



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



PROVINCIA DI SASSARI



COMUNE DI OLMEDO

Committente:

## PROCEDIMENTO AUTORIZZATIVO UNICO REGIONALE

ai sensi dell'art. 27 bis del D.L. 152/06 e del D.M. 52/2015

Denominazione progetto:

### IMPIANTO AGRIVOLTAICO "OLMEDO" di potenza 7,0005 MWp

Sito in:

**Comune di Olmedo (SS) in località Pala Reale**

Titolo elaborato:

Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle  
aree di potenziale pericolosità idrogeologica

Elaborato n. VIA13

Scala -



REV.:

REDAZIONE:

CONTROLLO:

DATA:

FIRMA/TIMBRO  
COMMITTENTE:

00

10/01/2022

01

22/09/2022

02

01/03/2023

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 1 di 25

<b>1.</b>	<b>NOTA IN MERITO ALLA REGOLAMENTAZIONE DEGLI INTERVENTI NELLE AREE DI PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA ...</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>NOTA IN MERITO ALL'ORDINE GERARCHICO DELLA RETE IDROGRAFICA LOCALE DI INTERESSE .....</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>NOTA IN MERITO AGLI ELEMENTI IDRICI NON SIGNIFICATIVI .....</b>	<b>11</b>
<b>1.1.</b>	<b>DEFINIZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2.</b>	<b>DEFINIZIONE DEL METODO DI CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO .....</b>	<b>13</b>
3.1.1.	CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE .....	14
3.1.2.	CALCOLO DELLA DURATA DI PIOGGIA NETTA.....	14
3.1.3.	CALCOLO DEL VOLUME NETTO DI PIOGGIA .....	14
3.1.4.	CALCOLO DEL TEMPO DI CRESCITA DELL'ONDA DI PIENA .....	17
3.1.5.	CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO CON Tr 200 ANNI .....	17
<b>1.3.</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>18</b>
<b>4.</b>	<b>ANALISI DELLE INTERFERENZE DELLE OPERE CON CORPI IDRICI E CONDOTTE IDRICHE .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1.</b>	<b>INDIVIDUAZIONE E RISPETTO DELLE FASCE DI PRIMA SALVAGUARDIA.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2.</b>	<b>ATTRAVERSAMENTO DEI CORPI IDRICI INTERSECATI DAL CAVIDOTTO DI CONNESSIONE .....</b>	<b>20</b>
<b>4.3.</b>	<b>ANALISI DELLE INTERFERENZE DELLE OPERE CON LA RETE DI DISTRIBUZIONE IRRIGUA GESTITA DAL CONSORZIO DI BONIFICA DELLA NURRA .....</b>	<b>24</b>

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 2 di 25

## 1. Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica

La presente nota esamina l'ammissibilità all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili nelle aree di pericolosità idrogeologica.

L'inquadramento territoriale e normativo, riferito all'area dell'intervento in progetto (Loc. Pala Reale), evidenzia quanto segue:

- 1) In merito all'assetto idrogeologico, la D.G.R. n. 59/90 del 27.11.2020 <sup>(1)</sup> definisce che non sono idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili le aree caratterizzate da pericolosità idraulica/geomorfológica molto elevata o elevata sulla base della perimetrazione riportata nel P.A.I. (riferimenti in Allegato b alla D.G.R. n. 59/90 - Tabella 1):

ASSETTO IDROGEOLOGICO	g	Aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico perimetrate nei Piani di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) adottati dalle competenti Autorità di Bacino ai sensi del D.L. n. 180/1998 e s.m.i.	9.1	Pericolo Idraulico	Aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4)
			9.2		Aree di pericolosità idraulica elevata (Hi3)
			9.3	Pericolo Geomorfológico	Aree di pericolosità molto elevata da frana (Hg4)
			9.4		Aree di pericolosità elevata da frana (Hg3)

- 2) Il P.A.I. <sup>(2)</sup> definisce la pericolosità secondo lo schema seguente (riferimenti in Relazione Generale Tabella VIII):

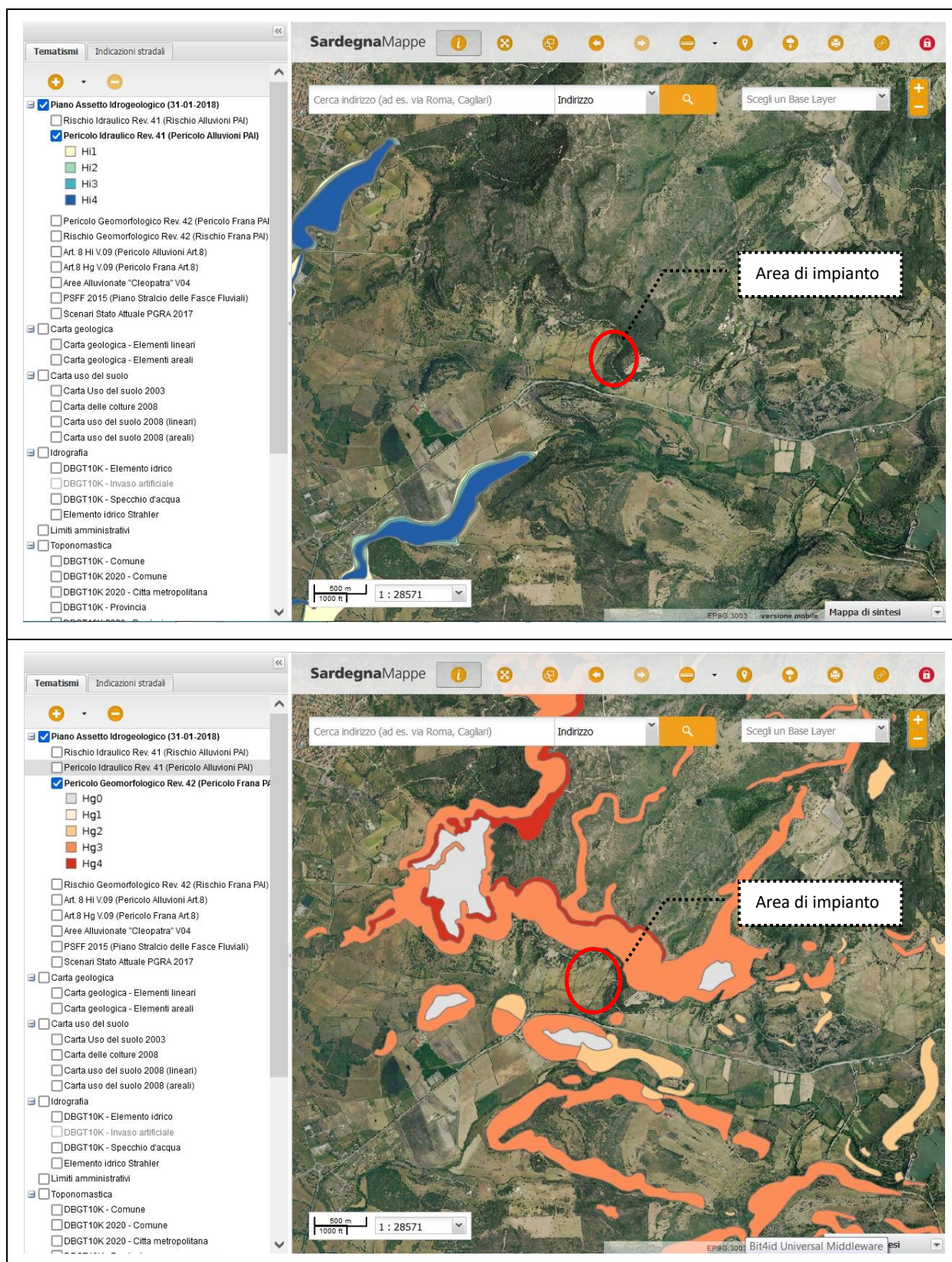
Pericolosità		Frequenza (1/T)	Periodo di ritorno (T anni)
H <sub>i1</sub>	bassa	0.002	500
H <sub>i2</sub>	moderata	0.005	200
H <sub>i3</sub>	alta	0.010	100
H <sub>i4</sub>	molto alta	0.020	50

- 3) L'area oggetto di intervento non ricade in specifiche aree di attenzione rispetto al pericolo idraulico e geomorfológico ai sensi di quanto definito dal PAI- PGRA (riferimenti in Figura 1).

<sup>(1)</sup> D.G.R. n. 59/90 del 27.11.2020 "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili".

<sup>(2)</sup> Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) "Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfológico e delle relative misure di salvaguardia" Relazione Generale (Revisione Luglio 2004).

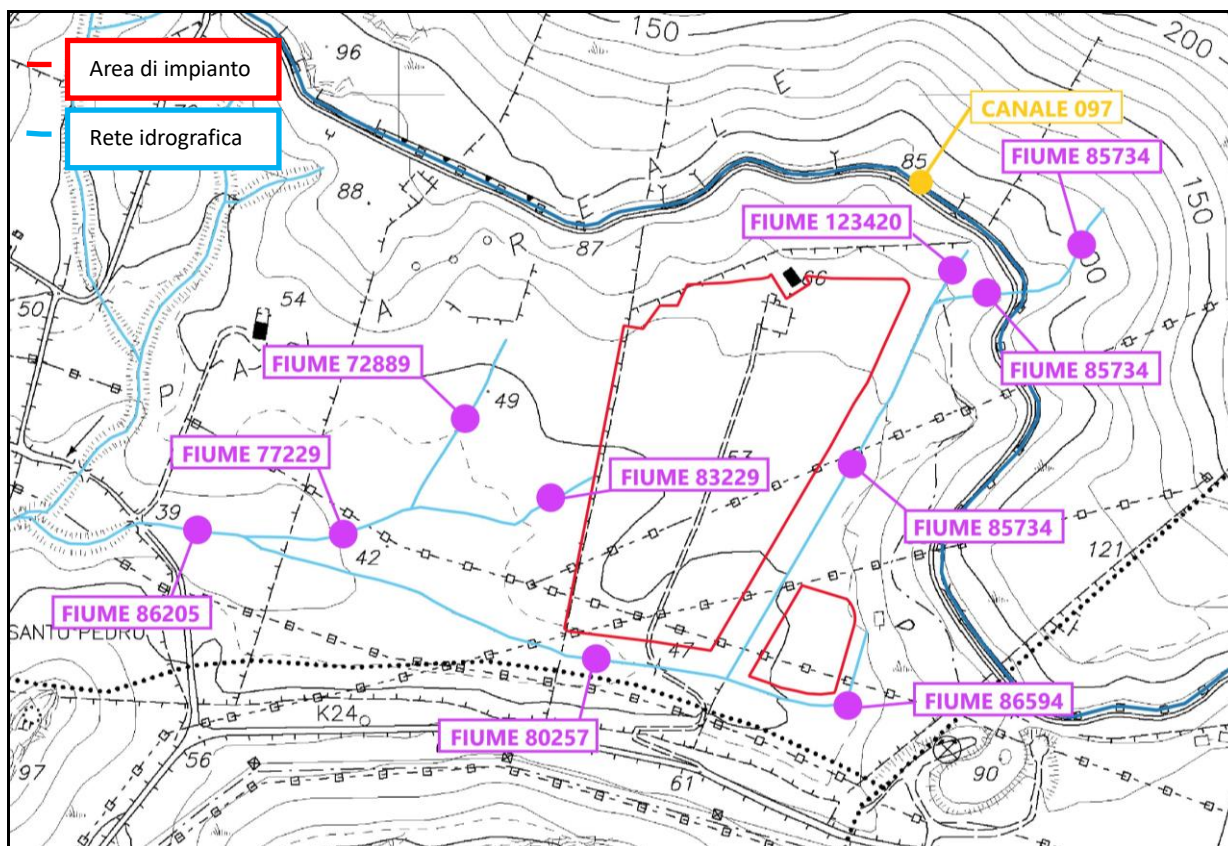




**Figura 1.** Aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico perimetrate nel PAI (fonte Geoportale cartografico della Regione Sardegna).



