



COMUNE DI SAN NICOLÒ GERREI

PROVINCIA SUD SARDEGNA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA
SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL TRATTO DI STRADA
RICADENTE NEL TERRITORIO COMUNALE - SA SERRA MANNA
LOCALITÀ S.S. 387 DEL GERREI" ALL'ALTEZZA DEL KM 48+210

Ing. Antonio Orgiana

Ing. Antonio Orgiana

Via C. Battisti 21/A - 09061 ORROLI (SU) - Tel. 0782-847472 - MAIL: antonio.orgiana@gmail.com

RELAZIONE IDRAULICA

Allegato

N° 5

DATA

Ottobre 2024

Il Sindaco:

Dott. Stefano Soro

Il Progettista:

Dr. Ing. Antonio Orgiana

Il R.U.P.

Ing. Stefano Tuligi

PROGETTO ESECUTIVO

“Lavori di sistemazione e messa in sicurezza del tratto di strada ricadente nel territorio comunale - Sa Serra Manna località SS 387''Del Gerrei'' all'altezza del Km 48+210”

STUDIO IDRAULICO

Relazione

Sommario

1	PREMESSE.....	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	3
3	STATO ATTUALE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	4
4	PIANIFICAZIONE DI SETTORE	4
4.1	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)	4
4.2	Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)	5
4.3	Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA).....	5
5	STUDIO IDROLOGICO – STIMA DELLE PORTATE DI PIENA	6
5.1	Metodi diretti.....	6
5.2	Metodi empirici.....	7
5.3	Metodi indiretti.....	8
5.4	Stima del tempo di corrivazione del bacino	9
5.5	Valutazione del coefficiente di ragguaglio	10
5.6	Valutazione dell'altezza di precipitazione htc	11
5.6.1	Curva di possibilità pluviometrica di Piga-Liguori	11
5.6.2	Curva di possibilità pluviometrica di Deidda-Piga-Sechi	12
5.7	Valutazione del coefficiente di deflusso	16
5.8	Valutazione della durata di pioggia critica t :	16
5.9	Scelta del tempo di ritorno T.....	17
5.10	Valutazione del parametro di assorbimento CN	17
6	SCELTA DELLA PORTATA DI PIENA PER L'ANALISI IDRAULICA	21
6.1	Confronto tra i risultati ottenuti con i vari metodi	21
7	STUDIO DEL BACINO N. 2	23
8	SCELTA DELLA PORTATA DI PIENA PER L'ANALISI IDRAULICA	26
8.1	Confronto tra i risultati ottenuti con i vari metodi	26

RELAZIONE IDRAULICA

1 PREMESSE

Il presente studio è parte integrante del progetto di Fattibilità Tecnico Economica delle dei “Lavori di sistemazione e messa in sicurezza del tratto di strada ricadente nel territorio comunale -Sa Serra Manna località SS 387 "Del Gerrei" all'altezza del Km 48+210 comune di San Nicolò Gerrei”.

Lo studio riguarda il bacino per il calcolo della portata che riversa le acque meteoriche nella nuova strada. Il tutto necessario per il calcolo della portata indispensabile per dimensionare la tubazione convoglierà le acque nel tombino stradale esistente lungo la SS 387 al Km 47+ 976, così da evitare che le acque provenienti dal nuovo stradello non si riversino sulla SS. 387. Per la raccolta delle acque che scorrono in strada sono previste due caditoie a bocca di lupo con griglia.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'accesso oggetto di intervento interessa la strada comunale "Baccu Padenti" e la strada SS. 387 gestita da ANAS S.p.A.

L'accesso si trova al Km 48 + 210 della SS 387 in località "Sa Serra Manna" in territorio del comune di San Nicolò Gerrei.

