quest'ultima per circa 1000 m verso est, sino all'attraversamento del terreno, circa 350 m verso sud, per portarsi sulla sc Pantano. Giunto sulla sc continua per circa 2000 m verso est sino all'incrocio con la sc 135. Su questa continua per circa 1370 m verso nord, sino all'altezza del SSE. Per raggiungere la stazione viene posta su una stradina in terra battuta per circa 500 m verso ovest.

Il tracciato interseca 4 volte il reticolo idrografico, 3 volte quando si trova su strada ed 1 volta quando attraversa il terreno per portarsi dalla sp 10 alla sc "Pantano".



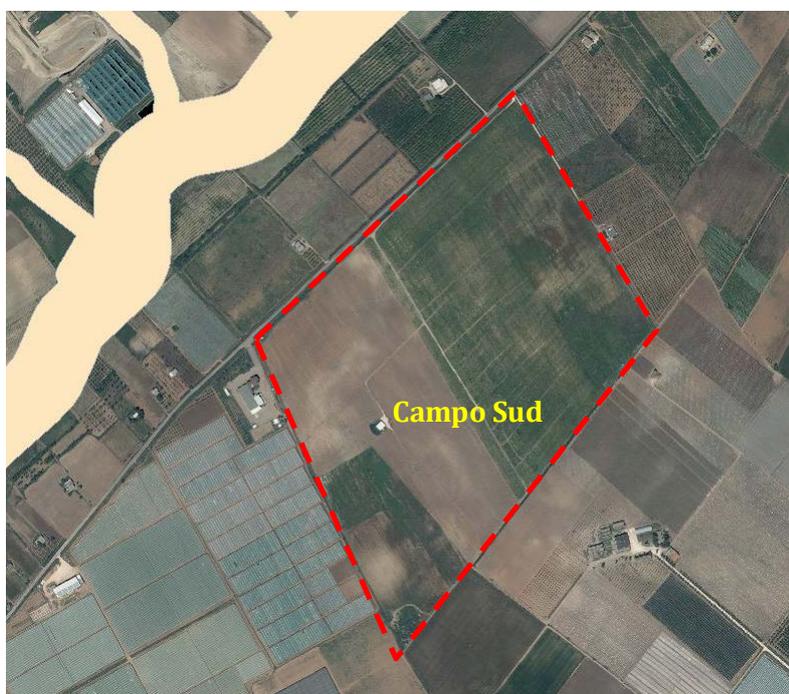
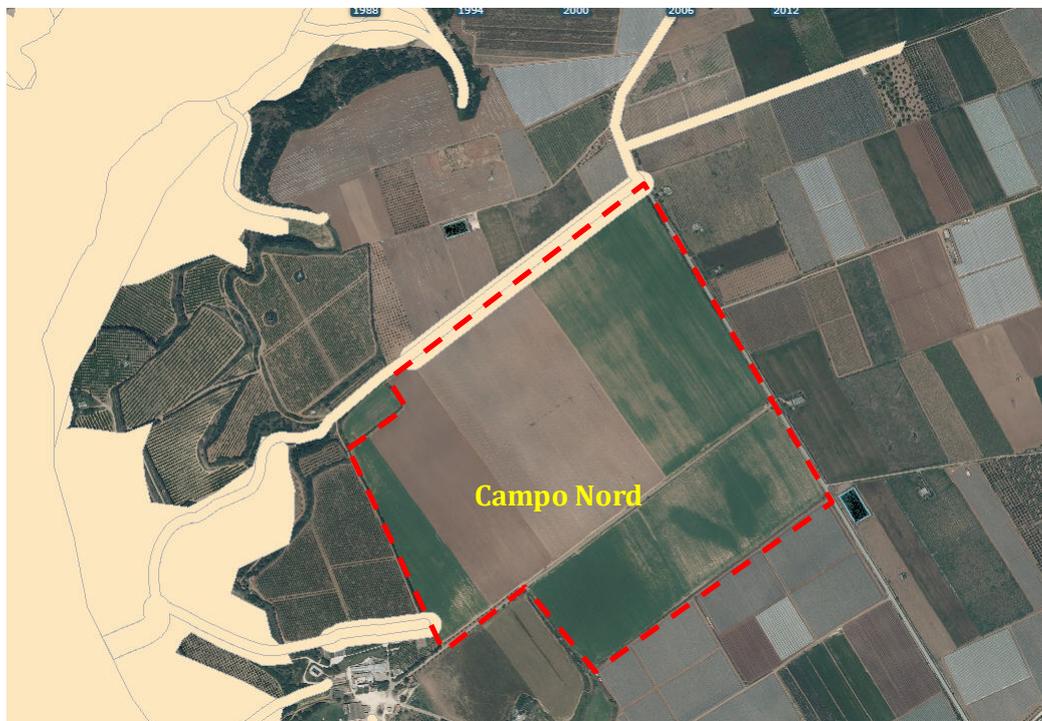
Cavidotto: tracciato su base IGM

### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## Mappe rischio alluvioni (geoportale nazionale)

Anche la mappa di potenziale rischio alluvioni del Portale Nazionale individua i reticoli riportati sulla suddetta Carta Idrogeomorfologica, mentre non viene individuata l'area endoreica.



### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Geoportale Nazionale: mappe di rischio alluvioni

## VERIFICA IDROLOGICO-IDRAULICA - Campo Nord

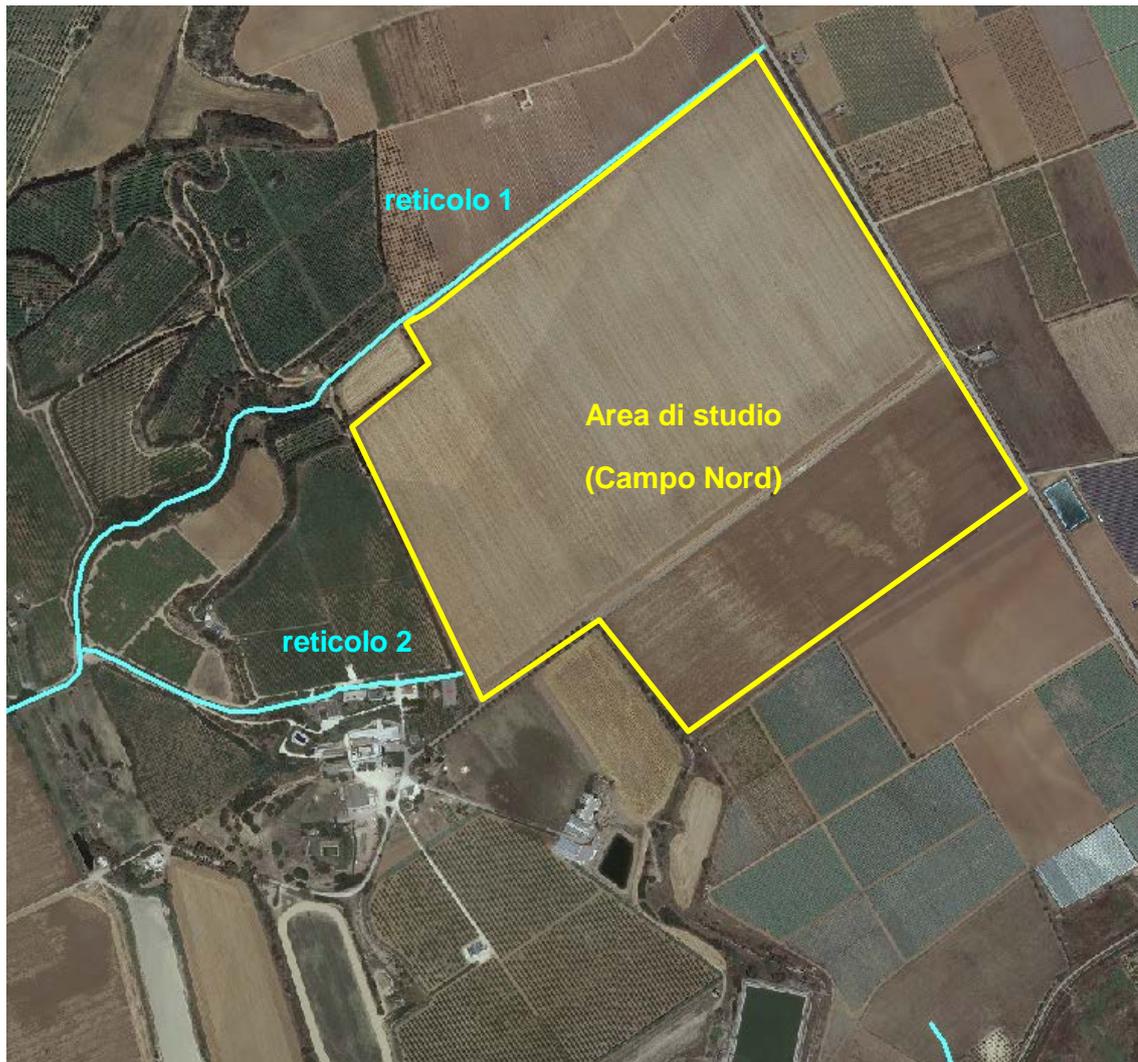
Partendo dalla delimitazione dei bacini idrologici nonché dalle determinazioni idrologiche – probabilistiche delle portate di piena, attese con il tempo di ritorno a 200 anni, si è proceduto alla “Modellazione idraulica dei due corsi d’acqua”, simulando la propagazione dell’onda di piena nell’alveo, determinando l’altezza che il livello idrico potrebbe raggiungere nelle varie sezioni dello stesso.

Lo studio idrogeologico ed idraulico coordinato è così strutturato:

- studio morfologico e litologico del bacino sotteso con la caratterizzazione del reticolo idrografico;
- quantificazione idrologica dei deflussi;
- rilievo topografico;
- simulazione idraulica delle portate transittanti con l’impiego del codice HEC – RAS secondo lo schema di moto permanente monodimensionale.

### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Ortofoto dello stato dei luoghi

### Caratteristiche dei bacini di alimentazione

Il sito in oggetto è un terreno incolto, ubicato a sud dell'abitato di Ginosa, in località Girifalco.

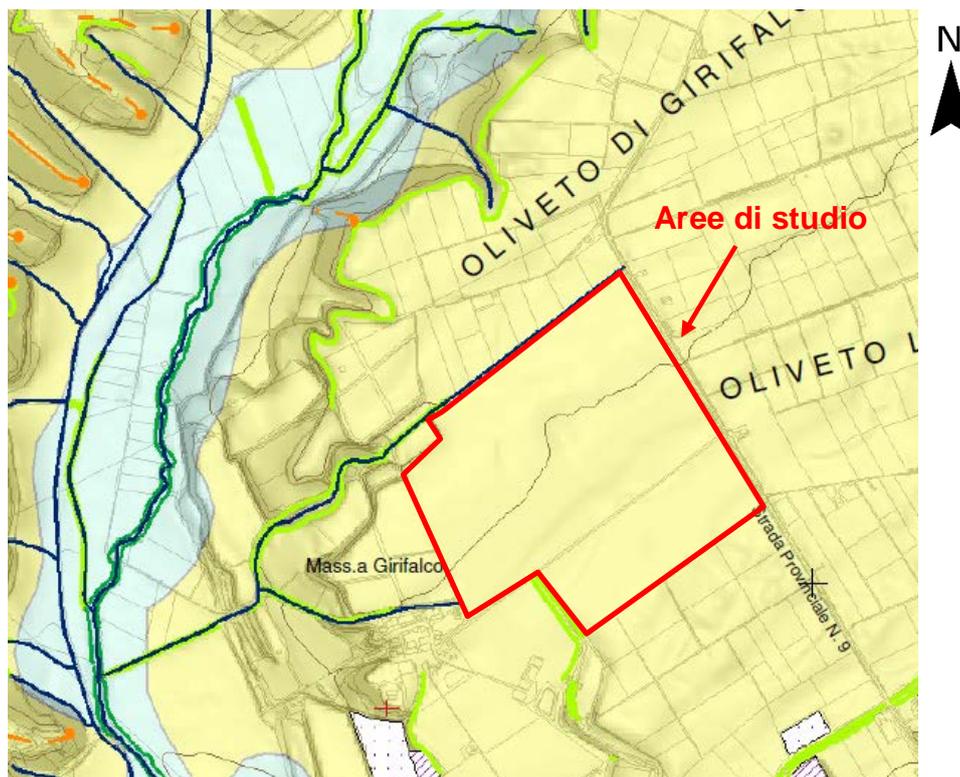
La quota media è di circa 75 m s.l.m. e la distanza lineare dal mare Adriatico è di circa 10.5 Km.

L'area è lambita sul lato nord dal reticolo 1 e, lungo il margine occidentale, dal reticolo 2. Entrambi confluiscono in un secondo reticolo di quindi nel Fiume Basento.

I tratti oggetto di studio si presentano entrambi rettilinei e canalizzati in alcuni punti. Pertanto si configura un regime idraulico lineare e tale da ritenere idoneo lo studio con un software monodimensionale.

#### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Stralcio Carta Idrogeomorfologica (SIT Puglia)

## Individuazione bacino idrografico

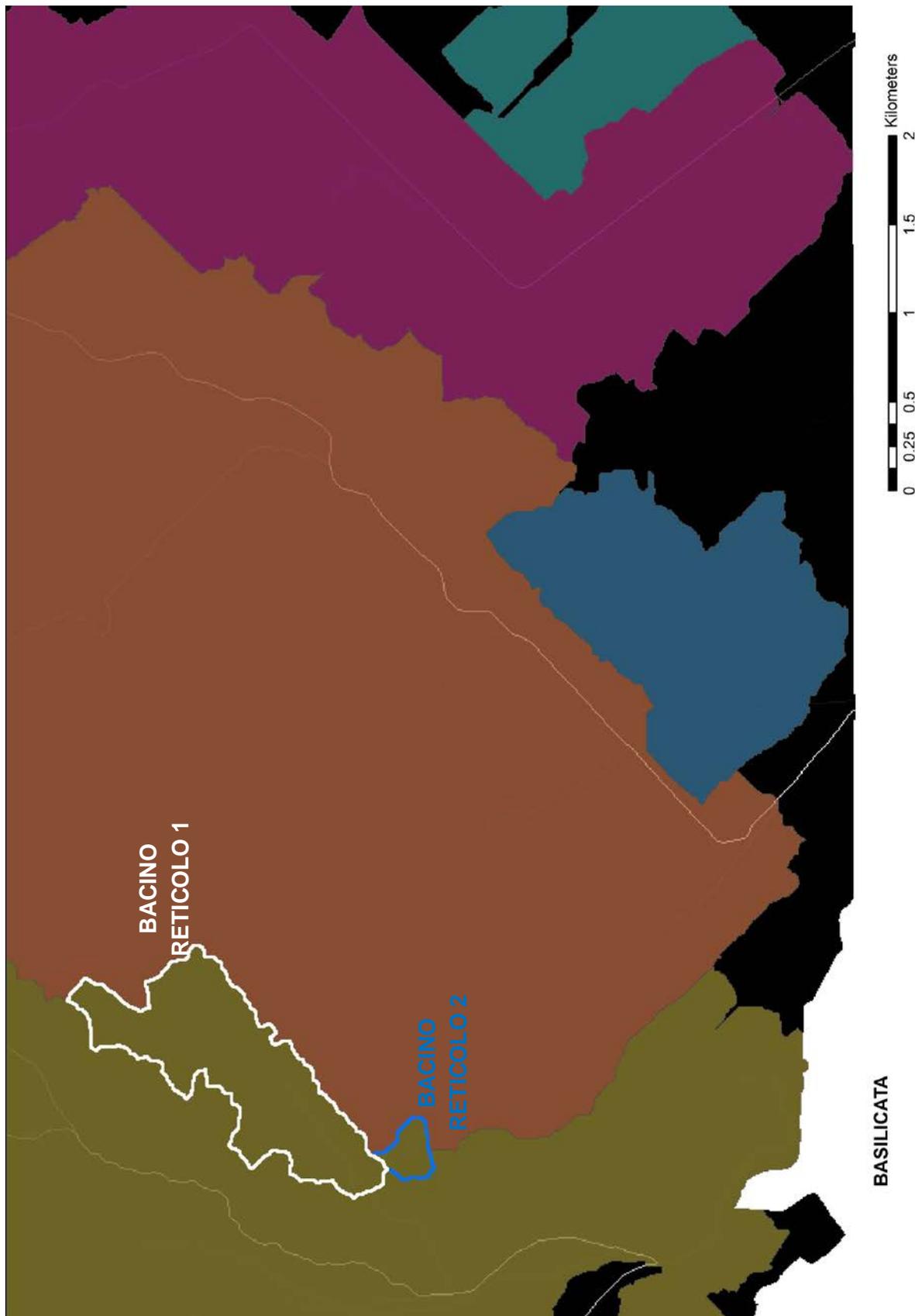
L'individuazione dei bacini idrografici è stata ottenuta attraverso la ricostruzione del modello digitale del terreno (DEM) facendo riferimento ai dati cartografici informatizzati reperibili dal SIT Puglia integrati dal rilievo sul campo.

Nello specifico i dati topografici di partenza sono stati elaborati al fine di ottenere un DEM formato Grid che consente un'analisi topografica di maggiore dettaglio rispetto ad una elaborazione in formato TIN. Attraverso l'utilizzo del software Geo-HMS è stato possibile determinare il bacino idrografico afferente alla sezione di imposta ubicata in corrispondenza del sito oggetto di studio.

Il rilievo geologico effettuato lungo il tratto di reticolo verificato idraulicamente ha evidenziato che si tratta di un solco erosivo di origine meteorica, interessato da scorrimento idrico solo in concomitanza con i principali eventi piovosi. Il tratto in esame presenta una direzione di scorrimento da sud verso nord.

### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



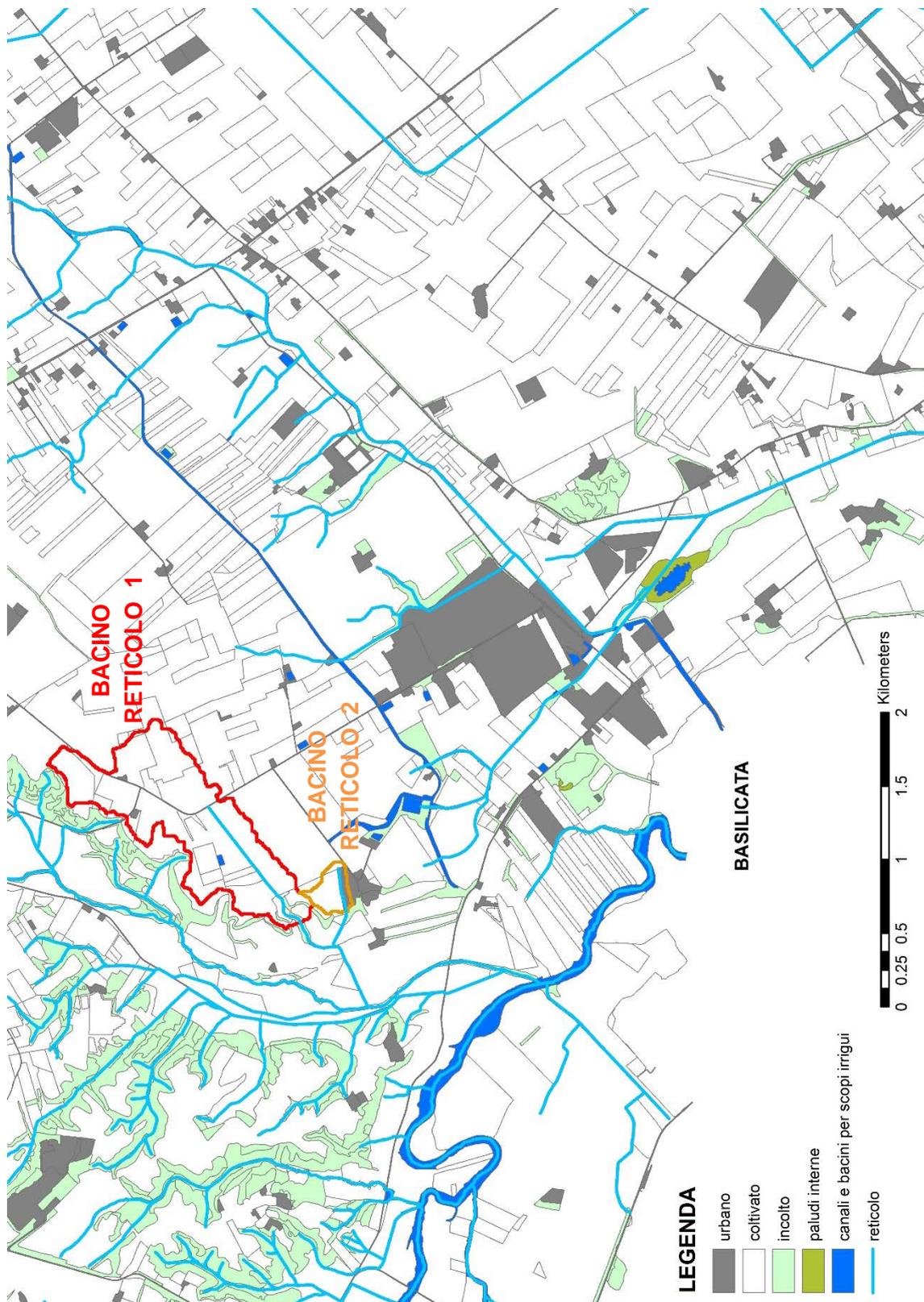
Individuazione delle linee di drenaggio e relativi bacini di alimentazione

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



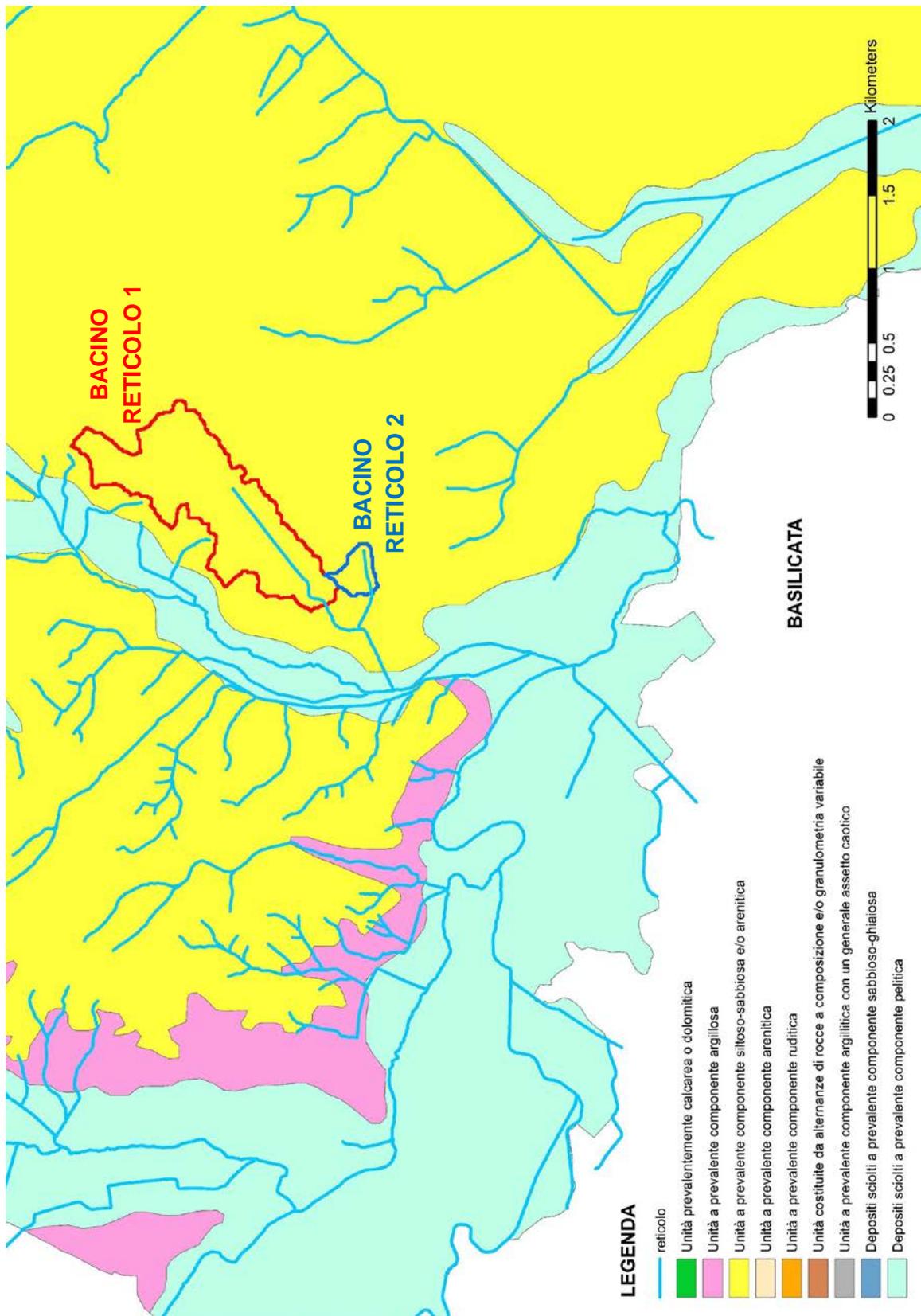
Stralicio carta Uso del Suolo, rispetto ai due bacini di alimentazione

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Stralcio carta litologica, rispetto ai due bacini di alimentazione

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Di seguito sono riportati i dati relativi alle caratteristiche dei due reticoli idrografici, utilizzati per effettuare la verifica idraulica.

**Nel caso in oggetto sono stati studiati i bacini di due rami distinti, reticolo 1 e reticolo 2.**

<b>Tab. 1: Caratteristiche reticoli</b>	<b>RETICOLO 1</b>	<b>RETICOLO 2</b>
area bacino	0.90 km2	0.067 km2
lunghezza asta	1384 m	295 m
lunghezza bacino	2299 m	295 m
altezza media bacino	78 m	77 m
quota sez. chiusura	68 m	75 m
quota max bacino	86 m	79.5 m
quota max asta	78 m	76 m

In particolare, lungo l'asse di scorrimento del reticolo 1 sono state rilevate n° 9 sezioni morfologiche, perpendicolari alla direzione di flusso e 3 lungo l'asse del reticolo 2.

Il calcolo della portata di colmo è stato eseguito in corrispondenza rispettivamente delle sezioni n° "1076" (reticolo 1) e n° "297" (reticolo 2).

**Le portate assegnate alle sezioni "1076" e "297" sono quelle calcolate in corrispondenza delle chiusure dei due bacini di alimentazione.**

## Stima della portata al colmo di piena

### Dati pluviometrici

La curva segnalatrice di possibilità pluviometrica è stata individuata secondo il metodo probabilistico TCEV. I risultati, riportati nel sito dell'Autorità di Bacino della Puglia, suddividono la Puglia in sei sottozone omogenee, ognuna caratterizzata da parametri diversi.

Il bacino oggetto di studio ricade all'interno della zona cinque (Puglia centro), in cui la curva di probabilità pluviometrica ha la seguente formula:

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

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Dopo aver trovato il valore di  $X_t$  (per prefissato tempo di ritardo) si calcola il fattore di crescita  $K_t$  in funzione del tempo di ritorno, utilizzando la formula:

$$a = 0,1599 \qquad K_t = a + b \ln T$$

$$b = 0,5166$$

$T$  = tempo di ritorno

A questo punto il valore della pioggia è dato da:  $P = X_t \cdot K_t$



Sottozone omogenee (TCEV)

## Cenni metodologici: il CN dell'SCS

Il metodo usualmente denominato “curve number” CN ed elaborato dal Soil Conservation Service (SCS) assume che la produzione del volume di deflusso superficiale,  $Q$ , sia data dalla seguente espressione:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{(P - I)}$$

in cui:

- $F$  = volume specifico infiltrato;
- $S$  = volume specifico di saturazione di un terreno;
- $P$  = precipitazione;
- $I$  = assorbimento iniziale.

quindi, tenendo conto dell'equazione di continuità:

$$F = P - I - Q$$

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

dalla precedente, si ottiene:

$$Q = \frac{(P - I)^2}{(P - I + S)}$$

Il volume specifico di saturazione dipende dalla natura del terreno e dall'uso del suolo, fattori che vengono espressi, per mezzo del CN, attraverso la seguente relazione:

$$S = S_0 \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

in cui:

- $S_0$  è un fattore di scala, pari a 254 se la pioggia viene espressa in mm;
- CN è il parametro di cui sopra, che può essere un valore compreso fra zero e cento.

Tale modello, quindi, prende in considerazione le due variabili I ed S. In realtà, il termine I rappresenta un volume specifico di pioggia, generalmente sottratto a priori al bilancio in esame, che descrive in modo globale diversi processi, quali l'intercettazione, l'accumulo nelle depressioni superficiali, l'imbibimento iniziale del terreno. Nella procedura SCS-CN standard, I viene valutato come una quota parte di S, specificatamente il 20%.

Resta, infine, da definire come si determina il parametro CN. Tale parametro, come abbiamo già accennato, è funzione della permeabilità, dello stato di umidità del suolo al momento dell'evento meteorico in esame e dell'uso del suolo.

## Modalità esecutive

Nel presente studio, la valutazione del parametro CN è stata eseguita secondo le indicazioni del Maione sia per quel che riguarda le espressioni matematiche, sia per la tabella uso del suolo-permeabilità, sia per la valutazione dell'umidità del suolo, supportate da valutazioni conseguenti ad indagini effettuate in loco.

Si riporta di seguito uno schema della metodologia adottata.

Classificazione del suolo secondo quattro classi di permeabilità ottenute dal confronto delle formazioni geologiche presenti nel bacino con tabelle di conversione estratte da studi precedenti:

Tipo idrologico di suolo	Descrizione
<b>A = MOLTO PERMEABILE</b>	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
<b>B = POCO PERMEABILE</b>	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione
<b>C = QUASI IMPERMEABILE</b>	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
<b>D = IMPERMEABILE</b>	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Determinazione dell'umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico e riconoscimento di tre classi (classi AMC, Antecedent Moisture Condition), in funzione della pioggia caduta nei cinque giorni precedenti.

AMC	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	< 13 mm	< 36 mm
II	13 - 28 mm	36 - 53
III	> 28 mm	> 53 mm

Tenendo conto della stagione in cui ricade l'evento in esame, rispetto al periodo di crescita delle piante, si hanno le seguenti espressioni per la valutazione del CN:

$$CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{10 - 0.058 \cdot CN(II)} \quad CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

I CN(II) è definito dalla tabella a doppio ingresso uso del suolo-permeabilità.

Per lo studio in oggetto, attraverso l'utilizzo di tecniche GIS, sono stati calcolati i seguenti valori relativi alle diverse condizioni di umidità del suolo antecedenti l'evento (AMC I, II e III).

USO DEL SUOLO			LITOLOGIA SUPERFICIALE				
Tipo	Trattamento	Drenaggio	A	B	C	D	
Arato	Linee rette	-----	77	86	91	94	
Coltivazione per fila	“	Povero	72	81	88	91	
	“	Buono	67	78	85	89	
	Isoipse	Povero	70	79	84	88	
	“	Buono	65	75	82	86	
	terrazzato	Povero	66	74	80	82	
Graminacee allo stato iniziale	“	Buono	62	71	78	81	
	Linee rette	Povero	65	76	84	88	
	“	Buono	63	75	83	87	
	Isoipse	Povero	63	74	82	85	
	“	Buono	61	73	81	84	
Seminativo intenso o prateria	terrazzato	Povero	61	72	79	82	
	“	Buono	59	70	78	81	
	Linee rette	Povero	66	77	85	89	
	“	Buono	58	72	81	85	
	Isoipse	Povero	64	75	83	85	
Pascolo	“	Buono	55	69	78	83	
	terrazzato	Povero	63	73	80	83	
	“	Buono	51	67	76	80	
	Linee rette	Povero	68	79	86	89	
	“	Medio	49	69	79	84	
Prato	“	Buono	39	61	74	80	
	Isoipse	Povero	47	67	81	88	
	“	Medio	25	59	75	83	
	“	Buono	6	35	70	79	
	-----	Buono	30	58	71	78	
Bosco	-----	Povero	45	66	77	83	
	-----	Medio	36	60	73	79	
	-----	Buono	25	55	70	77	
Fattoria	-----	-----	59	74	82	86	
Centri commerciali	-----	-----	89	92	94	95	
Distretti industriali	-----	-----	81	88	91	93	
Area residenziale	65% impermeabile	-----	77	85	90	92	
	“	38% impermeabile	-----	61	75	83	87
	“	30% impermeabile	-----	57	72	81	86
	“	25% impermeabile	-----	54	70	80	85
	“	20% impermeabile	-----	51	68	79	84
Parcheggi pavimentati	-----	-----	98	98	98	98	
Strade	asfaltate	-----	98	98	98	98	
“	con fondo in ghiaia	-----	76	85	89	91	
“	con fondo in terra battuta	-----	72	82	87	89	

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## Elaborazione e analisi dei risultati

Per il calcolo delle portate sono state considerate le intere aree sottese dai due bacini di alimentazione.