4) L'intervento d'interesse è situato in aree adiacenti rispetto al reticolo idrografico minore (Cfr. Figura 2).



**Figura 2.** Corografia dell'area d'intervento e della rete idrografica locale. Gli identificativi dei corpi idrici sono tratti dalla cartografia di riferimento scaricabile dal geoportale cartografico <sup>(3)</sup>.

5) In merito ai contenuti del PAI si evidenzia che l'art. 30ter delle Norme di Attuazione del PAI <sup>(4)</sup> specifica che, per il singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico regionale, per i quali non siano ancora determinate le aree di pericolosità idraulica (con esclusione dei tratti in cui tali aree siano state definite con il solo criterio geomorfologico), è istituita la c.d. "fascia di prima salvaguardia" su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità "L" variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto, secondo quanto riportato nella Tabella 1 seguente:

**Tabella 1.** Tabella identificativa delle profondità delle Fasce di Prima Salvaguardia in relazione ai diversi ordini gerarchici (i.e. Numero Horton-Strahler)

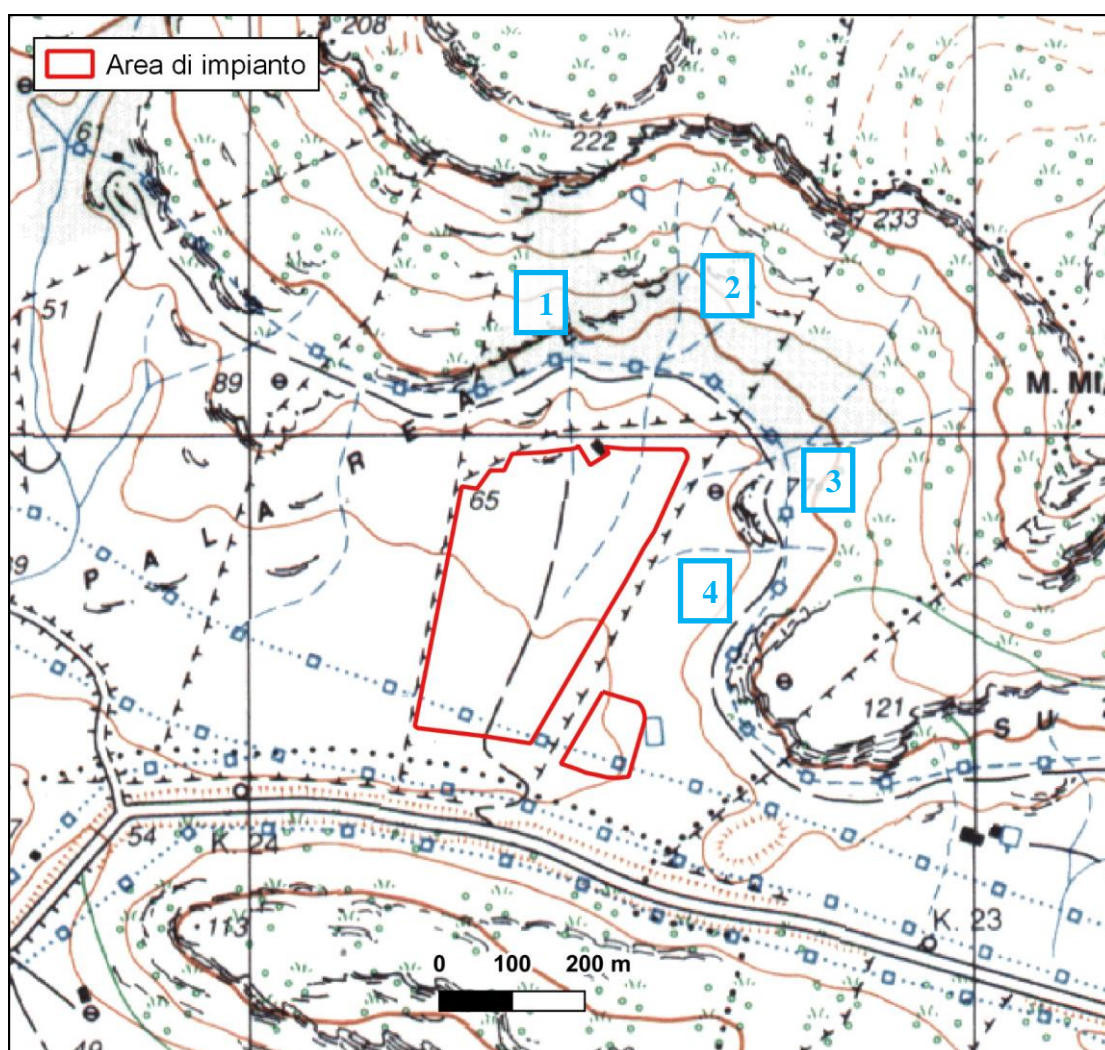
Ordine Gerarchico (Numero Horton-Strahler)	Profondità "L" (m)
1	10
2	25
3	50
4	75
5	100
6	150
7	250
8	400

<sup>3</sup> <http://www.regione.sardegna.it/index.php?xsl=2425&s=361145&v=2&c=14034&t=1&tb=13769>

<sup>4</sup> Norme di Attuazione (testo coordinato) (Versione → aggiornamento Giugno 2020).

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 5 di 25

- 6) In aggiunta al reticolo idrografico censito nel Geoportale risulterebbero mappati nella carta dell'Istituto Geografico Militare (IGM) - serie 25VS alcuni elementi idrici riconducibili a incisioni secondarie (Cfr. Figura 3) ma, in relazione alle trasformazioni territoriali, sono accorse modificazioni a carico di parte della rete minore con "disattivazione / intercettazione" di alcune di queste incisioni (come verificato nel raffronto tra gli esiti delle analisi condotte e la verifica dello stato di fatto (e.g. Figura 4)) dalle quali si evince l'insussistenza dei rivi 1 e 2 (verosimilmente in relazioni alle trasformazioni territoriali accorse nella porzione di monte del bacino idrografico – e.g. Figura 7) e l'intercettazione dei rivi 3 e 4 ad opera del "Fiume 85734" di cui in Figura 2.



**Figura 3.** Corografia dell'area d'intervento e della rete idrografica locale tratta da Carta dell'Istituto Geografico Militare (IGM) - serie 25VS da cui si evince la presenza di alcune incisioni idrografiche (linee tratteggiate identificate con progressione numerica da 1 a 4 nei relativi riquadri azzurri) con le quali l'area di progetto risulterebbe apparentemente interferire (ipotesi tuttavia esclusa in relazione alla disattivazione / intercettazione degli stessi ad opera delle trasformazioni territoriali intercorse negli ultimi decenni).



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 6 di 25



**Figura 4.** Immagini fotografiche dell'area di progetto dalle quali appare evidente l'assenza dei corpi idrici 1 e 2 di Figura 3 (solo un colatoio dell'abbeveratoio e piccoli cambi di tonalità nell'erba che identificano zone di lieve depressione dove l'acqua tende a persistere maggiormente) e l'intercettazione dei rivi 3 e 4 ad opera del "Fiume 85734" di cui in Figura 2.

In chiusura di quanto sopra rappresentato, alla luce delle evidenze fornite, e tenuto conto del fatto degli elementi normativi applicati al caso specifico (i.e. **inidoneità all'installazione di impianti energetici alimentati da fonti rinnovabili per le aree per cui è stata definita una pericolosità idraulica molto elevata o elevata** (ovvero che risultano inondabili per eventi con Tr 50 e 100 anni) **o, in assenza di delimitazioni, che si trovino entro la fascia di prima salvaguardia definita in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto del reticolo idrografico regionale), per il sito oggetto di intervento, risulterebbero vigenti le fasce di prima salvaguardia - definite dal citato l'art. 30ter delle Norme di Attuazione del PAI - così come verificato e approfondito nel prosieguo del documento.**

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 7 di 25

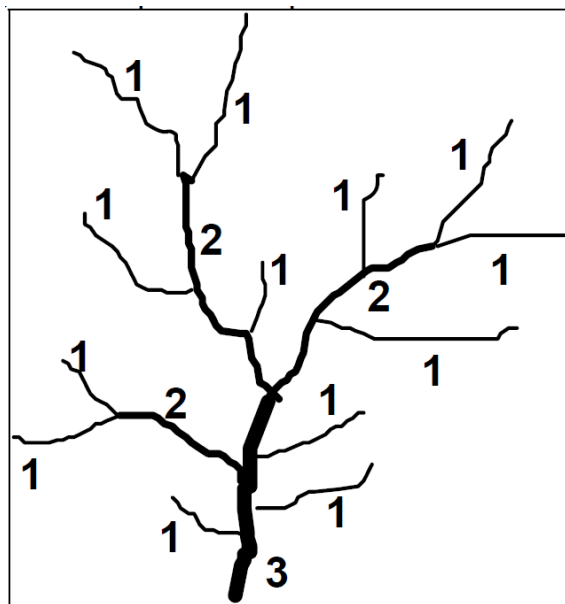
## 2. Nota in merito all'ordine gerarchico della rete idrografica locale di interesse

L'art. 30<sup>ter</sup> delle Norme di Attuazione del PAI specifica che, per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico regionale, per i quali non siano ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, è istituita una fascia di prima salvaguardia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità "L" variabile in funzione dell'ordine gerarchico dello stesso tratto di corso d'acqua.

Al fine di permettere l'applicazione di quanto stabilito dalla norma, la Regione Sardegna mette a disposizione la cartografia numerica in formato shapefile <sup>(5)</sup> della gerarchizzazione del reticolo idrografico ufficiale della Regione Sardegna, approvato con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 3 del 30.07.2015. In pratica, ad ogni tratto di corso d'acqua è stato assegnato un ordine gerarchico, secondo la metodologia Horton – Strahler, applicata attraverso gli strumenti di classificazione semi-automatica messi a disposizione dai più comuni client GIS. La tabella attributi associata allo shapefile è stata integrata con le informazioni contenute nel seguente campo:

- N\_Strahler: Numero d'ordine del tratto di corso d'acqua secondo la classificazione Horton-Strahler;

**L'analisi quantitativa del reticolo di drenaggio, effettuata con il metodo di Horton-Strahler, prevede che l'ordinamento gerarchico del reticolo idrografico venga definito assegnando l'ordine gerarchico di ciascun segmento di reticolo.** In base al metodo citato, risultano di primo ordine i segmenti iniziali a partire dallo spartiacque e l'ordine aumenta ad ogni confluenza di un segmento con un segmento dello stesso ordine. In pratica, la regola prevede che un segmento di secondo ordine resti di secondo ordine dopo la confluenza di un segmento di primo ordine, mentre diventi di terzo dopo la confluenza con un segmento di secondo (dettagli in Figura 5).



