

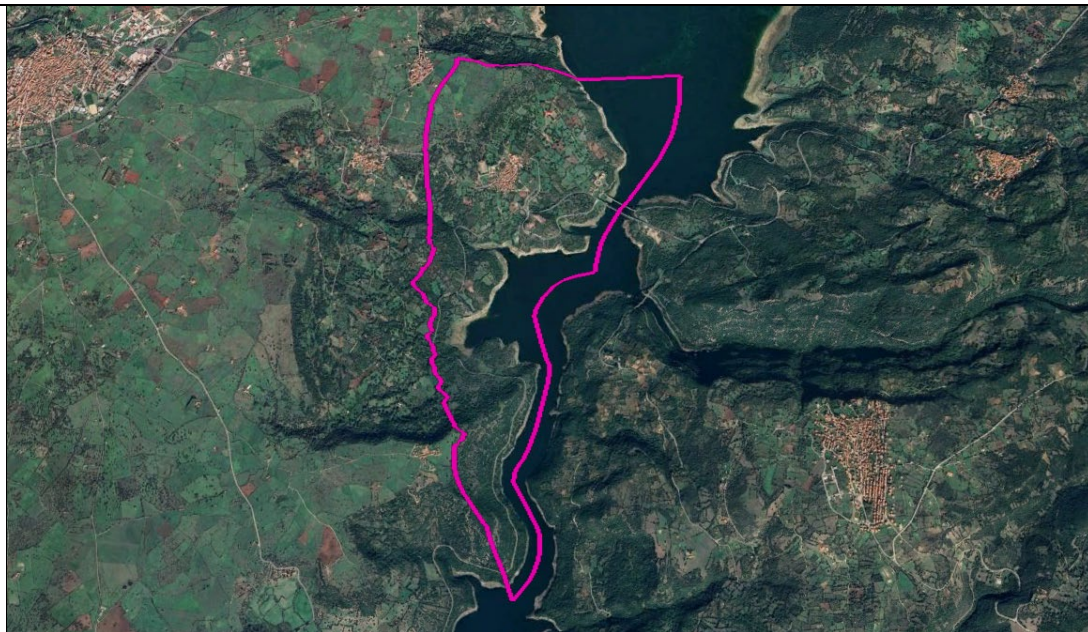
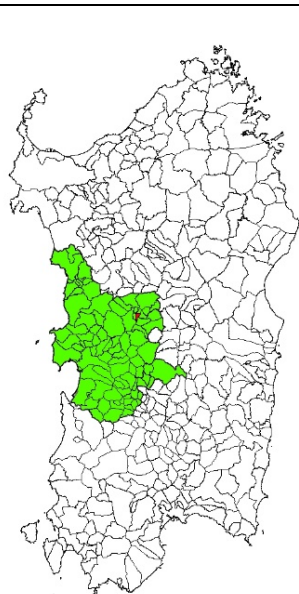


COMUNE DI TADASUNI

PROVINCIA DI ORISTANO

Via San Michele, 09080, Tadasuni (OR)

STUDIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO – IN CONFORMITÀ AGLI ARTICOLI 8 E 37 DELLE NTA DEL PAI



SOCIETÀ INCARICATA		PROFESSIONISTI		COMMITENTE	
<div><p>territorio - ambiente - servizi</p></div> <div>SEDE OPERATIVA: VIA MICHELANGELO N.17/C, 09023, MONASTIR (SU) TEL. 070-4619002 INFO@GEOLOGIKA.EU - GEOLOGIKA@PEC.IT</div> <div>GEOLOGIKA srls S.L. Via Cuba 20 09038 Serramanna (SU) S.OP. Via Michelangelo 17/C Monastir (SU) Tel. 348 5425302 - 328 1699466 CF/P.IVA 03612320923</div>		<div>GEOL. FABRIZIO CALLAI</div> <div></div>		<div>COMUNE DI TADASUNI</div> <div>VIA SAN MICHELE SNC, 09080, TADASUNI (OR)</div>	
		<div>GEOL. FABIO FANELLI</div> <div></div>		<div>RESPONSABILE DEL SERVIZIO TECNICO</div> <div>GEOM. GRAZIANO PIRAS</div>	
		<div>ING. ANDREA LIANAS</div> <div></div>			
<div></div>		<div>COLLABORATORI:</div> <div>DOTT. MARCO COSTA</div>			
ELABORATO	TITOLO ELABORATO				
1024-RIO-03-0-IDRO	RELAZIONE IDROLOGICA				
0	PRIMA EMISSIONE	05.06.2024	FANELLI F. COSTA M.	LIANAS A. FANELLI F.	CALLAI F.
REV	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	GENERALITÀ	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED UBICAZIONE DELL'AREA	4
3	INQUADRAMENTO NEI PIANI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	5
4	ANALISI IDROLOGICA.....	9
4.1	INDIVIDUAZIONE DEL BACINO TRIBUTARIO ALLA SEZIONE DI INTERESSE.....	11
4.2	METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE AL COLMO.....	13
4.2.1	RAGGUAGLIO ALL'AREA.....	13
4.2.2	TEMPO DI CORRIVAZIONE	14
4.2.3	COEFFICIENTE D'AFFLUSSO.....	15
4.2.4	DETERMINAZIONE DELLA PIOGGIA INDICE GIORNALIERA	17
4.3	CALCOLO DELLE PORTATE AL COLMO	20
4.4	OPERE INTERFERENTI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO.....	21

1 GENERALITÀ

Il COMUNE DI TADASUNI, nell'ambito della "REDAZIONE DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE IN ADEGUAMENTO AL PPR E AL PAI", ha affidato, con la Determina n. 43 del 06.05.2024, alla società GEOLOGIKA S.R.L.S., con sede legale in Via Cuba 20 a Serramanna e sede operativa in Via Michelangelo 17/C a Monastir, P. IVA 03612320923, l'incarico professionale per la predisposizione dello **"STUDIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO AI SENSI DELL'ART. 8, COMMA 2 E 2-BIS, NONCHÉ DELL'ART. 37 COMMA 3 DELLE NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DEL PAI"**.

Lo studio di assetto idrogeologico è accompagnato dalla **"REVISIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO AI SENSI DELL'ART. 30 TER DELLE NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DEL PAI"**.

Il presente documento, **RELAZIONE IDROLOGICA**, illustra le modalità con cui sono stati definiti i parametri idrologici funzionali alla modellazione idraulica.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED UBICAZIONE DELL'AREA

L'area geografica di indagine è ubicata nella Sardegna centro-occidentale, nell'area storico-geografica del Guilcier-Barigadu, più precisamente nel Comune di Tadasuni, il cui territorio si estende nella sponda occidentale del lago Omodeo, formatosi a seguito dello sbarramento artificiale del Fiume Tirso.

Il territorio comunale si estende su una superficie di circa 4,62 km², ad una quota media di circa 180 m s.l.m., con una popolazione stimata di circa 138 abitanti (fonte ISTAT, 2023). Posizionato sul versante orientale dell'altopiano di Abbasanta, il Comune di Tadasuni confina a nord con Ghilarza, a est con Boroneddu e Ghilarza, e a sud e ovest con Ardauli e Sorradile. Il territorio è caratterizzato da una rigogliosa vegetazione tipica della macchia mediterranea, ed è prevalentemente sfruttato per attività agricole.

TERRITORIO	
PROVINCIA	Oristano
COMUNE	Tadasuni
COMUNI CONFINANTI	Boroneddu, Ghilarza, Ardauli, Sorradile
CARTOGRAFIA	
I.G.M. SCALA 1:25.000	Foglio 515 Sezione I – Ghilarza, Foglio 515 Sezione II – Busachi
C.T.R.N. SCALA 1:10.000	Sezione 515 070 – Ghilarza, Sezione 515 110 – Santa Chiara