Come coefficiente si è utilizzata la media matematica tra il CN II e il CN III, come si riporta di seguito:

	Sezione 1076		Sezione 297	
	km2	CN	km2	CN
Terreno coltivato	0.88	62	0.050	62
Area urbana	0.01	92	0.012	92
incolto	0.01	72	0.005	72
CN (II)		68		68
CN (III)		83		83
CN medio (II e III)		76		76

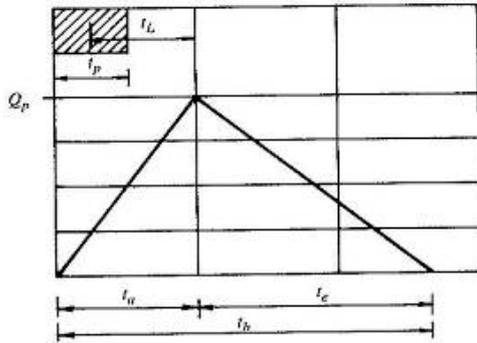
Tab. 2: Caratterizzazione areale dell'uso del suolo e valori del CN

Tali valori consentono di ricavare il valore della pioggia netta e dell'afflusso nelle ipotesi di istogramma rettangolare di durata pari al tempo di ritardo del bacino, nel seguito definito e determinato.

Per il calcolo della portata al colmo, si è utilizzata la metodologia proposta dal Soil Conservation Service. Questo metodo considera un idrogramma approssimato di forma triangolare con una fase crescente di durata  $t_a$  (tempo di accumulo) ed una fase di esaurimento di durata  $t_e$  (tempo di esaurimento) e il cui volume  $V$ , in m<sup>3</sup>, ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Q_p}{2} (t_a + t_e) = \frac{Q_p \cdot t_b}{2}$$

con  $t_b$  durata dell'evento di piena.



Idrogramma triangolare utilizzato per il calcolo della portata al colmo con il metodo SCS

A seguito di analisi sperimentali dell'SCS è stato stabilito che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico che è pari al 37.5% del volume totale V di deflusso, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0.375 volte la durata dell'evento di piena  $t_b$  e pertanto:

$$t_b = 2.67 \cdot t_a$$

Di conseguenza è possibile esprimere la portata al colmo secondo la relazione qui di seguito riportata:

$$Q_p = 0.208 \cdot \frac{V \cdot A}{t_a}$$

in cui:

V = volume di deflusso espresso in mm;

A = area del bacino espressa in Km<sup>2</sup>;

$t_a$  = tempo di accumulo espresso in h.

La determinazione di  $t_a$ , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante, di durata  $t_p$  e indicando con  $t_L$  il tempo di ritardo (distanza tra il baricentro dello istogramma ed il picco dell'idrogramma triangolare), si effettua con la semplice relazione:

$$t_a = 0.5 \cdot t_p + t_L$$

Per la determinazione del tempo di ritardo, espresso in ore, si utilizza la formula di Mockus:

$$t_L = 0.342 \cdot \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \cdot \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

in cui  $s$  è la pendenza del bacino espressa in percentuale,  $L$  è la lunghezza dell'asta principale, prolungata fino alla dispiuviate espressa in Km.

Sulla base di determinazioni empiriche effettuate dall'SCS, è possibile affermare che il rapporto  $t_a/t_c$  è pari a 0,6 con  $t_c$  tempo di corrivazione del bacino.

Attraverso la convoluzione di tale afflusso netto con l'idrogramma definito dal SCS, precedentemente valutato per il bacino in esame, si ottengono i risultati contenuti nella seguente tabella.

Sezione Bacino	$t_c$ (ore)	$t_a$ (ore)	Q200 (m <sup>3</sup> /s)
1076_reticolo 1	2.61	2.87	2.20
297_reticolo 2	0.48	0.52	0.57

Tab. 3: Tempo di corrivazione e di accumulo e portata al colmo di piena per il bacino in esame e per il tempo di ritardo determinato con il metodo SCS

## Analisi idraulica

### Cenni metodologici

Per la realizzazione dell'analisi si è utilizzato il software HEC-RAS, prodotto della U.S. Army Corps of Engineers, Hydrology Engineers Center, validato a livello internazionale per gli studi idraulici dei corsi d'acqua.

Il modello è in grado di effettuare simulazioni di tipo monodimensionale del fenomeno di propagazione dell'onda di piena su corsi d'acqua, una volta fornite tutte le informazioni necessarie circa la geometria di un numero sufficiente di sezioni trasversali. Il programma consente, inoltre, di inserire sezioni trasversali fittizie, interpolando quelle rilevate e risolve il problema dell'individuazione del livello della corrente in un'assegnata sezione, tenendo conto delle seguenti ipotesi:

- il moto è permanente;
- il flusso è monodimensionale;
- i canali hanno pendenza lieve (1:10).

#### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## Modalità esecutive

Il lavoro si è articolato come di seguito indicato:

- input dei dati geometrici;
- inserimento dei dati inerenti le portate di verifica;
- definizione delle condizioni al contorno;
- esecuzione della modellazione.

Per tutte le sezioni esaminate è stato assunto come coefficiente di Manning pari a 0.045 scaturito dallo studio analitico dei luoghi eseguito secondo l'equazione di Cowan:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

dove:

- $n_0$  = la quota parte di scabrezza corrispondente ad un alveo rettilineo con andamento uniforme regolare;
- $n_1$  = il valore aggiuntivo che tiene conto della irregolarità della superficie dell'alveo;
- $n_2$  = il contributo alla scabrezza dovuto alle variazioni di forma e dimensioni delle sezioni trasversali lungo il tratto in esame;
- $n_3$  = il valore tiene conto di ostruzioni quali detriti, alberi morti, ecc;
- $n_4$  = il contributo dovuto alla presenza di vegetazione;
- $m_5$  = un fattore di correzione per alveo meandriforme;

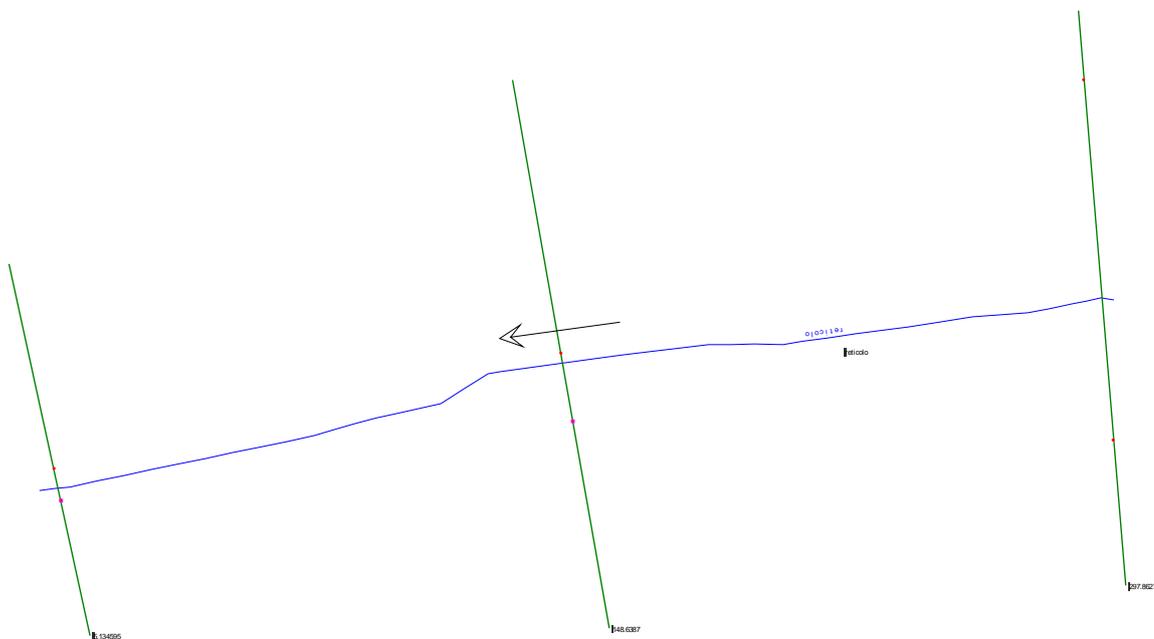
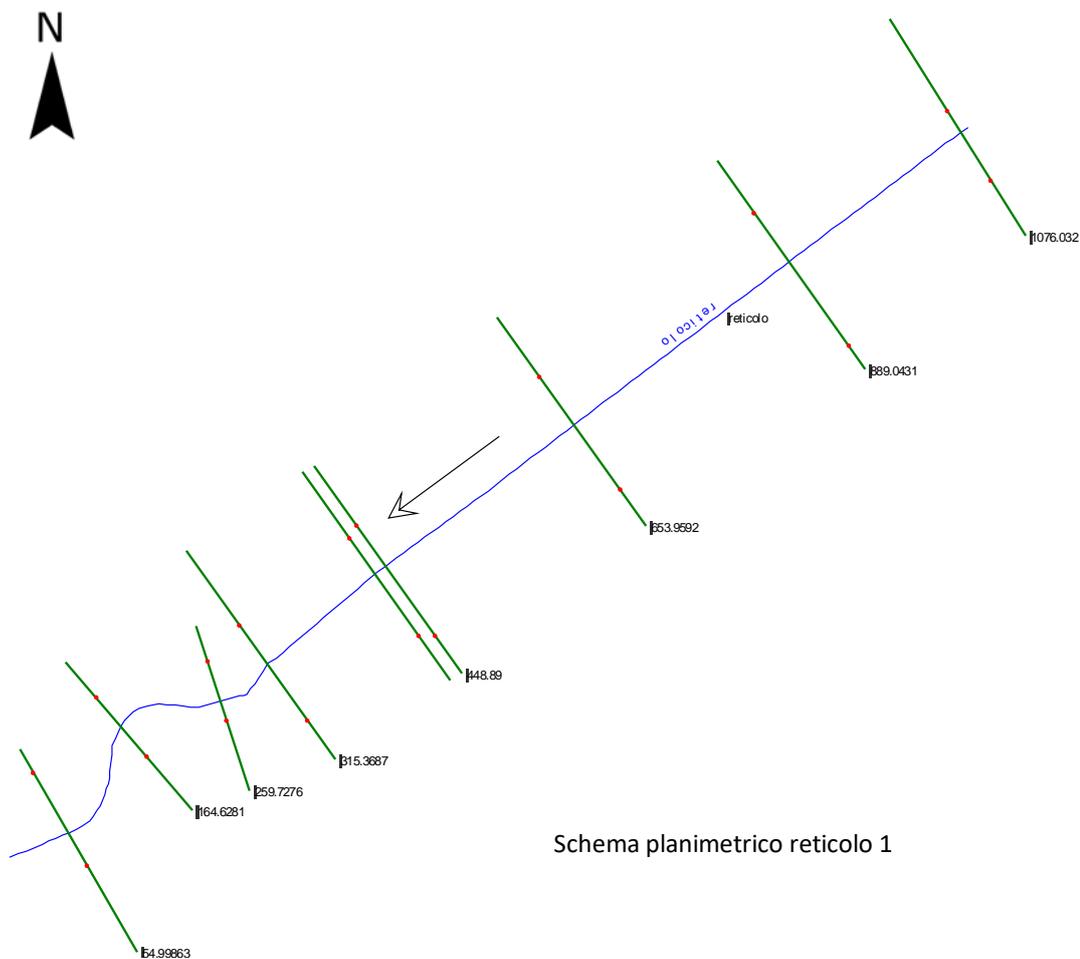
I coefficienti di espansione e contrazione assunti, sono compresi tra 0,1 e 0,3 (infatti, non ci sono bruschi cambiamenti di sezione).

Infine, si precisa che i fenomeni di trasporto solido non sono stato oggetto di studio e che la verifica idraulica è stata condotta considerando le sezioni fluviali libere e quindi non interessate da fenomeni di occlusione, che altrimenti comporterebbero effetti peggiorativi.

## Elaborazione e analisi dei risultati

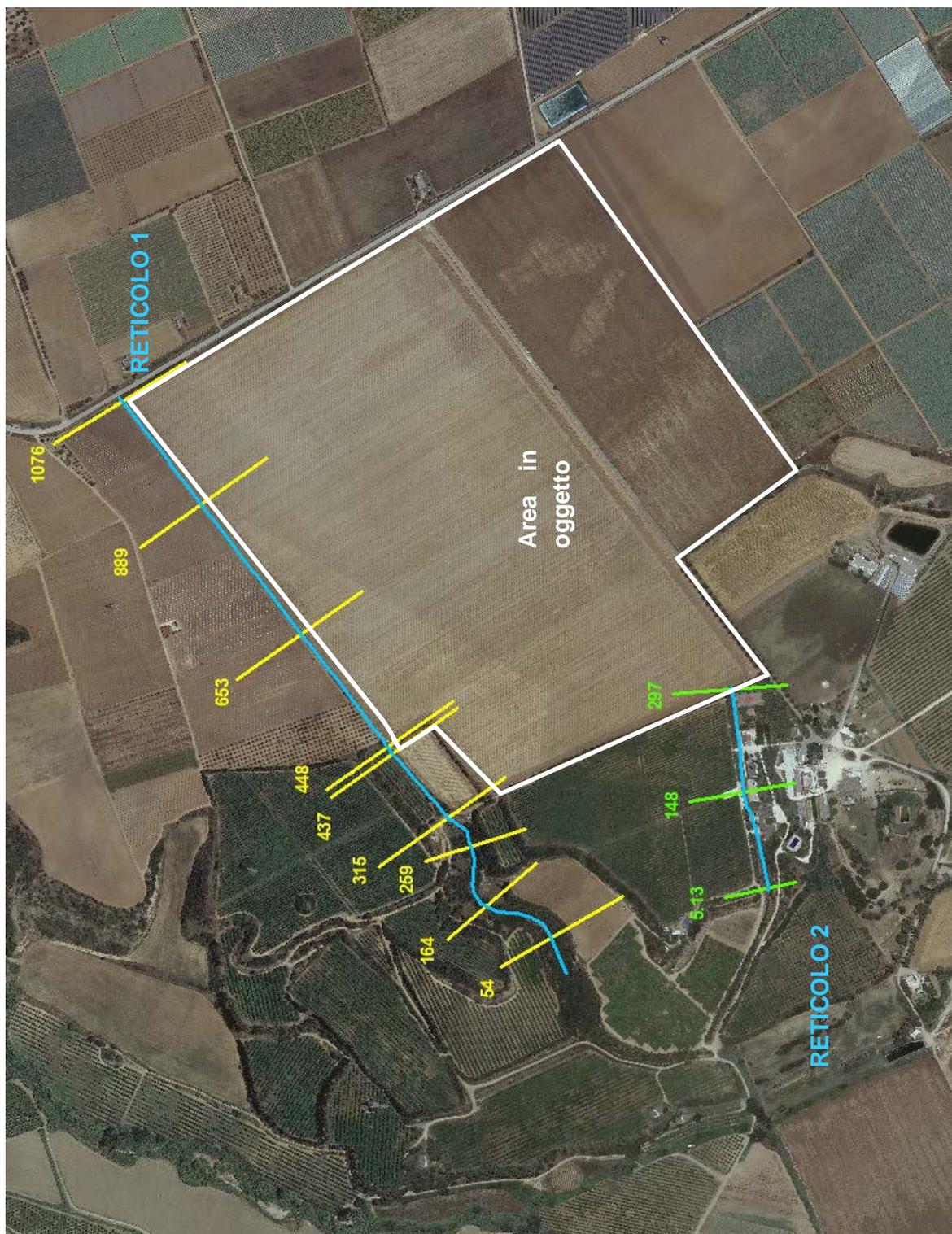
Nelle figure che seguono vengono visualizzati i risultati delle Nelle figure che seguono vengono visualizzati i risultati delle elaborazioni definitive effettuate in condizioni di moto permanente.

È possibile osservare sia i profili del pelo libero che le sezioni del corso d'acqua esaminato.



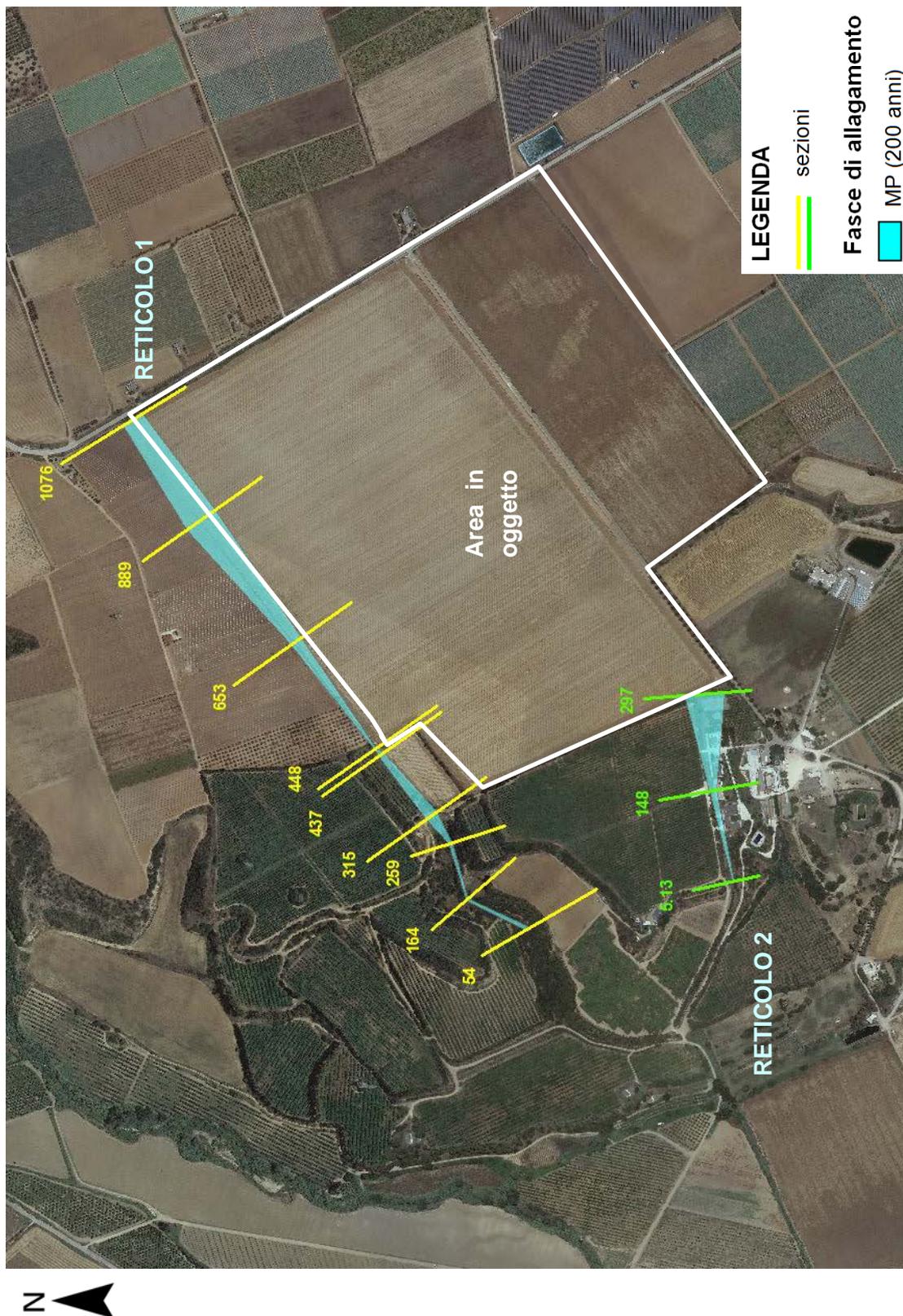
**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Straicio Ortofoto con indicazione dell'area di studio e delle sezioni



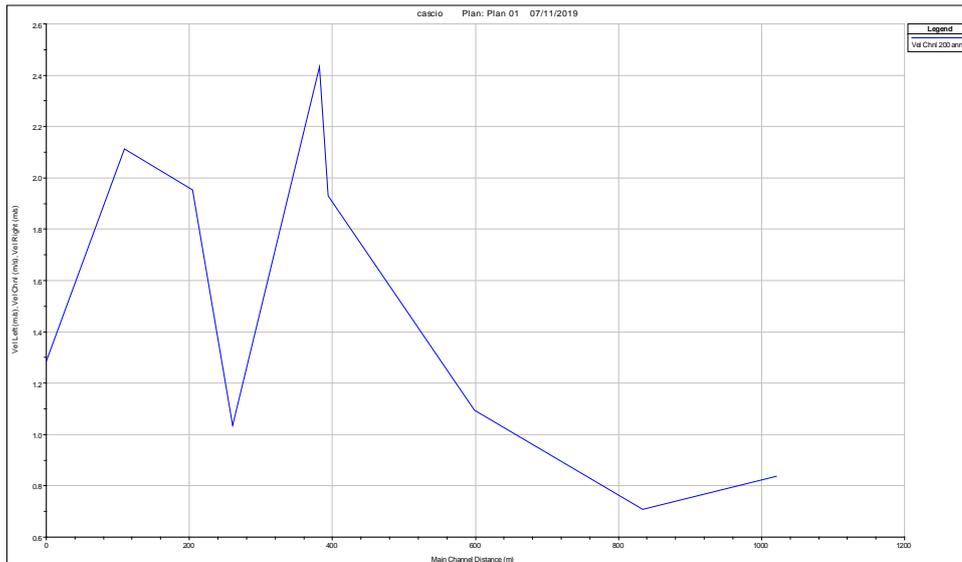


Stralcio Ortofoto con tratto di reticolo verificato idraulicamente

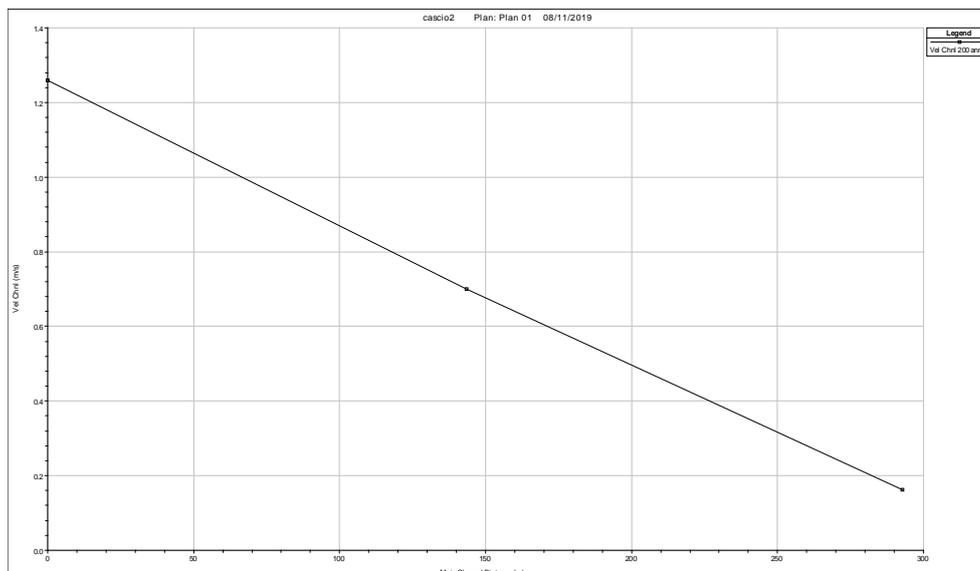
Nella tabella successiva, si riportano le informazioni, ottenute dall'elaborazione che si riferiscono a grandezze significative quali: altezza critica, velocità, numero di Froude, il livello idrico per ogni sezione e per ciascun profilo.

Esportando dal software Hec – Ras i risultati ottenuti, è stato possibile effettuare la perimetrazione delle aree inondabili.

Sono stati delineati i profili che individuano le aree a media probabilità d'inondazione e sono relativi ai tempi di ritorno di 200 anni per entrambi i bacini.



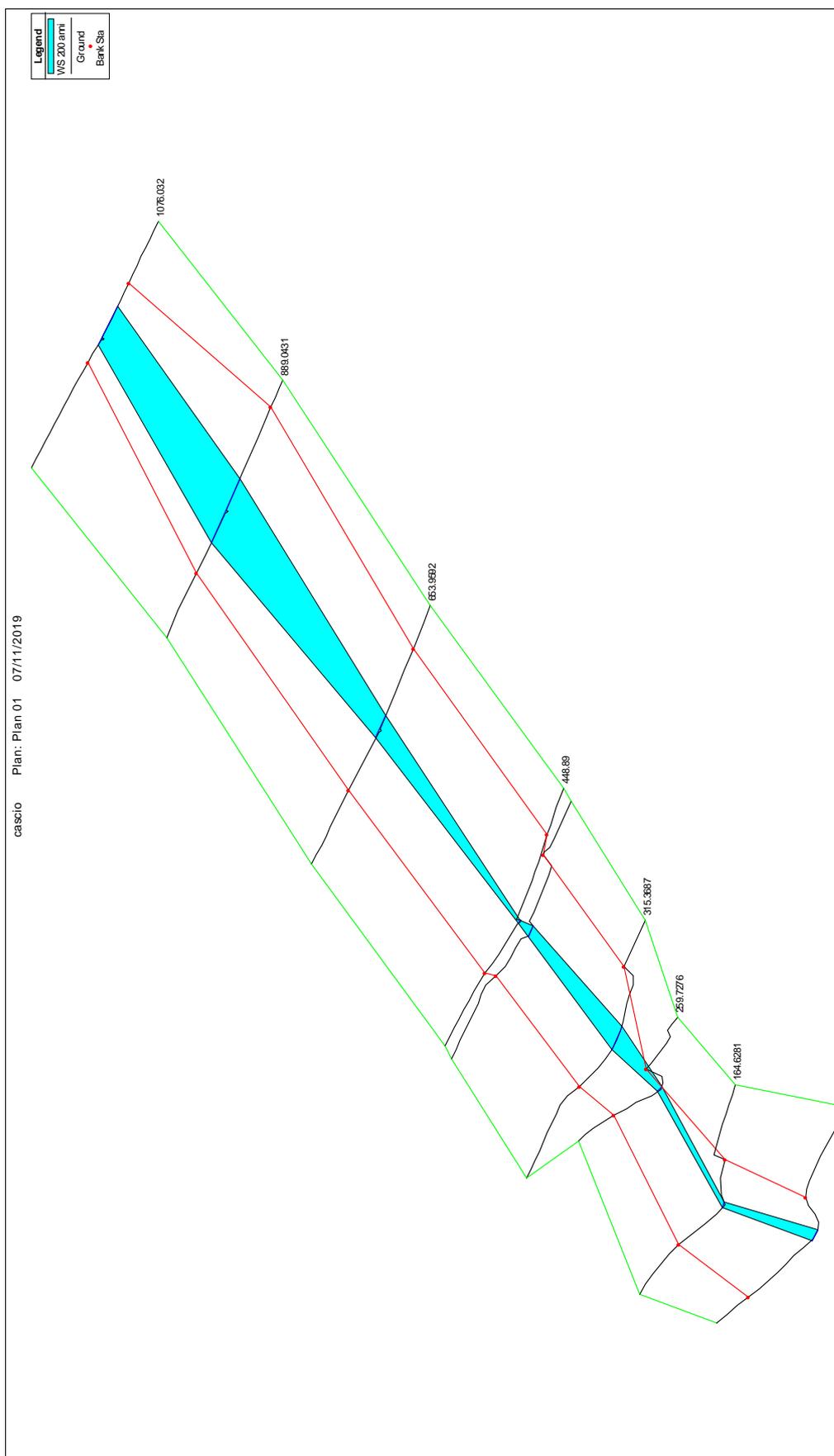
Profilo di velocità - reticolo 1



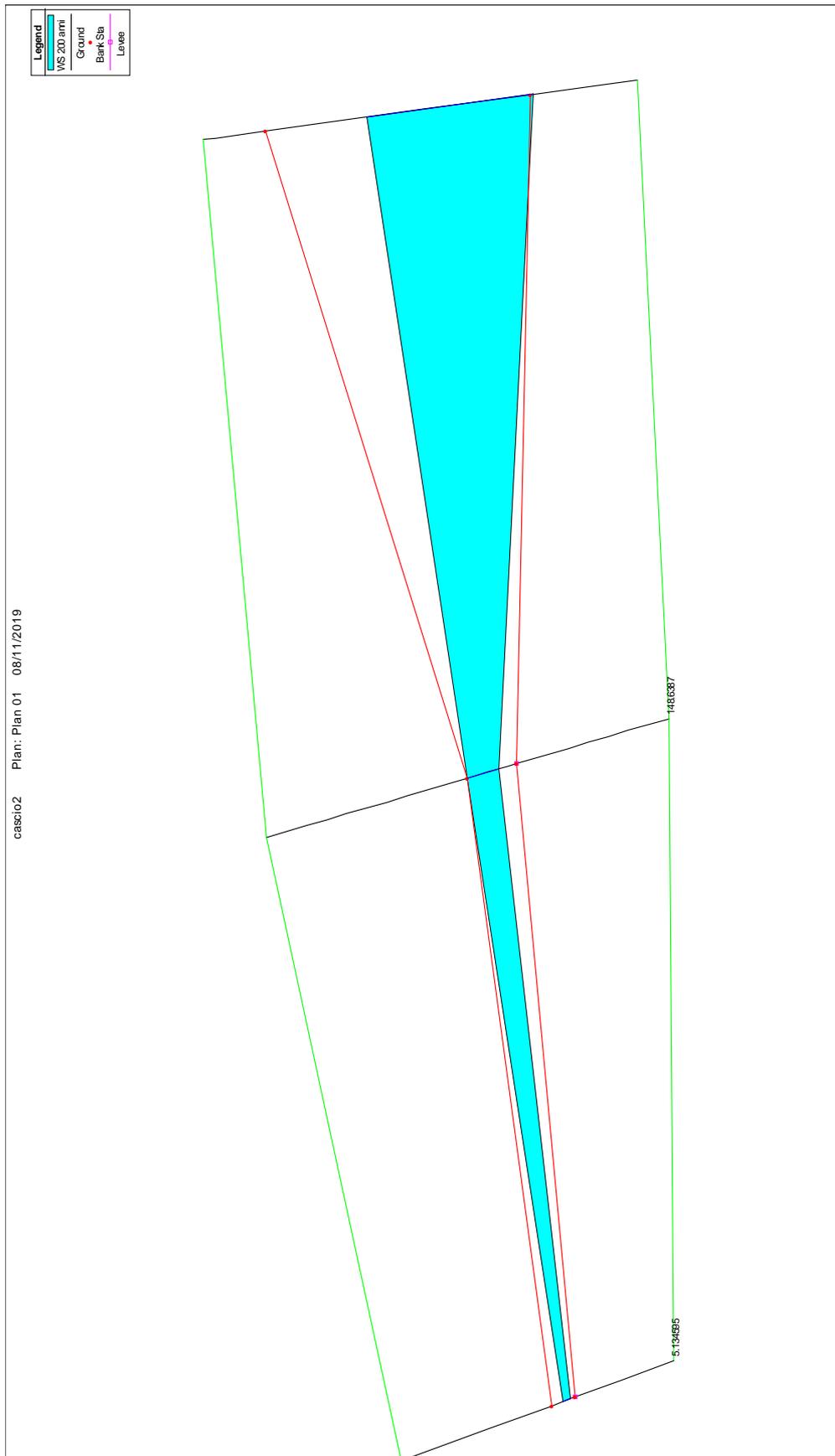
Profilo di velocità - reticolo 2

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

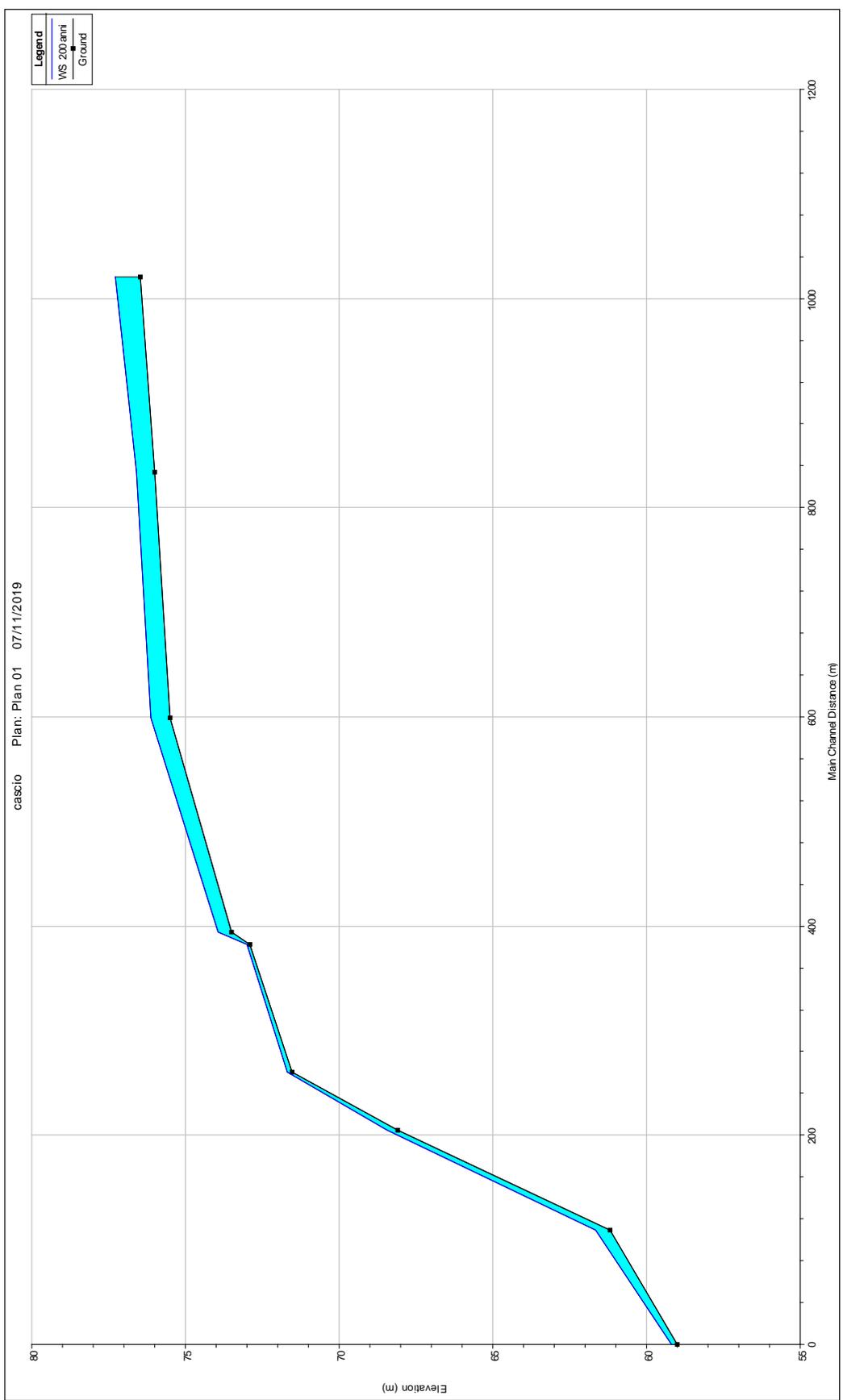
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



