



**CITTA' DI ISPICA**

**CITTA' DI NOTO**

**REGIONE SICILIA**



**IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
"FATTORIA SOLARE GERBI"  
della potenza di 38,096 MW in DC  
PROGETTO DEFINITIVO**

COMMITTENTE:



**REN 173 S.r.l.**  
Salita di Santa Caterina 2/1  
16123 Genova (GE)  
P.IVA 02644720993

PROGETTAZIONE:



TEKNE srl  
Via Vincenzo Gioberti, 11 - 75123 ANDRIA  
Tel +39 0883 553714 - 552841 - Fax +39 0883 552915  
www.gruppotekne.it e-mail: [contatti@gruppotekne.it](mailto:contatti@gruppotekne.it)



PROGETTISTA:

Ing. Renato Pertuso  
(Direttore Tecnico)

LEGALE RAPPRESENTANTE:

dott. Renato Mansi

CONSULENTE:

Geol. Riccardo Losito



**PD**

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ' IDROLOGICA E IDRAULICA  
-Impianto, cavidotto

Tavola: **RE02.1**

Filename:  
TKA748-RE02-H4.doc

Data 1ª emissione: <b>Giugno 2023</b>	Redatto: <b>R. LOSITO</b>	Verificato: <b>G. PERTUSO</b>	Approvato: <b>R. PERTUSO</b>	Scala:	Protocollo Tekne:
1					<b>TKA748</b>
2					
3					
4					

Studio di geologia tecnica ed ambientale Dr. Geol. Riccardo Losito.  
Via Vespucci n. 6-8. 76123 Andria (BT) cell. 329-7877047  
e-mail: [losito.riccardo58@gmail.com](mailto:losito.riccardo58@gmail.com); pec: [geolosito15@pec.it](mailto:geolosito15@pec.it)

## COMUNE DI ISPICA

# IMPIANTO AGRIVOLTAICO "FATTORIA SOLARE GERBI" DELLA POTENZA DI 38,096 MW IN DC PROGETTO DEFINITIVO

## STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

(AI SENSI DELLE NTA DEL PAI DELLA REGIONE SICILIA)

SOCIETÀ PROPONENTE: **"REN 173 S.r.l."**  
**Salita di Santa Caterina 2/1 - 16123 Genova (GE)**  
**P.IVA 02644720993**

COMMITTENZA: **TÈKNE SOCIETÀ D'INGEGNERIA**  
Via Vincenzo Gioberti n. 11 – 76123 Andria (BT)

ANDRIA 20 GIUGNO 2023

  
Dr. Geol. Riccardo Losito



## Sommario

<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2. I BACINI IDROGRAFICI</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2. IDROGRAFIA DI BACINO</b> .....	<b>10</b>
<b>3. IDROLOGIA</b> .....	<b>16</b>
<b>4. CALCOLO DELLA PORTATA DI COLMO</b> .....	<b>18</b>
<b>5. MODELLO IDRAULICO</b> .....	<b>25</b>
<b>APPENDICE SEZIONI IDRAULICHE</b> .....	<b>31</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione è il risultato di uno studio idrologico, idrogeologico e idraulico, commissionato allo scrivente dalla società d'ingegneria Tèkne, con sede in Via Vincenzo Gioberti n. 11 – 76123 Andria (BT). Lo studio è stato eseguito ai sensi delle Norme Tecniche Attuative del PAI e del Piano Gestione Rischio Alluvioni dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia.

Lo studio è funzionale alla definizione della pericolosità idraulica di aree poste nel territorio dei comuni di Ispica e di Noto (Figg. 1, 2) in provincia di Ragusa, interessate dalla realizzazione di impianti fotovoltaici (n. 4 lotti) per la produzione di energia elettrica, di potenza complessiva di 38,096 MW.

Il sito è individuato all'interno del Catasto Terreni:

- Nel Comune di Ispica al Foglio 81, p.lle 19-44-254-848-849-851-853-856-858-860-862-864-865-3-85-248-26-27-97-98-173-175-250-847-850-852-854-861-863-866-867-868-870-149-8-154-153-155-214;
- Nel Comune di Noto al Foglio 423 p.lle 39-40-41-55-127-130-381-382;

L'area oggetto di realizzazione del parco agrovoltaico si trova ad un'altitudine media di m 20 s.l.m. e le coordinate geografiche di riferimento, nel sistema WGS84 sono:

Ispica                    36°43'4.328" Nord 14°58'43.55" Est

Noto                     36°43'0.071" Nord 15°0'53.366" Est

Dalla consultazione del geoportale della regione Sicilia risulta che le aree d'interesse non sono inficiate da:

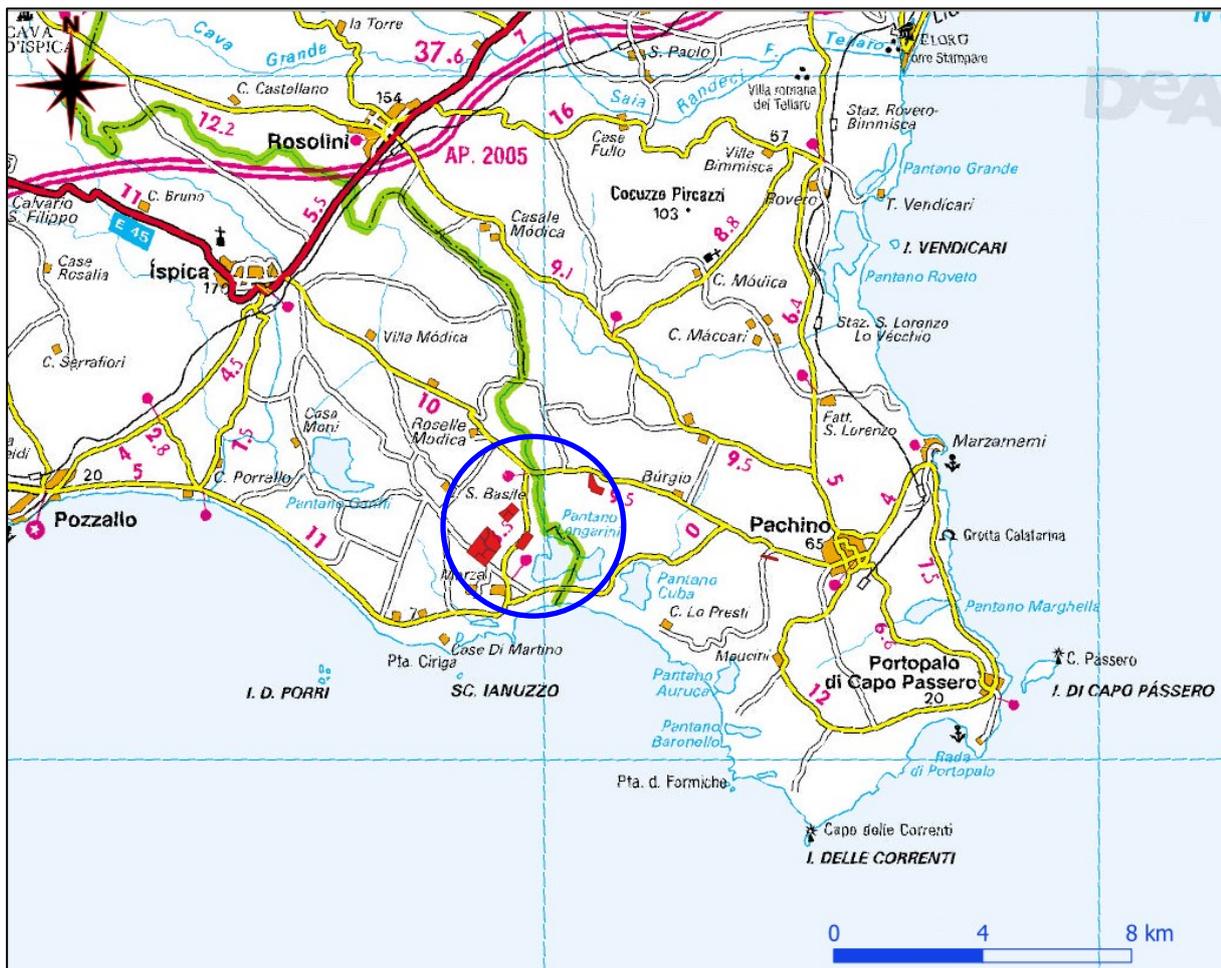
- pericolosità e rischio geomorfologico;
- pericolosità e rischio idraulico;

non costituiscono:

- siti attenzionati per la pericolosità geomorfologica;
- siti attenzionati per la pericolosità idraulica.

Allo stesso modo, dalla consultazione dell'Allegato 8 alla Relazione metodologica per l'aggiornamento e la revisione del PGRA Il ciclo, risulta che le aree d'interesse non

sono inficcate da perimetrazioni di pericolosità e di rischio alluvioni per tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni.



**FIG. 1**

In relazione alla presenza dei reticoli scaricati dal file “Acque” della CTR della regione, al fine di garantire la massima sicurezza idraulica degli impianti e degli attraversamenti del cavidotto di collegamento alla stazione utente, si è proceduto comunque, all’esecuzione di uno studio così articolato:

- analisi geologica, geomorfologica e idrografica del bacino a monte del sito d’interesse;
- studio idrologico delle precipitazioni di massima intensità, prendendo in considerazione la curva di possibilità pluviometrica della stazione meteorologica di Noto;
- calcolo delle portate attese alla sezione di chiusura con tempi di ritorno pari a 50 anni;

- Calcolo dei tiranti idrici in alveo assumendo un regime idraulico di moto permanente per portate di massima piena corrispettive ai tempi di ritorno di 50 anni (Alta Pericolosità idraulica – AP);
- Perimetrazione delle aree inondabili.