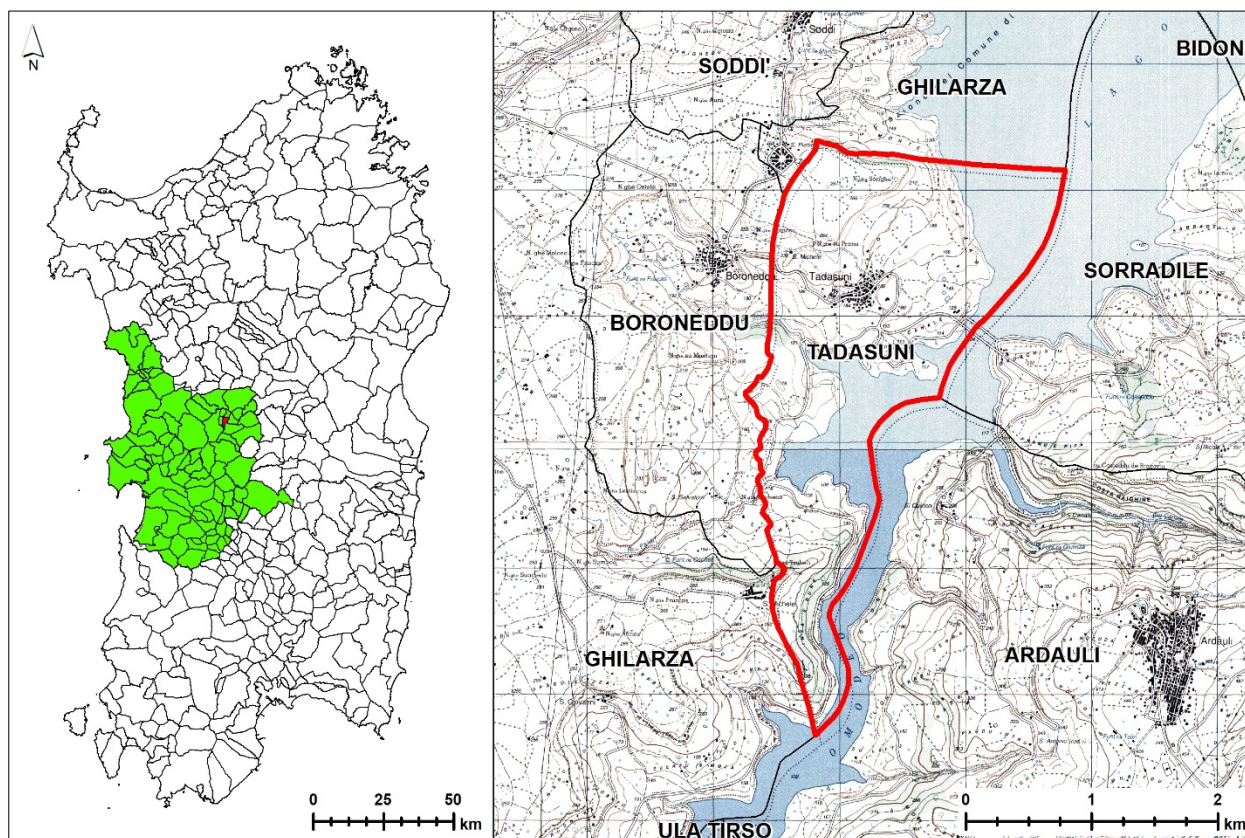


Figura 1 - Inquadramento territoriale del Comune di Tadasuni.

3 INQUADRAMENTO NEI PIANI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Con la delibera n. 45/57 datata 30 ottobre 1990, la Giunta Regionale ha suddiviso il Bacino Unico Regionale in sette Sub-Bacini. Ogni Sub-Bacino è caratterizzato da omogeneità geomorfologiche, geografiche e idrologiche generali, ma presenta anche notevoli differenze in termini di estensione territoriale.

Sulla base di questa suddivisione, il territorio comunale di Tadasuni è compreso nel Sub-Bacino 2 – Tirso (Figura 2).

Con Delibera n. 1 del 13.12.2011, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, ha approvato in via definitiva, per il territorio comunale di Boroneddu, lo "Studio di compatibilità idraulica e geologica-geotecnica del territorio comunale per il procedimento di adozione del nuovo Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.), ai sensi dell'art. 8 c. 2 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)". Tale studio comprende una parte del territorio comunale di Tadasuni, identificando due aree come zone a pericolosità idraulica elevata (**Hi₄**), le quali sono delineate nella Figura 3.

Con Delibera n. 119 del 05.11.2019 il Presidente della Regione Sardegna, ai sensi della legge regionale n. 19 del 2006, approva la variante al PAI del comune di Ula Tirso, in ottemperanza all'art. 37, comma 3 lett. b, delle norme di attuazione del PAI, per analisi di dettaglio relative a tutto il territorio comunale Ula Tirso finalizzate all'individuazione delle aree a pericolosità idraulica e da frana e costituita dagli elaborati tecnici indicati nella parte dispositiva di cui alla citata Deliberazione del Comitato Istituzionale n.24 del 17.07.2019. Tale studio comprende anche una porzione del territorio comunale di Tadasuni, identificando le zone corrispondenti al Lago Omodeo e al suo intorno come aree a elevata pericolosità idraulica (**Hi₄**), come mostrato nella Figura 4.

Nella Figura 5 è rappresentata la cartografia aggiornata a dicembre 2023 disponibile su Sito Sardegna Geoportale, la quale deriva dalla mosaicatura degli studi precedentemente menzionati. Da questa rappresentazione emerge che, all'interno del territorio del Comune di Tadasuni, le aree delimitate a pericolosità idraulica sono classificate come **Hi₄**.

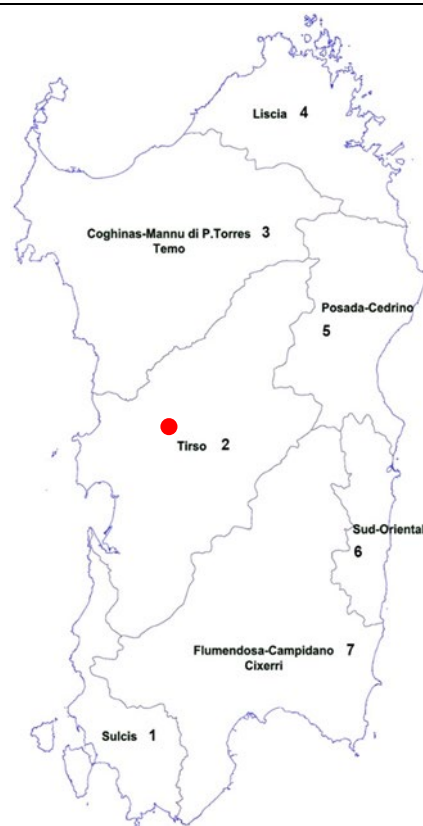


Figura 2 - Suddivisione del territorio Regionale in Sub-Bacini. Il punto rosso indica il territorio indagato.