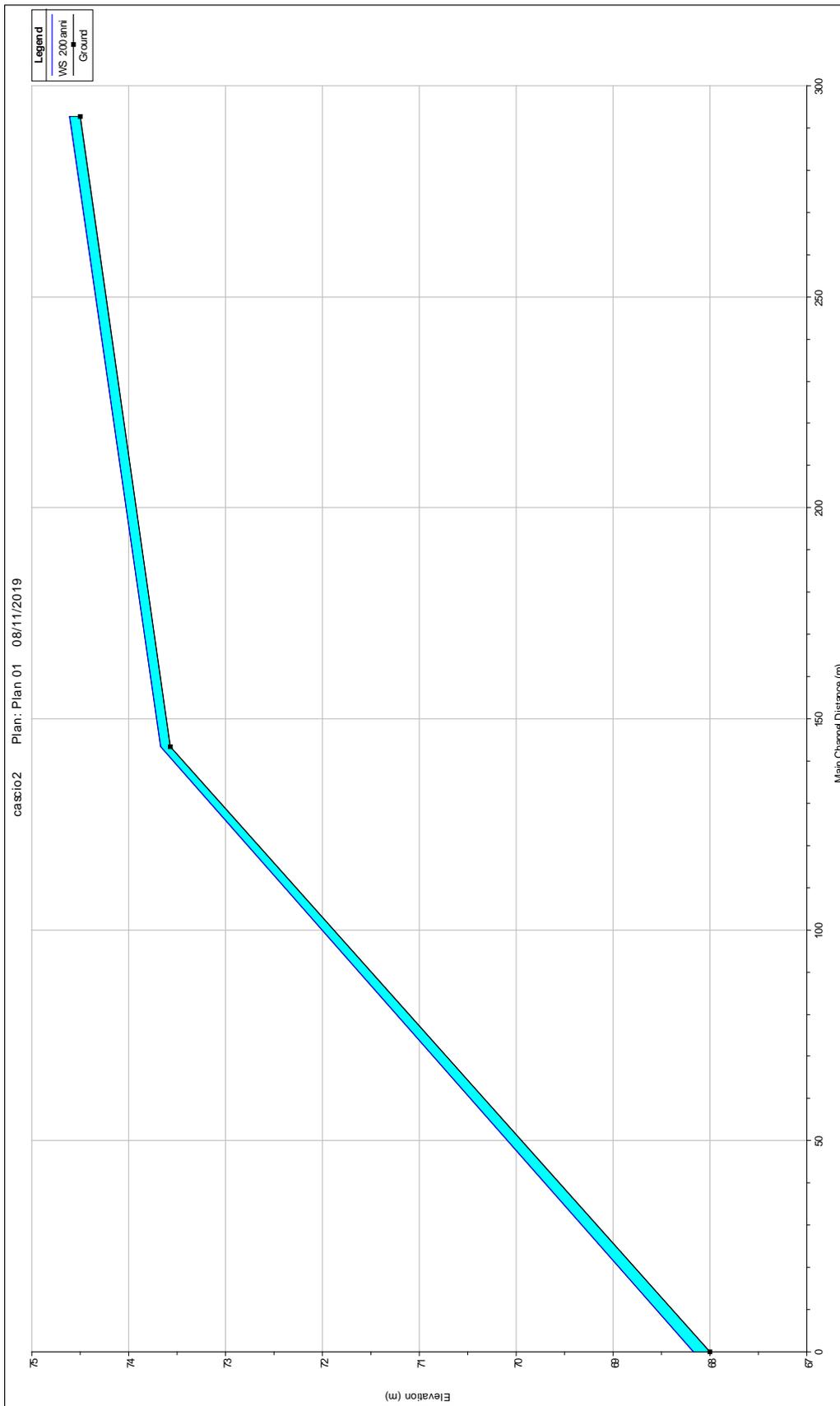
Visione prospettica – reticolo 1



Visione prospettica – reticolo 2



Profilo dei tiranti idraulici – reticolo 1



Profilo dei tiranti idraulici – reticolo 2

Dallo studio eseguito è risultato quanto di seguito si espone.

## RETICOLO 1

Le sezioni evidenziano la presenza di scarpate fluviali, nei tratti non canalizzati, di altezze che raggiungono anche gli 8 m. Mentre nella porzione canalizzata, ovvero quella che lambisce il terreno in oggetto le altezze delle sponde vanno da 0.40 m a circa 1.60 m.

La distribuzione delle acque di ruscellamento tende quindi ad adattarsi all'ampiezza dell'alveo, con larghezze che variano da circa 3 metri a circa 54 m.

L'altezza del tirante idrico tende a variare in relazione all'ampiezza dell'alveo e, in particolare, in corrispondenza dell'area oggetto d'intervento raggiunge un'altezza di +0.79 m (sezione 1076 – prima di monte).

L'area di progetto risulta quasi interamente in sicurezza, eccezion fatta per una fascia di meno di 30 m di allagamento che da monte verso valle si riduce fino a 3 m.

Pertanto la realizzazione dell'impianto fotovoltaico non interesserà le aree di potenziale allagamento.

Infine, la velocità media nel tratto di interesse è pari a 1.48 m/s circa, con la velocità massima che si raggiunge in corrispondenza della sezione 437, ovvero quella in corrispondenza di un piccolo dislivello.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
reticolo	1076.032	200 anni	2.20	76.48	77.27	77.27	77.31	0.044915	0.84	2.63	34.29	0.96
reticolo	889.0431	200 anni	2.20	76.00	76.58	76.58	76.60	0.046321	0.71	3.11	54.02	0.94
reticolo	653.9592	200 anni	2.20	75.50	76.13	76.13	76.19	0.050361	1.10	2.01	19.01	1.08
reticolo	448.89	200 anni	2.20	73.50	73.95	73.95	74.14	0.032574	1.93	1.14	3.04	1.01
reticolo	437.3392	200 anni	2.20	72.90	73.00	73.08	73.30	0.273007	2.43	0.90	9.39	2.50
reticolo	315.3687	200 anni	2.20	71.53	71.70	71.70	71.76	0.043024	1.03	2.13	20.00	1.01
reticolo	259.7276	200 anni	2.20	68.08	68.45	68.50	68.64	0.075166	1.95	1.13	6.16	1.46
reticolo	164.6281	200 anni	2.20	61.20	61.65	61.72	61.88	0.067247	2.11	1.04	4.59	1.42
reticolo	54.99863	200 anni	2.20	59.01	59.20	59.20	59.28	0.036658	1.29	1.71	10.28	1.01

Tab. 4: Dati idraulici relativi al "reticolo 1"



Distanza dal confine della fascia di pericolosità idraulica - reticolo 1

## RETICOLO 2

Le sezioni evidenziano la presenza di scarpate fluviali che variano da poche decine di centimetri a circa 2 m, in corrispondenza dell'ultima sezione di valle, ovvero verso la confluenza con il reticolo 1.

La distribuzione delle acque di ruscellamento tende quindi ad adattarsi all'ampiezza dell'alveo, con larghezze che variano da circa 3 metri a circa 60 m.

L'altezza del tirante idrico tende a variare in relazione all'ampiezza dell'alveo e, in particolare, in corrispondenza dell'area oggetto d'intervento non supera i 10 cm (sezione 297 – prima di monte).

L'area di progetto risulta interamente in sicurezza, eccezion fatta per un piccolissimo lembo di terra interessata da allagamento, per un totale di pochi m<sup>2</sup> a confine con le particelle 144 e 145.

Pertanto la realizzazione dell'impianto fotovoltaico non interesserà le aree di potenziale allagamento.

Infine, la velocità nel tratto di interesse varia da 0.16 m/s, nella parte iniziale, a 0.70 m/s nella parte mediana a 1.26 in corrispondenza della sezione 5.13, ovvero ultima di valle, dove la velocità aumenta in quanto ci si avvicina sempre di più alla confluenza.

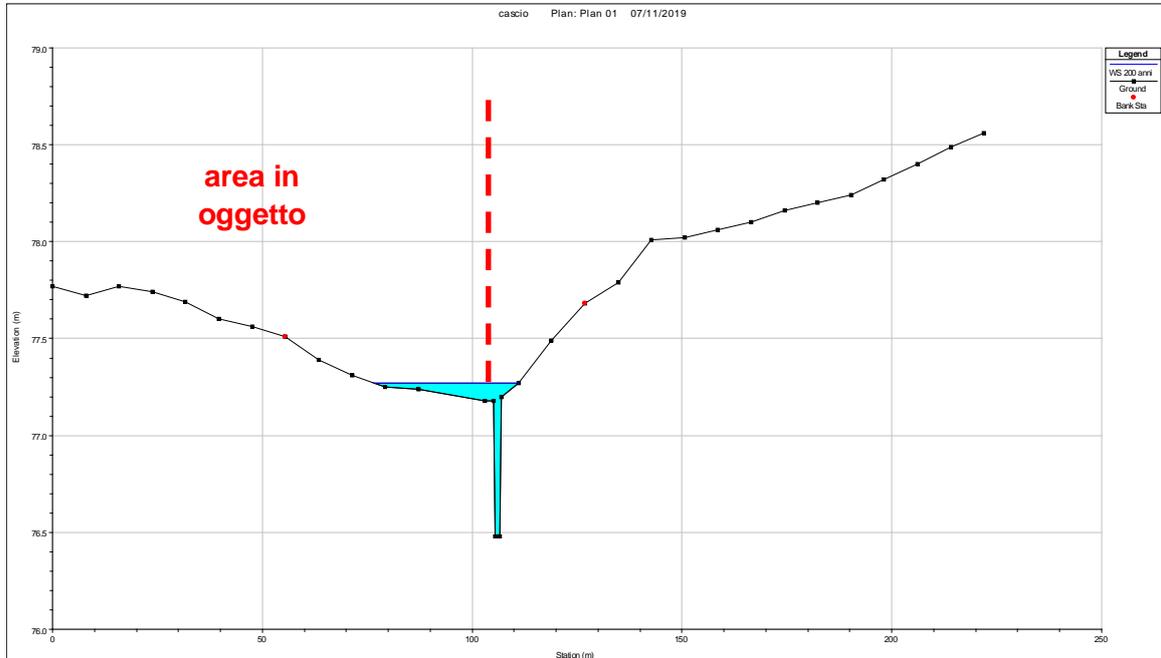
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
reticolo	297.8627	200 anni	0.57	74.50	74.61		74.61	0.002421	0.16	3.52	62.56	0.22
reticolo	148.6387	200 anni	0.57	73.57	73.67	73.67	73.70	0.036177	0.70	0.81	12.03	0.86
reticolo	5.134595	200 anni	0.57	68.00	68.17	68.17	68.25	0.039773	1.26	0.45	2.86	1.01

Dati idraulici relativi al "reticolo 2"

## SEZIONI MORFOLOGICHE

Le sezioni che seguono considerano, retinato in azzurro, il livello del tirante idraulico corrispondente a un Tr di 200 anni.

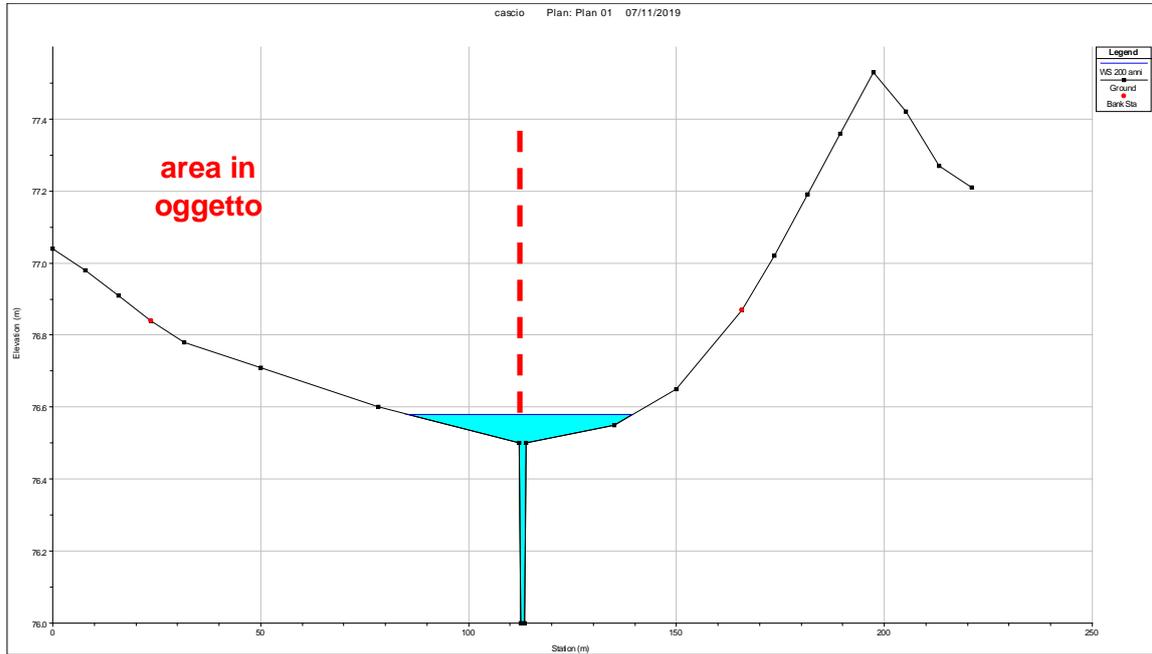
## RETICOLO 1



Sezione morfologica n° 1076



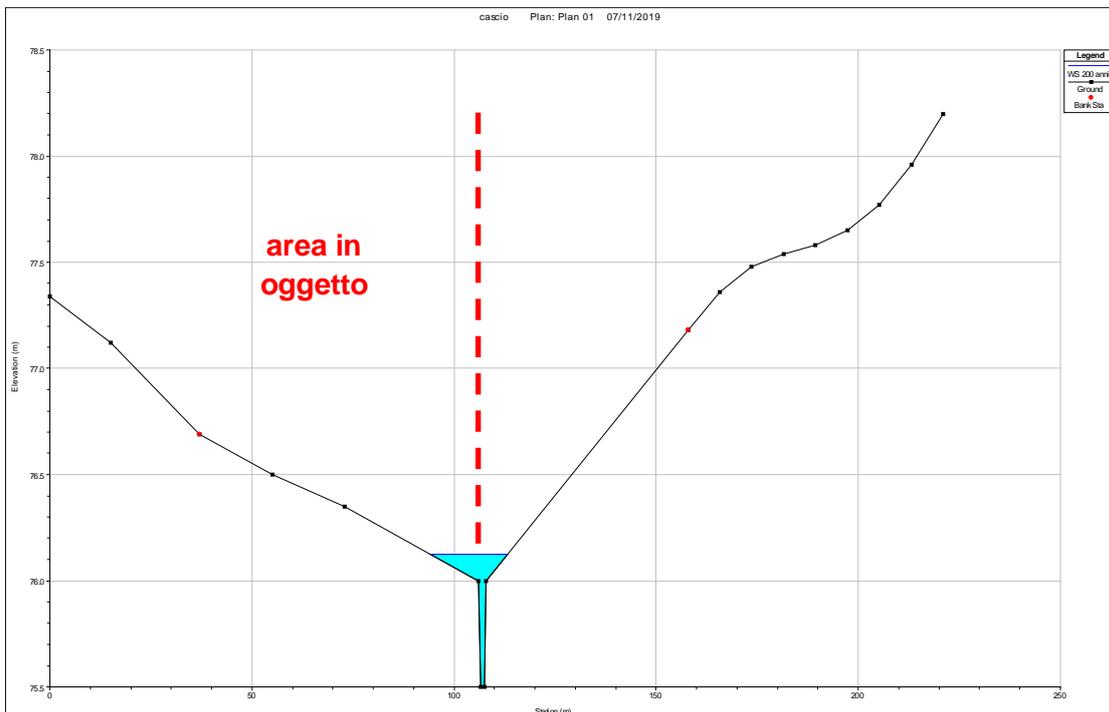
Canale nei pressi della sezione n° 1076



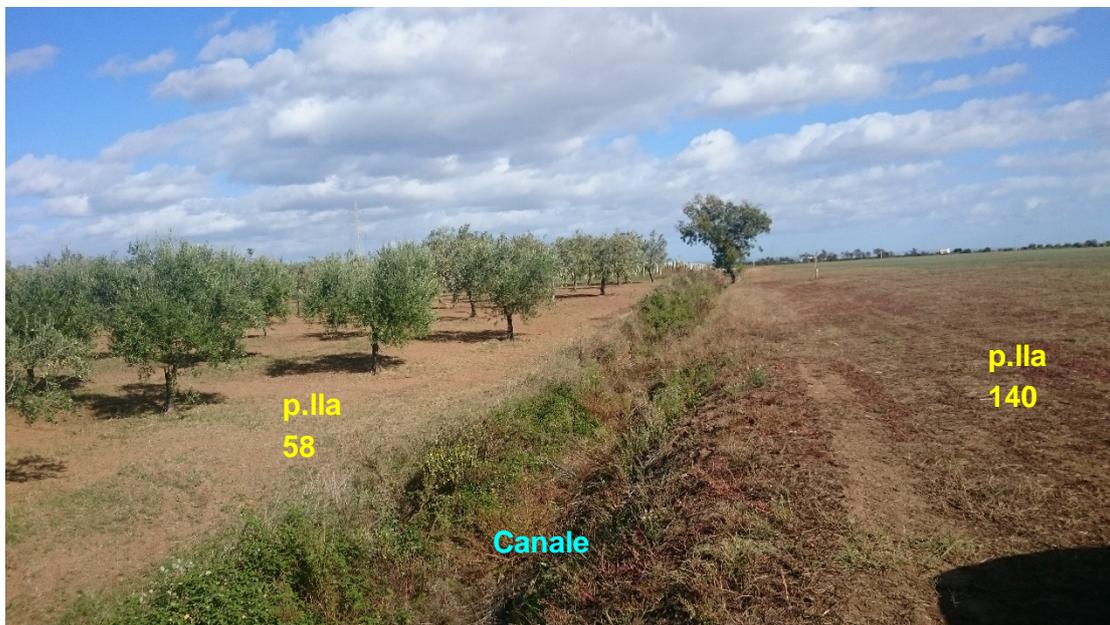
Sezione morfologica n° 889



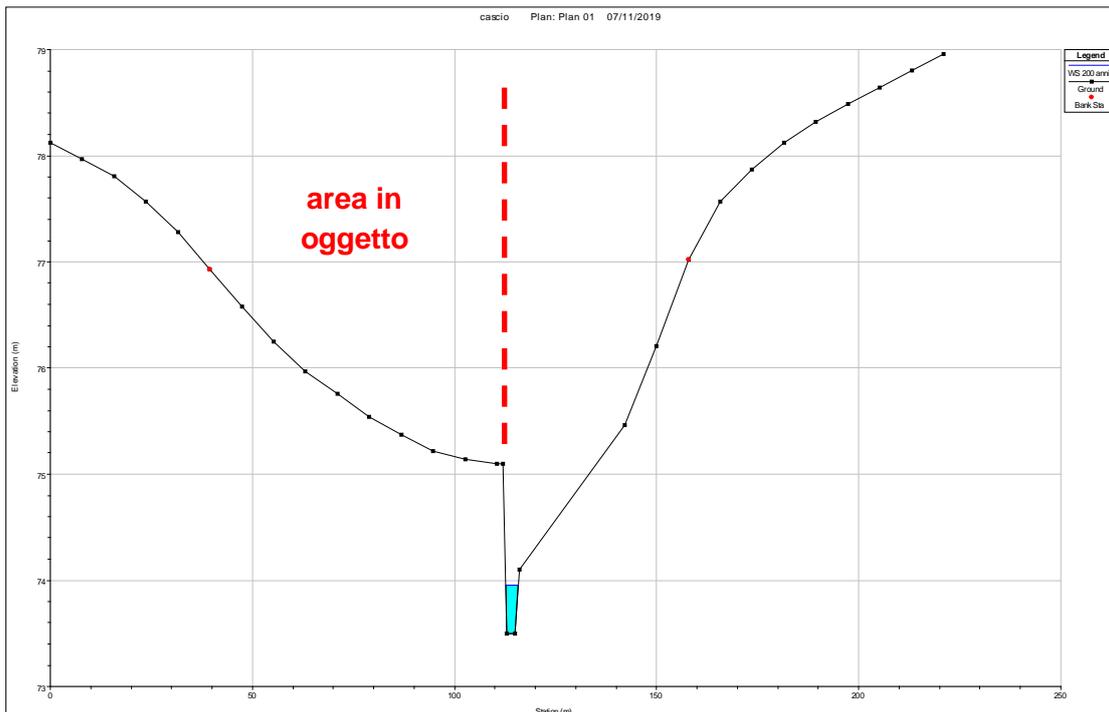
Canale nei pressi della sezione n° 889



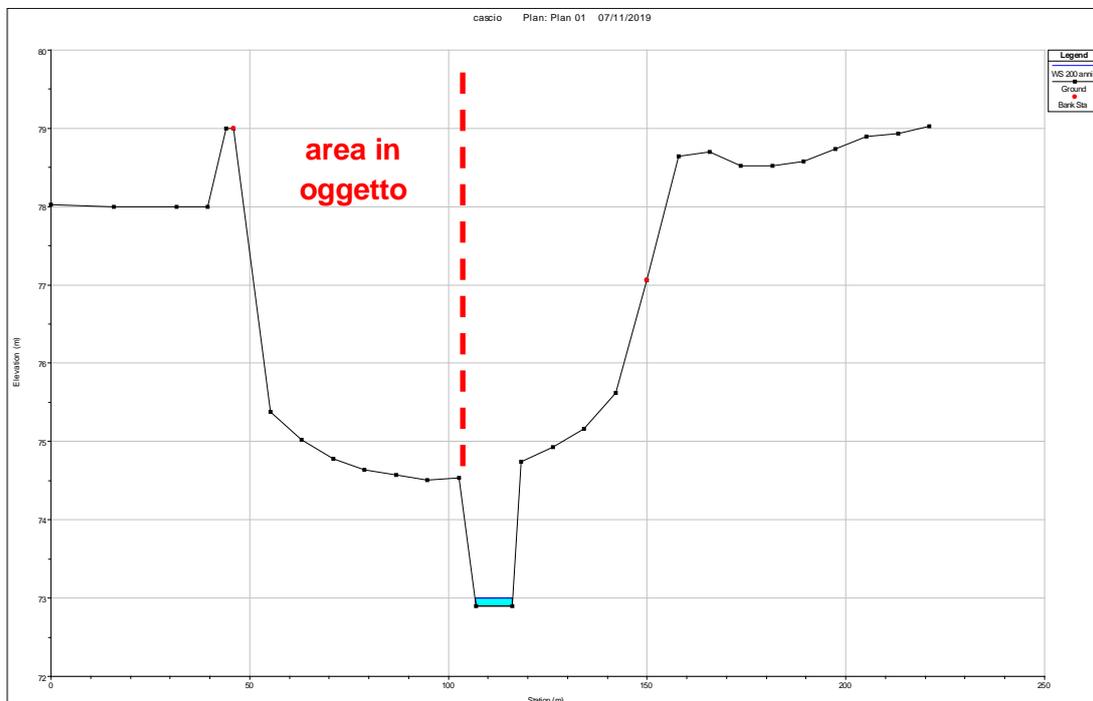
Sezione morfologica n° 653



Canale nei pressi della sezione n° 653



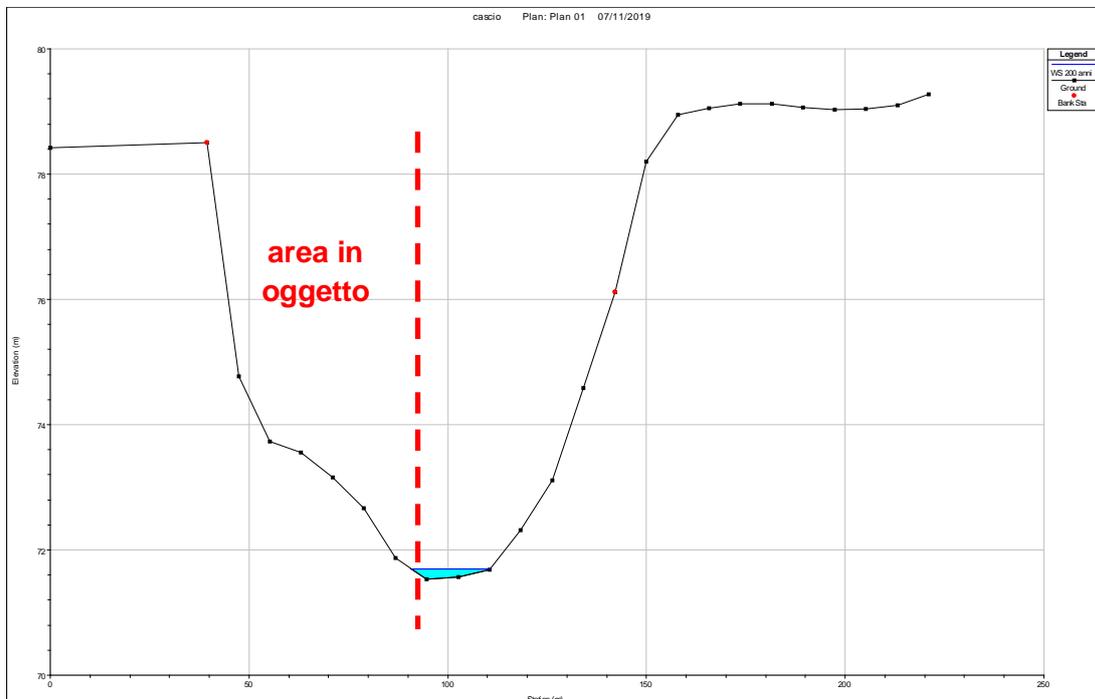
Sezione morfologica n° 448



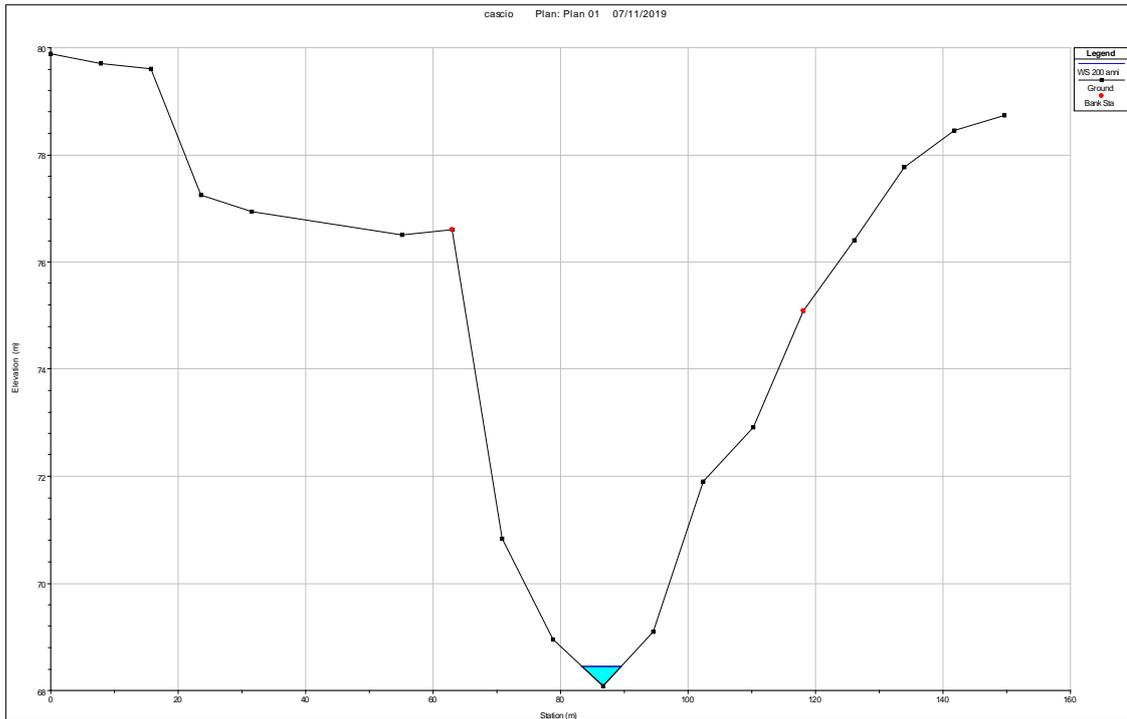
Sezione morfologica n° 437



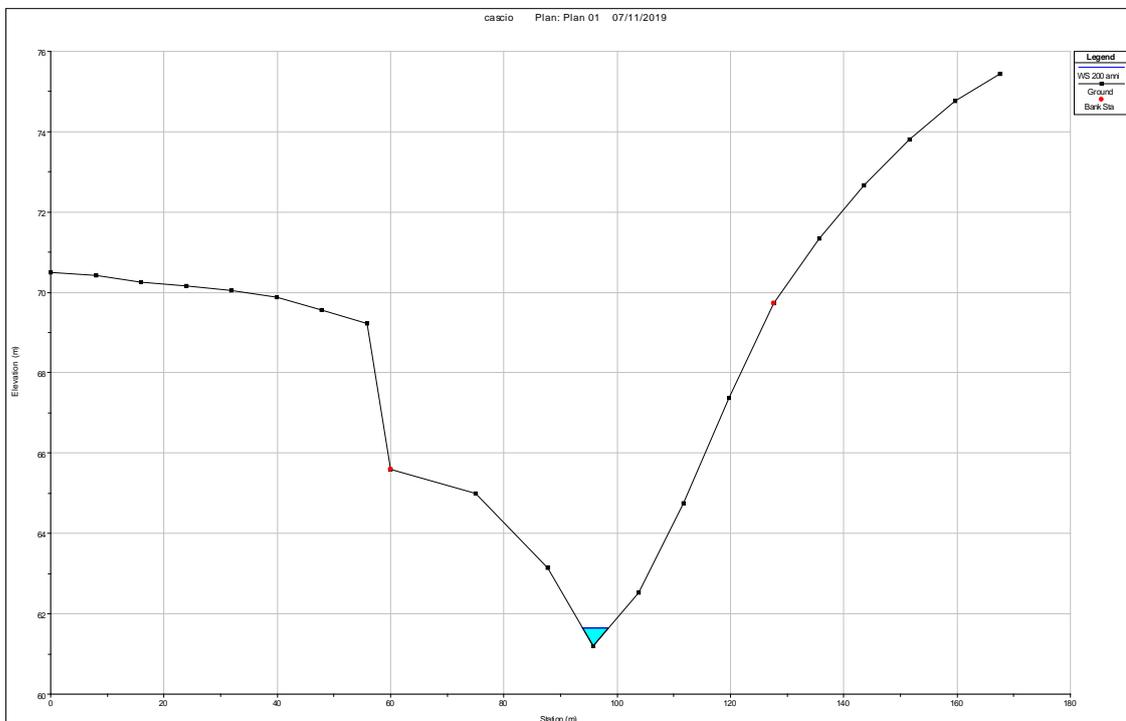
Panoramica del dislivello tra le sezz. 448 e 437