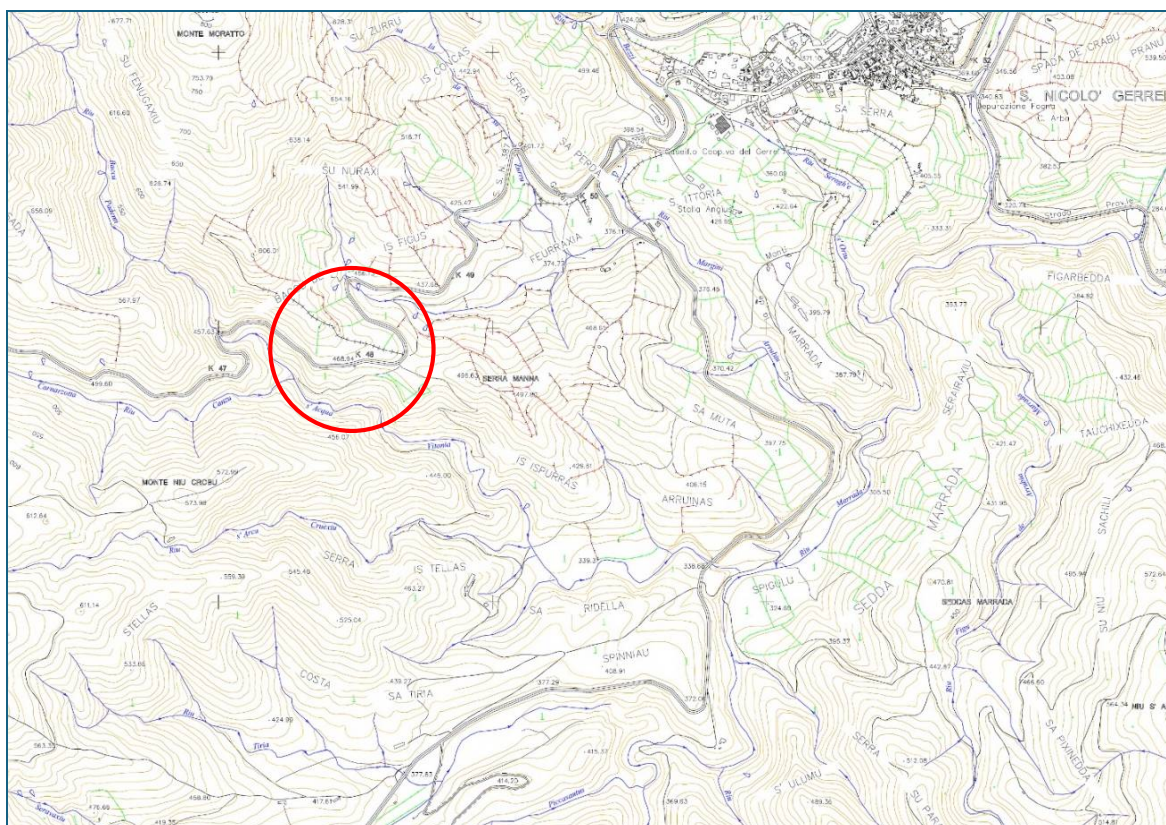


Figura 1 - Stralcio CTR - Foglio 548-120

3 STATO ATTUALE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La strada vicinale, oggi comunale, di "Baccu Padenti" sbuca nella SS. 387 al Km 48+210 in territorio del Comune di San Nicolò Gerrei, in un punto che non risulta regolarizzabile secondo il Codice della Strada e per questo non è mai stato regolarizzato.

Il progetto ha l'obiettivo di risolvere il problema di tale accesso e garantire la massima sicurezza stradale in ogni momento della giornata.

Per regolarizzare l'accesso si propone la costruzione di un tratto di strada che si collega con la S.S. 387 al Km 48+012 abbandonando l'attuale intersezione con la strada "Baccu Padenti".

Al fine di evitare che le acque meteoriche raccolte dalla nuova strada che corre quasi parallelamente alla S.S. 387 si riversino in quest'ultima, è necessario convogliarle con una tubazione al tombino esistente che già raccoglie le acque che corrono nella cunetta della S.S. 387. Occorre quindi calcolare la portata per dimensionare la tubazione.

4 PIANIFICAZIONE DI SETTORE

Di seguito si analizzano i contenuti della pianificazione di settore esistenti per l'area di interesse:

4.1 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico regionale PAI, è redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione.

Il PAI è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale.

Il P.A.I. è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici.

Con decreto del Presidente della Regione n. 121 del 10/11/2015 pubblicato sul BURAS n. 58 del 19/12/2015, in conformità alla Deliberazione di Giunta Regionale n.

43/2 del 01/09/2015, sono state approvate le modifiche agli articoli 21, 22 e 30 delle N.A. del PAI, l'introduzione dell'articolo 30-bis e l'integrazione alle stesse N.A. del PAI del Titolo V recante "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)".

In recepimento di queste integrazioni, come previsto dalla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 27/10/2015 è stato pubblicato sul sito dell'Autorità di Bacino il Testo Coordinato delle N.A. del PAI.

Il testo coordinato delle Norme di Attuazione del PAI (Aggiornamento ottobre 2019) è consultabile sul sito dell'Autorità di Bacino.

Indicazioni del PAI per la zona di intervento

Nel PAI, per la zona di intervento non ci sono indicazioni.

4.2 Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183. Il PSFF ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il PSFF costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Anche nel PSFF sono individuate le aree soggette a fenomeni di inondazione, gli elementi a rischio e il conseguente rischio di inondazione.

Indicazioni del PSFF per la zona di intervento

Il PSFF non riporta indicazioni per il tratto in cui si deve intervenire.

4.3 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio di alluvioni, previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.Lgs. 49/2010 è finalizzato alla riduzione delle conseguenze negative sulla salute

umana, sull'ambiente e sulla società derivanti dalle alluvioni. Esso individua interventi strutturali e misure non strutturali che devono essere realizzate nell'arco temporale di 6 anni, al termine del quale il Piano è soggetto a revisione ed aggiornamento.

Nell'area oggetto di intervento non sono previste aree di pericolosità e rischio idraulico.

5 STUDIO IDROLOGICO – STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

Per la stima della portata di piena di assegnato periodo di ritorno si è fatto costante riferimento ai criteri riportati nelle LINEE GUIDA DEL PAI che prevedono che le portate al colmo da utilizzare negli studi di compatibilità idraulica e per l'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico, siano quelle caratterizzate da tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

In Sardegna, data la limitata consistenza dei dati disponibili e la necessità di stimarne i valori in sezioni non osservate, la stima della portata di piena è basata sul confronto critico dei risultati ottenuti con diverse metodologie di calcolo (metodi diretti, formule empiriche e metodi indiretti) e dal confronto con i dati osservati, qualora disponibili.