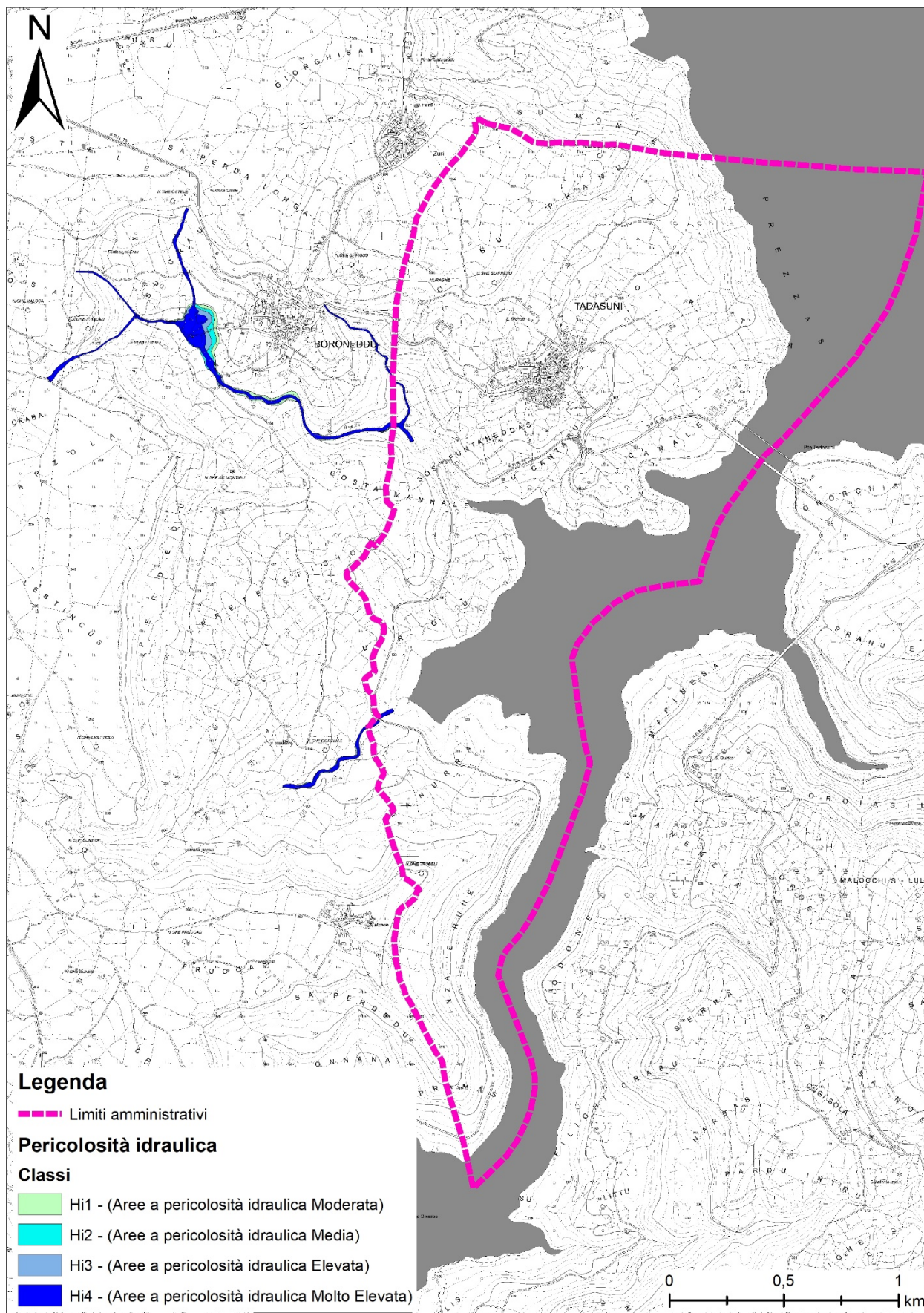


Figura 3 – Stralcio della cartografia PAI relativa al pericolo idraulico approvata con Delibera n. 1 del 13.12.2011, in scala 1:20.000.

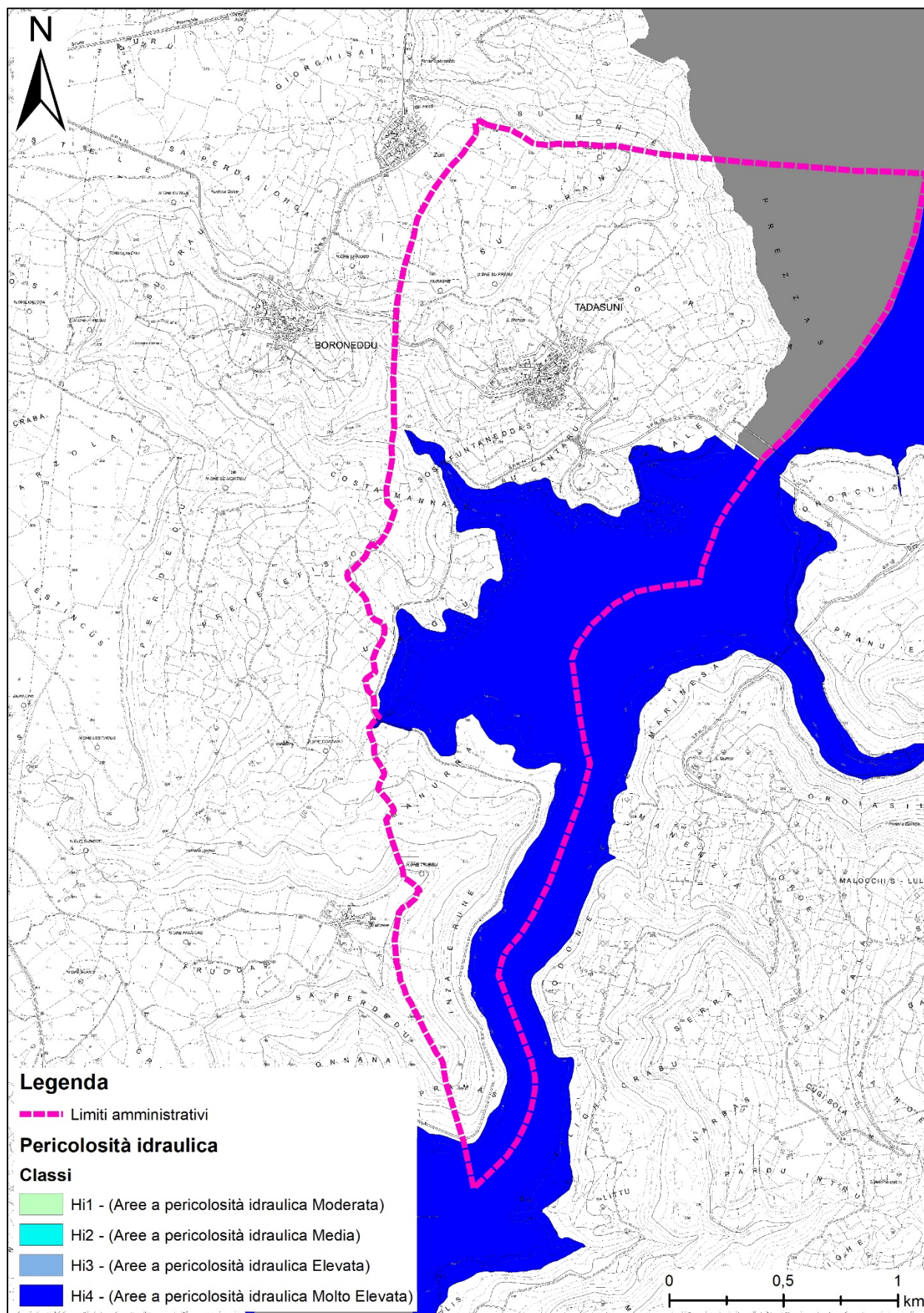


Figura 4 - Stralcio della cartografia PAI relativa al pericolo idraulico approvata con Delibera n. 119 del 05.11.2019, in scala 1:20.000.

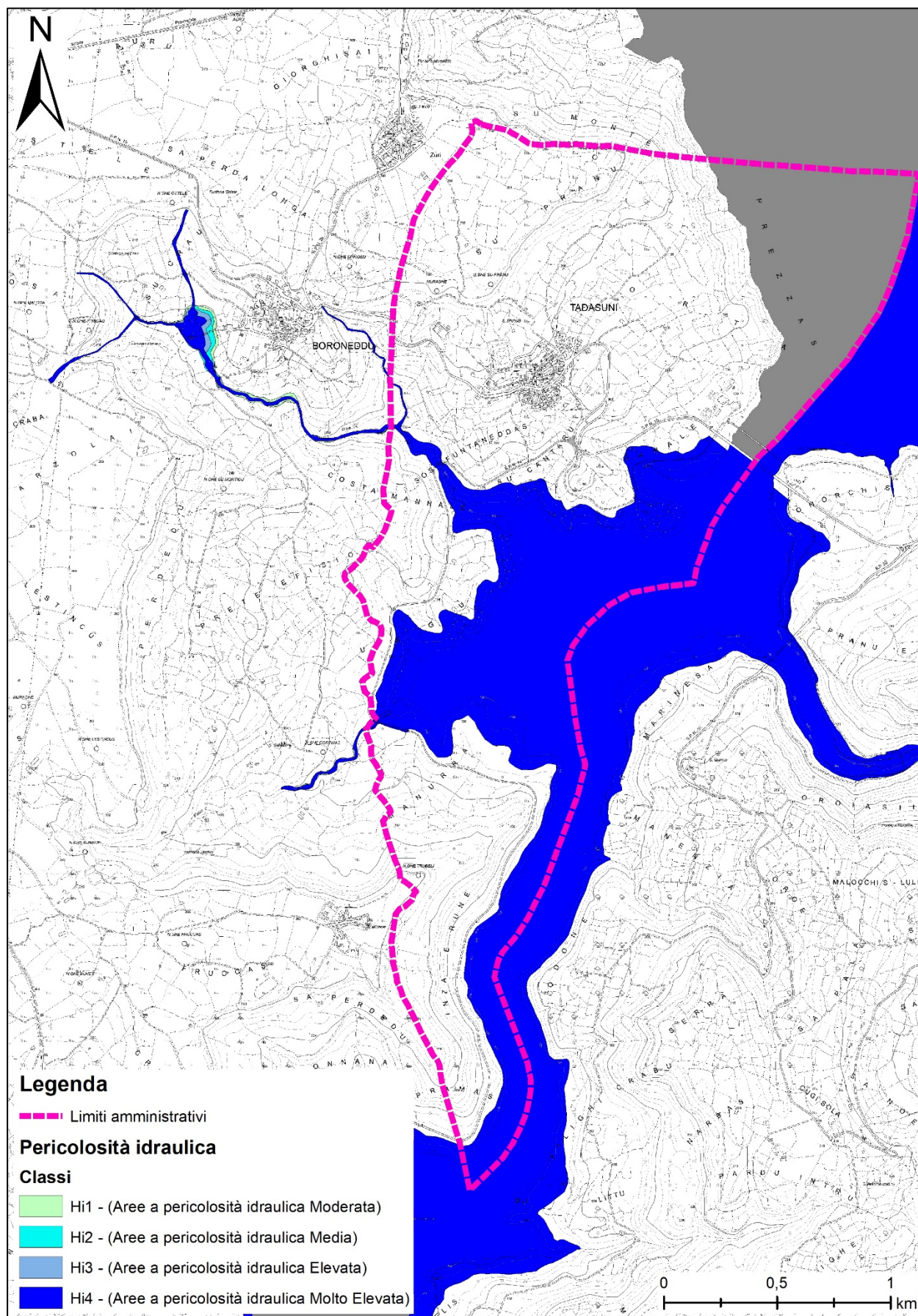


Figura 5 – Stralcio della cartografia PAI (Rev. Dicembre 2023) relativa al pericolo idraulico, in scala 1:20.000.