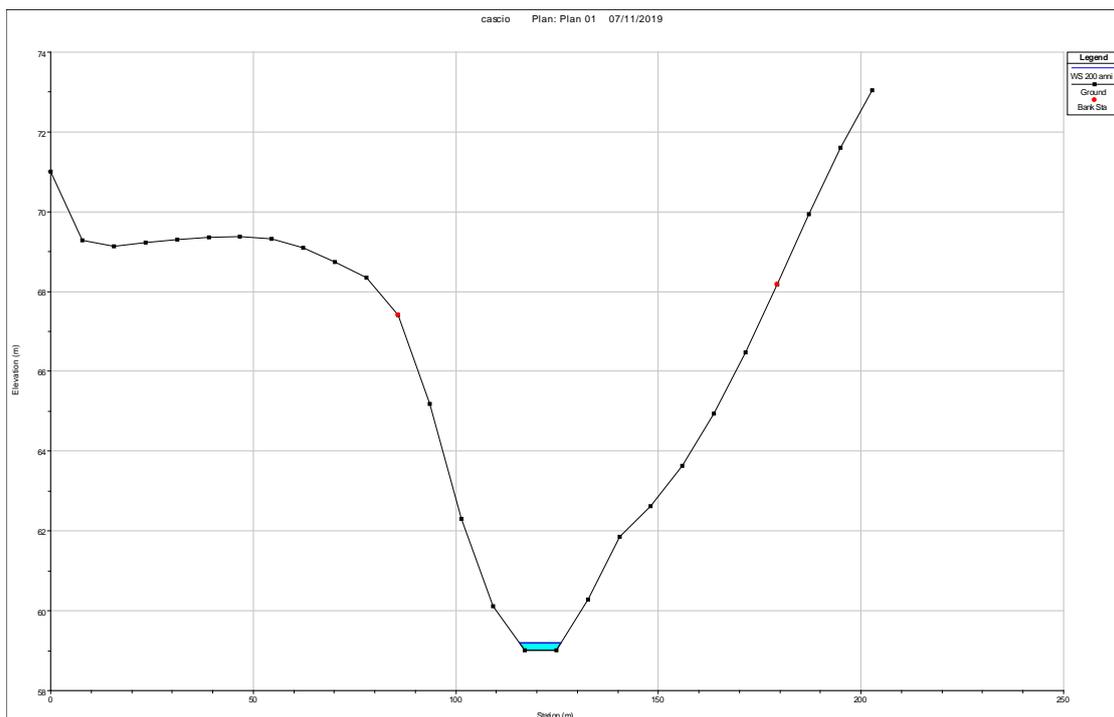
Sezione morfologica n° 315



Sezione morfologica n° 259

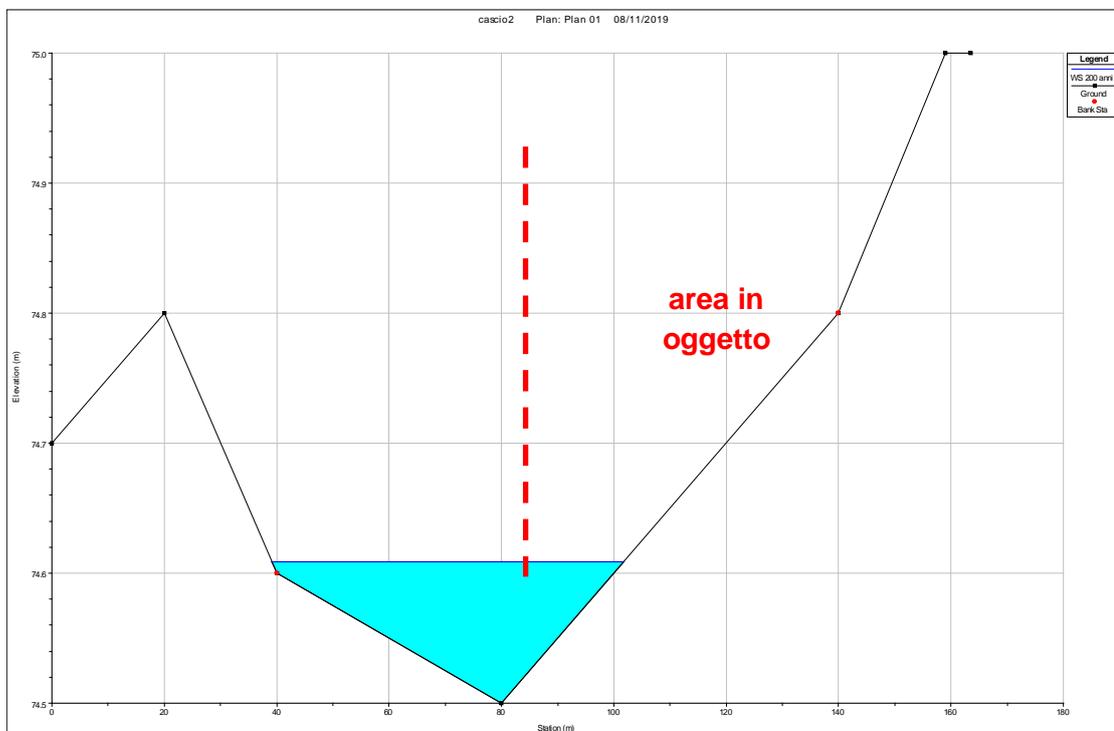


Sezione morfologica n° 164

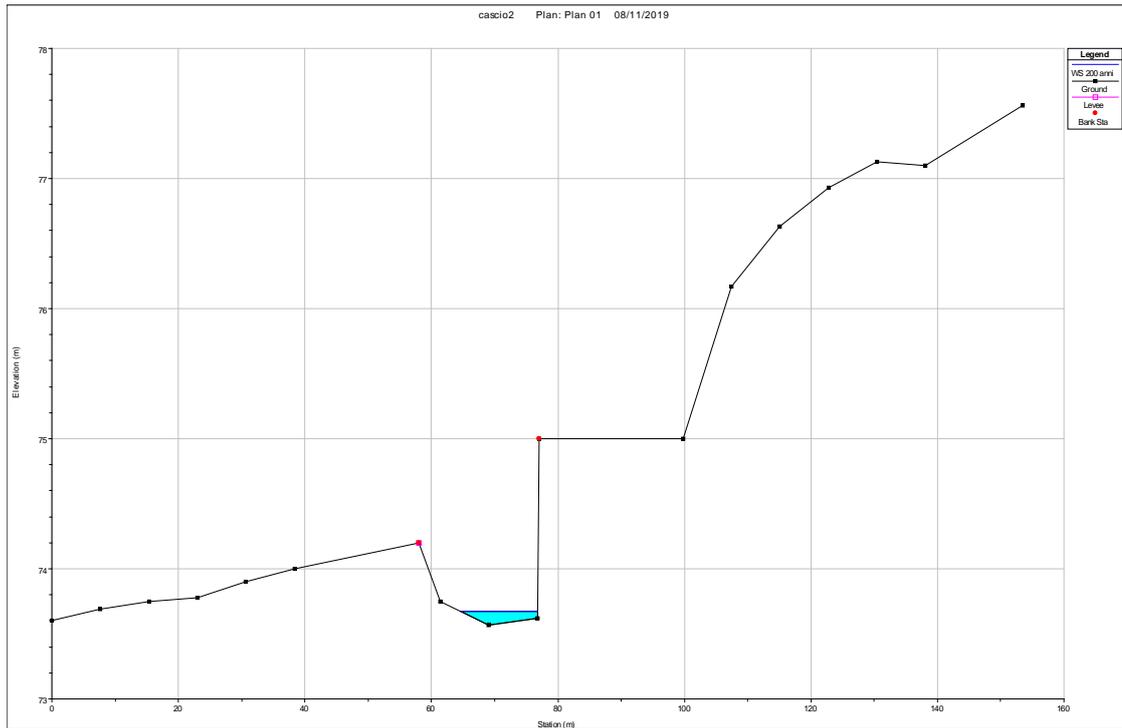


Sezione morfologica n° 54

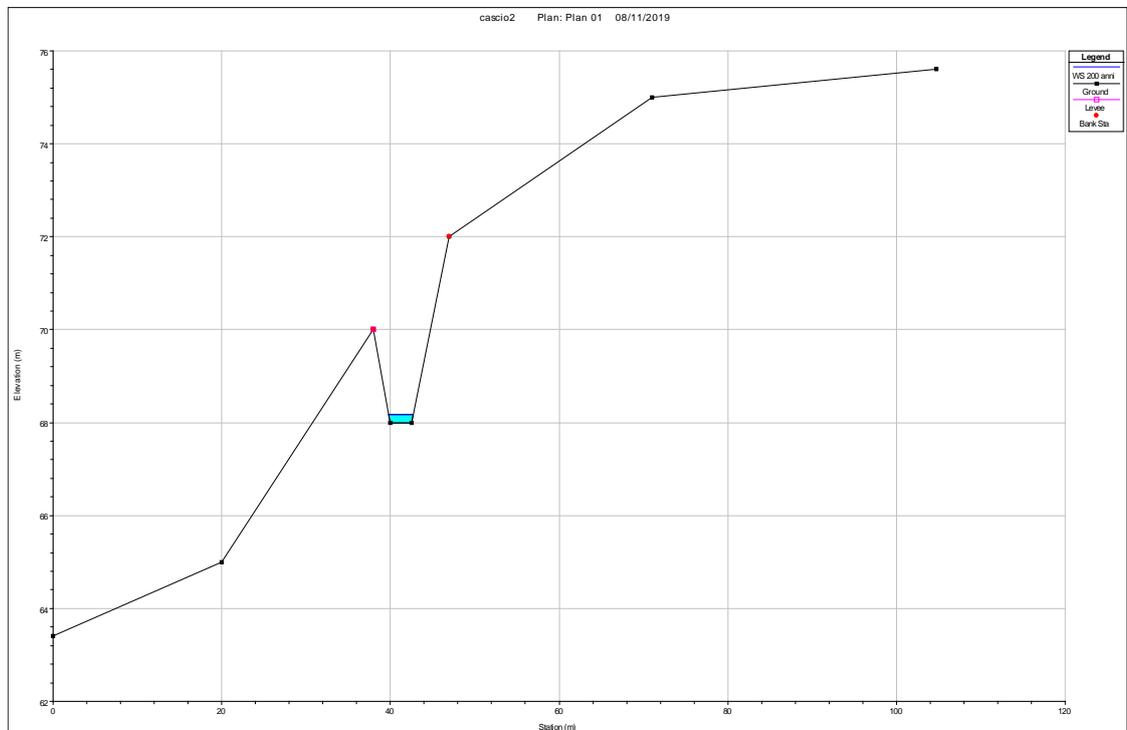
## RETICOLO 2



Sezione morfologica n° 297



Sezione morfologica n° 148



Sezione morfologica n° 5.13

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

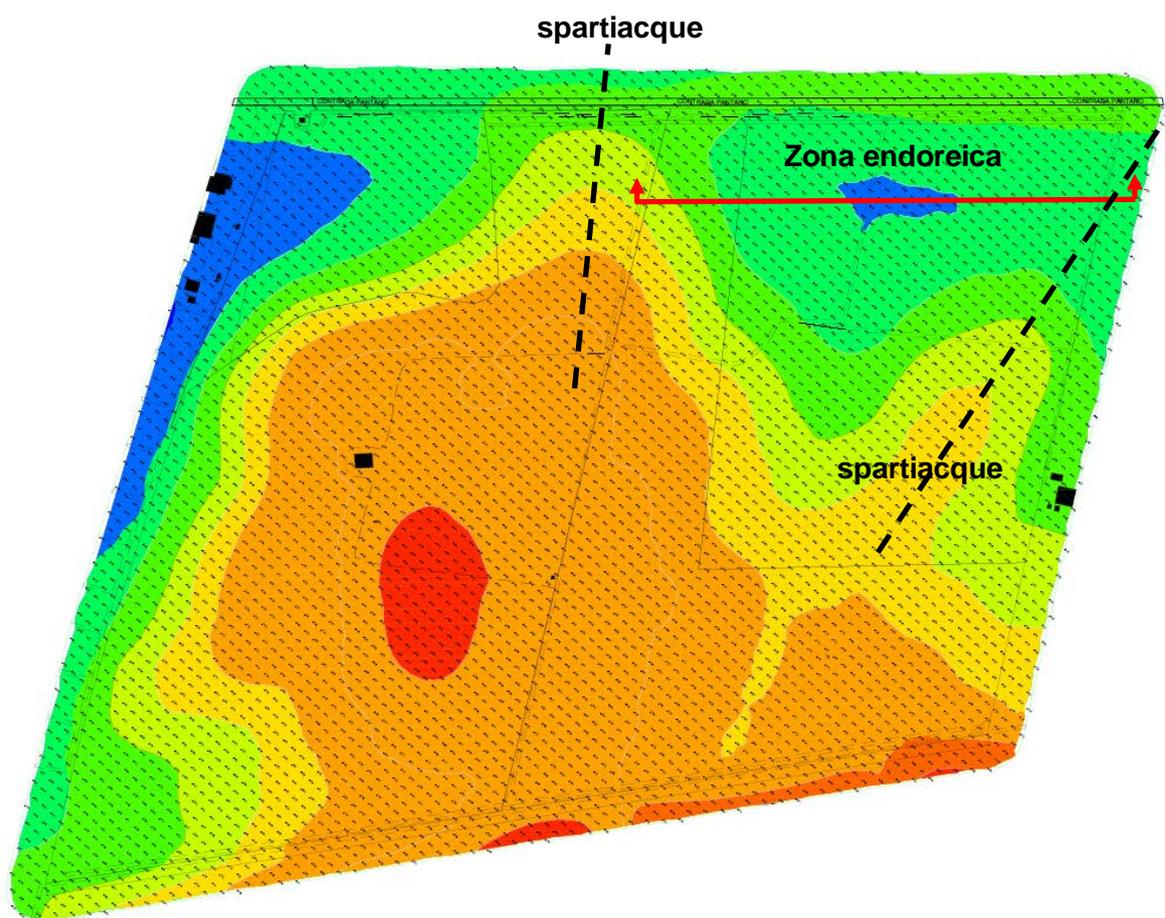
## VERIFICA IDRAULICA - Campo Sud

La Carta Idrogeomorfologica individua, nella porzione NE del terreno in esame, un bacino endoreico delle dimensioni di 11000 mq circa; quest'area non viene perimetrata né dalla cartografia PAI né da quella del Portale Nazionale. Dato che in zona tutte e tre le suddette cartografie hanno individuato altre aree endoreiche, il fatto che la nostra area non sia stata segnalata lascia presumere che il grado di allagamento non rientri tra quelli a rischio.

Comunque, ai fini della sicurezza, si è proceduto ad una verifica geomorfologica dell'area in esame.

Il rilevamento celerimetrico dell'area e la sua restituzione a curve di livello, ha evidenziato due direttrici spartiacque ed un'area più depressa, corrispondente al suddetto bacino endoreico.

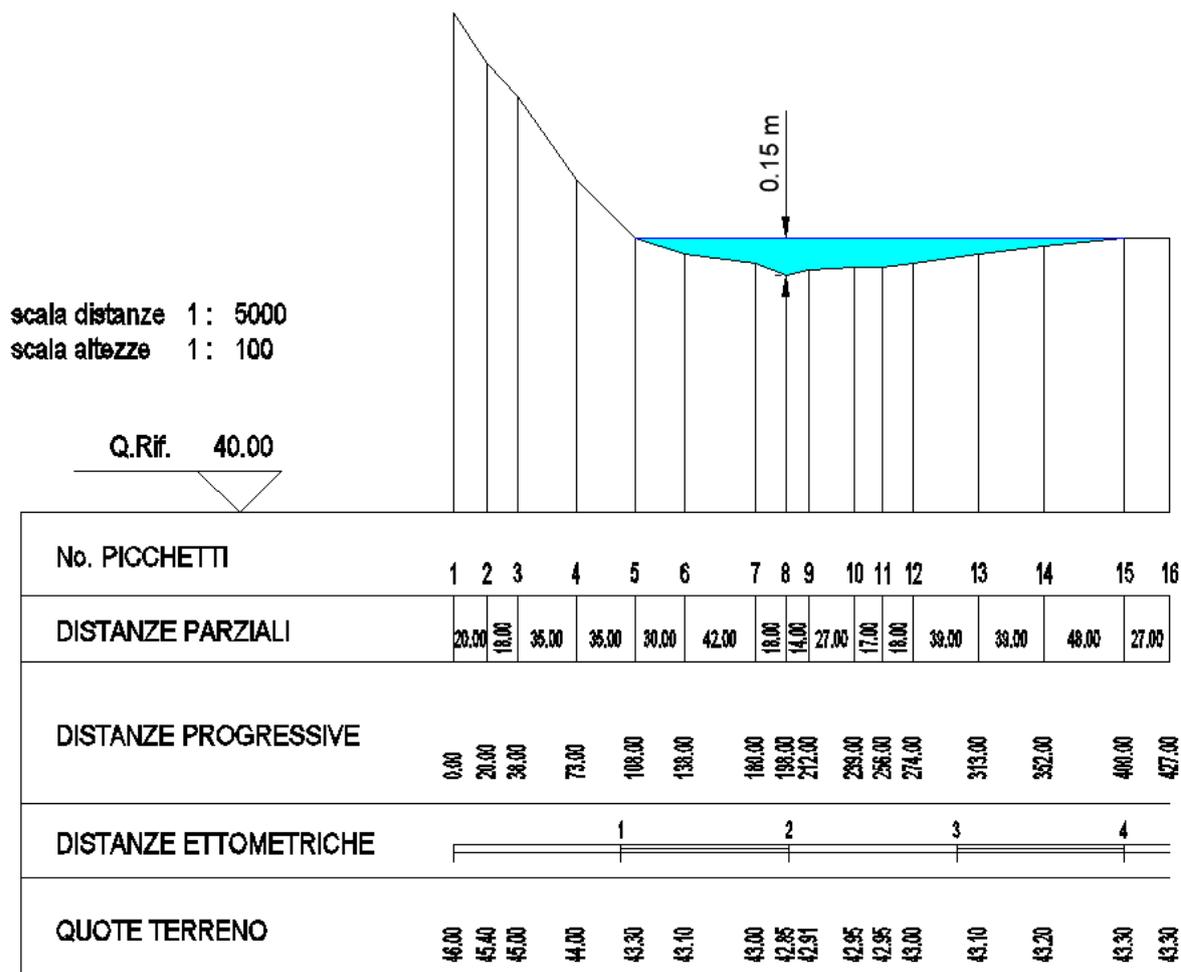
La ricostruzione della sezione morfologica, trasversale all'area endoreica, ha permesso di valutare in 15 cm il massimo spessore di allagamento (tirante idrico), in relazione alla quota di stramazzo (43 m).



Piano quotato con traccia della sezione

### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Sezione di massimo allagamento

## CAVIDOTTO

Il cavidotto di collegamento tra gli Impianti e la SSE sarà completamente interrato secondo tre tipologie di intervento:

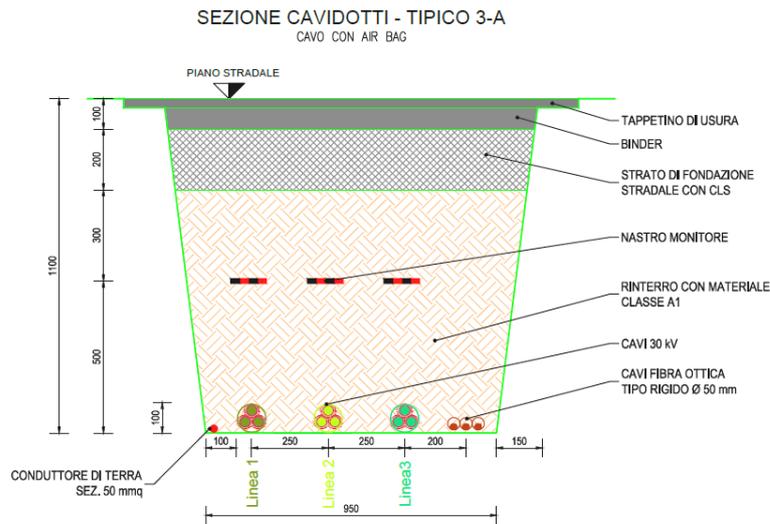
- strade asfaltate: 10 cm tappetino di usura e binder, 20 cm strato di fondazione con cls, 800 cm rinterro A1 con i cavi, per una profondità totale di 1100 cm;
- su terreno: 60 cm di terreno, 50 cm di rinterro A1 con i cavi, per una profondità totale di 110 cm;
- su strade sterrate: 20 cm di misto granulometrico, 40 cm di strato di fondazione A1, 50 cm di rinterro con i cavi, per una profondità totale di 1100 cm.

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

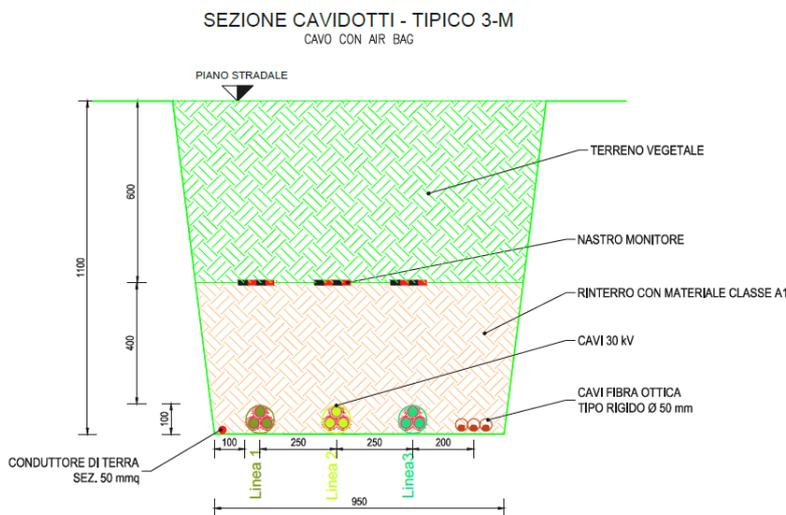
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

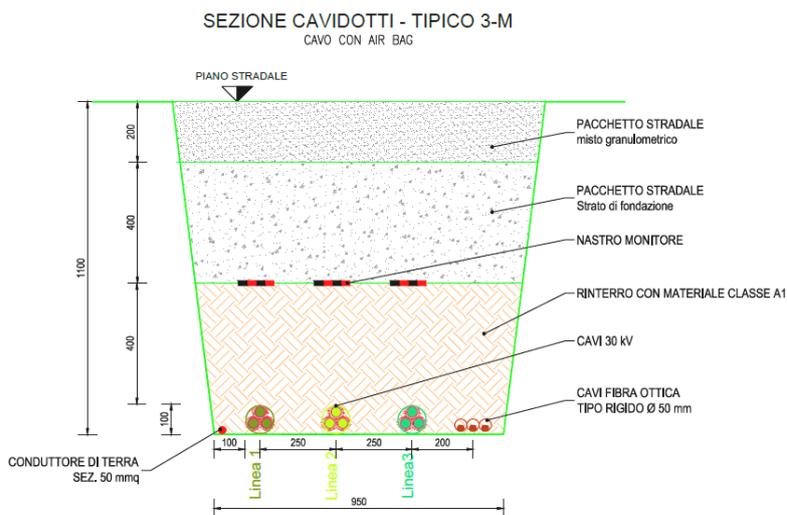
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



**SEZIONI TIPO CAVIDOTTI MT  
 SU STRADE ASFALTATE**



**SEZIONI TIPO CAVIDOTTI MT  
 SU TERRENO**



**SEZIONI TIPO CAVIDOTTI MT  
 SU STRADE STERRATE**

Sezioni tipo cavidotti di collegamento

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

---

## Intersezioni con le aree a pericolosità idraulica e col reticolo idrografico

In relazione alle opere a realizzarsi lungo le strade interessate da pericolosità PAI, tenendo presente quanto la Società X-ELIO ITALIA 5 S.R.L. afferma nella relazione tecnica allegata a cui si rimanda, nonché il fatto che non è previsto alcun manufatto fuori terra tale che possa modificare il deflusso idrico naturale delle acque, che si sviluppa in concomitanza degli eventi di pioggia maggiormente copiosi, è possibile affermare quanto segue:

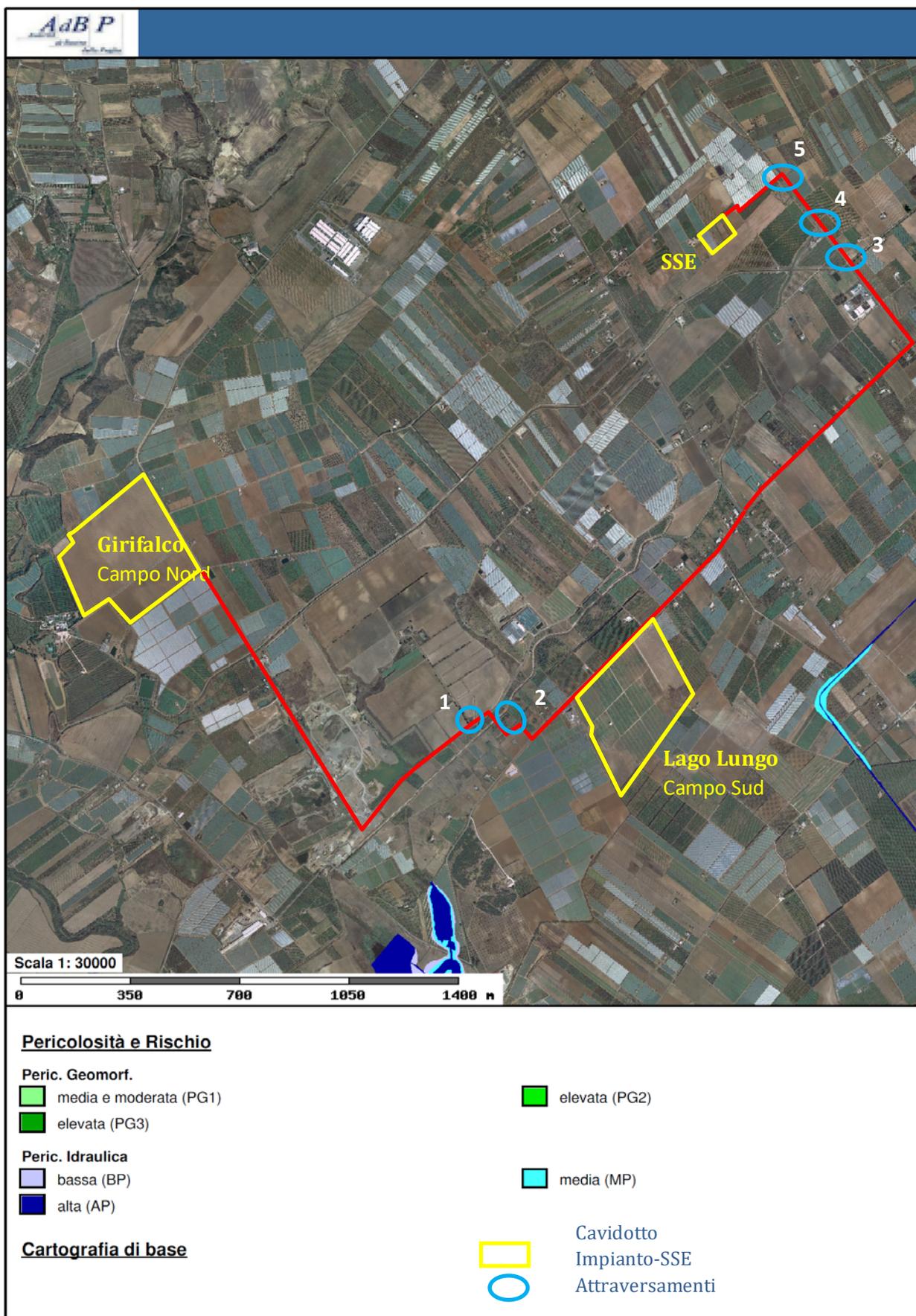
- le attività si svolgeranno in maniera tale da non incrementare il livello di pericolosità idraulica presente, né comprometteranno eventuali futuri interventi di sistemazione idraulica e/o mitigazione del rischio;
- non ci sarà accumulo di materiale o qualsiasi forma di ostacolo al regolare deflusso delle acque;
- gli scavi saranno tempestivamente richiusi e ripristinati a regola d'arte evitando infiltrazioni d'acqua all'interno sia durante i lavori che in fase di esercizio;
- il materiale di risulta qualora non riutilizzato, sarà conferito in ossequio alla normativa vigente;
- l'intervento, seppur privato, risulta di interesse pubblico e sociale e viene realizzato come potenziamento della rete infrastrutturale presente;
- la morfologia originaria del terreno non sarà in alcun modo modificata;

L'analisi morfologica evidenzia una generale inclinazione della superficie topografica da sud verso nord, con una pendenza generalmente variabile dall'1 al 2%. Pertanto, dal punto di vista idraulico le acque meteoriche sono caratterizzate da uno scorrimento continuo, senza possibilità di ristagno ma con velocità di scorrimento lenta. Pertanto, le superficie ricadenti nella aree a pericolosità idraulica saranno interessate dalla presenza di acqua solo nel lasso di tempo della precipitazione e solo in caso di esondazione del reticolo idrografico.

Inoltre, i cavidotti sono a tenuta stagna e possono trovarsi anche in ambiente saturo di acqua senza deteriorarsi.

La Società X-ELIO si assume tutte le responsabilità riguardo la tenuta e l'utilizzo dei suddetti cavidotti anche in caso di allagamento dell'area su cui si trova il tracciato.

Il tracciato del cavidotto prevede n° 5 attraversamenti del reticolo idrografico da superare mediante tecnica della trivellazione orizzontale controllata T.O.C..