5.1 Metodi diretti

In Sardegna la valutazione delle piene col metodo diretto viene condotta con due diverse formulazioni basate sulle distribuzioni probabilistiche log-normale e Two Components Extreme Values applicati a dati massimi annuali di portata al colmo.

La prima formulazione introdotta da Lazzari nel 1967, esprime la portata al colmo come:

$\text{Log } Q(T) = 0.3583 \cdot z(T) + 0.956 \cdot \text{Log}(A \cdot z_m) - 8.731$ per i bacini della parte occidentale dell'isola

$\text{Log } Q(T) = 0.4413 \cdot z(T) + 0.746 \cdot \text{Log}(A \cdot z_m) - 6.257$ per i bacini della parte orientale.

La seconda, in base a studi più recenti, interpreta i fenomeni di piena con la distribuzione TCEV (Two Components Extreme Values), nella quale la probabilità di non superamento è data dalla miscela di due distribuzioni esponenziali del tipo:

$$p = e^{-\lambda_1 \cdot e^{-Q/g_1}} - \lambda_2 \cdot e^{-Q/g_2}$$

dove P è la probabilità di non superamento della portata di piena e $\lambda_1, \lambda_2, g_1, g_2$ sono quattro parametri essenzialmente positivi che caratterizzano la distribuzione.

Nel caso in studio viene scartata l'applicazione di questa metodologia in quanto questa deriva dall'analisi di serie storiche relative a stazioni che sottendono bacini di estensione superiore a 60 Km².

5.2 Metodi empirici

I metodi empirici si basano generalmente sull'osservazione dei soli dati di portata al colmo in siti diversi e cercano di individuare correlazioni con le caratteristiche geomorfologiche dei bacini permettendo di ottenere modelli regressivi che in funzione delle caratteristiche geomorfologiche forniscono la portata al colmo o il contributo unitario per Km².

Per la Sardegna è stata ricavata la curva inviluppo dei massimi di piena che permette di ricavare il valore del contributo unitario di piena, q, secondo le espressioni aggiornate al 1969.

Il metodo consiste, semplicemente, nel tracciare la curva o la superficie inviluppo dei punti rappresentanti i massimi valori dei contributi di piena in funzione di uno o più parametri morfologici del bacino.

La prima formulazione per i bacini sardi fu data dal Sirchia (1931). L'Autore era dell'avviso che i valori di portata così calcolati fossero utilizzabili per la determinazione delle massime portate prevedibili per i bacini più impervi e rocciosi mentre, per gli altri, si dovesse far ricorso all'applicazione di un opportuno coefficiente di riduzione.

La curva inviluppo dei massimi valori fu in seguito aggiornata dal Fassò (1969) tenendo conto dei valori di portata durante la piena catastrofica dell'ottobre 1951.

Di seguito si riporta l'espressione per la valutazione della portata di piena in funzione del massimo contributo unitario:

$$Q = P_s \cdot q \cdot A \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

dove:

A = superficie del bacino considerato in (km²);

q = massimo contributo unitario in $(m^3/s \cdot km^2)$;

Per la valutazione dei massimi contributi il Fassò suggerisce le seguenti espressioni analitiche:

$$q = 207/A^{0.60} \quad \text{per } 21 km^2 \leq A \leq 1000 km^2$$

$$q = 45,8/A^{0.106} \quad \text{per } A < 21 km^2$$

P_s = coefficiente correttivo, funzione delle caratteristiche pluviometriche dell'evento meteorico, dell'esposizione, della copertura vegetale della superficie e della geomorfologia del bacino imbrifero.

Per la valutazione del coefficiente P_s la Sardegna è stata suddivisa in 18 zone idrografiche omogenee. Per ciascuna zona sono state preliminarmente determinate la superficie totale, l'altitudine media, la pendenza media dei versanti, l'altezza d'acqua ritenibile nello strato utile del terreno e l'influenza di ciascuno dei quattro gruppi pluviometrici individuati da Cao, Puddu e Pazzaglia.

Il coefficiente correttivo viene stimato mediante l'espressione seguente:

$$P'_s = P_s \cdot P_a$$

dove P_s è relativo alla zona idrografica in cui il bacino ricade, ed è ricavabile da tabella in funzione del periodo di ritorno dell'evento di piena che si deve calcolare, e P_a è ricavabile da diagramma per ogni zona idrografica in funzione della superficie del bacino. (La tabella e i diagrammi sono riportati nel Rapporto Regionale Sardegna valutazione delle piene 1991).

Il metodo empirico illustrato ha il difetto di non tenere conto di nessuna analisi probabilistica o statistica, e, in genere, fornisce valori di portata spesso sovrastimati soprattutto nel caso di piccoli bacini.

5.3 Metodi indiretti

Metodo Razionale

Tale metodologia stima la portata al colmo a partire dalla precipitazione nell'ipotesi che la frequenza di accadimento di quest'ultima caratterizzi quella della portata al colmo. La portata di piena è espressa dalla ben nota Formula Razionale:

$$Q = \frac{\psi \cdot r \cdot h_{tc} \cdot A}{3,6 \cdot t_c} \text{ [m}^3\text{/s]} \quad \text{dove:}$$

ψ è il coefficiente di deflusso: tiene conto della trasformazione pioggia lorda – pioggia netta ed è funzione delle caratteristiche geo-morfologiche e del tipo di vegetazione presente sul bacino idrologico;

r è il fattore di ragguaglio della precipitazione all'area del bacino ed esprime il rapporto tra l'altezza di pioggia media su tutto il bacino e l'altezza di pioggia in un punto al suo interno, valutati a parità di durata e di tempo di ritorno;

h_{tc} è l'altezza di precipitazione critica di durata pari al tempo di corrivazione del bacino; si calcola mediante l'utilizzo delle curve di possibilità pluviometrica e si esprime in [mm].