4 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica si basa innanzitutto sulla definizione del reticolo idrografico di riferimento. Come definito dall'art. 1 della Delibera n. 3 del 30.07.2015 il Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino della Sardegna stabilisce che per le finalità di applicazione delle Norme di Attuazione del PAI, il reticolo idrografico di riferimento per l'intero territorio regionale è rappresentato dall'insieme degli elementi idrici contenuti nello strato informativo 04_ELEMENTO_IDRICO.shp del DBGT_10k_Versione 0.1 (Database Geotopografico 1:10.000), e nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia – serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965.

Il presente studio si basa sull'aggiornamento del reticolo idrografico condotto ai sensi dell'art. 30 ter delle Norme di Attuazione del PAI, i cui elaborati sono trasmessi unitamente alla presente documentazione.

Per la valutazione delle portate di calcolo, si è operato utilizzando procedure GIS, seguendo le seguenti fasi:

1. Prima fase: individuazione delle superfici scolanti elementari.
2. Seconda fase: aggregazione delle superfici scolanti elementari per individuare i bacini idrografici afferenti ai corsi d'acqua oggetto di valutazione idraulica. Per ogni bacino individuato, è stata determinata l'asta principale che raccoglie e convoglia le acque di scorrimento fino alla sezione di chiusura assunta. Successivamente, sono stati definiti i parametri geometrici e idrologici per ogni bacino e asta fluviale.
3. Terza fase: applicazione delle metodologie di calcolo note in letteratura per effettuare le valutazioni idrologiche e definire i valori delle portate defluenti.

Il calcolo della portata è stato effettuato conformemente a quanto previsto nelle Linee Guida del PAI. In esse si rileva che, in mancanza di dati osservati, si dovrà fare ricorso alle metodologie di calcolo disponibili, che possono essere inquadrare in due grandi sottoinsiemi: il primo è noto sotto la generale definizione di **Metodi Diretti**, il secondo come **Metodi Indiretti**, in cui l'aggettivo diretto o indiretto specifica se la portata al colmo in qualunque sezione è ricavata mediante metodi statistici a partire da valori storici di portata monitorati per il bacino di riferimento, o indirettamente tramite **trasformazione afflussi-deflussi**.

In particolare, il concetto di "trasformazione afflussi-deflussi" raggruppa l'insieme di quei diversi processi idrologici che concorrono alla formazione del deflusso a partire dalla precipitazione meteorica. In Sardegna, per la valutazione della distribuzione probabilistica delle piogge, si fa principalmente riferimento al metodo del **TCEV (Two Components Extreme Values)**, oppure alle formule che utilizzano la distribuzione probabilistica **Log-Normale**.

Nel presente caso si farà ricorso alla metodologia indiretta di trasformazione afflussi-deflussi, basata sulla stima della precipitazione attesa ai diversi tempi di ritorno, con l'utilizzo delle curve di possibilità pluviometrica ottenuta dall'applicazione della distribuzione probabilistica TCEV, ottenuta a partire da una serie di dati più estesa rispetto alla distribuzione Log-Normale.

Le valutazioni probabilistiche delle portate di piena sono state condotte con riferimento ai tempi di ritorno di **50, 100, 200 e 500 anni**.

Tale processo di analisi ha avuto le sue prime formulazioni nel 1850 (Mulvaney) con la Formula Razionale, la cui relazione definisce il valore della portata al colmo Q_c per un assegnato periodo di ritorno T per effetto di una precipitazione ricadente in un bacino assegnato.

Il metodo razionale assume la precipitazione uniformemente distribuita nello spazio e nel tempo e si fonda sull'uso della curva di possibilità pluviometrica (della pioggia ragguagliata) e sulle seguenti assunzioni:

- che la portata al colmo Q_c con assegnato tempo di ritorno T sia la maggiore tra le portate al colmo di tutti gli eventi di piena a intensità costante ricavati dalla curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno T ;
- che, a parità di tempo di ritorno T , la portata al colmo maggiore sia prodotta dall'evento con durata uguale al tempo di corrivazione t_c del bacino;
- che la portata al colmo Q_c dell'evento di piena causato da una precipitazione ragguagliata rappresentata da un ietogramma a intensità costante di durata t_c sia proporzionale al prodotto dell'intensità di pioggia ragguagliata i_r e della superficie del bacino S , attraverso un coefficiente di proporzionalità C legato alle caratteristiche del bacino e al suo grado di impermeabilità.

Entrando nel merito delle specifiche grandezze che influenzano il metodo scelto, si rileva che le semplificazioni riguardano sia il grado di precisione della stima dell'intensità di pioggia e della sua distribuzione spaziale, sia, evidentemente, la superficie e la forma del bacino, come pure l'individuazione della pioggia netta, e passa attraverso una schematizzazione della risposta del bacino stesso. Le considerazioni esposte, dunque, inducono a ritenere che possa essere accettato un grado di scostamento rispetto alle condizioni che realmente potrebbero verificarsi.

In fase di valutazione delle grandezze richiamate, sarà opportuno considerare il grado di imprecisione che deriva dalla valutazione dell'intensità di pioggia, dalla sua distribuzione spaziale e dal comportamento del bacino idrografico per quanto attiene il processo di trasformazione afflussi-deflussi, e alla luce di tale imprecisione operare delle scelte oculate, sempre a vantaggio della sicurezza.

4.1 INDIVIDUAZIONE DEL BACINO TRIBUTARIO ALLA SEZIONE DI INTERESSE

Per l'analisi morfologica preliminare dei bacini in studio è stato impiegato il modello digitale del terreno (DTM fonte RAS), con una risoluzione a 1 metro, il quale ha assicurato una copertura quasi totale dell'intero territorio oggetto di studio. Per le aree residue non coperte dal DTM con risoluzione di 1 metro, è stato utilizzato un DTM con risoluzione di 10 metri. Al fine di garantire uniformità nei dati, è stato effettuato un ricampionamento, ottenendo così un DTM con risoluzione di 5 metri

Inoltre, per ricavare ulteriori informazioni, si è fatto riferimento a:

- Carta Tecnica Regionale Numerica della Sardegna in scala 1:10.000;
- Ortofoto e immagini satellitari dal 1954 al 2019 della raccolta cartografica presente sul Geoportale della Regione Sardegna;
- Immagini satellitari Google Earth.

Nello specifico, sono state valutate le seguenti grandezze:

- Superficie del bacino (S): la superficie totale del bacino idrografico.
- Lunghezza dell'asta principale (La): ottenuta dalla somma delle lunghezze dei segmenti costituenti lo shapefile relativo al corso d'acqua.
- Altitudine media (zm) e minima (z0) del bacino: ricavate attraverso l'analisi in ambiente GIS delle celle del Modello Digitale del Terreno (DTM).
- Pendenza media del bacino (ib): determinata dall'analisi delle pendenze medie delle celle del DTM in ambiente GIS.
- Pendenza media dell'asta principale (im): calcolata come media pesata delle pendenze dei segmenti che compongono l'asse fluviale.

La valutazione accurata di queste grandezze è fondamentale per una corretta analisi idrologica e per la determinazione delle portate di calcolo. Complessivamente, sono stati individuati **7 bacini**, con valori di estensione areale compresa tra 0,20 e 5,91 km² (Tabella 1).

ID BACINI	SEZIONE DI CHIUSURA	S (km ²)	La (km)	ZM (m s.l.m.)	ZO (m s.l.m.)	IB [-]	IM [-]
RIU BOELIS_1	SC_01	0,20	0,53	150,1	101,7	3,43	3,43
095016_FIUME_71760	SC_02	1,24	2,20	245,4	122,3	3,58	6,85
095016_FIUME_82731	SC_03	0,74	1,40	263,4	197,2	1,51	5,38
RIU BOELIS_3	SC_04	2,48	3,25	275,9	197,7	1,38	2,96
RIU BOELIS_2	SC_05	0,79	1,43	206,9	120,8	5,02	5,31
REV_EL_IDR_095064_0001	SC_06	0,65	1,35	181,6	105,4	10,09	9,12
RIU PALAI	SC_07	5,91	4,20	249,0	99,5	2,98	4,30

Tabella 1 – Caratteristiche morfometriche dei bacini in studio.