**Figura 5.** Ordinamento gerarchico del reticolo idrografico secondo il metodo di Horton-Strahler (tratto da REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA, 2007 *"Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata necessari alla redazione dello studio denominato Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali – Metodologie di Analisi"* figura 2, pag. 3).

<sup>(5)</sup> <http://www.regione.sardegna.it/index.php?xsl=2425&s=361145&v=2&c=14034&t=1&tb=13769>



La gerarchizzazione del reticolo idrografico definita con procedura semiautomatica prevede, per l'area di intervento, quanto rappresentato in Figura 6.

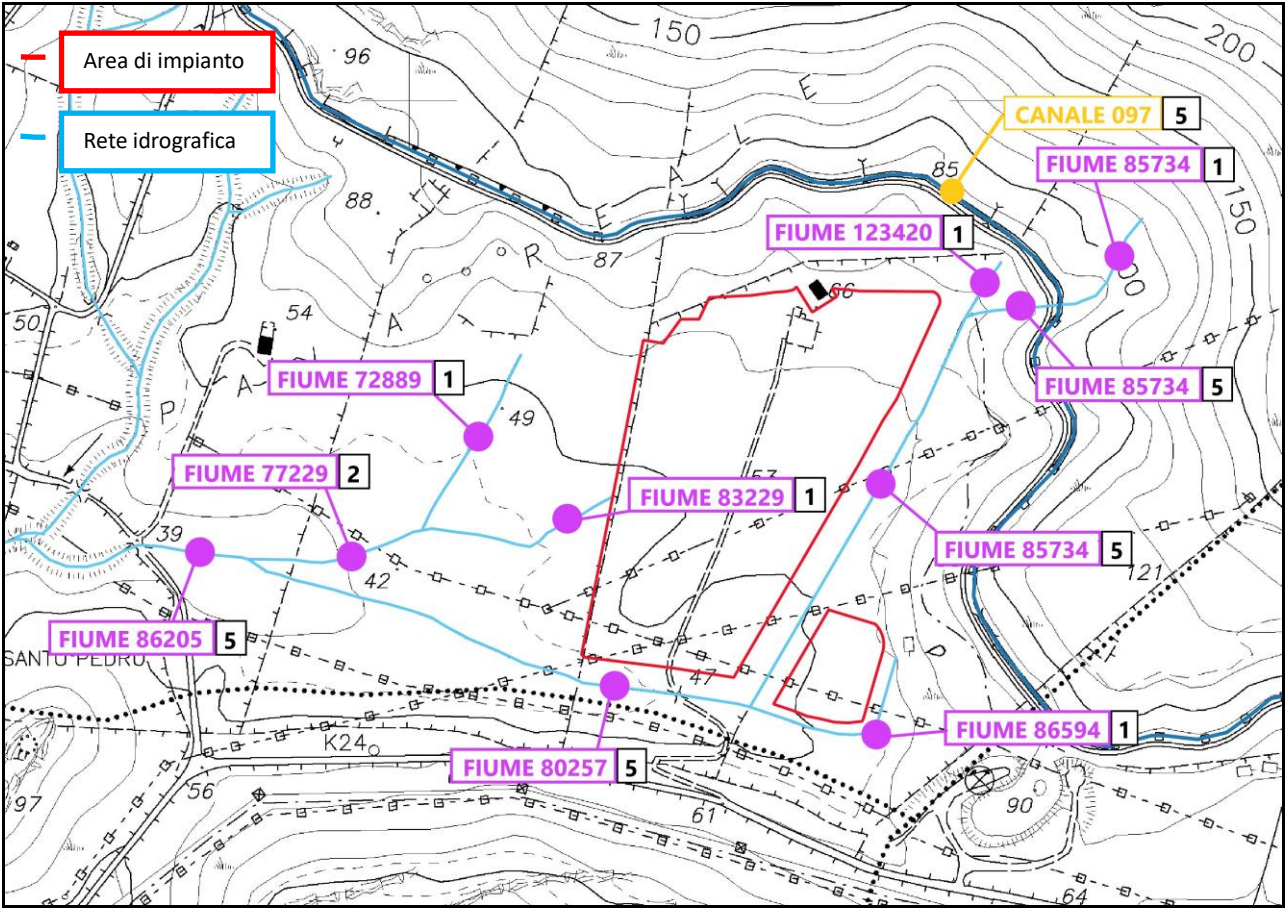


Figura 6. Ordinamento gerarchico del reticolo idrografico dell'area di interesse definito tramite classificazione semi-automatica (tratto da shapefile regionale).

L'esame delle informazioni evidenzia che i diversi segmenti dei corpi idrici identificati nel database regionale come "FIUME" assumono (tramite classificazione semi-automatica) i seguenti valori sotto-elencati (cfr. anche Figura 6):

Codice ID Corpo Idrico	Ordine Gerarchico (Numero Horton-Strahler)
FIUME 123420	1
FIUME 85734	1
	5
	5
FIUME 86594	1
FIUME 80257	5
FIUME 83229	1
FIUME 72889	1
FIUME 77229	2
FIUME 86205	5

IMPIANTO AGRIVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 9 di 25

Nell'ambito della pagina web che consente il download del dato si specifica che lo shapefile in parola, definito con procedura semi-automatica, rappresenta la base di partenza per l'applicazione della norma citata, pertanto il medesimo dovrebbe essere verificato a scala comunale per tenere conto di possibili rivalutazioni dell'ordine gerarchico citato.

Concludendo, pertanto, **si segnala che la gerarchizzazione definita con procedura semiautomatica non è corretta in quanto assegna ai segmenti denominati FIUME 85734 e FIUME 80257 un ordine gerarchico pari a 5** (propagando poi l'errore verso valle sui successivi tratti), **in luogo del valore corretto definito applicando puntualmente il criterio citato (dettagli in Figura 8).**

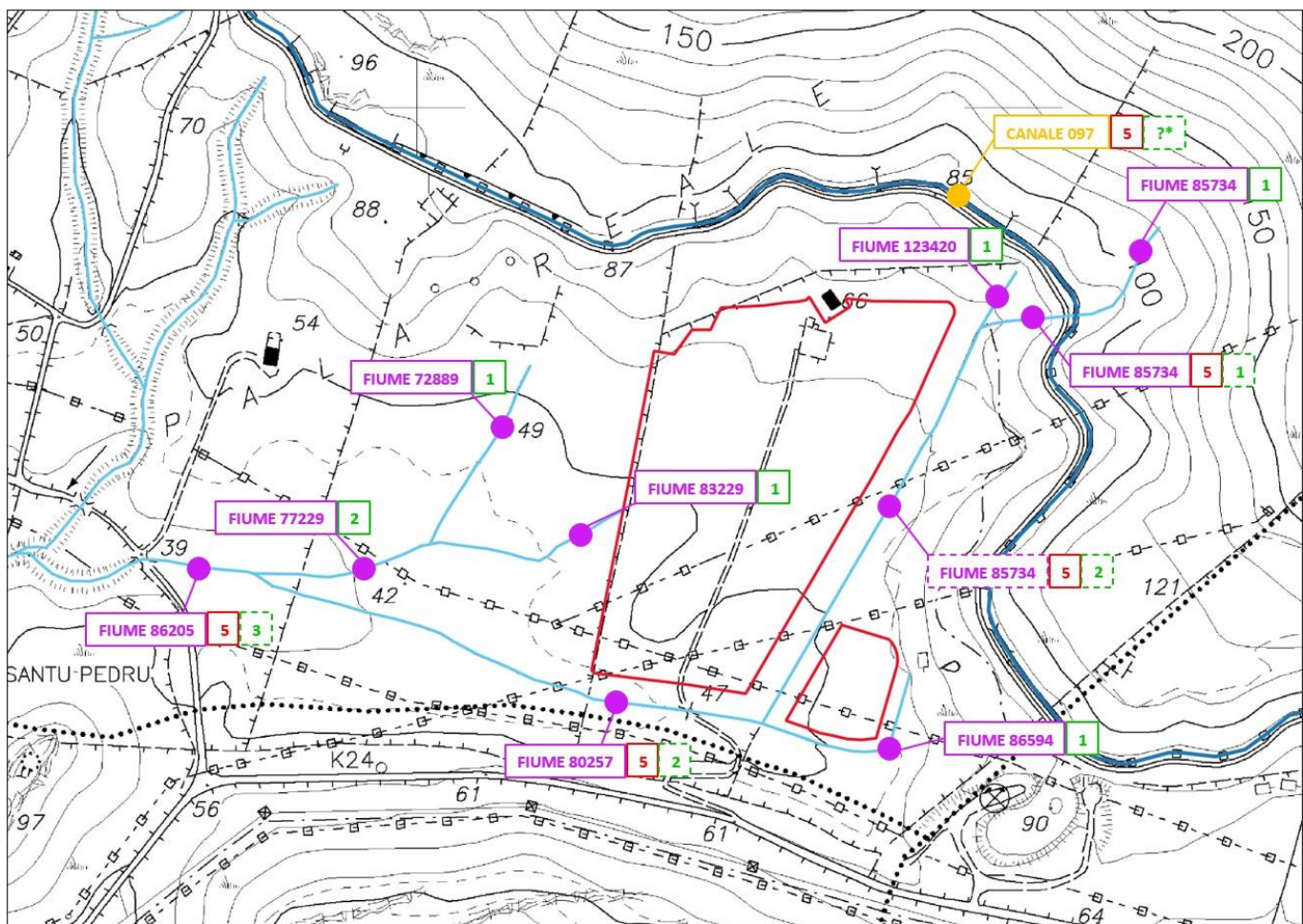
Tale problematica sembrerebbe originarsi in corrispondenza dell'intersezione del segmento "FIUME 85734" (con ordine gerarchico di Horton-Strahler "1") con il tratto di canale artificiale denominato "CANALE\_097" (con ordine gerarchico di Horton-Strahler "5"); l'analisi dello stato dei luoghi, tuttavia, evidenzia l'assenza di interrelazioni e/o forme di interconnessione idraulica tra il Canale\_97 e gli elementi idrici naturali dal momento in cui il "Canale\_97" risulta realizzato in cls, per lo più in elevazione sul piano campagna, coperto da una soletta lungo il suo sviluppo, e sopraelevato a mo' di "ponte-canale" in corrispondenza dei principali impluvi, come visibile nelle immagini in Figura 7.



**Figura 7.** Scatti fotografici del manufatto di canalizzazione idrica identificata in cartografia come elemento idrico 'Canale\_097' da cui si evince chiaramente la non connessione dello stesso con il reticolo naturale.