# ORTOFOTO



FIG. 2

STRALCIO DALLA CARTA TOPOGRAFICA 1:50.000 I.G.M

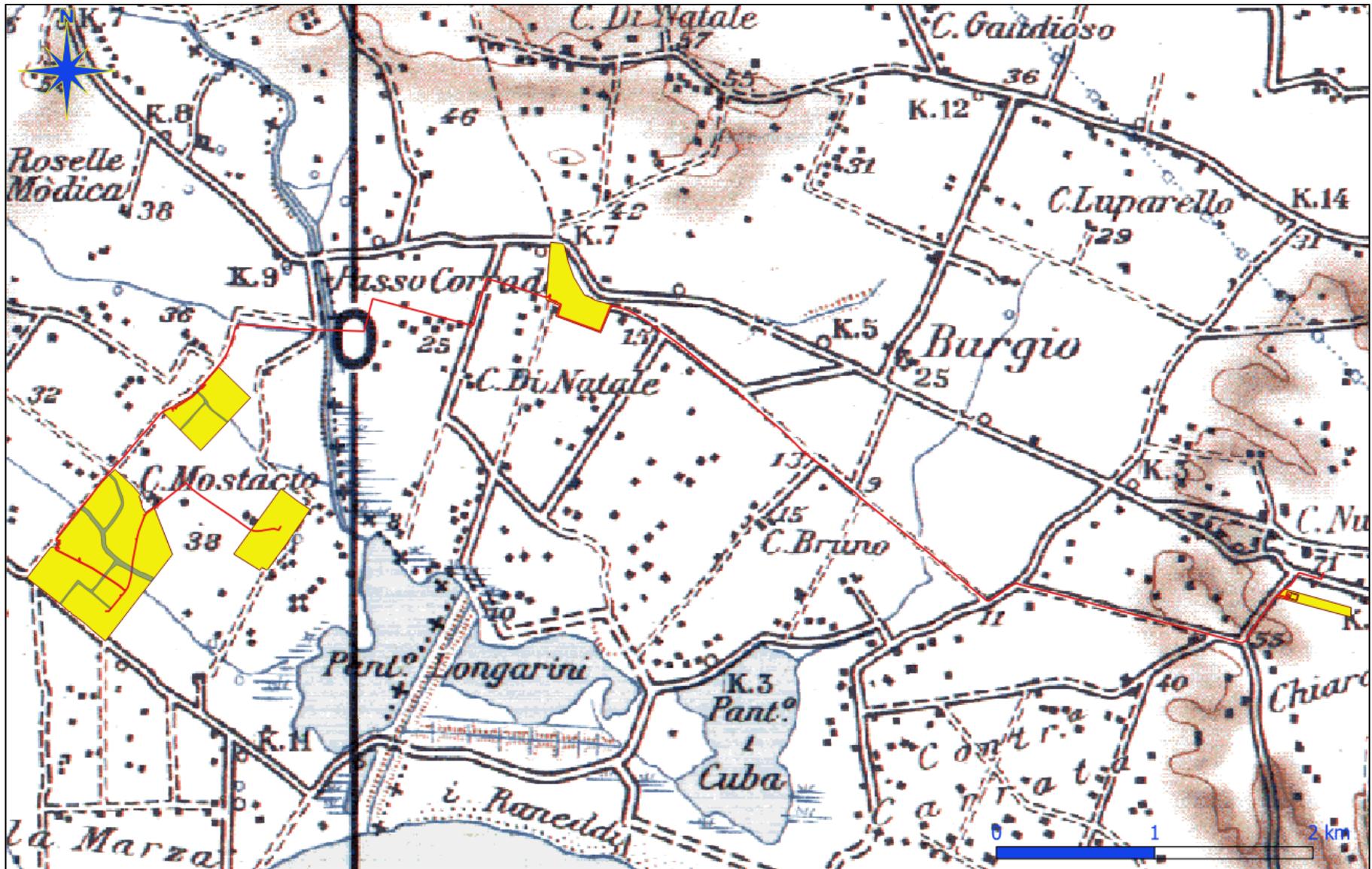


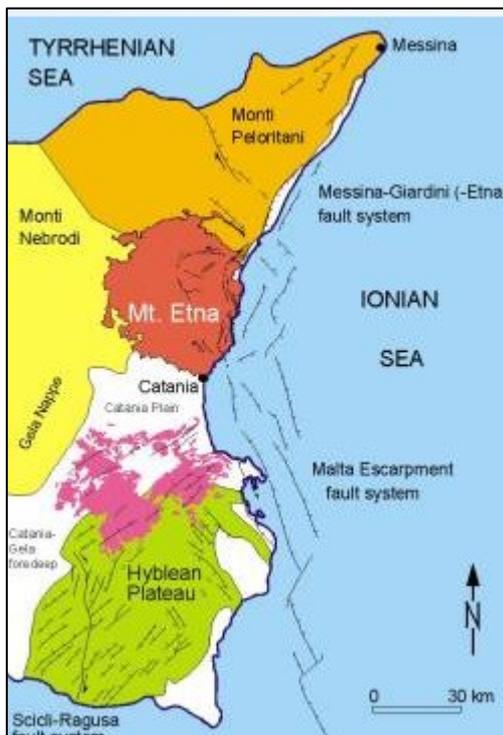
FIG. 3

## 2. I BACINI IDROGRAFICI

### 2.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area in studio ricade nel settore sud-orientale della Sicilia in corrispondenza del settore meridionale del plateau ibleo.

L'area Iblea secondo la letteratura geologica più recente insieme a quella maltese e pugliese, costituisce parte delle propaggini settentrionali della "Placca Africana", che



nell'area mediterranea e quindi in Sicilia, già all'altezza della Piana di Catania continua attualmente e scontrarsi con la Placca Europea.

Nell'area sono presenti in affioramento calcareniti e calciruditi sino a calcari conchigliari e calcari brecciati, passanti verso il basso e lateralmente a marne calcaree giallastre. Queste ricoprono in disconformità stratigrafica delle marne giallastre e dei calcari marnosi pulverulenti.

Le caratteristiche morfologiche che si riscontrano nell'area, sono evidentemente in relazione alla natura litologica delle formazioni affioranti ed al particolare assetto strutturale.

L'area si presenta leggermente ondulata con quote massime che non superano i 38 m s.l.m. e digrada verso la linea di costa meridionale con deboli valori di pendenza. L'idrografia locale nel complesso rivela una fase di maturità. La costa è quasi esclusivamente sabbiosa ed è contraddistinta dalla presenza della depressione del Pantano Longarini, che stagionalmente assume un carattere paludoso.

## 2.2. IDROGRAFIA DI BACINO

Se si eccettua l'impluvio che alimenta il Pantano Longarini, nell'area non sono presenti dei veri e propri corsi d'acqua (Figg. 4, 5, 6). Le aree d'impianto sono attraversate da alcuni solchi o reticoli di modestissima entità riportati nella CTR della regione Sicilia. Il corso di detti reticoli, tra l'altro, nelle aree d'impianto, ha subito nel tempo variazioni e spostamenti dovute a trasformazioni fondiarie tese ad agevolare le pratiche agricole. Sono stati in sostanza regimentati attraverso la realizzazione di "fossi" a sezione trapezoidale. Per questi reticoli, pertanto, considerata l'estensione molto modesta dei pertinenti bacini idrografici tributari, il calcolo delle portate di colmo è stato eseguito molto semplicemente assumendo a vantaggio di sicurezza coefficienti idrometrici molto cautelativi e pari a 5. I valori sono risultati praticamente coincidenti con quelli calcolati attraverso la curva di possibilità pluviometrica della stazione di Noto, per tempi di ritorno pari a 50 anni. L'ampiezza delle aree inondabili all'interno delle aree di impianto, è stata altresì determinata molto semplicemente con il calcolo idraulico assumendo un moto uniforme.

**Lo studio idraulico più complesso è stato invece implementato per il corso d'acqua che alimenta il Pantano Longarini, che è caratterizzato da un bacino idrografico di circa 20 km<sup>2</sup>, e che è interessato dall'attraversamento del cavidotto di collegamento con la stazione elettrica dell'utenza.**

Il bacino idrografico è la superficie topografica dalla quale le acque di pioggia, defluendo naturalmente, confluiscono nella sezione d'interesse chiamata sezione di chiusura (Fig. 5). La linea che delimita un bacino imbrifero è una linea sempre ortogonale alle curve di livello e passante per i punti singolari di displuvio. Tale linea è costituita dalla congiungente i punti di massima curvatura delle curve di livello in corrispondenza dei quali le stesse volgono la convessità verso le quote decrescenti. L'identificazione del bacino è stata eseguita dopo aver individuato la rete idrografica, costituita dalle linee d'impluvio (o compluvio) secondo le quali defluiscono naturalmente le acque che si raccolgono nel bacino stesso. La rete dei canali è costituita da linee di massima pendenza ortogonali alle curve di livello e passanti per i punti di massima curvatura di esse in corrispondenza dei quali le stesse volgono la convessità verso le quote crescenti.

Dal punto di vista dell'uso del suolo il territorio è costituito da terreni agricoli in cui prevale l'orticoltura e l'orticoltura protetta con serre (pomodori, zucchine etc..).

Per la definizione dei principali parametri morfometrici del bacino idrografico, è stata effettuata un'analisi comparata su diverse cartografie:

- IGM in scala 1:50.000;
- IGM in scala 1:25.000;
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000;
- DTM (mesh 2 x 2 m)

Per l'individuazione del bacino e dei dati geomorfologici che ne descrivono le principali caratteristiche morfometriche, è stato utilizzato il software freeware Q - Gis.

I principali dati geomorfologici del bacino individuato possono così sintetizzarsi:

- ❖  $A = 20$ ; Area del bacino [ $\text{Km}^2$ ];
- ❖  $L = 9$ ; lunghezza dell'asta principale [ $\text{Km}$ ];
- ❖  $H_{\max} = 120$ ;  $H$  massima del bacino [ $\text{m}$ ];
- ❖  $H_{\min} = 3$ ;  $H$  minima del bacino (sezione di chiusura) [ $\text{m}$ ];
- ❖  $H_{\text{med}} = 58,5$ ;  $H$  media del bacino [ $\text{m}$ ] rispetto alla sezione di chiusura;
- ❖  $slb = 0,03$ ; pendenza media del bacino [ $\text{m/m}$ ];
- ❖  $sla = 0,013$  pendenza media dell'asta principale [ $\text{m/m}$ ];
- ❖  $t_{cg} = 5,35$  tempo di corrivazione - Giandotti) [ore];
- ❖  $t_{ct} = 8,45$  tempo di corrivazione – Tournon [ore]

La pendenza media del bacino è stata calcolata tramite Gis col metodo di Alvard-Horton facendo riferimento alle curve di livello della carta I.G.M. con equidistanza di 25 m:

$$slb = \frac{\Delta z}{A} * \sum li = 0,03$$

con:

$\Delta z$  = equidistanza tra le curve di livello (25 m);

$A$  = area del bacino

$\sum li$  = somma delle lunghezze delle curve di livello

# CARTA DEI RETICOLI IDROGRAFICI



FIG. 4

STRALCIO DALLA CARTA TOPOGRAFICA 1:25.000 I.G.M

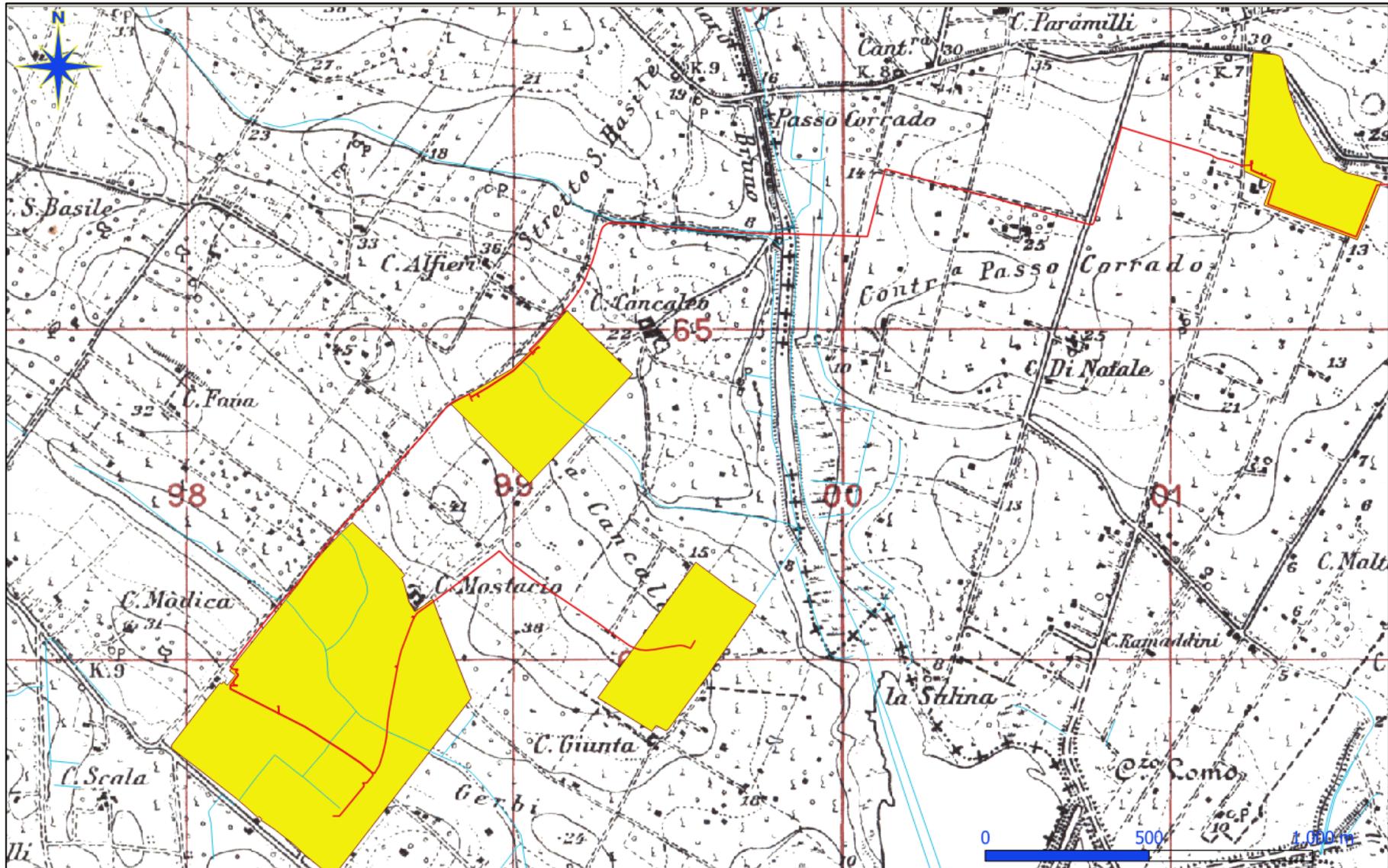
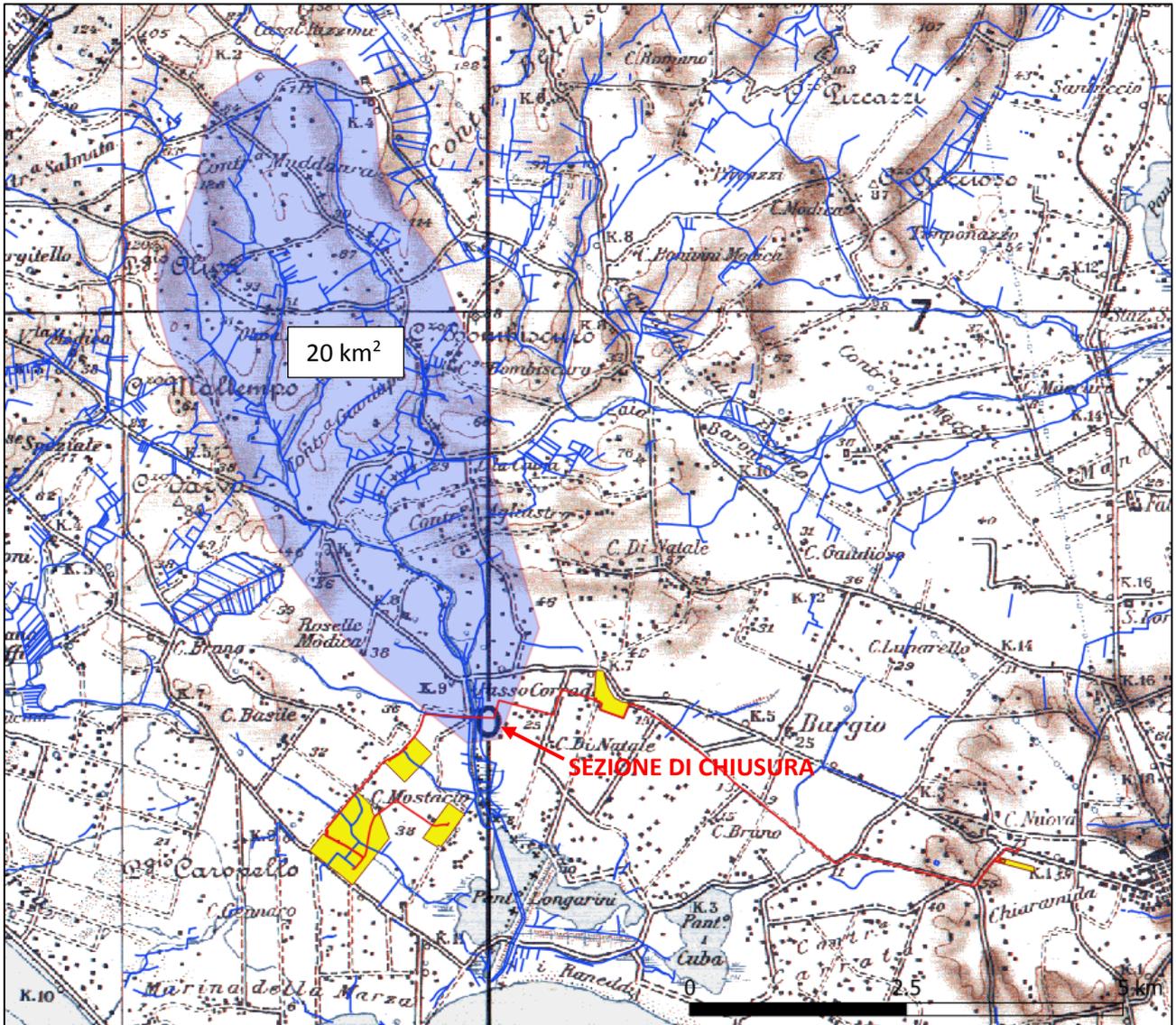