**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## Attraversamento del reticolo con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)

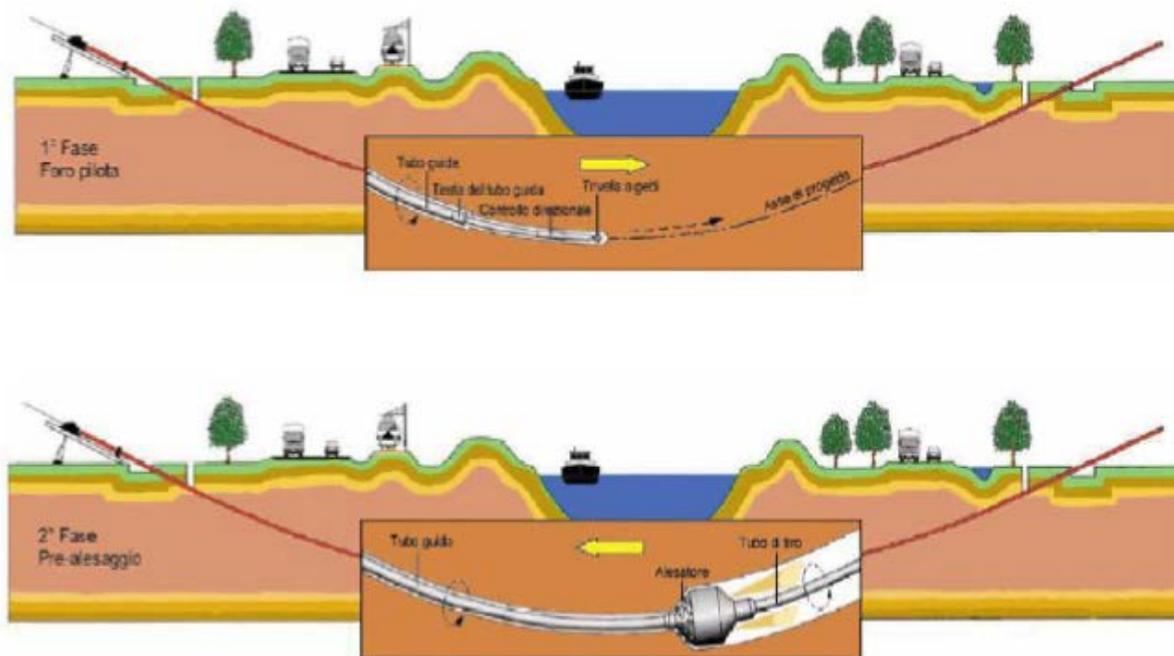
Tale tecnica consente di posare, per mezzo della perforazione orizzontale controllata, linee di servizio sotto ostacoli quali strade, fiumi e torrenti, edifici e autostrade, con scarso o nessun impatto sulla superficie. Questo tipo di perforazione consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall'utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l'unità operativa esterna permette di controllare il percorso della trivellazione e correggere in tempo reale gli eventuali errori.

Sistema di trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)



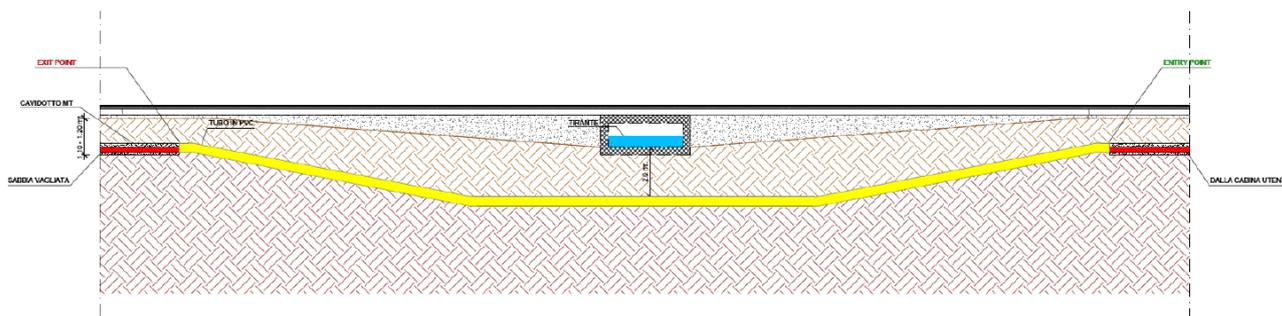
L'esecuzione della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) consta essenzialmente di due fasi di lavoro:

- in una prima fase, dopo aver piazzato la macchina perforatrice, si realizza un foro pilota, infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste che guidate opportunamente dalla testa, crea un percorso sotterraneo che va da un pozzetto di partenza a quello di arrivo;
- nella seconda fase si prevede che il recupero delle aste venga sfruttato per portarsi dietro un alesatore che, opportunamente avvitato al posto della testa, ruotando con le aste genera il foro del diametro voluto ( $\phi = 200 \div 500\text{mm}$ ). Insieme all'alesatore, o successivamente, vengono posati in opera i tubi camicia che ospiteranno il cavidotto. Infine si effettuerà il riempimento delle tubazioni con bentonite.



Schema della fase di trivellazione di allargamento del perforo

Il tracciato realizzato mediante tale tecnica consente in genere, salvo casi particolari, inclinazioni dell'ordine dei 12÷15 gradi. In genere la trivellazione viene eseguita ad una profondità di almeno 2,00 m sotto l'alveo dei corsi d'acqua (cfr. figure seguenti), mentre i pozzetti di ispezione che coincidono con quello di partenza e di arrivo della tubazione di attraversamento vengono realizzati alla quota del terreno. L'intervento verrà eseguito rigorosamente in sicurezza idraulica al fine di avere il cavo di MT in posizione di tutta sicurezza rispetto alle possibili ondate di piena.



Tipologia di attraversamento dell'alveo in caso di ponti e/o tombini

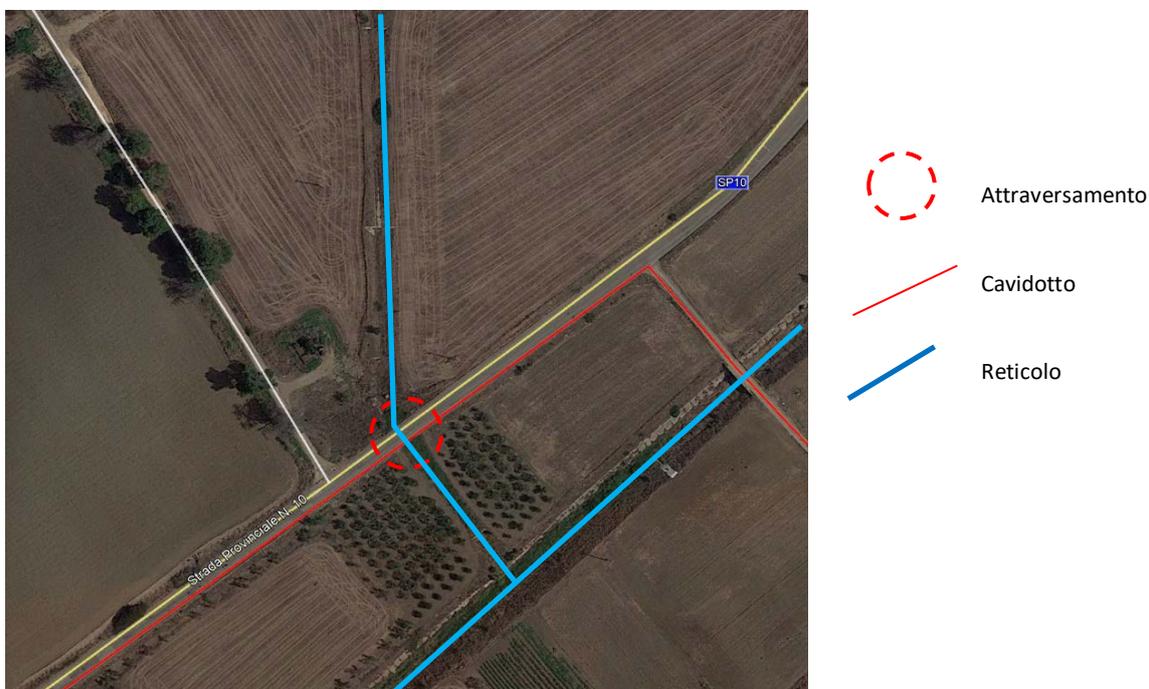
**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## PRIMO ATTRAVERSAMENTO

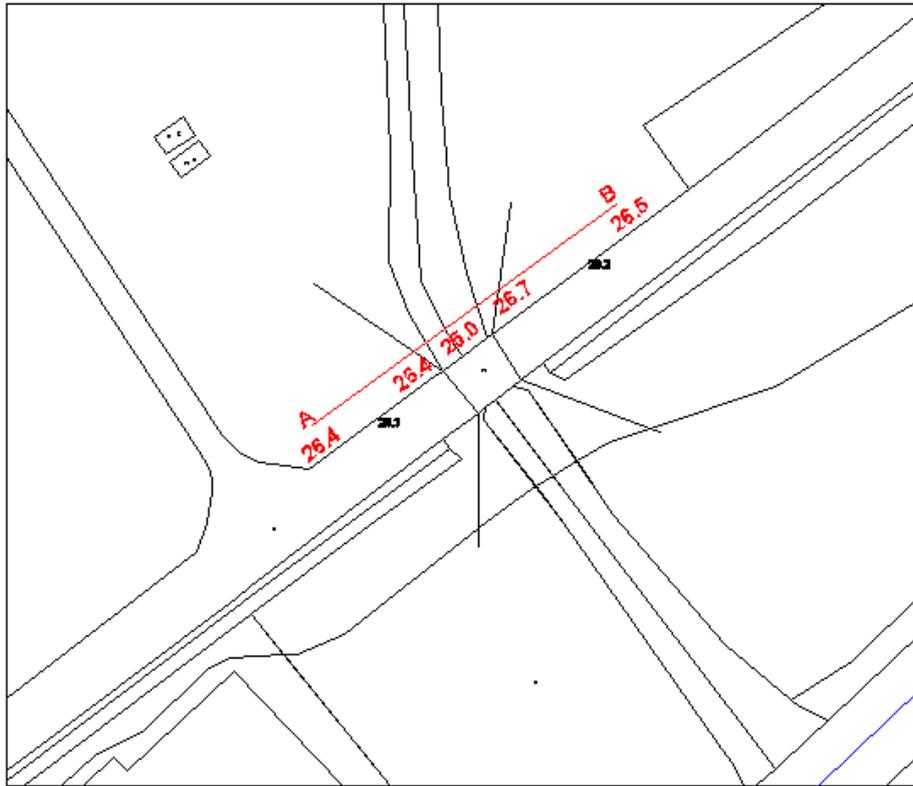
In questo tratto il cavidotto viaggia lungo la s.p. 10 ed intercetta un canale completamente cementato. L'attraversamento sarà realizzato in senso perpendicolare al canale stesso utilizzando la tecnica T.O.C.. Considerando un'angolo di inclinazione di 15° circa ed una profondità di 1.50 m rispetto al fondo dell'alveo, i tombini di entrata e di uscita dovrebbe distare circa 7 m dal limite del canale.

Per quanto riguarda le caratteristiche del sito in oggetto, i punti terminali di tale tratta presentano spazi sufficienti sia per il posizionamento e l'orientamento della macchina sia per la posa in opera dei tubi camicia.



### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



### SEZIONE

SCALA DISTANZE 1/1000  
 SCALA ALTEZZE 1/1000

15.00



No. PICCHETTI	A	1	2	3	4	B
DISTANZE PARZIALI		18.40	3.00	2.00	3.00	23.60
DISTANZE PROGRESSIVE	0.00		18.40	21.40	23.40	26.40
QUOTE TERRENO	26.40		26.40	25.00	26.70	26.50
DISTANZE PARZIALI T.O.C.		14.50	6.90	2.00	7.70	18.90
QUOTE T.O.C.	25.30		25.30	23.50	23.50	25.55
						25.40

### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## Capacità erosiva



Trattandosi di un canale completamente cementato non si ha rischio di erosione del fondo da parte delle acque di ruscellamento.

## Interferenze con la falda idrica sotterranea

Come riportato nella relazione geologica, lo studio idrogeologico dell'area in oggetto è stato basato sui risultati della campagna geognostica (pozzetti di prova, indagini sismiche ed elettriche) e sulle informazioni relative ad una serie di perforazioni eseguite in zona, per la realizzazione di pozzi ad uso irriguo, riportati sul portale dell'ISPRA.

In particolare, a breve distanza dalla sezione di attraversamento esiste un pozzo ad uso irriguo identificato con la sigla "205151" dalla cui scheda tecnica si evince che il livello statico della falda si trova a 30 m di profondità.



Pozzo ad uso irrigui (ISPRA)

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 205151 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: GINOSA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 60,00 Quota pc slm (m): 35,00 Anno realizzazione: 1992 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): ND Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 2 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 3 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 6 Longitudine WGS84 (dd): 16,821500 Latitudine WGS84 (dd): 40,468719 Longitudine WGS84 (dms): 16° 49' 17.41" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 28' 07.40" N  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	60,00	60,00	300

### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	30,00	30,00	0,00
2	44,00	54,00	10,00

### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
dic/1992	30,00	36,00	6,00	16,000
dic/1992	30,00	40,00	10,00	26,000
dic/1992	30,00	42,00	12,00	30,000

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	3,00	3,00		TERRENO AGRARIO
2	3,00	18,00	15,00		SABBIE LIMOSE GIALLE
3	18,00	23,00	5,00		SABBIE GIALLASTRE CON SCHELETRO A CIOTTOLI POLIGENICI SUBARROTONDATI
4	23,00	36,00	13,00		ARGILLA GRIGIO-AZZURRA
5	36,00	54,00	18,00		CONGLOMERATI A CIOTTOLI POLIGENICI SUBARROTONDATI (ACQUA DA -44 A -54 M DAL P.C.)
6	54,00	60,00	6,00		ARGILLA GRIGIO AZZURRA

Pertanto, dato che l'attraversamento del canale avverrà ad una profondità di 1.50 m al di sotto dell'alveo del canale, e quindi a circa 3.00 m rispetto al piano campagna, non si hanno interferenze con la falda idrica.

#### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

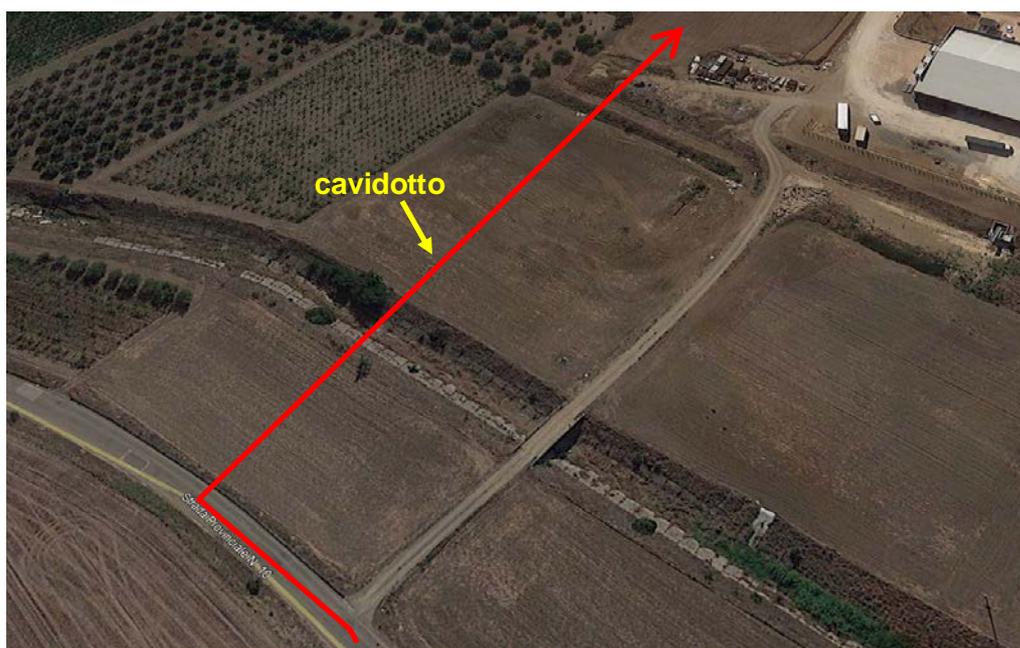
## SECONDO ATTRAVERSAMENTO

L'attraversamento sarà realizzato in perpendicolare al canale utilizzando la tecnica T.O.C.. Considerando un'angolo di inclinazione di 15° circa ed una profondità di 2.50 m rispetto al fondo dell'alveo, i tombini di entrata e di uscita dovrebbe distare rispettivamente 14.50 e 19.30 m dal limite del canale.

Per quanto riguarda le caratteristiche del sito in oggetto, i punti terminali di tale tratta presentano spazi sufficienti sia per il posizionamento e l'orientamento della macchina sia per la posa in opera dei tubi camicia.

### Capacità erosiva

Per verificare la compatibilità idraulica dell'intervento e la profondità di attraversamento del cavidotto, è stata eseguito lo studio idrologico-idraulico del canale e la capacità erosiva in corrispondenza della sezione di intersezione.



Attraversamento Canale Lama di Pozzo

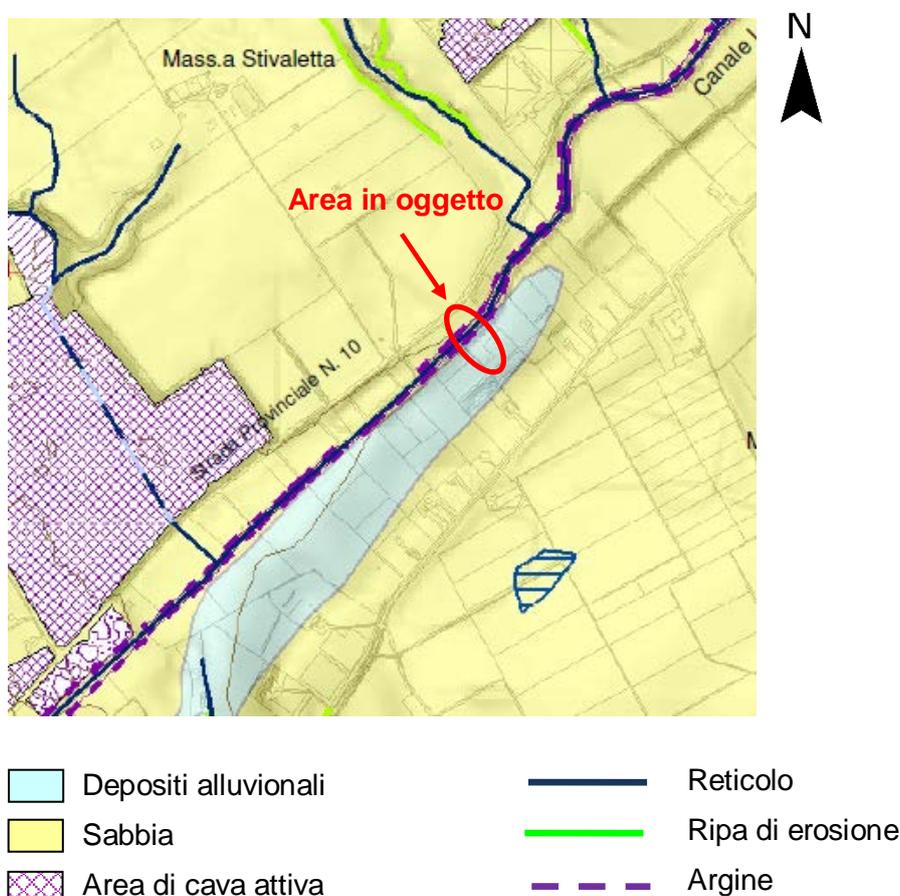


**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## Verifica idrologico-idraulica

Partendo dalla delimitazione dei bacini idrologici nonché dalle determinazioni idrologiche – probabilistiche delle portate di piena, attese con il tempo di ritorno a 200 anni, si è proceduto alla “Modellazione idraulica del corso d’acqua”, simulando la propagazione dell’onda di piena nell’alveo, determinando l’altezza che il livello idrico potrebbe raggiungere nelle varie sezioni dello stesso.



Stralcio Carta Idrogeomorfologica (SIT Puglia)

Lo studio idrogeologico ed idraulico coordinato è così strutturato:

- studio morfologico e litologico del bacino sotteso con la caratterizzazione del reticolo idrografico;
- quantificazione idrologica dei deflussi;
- rilievo topografico;

### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

- simulazione idraulica delle portate transitanti con l'impiego del codice HEC – RAS secondo lo schema di moto permanente monodimensionale.

## Caratteristiche del bacino di alimentazione

Il sito in oggetto è un terreno incolto, ubicato ad est del “Campo Sud”, con quota media pari a 25 m s.l.m.. L'attraversamento interessa il canale denominato “Lama di Pozzo”, che s'innesta nel ramo principale e sfocia nel Golfo di Taranto a sud di Marina di Ginosa.

Il tratto oggetto di studio si presenta rettilineo e canalizzato. Pertanto si configura un regime idraulico lineare e tale da ritenere idoneo lo studio con un software monodimensionale.

## Individuazione bacino idrografico

L'individuazione dei bacini idrografici è stata ottenuta attraverso la ricostruzione del modello digitale del terreno (DEM) facendo riferimento ai dati cartografici informatizzati reperibili dal SIT Puglia integrati dal rilievo sul campo.

Nello specifico i dati topografici di partenza sono stati elaborati al fine di ottenere un DEM formato Grid che consente un'analisi topografica di maggiore dettaglio rispetto ad una elaborazione in formato TIN. Attraverso l'utilizzo del software Geo-HMS è stato possibile determinare il bacino idrografico afferente alla sezione di imposta ubicata in corrispondenza del sito oggetto di studio.

Il rilievo geologico effettuato lungo il tratto di reticolo verificato idraulicamente ha evidenziato che si tratta di un solco erosivo di origine meteorica, interessato da scorrimento idrico solo in concomitanza con i principali eventi piovosi. Il tratto in esame presenta una direzione di scorrimento da sud verso nord.

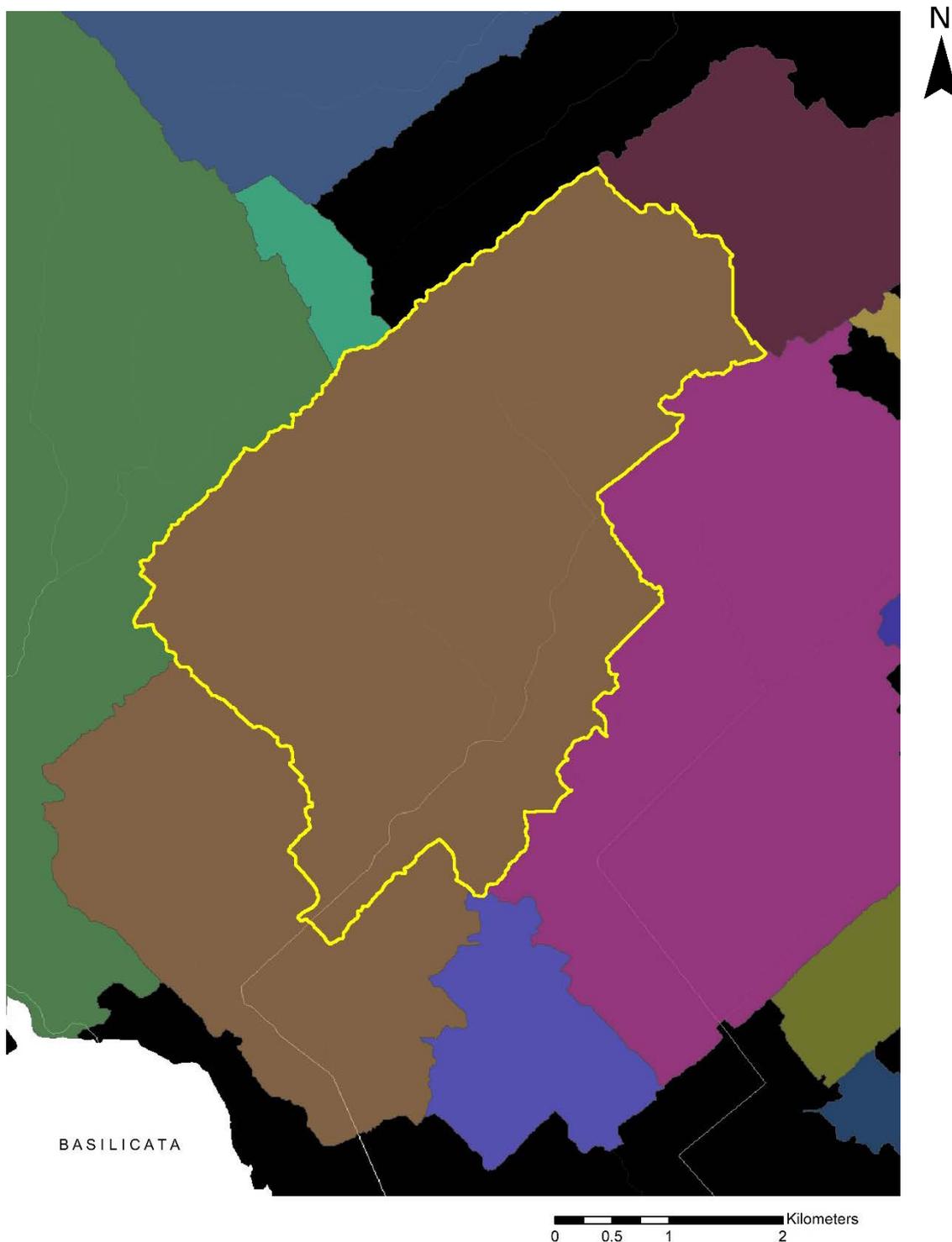
Di seguito sono riportati i dati relativi alle caratteristiche del reticolo idrografico, utilizzati per effettuare la verifica idraulica.

<b>Tab. 1: Caratteristiche reticoli</b>	<b>RETICOLO</b>
area bacino	18.72 km2
lunghezza asta	7784 m
lunghezza bacino	7139 m
altezza media bacino	56.6 m
quota sez. chiusura	22.2 m
quota max bacino	80 m
quota max asta	77.3 m

In particolare, lungo l'asse di scorrimento del reticolo sono state rilevate n° 8 sezioni morfologiche, perpendicolari alla direzione di flusso.

Il calcolo della portata di colmo è stato eseguito in corrispondenza della sezione n° "5.9" (ultima di valle). Overo in corrispondenza della chiusura del bacino di alimentazione.

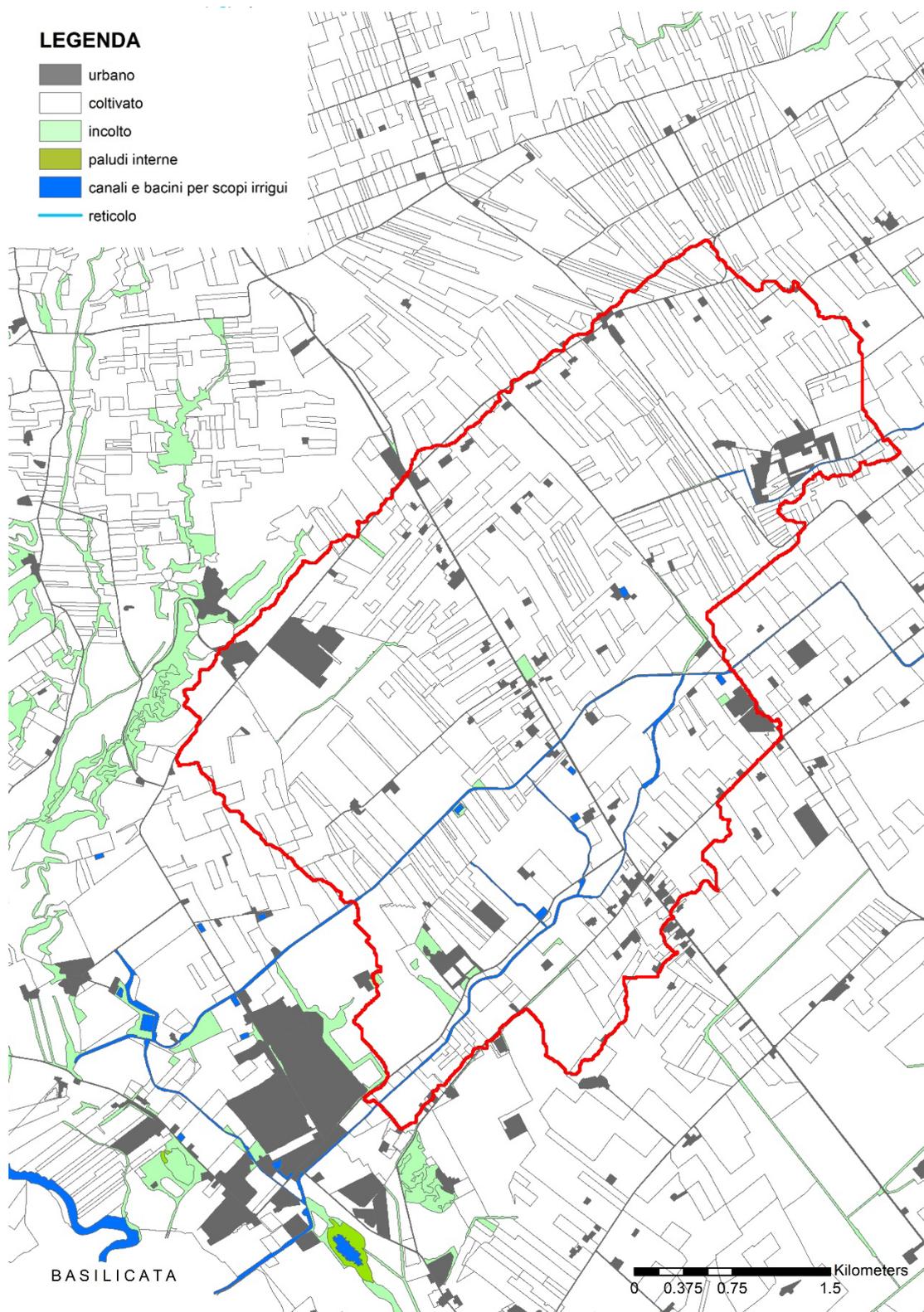
**Tale portata poi è stata applicata dalla sezione 866 (prima di monte).**



Individuazione delle linee di drenaggio e relativi bacini di alimentazione

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



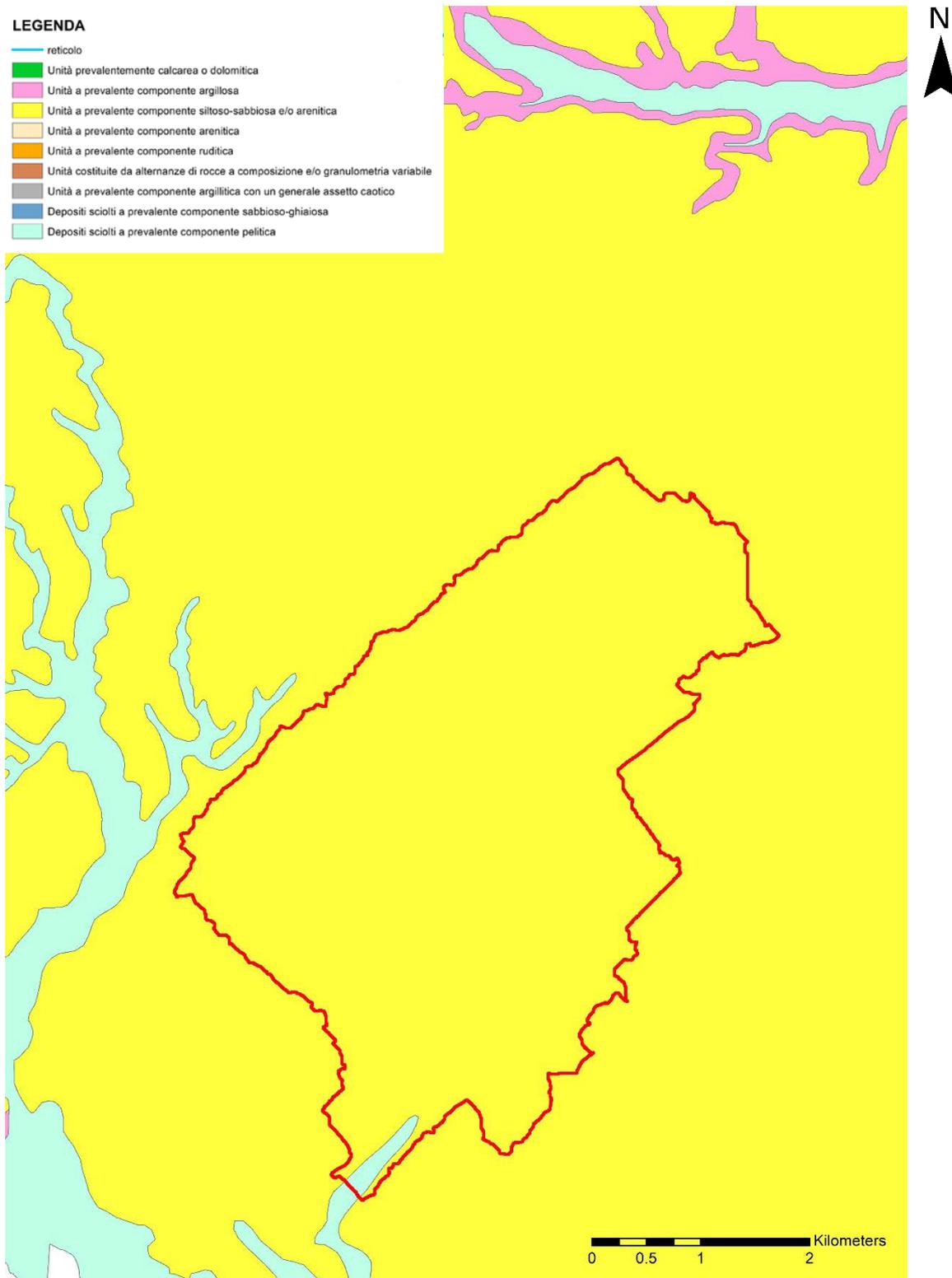
Stralcio carta Uso del Suolo, rispetto al bacino di alimentazione

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## LEGENDA

- reticolo
- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica
- Unità a prevalente componente argillosa
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- Unità a prevalente componente arenitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile
- Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa
- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica



Stralcio carta litologica, rispetto al bacino di alimentazione

### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## Stima della portata al colmo di piena

### Dati pluviometrici

La curva segnalatrice di possibilità pluviometrica è stata individuata secondo il metodo probabilistico TCEV. I risultati, riportati nel sito dell'Autorità di Bacino della Puglia, suddividono la Puglia in sei sottozone omogenee, ognuna caratterizzata da parametri diversi.