IMPIANTO AGRIVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 10 di 25



**Figura 8.** Ordinamento gerarchico del reticolo idrografico secondo il metodo di Horton-Strahler per l'area di interesse. Nei riquadri verdi con linea continua i numeri d'ordine definiti tramite classificazione semi-automatica risultati corretti (tratti da shapefile regionale); nei riquadri rossi con linea continua i numeri d'ordine definiti tramite classificazione semi-automatica risultati errati, e relativa proposta di correzione (nei riquadri verdi con linea tratteggiata) definita applicando puntualmente il criterio citato. Resta invece una incognita l'ordine gerarchico applicabile al Canale\_97 dal momento in cui lungo il suo percorso cambia numerazione in modo apparentemente casuale.



IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 11 di 25

### 3. Nota in merito agli elementi idrici non significativi

L'art. 23 comma 7bis delle Norme di Attuazione del PAI <sup>(6)</sup> prevede quanto segue:

7 bis. In relazione alla progettazione di singoli interventi, non è richiesto alcuno studio di compatibilità idraulica qualora l'intervento interessi elementi idrici non significativi del reticolo idrografico <sup>48</sup> né ricada in area di pericolosità derivante da esondazione di altri elementi del reticolo idrografico, a condizione che i progetti siano corredati da una relazione asseverata redatta dai tecnici di cui al comma 3, lett. a), dell'articolo. 24, da inviare, ai sensi del comma 6 dell'articolo 30 ter, a fini ricognitivi, all'Autorità di Bacino.

L'art 2.3 delle "Linee guida e indicazioni metodologiche per la corretta individuazione e rappresentazione cartografica del reticolo idrografico ai sensi dell'art.30ter, c.6 delle Norme di Attuazione del PAI", definisce le condizioni in cui, vista l'esiguità dei bacini idrografici sottesi, gli elementi idrici possono essere classificati come non significativi.

Nel seguito si espone la procedura impiegata per le valutazioni idrauliche inerenti all'area di interesse.

#### 1.1. Definizione dei bacini idrografici

In relazione a quanto osservato in occasione delle interlocuzioni per le vie brevi con i Settori Tecnici competenti (specie in relazione alle trasformazioni territoriali che hanno comportato la modificazione di parte della rete minore con "attivazione / disattivazione / intercettazione" di alcune incisioni secondarie), si procede alla ridefinizione dei seguenti bacini idrografici (riferimenti in Figura 9):

- 1) Bacino idrografico orientale (ID Bacino 01) con sezione di chiusura posta alla confluenza tra gli elementi idrici Fiume 85734/Fiume 123420 e Fiume 86594.
- 2) Bacino idrografico occidentale (ID Bacino 02) con sezione di chiusura posta immediatamente a monte della confluenza tra gli elementi idrici Fiume 83229 e Fiume 72889.

La definizione dei bacini idrografici è stata effettuata mediante i seguenti criteri:

- Esame della morfologia con riferimento al prodotto cartografico DTM 10x10 della Regione Sardegna.
- I dati altimetrici (DTM e curve di livello) sono stati elaborati in ambiente WMS®, prodotto dalla Boss di Madison, che, mediante il codice "Topaz", permette di ricavare le direzioni di flusso.
- Definizione dello spartiacque sulla base delle evidenze morfologiche e dei particolari di interesse.
- Le sezioni di chiusura hanno le seguenti coordinate (sistema di riferimento Gauss-Boaga):

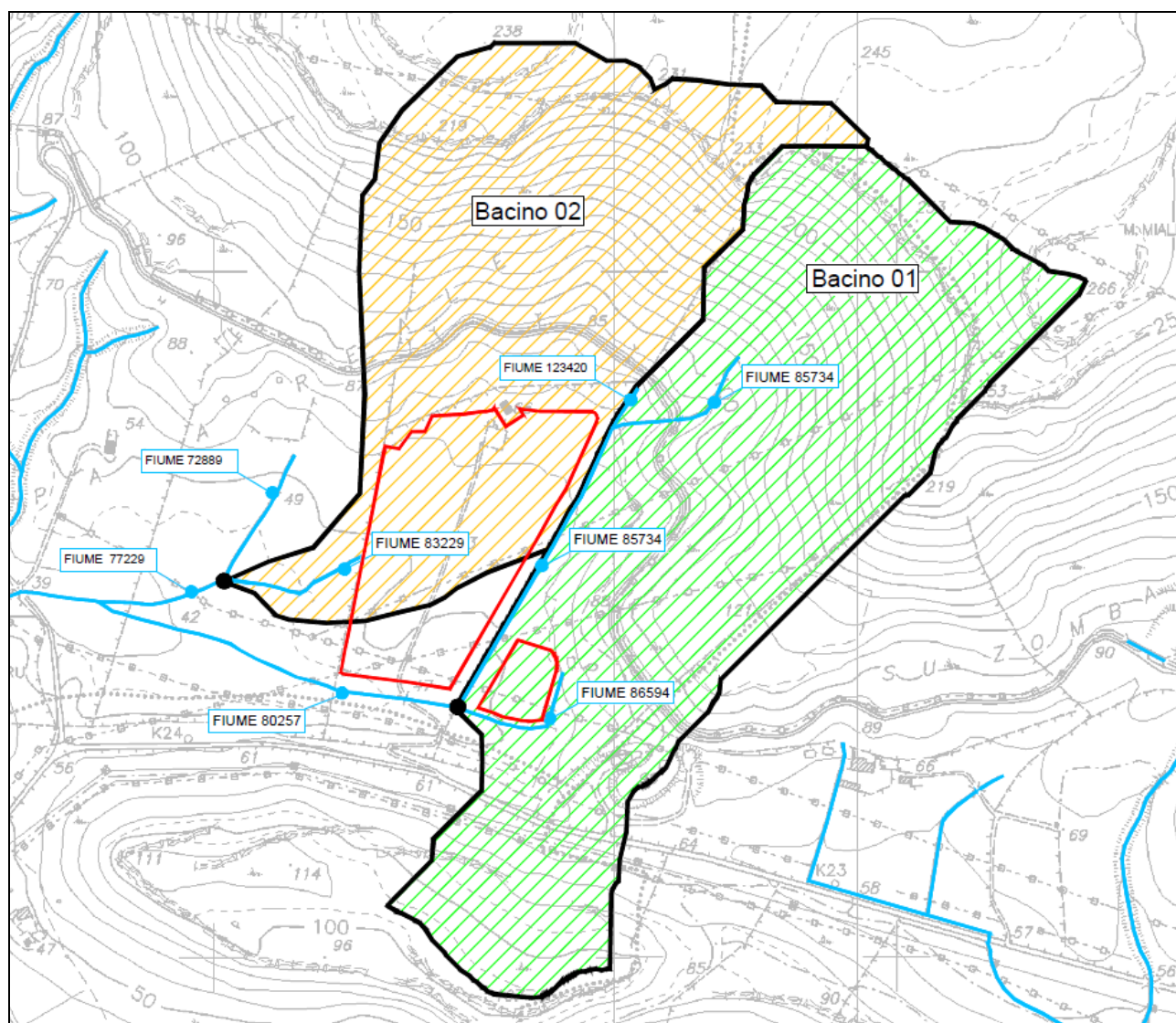
**Bacino 01:** X = 1 450 356; Y = 4 497 364;

**Bacino 02:** X = 1 450 015; Y = 4 497 550;

Nel seguito si riportano le grandezze morfometriche di interesse per la definizione delle portate al colmo con il metodo SCS:

ID Bacino	Area (A)	Lunghezza dell'asta fluviale (L)
	[kmq]	[m]
Bacino 01	0.462	1216
Bacino 02	0.365	1018

<sup>(6)</sup> Norme di Attuazione del PAI, Testo coordinato aggiornato con le modifiche approvate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n. 5 del 24 marzo 2022.



**Figura 9.** Rappresentazione dei bacini idrografici di interesse chiusi in corrispondenza delle sezioni di chiusura identificate di concerto con l'ADIS – Serv. Difesa del Suolo, Assetto Idrogeologico e Gestione Rischio Alluvioni, alla luce degli elementi emersi e argomentati nei Cap. 1 e 2 del presente documento.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 13 di 25

## 1.2. Definizione del metodo di calcolo della portata al colmo

Si procede alla verifica di non significatività, per ciascuno degli elementi idrici che fanno capo ai bacini descritti, ai sensi delle *"Linee guida e indicazioni metodologiche per la corretta individuazione e rappresentazione cartografica del reticolo idrografico ai sensi dell'art.30 ter, c.6 delle Norme di Attuazione del PAI"*.

Nell'ambito della suddivisione in versanti della Regione Sardegna, l'area di interesse è collocata tra i bacini della zona Occidentale (riferimenti in Figura 10). L'art 2.3 delle citate *Linee guida* riporta le condizioni di non significatività per tali elementi idrici nel seguito richiamate:

### 2.3 elementi idrici non significativi

- A) Bacini della zona occidentale idrologicamente omogenea delle Linee Guida del PAI  
La condizione di non significatività, che consente la esclusione di un elemento già presente nello shp o la non inclusione di un elemento presente nella sola cartografia IGM 25-VS, è data dalla contestuale presenza delle seguenti caratteristiche, costituite da un bacino di superficie inferiore a 0,50 kmq e portate bicentennali inferiori a 7 mc/s da calcolare alla sezione di confluenza dell'elemento di valle e con tempo di corrvazione fornito dalla formula di Viparelli ( $V=1$  m/s), con utilizzo del metodo TCEV/SCS con CN(III) non inferiore a 95.

Il metodo previsto per il calcolo delle portate prevede quanto segue <sup>(7)</sup>:

#### 1.4.2 Metodo SCS per la definizione delle portate al colmo

Per la stima delle portate al colmo dei bacini di superficie inferiore a 60km<sup>2</sup>, si fa riferimento alla formula empirica del Soil Conservation Service Method, in base ai seguenti criteri:

- le precipitazioni intense vengono desunte dalla regionalizzazione VAPI;
- i tempi di corrvazione vengono valutati a partire dai parametri morfometrici definiti come specificato, secondo le espressioni empiriche più rispondenti alle tipologie dei bacini in esame;
- i coefficienti di deflusso derivano dall'analisi secondo il metodo SCS – Curve Number, raffrontato con i dati disponibili da studi pregressi e da eventuali misure idrologiche relative a eventi di piena storici.

Il metodo adotta le seguenti assunzioni:

- la durata D della pioggia netta è inferiore o uguale di 0,133 tc;
- la durata D è minore di 0,2 volte il tempo di crescita dell'onda di piena (tp).

In queste condizioni il valore al colmo della portata risulta:

$$Q_c = 0.28 R_o A / t_p \quad (m^3/s)$$

dove:

$R_o$  = volume netto di pioggia per unità di superficie (mm);

$A$  = superficie del bacino (km<sup>2</sup>);

$t_p$  = tempo di crescita dell'onda di piena (h).

<sup>(7)</sup> La descrizione riportata è tratta da Regione Autonoma della Sardegna (2007): Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello studio denominato Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali: METODOLOGIE DI ANALISI.



IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 14 di 25

### **3.1.1. Calcolo del tempo di corrivazione**

Il **tempo di corrivazione** ( $t_c$ ) viene calcolato con la formula di Viparelli assumendo  $V = 1$  m/s.

