

REGIONE SARDEGNA

PROVINCIA DI SASSARI

COMUNE DI TULA

Oggetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO
DELLA POTENZA DI 33,52 MWp DA UBICARSI NEL TERRITORIO DEL
COMUNE DI TULA
LOCALITÀ MONTE UDULU**

Elaborato :

REL024 - Relazione Asseverata

TAVOLA:

REL024

PROPONENTE :

Alter Cinque S.R.L.

Sede
Via della Bufalotta 374, 00139 Roma (RM)



ALTER CINQUE SRL
Via della Bufalotta, 374
00139 Roma

PROGETTAZIONE :



GAMIAN CONSULTING SRL

Sede
Via Gioacchino da Fiore 74
87021 Belvedere Marittimo (CS)

Tecnici
Ing. Gaetano Voccia

Geologo

Dott. Giuseppe Grosso
Ciponte



PAGINE:

37

DATA:

Luglio 2024

REDAZIONE :

CONTROLLO :

APPROVAZIONE :

Codice Progetto: F.22.154

Rev.: 01 - Integrazioni

Gamian Consulting Srl si riserva la proprietà di questo documento e ne vieta la riproduzione e la divulgazione a terzi se non espressamente autorizzato

SPAZIO RISERVATO ALL'ENTE PUBBLICO

Sommario

1. Premessa	2
2. Inquadramento dell'area	2
3. Metodo di stima delle portate al colmo	7
3.1 Criteri generali.....	7
3.2 Metodo SCS per la definizione delle portate al colmo	7
4. Calcolo della Portata - Bacino A	12
4.1 Calcolo del tempo di corrivazione	12
4.2 Calcolo della durata della Pioggia (D) e del Tempo di Crescita dell'Onda di Piena (tp)	12
4.3 Calcolo del volume netto di pioggia per unità di superficie (Ro)	13
4.4 Calcolo della portata di picco (Qc).....	16
5. Calcolo della Portata - Bacino B	17
5.1 Calcolo del tempo di corrivazione	17
5.2 Calcolo della durata della Pioggia (D) e del Tempo di Crescita dell'Onda di Piena (tp)	17
5.3 Calcolo del volume netto di pioggia per unità di superficie (Ro)	18
5.4 Calcolo della portata di picco (Qc).....	21
6. Calcolo della Portata - Bacino C	23
6.1 Calcolo del tempo di corrivazione	23
6.2 Calcolo della durata della Pioggia (D) e del Tempo di Crescita dell'Onda di Piena (tp)	23
6.3 Calcolo del volume netto di pioggia per unità di superficie (Ro)	24
6.4 Calcolo della portata di picco (Qc).....	27
7. Calcolo della Portata - Bacino D	29
7.1 Calcolo del tempo di corrivazione	29
7.2 Calcolo della durata della Pioggia (D) e del Tempo di Crescita dell'Onda di Piena (tp)	29
7.3 Calcolo del volume netto di pioggia per unità di superficie (Ro)	30
7.4 Calcolo della portata di picco (Qc).....	33
8. Conclusioni	35

1. Premessa

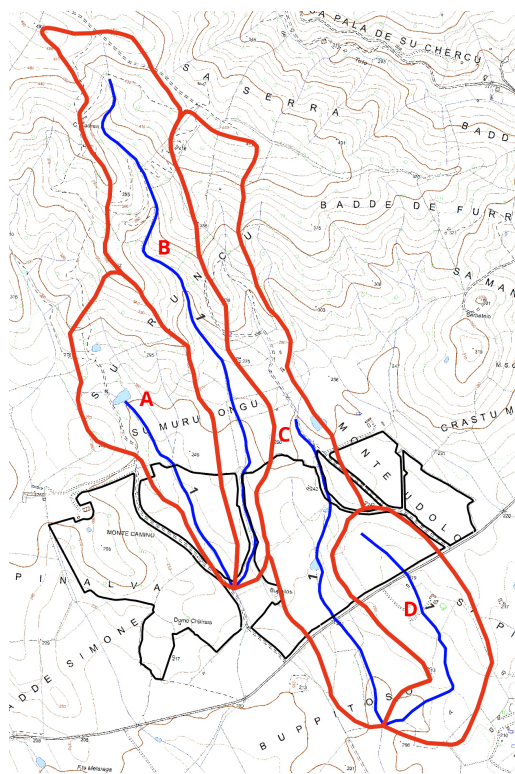
La presente relazione ha lo scopo di determinare la portata al colmo, con tempo di ritorno 200 anni, relativamente a quattro bacini idrografici ricadenti nel comune di Tula (SS), al fine di stabilirne la condizione di non significatività, così come previsto dalle "Linee guida e indicazioni metodologiche per la corretta individuazione e rappresentazione cartografica del reticolo idrografico ai sensi dell'art.30 ter, comma 6 delle Norme di attuazione del PAI".

2. Inquadramento dell'area

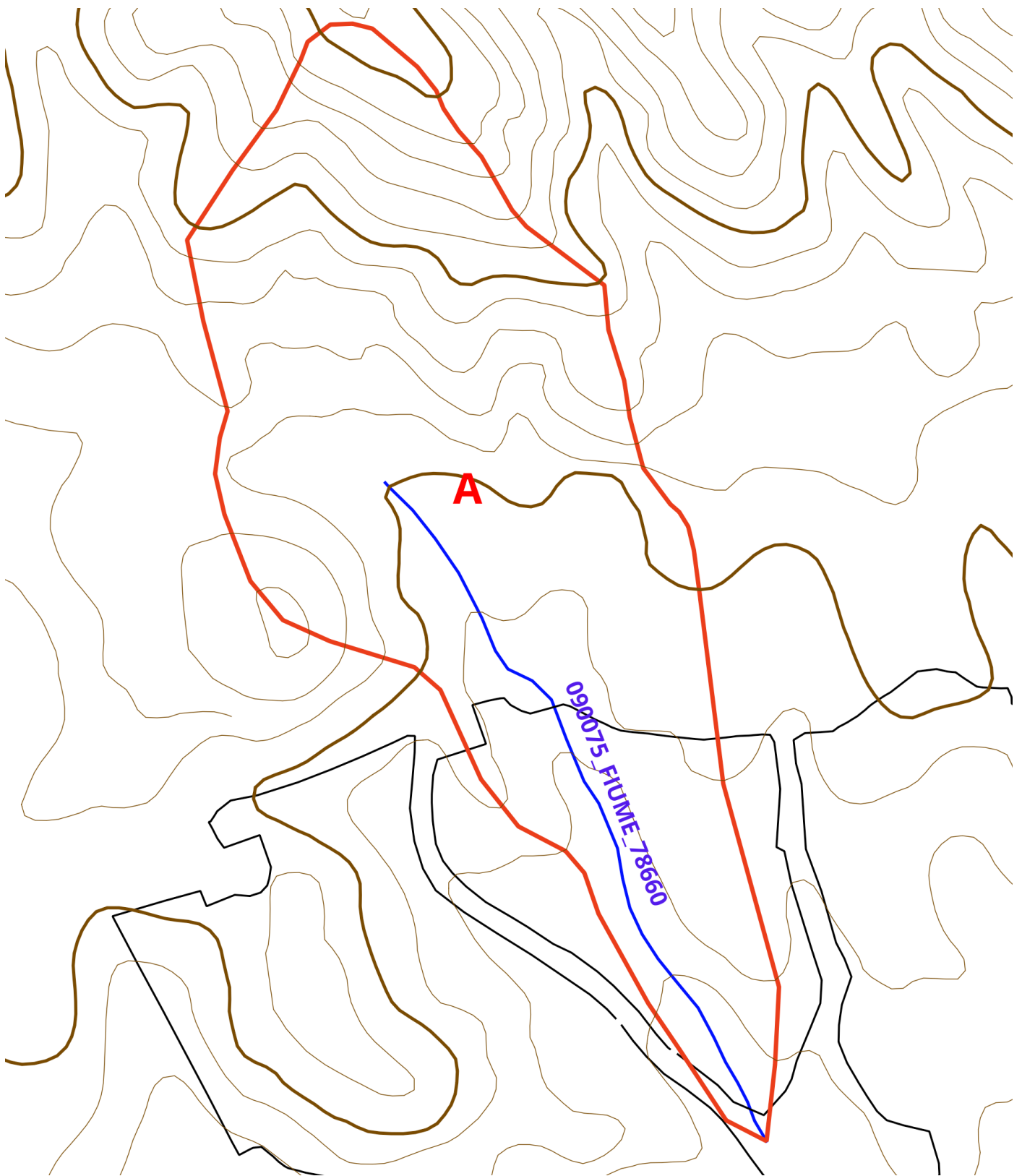
Come detto in premessa, i quattro bacini in studio ricadono nel comune di Tula (SS).