FIG. 5

**STRALCIO DALLA CARTA TOPOGRAFICA 1:50.000.  
DELIMITAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO**



**FIG. 6**

La pendenza media dell'asta fluviale è stata calcolata con la relazione:

$$sla = \frac{Hmax - hmin}{L} = 0,013$$

Il tempo di corrivazione relativo ad un punto assegnato del bacino, è il tempo che impiega una goccia d'acqua che parte da quel punto per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. Ad ogni punto del bacino corrisponde un particolare valore del tempo di corrivazione. Un punto particolare è quello idraulicamente più lontano dalla sezione di chiusura, cioè il punto dello spartiacque da cui ha origine l'asta principale della rete idrografica. Il tempo corrispondente a tale punto è il tempo di corrivazione più lungo, e prende nome di tempo di corrivazione del bacino.

Molto utilizzata in Italia per il calcolo del tempo di corrivazione di bacino è la formula di Giandotti (1934).

$$Tc = \frac{1,5 * L + 4 * \sqrt{A}}{0,8 * \sqrt{z}} = 5,35 \text{ ore}$$

dove: A = area del bacino (km<sup>2</sup>);

L = lunghezza dell'asta principale (km);

z = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura (m).

Altro metodo utilizzato e tarato per molti bacini italiani è quello di Tournon rappresentato dalla seguente relazione:

$$Tc \text{ (ore)} = \frac{0,396 * L}{\sqrt{sla}} * \left( \frac{A}{L^2} * \sqrt{\frac{I}{slb}} \right)^{0,72} = 8,45 \text{ ore}$$

Con:

L = lunghezza dell'asta fluviale (Km);

A= area del bacino (Kmq);

sla= pendenza dell'asta fluviale;

slb= pendenza media del bacino;

### 3. IDROLOGIA

Al fine di definire su basi idrologiche e idrauliche l'effettiva area "bagnata" e quindi i tiranti idrici attesi alla sezione di chiusura, è stato condotto uno studio idrologico a livello di bacino per la determinazione delle portate attese con i tempi di ritorno  $T_r = 50$  anni (AP), in conformità a quanto previsto dalle norme vigenti del PAI.

A tal fine si è fatto riferimento alla curva segnalatrice di possibilità pluviometrica

Stima altezze di Pioggia (Gumbel)						
$h = K_t \cdot a \cdot d^n$						
a = 32,097						
n = 0,341						
Tempo di ritorno	Kt	1h	3h	6h	12h	24h
2 ANNI	0,904	29	42	53	68	86
5 ANNI	1,420	46	66	84	106	135
10 ANNI	1,762	57	82	104	132	167
20 ANNI	2,090	67	98	124	156	198
50 ANNI	2,515	81	117	149	188	238
100 ANNI	2,833	91	132	167	212	269
200 ANNI	3,150	ND	ND	ND	ND	ND

ricavata dalla stazione meteorologica più vicina all'area interessata dagli impianti, ossia la stazione di Noto. La curva è stata ricavata relativamente alle serie di dati che va dal 1940 al 2015.

Dalla curve tramite il valore del tempo di corrivazione si sono ricavati i valori delle altezze di pioggia in mm per i rispettivi tempi di ritorno di 30 anni e 50 anni (Figg. 6, 7). A vantaggio di sicurezza si è adottato il valore del tempo di corrivazione ricavato dalla formula di Giandotti (3,57 ore).

I valori ricavati sono stati riportati nella tabella seguente e mediati al fine di ricavare un valore medio regionalizzato

### Curve di possibilità pluviometrica (Gumbel)

STAZIONE DI NOTO

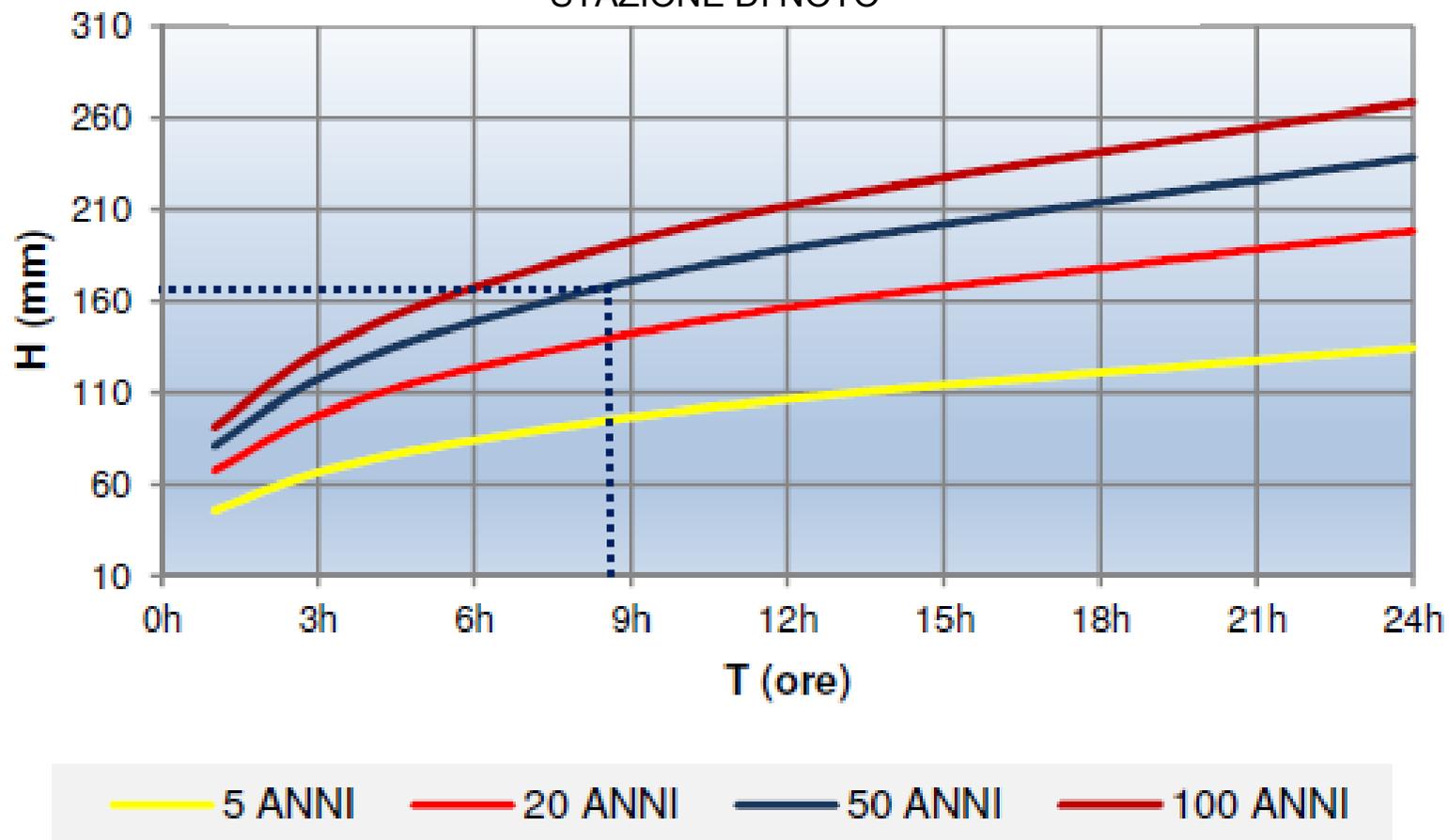


FIG. 7

#### 4. CALCOLO DELLA PORTATA DI COLMO

La portata al colmo di piena corrisponde alla massima portata generata da una precipitazione di durata critica tale da mettere in crisi la rete idrografica e dipende fortemente dall'estensione del bacino. Questa circostanza è una logica conseguenza del fenomeno di trasferimento che impone che ogni particella liquida che cade in un punto del bacino, deve seguire un suo percorso per giungere alla sezione di chiusura, impiegando, a parità di velocità di trasferimento, un tempo tanto maggiore quanto più lungo è il percorso da effettuare. La valutazione della portata idrologica (portata al colmo di piena) è stata condotta applicando il metodo **Curve Number**.

Il metodo usualmente denominato "Curve number" ed elaborato dal Soil Conservation Service, è un metodo empirico basato su una semplice equazione secondo la quale il volume specifico di pioggia netta, dall'inizio dell'evento meteorico fino all'istante generico  $t$ , risulta legato al volume specifico di pioggia lorda caduta nel medesimo intervallo temporale. Il volume di deflusso superficiale  $Q$ , è quindi dato dalla seguente espressione:

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

con:

$F$  = volume specifico infiltrato;

$S$  = volume specifico di saturazione di un terreno;

$P$  = precipitazione

$I$  = assorbimento iniziale (valore limite che il terreno può trattenere senza che si abbia formazione di deflusso); poiché le perdite iniziali possono essere correlate all'invaso massimo del suolo  $I$  è assunto pari a  $0.2S$ ;

Tenendo conto dell'equazione di continuità:

$$F = P - I - Q$$

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

Il volume specifico di saturazione  $S$  dipende dalla natura del terreno e dall'uso del suolo, teoricamente può assumere tutti i valori positivi compresi tra 0 (superfici perfettamente impermeabili) e infinito (nessuna formazione di deflusso superficiale). La valutazione di  $S$  viene condotta 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 assumere un valore compreso fra 0 e 100; esso rappresenta l'attitudine del bacino esaminato a produrre deflusso. Tale parametro è funzione della permeabilità del terreno, dell'uso del suolo in relazione alla tipologia di coltivazione, delle condizioni di umidità antecedenti l'evento meteorico in esame.