Si avrà pertanto:

$$t_c = L / V$$

Per i bacini di interesse avremo:

- **Bacino 01:**  $t_c (h) = [L (m) / V (m/s)] / 3600 (s) = (1216 / 1) / 3600 = 0.338$  h;
- **Bacino 02:**  $t_c (h) = [L (m) / V (m/s)] / 3600 (s) = (1018 / 1) / 3600 = 0.283$  h;

### **3.1.2. Calcolo della durata di pioggia netta**

La **durata di pioggia netta** ( $D$ ) viene calcolata assumendo  $D = 0.133$   $t_c$ .

Per i bacini di interesse avremo:

- **Bacino 01:**  $D (h) = 0.133 \times t_c (h) = 0.133 \times 0.338 = 0.045$  h;
- **Bacino 02:**  $D (h) = 0.133 \times t_c (h) = 0.133 \times 0.283 = 0.038$  h;

### **3.1.3. Calcolo del volume netto di pioggia**

Il calcolo del volume netto di pioggia per unità di superficie avviene assumendo la seguente relazione:

$$R_o = (h - 0,2 S)^2 / (h + 0,8 S) \quad (mm)$$

dove

$h$  = precipitazione meteorica ragguagliata (mm);

$S$  = valore massimo dell'invaso per infiltrazione (mm).

Il valore  $S$  è calcolato dall'equazione:

$$S = 25((1000/CN) - 10) \quad (mm)$$

La valutazione delle precipitazioni per l'area di interesse fa riferimento alle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica, realizzate impiegando il metodo TCEV.

La definizione delle precipitazioni viene effettuata sulla base delle indicazioni contenute nelle Linee Guida del PAI e della documentazione di riferimento <sup>(8)</sup>.

Per l'area di interesse si fa riferimento alla sottozona omogenea SZO 2 della Regione Sardegna (riferimenti in Figura 10) area Logudoro (riferimenti in Figura 11).

<sup>(8)</sup> REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA (2000) "Attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia – Linee Guida" (Cfr. par. 1.7), REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA (2014) "Attività Soglie di allerta pluviometriche nella Regione Sardegna", REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA (2018) "Aggiornamento pioggia indice dei 15 giorni precedenti per le aree di allerta".

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 15 di 25

L'altezza di pioggia  $h_T(t)$  di durata  $t$  (in ore) con assegnato tempo di ritorno  $T$  (in anni) si ottiene moltiplicando la pioggia indice  $\mu(t)$  per un coefficiente di crescita  $K_T(t)$ :

$$h_T(d) = \mu(d) \cdot K_T(d) = a_1 \cdot a_2 \cdot d^{(n_1 + n_2)}$$

I coefficienti  $a_1$  e  $n_1$  vengono determinati in funzione della pioggia indice giornaliera  $\mu_g(t)$  secondo la formulazione seguente:

$$a_1 = \mu_g / (0,886 \cdot 24^{n_1})$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \log_{10} \mu_g$$

I valori di pioggia indice giornaliera sono riportati nella tabella seguente:

COD_AREA	NOME_AREA	Superficie (Kmq)	Pioggia indice giornaliera (mm)	Zona Omogenea 1 (%)	Zona Omogenea 2 (%)	Zona Omogenea 3 (%)
Sard-A	Iglesiente	2510	58	36	64	0
Sard-B	Campidano	2540	54	3	85	12
Sard-C	Bacini Montevecchio-Pischilappiu	2350	50	80	20	0
Sard-D	Bacini Fiumedosa-Fiumineddu	5080	91	3	17	81
Sard-E	Bacino del Tirso	3340	54	67	32	1
Sard-F	Gallura	3290	75	0	78	22
Sard-G	Logudoro	4750	53	37	62	1

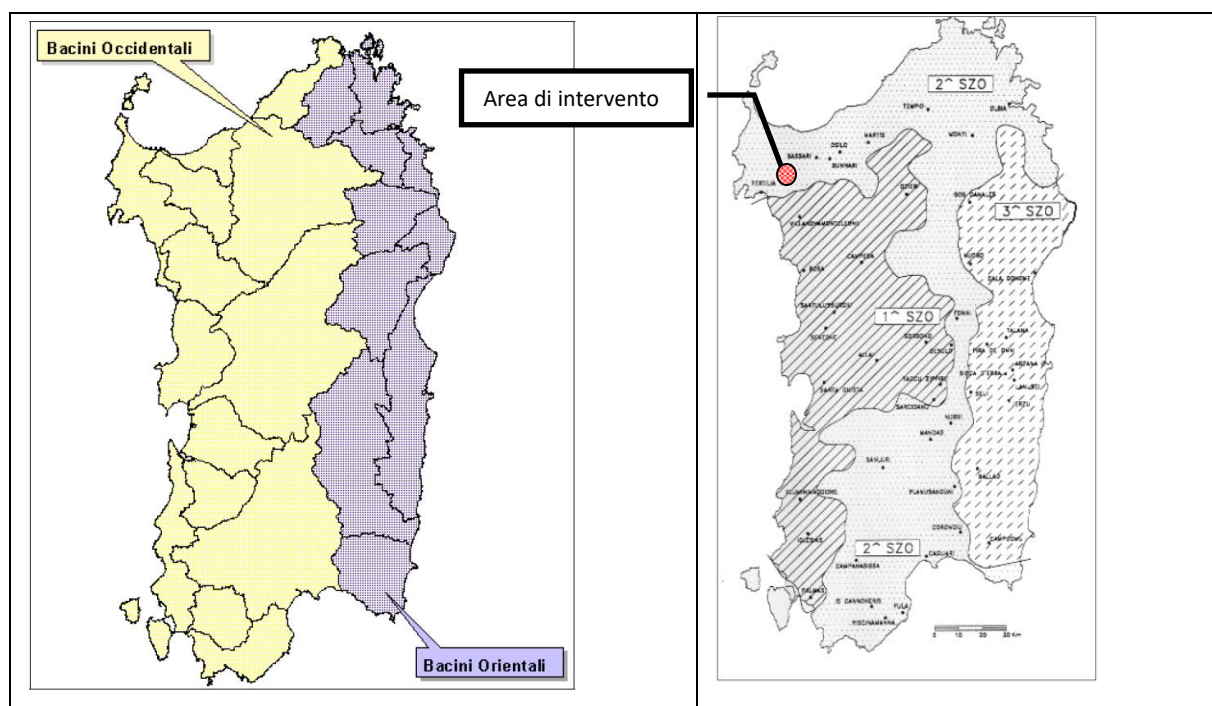
I coefficienti  $a_2$  e  $b_2$ , per la sottozona SZO 2 con tr200 anni, vengono definiti secondo la formulazione seguente:

SZO 2:

$$a_2 = 0,43797 + 1,089 \cdot \log_{10} T$$

$$n_2 = -0,18722 + 0,24862 \cdot \log_{10} T - 3,6305 \cdot 10^{-2} \cdot (\log_{10} T)^2$$

$$n_2 = -6,3887 \cdot 10^{-3} - 4,542 \cdot 10^{-3} \cdot \log_{10} T$$



**Figura 10.** Rappresentazione delle Sotto Zone Omogenee della Sardegna (SZO) impiegate per la definizione dei coefficienti pluviometrici.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 16 di 25



**Figura 11.** Aree omogenee per la definizione dei valori di pioggia indice giornaliera.

Esplicitando i calcoli, per **precipitazioni con tr 200 anni**, avremo i seguenti valori:

- $a_1 = \mu_g / (0.886 \times 24^{n_1}) = 53 / (0.886 \times 24^{0.328}) = \mathbf{21.11}$
- $n_1 = -0.493 + 0.476 \log_{10} \mu_g = -0.493 + 0.476 \log_{10} 53 = \mathbf{0.328}$
- $a_2 = 0.43797 + 1.0890 \log_{10} 200 = 0.43797 + 1.0890 \log_{10} 200 = \mathbf{2.944}$
- $n_2 = -0.18722 + 0.24862 \log_{10} 200 - 3.6305 \times 10^{-2} \times (\log_{10} 200)^2 = \mathbf{0.1926}$

Per i bacini di interesse avremo:

❖ **Bacino 01:**

- **altezza di pioggia netta** (h espressa in mm) con assegnato tempo di ritorno pari a 200 anni pari a:  
 $h = a_1 \times a_2 \times d^{(n_1 + n_2)} = 21.11 \times 2.944 \times (0.338 \times 0.133)^{(0.328 + 0.1926)} = \mathbf{12.4 \text{ mm}}$
- **valore di massimo invaso per infiltrazione** (S espresso in mm) con CN(III)= 95, pari a:  
 $S = 25 ((1000/CN) - 10) = 25 ((1000/95) - 10) = \mathbf{13.16 \text{ mm}}$
- **volume netto di pioggia per unità di superficie** (Ro espresso in mm), pari a:  
 $Ro = (h - 0.2 S)^2 / (h + 0.8 S) = (12.4 - 0.2 \times 13.16)^2 / (12.4 + 0.8 \times 13.16) = \mathbf{4.16 \text{ mm.}}$



IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 17 di 25

#### ❖ **Bacino 02:**

- **altezza di pioggia netta** (h espressa in mm) con assegnato tempo di ritorno pari a 200 anni pari a:  
 $h = 21.11 \times 2.944 \times (0.283 \times 0.133)^{(0.328 + 0.1926)} = \mathbf{11.3 \text{ mm}}$
- **valore di massimo invaso per infiltrazione** (S espresso in mm) con CN(III)= 95, pari a:  
 $S = 25 ((1000/CN)-10) = 25 ((1000/95) - 10) = \mathbf{13.16 \text{ mm}}$
- **volume netto di pioggia per unità di superficie** (Ro espresso in mm), pari a:  
 $Ro = (h - 0.2 S)^2 / (h + 0.8 S) = (11.3 - 0.2 \times 13.16)^2 / (11.3 + 0.8 \times 13.16) = \mathbf{3.44 \text{ mm.}}$

#### **3.1.4. Calcolo del tempo di crescita dell'onda di piena**

Il calcolo del **tempo di crescita dell'onda di piena** (in h) avviene assumendo la seguente relazione:

$$t_p = D/2 + t_{lag}$$

dove:

D = durata della pioggia (h);

$t_{lag}$  = intervallo di tempo tra il centroide della pioggia e il colmo (h).

si assume:

$$D = 0,133 t_c$$

$$t_{lag} = 0,6 t_c$$

quindi

$$t_p = 0,133 / 2 t_c + 0,6 t_c$$

Per i bacini di interesse avremo:

➤ **Bacino 01:**  $t_p (h) = (0.133 / 2) \times 0.338 + 0.6 \times 0.338 = \mathbf{0.225 \text{ h}}$

➤ **Bacino 02:**  $t_p (h) = (0.133 / 2) \times 0.283 + 0.6 \times 0.283 = \mathbf{0.188 \text{ h}}$

#### **3.1.5. Calcolo della portata al colmo con Tr 200 anni**

Il calcolo della portata al colmo con tr 200 anni avviene assumendo la relazione citata in precedenza:

$$Q_c = 0.28 Ro A / t_p \quad (m^3/s)$$

dove:

Ro = volume netto di pioggia per unità di superficie (mm);

A = superficie del bacino (km<sup>2</sup>);

$t_p$  = tempo di crescita dell'onda di piena (h).