Il bacino oggetto di studio ricade all'interno della zona cinque (Puglia centro), in cui la curva di probabilità pluviometrica ha la seguente formula:

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

Dopo aver trovato il valore di  $X_t$  (per prefissato tempo di ritardo) si calcola il fattore di crescita  $K_t$  in funzione del tempo di ritorno, utilizzando la formula:

$$K_t = a + b \ln T$$

$$a = 0,1599$$

$$b = 0,5166$$

$T$  = tempo di ritorno

A questo punto il valore della pioggia è dato da:

$$P = X_t \cdot K_t$$



Sottozone omogenee (TCEV)

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## Cenni metodologici: il CN dell'SCS

Il metodo usualmente denominato “curve number” CN ed elaborato dal Soil Conservation Service (SCS) assume che la produzione del volume di deflusso superficiale,  $Q$ , sia data dalla seguente espressione:

$$\frac{F}{S} = \frac{Q}{(P - I)}$$

in cui:

$F$  = volume specifico infiltrato;                       $S$  = volume specifico di saturazione di un terreno;  
 $P$  = precipitazione;     $I$  = assorbimento iniziale.

quindi, tenendo conto dell'equazione di continuità:                       $F = P - I - Q$

dalla precedente, si ottiene:                       $Q = \frac{(P - I)^2}{(P - I + S)}$

Il volume specifico di saturazione dipende dalla natura del terreno e dall'uso del suolo, fattori che vengono espressi, per mezzo del CN, attraverso la seguente relazione:

$$S = S_0 \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

in cui:

- $S_0$  è un fattore di scala, pari a 254 se la pioggia viene espressa in mm;
- CN è il parametro di cui sopra, che può essere un valore compreso fra zero e cento.

Tale modello, quindi, prende in considerazione le due variabili  $I$  ed  $S$ . In realtà, il termine  $I$  rappresenta un volume specifico di pioggia, generalmente sottratto a priori al bilancio in esame, che descrive in modo globale diversi processi, quali l'intercettazione, l'accumulo nelle depressioni superficiali, l'imbibimento iniziale del terreno. Nella procedura SCS-CN standard,  $I$  viene valutato come una quota parte di  $S$ , specificatamente il 20%.

Resta, infine, da definire come si determina il parametro CN. Tale parametro, come abbiamo già accennato, è funzione della permeabilità, dello stato di umidità del suolo al momento dell'evento meteorico in esame e dell'uso del suolo.

## Modalità esecutive

Nel presente studio, la valutazione del parametro CN è stata eseguita secondo le indicazioni del Maione sia per quel che riguarda le espressioni matematiche, sia per la tabella uso del suolo-permeabilità, sia per la valutazione dell'umidità del suolo, supportate da valutazioni conseguenti ad indagini effettuate in loco.

Si riporta di seguito uno schema della metodologia adottata.

Classificazione del suolo secondo quattro classi di permeabilità ottenute dal confronto delle formazioni geologiche presenti nel bacino con tabelle di conversione estratte da studi precedenti:

Tipo idrologico di suolo	Descrizione
<b>A = MOLTO PERMEABILE</b>	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
<b>B = POCO PERMEABILE</b>	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione
<b>C = QUASI IMPERMEABILE</b>	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
<b>D = IMPERMEABILE</b>	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Determinazione dell'umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico e riconoscimento di tre classi (classi AMC, Antecedent Moisture Condition), in funzione della pioggia caduta nei cinque giorni precedenti.

AMC	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	< 13 mm	< 36 mm
II	13 - 28 mm	36 - 53
III	> 28 mm	> 53 mm

Tenendo conto della stagione in cui ricade l'evento in esame, rispetto al periodo di crescita delle piante, si hanno le seguenti espressioni per la valutazione del CN:

$$CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{10 - 0.058 \cdot CN(II)} \qquad CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

I CN(II) è definito dalla tabella a doppio ingresso uso del suolo-permeabilità.

Per lo studio in oggetto, attraverso l' utilizzo di tecniche GIS, sono stati calcolati i seguenti valori relativi alle diverse condizioni di umidità del suolo antecedenti l'evento (AMC I, II e III).

USO DEL SUOLO			LITOLOGIA SUPERFICIALE			
Tipo	Trattamento	Drenaggio	A	B	C	D
Arato	Linee rette	-----	77	86	91	94
Coltivazione per fila	“	Povero	72	81	88	91
	“	Buono	67	78	85	89
	Isoipse	Povero	70	79	84	88
	“	Buono	65	75	82	86
	terrazzato	Povero	66	74	80	82
Graminacee allo stato iniziale	“	Buono	62	71	78	81
	Linee rette	Povero	65	76	84	88
	“	Buono	63	75	83	87
	Isoipse	Povero	63	74	82	85
	“	Buono	61	73	81	84
Seminativo intenso o prateria	terrazzato	Povero	61	72	79	82
	“	Buono	59	70	78	81
	Linee rette	Povero	66	77	85	89
	“	Buono	58	72	81	85
	Isoipse	Povero	64	75	83	85
Pascolo	“	Buono	55	69	78	83
	terrazzato	Povero	63	73	80	83
	“	Buono	51	67	76	80
	Linee rette	Povero	68	79	86	89
	“	Medio	49	69	79	84
Prato	“	Buono	39	61	74	80
	Isoipse	Povero	47	67	81	88
	“	Medio	25	59	75	83
	“	Buono	6	35	70	79
	-----	Buono	30	58	71	78
Bosco	-----	Povero	45	66	77	83
	-----	Medio	36	60	73	79
	-----	Buono	25	55	70	77
Fattoria	-----	-----	59	74	82	86
Centri commerciali	-----	-----	89	92	94	95
Distretti industriali	-----	-----	81	88	91	93
Area residenziale	65% impermeabile	-----	77	85	90	92

“	38% impermeabile	-----	61	75	83	87
“	30% impermeabile	-----	57	72	81	86
“	25% impermeabile	-----	54	70	80	85
“	20% impermeabile	-----	51	68	79	84
Parcheeggi pavimentati	-----	-----	98	98	98	98
Strade	asfaltate	-----	98	98	98	98
“	con fondo in ghiaia	-----	76	85	89	91
“	con fondo in terra battuta	-----	72	82	87	89

## Elaborazione e analisi dei risultati

Per il calcolo delle portate è stata considerata l'intera area sottesa dal bacino di alimentazione. Come coefficiente si è utilizzata la media matematica tra il CN II e il CN III, come si riporta di seguito:

		RETICOLO	
		km <sup>2</sup>	CN
Unità a prevalente componente arenitica	Terreno coltivato	18.02	71
	Terreno incolto	0.07	81
	Area urbana	0.41	92
Depositi sciolti a prevalente componente pelitica	Terreno coltivato	0.22	78
	Terreno incolto	-	-
	Area urbana	-	-
<b>media CN II e CN III</b>			<b>78</b>

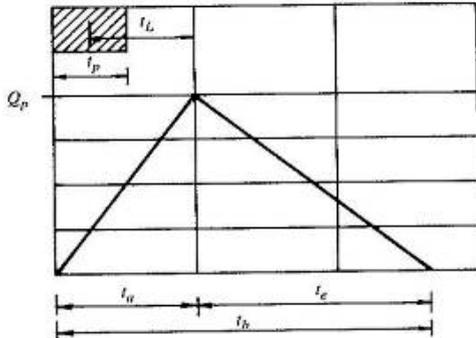
Tab. 2: Caratterizzazione areale dell'uso del suolo e valori del CN

Tali valori consentono di ricavare il valore della pioggia netta e dell'afflusso nelle ipotesi di istogramma rettangolare di durata pari al tempo di ritardo del bacino, nel seguito definito e determinato.

Per il calcolo della portata al colmo, si è utilizzata la metodologia proposta dal Soil Conservation Service. Questo metodo considera un idrogramma approssimato di forma triangolare con una fase crescente di durata  $t_a$  (tempo di accumulo) ed una fase di esaurimento di durata  $t_e$  (tempo di esaurimento) e il cui volume  $V$ , in m<sup>3</sup>, ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Q_p}{2} (t_a + t_e) = \frac{Q_p \cdot t_b}{2}$$

con  $t_b$  durata dell'evento di piena.



Idrogramma triangolare utilizzato per il calcolo della portata al colmo con il metodo SCS

A seguito di analisi sperimentali dell'SCS è stato stabilito che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico che è pari al 37.5% del volume totale  $V$  di deflusso, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0.375 volte la durata dell'evento di piena  $t_b$  e pertanto:

$$t_b = 2.67 \cdot t_a$$

Di conseguenza è possibile esprimere la portata al colmo secondo la relazione qui di seguito riportata:

in cui:

$$Q_p = 0.208 \cdot \frac{V \cdot A}{t_a}$$

$V$  = volume di deflusso espresso in mm;  
 $A$  = area del bacino espressa in Km<sup>2</sup>;  
 $t_a$  = tempo di accumulo espresso in h.

La determinazione di  $t_a$ , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante, di durata  $t_p$  e indicando con  $t_L$  il tempo di ritardo (distanza tra il baricentro dello istogramma ed il picco dell'idrogramma triangolare), si effettua con la semplice relazione:

$$t_a = 0.5 \cdot t_p + t_L$$

Per la determinazione del tempo di ritardo, espresso in ore, si utilizza la formula di Mockus:

$$t_L = 0.342 \cdot \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \cdot \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

in cui  $s$  è la pendenza del bacino espressa in percentuale,  $L$  è la lunghezza dell'asta principale, prolungata fino alla dispiuviate espressa in Km.

Sulla base di determinazioni empiriche effettuate dall'SCS, è possibile affermare che il rapporto  $t_L/t_c$  è pari a 0,6 con  $t_c$  tempo di corrivazione del bacino.

Attraverso la convoluzione di tale afflusso netto con l'idrogramma definito dal SCS, precedentemente valutato per il bacino in esame, si ottengono i risultati contenuti nella seguente tabella.

Sezione Bacino	$t_c$ (ore)	$t_a$ (ore)	Q200 ( $m^3/s$ )
866	8.23	9.04	28.82

Tab. 3: Tempo di corrivazione e di accumulo e portata al colmo di piena per il bacino in esame e per il tempo di ritardo determinato con il metodo SCS

## Analisi idraulica

### Cenni metodologici

Per la realizzazione dell'analisi si è utilizzato il software HEC-RAS, prodotto della U.S. Army Corps of Engineers, Hydrology Engineers Center, validato a livello internazionale per gli studi idraulici dei corsi d'acqua.

Il modello è in grado di effettuare simulazioni di tipo monodimensionale del fenomeno di propagazione dell'onda di piena su corsi d'acqua, una volta fornite tutte le informazioni necessarie circa la geometria di un numero sufficiente di sezioni trasversali. Il programma consente, inoltre, di inserire sezioni trasversali fittizie, interpolando quelle rilevate e risolve il problema dell'individuazione del livello della corrente in un'assegnata sezione, tenendo conto delle seguenti ipotesi:

- il moto è permanente;
- il flusso è monodimensionale;
- i canali hanno pendenza lieve (1:10).

### Modalità esecutive

Il lavoro si è articolato come di seguito indicato:

- input dei dati geometrici;
- inserimento dei dati inerenti le portate di verifica;
- definizione delle condizioni al contorno;
- esecuzione della modellazione.

Per tutte le sezioni esaminate è stato assunto come coefficiente di Manning pari a 0.045 scaturito dallo studio analitico dei luoghi eseguito secondo l'equazione di Cowan:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

dove:

- $n_0$  = la quota parte di scabrezza corrispondente ad un alveo rettilineo con andamento uniforme regolare;
- $n_1$  = il valore aggiuntivo che tiene conto della irregolarità della superficie dell'alveo;
- $n_2$  = il contributo alla scabrezza dovuto alle variazioni di forma e dimensioni delle sezioni trasversali lungo il tratto in esame;
- $n_3$  = il valore tiene conto di ostruzioni quali detriti, alberi morti, ecc;
- $n_4$  = il contributo dovuto alla presenza di vegetazione;
- $m_5$  = un fattore di correzione per alveo meandriforme;

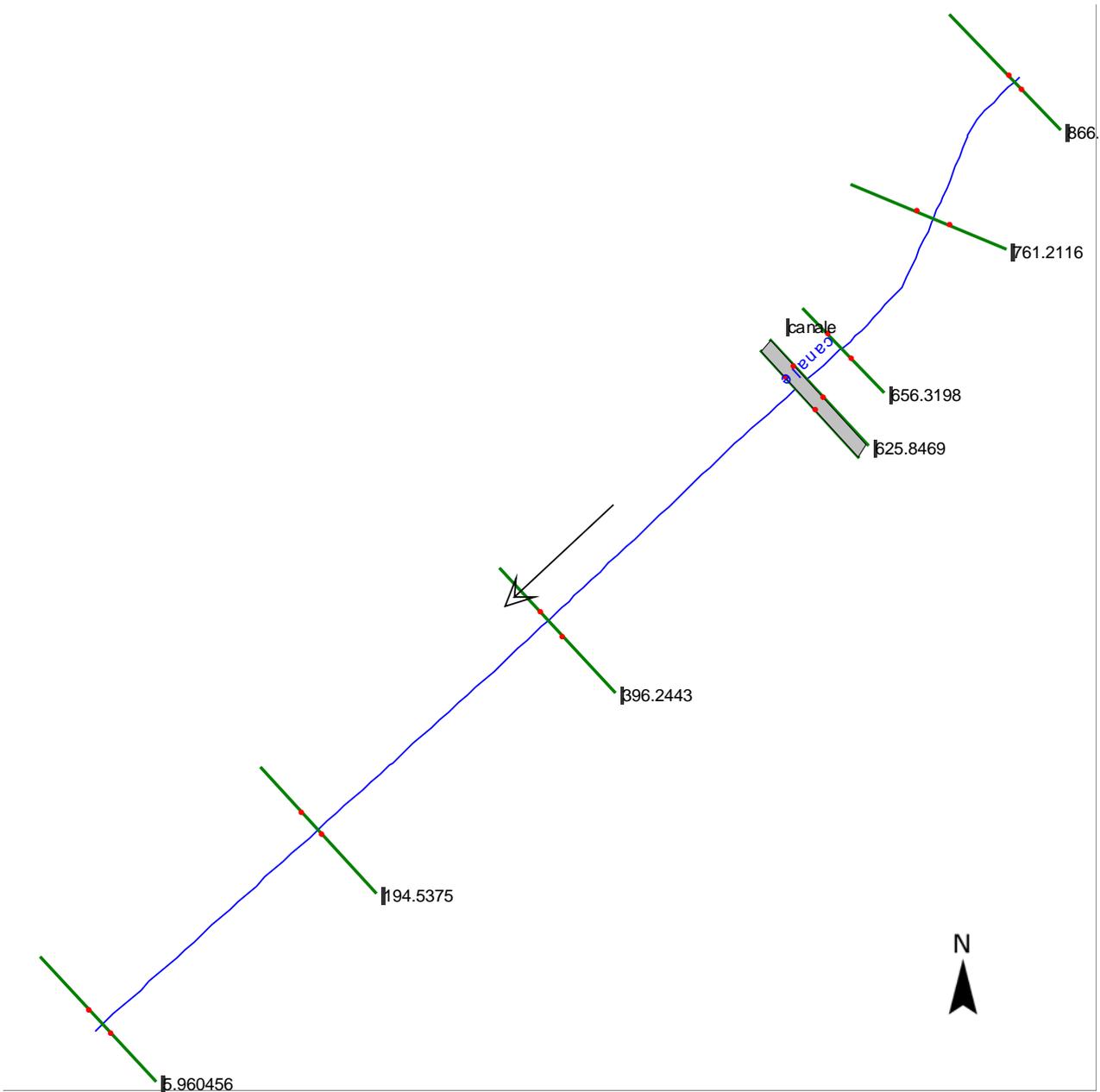
I coefficienti di espansione e contrazione assunti, sono compresi tra 0,1 e 0,3 (infatti, non ci sono bruschi cambiamenti di sezione).

Infine, si precisa che i fenomeni di trasporto solido non sono stato oggetto di studio e che la verifica idraulica è stata condotta considerando le sezioni fluviali libere e quindi non interessate da fenomeni di occlusione, che altrimenti comporterebbero effetti peggiorativi.

## **Elaborazione e analisi dei risultati**

Nelle figure che seguono vengono visualizzati i risultati delle Nelle figure che seguono vengono visualizzati i risultati delle elaborazioni definitive effettuate in condizioni di moto permanente.

È possibile osservare sia i profili del pelo libero che le sezioni del corso d'acqua esaminato.



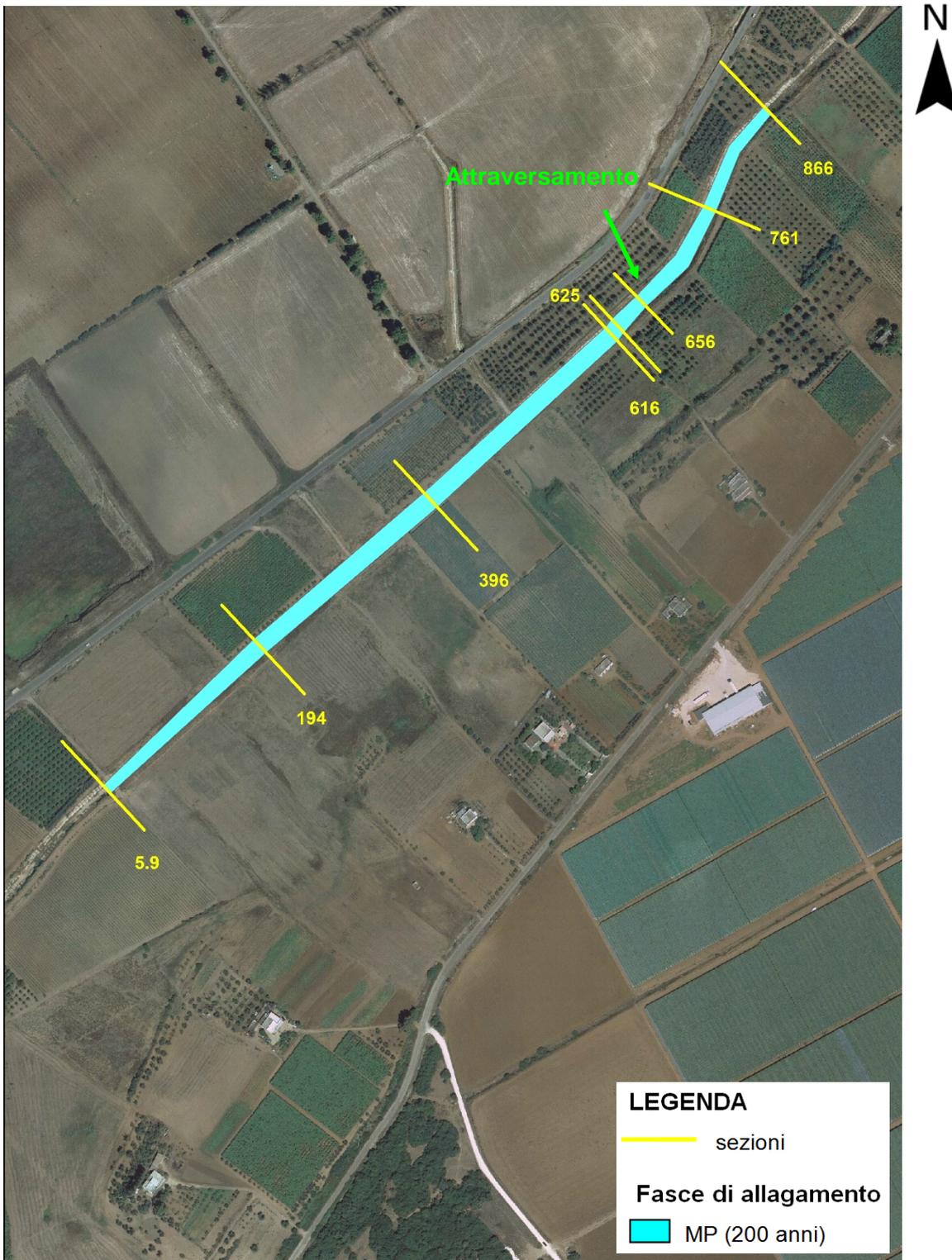
Schema planimetrico reticolo



Stralcio Ortofoto con indicazione dell'area di studio e delle sezioni

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

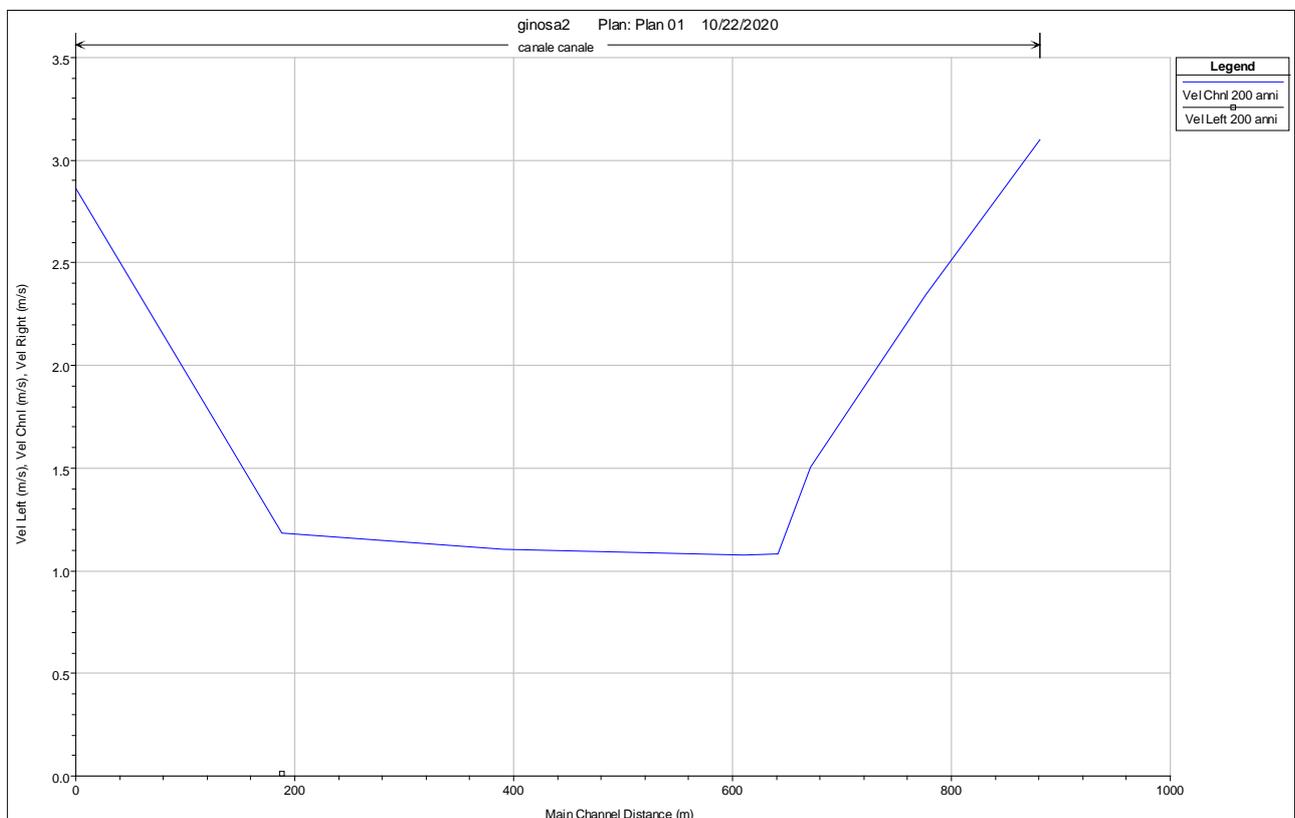


Stralcio Ortofoto con tratto di reticolo verificato idraulicamente

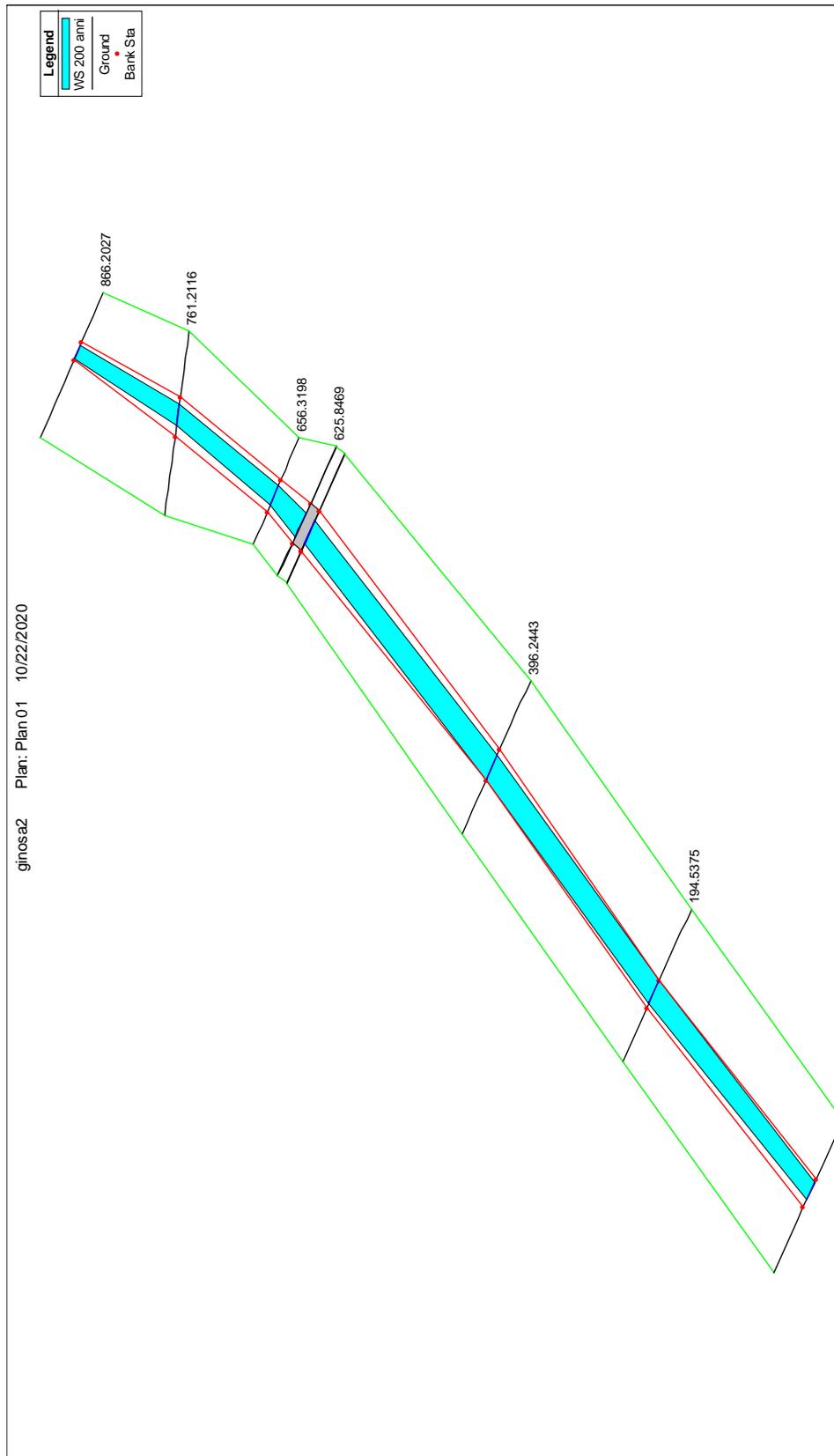
Nella tabella successiva, si riportano le informazioni, ottenute dall'elaborazione che si riferiscono a grandezze significative quali: altezza critica, velocità, numero di Froude, il livello idrico per ogni sezione e per ciascun profilo.

Esportando dal software Hec – Ras i risultati ottenuti, è stato possibile effettuare la perimetrazione delle aree inondabili.

Sono stati delineati i profili che individuano le aree a media probabilità d'inondazione e sono relativi ai tempi di ritorno di 200 anni per entrambi i bacini.