Per quanto concerne la permeabilità, l'SCS ha individuato quattro classi ottenute dal confronto delle formazioni geologiche presenti nel bacino con tabelle di conversione estratte da studi precedenti:

**GRUPPO A:** capacità di infiltrazione molto elevata, scarsa potenzialità di deflusso; molto permeabile;

**GRUPPO B:** elevata capacità di infiltrazione, moderata potenzialità di deflusso; poco permeabile;

**GRUPPO C:** scarsa capacità di infiltrazione e saturazione, potenzialità di deflusso moderatamente alta; quasi impermeabile;

**GRUPPO D:** scarsissima capacità di infiltrazione e saturazione, potenzialità di deflusso elevata; impermeabile.

Il valore del parametro  $CN(II)$  è definito dalla tabella dell'SCS (1985) per diverse combinazioni di suolo e copertura, che si riporta di seguito.

Tipo di copertura			Classe del suolo			
Uso del suolo	Trattamento o pratica	Condizione idrologica	A	B	C	D
Maggesi	a solchi dritti	-	77	86	91	94
Colture a solchi	a solchi dritti	cattiva	72	81	88	91
	a solchi dritti	buona	67	78	85	89
	a reggipoggio	cattiva	70	79	84	88
	a reggipoggio	buona	65	75	82	86
	a re. e terrazze	cattiva	66	74	80	82
	a re. e terrazze	buona	62	71	78	81
Grani piccoli	a solchi dritti	cattiva	65	76	84	88
	a solchi dritti	buona	63	75	83	87
	a reggipoggio	cattiva	63	74	82	85
	a reggipoggio	buona	61	73	81	84
	a re. e terrazze	cattiva	61	72	79	82
	a re. e terrazze	buona	59	70	78	81
Legumi seminati folti o prati in rotazione	a solchi dritti	cattiva	66	77	85	89
	a solchi dritti	buona	58	72	81	85
	a reggipoggio	cattiva	64	75	83	85
	a reggipoggio	buona	55	69	78	83
	a re. e terrazze	cattiva	63	73	80	83
	a re. e terrazze	buona	51	67	76	80
Pascoli		cattiva	68	79	86	89
		discreta	49	69	79	84
		buona	39	61	74	80
	a reggipoggio	cattiva	47	67	81	88
	a reggipoggio	discreta	25	59	75	83
	a reggipoggio	buona	6	35	70	79
Prati		buona	30	58	71	78
Boschi		cattiva	45	66	77	83
		discreta	36	60	73	79
		buona	25	55	70	77
Aziende agricole		-	59	74	82	86
Strade sterrate		-	72	82	87	89
Str. pavimentate		-	74	84	90	92

TAB. 1

Nel calcolo idrologico è stato usato un valore del CN, ricavato dalla media pesata dei valori corrispondenti alle differenti sub-aree isoparametriche caratterizzate da un determinato valore di uso del suolo e di tipo di suolo; i pesi sono calcolati in funzione delle aree delle singole parcelle sull'area totale del bacino individuato.

Nel caso in specie si è operato su suoli con capacità di infiltrazione elevata, scarsa potenzialità di deflusso, (Gruppo A). Il valore CN ponderale calcolato a vantaggio di sicurezza è risultato pari a: **CN = 70**.

<b>Classe AMC</b>	<b>Precipitazione nei 5 giorni precedenti (mm)</b>
<b>I</b> Terreno secco	$0 < P < 50$
<b>II</b> Umidità media	$50 < P < 110$
<b>III</b> Terreno da mediamente umido a saturo	$P > 110$

Per quanto riguarda le condizioni di umidità antecedenti la precipitazione, sempre l'SCS ha definito tre classi AMC (*Antecedent Moisture Condition*), funzione della precipitazione nei cinque giorni precedenti:

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:

$$CN(I) = \frac{4.2 * CN(II)}{10 - 0.058 * CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{23 * CN(II)}{10 + 0.13 * CN(II)}$$

Nella fattispecie, a vantaggio di sicurezza si preferisce adottare un valore di Curve Number pari al CN(III).

Assumendo la classe AMC (III), attraverso la relazione si ha:

$$CN(III) = \frac{23 * CN(II)}{10 + 0.13 * CN(II)} = 84,4$$

Il metodo SCS rende possibile la stima dei due parametri  $S$  ed  $I$ , a partire dalle caratteristiche litologiche e di uso del suolo del bacino e quindi la valutazione della pioggia netta.

Altro “tempo caratteristico” di un bacino è il “tempo di ritardo”  $tl$  (*lag time*), generalmente definito come la distanza temporale tra il baricentro dell'idrogramma di piena superficiale, depurato delle portate di base che sarebbero defluite nel corso d'acqua anche in assenza dell'evento di piena, e il baricentro del pluviogramma netto.

Il *Soil Conservation Service* (SCS) americano ha dedotto, empiricamente, che il rapporto  $tl$  e  $tc$  (tempo di corrivazione), è pari a 0.6.

Per la stima del tempo di ritardo del bacino si è utilizzata la formula:

$$tl = 0.342 * \frac{L^{0.8}}{S^{0.5}} * \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}$$

In cui  $S$  è la pendenza del bacino espressa in %,  $L$  la lunghezza dell'asta principale prolungata fino alla displuviale espressa in Km.

Per il calcolo della portata al colmo  $Qp$  (m<sup>3</sup>/s) si considera un idrogramma approssimato di forma triangolare che ha una fase crescente di durata  $ta$  (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata  $te$  (tempo di esaurimento) e il cui volume, espresso in m<sup>3</sup>, ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Qp}{2} * (ta + te) = \frac{Qp * tb}{2} ;$$

avendo indicato con  $tb$  la durata dell'evento di piena.

Poiché è stato stabilito sperimentalmente 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  $tb$ , e pertanto:

$$tb = 2.67 * ta$$

Utilizzando le formule di cui sopra, esprimendo il volume di deflusso  $V$  in mm, il tempo  $ta$  in ore, l'area  $A$  del bacino in  $Km^2$ , si ottiene:

$$Qp \left( \frac{mc}{s} \right) = 0.208 * \frac{V * A}{ta}$$

La determinazione di  $ta$ , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante di durata  $tp$  e indicando con  $tl$  il tempo di ritardo, come prima calcolato, si effettua con la seguente relazione:

$$ta = 0.5 * tp + tl$$

È stato scelto come evento che massimizza il calcolo della portata di piena un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione del bacino, utilizzando come "tc" il valore ottenuto con la formula di Tournon, che risulta più cautelativo.

In tabella 3 sono riassunti i valori dei parametri idrologici e idrografici calcolati.

PARAMETRI IDROLOGICI E IDRAULICI											
A	CN(II)	CN(III)	Tc(Tourmon)	Tc(Giand.)	S	I	tl	ta	Qp(50)	C.ud.(50)	
Km <sup>2</sup>			ore	ore	mm	mm	ore	ore	mc/s	mc/s*kmq	
IMPLUVIO LONGARINI	20	70	84	8,45	5,13	48,4	9,7	2,42	6,6	<b>80,15</b>	4,01

**TAB. 2**

## 5. MODELLO IDRAULICO

L'operazione di analisi idraulica consiste nel modellizzare idraulicamente il corso d'acqua, nel simulare la propagazione dell'onda di piena lungo il reticolo idrografico, nel determinare l'altezza che il livello idrico raggiunge nelle varie sezioni, evidenziando possibili criticità del reticolo stesso, per poter infine perimetrare le aree allagabili con diversi tempi di ritorno. Tale analisi è stata effettuata utilizzando il software HEC – RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) diffuso dal Genio Civile degli Stati Uniti d'America (versione 5.07 della U.S. Army Corps of Engineers).

L'Hec Ras è un modello di calcolo che consente la simulazione dei flussi idrici ed il calcolo del profilo del pelo libero della corrente sia in moto permanente che in moto vario. **Per il caso in esame si è ricorsi allo schema di moto permanente (steady analysis) unidimensionale, potendosi ipotizzare, data la regolarità della geometria dell'impluvio, il moto gradualmente variato e la portata costante.**

In particolare le simulazioni di moto permanente possono essere applicate se:

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

La modellazione è articolata come di seguito indicato:

- dal MDT – (mesh 2 x 2 m), scaricabile dal sito dei dati territoriali della regione Sicilia, sono stati ricavati 11 profili topografici da monte a valle dell'area interessata dall'attraversamento (Fig. 8);
- per considerare l'effetto dell'attrito sul fondo, dovuto alla presenza di vegetazione erbacea e arbusti ripariali, nelle sezioni si è assunto un coefficiente di Manning pari a 0.035;
- i coefficienti di contrazione ed espansione, con cui si ricavano le perdite di energia dovute alla variazione della geometria della sezione trasversale, si sono assunti rispettivamente pari a 0.1 e 0.3; nelle sezioni prossimali a monte e a valle del tombino invece si sono assunti valori dei coefficienti di contrazione ed espansione rispettivamente pari a 0.3 e 0.5.

- sono stati quindi inseriti i valori delle portate con tempi di ritorno pari a 50 anni;

TR 30 ANNI	C. UD.
mc/s	mc/s*kmq
80,15	4.01

con condizioni al contorno “normal depth”:

- upstream slope del fondo canale 1% (prime tre sezioni di monte)
- downstream slope del fondo canale 1% (ultime tre sezioni di valle)

Per svolgere la simulazione e calcolare il livello del pelo libero in una data sezione, è necessario conoscere la medesima grandezza in una sezione prossima a questa. Il programma provvede automaticamente al riconoscimento per tratti, del regime di corrente che si può effettivamente instaurare per la portata assegnata e, se la corrente nel primo tratto di monte è veloce, esso adotterà quale altezza di riferimento quella fornita in input per l'estremo di monte, viceversa se la corrente del tratto finale è lenta, come altezza di controllo sarà adottata quella fornita in input per la sezione terminale di valle. Nei tratti intermedi il programma adotta analoghi criteri ed è in grado di processare situazioni in cui i due regimi si susseguono in qualsiasi ordine. In mancanza di più precise determinazioni sperimentali, quali condizioni al contorno, nelle simulazioni effettuate è stata scelta l'altezza critica calcolata automaticamente dal software HECRAS. Va tuttavia osservato che il metodo d'integrazione numerica adottato dal software (Standard step method) è intrinsecamente autoregolante, ovvero, dopo pochi step spaziali (sezioni) l'altezza della corrente risulta invariante rispetto alla condizione al contorno adottata. Per questo motivo eventuali imprecisioni nella valutazione delle altezze di controllo diventano inessenziali se si dispone di un numero di sezioni in eccesso rispetto a quelle strettamente occorrenti per l'estensione del tratto da indagare. I calcoli sono stati eseguiti considerando il deflusso dell'acqua in condizioni miste (il programma calcola di volta in volta se il moto è super-critico o sub-critico), ovvero in condizioni di corrente a carattere torrentizio (veloce) o fluviale (lento); il valore del numero di Froude lungo le differenti sezioni è variabile a secondo se la corrente è lenta o veloce.

I tiranti calcolati e le aree inondabili relative alla Alta Pericolosità (AP:  $T_r = 50$  anni), sono riportati rispettivamente in APPENDICE SEZIONI IDRAULICHE, e nelle figura 9 e 9 bis.

ANDRIA 20 GIUGNO 2023

Dr. Geol. Riccardo Losito



The image shows a handwritten signature in blue ink that reads "Riccardo Losito". Overlaid on the signature is a circular blue ink stamp. The stamp contains the following text: "ORDINE DEI GEOL." at the top, "Dott. Geol. LOSITO RICCARDO" in the center, "N° 265" below the name, and "PUGLIA" at the bottom with two small stars on either side.