Nello specifico:

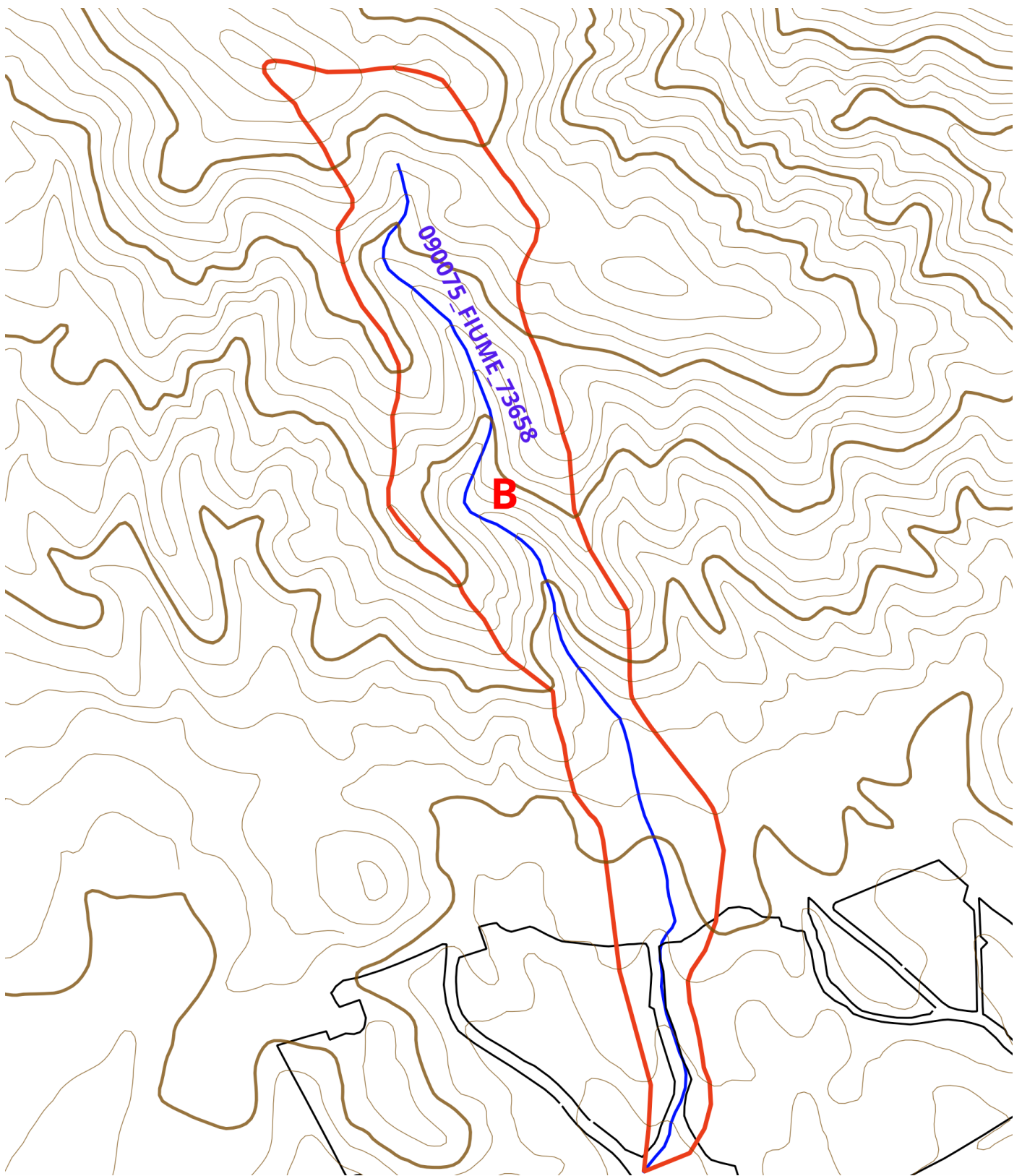
- il bacino "A" presenta un'area di 0,234 kmq ed è composto da un'asta di I ordine gerarchico, denominata "090075_FIUME_78660";
- il bacino "B" presenta un'area di 0,35 kmq ed è composto da un'asta di I ordine gerarchico, denominata "090075_FIUME_73658";
- il bacino "C" presenta un'area di 0,378 kmq ed è composto da un'asta di I ordine gerarchico, denominata "RIU TULA GIOSSO";
- il bacino "D" presenta un'area di 0,199 kmq ed è composto da un'asta di I ordine gerarchico, denominata "090075_FIUME_85997";