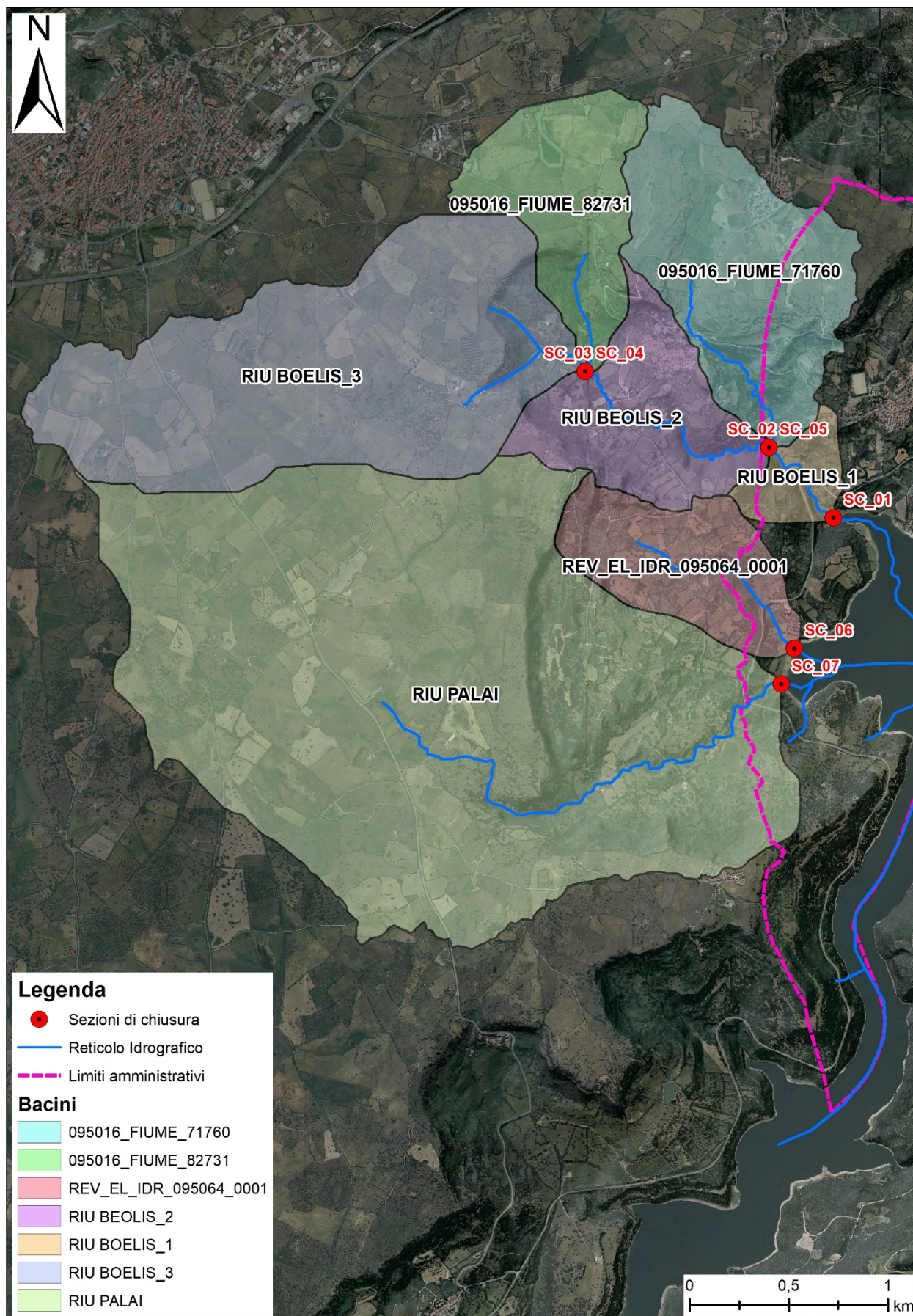


Figura 6 – Bacino idrografici definiti sul base DTM 5 m e Ortofoto 2019 (fornite da AGEA alla Regione Sardegna).

4.2 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE AL COLMO

La stima delle portate al colmo è stata effettuata utilizzando il **metodo razionale**, altrimenti definito **metodo cinematico o della corrivazione**. Un metodo “antico” di progetto per la stima della portata al colmo Q_c alla sezione di chiusura di un bacino con tempo di ritorno T assegnato, tuttora largamente utilizzato per il dimensionamento delle reti di fognatura pluviale. Il metodo si basa su una schematizzazione del processo di trasformazione afflussi-deflussi e sulle ipotesi enunciate precedentemente.

La portata al colmo relativa al tempo di ritorno T viene usualmente stimata tramite l'espressione:

$$Q(T) = \frac{S \cdot ARF \cdot \varphi \cdot h(T, T_p)}{3.6 T_p}$$

dove:

- S è la superficie del bacino (km^2);
- **ARF** (*areal reduction factor* o coefficiente di riduzione areale) esprime il rapporto tra l'altezza di pioggia media su tutto il bacino e l'altezza di pioggia in un punto (centro di scroscio) al suo interno, valutati a parità di durata e di tempo di ritorno;
- φ è il coefficiente di afflusso che rappresenta l'aliquota di precipitazione che, in occasione della piena, scorre in superficie;
- $h(T, T_p)$ è l'altezza di pioggia, in mm, che cade in punto del bacino durante una precipitazione di durata pari a T_p e con assegnato tempo di ritorno T ;
- T_p indica la durata della pioggia (ore).

Nella valutazione dell'intensità di pioggia si è ritenuto di utilizzare le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica ricavate per la Sardegna con la distribuzione TCEV, come meglio illustrato nei paragrafi successivi.

4.2.1 RAGGUAGLIO ALL'AREA

Il coefficiente di riduzione ARF può essere stimato sulla base delle espressioni ricavate a Wallingford:

$$r = 1 - (0,0394 \cdot S^{0.354}) \cdot \tau^{(-0,4+0,0208 \cdot \ln(4,6-\ln(S)))} \quad \text{per} \quad S < 20 \text{ km}^2$$

$$r = 1 - (0,0394 \cdot S^{0.354}) \cdot \tau^{(-0,4+0,003832 \cdot (4,6-\ln(S))^2)} \quad \text{per} \quad S > 20 \text{ km}^2$$

dove S rappresenta la superficie del bacino in km^2 e τ la durata della pioggia in ore.

Per bacini con superfici $S < 1 \text{ km}^2$, si è assunto un coefficiente di ragguaglio all'area pari ad 1.

Nella Tabella 2 sono riportati i valori di coefficiente di riduzione areale ARF calcolati per i bacini in studio.

ID BACINO [-]	SUPERFICIE (S) (km^2)	COEFFICIENTE DI RIDUZIONE AREALE (ARF) [-]
RIU BOELIS_1	0,20	1
095016_FIUME_71760	1,24	0,8928022
095016_FIUME_82731	0,74	1
RIU BOELIS_3	2,48	0,9095527
RIU BOELIS_2	0,79	1
REV_EL_IDR_095064_0001	0,65	1
RIU PALAI	5,91	0,9060552

Tabella 2 – Coefficiente di riduzione areale (ARF) calcolato per ogni bacino con $S < 1 \text{ km}^2$.

4.2.2 TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il calcolo del tempo di corrivazione dei bacini t_c , in ore, è stato eseguito utilizzando le principali formule applicabili ai bacini sardi di superficie limitata, ossia:

- Soil Conservation Service $t_c = 0.00227 (1000 L_a)^{0.8} [(1000/CN) - 9]^{0.7} i_b^{-0.5}$
- Ventura $t_c = 0,1272 \sqrt{\frac{S}{i_m}}$
- Pasini $t_c = \frac{0,108}{\sqrt{i_m}} (S \cdot L_a)^{1/3}$
- Giandotti $t_c = \frac{4 \sqrt{S} + 1,5 L_a}{0,8 \sqrt{z_m - z_0}}$
- Viparelli $t_c = \frac{L_a}{3,6 V}$
- VAPI $t_c = 0,212 \cdot S^{0,231} \cdot \left(\frac{z_m}{i_m}\right)^{0,289}$

dove:

- **S**= superficie del bacino (km^2);
- **L_a** = lunghezza dell'asta principale (km);
- **V**= velocità media di scorrimento superficiale (m/s), posta pari a 1.5 m/s;
- **z_m** = quota media del bacino (m s.l.m.);
- **z_0** = quota della sezione di chiusura (m s.l.m.);
- **i_m** = pendenza media dell'asta principale del bacino [-];
- **i_b** = pendenza media percentuale del bacino [-];
- **CN**= Curve Number del Soil Conservation Service [-], compreso fra 0 e 100.