# PROFILI TOPOGRAFICI

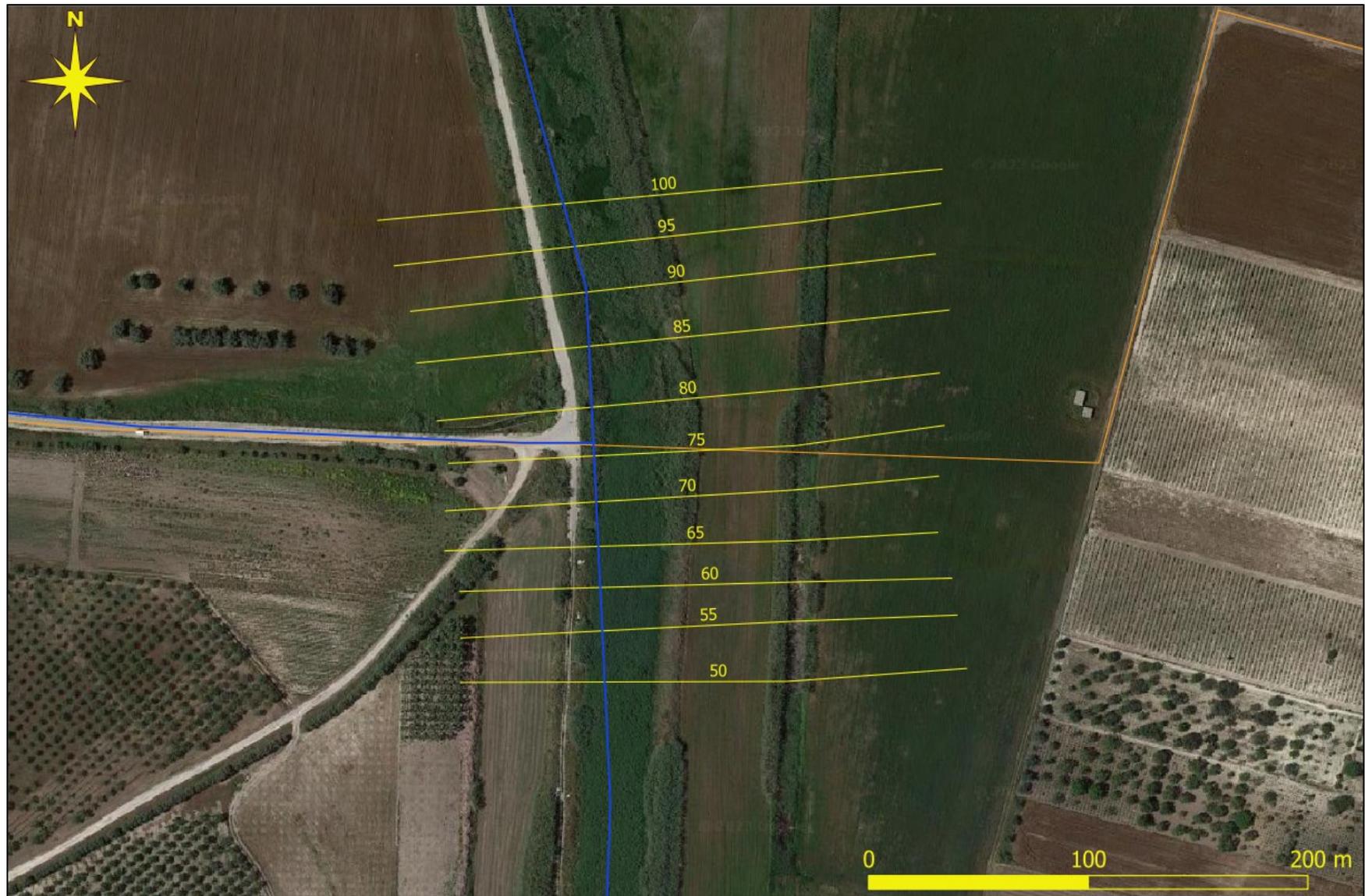


FIG. 8 28

PERIMETRAZIONE DELLE AREE INONDABILI (TR= 50 ANNI)

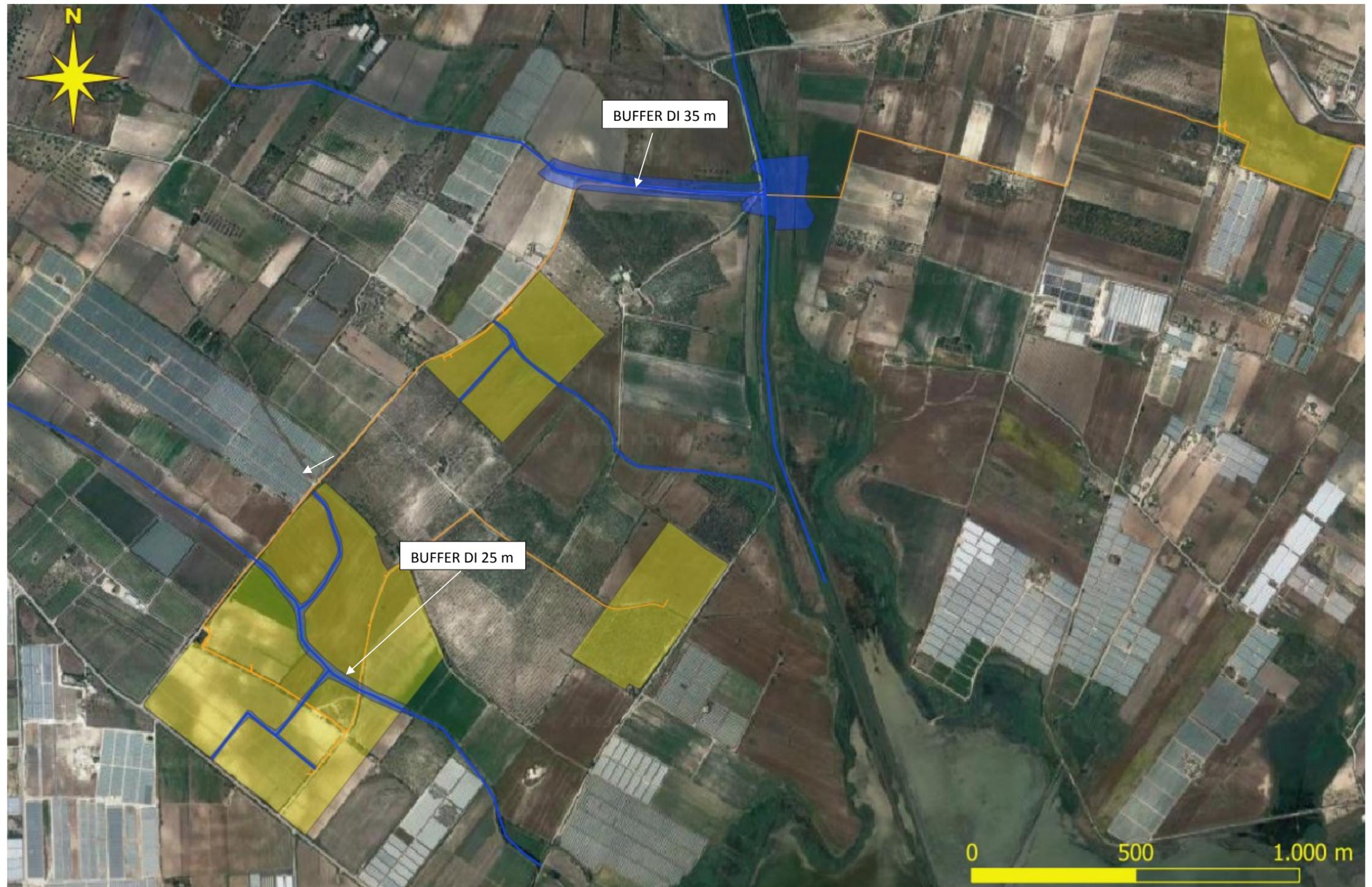


FIG. 9

PERIMETRAZIONE DELLE AREE INONDABILI. PARTICOLARE ATTRAVERSAMENTO CAVIDOTTO

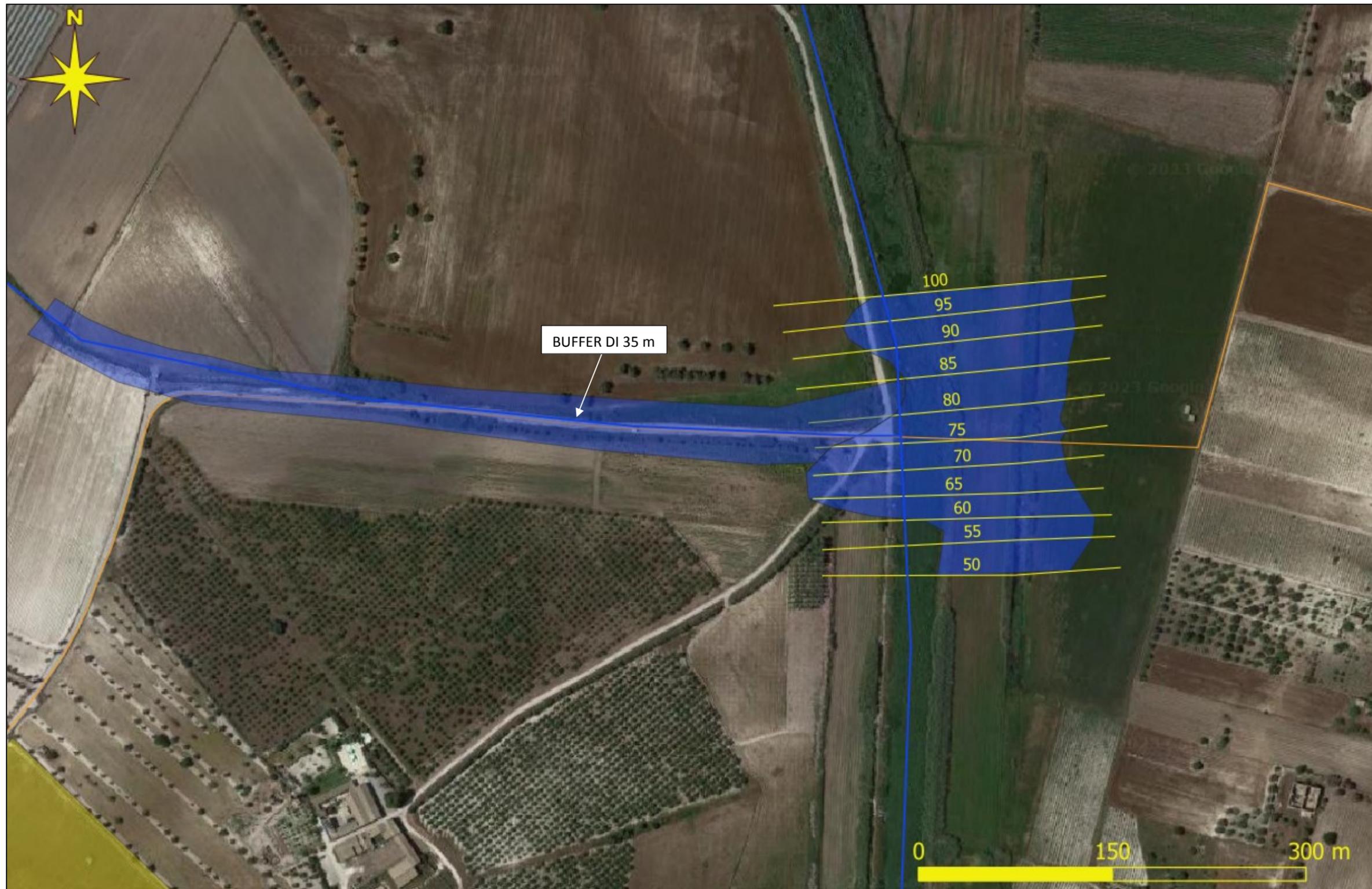
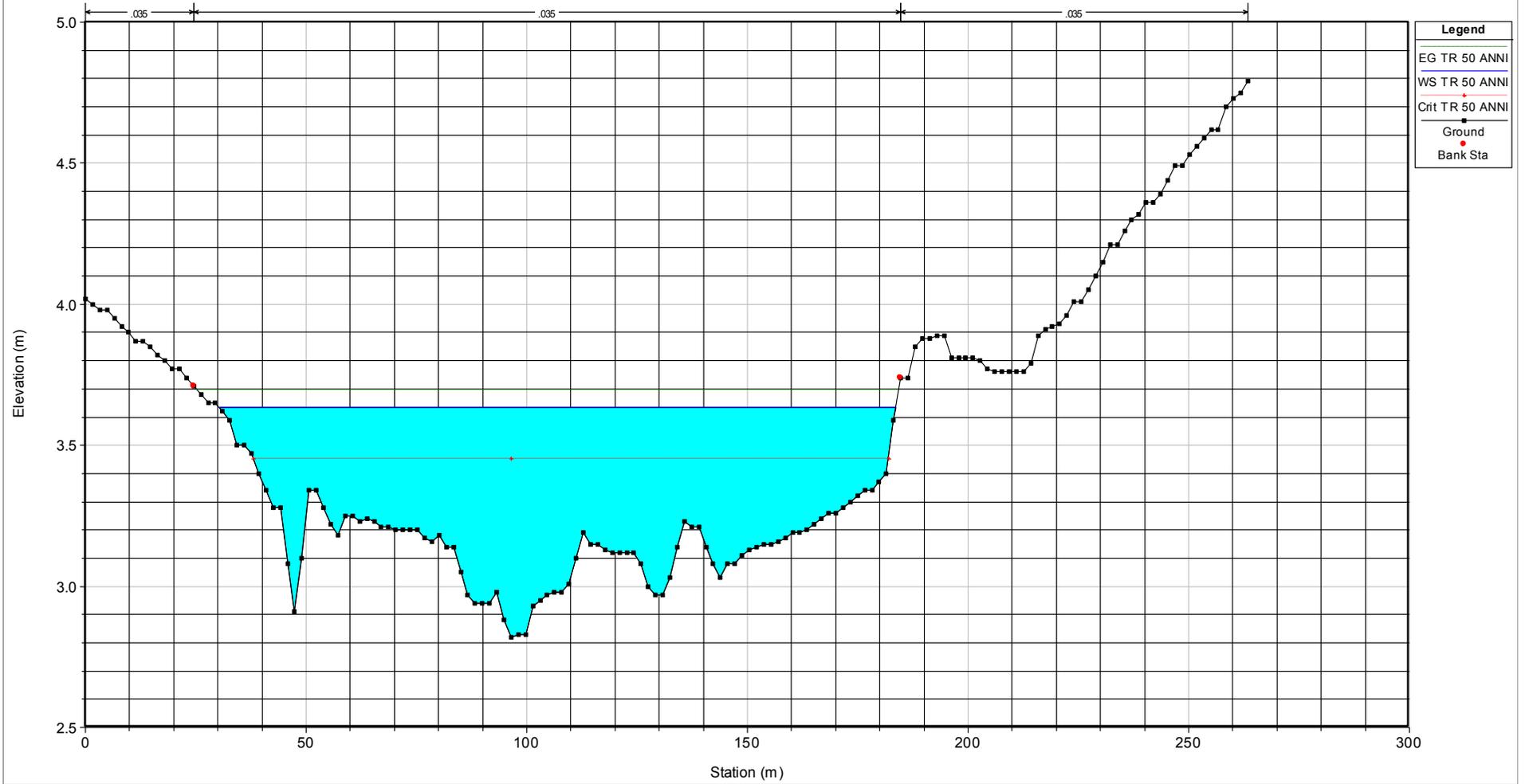