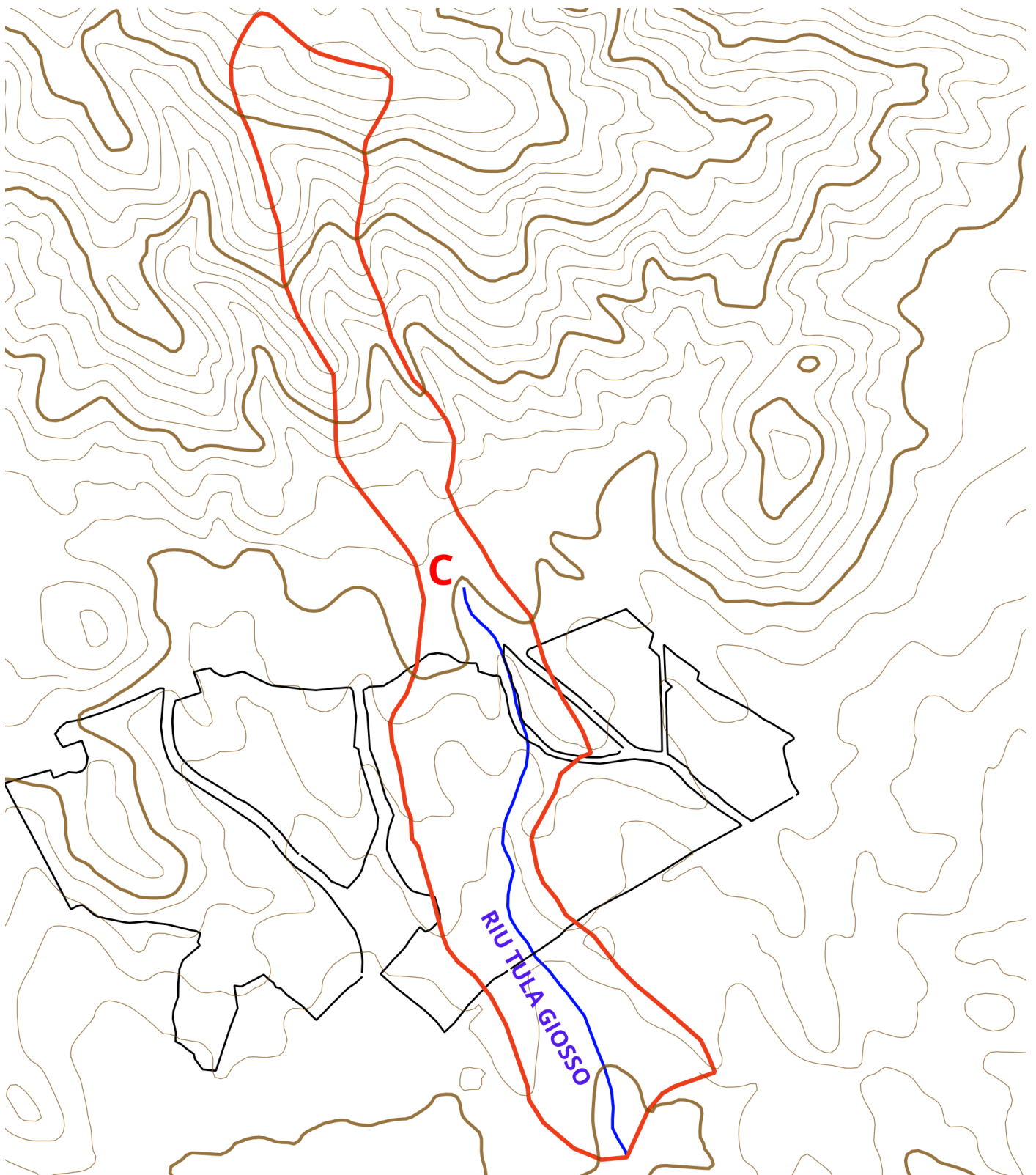
Inquadramento bacini oggetto di studio



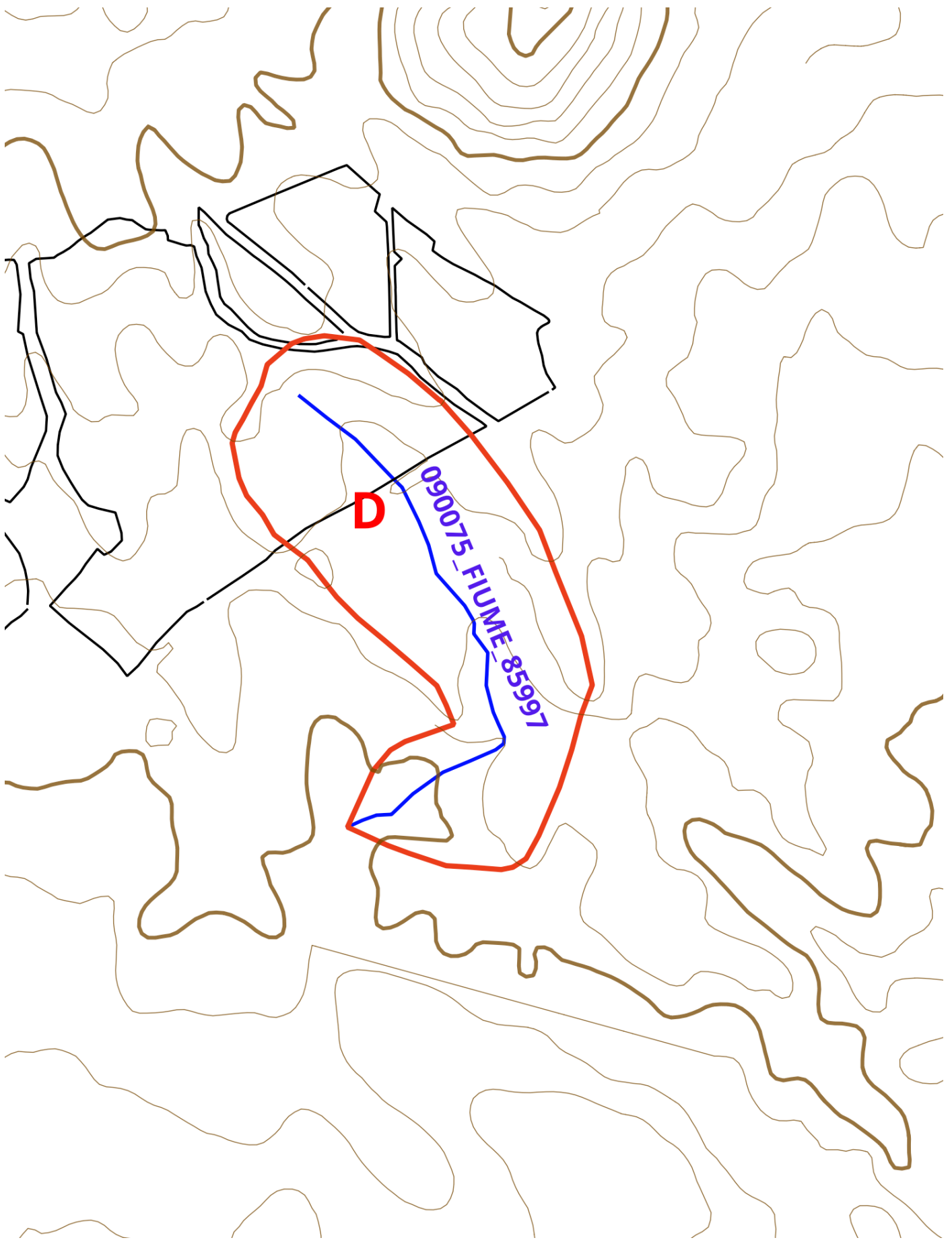
Dettaglio bacino A



Dettaglio bacino B



Dettaglio bacino C



Dettaglio bacino D

3. Metodo di stima delle portate al colmo

3.1 Criteri generali

Sono valutate le portate al colmo per il tempo di ritorno di 200 anni, sulla base di quanto indicato nelle "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".

Trattandosi di bacini dalla limitata estensione, viene fatto riferimento al metodo indiretto mediante applicazione del metodo razionale (in particolare metodo S.C.S.).

3.2 Metodo SCS per la definizione delle portate al colmo

Per la stima delle portate al colmo dei bacini di superficie inferiore a 60km², 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 corrivazione vengono valutati a partire dai parametri morfometrici, secondo la formula di Viparelli (impostando V=1 m/s); le espressioni empiriche più rispondenti alle tipologie dei bacini in esame;
- i coefficienti di deflusso derivano dall'analisi secondo il metodo SCS – Curve Number, con CN(III) non inferiore a 95.

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:

$$Q_c = \frac{0,28 * R_o * A}{t_p} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

dove:

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

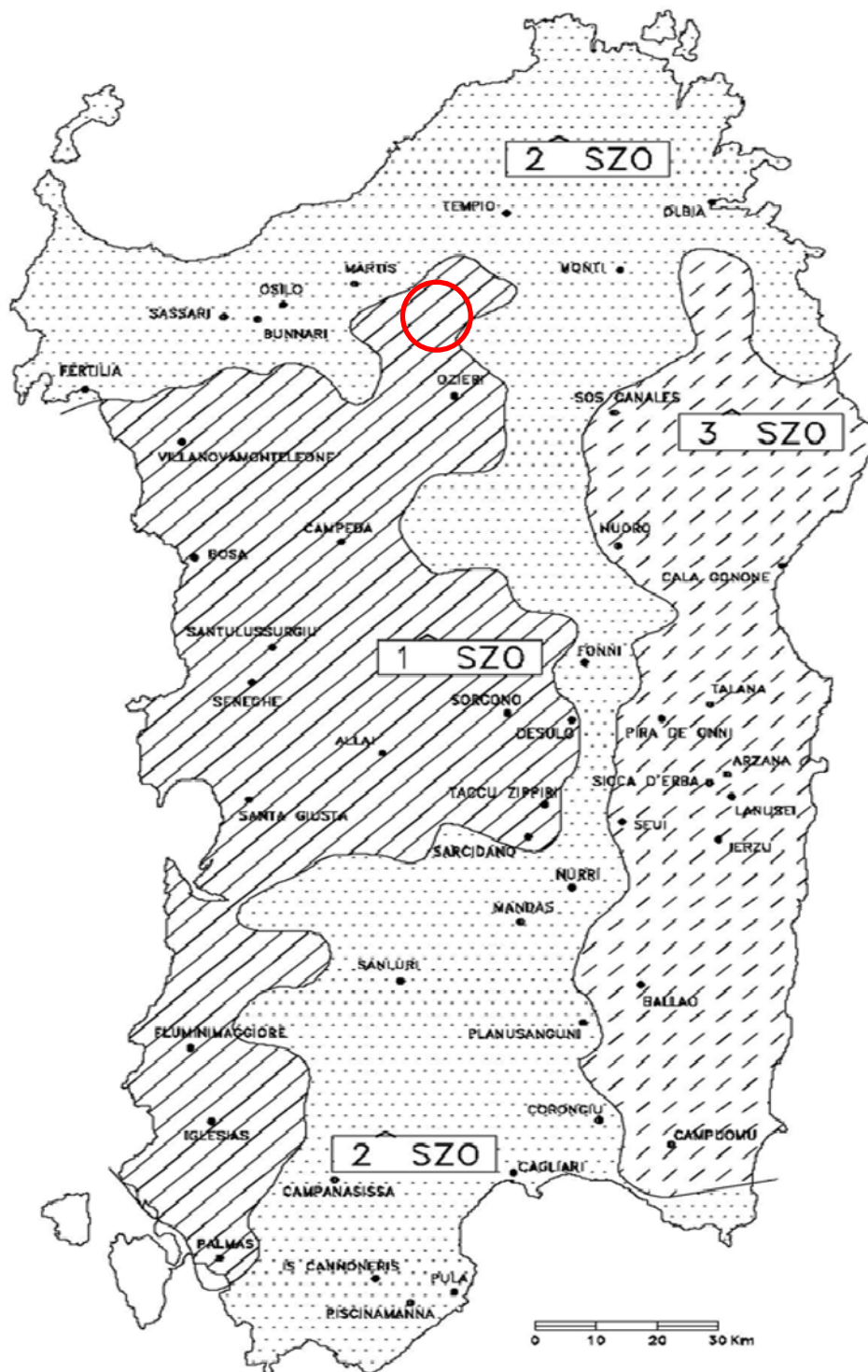
A = superficie del bacino (km²);