Per i bacini di interesse avremo:

➤ **Bacino 01:**  $Q_{200} = 0.28 \times 4.16 \times 0.462 / 0.225 = \mathbf{2.39 \text{ m}^3/s}$

➤ **Bacino 02:**  $Q_{200} = 0.28 \times 3.44 \times 0.365 / 0.188 = \mathbf{1.87 \text{ m}^3/s}$

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 18 di 25

### 1.3. Conclusioni

A seguito di quanto esposto si evidenzia che gli **elementi idrici indagati possono essere considerati NON SIGNIFICATIVI** ai sensi dell'art. 2.3 delle *"Linee guida e indicazioni metodologiche per la corretta individuazione e rappresentazione cartografica del reticolo idrografico ai sensi dell'art.30 ter, comma 6 delle Norme di Attuazione del PAI"* in quanto:

- **Bacino idrografico orientale (ID Bacino 01)** con sezione di chiusura posta alla confluenza tra gli elementi idrici Fiume 85734/Fiume 123420 e Fiume 86594:
  - Superficie del bacino idrografico pari a = 0.462 kmq (ovvero < 0.5 kmq);
  - Portata con Tr 200 anni pari a = 2.39 m<sup>3</sup>/s (ovvero < 7 m<sup>3</sup>/s).
- **Bacino idrografico occidentale (ID Bacino 02)** con sezione di chiusura posta immediatamente a monte della confluenza tra gli elementi idrici Fiume 83229 e Fiume 72889:
  - Superficie del bacino idrografico pari a = 0.365 kmq (ovvero < 0.5 kmq);
  - Portata con Tr 200 anni pari a = 1.87 m<sup>3</sup>/s (ovvero < 7 m<sup>3</sup>/s).

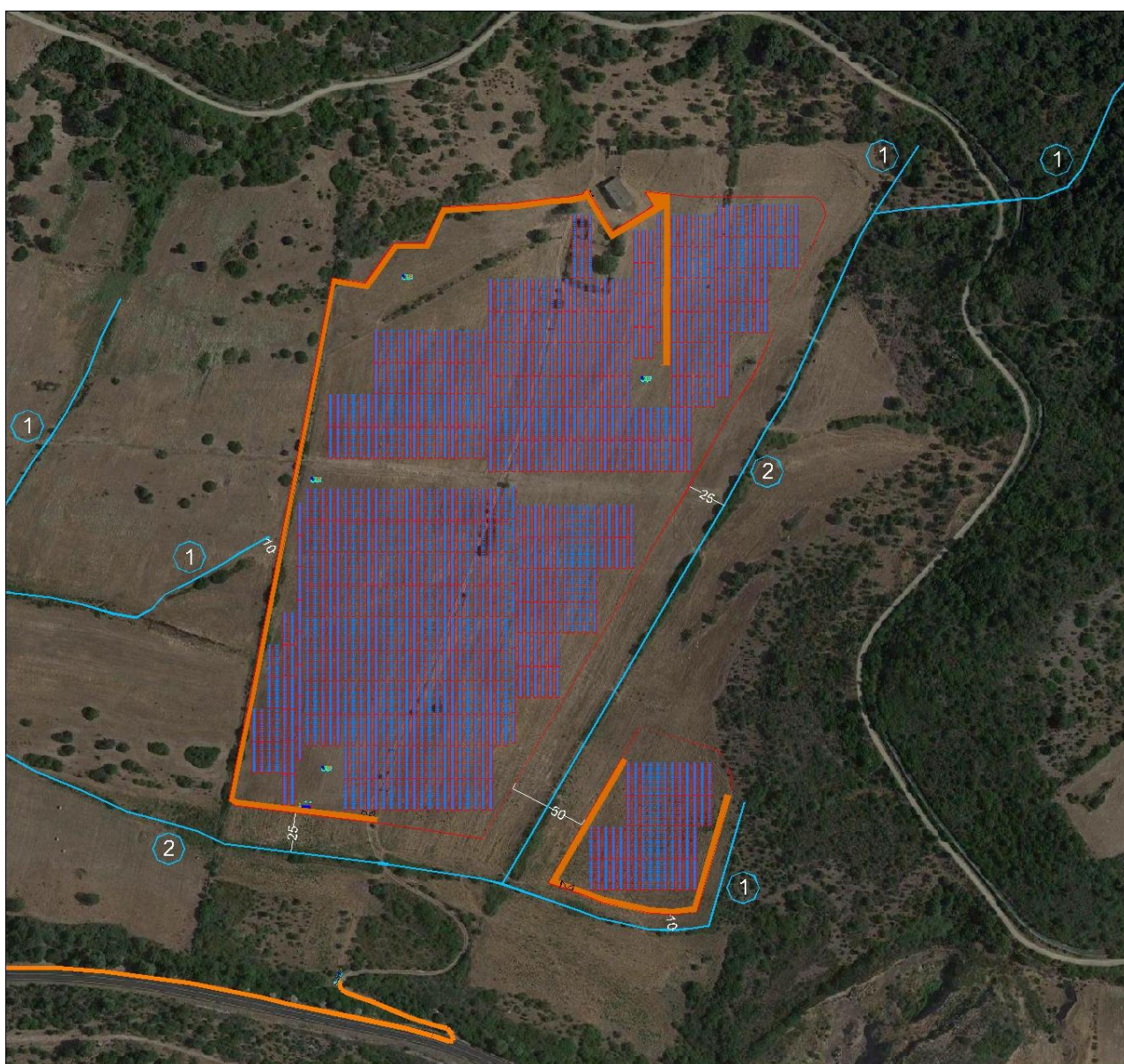
IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 19 di 25

## 4. Analisi delle interferenze delle opere con corpi idrici e condotte idriche

### 4.1. Individuazione e rispetto delle Fasce di prima salvaguardia

Alla luce di quanto esposto nei precedenti Cap. 1, 2 e 3, tenuto conto della verifica positiva di "non significatività" dei bacini, e considerata la rianalisi degli ordini gerarchici secondo la metodologia Horton – Strahler ai fini di una corretta adozione delle Fasce di Prima Salvaguardia effettivamente applicabili ai diversi tratti di asta considerati (i.e. Cfr Tabella 1 e Figura 8), è stata effettuata una verifica del layout d'impianto, in raccordo tra la divisione ingegneristica, atta all'integrale rispetto delle medesime, con particolare specifica attenzione verso l'ubicazione puntuale di tutte le opere in progetto (e.g. sostegni, pannelli, recinzioni, ecc.) – Cfr. Figura 12.

Per maggiori dettagli si rimanda alla visione della tavola tecnica dedicata.



**Figura 12.** Verifica del layout d'impianto agrivoltaico in progetto con evidenza di rispetto delle Fasce di Prima Salvaguardia (i.e. 10 metri dai corpi idrici con ordine gerarchico "1"; 25 metri dai corpi idrici con ordine gerarchico "2").



IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 20 di 25

#### 4.2. Attraversamento dei corpi idrici intersecati dal cavidotto di connessione

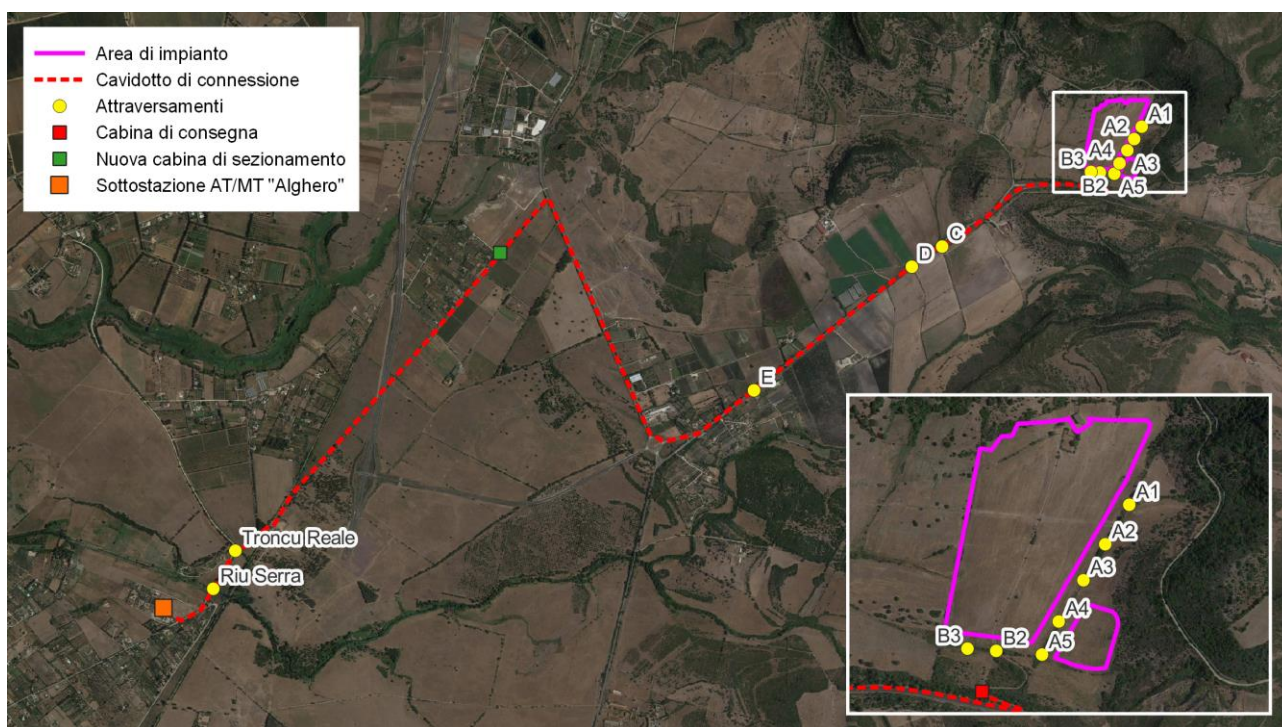
Con riferimento, invece, al tracciato del cavidotto, è stata prodotta una relazione tecnica dedicata atta a fornire, per ciascun attraversamento, un dettaglio tecnico e fotografico comprensivo di sezioni rappresentative.

A tal proposito si rappresenta come le tipologie progettuali impiegate sono state concepite al fine di evitare:

- alterazioni della conformazione fisica e geologica del canale/alveo;
- restringimenti della sezione libera del canale/alveo;
- variazioni al naturale deflusso delle acque anche in regime di piena.

In particolare, **tutti gli attraversamenti saranno realizzati attraverso soluzioni in Trivellazione Orizzontale Controllata (con messa in opera dei tubi a profondità ben superiore a quanto previsto dalle NTA del PAI<sup>9</sup>), fatto salvo per l'attraversamento del Riu Serra, previsto in staffaggio all'impalcato del ponte esistente.** Si specifica inoltre che, per tale ultima soluzione, il cavidotto verrà posto ad una quota superiore a quella dell'intradosso in modo da non ridurre la sezione utile di deflusso. Inoltre, allo scopo di evitare che il cavidotto possa essere investito dalla corrente, è previsto che lo staffaggio venga effettuato sul paramento di valle. Per un'analisi puntuale di quanto esposto si rimanda alla consultazione degli elaborati dedicati (i.e. Relazione descrittiva delle modalità di attraversamento e relativa tavola). In questa sede viene fornita una sintesi tecnica utile per una piena comprensione di quanto rappresentato

Complessivamente, come indicato nella Figura 13, **sono previsti n. 12 punti di attraversamento**.