A è la superficie del bacino espressa in [km²].

t_c è il tempo di corrivazione del bacino in [ore].

La stima della portata di piena risulterà accurata o meno a seconda del numero dei dati pluviometrici disponibili e della precisione nella valutazione dei parametri della formula.

5.4 Stima del tempo di corrivazione del bacino

La valutazione del tempo di corrivazione viene fatta attraverso un confronto critico delle seguenti formule:

- Formula di Giandotti:
$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}}$$
- Formula di Ventura:
$$t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{i_m}}$$
- Formula di Viparelli:
$$t_c = \frac{L}{3,6 \cdot V} \quad (V = 1 \div 1,5 \text{ m/sec})$$
- Formula di Pasini:
$$t_c = 0,108 \cdot \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{i_m}}$$

- Formula di SCS:
$$t_c = 0,00227 \cdot \frac{(1000 \cdot L)^{0,8} \cdot [(1000 / CN) - 9]^{0,7}}{i_v^{0,5}}$$

dove:

A = superficie del bacino espressa in [km²];

L = lunghezza dell'asta principale espressa in [km];

H_m = l'altitudine media del bacino espressa in [m];

H₀ = l'altitudine della sezione finale del bacino espressa in [m];

i_m = pendenza media dell'asta principale del corso d'acqua [m/m];

i_v = pendenza media dei versanti

V = velocità minima della corrente lungo l'asta principale espressa in [m/s].

Di fatto, tuttavia, le espressioni empiriche precedenti forniscono, per il medesimo bacino, risultati spesso discordanti e, comunque, caratterizzati da ampi margini di incertezza. Ognuna di queste formule, determinate attraverso l'osservazione sperimentale in bacini reali, risulta maggiormente adatta a particolari condizioni geomorfologiche e topografiche. In particolare, la formula del Giandotti viene in genere utilizzata nel caso di bacini imbriferi abbastanza estesi (170 Km² e oltre), mentre per bacini meno estesi risultano più adatte le formule di Ventura, di Pasini o di Viparelli. Comunque, data la elevata empiricità delle formule e l'eterogeneità delle stime, risulta generalmente cautelativo assumere il valore minore tra quelli calcolati.

5.5 Valutazione del coefficiente di ragguaglio

Il coefficiente di ragguaglio delle piogge all'area r viene calcolato con le formule utilizzate nel VAPI Sardegna, che fa riferimento al Flood Studies Report:

$$r = 1 - \left(0.0394 A^{0.354}\right) t^{(-0.40 + 0.0208 \ln(4.6 - \ln(A)))} \quad \text{per } A < 20 \text{ km}^2$$

$$r = 1 - \left(0.0394 A^{0.354}\right) t^{(-0.40 + 0.003832 \ln(4.6 - \ln(A)))} \quad \text{per } A > 20 \text{ km}^2$$

dove:

t è la durata della precipitazione (assunta pari al tempo di corrivazione) ed A è la superficie del bacino (espressa in km²).

h_{tc} è l'altezza di precipitazione critica di durata pari al tempo di corrivazione del bacino; si calcola mediante l'utilizzo delle curve di possibilità pluviometrica e si esprime in [mm].

5.6 Valutazione dell'altezza di precipitazione h_{tc}

Per determinare h_{tc} si fa usualmente ricorso alle curve di possibilità pluviometrica che caratterizzano il regime pluviometrico della Sardegna.

5.6.1 Curva di possibilità pluviometrica di Piga-Liguori

Secondo gli studi di Cao, Puddu e Pazzaglia (1969), e successivamente aggiornati da Piga e Liguori (1985), le stazioni pluviografiche e pluviometriche della Sardegna sono state suddivise in 4 gruppi, in funzione del regime delle precipitazioni intense e di breve durata. Ciascun gruppo di stazioni, per distribuzione geografica, rappresenta un distinto regime pluviometrico per le piogge intense.

Le curve di possibilità pluviometrica sono state determinate per ciascun gruppo nella forma:

$$h = 10^{(c+du) \cdot t^{(a+bu)}} [\text{mm}]$$

dove h rappresenta l'altezza di precipitazione per una durata t , mentre a , b , c e d sono i coefficienti caratteristici di ogni gruppo omogeneo ed u rappresenta il frattile della distribuzione normale standardizzata che consente di collegare l'evento meteorico al periodo di ritorno T_r .

Tabella 1 - Coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica per la Sardegna (Piga-Liguori)

Gruppo	a	b	c	d
I°	1,273178	0,179732	0,305041	-0,017147
II°	1,296212	0,167488	0,359696	-0,017941
III°	1,379048	0,164598	0,418212	0,009093
IV°	1,460774	0,191832	0,497207	0,041251

Pertanto, fissato il periodo di ritorno dell'evento di cui si vuole calcolare la portata di piena e individuato il gruppo di appartenenza del bacino in esame, si calcola il tempo di corrivazione con la più adatta delle formule disponibili e, infine, l'altezza di pioggia relativa ad un evento meteorico di durata t_c e tempo di ritorno T_r .