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

Vengono nel seguito descritte le assunzioni e le metodologie di stima dei suddetti parametri.

Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica in Sardegna e volume netto di pioggia per unità di superficie

Per la definizione delle precipitazioni è innanzi tutto necessario definire la sottozona omogenea SZO della Regione Sardegna di appartenenza dei bacini in esame, secondo la divisione riportata in figura seguente:



Divisione delle sottozone omogenee SZO della Regione Sardegna.

Nel caso in esame, i bacini ricadono nella **sottozona omogenea SZO 1**.

La pioggia indice $\mu(\tau)$ di durata τ (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata τ) può essere espressa in forma monomia:

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

dove i coefficienti a_1 e n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g ,

$$a_1 = \frac{\mu_g}{0,886 * 24^{n_1}}$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \text{ Log}_{10} \mu_g,$$

La pioggia indice giornaliera μ_g viene stimata sulla base della carta delle isoiete riportata successivamente.

Nel caso dei bacini in esame, $\mu_g = 45$.

L'altezza di pioggia $hT(\tau)$ di durata τ con assegnato tempo di ritorno T in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(\tau)$ per un coefficiente di crescita $KT(\tau) = a_2 \tau^{n_2}$:

$$hT(\tau) = \mu(\tau) KT(\tau) = (a_1 a_2) \tau^{(n_1+n_2)}$$

dove i coefficienti a_2 e n_2 si determinano con le seguenti relazioni, distinte per sottozona, per differenti T e τ :

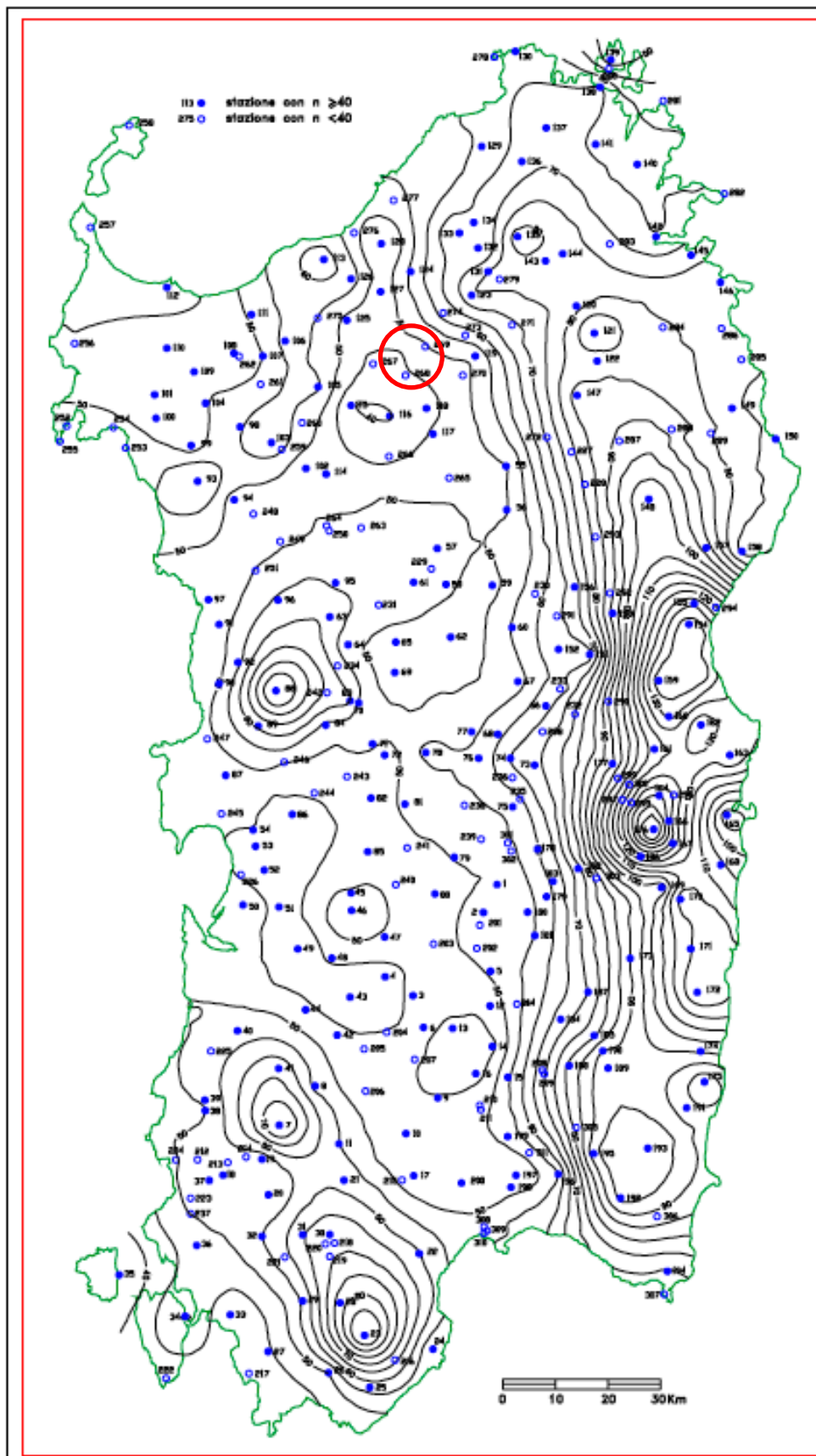
Per tempi di ritorno $T > 10$ ANNI

SZO 1

$$a_2 = 0,46378 + 1,0386 * \text{Log}_{10} T$$

$$n_2 = -0,18449 + 0,23032 * \text{Log}_{10} T - 3,3330 * 10^{-2} * (\text{Log}_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora})$$

$$n_2 = -1,0563 * 10^{-2} - 7,9034 * 10^{-3} * \text{Log}_{10} T \quad (\text{per } \tau \geq 1 \text{ ora})$$



Distribuzione spaziale dell'altezza di pioggia giornaliera in Sardegna (da Deidda ed Al., Quad. Ricerca n°9 dell'Università di Cagliari, 1997).

La pioggia ottenuta viene quindi ragguagliata all'area tramite il parametro r , secondo la formulazione utilizzata nel VAPI, che fa riferimento al Flood Studies Report:

$$r = 1 - (0,0394 A^{0.354}) d^{(-0.40+0.0208 \ln(4.6-\ln(A)))} \quad \text{per } A < 20 \text{ km}^2$$

dove

d è la durata della precipitazione;

A è la superficie del bacino (espressa in km^2).