In Tabella 3 si riportano i valori dei tempi di corrivazione t_c , espressi in ore, calcolati con le formule precedentemente descritte.

ID BACINO	SOIL CONSERVATION SERVICE	VENTURA	PASINI	GIANDOTTI	VIPARELLI	VAPI
RIU BOELIS_1	0,30	0,31	0,28	0,46	0,10	1,65
095016_FIUME_71760	0,76	0,54	0,58	0,87	0,41	2,86
095016_FIUME_82731	0,94	0,47	0,47	0,85	0,26	3,33
RIU BOELIS_3	1,59	1,16	1,26	1,58	0,60	4,57
RIU BOELIS_2	0,48	0,49	0,49	0,77	0,27	2,23
REV_EL_IDR_095064_0001	0,35	0,34	0,34	0,75	0,25	1,67
RIU PALAI	1,47	1,49	1,52	1,64	0,78	4,35

Tabella 3 - Tempi di corrivazione per il bacino studiato.

Per motivi di cautela, si è scelto di utilizzare per i calcoli il tempo di corrivazione più basso tra quelli ricavati, evidenziato con il colore verde nella Tabella 3.

4.2.3 COEFFICIENTE D'AFFLUSSO

Per la stima del coefficiente di afflusso φ si è adottato il metodo del *Curve Number* (CN) del *Soil Conservation Service* (SCS), per il quale:

$$\varphi = \frac{h_n}{P} = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S) P}$$

dove:

- h_n è l'altezza di pioggia netta cumulata totale;
- P è l'afflusso meteorico lordo cumulato totale;
- I_a rappresenta le perdite iniziali;
- S è il volume specifico (o capacità) di massima potenziale ritenzione del suolo, ossia la quantità d'acqua immagazzinabile nel terreno in condizioni di saturazione, in funzione della natura ed uso del suolo, della possibilità di infiltrazione e delle condizioni di umidità antecedenti l'evento meteorico (AMC) attraverso il parametro del CN. Il calcolo di S è stato eseguito utilizzando la formula di seguito riportata:

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

$$I_a = 0,2 S$$

L'indice CN, adimensionale, è un fattore decrescente della permeabilità compreso tra 0 e 100 ed è espresso, come detto, in funzione di tre aspetti:

- Natura del suolo;
- Tipo di copertura vegetale;
- Condizioni di umidità al suolo antecedenti le precipitazioni (AMC).

I valori di CN corrispondenti alle categorie AMC I e AMC III sono stati ricavati dal valore del CN II, corrispondente alla categoria AMC II, che rappresenta una condizione media.

Ai fini prudenziali si è scelto di ricalibrare il CN II, portandolo a CN III, che è quello che implica le condizioni di umidità del suolo più elevate, e conseguentemente maggiore impermeabilità.

$$CN(III) = \frac{23 \text{ CN(II)}}{10 - 0.13 \text{ CN(II)}}$$

Considerando lo stato vegetativo e l'utilizzo del suolo attuali, desumibili dalle ortofoto RAS 2019, dalle acquisizioni satellitari più recenti di Google e dalle osservazioni derivanti da sopralluoghi diretti, è stata presa la decisione di ricalibrare i valori di CN ottenuti dalla carta dell'uso del suolo.

Questa decisione ha implicato l'adozione di valori CN più elevati, e dunque più conservativi.

ID BACINO	CURVE NUMBER (CN III)
RIU BOELIS_1	91
095016_FIUME_71760	95
095016_FIUME_82731	92
RIU BOELIS_3	96
RIU BOELIS_2	94
REV_EL_IDR_095064_0001	92
RIU PALAI	94

Tabella 4 – Valori del Curve Number utilizzato per calcoli effettuati sui bacini in studio.

4.2.4 DETERMINAZIONE DELLA PIOGGIA INDICE GIORNALIERA

Per la definizione delle precipitazioni sono state prese in considerazione le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica proposte da Deidda e Piga (1998), ricavate con la distribuzione TCEV e tarate per lo studio di eventi estremi di precipitazioni brevi ed intense in Sardegna.

La procedura individuata definisce innanzitutto la sottozona omogenea SZO della Regione Sardegna di appartenenza dei bacini in esame, secondo la divisione riportata in Figura 7 A; la pioggia indice giornaliera μ_g viene stimata sulla base della carta delle isoiete in Figura 7 B.

I bacini idrografici relativi all'area oggetto di studio ricadono nella **sottozona omogenea n. 1**, per quanto riguarda il valore di pioggia indice giornaliera, per i bacini studiati sono stati adottati i valori pari a $\mu_g = 51$ mm per il bacino n.1, $\mu_g = 53$ mm per il bacino n.4, e $\mu_g = 52$ mm per i bacini n. 2, 3, 5, 6, 7.

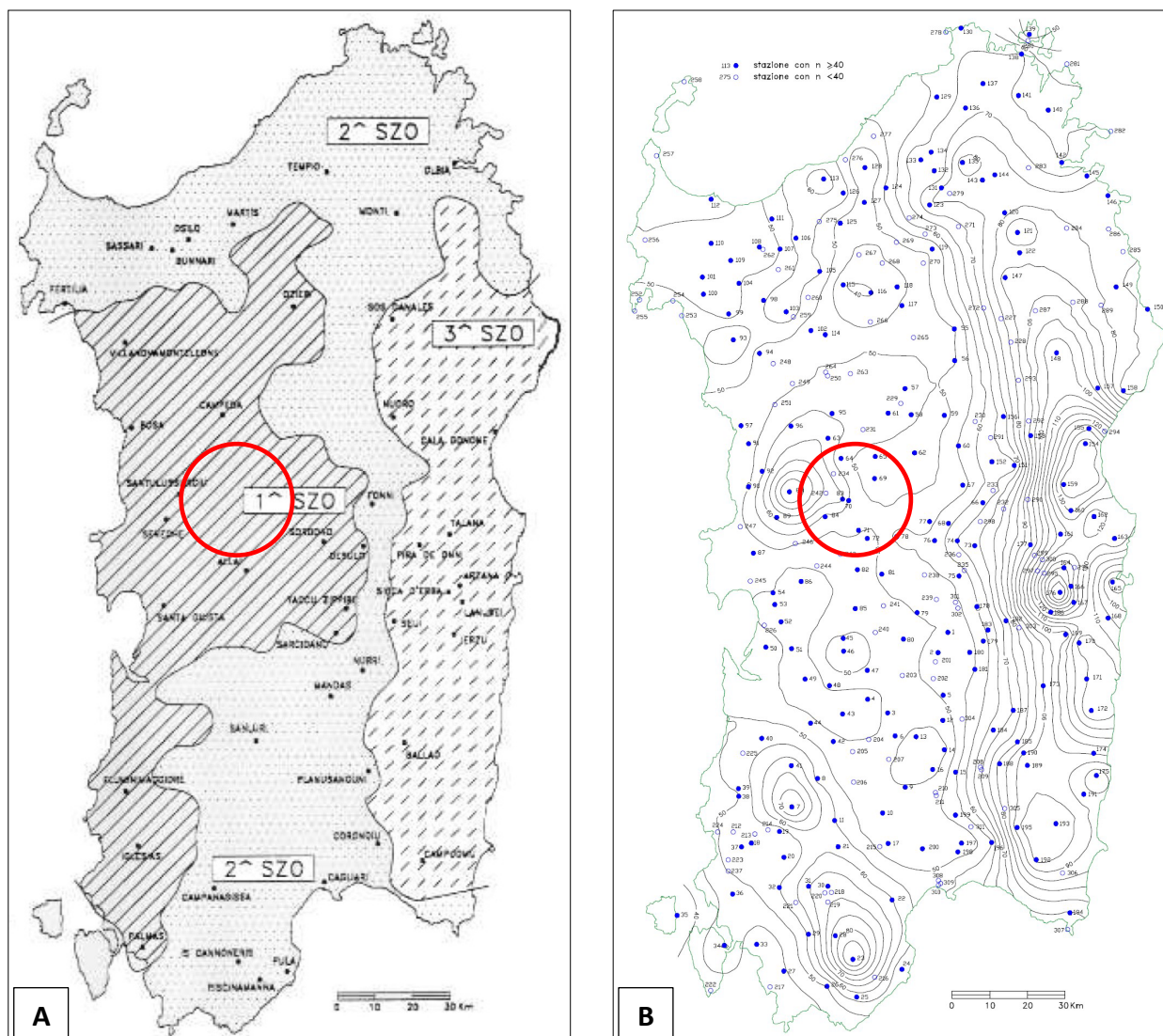


Figura 7 - A: Ripartizione del territorio in tre sottozone omogenee - B: Carta delle isoiete della pioggia indice (Deidda e Piga, 1998). Il cerchio rosso indica l'area in studio.