La determinazione del gruppo di appartenenza di un generico bacino studiato, in assenza di stazione pluviometrica, viene fatta attribuendogli lo stesso gruppo delle più vicine stazioni.

5.6.2 Curva di possibilità pluviometrica di Deidda-Piga-Sechi

Studi più recenti per la Sardegna (1997) mostrano che il modello probabilistico TCEV ben interpreta le caratteristiche di frequenza delle serie storiche, motivo per il quale è stato adottato nella procedura VAPI per la derivazione delle curve di possibilità pluviometrica.

L'equazione della curva di possibilità pluviometrica normalizzata in tal caso assume l'espressione:

$$h(t) = a \cdot t^n [\text{mm}]$$

dove:

$$a = a_1 \cdot a_2$$

$$n = n_1 + n_2$$

quindi

$$h(t) = a_1 \cdot a_2 \cdot t^{n_1+n_2} [\text{mm}]$$

indicando con

$$\mu(t) = a_1 \cdot t^{n_1} \text{ detta pioggia indice (media dei massimi annui di durata } t)$$

$$k(t) = a_2 \cdot t^{n_2} \text{ detto coefficiente di crescita (media dei massimi annui di durata } t)$$

dove i coefficienti a_1 e n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g con le seguenti espressioni:

$$a_1 = \mu_g / (0.886 \cdot 24^{n_1})$$

$$n_1 = -0.493 + 0.476 \text{ Log} \mu_g$$

La pioggia indice giornaliera μ_g (media dei massimi annui di precipitazione giornaliera) calcolata per diverse zone della Sardegna si ricava dalla carta delle Isoiete (figura 1)

Effettuando le opportune sostituzioni la pioggia media per diverse durate, detta anche pioggia indice, è funzione dalla pioggia media giornaliera μ_g , secondo l'espressione:

$$\mu(t) = \frac{\mu_g}{0.886 \cdot 24^{(-0.493+0.476 \text{ Log}(\mu_g))}} \cdot t^{(-0.493+0.476 \text{ Log}(\mu_g))}$$

e quindi l'equazione di possibilità pluviometrica:

$$h(t) = \mu(t) \cdot a_2 \cdot t^{n_2}$$

Per quanto riguarda i coefficienti a_2 e n_2 si determinano con le relazioni seguenti per differenti tempi di ritorno T_r e durate di pioggia t e a seconda delle 3 sottozone omogenee (SZO) in cui è stata suddivisa la Sardegna (figura 2).

Parametri della curva di possibilità climatica

SZO	Durata ≤ 1	Durata >1 ora
Sottozona 1	$a_2=0.46378+1.0386*\text{Log } T_r$	$a_2=0.46378+1.0386*\text{Log } T_r$
	$n_2=-0.18449+0.23032*\text{Log}T_r - 3.3330*10^{-2}*(\text{Log}T_r)^2$	$n_2=-1.0563*10^{-2}-7.9034*10^{-3}*\text{Log } T_r$
Sottozona 2	$a_2=0.44182+1.0817*\text{Log } T_r$	$a_2=0.44182+1.0817*\text{Log } T_r$
	$n_2=-0.18676+0.24310*\text{Log}T_r - 3.5453*10^{-2}*(\text{Log}T_r)^2$	$n_2=-5.6593*10^{-3}-4.0872*10^{-3}*\text{Log } T_r$
Sottozona 3	$a_2=0.41273+1.1370*\text{Log } T_r$	$a_2=0.40926+1.1441*\text{Log } T_r$
	$n_2=-0.19055+0.25937*\text{Log}T_r - 3.8160*10^{-2}*(\text{Log}T_r)^2$	$n_2=1.5878*10^{-2}+7.6250*10^{-3}*\text{Log } T_r$