Assumendo che l'infiltrazione nel suolo in ogni istante sia proporzionale al valore massimo dello stesso e che la precipitazione efficace sia proporzionale all'afflusso meteorico, si ha la seguente equazione (USDA – SCS, 1986) per la definizione del volume netto di pioggia per unità di superficie Ro :

$$Ro = \frac{(h-0,2*S)^2}{h+0,8*S} (mm)$$

dove

h = precipitazione meteorica ragguagliata (mm);

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

Il valore S è calcolato dall'equazione: $S = 25\left(\frac{1000}{CN} - 10\right)$ (mm)

La stima del tempo di crescita dell'onda di piena è invece ricavata con la seguente formula:

$$tp = \frac{D}{2} + tlag$$

dove:

D = durata della pioggia (h);

$tlag$ = intervallo di tempo tra il centroide della pioggia e il colmo (h).

si assume:

$D = 0,133 tc$

$tlag = 0,6 tc$

quindi

$tp = 0,133 / 2 tc + 0,6 tc$

4. Calcolo della Portata - Bacino A

Dati di Input

- **Superficie del bacino (A):** 0,234 km²
- **Lunghezza del corso d'acqua principale (L):** 684,16 m
- **Pioggia indice giornaliera (μ_g):** 45 mm
- **Coefficiente CN(III):** 95
- **Tempo di ritorno (T):** 200 anni
- **Sottozona omogenea della Sardegna (SZO):** I

4.1 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione (T_c) è calcolato utilizzando la formula di Viparelli:

$$T_c = \frac{L}{V}$$

Dove:

- $L = 684,16 \text{ m}$
- $V = 1 \text{ m/s}$

$$T_c = \frac{684 \text{ m}}{1 \text{ m/s}} = 684 \text{ s}$$

Convertendo in ore:

$$T_c = \frac{684}{3600} = 0,19 \text{ ore}$$

4.2 Calcolo della durata della Pioggia (D) e del Tempo di Crescita dell'Onda di Piena (t_p)

La durata della pioggia (D) e il tempo di crescita dell'onda di piena (t_p) sono calcolati come segue:

$$D = 0,133 * T_c$$

$$D = 0,133 * 0,19 = 0,025 \text{ ore}$$

L'intervallo di tempo tra il centroide della pioggia e il colmo (t_{lag}):

$$t_{lag} = 0,6 * T_c$$

$$t_{lag} = 0,6 * 0,19 = 0,114 \text{ ore}$$

Calcolo del tempo di crescita dell'onda di piena (t_p):

$$t_p = \frac{D}{2} + t_{lag}$$

$$t_p = \frac{0,025}{2} + 0,114$$

$$t_p = 0,0125 + 0,114$$

$$t_p = 0,126 \text{ ore}$$

4.3 Calcolo del volume netto di pioggia per unità di superficie (Ro)

a) Calcolo del valore massimo dell'invaso per infiltrazione (S)

Utilizziamo la seguente equazione per calcolare S:

$$S = 25 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Dove:

$$- CN = 95$$

Calcoliamo S:

$$S = 25 \left(\frac{1000}{95} - 10 \right)$$

$$S = 25 (10,526 - 10)$$

$$S = 25 * 0,526$$

$$S = 13,5 \text{ mm}$$

b) Calcolo della pioggia meteorica ragguagliata (h)

La pioggia meteorica ragguagliata (h) è calcolata utilizzando la pioggia di progetto ($hT(\tau)$) e il fattore di ragguaglio (r):

Calcolo dei coefficienti $a1$ e $n1$

$$n1 = -0,493 + 0,476 \log_{10} \mu_g$$

$$a1 = \frac{\mu_g}{0,886 * 24^{n1}}$$

Dove:

$$- \mu_g = 45 \text{ mm}$$

Calcoliamo $n1$:

$$n1 = -0,493 + 0,476 \log_{10} 45$$

$$n1 = -0,493 + 0,476 * 1,653$$

$$n1 = -0,493 + 0,786$$

$$n1 = 0,293$$

Calcoliamo $a1$:

$$a1 = \frac{45}{0,886 * 24^{0,293}}$$

$$a1 = \frac{45}{0,886 * 2,23}$$

$$a1 = \frac{45}{1,977}$$

$$a1 = 22,75$$

Calcolo dei coefficienti $a2$ e $n2$ per $T = 200$ anni

$$a2 = 0,46378 + 1,0386 * \log_{10} T$$

$$n2 = -0,18449 + 0,23032 * \log_{10} T - 3,3330 * 10^{-2} * (\log_{10} T)^2$$

Calcoliamo $a2$:

$$a2 = 0,46378 + 1,0386 * 2,301$$

$$a2 = 0,46378 + 2,389$$

$$a2 = 2,853$$

Calcoliamo $n2$:

$$n2 = -0,18449 + 0,23032 * 2,301 - 3,3330 * 10^{-2} * (2,301)^2$$

$$n2 = -0,18449 + 0,5305 - 0,176$$

$$n2 = 0,1693$$

Calcolo della pioggia di progetto $hT(\tau)$

$$hT(\tau) = (a1 * a2) * \tau^{(n1+n2)}$$

Dove:

- $\tau = Tc = 0,19 \text{ ore}$

$$hT(\tau) = (22,75 * 2,853) * 0,19^{\tau^{(0,293+0,1693)}}$$

$$hT(\tau) = 64,87 * (0,19)^{0,4623}$$

$$hT(\tau) = 64,87 * 0,484$$

$$hT(\tau) = 31,42 \text{ mm}$$

Calcolo del fattore di ragguglio r

$$r = 1 - (0,0394 * A^{0,354}) * d^{-0,40+0,0208*\ln(4,6-\ln(A))}$$

Dove:

- $A = 0,234 \text{ km}^2$

- $d = 0,025 \text{ ore}$

Calcoliamo r :

$$r = 1 - (0,0394 * (0,234)^{0,354}) * 0,025^{-0,40+0,0208*\ln(4,6-\ln(0,234))}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,362) * 0,025^{-0,40+0,0208*\ln(4,6-(-1,451))}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,362) * 0,025^{-0,40+0,0208*\ln(6,051)}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,362) * 0,025^{-0,40+0,0208*1,8}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,362) * 0,025^{-0,362}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,362) * 5,899$$

$$r = 1 - 0,0841$$

$$r = 0,916$$

Calcolo della pioggia raggugliata h

$$h = hT(\tau) * r$$

$$h = 31,42 * 0,916$$

$$h = 28,78 \text{ mm}$$

Calcolo di Ro

$$Ro = \frac{(h-0,2*S)^2}{h+0,8*S}$$

Dove:

- $S = 13,15 \text{ mm}$

- $h = 28,78 \text{ mm}$

$$Ro = \frac{(28,78 - 0,2 * 13,15)^2}{28,78 + 0,8 * 13,15}$$

$$Ro = \frac{(28,78 - 2,63)^2}{28,78 + 10,52}$$

$$Ro = \frac{(26,09)^2}{39,3}$$

$$Ro = \frac{680,69}{39,3}$$

$$Ro = 17,32 \text{ mm}$$

4.4 Calcolo della portata di picco (Qc)

$$Qc = 0,28 \frac{Ro * A}{tp}$$

Dove:

- $Ro = 17,32 \text{ mm} = 0,01732 \text{ m}$
- $A = 0,234 \text{ km}^2 = 234000 \text{ m}^2$
- $tp = 0,126 \text{ ore}$

Calcoliamo la portata:

$$Qc = 0,28 \frac{0,01732 * 234000}{0,126}$$

$$Qc = 0,28 \frac{4052,88}{0,126}$$

$$Qc = 0,28 * 32165,71$$

$$Qc = 9006,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Convertendo in m^3/s :

$$Qc = \frac{9006,4}{3600}$$

$$Qc = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

La portata stimata per il **Bacino A**, con un tempo di ritorno di 200 anni, utilizzando il metodo SCS con il tempo di corrivazione calcolato dalla formula di Viparelli e un CN pari a 95, è approssimativamente pari **2,5 m³/s**. Questo calcolo considera tutte le assunzioni riguardanti la durata della pioggia netta, il tempo di corrivazione e il tempo di crescita dell'onda di piena, confermando la non significatività dell'elemento idrico analizzato.