La **pioggia indice** $\mu(\tau)$ di durata generica τ , media dei massimi annui delle piogge di durata τ , viene espressa secondo la formula:

$$\mu(\tau) = a_1 \tau^{n_1}$$

dove i coefficienti a_1 e n_1 vengono determinati in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g , secondo le relazioni:

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

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \text{Log}(\mu_g)$$

L'altezza di pioggia $h_T(\tau)$ di durata τ con assegnato tempo di ritorno T in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(\tau)$ per il coefficiente di crescita $K_T(\tau) = a_2 \cdot \tau^{n_2}$, giungendo alla relazione:

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

dove i coefficienti a_2 e n_2 variano in funzione del tempo di ritorno T e della durata della pioggia secondo le relazioni:

T ≤ 10 anni

- | | | |
|---------|---|--|
| - SZO 1 | $a_2 = 0,66105 + 0,85994 \cdot \text{Log}(T)$ | $n_2 = -1,3558 \cdot 10^{-4} - 1,3660 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}(T)$ |
| - SZO 2 | $a_2 = 0,64767 + 0,89360 \cdot \text{Log}(T)$ | $n_2 = -6,0189 \cdot 10^{-4} + 3,2950 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}(T)$ |
| - SZO 3 | $a_2 = 0,62408 + 0,95234 \cdot \text{Log}(T)$ | $n_2 = -2,5392 \cdot 10^{-4} + 4,7188 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}(T)$ |

T > 10 anni

- | | | |
|---------|--|---|
| - SZO 1 | <ul style="list-style-type: none"> $a_2 = 0,46378 + 1,0386 \cdot \text{Log}(T)$ $n_2 = -0,18449 + 0,23032 \cdot \text{Log}(T) - 3,3330 \cdot 10^{-2} \cdot (\text{Log}(T))^2$ $n_2 = -1,0563 \cdot 10^{-2} - 7,9034 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$ | $\tau \leq 1 \text{ ora}$
$\tau > 1 \text{ ora}$ |
| - SZO 2 | <ul style="list-style-type: none"> $a_2 = 0,44182 + 1,0817 \cdot \text{Log}(T)$ $n_2 = -0,18676 + 0,24310 \cdot \text{Log}(T) - 3,5453 \cdot 10^{-2} \cdot (\text{Log}(T))^2$ $n_2 = -5,6593 \cdot 10^{-2} - 4,0872 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$ | $\tau \leq 1 \text{ ora}$
$\tau > 1 \text{ ora}$ |
| - SZO 3 | <ul style="list-style-type: none"> $a_2 = 0,41273 + 1,1370 \cdot \text{Log}(T)$ $n_2 = -0,19055 + 0,25937 \cdot \text{Log}(T) - 3,8160 \cdot 10^{-2} \cdot (\text{Log}(T))^2$ $n_2 = 1,5878 \cdot 10^{-2} - 7,6250 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$ | $\tau \leq 1 \text{ ora}$
$\tau > 1 \text{ ora}$ |

In Tabella 5 si riportano i parametri delle curve di possibilità pluviometrica, calcolati considerando i tempi di ritorno **T** pari a **50, 100, 200 e 500 anni**, ovvero i periodi di ritorno convenzionalmente utilizzati per la definizione delle aree a pericolosità idraulica.

ID BACINO	μ_g	a_1	n_1	T (ANNI)	a_2	n_2		$h(t_c)$ (mm)	$i(t_c)$ (mm/h)
						$\tau \leq 1h$	$\tau > 1h$		
RIU BOELIS_1	51	20,8324	0,3198	50	2,3052	0,1106	-0,0240	17,697	179,969
				100	2,6315	0,1428	-0,0264	18,747	190,648
				200	2,9578	0,1690	-0,0287	19,830	201,662
				500	3,3891	0,1943	-0,0319	21,425	217,881
095016_FIUME_71760	52	20,9717	0,3238	50	2,3052	0,1106	-0,0240	32,781	80,170
				100	2,6315	0,1428	-0,0264	36,357	88,918
				200	2,9578	0,1690	-0,0287	39,920	97,630
				500	3,3891	0,1943	-0,0319	44,716	109,360
095016_FIUME_82731	52	20,9717	0,3238	50	2,3052	0,1106	-0,0240	26,927	103,567
				100	2,6315	0,1428	-0,0264	29,433	113,204
				200	2,9578	0,1690	-0,0287	31,936	122,831
				500	3,3891	0,1943	-0,0319	35,365	136,020
RIU BOELIS_3	53	21,1091	0,3278	50	2,3052	0,1106	-0,0240	38,956	64,708
				100	2,6315	0,1428	-0,0264	43,749	72,668
				200	2,9578	0,1690	-0,0287	48,524	80,600
				500	3,3891	0,1943	-0,0319	54,890	91,174
RIU BOELIS_2	52	20,9717	0,3238	50	2,3052	0,1106	-0,0240	27,217	102,135
				100	2,6315	0,1428	-0,0264	29,773	111,727
				200	2,9578	0,1690	-0,0287	32,326	121,306
				500	3,3891	0,1943	-0,0319	35,819	134,416
REV_EL_IDR_095064_0001	52	20,9717	0,3238	50	2,3052	0,1106	-0,0240	26,524	105,625
				100	2,6315	0,1428	-0,0264	28,959	115,324
				200	2,9578	0,1690	-0,0287	31,393	125,017
				500	3,3891	0,1943	-0,0319	34,733	138,319
RIU PALAI	52	20,9717	0,3238	50	2,3052	0,1106	-0,0240	43,385	55,661
				100	2,6315	0,1428	-0,0264	49,129	63,031
				200	2,9578	0,1690	-0,0287	54,861	70,385
				500	3,3891	0,1943	-0,0319	62,466	80,141

Tabella 5 – Parametri delle curve di possibilità pluviometrica, calcolati considerando i tempi di ritorno T pari a 50, 100, 200 e 500 anni. I parametri “h” e “i” indicano rispettivamente altezza ed intensità delle precipitazioni.

4.3 CALCOLO DELLE PORTATE AL COLMO

Come descritto in precedenza, per il calcolo delle portate di colmo Q_c dei bacini in analisi, si è fatto ricorso al metodo probabilistico indiretto, valutato come il più funzionale per il contesto in analisi.

In Tabella 6 si riportano in i valori di portata al colmo misurati alla sezione di chiusura, ottenuti per i periodi di ritorno T pari a 50, 100, 200 e 500 anni.

SEZIONE DI CHIUSURA	TEMPO DI RITORNO (T_R)	PORTATA AL COLMO (Q_c)
	(anni)	(m^3/s)
SC_01	50	2,401
	100	2,739
	200	3,102
	500	3,660
SC_02	50	15,680
	100	18,136
	200	20,614
	500	23,991
SC_03	50	8,983
	100	10,504
	200	12,069
	500	14,278
SC_04	50	29,785
	100	34,547
	200	39,330
	500	45,750
SC_05	50	11,778
	100	13,561
	200	15,378
	500	17,912
SC_06	50	7,951
	100	9,288
	200	10,665
	500	12,611
SC_07	50	54,566
	100	64,705
	200	74,962
	500	88,728

Tabella 6 – Portate al colmo relative ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

4.4 OPERE INTERFERENTI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

Nel territorio comunale di Tadasuni sono stati censiti tre attraversamenti relativi alla Strada Provinciale 74 che interferiscono con il reticolo idrografico. La funzionalità di queste opere è stata valutata nell'ambito dello studio idraulico che si è servito dei parametri geometrici rilevati durante i sopralluoghi.

In Tabella 7, Tabella 8 e Tabella 9 è presente un report fotografico dettagliato, congiunto ai principali parametri geometrici relativi a ogni manufatto di attraversamento analizzato.