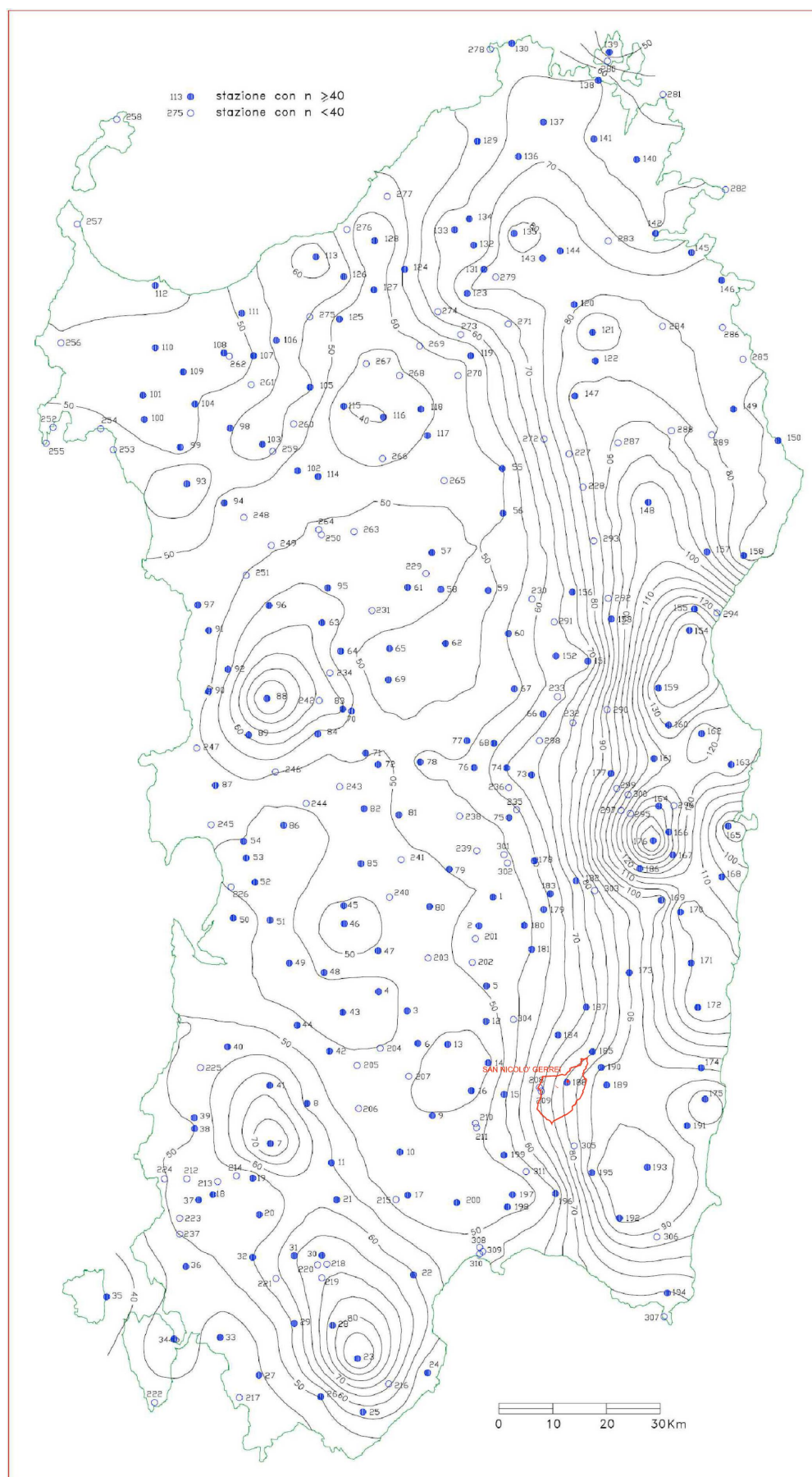


Figura 2 - Distribuzione spaziale dell'altezza di pioggia giornaliera μg in Sardegna