5. Calcolo della Portata - Bacino B

Dati di Input

- **Superficie del bacino (A):** 0,35 km²
- **Lunghezza del corso d'acqua principale (L):** 1810 m
- **Pioggia indice giornaliera (μ_g):** 45 mm
- **Coefficiente CN(III):** 95
- **Tempo di ritorno (T):** 200 anni
- **Sottozona omogenea della Sardegna (SZO):** I

5.1 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione (T_c) è calcolato utilizzando la formula di Viparelli:

$$T_c = \frac{L}{V}$$

Dove:

- $L = 1810 \text{ m}$
- $V = 1 \text{ m/s}$

$$T_c = \frac{1810 \text{ m}}{1 \text{ m/s}} = 1810 \text{ s}$$

Convertendo in ore:

$$T_c = \frac{1810}{3600} = 0,50 \text{ ore}$$

5.2 Calcolo della durata della Pioggia (D) e del Tempo di Crescita dell'Onda di Piena (t_p)

La durata della pioggia (D) e il tempo di crescita dell'onda di piena (t_p) sono calcolati come segue:

$$D = 0,133 * T_c$$

$$D = 0,133 * 0,50 = 0,066 \text{ ore}$$

L'intervallo di tempo tra il centroide della pioggia e il colmo (t_{lag}):

$$t_{lag} = 0,6 * T_c$$

$$t_{lag} = 0,6 * 0,50 = 0,3 \text{ ore}$$

Calcolo del tempo di crescita dell'onda di piena (t_p):

$$t_p = \frac{D}{2} + t_{lag}$$

$$t_p = \frac{0,066}{2} + 0,3$$

$$t_p = 0,033 + 0,3$$

$$t_p = 0,33 \text{ ore}$$

5.3 Calcolo del volume netto di pioggia per unità di superficie (Ro)

a) Calcolo del valore massimo dell'invaso per infiltrazione (S)

Utilizziamo la seguente equazione per calcolare S:

$$S = 25 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Dove:

$$- CN = 95$$

Calcoliamo S:

$$S = 25 \left(\frac{1000}{95} - 10 \right)$$

$$S = 25 (10,526 - 10)$$

$$S = 25 * 0,526$$

$$S = 13,5 \text{ mm}$$

b) Calcolo della pioggia meteorica ragguagliata (h)

La pioggia meteorica ragguagliata (h) è calcolata utilizzando la pioggia di progetto ($hT(\tau)$) e il fattore di ragguaglio (r):

Calcolo dei coefficienti $a1$ e $n1$

$$n1 = -0,493 + 0,476 \log_{10} \mu_g$$

$$a1 = \frac{\mu_g}{0,886 * 24^{n1}}$$

Dove:

$$- \mu_g = 45 \text{ mm}$$

Calcoliamo $n1$:

$$n1 = -0,493 + 0,476 \log_{10} 45$$

$$n1 = -0,493 + 0,476 * 1,653$$

$$n1 = -0,493 + 0,786$$

$$n1 = 0,293$$

Calcoliamo $a1$:

$$a1 = \frac{45}{0,886 * 24^{0,293}}$$

$$a1 = \frac{45}{0,886 * 2,23}$$

$$a1 = \frac{45}{1,977}$$

$$a1 = 22,75$$

Calcolo dei coefficienti $a2$ e $n2$ per $T = 200$ anni

$$a2 = 0,46378 + 1,0386 * \log_{10} T$$

$$n2 = -0,18449 + 0,23032 * \log_{10} T - 3,3330 * 10^{-2} * (\log_{10} T)^2$$

Calcoliamo $a2$:

$$a2 = 0,46378 + 1,0386 * 2,301$$

$$a2 = 0,46378 + 2,389$$

$$a2 = 2,853$$

Calcoliamo $n2$:

$$n2 = -0,18449 + 0,23032 * 2,301 - 3,3330 * 10^{-2} * (2,301)^2$$

$$n2 = -0,18449 + 0,5305 - 0,176$$

$$n2 = 0,1693$$

Calcolo della pioggia di progetto $hT(\tau)$

$$hT(\tau) = (a1 * a2) * \tau^{(n1+n2)}$$

Dove:

$$- \tau = Tc = 0,50 \text{ ore}$$

$$hT(\tau) = (22,75 * 2,853) * 0,50\tau^{(0,293+0,1693)}$$

$$hT(\tau) = 64,87 * (0,50)^{0,4623}$$

$$hT(\tau) = 64,87 * 0,642$$

$$hT(\tau) = 41,67 \text{ mm}$$

Calcolo del fattore di ragguglio r

$$r = 1 - (0,0394 * A^{0,354}) * d^{-0,40+0,0208*\ln(4,6-\ln(A))}$$

Dove:

$$- A = 0,35 \text{ km}^2$$

$$- d = 0,066 \text{ ore}$$

Calcoliamo r :

$$r = 1 - (0,0394 * (0,35)^{0,354}) * 0,066^{-0,40+0,0208*\ln(4,6-\ln(0,35))}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,377) * 0,066^{-0,40+0,0208*\ln(4,6-(-1,0498))}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,377) * 0,066^{-0,40+0,0208*\ln(5,6498)}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,377) * 0,066^{-0,40+0,0208*1,732}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,377) * 0,066^{-0,364}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,377) * 2,69$$

$$r = 1 - 0,04$$

$$r = 0,96$$

Calcolo della pioggia raggugliata h

$$h = hT(\tau) * r$$

Dove:

$$- hT(\tau) = 41,67 \text{ mm}$$

$$- r = 0,96 \text{ mm}$$

$$h = 41,67 * 0,96$$

$$h = 40,00 \text{ mm}$$

Calcolo di Ro

$$Ro = \frac{(h-0,2*S)^2}{h+0,8*S}$$

Dove:

- $S = 13,15 \text{ mm}$
- $h = 40,00 \text{ mm}$

$$Ro = \frac{(40-0,2*13,15)^2}{40+0,8*13,15}$$

$$Ro = \frac{(40-2,63)^2}{40+10,52}$$

$$Ro = \frac{(37,37)^2}{50,52}$$

$$Ro = \frac{1396,51}{50,52}$$

$$Ro = 27,64 \text{ mm}$$

5.4 Calcolo della portata di picco (Qc)

$$Qc = 0,28 \frac{Ro*A}{t_p}$$

Dove:

- $Ro = 27,64 \text{ mm} = 0,02764 \text{ m}$
- $A = 0,35 \text{ km}^2 = 350000 \text{ m}^2$
- $t_p = 0,33 \text{ ore}$

Calcoliamo la portata:

$$Qc = 0,28 \frac{0,02764*350000}{0,33}$$

$$Qc = 0,28 \frac{9674}{0,33}$$

$$Qc = 0,28 * 29315,15$$

$$Qc = 8208,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Convertendo in m^3/s :

$$Qc = \frac{8208,24}{3600}$$

$$Qc = 2,28 \text{ m}^3/\text{s}$$

La portata stimata per il **Bacino B**, con un tempo di ritorno di 200 anni, utilizzando il metodo SCS con il tempo di corrivazione calcolato dalla formula di Viparelli e un CN pari a 95, è approssimativamente pari **2,28 m³/s**. Questo calcolo considera tutte le assunzioni riguardanti la durata della pioggia netta, il tempo di corrivazione e il tempo di crescita dell'onda di piena, confermando la non significatività dell'elemento idrico analizzato.