**Figura 13.** Corografia degli attraversamenti del cavidotto.

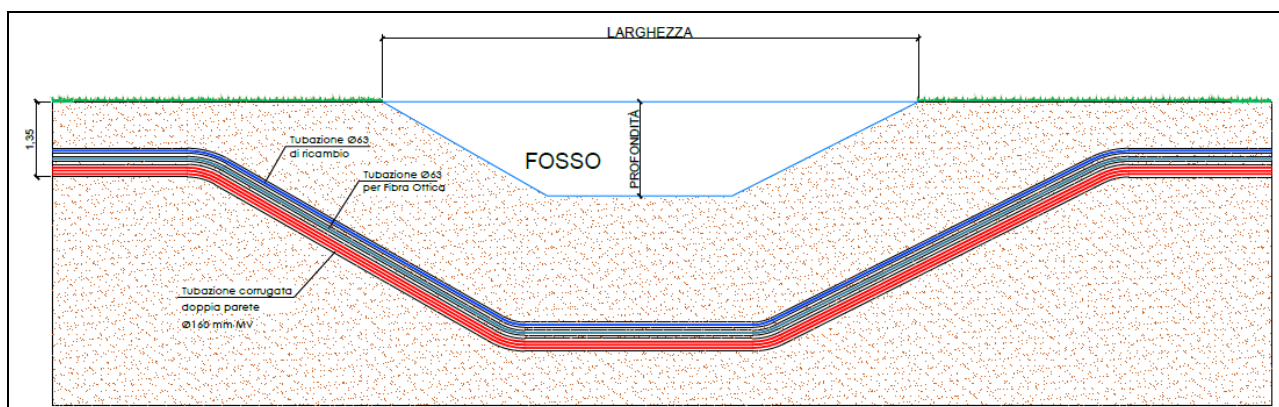
<sup>9</sup> Ai sensi dell'art. 21 c.2 lett. c) delle vigenti NTA del PAI, per gli attraversamenti subalveo non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle stesse norme, nel caso in cui sia garantito almeno un metro di ricoprimento tra l'estradosso della condotta e il fondo dell'alveo. Nella fattispecie, la messa in opera dei tubi è prevista a profondità non inferiori a 1,7 m dal fondo d'alveo dei canali attraversati.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 21 di 25

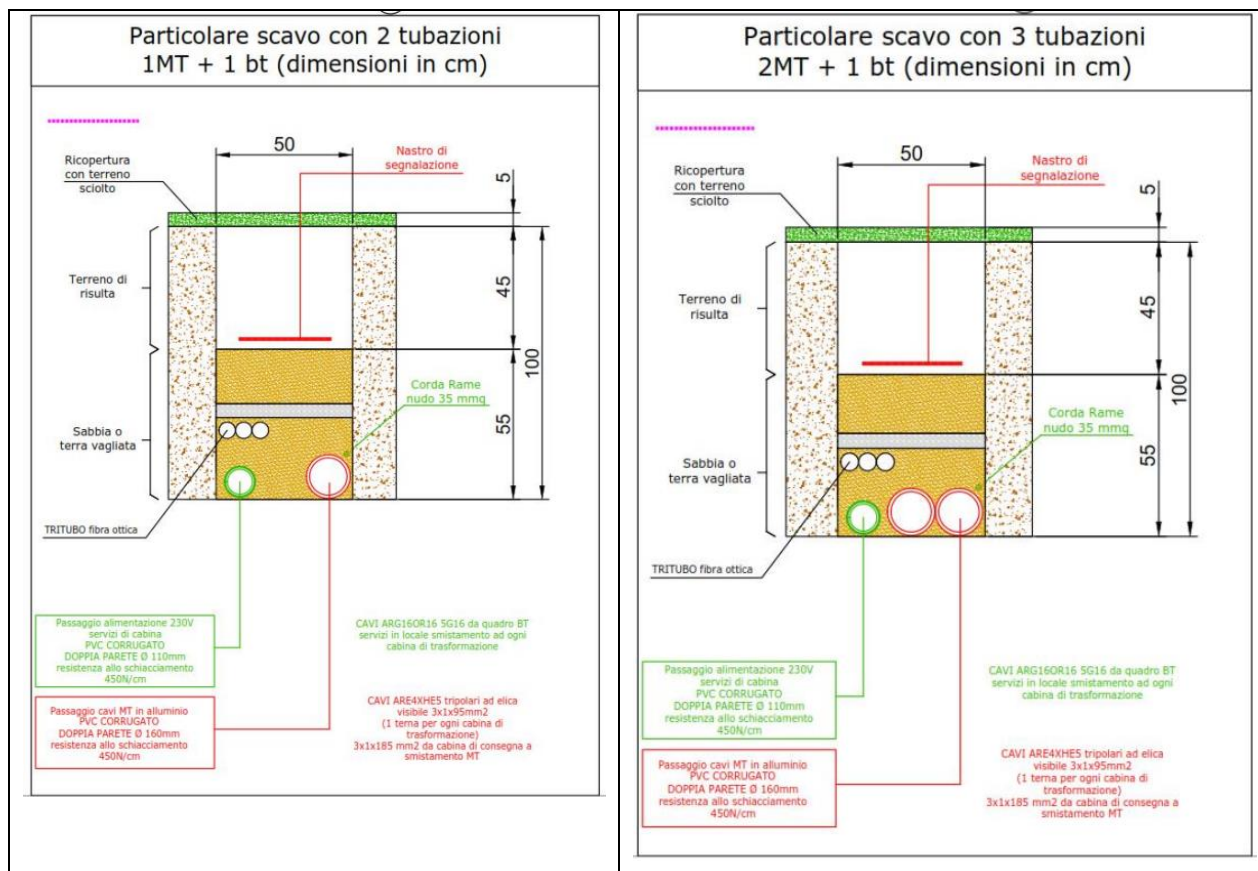
Il progetto prevede una serie di soluzioni progettuali che sono state individuate allo scopo di minimizzare l'interferenza tra il cavidotto, il reticolo idrografico e le aree inondabili ad esso collegate.

Viene previsto quanto segue:

- 1) Allo scopo di minimizzare l'interferenza tra gli attraversamenti del cavidotto ed il reticolo idrografico è previsto che gli attraversamenti vengano realizzati in sub-alveo mediante tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.). Riferimenti in Figura 14.
- 2) Allo scopo di minimizzare l'interferenza tra il cavidotto e le aree definite a vario grado di pericolosità idraulica nell'ambito del PGRA, è previsto che l'intero tracciato del cavidotto venga interrato (riferimenti in Figura 15).



**Figura 14.** Tipologia di attraversamento della rete idrografica in T.O.C.




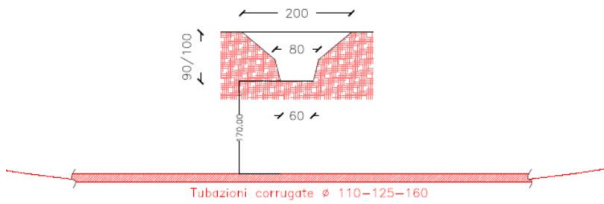

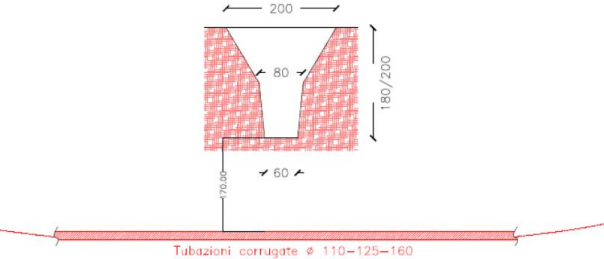
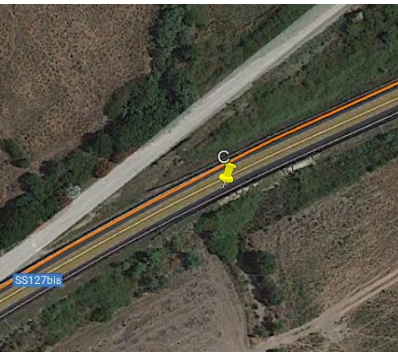
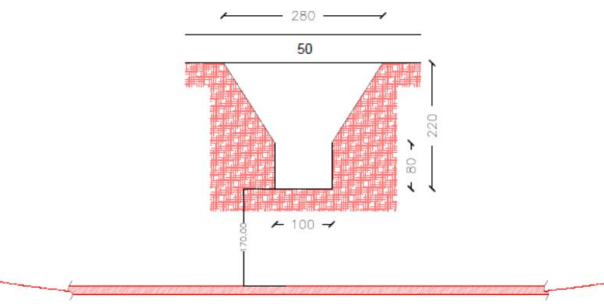
**Figura 15.** Cavidotto MT: sezioni tipo.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 22 di 25

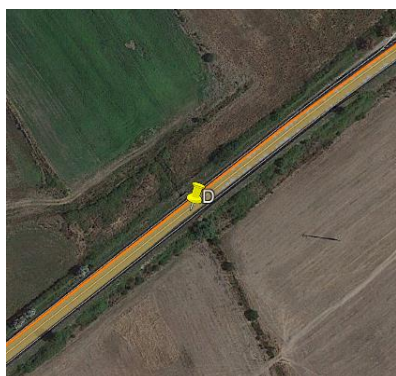
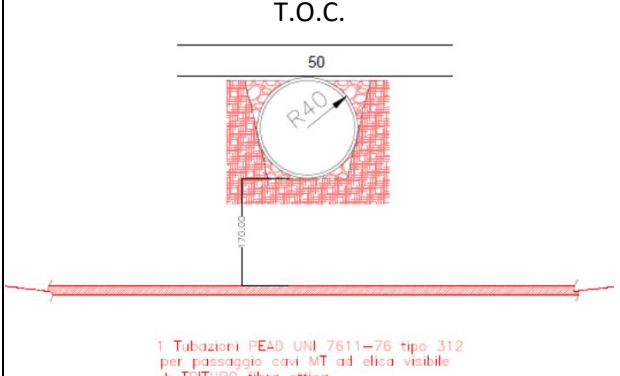