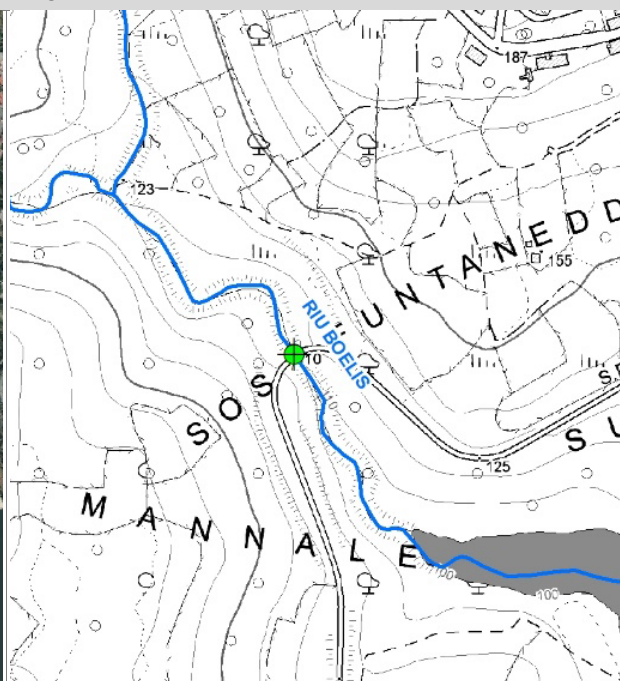
ATTRAVERSAMENTO N. 1

Denominazione fiume: Riu Boelis Denominazione strada: SP 74

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Larghezza dell'attraversamento:	10,80 m (distanza misurata dal piano stradale)
Luce:	5,00 m (distanza misurata tra i paramenti interni dell'opera)
Altezza dell'attraversamento:	9,80 m (distanza misurata tra il fondo alveo e il piano stradale)
Altezza interna:	9,00 m (distanza misurata tra il fondo alveo e l'intradosso)
Spessore:	0,80 m (distanza misurata tra intradosso e estradosso)

LOCALIZZAZIONE



REPORT FOTOGRAFICO



Tabella 7 – Caratteristiche geometriche, localizzazione e report fotografico dell'attraversamento n. 1.

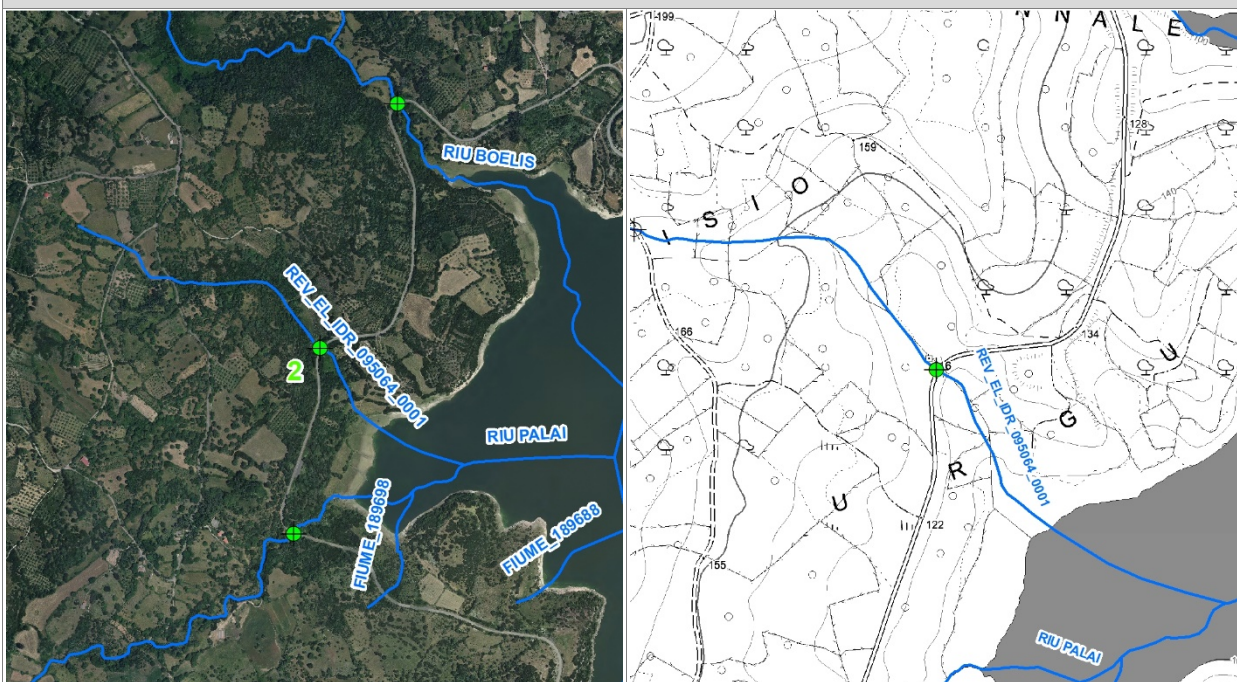
ATTRAVERSAMENTO N. 2

Denominazione fiume: REV_EL_IDR_095064_0001 Denominazione strada: SP 74

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Larghezza dell'attraversamento:	9,50 m (distanza misurata dal piano stradale)
Luce:	5,00 m (distanza misurata tra i paramenti interni dell'opera)
Altezza dell'attraversamento:	8,60 m (distanza misurata tra il fondo alveo e il piano stradale)
Altezza interna:	6,50 m (distanza misurata tra il fondo alveo e l'intradosso)
Spessore:	0,60 m (distanza misurata tra intradosso e estradosso)

LOCALIZZAZIONE



REPORT FOTOGRAFICO



Tabella 8 – Caratteristiche geometriche, localizzazione e report fotografico dell'attraversamento n. 2.

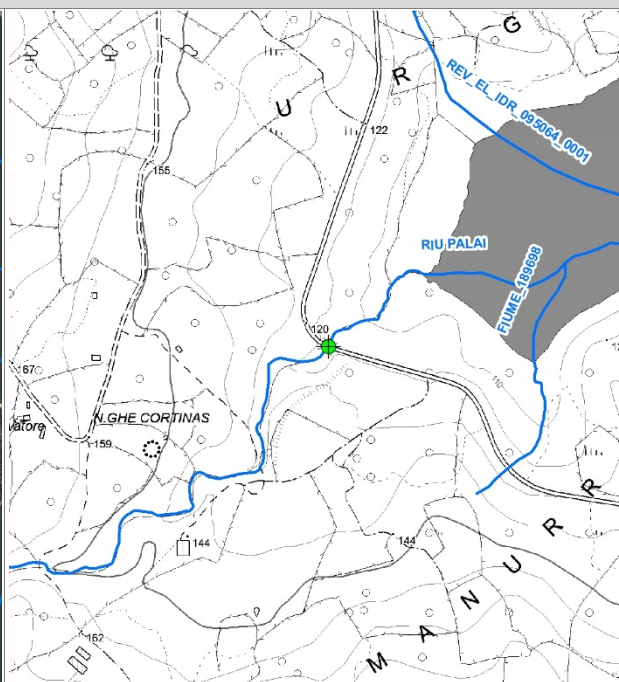
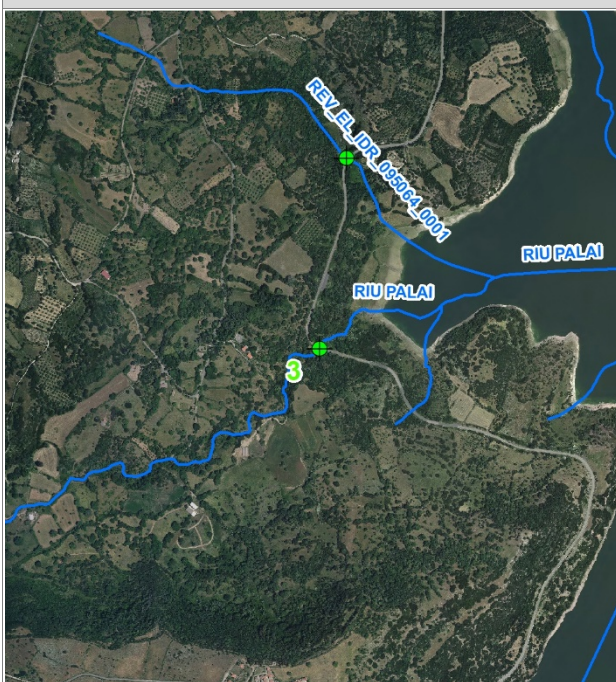
ATTRAVERSAMENTO N. 3

Denominazione fiume: Riu Palai Denominazione strada: SP 74

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Larghezza dell'attraversamento:	9,60 m (distanza misurata dal piano stradale)
Luce:	5,30 m (distanza misurata tra i paramenti interni dell'opera)
Altezza dell'attraversamento:	8,80 m (distanza misurata tra il fondo alveo e il piano stradale)
Altezza interna:	8,20 m (distanza misurata tra il fondo alveo e l'intradosso)
Spessore:	0,60 m (distanza misurata tra intradosso e estradosso)

LOCALIZZAZIONE



REPORT FOTOGRAFICO



Tabella 9 - Caratteristiche geometriche, localizzazione e report fotografico dell'attraversamento n. 3.