6. Calcolo della Portata - Bacino C

Dati di Input

- **Superficie del bacino (A):** 0,378 km²
- **Lunghezza del corso d'acqua principale (L):** 1048 m
- **Pioggia indice giornaliera (μ_g):** 45 mm
- **Coefficiente CN(III):** 95
- **Tempo di ritorno (T):** 200 anni
- **Sottozona omogenea della Sardegna (SZO):** I

6.1 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione (T_c) è calcolato utilizzando la formula di Viparelli:

$$T_c = \frac{L}{V}$$

Dove:

- $L = 1810 \text{ m}$
- $V = 1 \text{ m/s}$

$$T_c = \frac{1048 \text{ m}}{1 \text{ m/s}} = 1048 \text{ s}$$

Convertendo in ore:

$$T_c = \frac{1048}{3600} = 0,29 \text{ ore}$$

6.2 Calcolo della durata della Pioggia (D) e del Tempo di Crescita dell'Onda di Piena (t_p)

La durata della pioggia (D) e il tempo di crescita dell'onda di piena (t_p) sono calcolati come segue:

$$D = 0,133 * T_c$$

$$D = 0,133 * 0,29 = 0,0387 \text{ ore}$$

L'intervallo di tempo tra il centroide della pioggia e il colmo (t_{lag}):

$$t_{lag} = 0,6 * T_c$$

$$t_{lag} = 0,6 * 0,29 = 0,175 \text{ ore}$$

Calcolo del tempo di crescita dell'onda di piena (t_p):

$$t_p = \frac{D}{2} + t_{lag}$$

$$t_p = \frac{0,0387}{2} + 0,175$$

$$t_p = 0,0194 + 0,175$$

$$t_p = 0,194 \text{ ore}$$

6.3 Calcolo del volume netto di pioggia per unità di superficie (Ro)

a) Calcolo del valore massimo dell'invaso per infiltrazione (S)

Utilizziamo la seguente equazione per calcolare S:

$$S = 25 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Dove:

$$- CN = 95$$

Calcoliamo S:

$$S = 25 \left(\frac{1000}{95} - 10 \right)$$

$$S = 25 (10,526 - 10)$$

$$S = 25 * 0,526$$

$$S = 13,5 \text{ mm}$$

b) Calcolo della pioggia meteorica ragguagliata (h)

La pioggia meteorica ragguagliata (h) è calcolata utilizzando la pioggia di progetto ($hT(\tau)$) e il fattore di ragguaglio (r):

Calcolo dei coefficienti $a1$ e $n1$

$$n1 = -0,493 + 0,476 \log_{10} \mu_g$$

$$a1 = \frac{\mu_g}{0,886 * 24^{n1}}$$

Dove:

$$- \mu_g = 45 \text{ mm}$$

Calcoliamo $n1$:

$$n1 = -0,493 + 0,476 \log_{10} 45$$

$$n1 = -0,493 + 0,476 * 1,653$$

$$n1 = -0,493 + 0,786$$

$$n1 = 0,293$$

Calcoliamo $a1$:

$$a1 = \frac{45}{0,886 * 24^{0,293}}$$

$$a1 = \frac{45}{0,886 * 2,23}$$

$$a1 = \frac{45}{1,977}$$

$$a1 = 22,75$$

Calcolo dei coefficienti $a2$ e $n2$ per $T = 200$ anni

$$a2 = 0,46378 + 1,0386 * \log_{10} T$$

$$n2 = -0,18449 + 0,23032 * \log_{10} T - 3,3330 * 10^{-2} * (\log_{10} T)^2$$

Calcoliamo $a2$:

$$a2 = 0,46378 + 1,0386 * 2,301$$

$$a2 = 0,46378 + 2,389$$

$$a2 = 2,853$$

Calcoliamo $n2$:

$$n2 = -0,18449 + 0,23032 * 2,301 - 3,3330 * 10^{-2} * (2,301)^2$$

$$n2 = -0,18449 + 0,5305 - 0,176$$

$$n2 = 0,1693$$

Calcolo della pioggia di progetto $hT(\tau)$

$$hT(\tau) = (a1 * a2) * \tau^{(n1+n2)}$$

Dove:

$$- \tau = Tc = 0,29 \text{ ore}$$

$$hT(\tau) = (22,75 * 2,853) * 0,29^{(0,293+0,1693)}$$

$$hT(\tau) = 64,87 * (0,29)^{0,4623}$$

$$hT(\tau) = 64,87 * 0,518$$

$$hT(\tau) = 33,60 \text{ mm}$$

Calcolo del fattore di raggaglio r

$$r = 1 - (0,0394 * A^{0,354}) * d^{-0,40+0,0208*\ln(4,6-\ln(A))}$$

Dove:

$$- A = 0,378 \text{ km}^2$$

$$- d = 0,0387 \text{ ore}$$

Calcoliamo r :

$$r = 1 - (0,0394 * (0,378)^{0,354}) * 0,0387^{-0,40+0,0208*\ln(4,6-\ln(0,378))}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,398) * 0,0387^{-0,40+0,0208*\ln(4,6-(-0,973))}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,398) * 0,0387^{-0,40+0,0208*\ln(5,573)}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,398) * 0,0387^{-0,40+0,0208*1,718}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,398) * 0,0387^{-0,364}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,398) * 3,26$$

$$r = 1 - 0,051$$

$$r = 0,95$$

Calcolo della pioggia raggagliata h

$$h = hT(\tau) * r$$

Dove:

$$- hT(\tau) = 33,60 \text{ mm}$$

$$- r = 0,95 \text{ mm}$$

$$h = 33,60 * 0,95$$

$$h = 31,92 \text{ mm}$$

Calcolo di Ro

$$Ro = \frac{(h-0,2*S)^2}{h+0,8*S}$$

Dove:

- $S = 13,15 \text{ mm}$
- $h = 31,92 \text{ mm}$

$$Ro = \frac{(31,92-0,2*13,15)^2}{31,92+0,8*13,15}$$

$$Ro = \frac{(31,92-2,63)^2}{31,92+10,52}$$

$$Ro = \frac{(29,29)^2}{42,44}$$

$$Ro = \frac{857,90}{42,44}$$

$$Ro = 20,21 \text{ mm}$$

6.4 Calcolo della portata di picco (Qc)

$$Qc = 0,28 \frac{Ro*A}{t_p}$$

Dove:

- $Ro = 20,21 \text{ mm} = 0,02021 \text{ m}$
- $A = 0,378 \text{ km}^2 = 378000 \text{ m}^2$
- $t_p = 0,194 \text{ ore}$

Calcoliamo la portata:

$$Qc = 0,28 \frac{0,02021*378000}{0,194}$$

$$Qc = 0,28 \frac{7639,38}{0,194}$$

$$Qc = 0,28 * 39378,25$$

$$Qc = 11025,90 \text{ m}^3/\text{h}$$

Convertendo in m^3/s :

$$Qc = \frac{11025,90}{3600}$$

$$Qc = 3,06 \text{ m}^3/\text{s}$$

La portata stimata per il **Bacino C**, con un tempo di ritorno di 200 anni, utilizzando il metodo SCS con il tempo di corrivazione calcolato dalla formula di Viparelli e un CN pari a 95, è approssimativamente pari **3,06 m³/s**. Questo calcolo considera tutte le assunzioni riguardanti la durata della pioggia netta, il tempo di corrivazione e il tempo di crescita dell'onda di piena, confermando la non significatività dell'elemento idrico analizzato.

7. Calcolo della Portata - Bacino D

Dati di Input

- **Superficie del bacino (A):** 0,199 km²
- **Lunghezza del corso d'acqua principale (L):** 835 m
- **Pioggia indice giornaliera (μ_g):** 45 mm
- **Coefficiente CN(III):** 95
- **Tempo di ritorno (T):** 200 anni
- **Sottozona omogenea della Sardegna (SZO):** I

7.1 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione (T_c) è calcolato utilizzando la formula di Viparelli:

$$T_c = \frac{L}{V}$$

Dove:

- $L = 835 \text{ m}$
- $V = 1 \text{ m/s}$

$$T_c = \frac{835 \text{ m}}{1 \text{ m/s}} = 835 \text{ s}$$

Convertendo in ore:

$$T_c = \frac{835}{3600} = 0,23 \text{ ore}$$

7.2 Calcolo della durata della Pioggia (D) e del Tempo di Crescita dell'Onda di Piena (t_p)

La durata della pioggia (D) e il tempo di crescita dell'onda di piena (t_p) sono calcolati come segue:

$$D = 0,133 * T_c$$

$$D = 0,133 * 0,23 = 0,031 \text{ ore}$$

L'intervallo di tempo tra il centroide della pioggia e il colmo (t_{lag}):

$$t_{lag} = 0,6 * T_c$$

$$t_{lag} = 0,6 * 0,23 = 0,14 \text{ ore}$$

Calcolo del tempo di crescita dell'onda di piena (t_p):

$$t_p = \frac{D}{2} + t_{lag}$$

$$t_p = \frac{0,031}{2} + 0,14$$

$$t_p = 0,015 + 0,14$$

$$t_p = 0,155 \text{ ore}$$

7.3 Calcolo del volume netto di pioggia per unità di superficie (Ro)

a) Calcolo del valore massimo dell'invaso per infiltrazione (S)