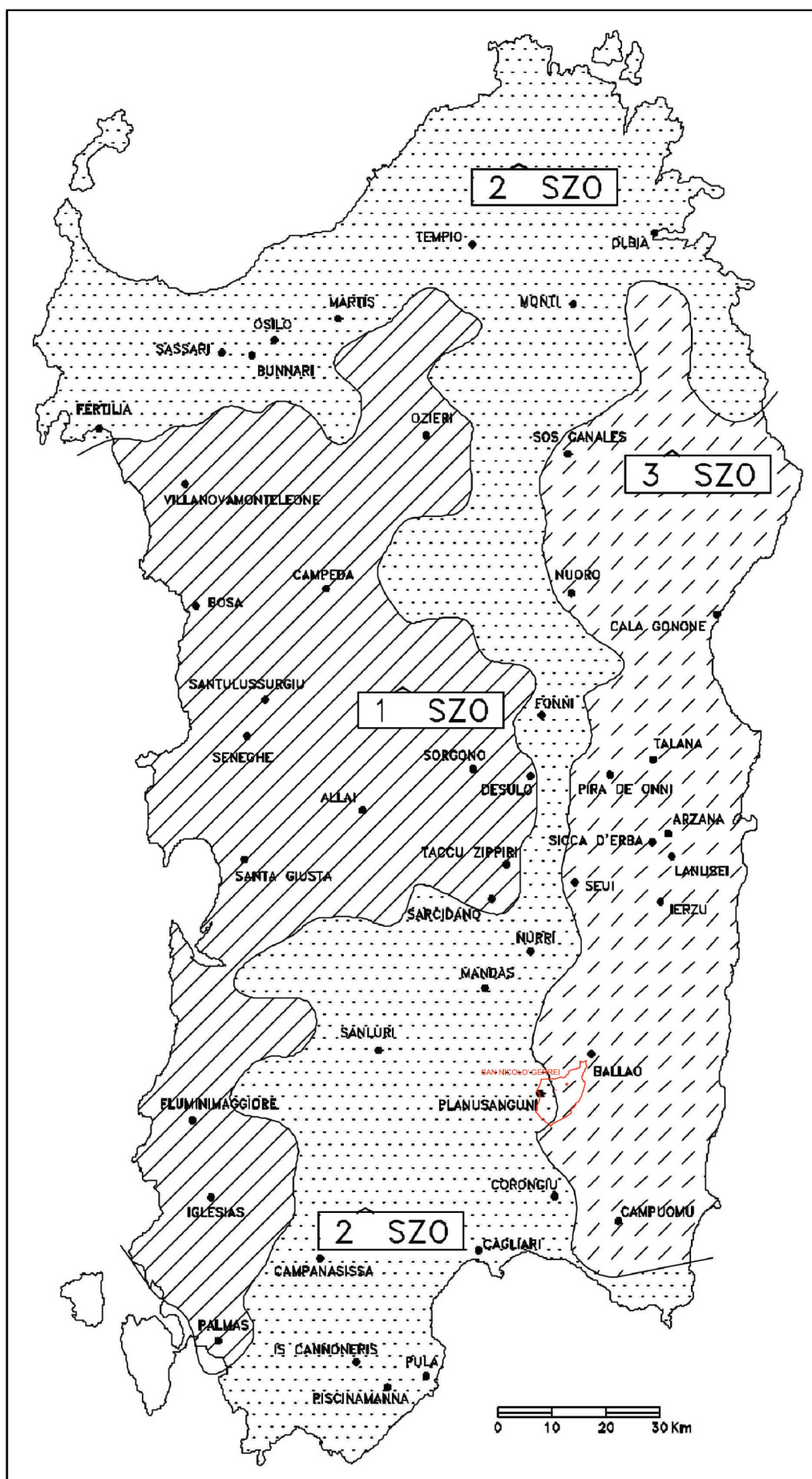


Figura 3 - Zone Omogenee per le piogge brevi e intense in Sardegna.

Il bacino oggetto del presente studio ricade nella sottozona Omogenea SZO 3

5.7 Valutazione del coefficiente di deflusso

Il valore del coefficiente di deflusso può essere calcolato con il metodo del SCS-Curve Number, che permette di ricavare la pioggia netta in base all'espressione:

$$h_{netta} = \frac{(h_{lorda} - I_a)^2}{(h_{lorda} + S_a - I_a)}$$

e quindi il coefficiente di deflusso:

$$\psi = \frac{h_{netta}}{h_{lorda}} = \frac{(h_{lorda} - I_a)^2}{h_{lorda} \cdot (h_{lorda} + S_a - I_a)} \quad \text{dove:}$$

- ψ = Coefficiente di deflusso
- h_{lorda} = pioggia stimata per assegnata distribuzione di probabilità
- $I_a = 0,2 \cdot S$ = assorbimento iniziale del bacino

combinando le due espressioni si ricava:

$$\psi = \frac{(h_{lorda} - 0,2 \cdot S)^2}{h_{lorda} \cdot (h_{lorda} + 0,8 \cdot S)} \quad \text{dove:}$$

- S = capacità massima di assorbimento del bacino espresso dalla relazione:

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

- CN = parametro di assorbimento. Il valore di CN (variabile teoricamente tra 0 a 100) esprime percentualmente la quantità d'acqua che caduta al suolo contribuisce al deflusso superficiale.

Infine, si determina la portata mediante la formula:

$$Q = \frac{\psi \cdot r \cdot h_{lorda} \cdot A}{3,6 \cdot t} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

5.8 Valutazione della durata di pioggia critica t :

Per la valutazione della durata della pioggia critica si è assunto il modello utilizzato nella procedura VAPI Sardegna; si è quindi ammesso che la durata della pioggia corrisponda alla somma del tempo necessario per la formazione del deflusso superficiale e del tempo di corrivazione del bacino:

$$t = t_c + t_f,$$

dove:

t_c = tempo di corrivazione del bacino

t_f = tempo di formazione del deflusso superficiale

Per quanto riguarda il tempo di formazione del ruscellamento superficiale, si utilizza la seguente formulazione:

$$t_f = \frac{I_a}{i(t,r)}$$

dove I_a rappresenta l'assorbimento iniziale e $i(t,r)$ l'intensità di pioggia corrispondente alla durata critica. La stima di questo valore deve essere evidentemente effettuata in maniera iterativa.

5.9 Scelta del tempo di ritorno T

I tempi di ritorno adottati sono conformi alle indicazioni del PAI, in particolare sono stati adottati 50, 100, 200, 500 anni.

5.10 Valutazione del parametro di assorbimento CN

I valori del parametro di assorbimento CN e quindi della capacità massima di assorbimento S sono stati determinati per le sezioni idrologiche d'interesse facendo riferimento alla ben nota metodologia SCS-CN utilizzando la Carta Litologica e quella di Uso del Suolo disponibile presso la Regione Sardegna nell'ambito del Sistema IFRAS.

Per il bacino è stato determinato un valore medio del CN (Curve Number) relativo alle condizioni più critiche di umidità antecedente del suolo, ovvero corrispondente alla condizione AMC (Antecedent Moisture Condition) di tipo III.

Nel caso in esame, ogni bacino scolante è stato suddiviso, in base al tipo e all'uso del suolo, in zone omogenee caratterizzate dal medesimo valore del parametro CN. L'uso del suolo è stato ricavato dalla "Carta dell'Uso del Suolo" in scala 1:25.000 elaborata dalla Regione Sardegna. Si sono così ottenute varie sub-aree isoparametriche la cui somma fornisce la superficie complessiva del bacino. Per ogni bacino è stato ricavato poi un valore medio ponderato del parametro CN. Al valore così ottenuto è stato poi assegnato un valore correttivo ΔCN variabile nell'intervallo (-5+15) che tiene conto delle caratteristiche geologiche del bacino, passando da -5 per i terreni incoerenti ad elevata capacità di infiltrazione a + 15 per le rocce con strutture cristalline compatte e poco permeabili. Nel caso specifico è stato assunto un coefficiente correttivo $\Delta CN=12$

e quindi un $CN(II) = CN + 12$. Infine, è stato calcolato bacino il valore medio $CN(III)$ mediante l'espressione:

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0,13 \cdot CN(II)}$$

Di seguito si riporta il bacino studiato con la suddivisione della superficie in base all'uso del suolo e il relativo CN attribuito.