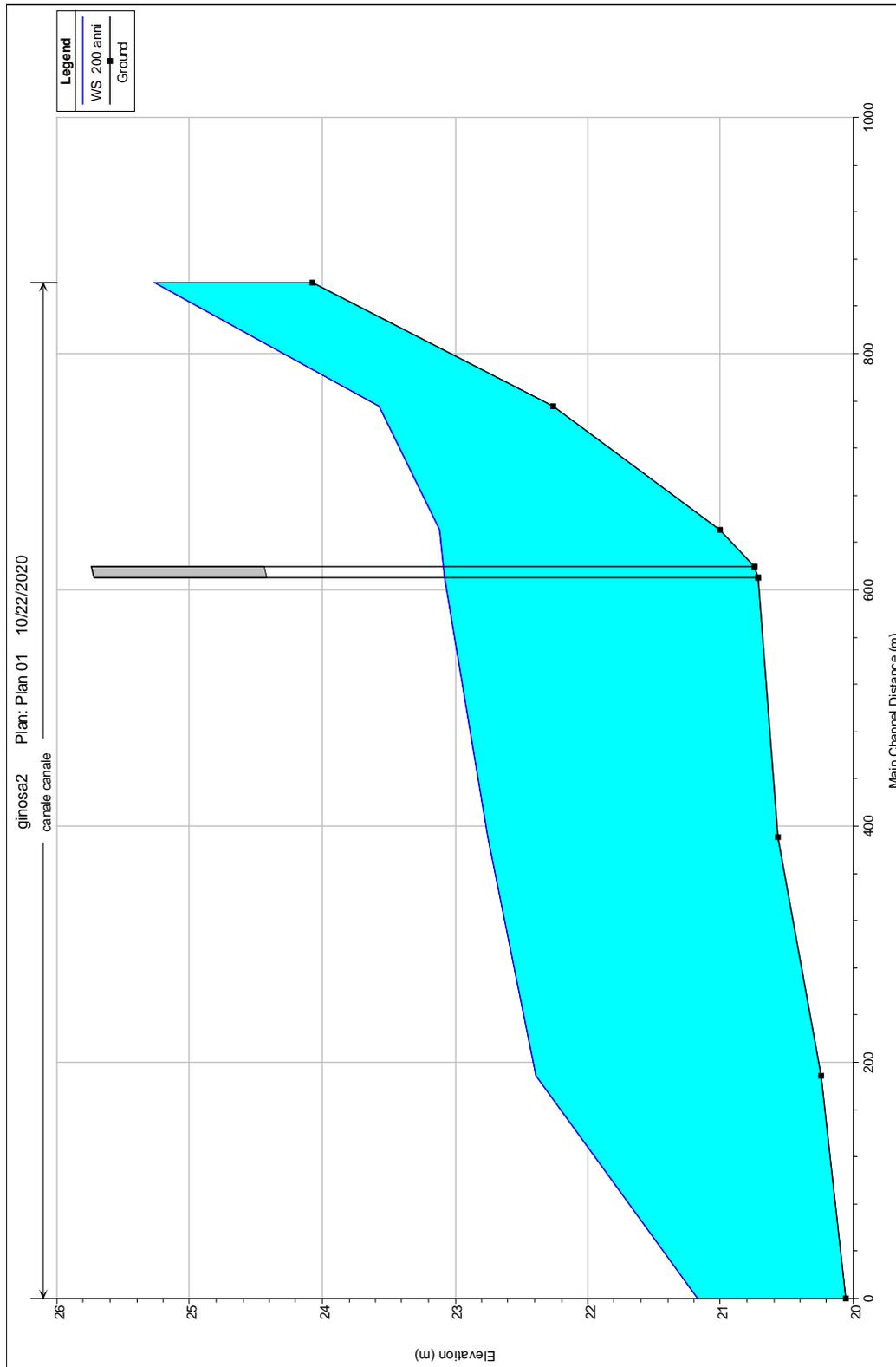


Profilo di velocità



**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



Profilo dei tiranti idraulici

Dallo studio eseguito è risultato quanto di seguito si espone:

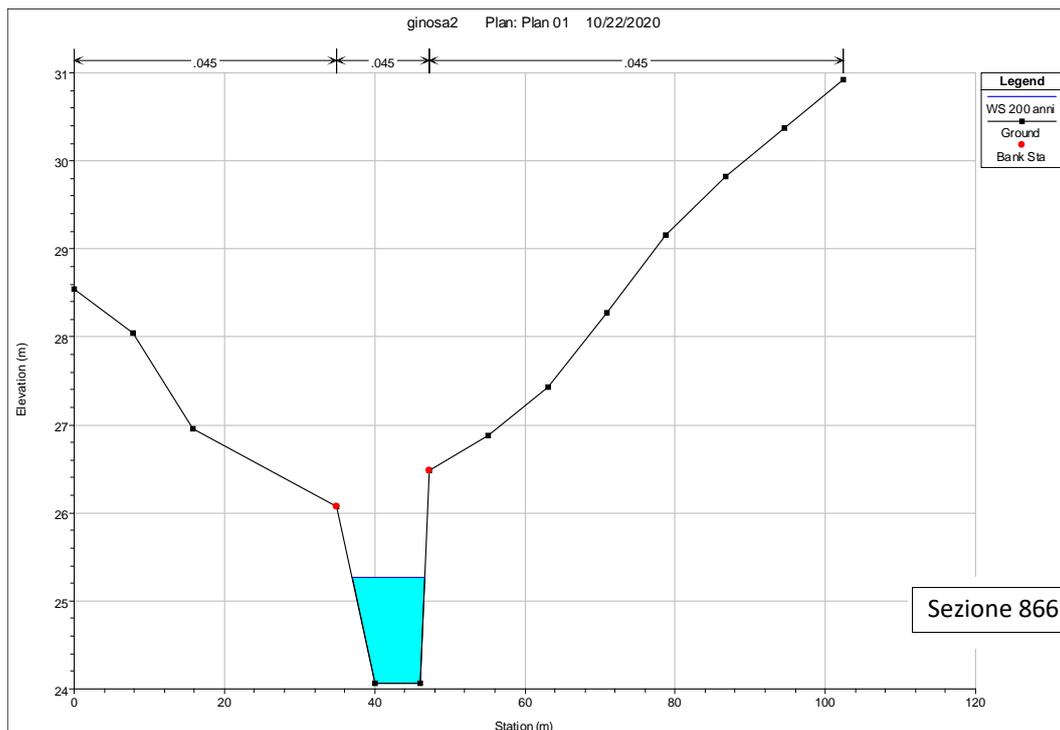
- Le sezioni evidenziano la presenza di sponde di altezza che varia da 2 m a circa 4 m.
- La distribuzione delle acque di ruscellamento tende quindi ad adattarsi all'ampiezza dell'alveo, con larghezze che variano da circa 3 metri a circa 54 m.
- L'altezza del tirante idrico è sempre contenuta nel canale ed in corrispondenza dell'area oggetto d'intervento raggiunge un'altezza di +2.11 m.
- Anche sotto al ponticello il canale contiene interamente la piena ai 200 anni
- Infine, la velocità media nel tratto di interesse è pari a 1.78 m/s circa, con la velocità massima che si raggiunge in corrispondenza della sezione 866, prima di monte, dove raggiunge i 3.10 m/s.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
canale	866.2027	200 anni	28.82	24.07	25.26	25.26	25.75	0.023059	3.10	9.30	9.61	1.01
canale	761.2116	200 anni	28.82	22.26	23.57		23.85	0.012306	2.34	12.29	12.75	0.76
canale	656.3198	200 anni	28.82	21.00	23.11		23.23	0.003062	1.50	19.18	13.14	0.40
canale	625.8469	200 anni	28.82	20.74	23.09	21.88	23.15	0.001373	1.08	26.61	16.62	0.27
canale	620	Bridge										
canale	616.4891	200 anni	28.82	20.72	23.08		23.14	0.001355	1.08	26.74	16.66	0.27
canale	396.2443	200 anni	28.82	20.57	22.75		22.81	0.001623	1.11	26.05	17.89	0.29
canale	194.5375	200 anni	28.82	20.24	22.39	21.37	22.46	0.001841	1.19	24.32	16.71	0.31
canale	5.960456	200 anni	28.82	20.06	21.18	21.18	21.59	0.022137	2.86	10.07	12.06	1.00

Tab. 4: Dati idraulici relativi al reticolo

## Sezioni morfologiche

Le sezioni che seguono considerano, retinato in azzurro, il livello del tirante idraulico corrispondente a un Tr di 200 anni.

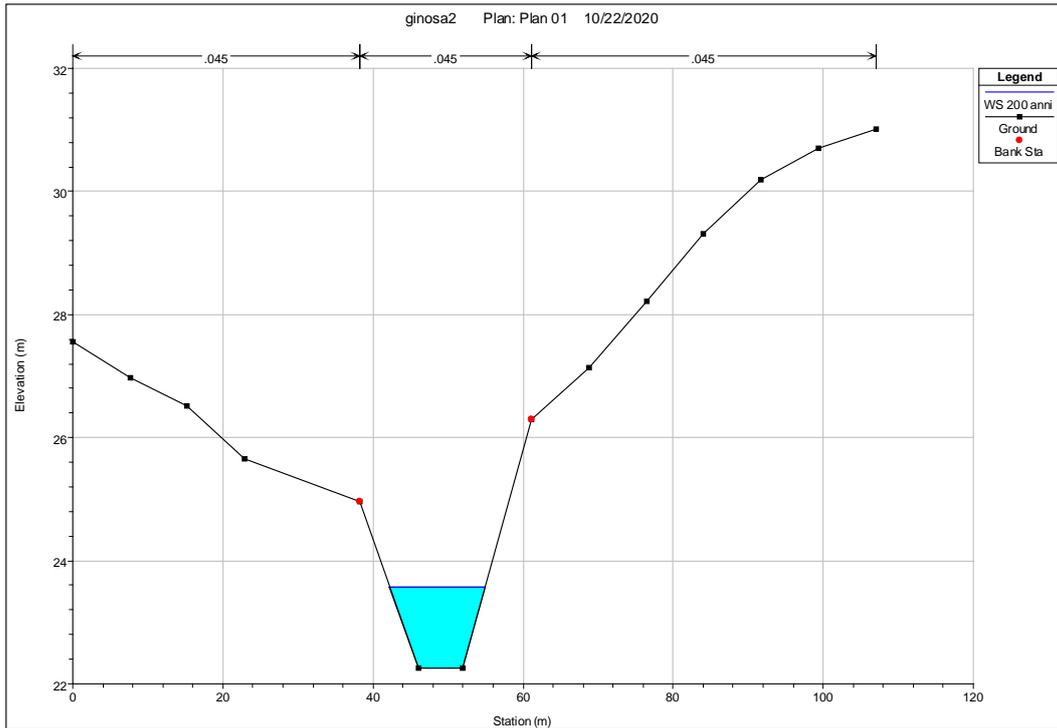


X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

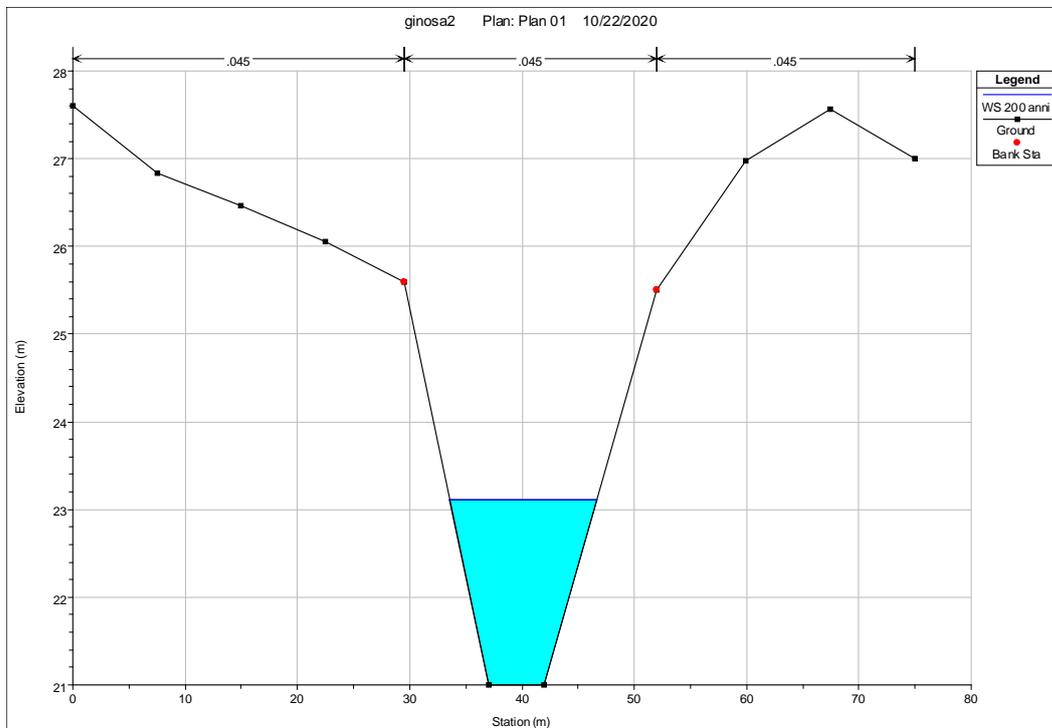
Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

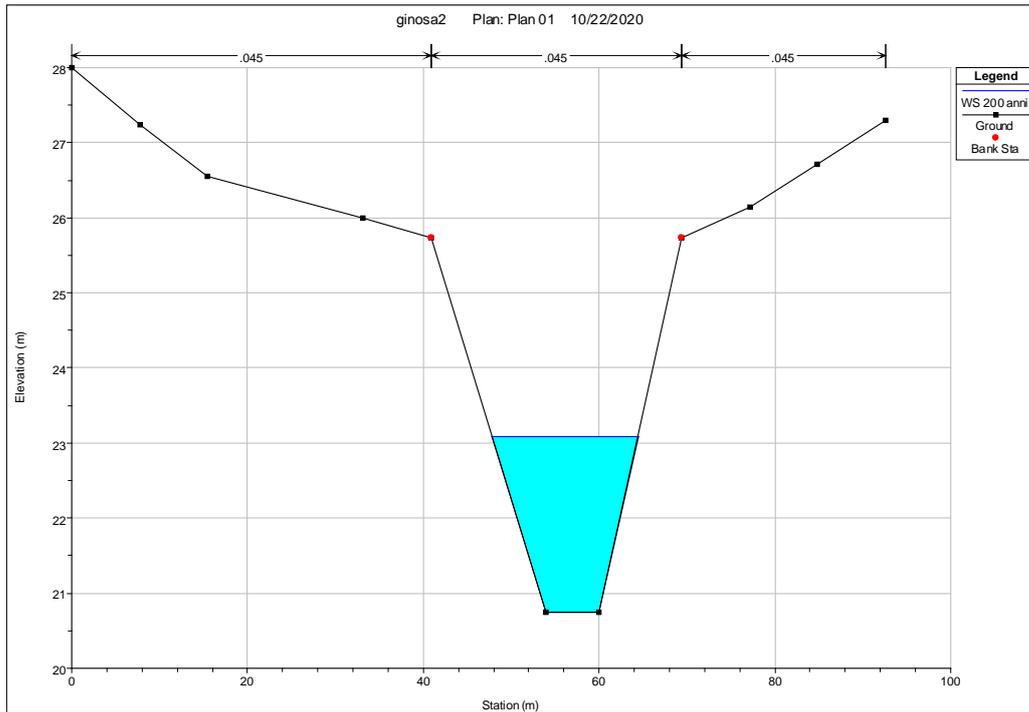
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



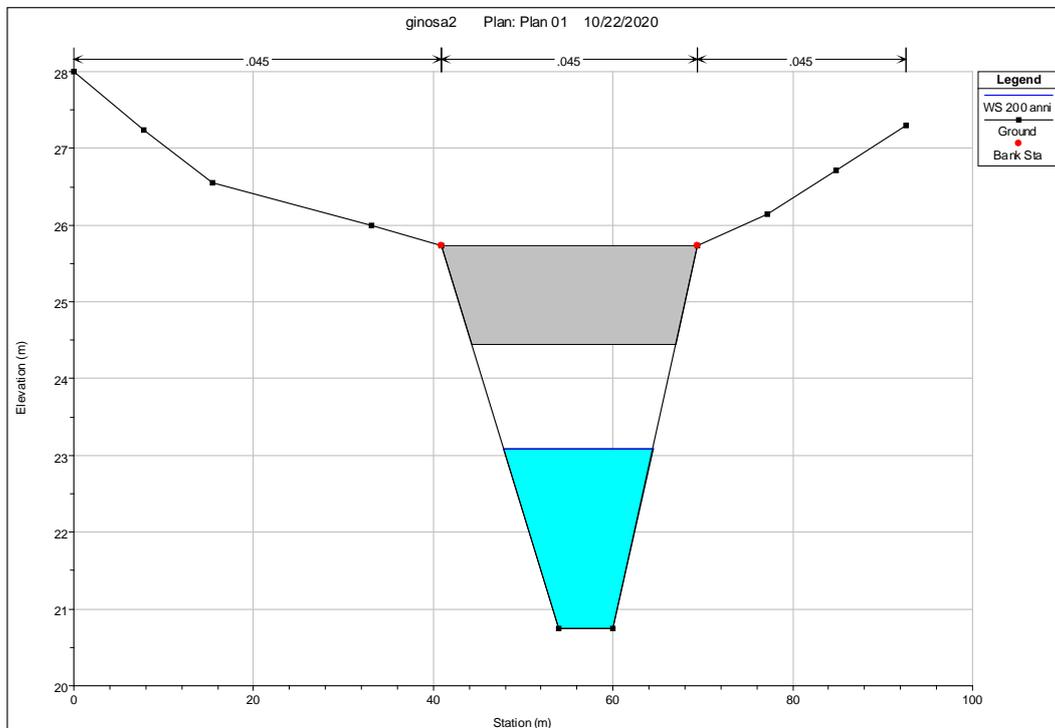
Sezione 761



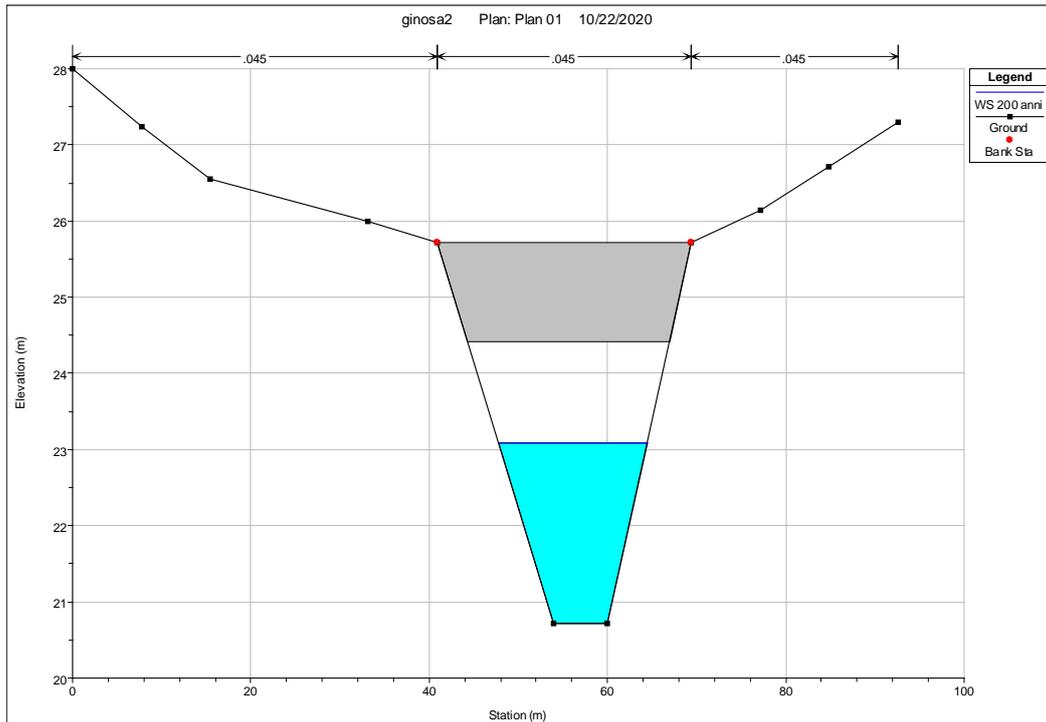
Sezione 656 - Attraversamento



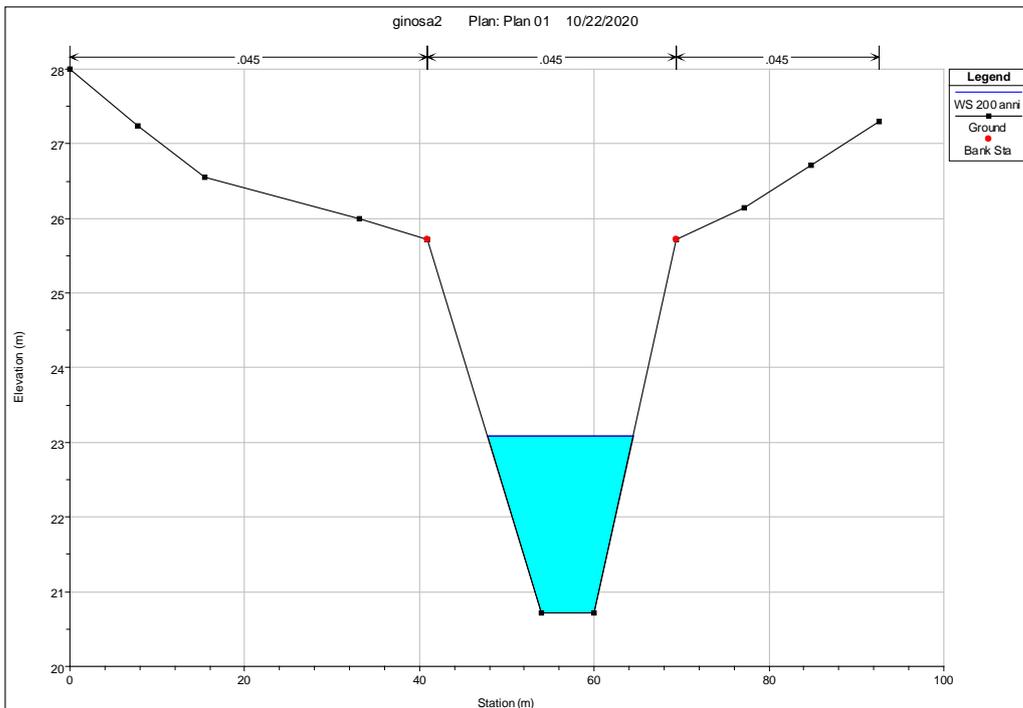
Sezione 625



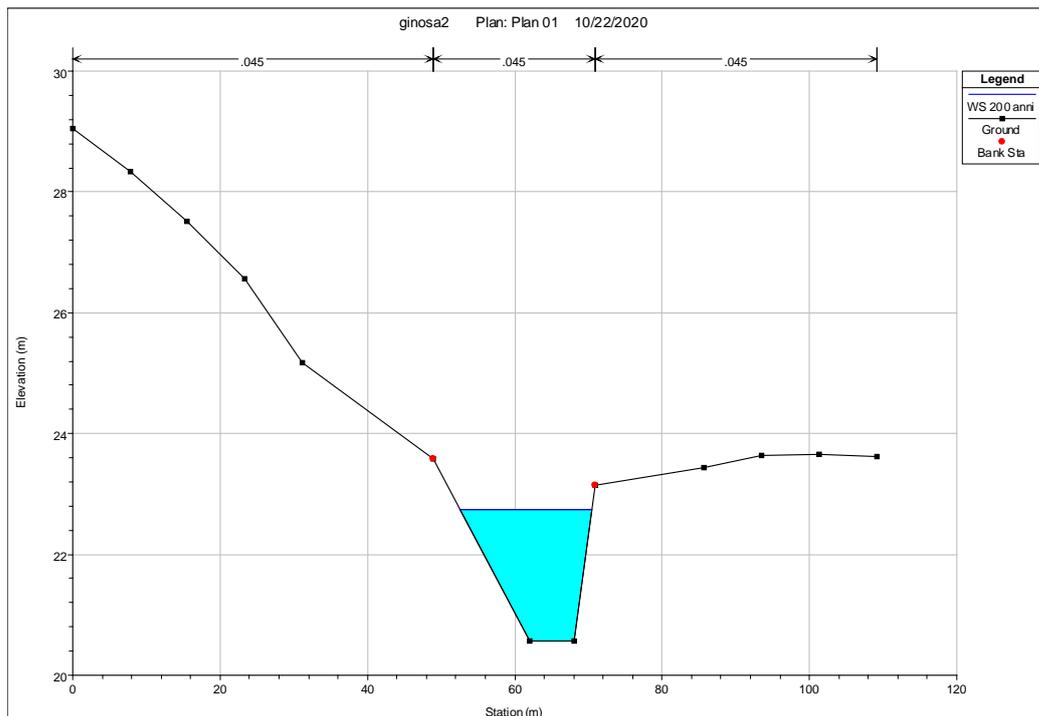
Sezione 620 – BR U



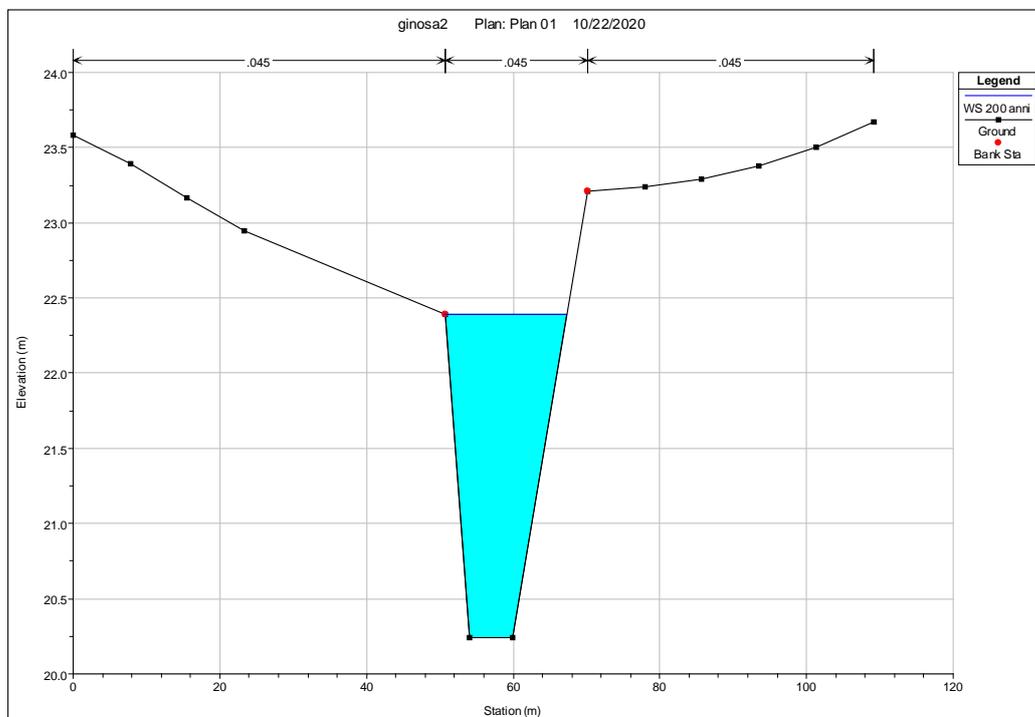
Sezione 620 – BR D



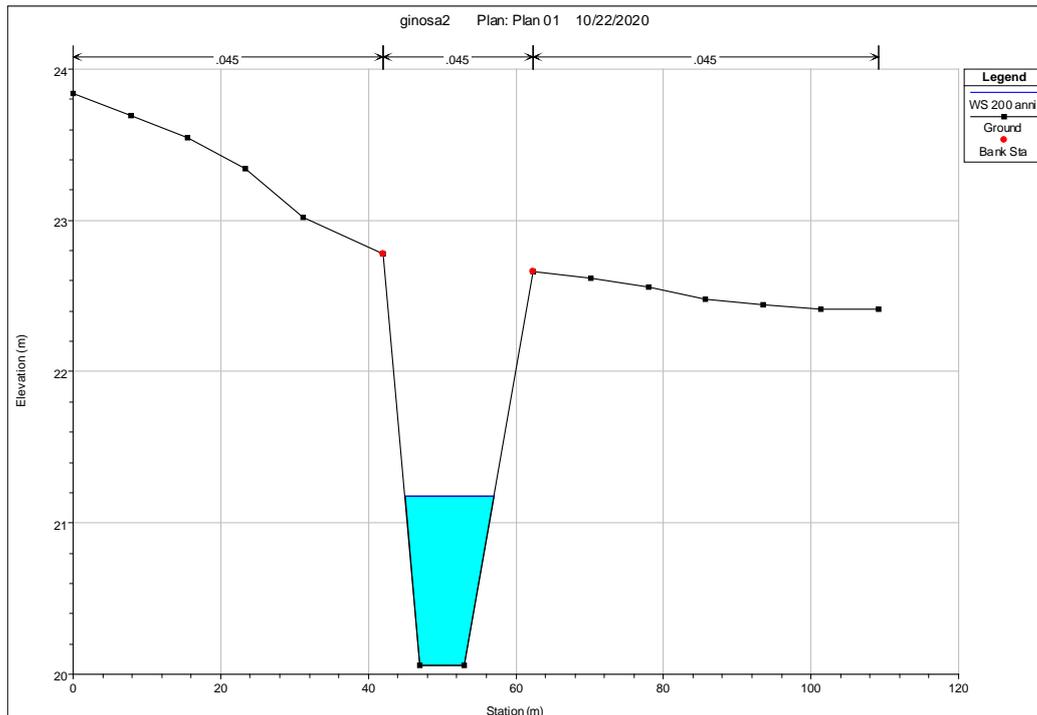
Sezione 616



Sezione 396



Sezione 196



Sezione 5.9

A conclusione dello studio idraulico eseguito nell'area in oggetto, è possibile esprimere le seguenti considerazioni:

- lo studio ha identificato la fascia di possibile allagamento del reticolo, calcolata con t.r. di 200 anni;
- la zona di allagamento è interamente compresa nel canale;
- la massima altezza del tirante idrico, in corrispondenza della sezione 656 di attraversamento, è pari a 2.35 m;
- in corrispondenza dell'area in oggetto, la velocità è pari a 1.50 m/s.

## Calcolo erosione alveo

Per avere garanzie sulla bontà della scelta di assicurare 2,50 m di profondità per la posa del cavo del cavo al di sotto del punto più depresso delle aree allagabili, si sono individuate le azioni di trascinarsi che la corrente può esplicare in corrispondenza dei tratti di attraversamento dei reticoli sopra prima indicati, in modo tale da verificare che la relativa profondità di escavazione non possa raggiungere il cavo stesso.

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

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.

Il caso in esame, dove gli attraversamenti delle aree allagabili sono previsti lungo tratti indisturbati dell'alveo in modellamento attivo, privi di opere puntuali, è da ricondurre all'erosione di tipo generalizzata.

Al fine di garantire il cavidotto dal fenomeno dell'erosione lo stesso sarà posto a 2.50 m al di sotto del fondo dell'alveo, che è un profondità molto cautelativa, infatti dai calcoli speditivi di seguito riportati si hanno abbassamenti del letto inferiori

La profondità della erosione di un tronco d'alveo per carenza di apporto di materiale solido da monte può essere definita con delle formulazioni empiriche.

Infatti la sezione si deformerà, approfondendosi e/o allargandosi, fino a che l'azione di trascinarsi della corrente non diminuirà al di sotto del valore critico individuato.

Per le valutazioni più speditive si può ricavare la profondità di erosione  $\delta$  come differenza tra il tirante d'acqua "h" antecedente alla erosione e il tirante d'acqua "he" a fenomeno avvenuto:

$$\delta = h_e - h$$

dove:

$h_e$  = tirante successivo all'erosione

$h$  = tirante antecedente all'erosione.

Il tirante d'acqua "he" a fenomeno avvenuto si ricava da formule del tutto empiriche e senza giustificazione teorica, dall'equilibrio dei canali a regime.

La formula di Blench (1969) propone:

$$h_e = 0.379 q^{2/3} d_{50}^{-1/6} \text{ per sabbia e limo con } 6 \cdot 10^{-5} < d_{50} \text{ (m)} < 0.002$$

$$h_e = 0.692 q^{2/3} d_{50}^{-1/12} \text{ per sabbia e ghiaia con } 0.002 < d_{50} \text{ (m)} < 0.002$$

La formula di Maza Alvarez ed Echavarria (1973) propone:

$$h_e = 0.365 q^{0.784} d_{50}^{-0.157} \text{ per sabbia e ghiaia con } d_{75} \text{ (m)} < 0.006$$

dove:

$q$  (m<sup>2</sup>/s) = portata per unità di larghezza del canale

Per il calcolo di "q" si utilizza il tirante e velocità forniti dal modello idraulico lungo le sezioni stesse. Si è assunto, in maniera cautelativa, che detti valori massimi, misurati in corrispondenza delle sezioni di attraversamento prossime all'interferenza, possano definire le suddette portate per unità di larghezza del canale  $q$  se li si considera rappresentativi per tutta la sezione stessa, fissando, in questo modo, una sezione rettangolare per gli alvei. Questa posizione è, di fatto, ampiamente cautelativa in quanto in una sezione mistilinea i valori di tirante e velocità variano dai valori massimi adottati fino a quelli molto più modesti che si ritrovano lungo i bordi delle aree allagabili.

Inoltre, secondo Lacey (1930), l'erosione può raggiungere al massimo il valore di:

$$\delta = 0.27 h$$

Considerando depositi di natura limosa, è stata calcolata l'erosione in corrispondenza della sezione n° 656, coincidente con il tratto di attraversamento, utilizzando la formula di Blench.