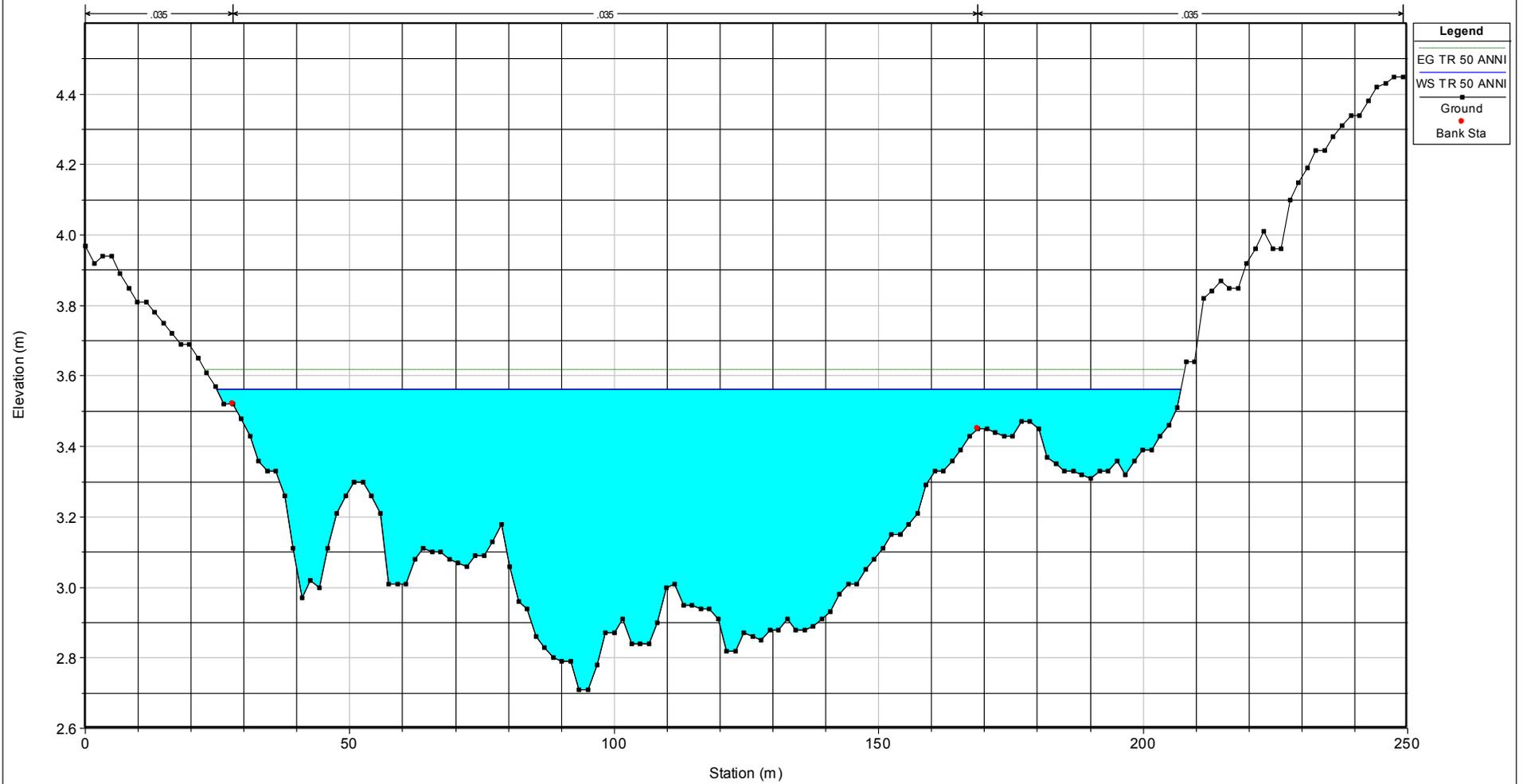
FIG. 9 bis

# APPENDICE SEZIONI IDRAULICHE

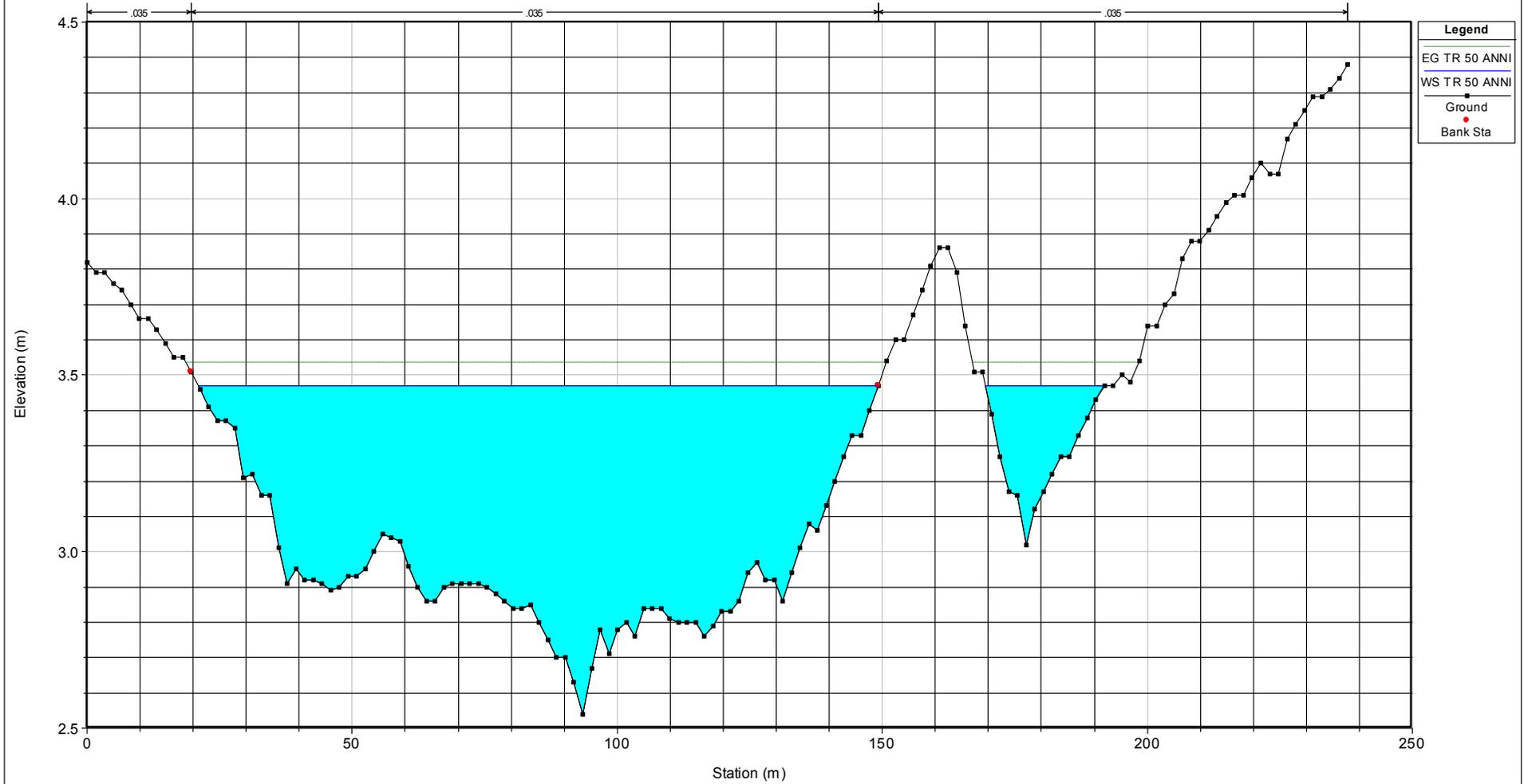
ISPICA Plan: PLAN TR 50 ANNI 20/06/2023  
SEZIONE DI MONTE N. 100



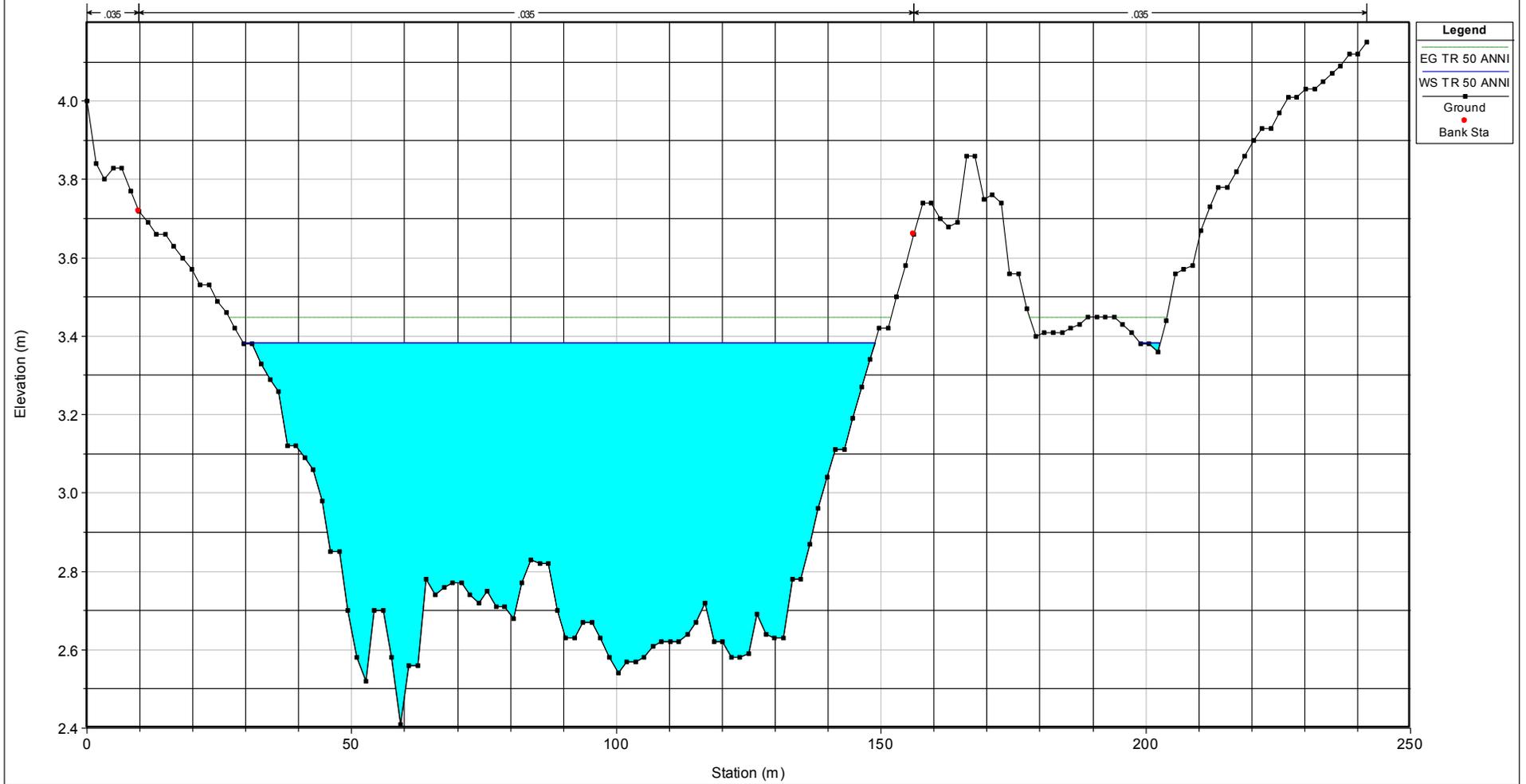
ISPICA Plan: PLAN TR 50 ANNI 20/06/2023  
SEZIONE N. 95