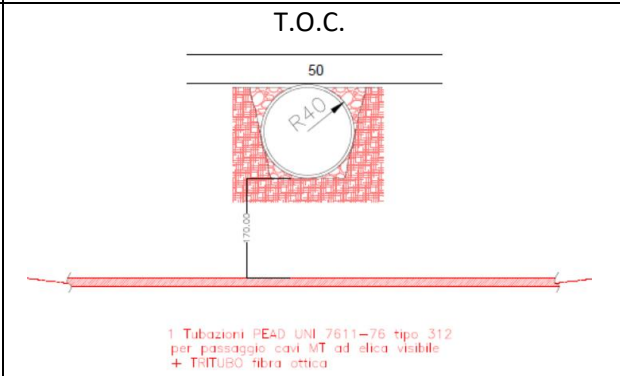
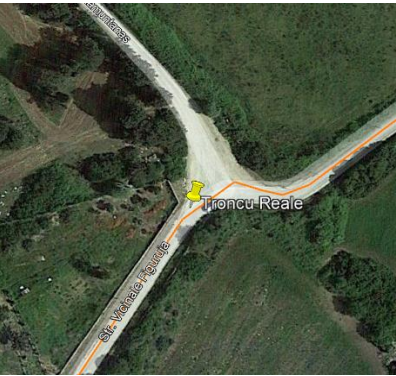
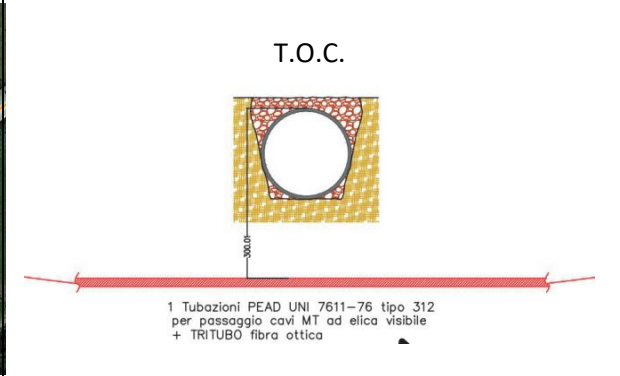
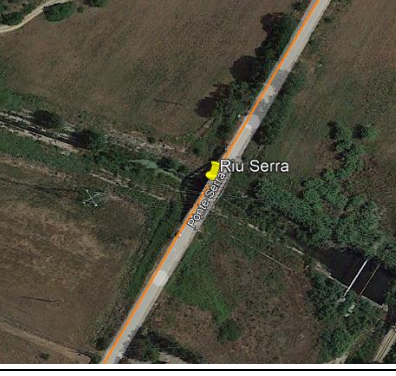
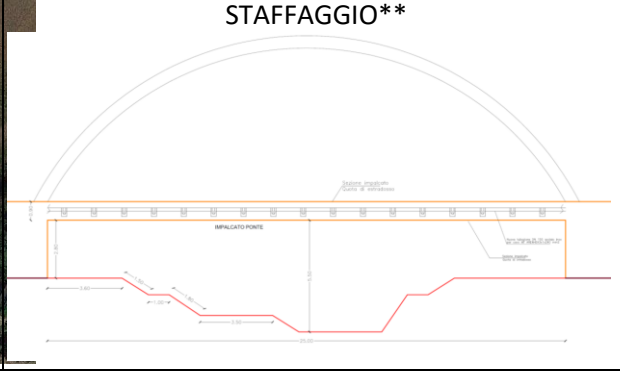
Le soluzioni progettuali impiegate prevedono quanto segue:

- non viene alterata la conformazione fisica del reticolo idrografico;
- non viene ristretta la sezione libera degli attraversamenti esistenti;
- non viene alterato in alcun modo il naturale deflusso delle acque anche in regime di piena;
- non sono presenti interferenze tra il cavidotto e le aree inondabili.

**In conclusione il tracciato e gli attraversamenti del cavidotto non interferiscono con le aree inondabili e non alterano il naturale deflusso delle acque, anche in regime di piena.**

ID	POSIZIONE	TIPOLOGIA	INTERF.
A1-A5		<p>T.O.C.</p>  <p>Tubazioni corrugate ø 110-125-160</p>	NO
B2-B3		<p>T.O.C.</p>  <p>Tubazioni corrugate ø 110-125-160</p>	NO
C		<p>T.O.C.</p>  <p>1 Tubazioni PE40 UNI 7611-76 tipo 312 per passaggio cavi MT ad elica visibile 4 TRITUBO fibra ottica</p>	NO



IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 23 di 25
D		<p>T.O.C.</p>  <p>1 Tubazioni PEAD UNI 7611-76 tipo 312 per passaggio cavi MT ad elica visibile + TRITUBO fibra ottica</p>	NO	
E		<p>T.O.C.</p>  <p>1 Tubazioni PEAD UNI 7611-76 tipo 312 per passaggio cavi MT ad elica visibile + TRITUBO fibra ottica</p>	NO	
Troncu reale		<p>T.O.C.</p>  <p>1 Tubazioni PEAD UNI 7611-76 tipo 312 per passaggio cavi MT ad elica visibile + TRITUBO fibra ottica</p>	NO	
Riu Serra		<p>STAFFAGGIO**</p>  <p>1 Tubazioni PEAD UNI 7611-76 tipo 312 per passaggio cavi MT ad elica visibile + TRITUBO fibra ottica</p>	NO	
<p><b>**L'attraversamento è previsto in staffaggio all'impalcato del ponte. Si specifica che il cavidotto è posto ad una quota superiore a quella dell'intradosso: il posizionamento è tale da non ridurre la sezione utile di deflusso. Allo scopo di evitare che il cavidotto possa essere investito dalla corrente, è previsto che lo staffaggio venga effettuato sul paramento di valle.</b></p>				

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "OLMEDO"				
ELABORATO VIA 13	Nota in merito alla regolamentazione degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica	Rev. 02	Data 01.03.2023	Pagina 24 di 25

#### 4.3. Analisi delle interferenze delle opere con la rete di distribuzione irrigua gestita dal Consorzio di Bonifica della Nurra

Sulla base delle richieste pervenute dal rappresentante del Consorzio di Bonifica della Nurra nel corso della Conferenza di Servizi Istruttoria del 04/05/2022, il quale aveva rilevato la necessità di *“una verifica puntuale delle interferenze delle opere in progetto, in particolare della connessione alla rete Enel, con la rete di distribuzione irrigua gestita dallo stesso Consorzio nei comuni di Alghero e Olmedo”*, si è provveduto al reperimento dei tracciati delle condotte gestite dal medesimo Consorzio e ricadenti nel territori comunali di Olmedo e Alghero, al fine di verificare le reali interferenze tra l’opera in progetto e le condotte esistenti.

Nello specifico, sono state riscontrate n. 10 interferenze (Figura 16), unicamente a carico del cavidotto di connessione, con le seguenti tipologie di condotte:

- Ø 250 mm in cemento amianto (250 AMI);
- Ø 600 mm in materiale sconosciuto o non accertato (600 NCx);
- Ø 200 mm in cemento amianto (200 AMI);
- Ø 500 mm in cemento armato precompresso (500 CAP).

Tenuto conto del fatto che la distanza tra la generatrice superiore delle tubazioni e il terreno soprastante è di almeno 1 metro, **si prevede l’attraversamento delle stesse mediante l’utilizzo della tecnica di Trivellazione Orizzontale Controllata (i.e. T.O.C.)** – al pari degli altri attraversamenti identificati nel paragrafo 4.2 – passando ad una quota non inferiore a 1 metro dalla quota di estradosso della tubazione.

Si specifica che indicazioni più specifiche in merito alle modalità di attraversamento saranno fornite in sede esecutiva, a seguito della realizzazione di appositi saggi atti a definire le effettive reali profondità delle tubazioni interferite.



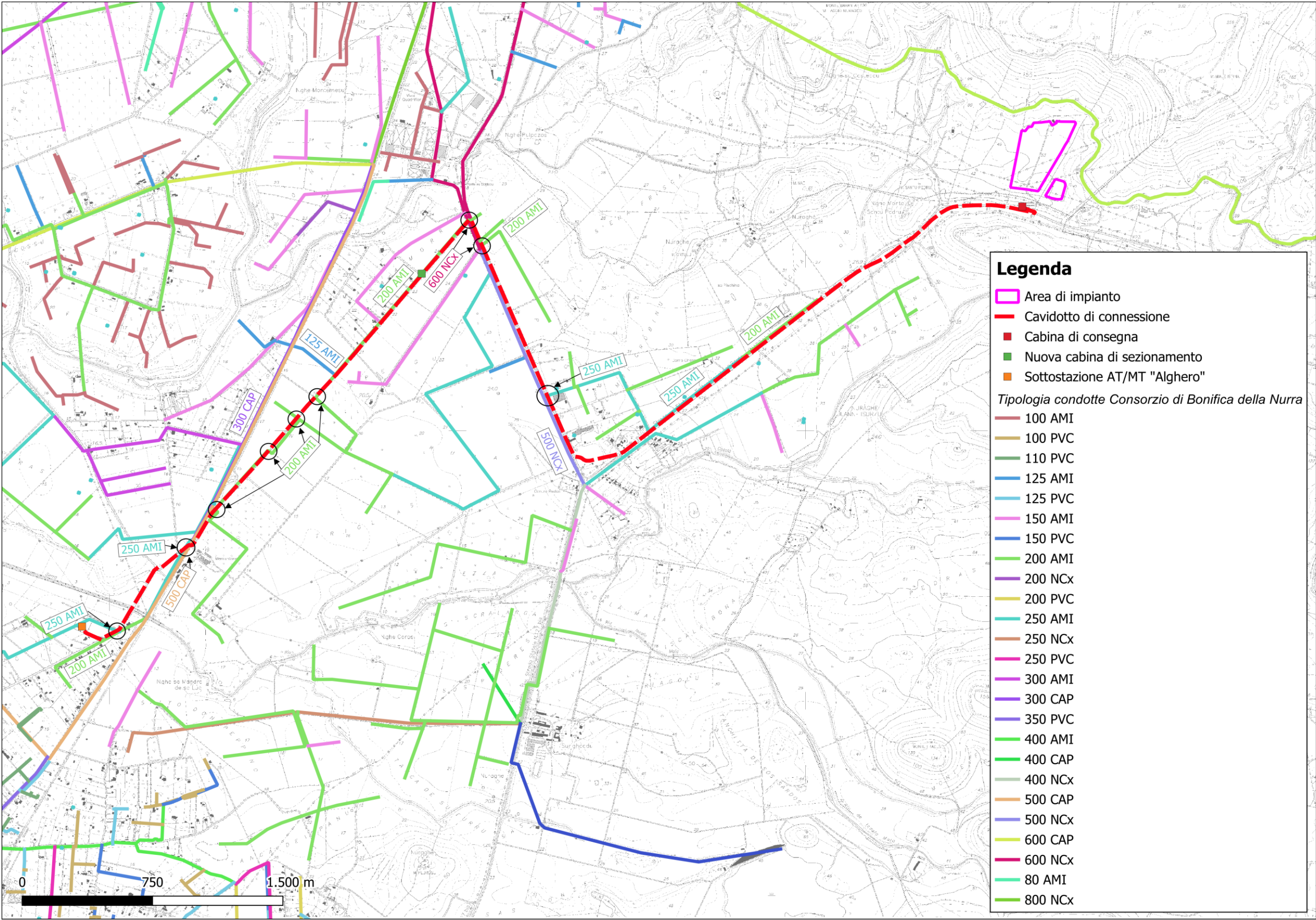


Figura 16. Individuazione interferenze (cerchi in nero) tra il cavidotto di connessione e la rete di distribuzione irrigua del Consorzio di Bonifica della Nurra.