Tirante = 2.23 m

Velocità = 1.50 m/sec

d<sub>50</sub> = 0,0005 (sabbie e limi)

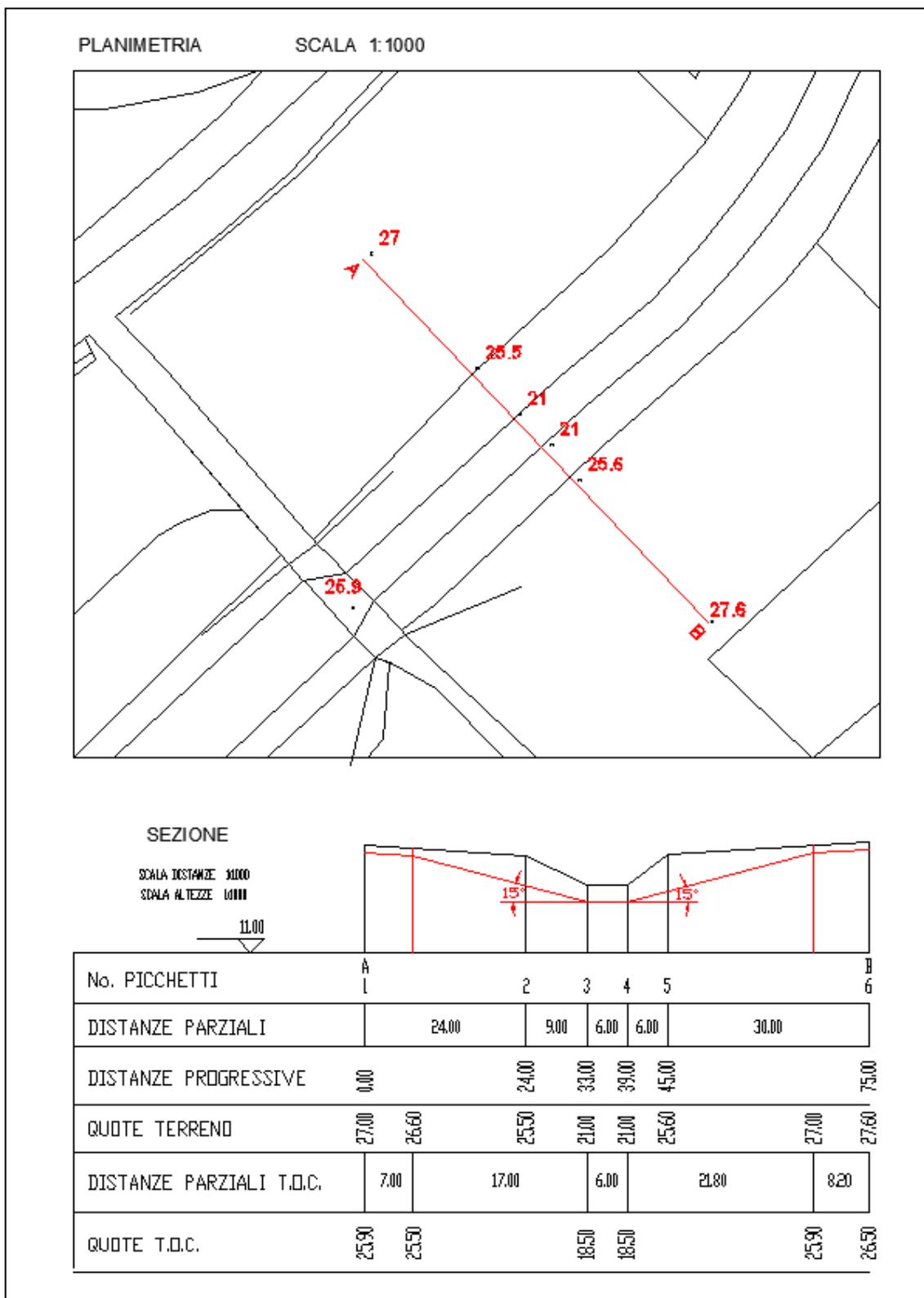
Portata unitaria q ≈ 3.20 m<sup>2</sup>/sec

h<sub>e</sub> = 2.92 m

δ = 2.92 - 2.23 = 0,69 m

Per quanto appena esposto il cavidotto interrato in corrispondenza del tratto in cui interferisce con l'area allagabile determinata con Tr=200 anni verrà messo in opera con tecnica di scavo T.O.C.; per tali tratti la profondità di posa di 2,50 m supera ampiamente la profondità di escavazione esplicabile dalla corrente, quindi a profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi.

Inoltre, dato che l'area di allagamento è compresa all'interno del canale, le operazioni di attraversamento controllato non interferiscono con le aree a pericolosità idraulica.



Attraversamento Canale Lama di Pozzo

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## Interferenze con la falda idrica sotterranea

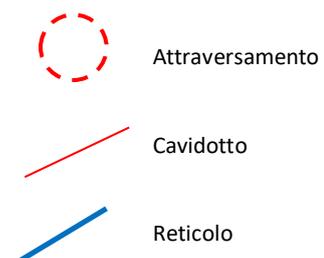
Questo attraversamento dista circa 140 m dall'attraversamento n° 1 ed anche in questo caso il livello statico della falda si trova a 30 m di profondità.

Pertanto, dato che l'attraversamento del canale avverrà ad una profondità di 2.50 m al di sotto dell'alveo del canale, e quindi a circa 8.50 m rispetto al piano campagna, non si hanno interferenze con la falda idrica.

### TERZO ATTRAVERSAMENTO

In questo tratto il cavidotto viaggia lungo la s.c. 135 ed intercetta un canale completamente cementato. L'attraversamento sarà realizzato in senso perpendicolare al canale stesso utilizzando la tecnica T.O.C.. Considerando un'angolo di inclinazione di 15° circa ed una profondità di 1.50 m rispetto al fondo dell'alveo, i tombini di entrata e di uscita dovrebbe distare circa 9 m dal limite del canale.

Per quanto riguarda le caratteristiche del sito in oggetto, i punti terminali di tale tratta presentano spazi sufficienti sia per il posizionamento e l'orientamento della macchina sia per la posa in opera dei tubi camicia.



**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.



## Capacità erosiva

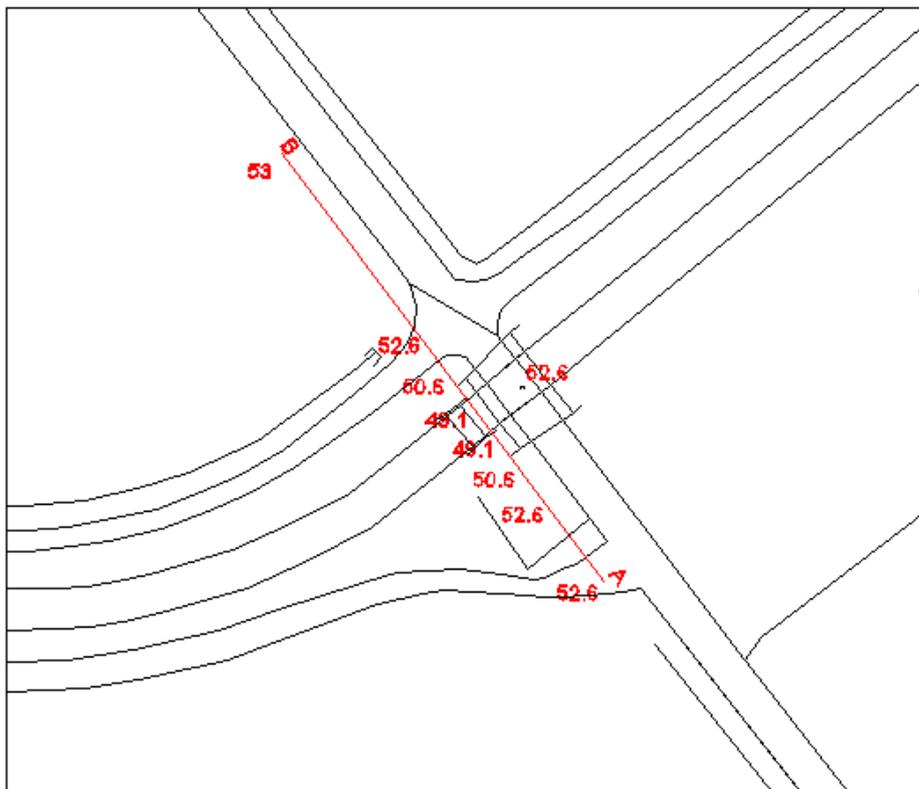
Trattandosi di un canale completamente cementato non si ha rischio di erosione del fondo da parte delle acque di ruscellamento.



### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

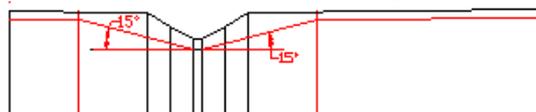
PLANIMETRIA SCALA 1:1000



SEZIONE

SCALA DISTANZE 10000  
 SCALA ALTEZZE 10000

39.00



No. PICCHETTI	A	1	2	3	4	5	6	7	B
DISTANZE PARZIALI			14.00	7.00	3.00	3.00	3.00	3.00	39.90
DISTANZE PROGRESSIVE		0.00	14.00	21.00	24.00	27.00	30.00	33.00	70.00
QUOTE TERRENO		52.80	52.60	50.60	49.00	49.00	50.60	52.60	53.00
DISTANZE PARZIALI T.D.C.		9.20	14.80	3.00	3.00	14.90		30.00	
QUOTE T.D.C.		51.30		47.60	47.60		47.60		53.00

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## Interferenze con la falda idrica sotterranea

Come riportato nella relazione geologica, lo studio idrogeologico dell'area in oggetto è stato basato sui risultati della campagna geognostica (pozzetti di prova, indagini sismiche ed elettriche) e sulle informazioni relative ad una serie di perforazioni eseguite in zona, per la realizzazione di pozzi ad uso irriguo, riportati sul portale dell'ISPRA.

In particolare, gli attraversamenti n° 3, 4 e 5 sono compresi tra due pozzi ad uso irriguo identificati con le sigle "205200" e "205224" dalla cui schede tecniche si evince che la profondità del livello statico della falda varia tra 14 e a 30 m.

Pertanto, dato che l'attraversamento del canale avverrà ad una profondità di 1.50 m al di sotto dell'alveo del canale, e quindi a circa 5.30 m rispetto al piano campagna, non si hanno interferenze con la falda idrica.



Pozzo ad uso irrigui (ISPRA)

### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 205200 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: GINOSA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 49,00 Quota pc slm (m): 64,00 Anno realizzazione: 1991 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): ND Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 0 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 7 Longitudine WGS84 (dd): 16,833439 Latitudine WGS84 (dd): 40,504550 Longitudine WGS84 (dms): 16° 50' 00.38" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 30' 16.39" N  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	25,00	25,00	400
2	25,00	49,00	24,00	370

### POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	39,00	45,00	6,00	300

### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
apr/1991	14,00	21,50	7,50	ND

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE
2	2,00	4,00	2,00		GHIAIE POLIGENICHE IN MATRICE SABBIOSA
3	4,00	10,00	6,00		CONGLOMERATI A GRADO DI CEMENTAZIONE MEDIO-BASSO
4	10,00	25,00	15,00		SABBIE CALCAREO-QUARZOSO-MICACEE GIALLASTRE, INTERCALATE DA LIVELLI ARENITICI E DA LENTI DI GHIAIETTO
5	25,00	40,00	15,00		SABBIE LIMOSE INTERCALATE DA SABBIE GROSSOLANE GIALLASTRE
6	40,00	45,00	5,00		GHIAIE POLIGENICHE ASSOCIATE A SABBIE GRIGIASTRE
7	45,00	49,00	4,00		LIMI ARGILLOSI GRIGIO-VERDE E GRIGIO-AZZURRI

#### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 205224 Regione: PUGLIA Provincia: TARANTO Comune: GINOSA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 42,00 Quota pc slm (m): 110,00 Anno realizzazione: 1989 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 5,000 Portata esercizio (l/s): 5,000 Numero falde: 0 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 6 Longitudine WGS84 (dd): 16,845111 Latitudine WGS84 (dd): 40,490661 Longitudine WGS84 (dms): 16° 50' 42.40" E Latitudine WGS84 (dms): 40° 29' 26.38" N  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	42,00	42,00	300

### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
lug/1989	30,00	35,00	5,00	5,000

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	3,00	3,00		TERRENO AGRARIO
2	3,00	10,00	7,00		SABBIA
3	10,00	18,00	8,00		ARGILLA
4	18,00	30,00	12,00		BRECCIOLINO DURO
5	30,00	38,00	8,00		GHIAIA ACUIFERA
6	38,00	42,00	4,00		ARGILLA

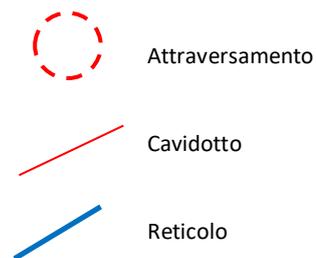
#### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## QUARTO ATTRAVERSAMENTO

In questo tratto il cavidotto viaggia lungo la s.c. 135 ed intercetta un canale completamente cementato. L'attraversamento sarà realizzato in senso perpendicolare al canale stesso utilizzando la tecnica T.O.C.. Considerando un'angolo di inclinazione di 15° circa ed una profondità di 1.50 m rispetto al fondo dell'alveo, i tombini di entrata e di uscita dovrebbe distare circa 15 m dal limite del canale.

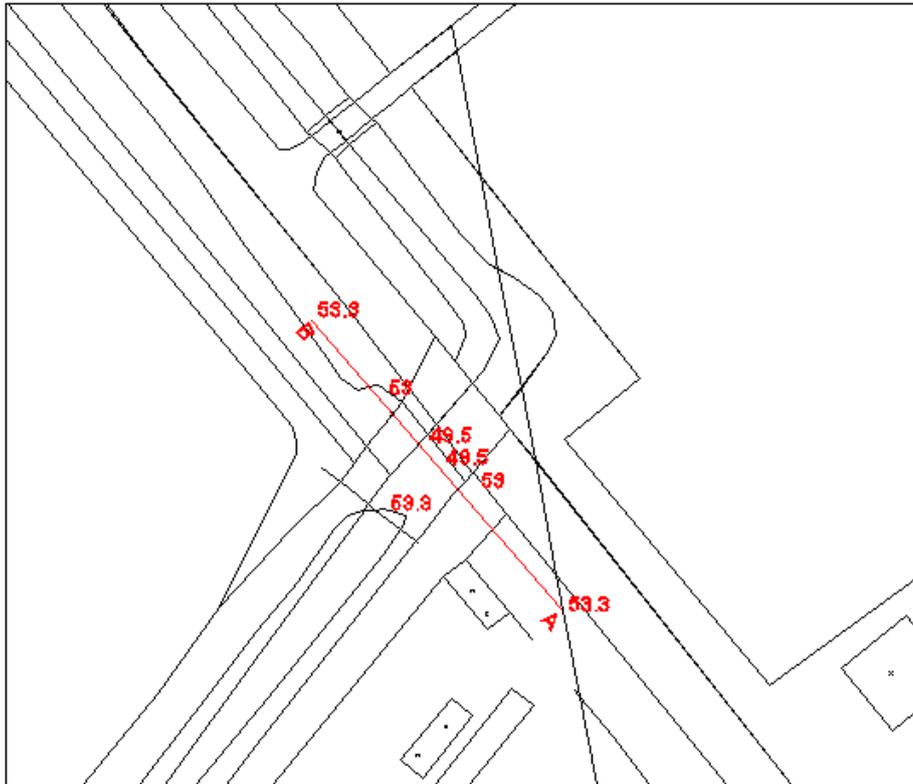
Per quanto riguarda le caratteristiche del sito in oggetto, i punti terminali di tale tratta presentano spazi sufficienti sia per il posizionamento e l'orientamento della macchina sia per la posa in opera dei tubi camicia.



### **X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

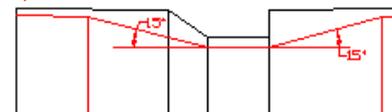
**PLANIMETRIA**      **SCALA 1:1000**



**SEZIONE**

SCALA DISTANZE 1/1000  
 SCALA ALTEZZE 1/1000

39.00



No. PICCHETTI	A					B
	1	2	3	4	5	6
DISTANZE PARZIALI		20.00	5.00	8.00	17.00	
DISTANZE PROGRESSIVE	0.00		20.00	25.00	33.00	50.00
QUOTE TERRENO	53.30		49.50	49.50	53.00	53.20
DISTANZE PARZIALI T.O.C.		9.45	15.55	8.00	14.97	2.03
QUOTE T.O.C.	52.20	52.06	47.00	47.00	52.10	52.10

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

## Capacità erosiva

Trattandosi di un canale completamente cementato non si ha rischio di erosione del fondo da parte delle acque di ruscellamento.

## Interferenze con la falda idrica sotterranea

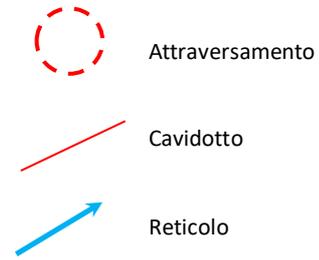
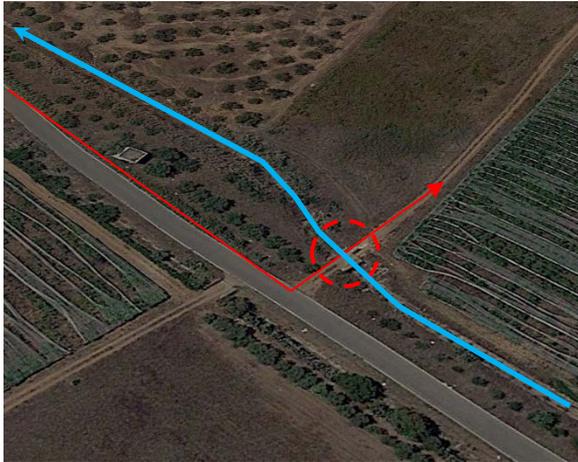
La situazione idrogeologica è la stessa di quella illustrata per l'attraversamento precedente con la profondità del livello statico della falda compreso tra 14 e a 30 m.

Pertanto, dato che l'attraversamento del canale avverrà ad una profondità di 1.50 m al di sotto dell'alveo del canale, e quindi a circa 6.30 m rispetto al piano campagna, non si hanno interferenze con la falda idrica.

## QUINTO ATTRAVERSAMENTO

In questo tratto il cavidotto viaggia lungo la s.c. 135 e, all'altezza della sottostazione, devia in corrispondenza del tratturo di collegamento. Quest'ultimo attraversa un Canale completamente cementato, l'attraversamento sarà realizzato in senso perpendicolare al canale stesso utilizzando la tecnica T.O.C.. Considerando un'angolo di inclinazione di 15° circa ed una profondità di 1.50 m rispetto al fondo dell'alveo, i tombini di entrata e di uscita dovrebbe distare circa 15 m dal limite del canale.

Per quanto riguarda le caratteristiche del sito in oggetto, i punti terminali di tale tratta presentano spazi sufficienti sia per il posizionamento e l'orientamento della macchina sia per la posa in opera dei tubi camicia.



## Capacità erosiva

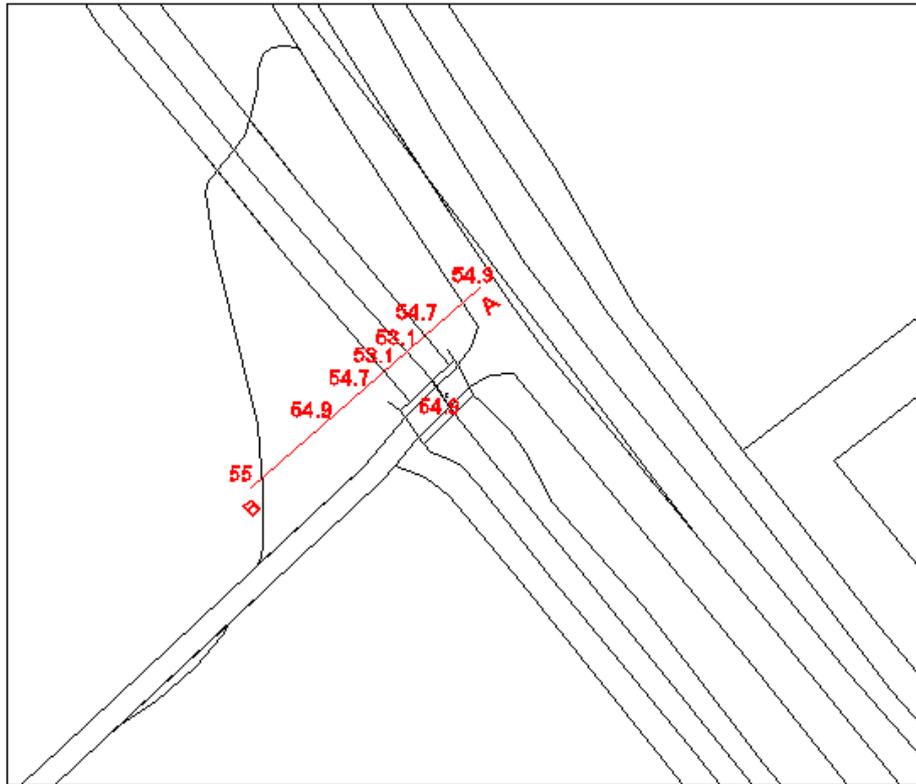
Trattandosi di un canale completamente cementato non si ha rischio di erosione del fondo da parte delle acque di ruscellamento.



### X-ELIO ITALIA 5 S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

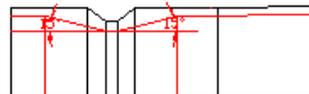
PLANIMETRIA SCALA 1:1000



SEZIONE

SCALA DISTANZE 1/1000  
 SCALA ALTEZZE 1/1000

43.00



No. PICCHETTI	A						B
	1	2	3	4	5	6	7
DISTANZE PARZIALI		10.00	2.30	2.30	2.30	11.00	13.00
DISTANZE PROGRESSIVE	0.00	10.00	12.30	14.60	16.90	27.90	40.90
QUOTE TERRENO	54.90	54.70	53.00	53.00	54.70	54.90	55.00
DISTANZE PARZIALI T.D.C.		4.40	7.90	1.90	7.90		18.30
QUOTE T.D.C.	53.80	51.60	51.60	51.60	51.60		53.90

**X-ELIO ITALIA 5 S.R.L**

Corso Vittorio Emanuele II n. 349 - 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06. 8551726  
 Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 15361461005 REA RM- 1585250  
 Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.

### **Interferenze con la falda idrica sotterranea**

La situazione idrogeologica è la stessa di quella illustrata per l'attraversamento precedente con la profondità del livello statico della falda compreso tra 14 e a 30 m.

Pertanto, dato che l'attraversamento del canale avverrà ad una profondità di 1.50 m al di sotto dell'alveo del canale, e quindi a circa 3.10 m rispetto al piano campagna, non si hanno interferenze con la falda idrica.

### **Interferenze con la falda idrica sotterranea**

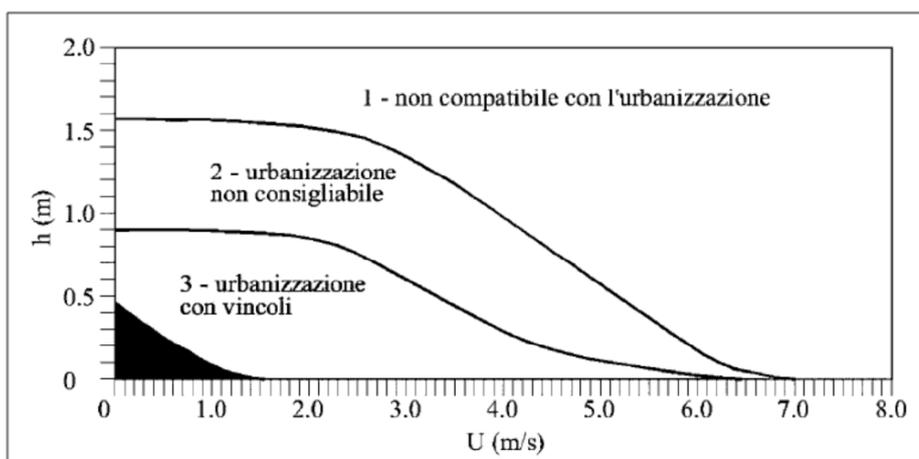
Come riportato nella relazione geologica, lo studio di dettaglio dell'idrogeologia presente nell'area oggetto di studio è stato basato sui risultati della campagna geognostica (pozzetti di prova, indagini sismiche ed elettriche) e sulle informazioni relative ad una serie di perforazioni eseguite in zona, per la realizzazione di pozzi ad uso irriguo, riportati sul portale dell'ISPRA.

In particolare, a breve distanza dalla sezione di attraversamento esiste un pozzo ad uso irriguo identificato con la sigla "205151" la cui stratigrafia è la seguente:

## **PERICOLOSITÀ IDRAULICA**

Oltre al tirante idrico, i fattori che influiscono sul livello di pericolo sono la velocità di scorrimento idrico e la persistenza del fenomeno. Infatti un allagamento che presenta un tirante idrico di 0,1 metri risulta diverso da quello derivante da 2 metri, anche se si verificano con lo stesso tempo di ritorno. Al contrario, se il primo possiede una elevata velocità di scorrimento, potrebbe diventare più pericoloso del secondo valore se fosse quest'ultimo quasi statico.

L'Autorità di Bacino della Puglia non dà indicazioni precise a riguardo, tuttavia altre Autorità di Bacino propongono una serie di approcci per procedere alla perimetrazione delle aree di allagamento.



Pericolosità idraulica (A.B. Tevere)

L'Autorità di Bacino del Tevere ha proposto un diagramma che mette in relazione i due parametri fondamentali nella determinazione del livello di pericolosità dell'inondazione, tirante e velocità. La superficie esondata è stata suddivisa in sotto-zone caratterizzate da un medesimo valore della spinta idrostatica. Il valore della spinta è funzione della velocità di scorrimento  $U$ , e del tirante idrico  $h$ .

A seconda della coppia  $U$ - $h$  ogni punto geografico dell'area allagata è catalogato con il riferimento (1, 2, 3, 4) relativo alla porzione del grafico all'interno del quale ricade il punto ( $U$ - $h$ ).

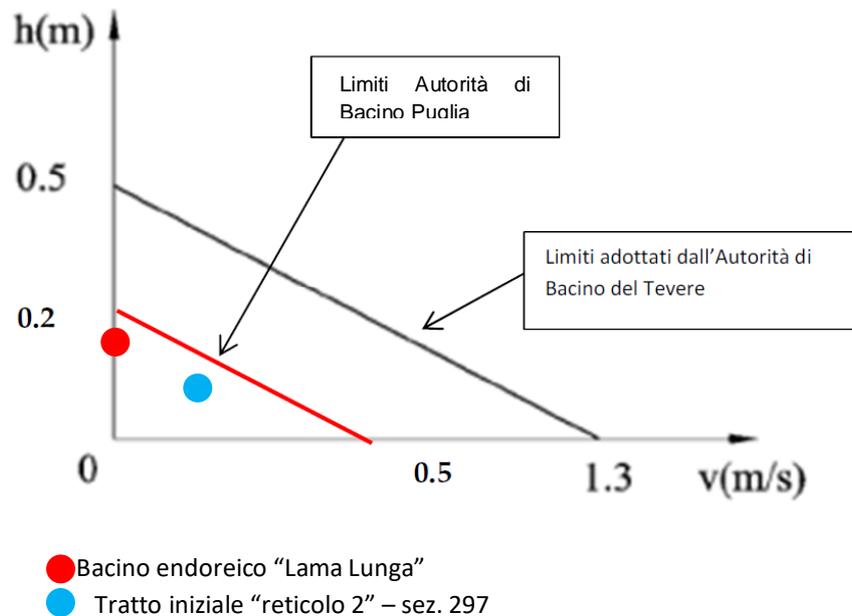
Vengono così definite aree "marginali", quelle ricadenti nella porzione 4 del grafico precedente; qui le condizioni di rischio in termini di incolumità delle persone risultano accettabili anche per minori e disabili con accompagnamento.

Altro esempio, da prendere come riferimento, sono le indicazioni dell'Autorità di Bacino dell'Adige che ha individuato 4 aree di pericolosità idraulica (molto elevata, elevata, media, moderata) in base allo schema seguente:

- 1) aree di pericolosità idraulica molto elevata (P4): aree allagate in occasione dell'evento di piena con tempo di ritorno di 30 anni nel quale risulti o la presenza di una lama d'acqua sul piano di campagna superiore ad 1m o una velocità massima di trasferimento superiore ad 1m/s;
- 2) aree di pericolosità idraulica elevata (P3): aree allagate o in occasione di un evento di piena con tempo di ritorno di 30 anni e condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano di campagna tra 50 cm ed 1 m, o per un evento più raro ( $Tr=100$  anni) con condizioni come quelle stabilite per pericolosità molto elevata (lama d'acqua massima maggiore di 1 m oppure velocità superiore ad 1 m/s);
- 3) aree di pericolosità idraulica media (P2): aree allagate per un evento caratterizzato da un tempo di ritorno di 100 anni nelle quali si instaurino condizioni di lama d'acqua massima sul piano di campagna compresa tra 0 cm ed 1 m;
- 4) aree di pericolosità idraulica moderata (P1): aree esondabili con eventi di piena meno frequenti ( $Tr=200$  anni) in qualunque condizioni di lama d'acqua e velocità sul piano di campagna.

Il criterio di valutazione della pericolosità proposto dall’Autorità di Bacino della Puglia si basa sempre sul tirante idrico e sulla velocità dell’acqua, come quello adottata dall’Autorità di Bacino del Tevere, ma molto più cautelativo.

Infatti, mentre l’AdB del Tevere propone una retta passante dai punti 0.5/0 e 0/1.3, l’AdB della puglia propone una retta passante dai punti 0.2/0 e 0.5/0.



Confronto dei limiti di pericolosità

Per quanto riguarda la valutazione della pericolosità nell’area indicata come bacino endoreico nel terreno “Lama Lunga”, i valori da considerare sono:

- tirante idraulico massimo: 15 cm;
- velocità della corrente: 0 m/s (acqua stagnante)

Inserendo questi valori nei diversi criteri adottati dalle su indicate Autorità di Bacino, ed in particolar modo quello della Puglia, il valore di pericolosità risulta sempre inferiore alla soglia minima.

Pertanto, in accordo con le Cartografie del PAI Puglia e del Portale Nazionale, possiamo definire **non pericoloso** il rischio di allagamento del terreno denominato “Lama Lunga”.

Anche il tratto iniziale della fascia di allagamento del “reticolo 2” (sez. 297) può essere **definito non pericoloso**, dato che l’altezza del tirante idrico è pari a 10 cm e la velocità di scorrimento è 0,16 m/s (tab. 5).

Viceversa, il tratto di allagamento interessato dal “reticolo 1” presenta un tirante idrico variabile da 10 a 79 cm ma velocità sempre superiori a 0.71 m/s (tab. 4).

## CONCLUSIONI

A conclusione dello studio idraulico eseguito nell'area in oggetto, è possibile esprimere le seguenti considerazioni:

L'area denominata "Girifalco" è interessata da n° 2 reticoli idraulici di piccola entità sia in termini di dimensioni che di portata.

L'area denominata "Lago Lungo" è interessata da un bacino endoreico di piccola entità sia in termini di dimensioni che di tirante idrico.

- lo studio ha identificato la fascia di possibile allagamento dei reticoli, calcolata con t.r. di 200 anni;
- la massima altezza dei tiranti idrici è pari a 79 cm per il reticolo 1, 10 cm per il reticolo 2, 15 cm per il bacino endoreico;
- la fascia di allagamento del reticolo 1 interessa il terreno in oggetto per una larghezza che, da monte a valle, va da 30 m a 3 m;
- la fascia di allagamento del reticolo 2 interessa il terreno in oggetto per una larghezza di circa 12 m ed un'estensione di circa 200 mq; inoltre dato che il tirante idraulico è inferiore a 20 cm e la velocità dell'acqua inferiore a 0,50 m/s, l'allagamento può essere definito **non pericoloso**;
- il tirante idrico dell'area endoreica è pari a 15 cm e, dato che la velocità di scorrimento è nulla, può essere definito **non pericoloso**.

L'area denominata "Mandorleto Rita" è distante da reticoli e bacini potenzialmente allagabili, oltre 300 m e come tale non è interessata da pericolosità idraulica.

Il tracciato del cavidotto si sviluppa per il 90% su strada di collegamento tra gli Impianti e la SSE L'area denominata "Mandorleto Rita" è distante da reticoli e bacini potenzialmente allagabili oltre 300 m e come tale non è interessata da pericolosità idraulica.

Alcuni tratti del cavidotto interrato ricadono in prossimità, costeggiano e attraversano il reticolo idrografico che, nell'area in oggetto, risulta idraulicamente regimato a mezzo di canali sotto stradali e fossi di guardia paralleli alle sedi stradali. Dato che il 90% del tracciato ricadono su strada e non sono previste opere fuori terra, la sua realizzazione non comporterà alcuna riduzione della sezione utile per il deflusso idrico. Gli attraversamenti con il reticolo saranno eseguiti in perpendicolare all'asse di deflusso con l'utilizzo della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) per non interferire con l'attuale assetto idraulico dei luoghi.

Pertanto, alla luce di quanto su esposto, tutto il terreno in oggetto è risultato in sicurezza idraulica tranne la fascia di allagamento del "reticolo 1", che sarà esclusa dal progetto.

=====