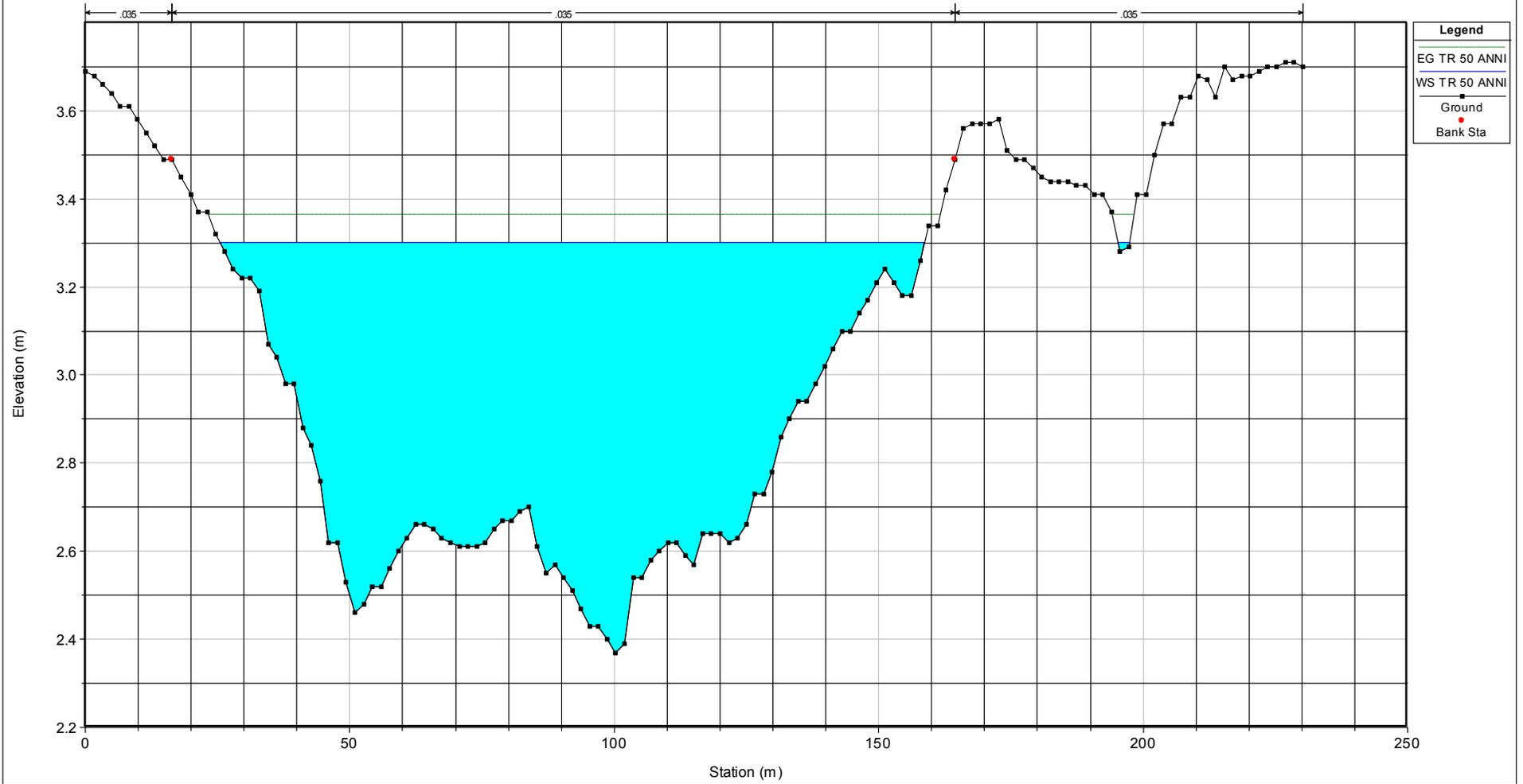
ISPICA Plan: PLAN TR 50 ANNI 20/06/2023  
SEZIONE 90



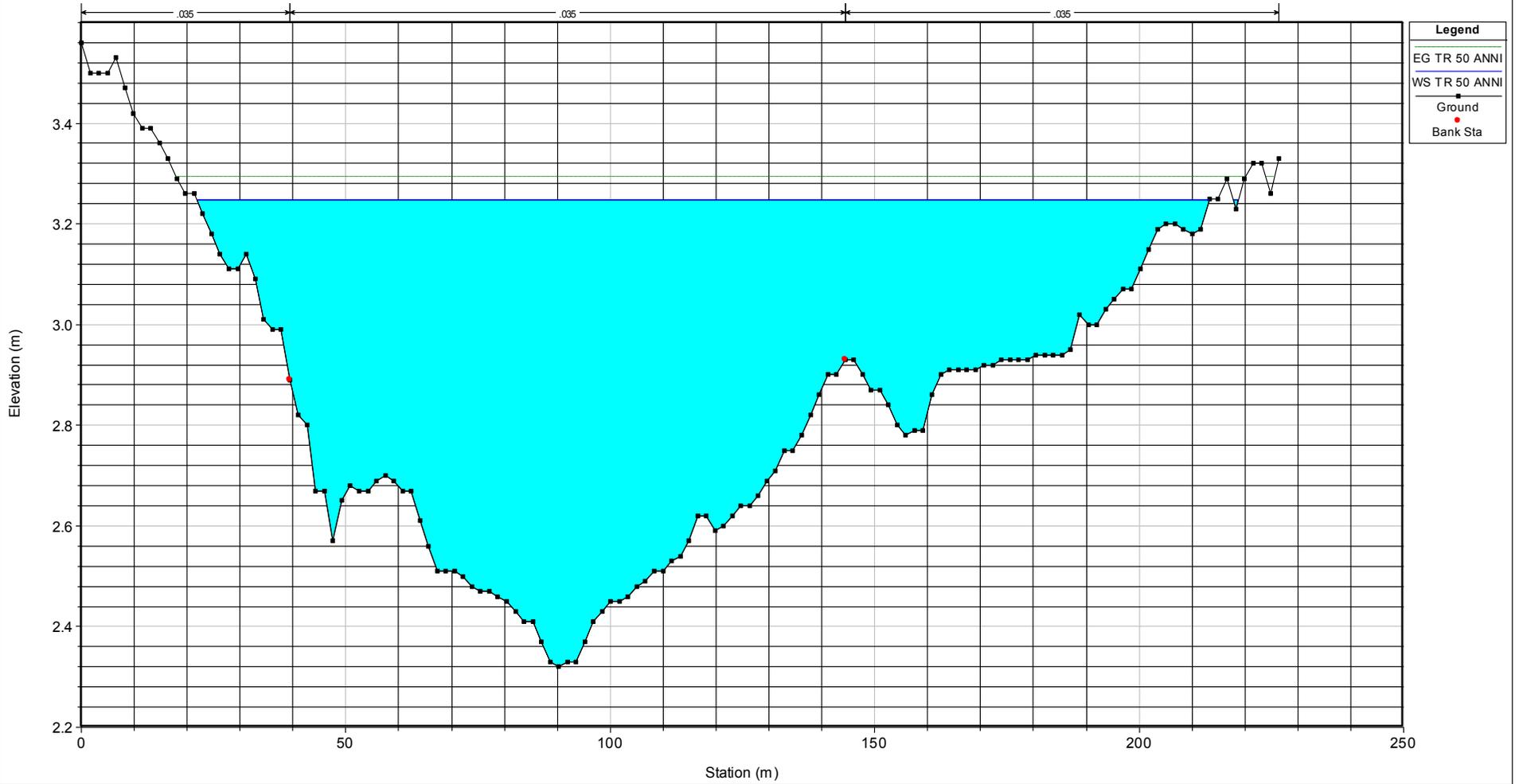
ISPICA Plan: PLAN TR 50 ANNI 20/06/2023  
SEZIONE 85



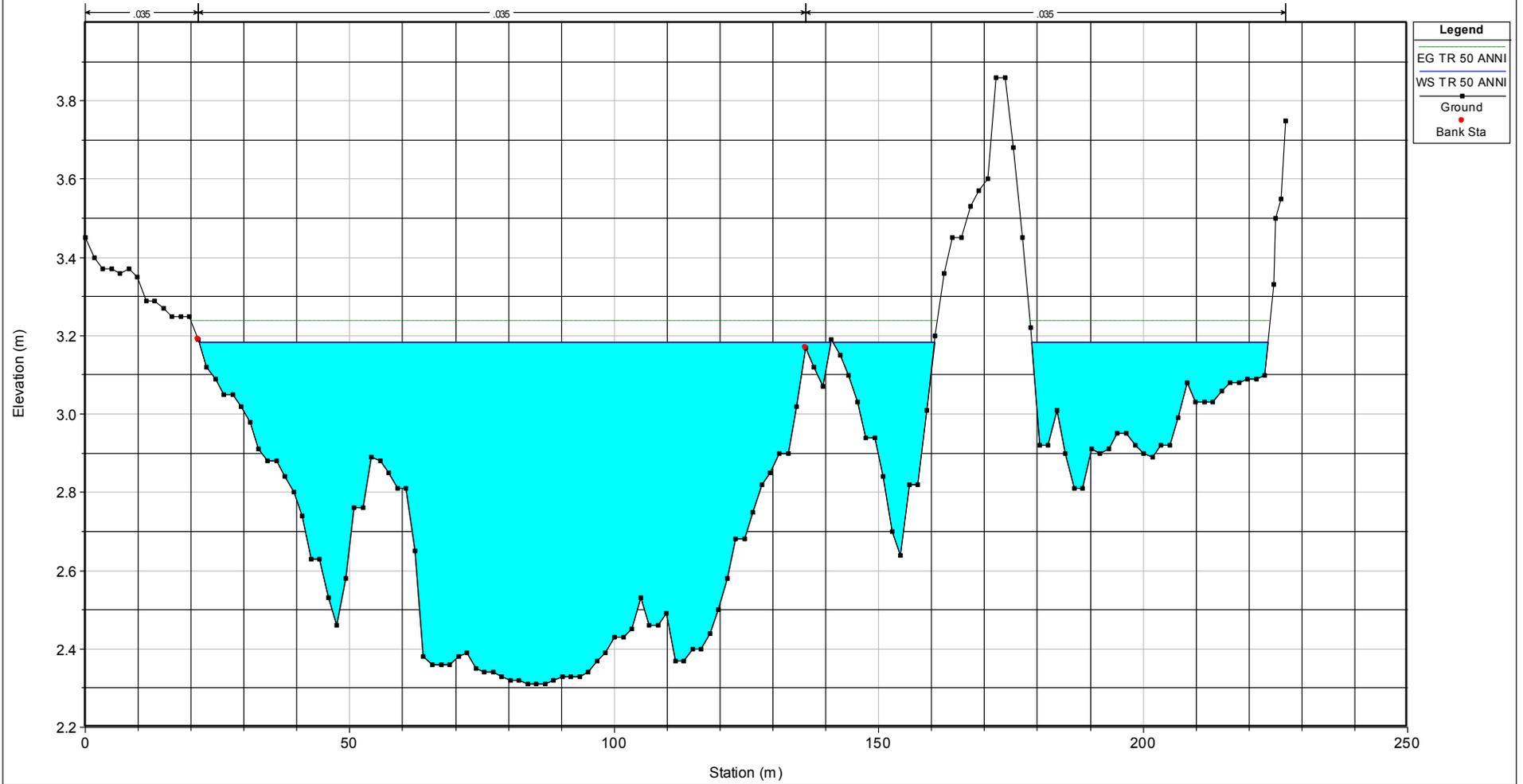
ISPICA Plan: PLAN TR 50 ANNI 20/06/2023  
SEZIONE N. 80