Utilizziamo la seguente equazione per calcolare S:

$$S = 25 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

Dove:

$$- CN = 95$$

Calcoliamo S:

$$S = 25 \left(\frac{1000}{95} - 10 \right)$$

$$S = 25 (10.526 - 10)$$

$$S = 25 * 0,526$$

$$S = 13,5 \text{ mm}$$

b) Calcolo della pioggia meteorica ragguagliata (h)

La pioggia meteorica ragguagliata (*h*) è calcolata utilizzando la pioggia di progetto (*hT(τ)*) e il fattore di ragguaglio (*r*):

Calcolo dei coefficienti $a1$ e $n1$

$$n1 = -0,493 + 0,476 \log_{10} \mu_g$$

$$a1 = \frac{\mu_g}{0,886 * 24^{n1}}$$

Dove:

- $\mu_g = 45 \text{ mm}$

Calcoliamo $n1$:

$$n1 = -0,493 + 0,476 \log_{10} 45$$

$$n1 = -0,493 + 0,476 * 1,653$$

$$n1 = -0,493 + 0,786$$

$$n1 = 0,293$$

Calcoliamo $a1$:

$$a1 = \frac{45}{0,886 * 24^{0,293}}$$

$$a1 = \frac{45}{0,886 * 2,23}$$

$$a1 = \frac{45}{1,977}$$

$$a1 = 22,75$$

Calcolo dei coefficienti $a2$ e $n2$ per $T = 200$ anni

$$a2 = 0,46378 + 1,0386 * \log_{10} T$$

$$n2 = -0,18449 + 0,23032 * \log_{10} T - 3,3330 * 10^{-2} * (\log_{10} T)^2$$

Calcoliamo $a2$:

$$a2 = 0,46378 + 1,0386 * 2,301$$

$$a2 = 0,46378 + 2,389$$

$$a2 = 2,853$$

Calcoliamo $n2$:

$$n2 = -0,18449 + 0,23032 * 2,301 - 3,3330 * 10^{-2} * (2,301)^2$$

$$n2 = -0,18449 + 0,5305 - 0,176$$

$$n2 = 0,1693$$

Calcolo della pioggia di progetto $hT(\tau)$

$$hT(\tau) = (a1 * a2) * \tau^{(n1+n2)}$$

Dove:

- $\tau = Tc = 0,23 \text{ ore}$

$$hT(\tau) = (22,75 * 2,853) * 0,23^{\tau^{(0,293+0,1693)}}$$

$$hT(\tau) = 64,87 * (0,23)^{0,4623}$$

$$hT(\tau) = 64,87 * 0,504$$

$$hT(\tau) = 32,71 \text{ mm}$$

Calcolo del fattore di ragguglio r

$$r = 1 - (0,0394 * A^{0,354}) * d^{-0,40+0,0208*\ln(4,6-\ln(A))}$$

Dove:

- $A = 0,199 \text{ km}^2$

- $d = 0,031 \text{ ore}$

Calcoliamo r:

$$r = 1 - (0,0394 * (0,199)^{0,354}) * 0,031^{-0,40+0,0208*\ln(4,6-\ln(0,199))}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,199) * 0,031^{-0,40+0,0208*\ln(4,6-(-1,613))}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,199) * 0,031^{-0,40+0,0208*\ln(6,213)}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,199) * 0,031^{-0,40+0,0208*1,828}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,199) * 0,031^{-0,362}$$

$$r = 1 - (0,0394 * 0,199) * 3,52$$

$$r = 1 - 0,027$$

$$r = 0,97$$

Calcolo della pioggia raggugliata h

$$h = hT(\tau) * r$$

Dove:

- $hT(\tau) = 32,71 \text{ mm}$

- $r = 0,97$

$$h = 32,71 * 0,97$$

$$h = 31,73 \text{ mm}$$

Calcolo di Ro

$$Ro = \frac{(h-0,2*S)^2}{h+0,8*S}$$

Dove:

- $S = 13,15 \text{ mm}$

- $h = 31,73 \text{ mm}$

$$Ro = \frac{(31,73-0,2*13,15)^2}{31,73+0,8*13,15}$$

$$Ro = \frac{(31,73-2,63)^2}{31,73+10,52}$$

$$Ro = \frac{(29,1)^2}{42,25}$$

$$Ro = \frac{846,81}{42,25}$$

$$Ro = 20,04 \text{ mm}$$

7.4 Calcolo della portata di picco (Qc)

$$Qc = 0,28 \frac{Ro*A}{t_p}$$

Dove:

- $Ro = 20,04 \text{ mm} = 0,02004 \text{ m}$

- $A = 0,199 \text{ km}^2 = 199000 \text{ m}^2$

- $t_p = 0,155 \text{ ore}$

Calcoliamo la portata:

$$Qc = 0,28 \frac{0,02004*199000}{0,155}$$

$$Qc = 0,28 \frac{3987,96}{0,155}$$

$$Qc = 0,28 * 25728,77$$

$$Qc = 7204,05 \text{ m}^3/\text{h}$$

Convertendo in m^3/s :

$$Qc = \frac{7204,05}{3600}$$

$$Qc = 2,00 m^3/s$$

La portata stimata per il **Bacino D**, con un tempo di ritorno di 200 anni, utilizzando il metodo SCS con il tempo di corrivazione calcolato dalla formula di Viparelli e un CN pari a 95, è approssimativamente pari **2,00 m³/s**. Questo calcolo considera tutte le assunzioni riguardanti la durata della pioggia netta, il tempo di corrivazione e il tempo di crescita dell'onda di piena, confermando la non significatività dell'elemento idrico analizzato.

8. Conclusioni

La presente relazione ha permesso di determinare la portata al colmo, con tempo di ritorno 200 anni, relativamente a quattro bacini idrografici ricadenti nel comune di Tula (SS), al fine di stabilirne la condizione di non significatività, così come previsto dalle "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".

Nello specifico, il punto 2.3 delle suddette linee guida, specifica le condizioni per stabilire la non significatività degli elementi idrici:

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 corrivazione fornito dalla formula di Viparelli ($V=1$ m/s), con utilizzo del metodo TCEV/SCS con CN(III) non inferiore a 95.

B) Bacini della zona orientale 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 0,20 kmq e portate bicentennali inferiori a 5 mc/s da calcolare alla sezione di confluenza dell'elemento di valle e con tempo di corrivazione fornito dalla formula di Viparelli ($V=1$ m/s), con utilizzo del metodo TCEV/SCS con CN(III) non inferiore a 95.

Le linee guida PAI stabiliscono inoltre i criteri per stabilire in che zona idrologicamente omogenea ricadono i bacini in studio. Nello specifico rimanda alla procedura suggerita da Sechi (1993), consistente nel **considerare orientali tutti i bacini la cui superficie ricade, in maniera largamente prevalente, nella sottozona omogenea SZO III e di considerare occidentali tutti gli altri.**

Considerato che i bacini in studio ricadono nella sottozona omogenea SZO I, **rientrano nella zona occidentale.**

Ciò premesso, per determinare la condizione di non significatività, **la superficie dei bacini non deve essere superiore a 0,5 kmq** e le portate con tempo di ritorno 200 anni, da calcolare alla sezione di confluenza dell'elemento di valle, **devono essere inferiori a 7 mc/s.**

Considerato che tutti i bacini in studio rispettano queste caratteristiche, si può affermare che gli elementi idrici considerati possono essere considerati non significativi.

Pertanto, in base all'articolo 23 7 bis delle Norme di Attuazione del PAI, non è necessario effettuare alcuno studio di compatibilità idraulica per l'intervento in progetto.

Belvedere M.mo, lì Agosto 2024

Il Geologo

Dott. Giuseppe Grosso Ciponte