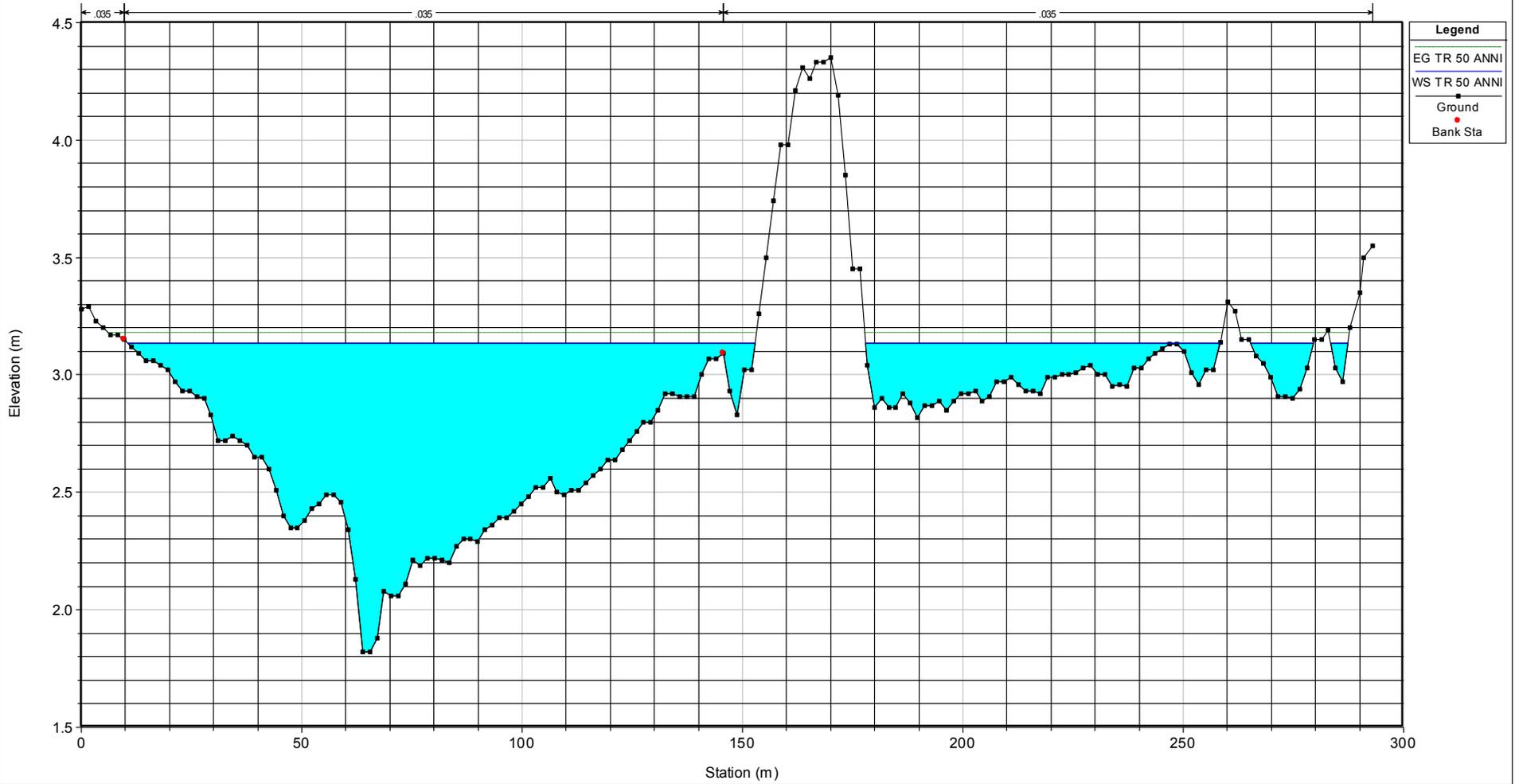
ISPICA Plan: PLAN TR 50 ANNI 20/06/2023  
SEZIONE 75



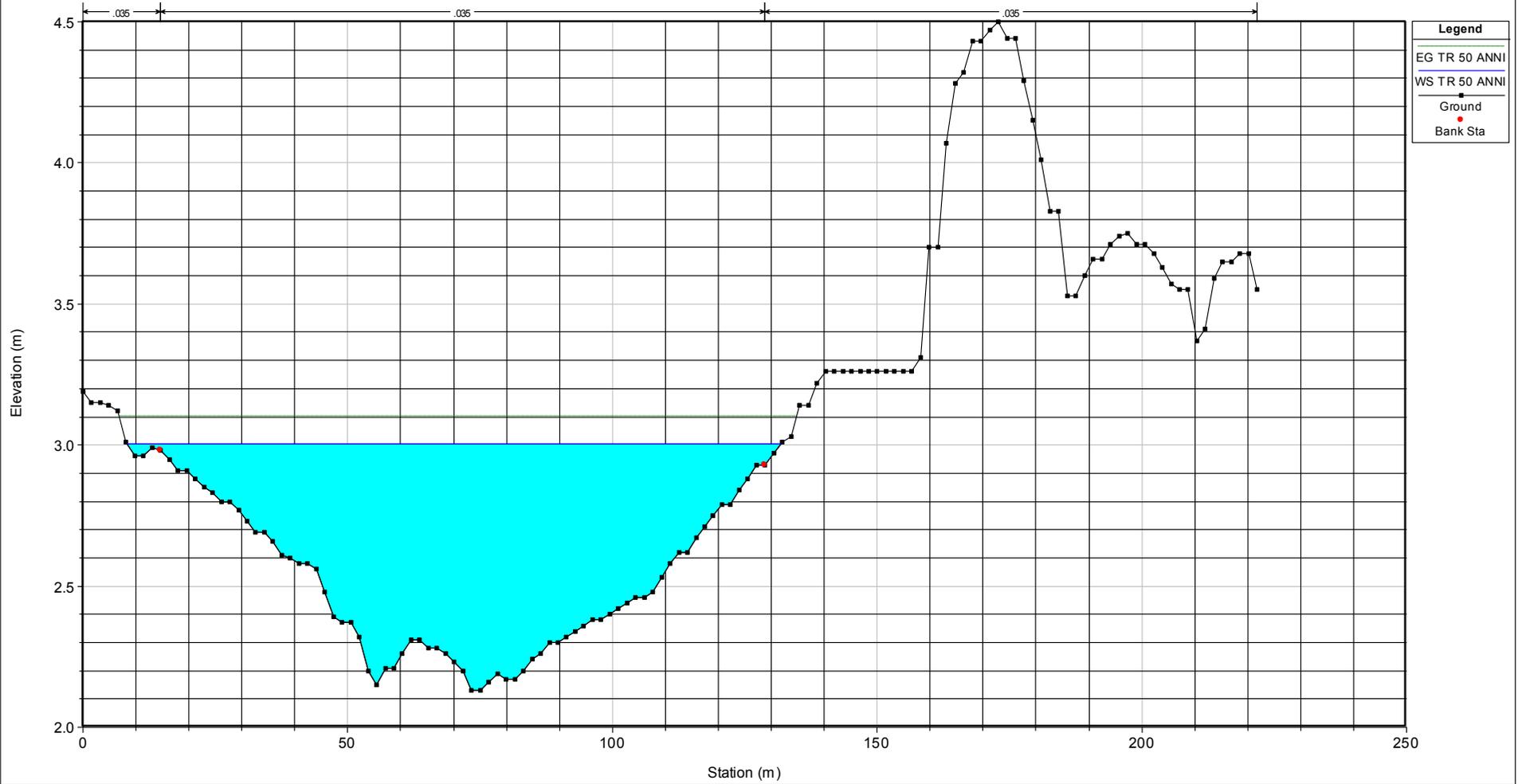
ISPICA Plan: PLAN TR 50 ANNI 20/06/2023  
SEZIONE 70



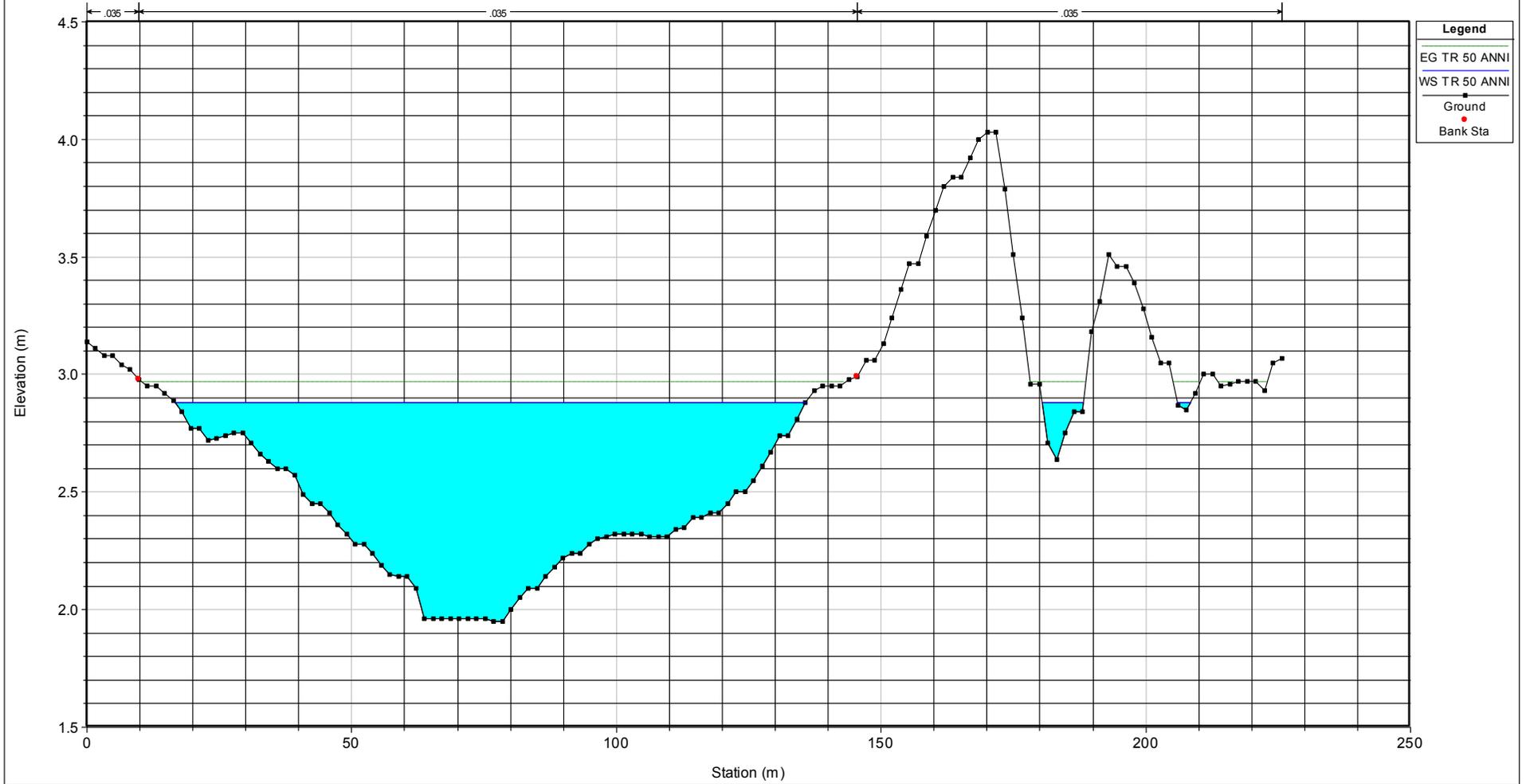
ISPICA Plan: PLAN TR 50 ANNI 20/06/2023  
SEZIONE 65



ISPICA Plan: PLAN TR 50 ANNI 20/06/2023  
SEZIONE 60



ISPICA Plan: PLAN TR 50 ANNI 20/06/2023  
SEZIONE 55



ISPICA Plan: PLAN TR 50 ANNI 20/06/2023  
SEZIONE DI VALLE N. 50