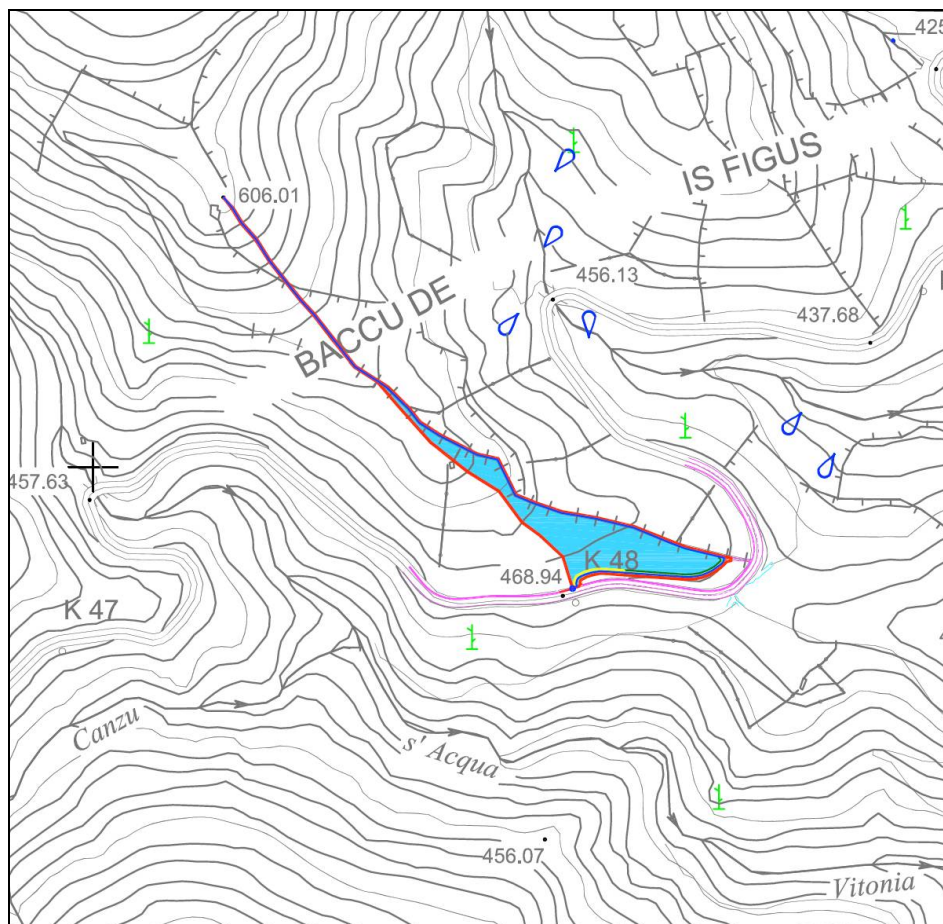


Figura 4 - Bacino idrografico

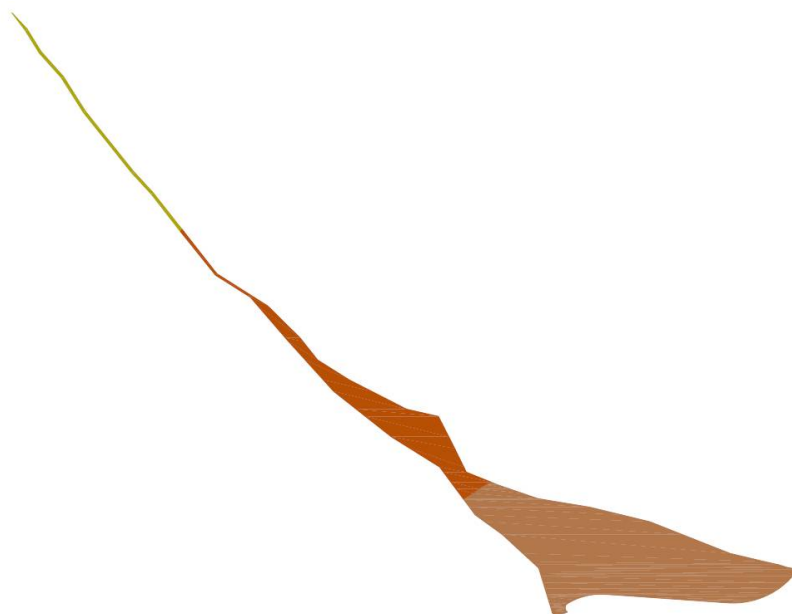


Figura 5 - Carta dell'uso del suolo



TIPOLOGIA	Superficie Km ^q (S)	CN	CN * S
 Aree a ricolonizzazione naturale	0.000283922 Km ^q	70	0.02
 Aree agroforestali	0.002784921 Km ^q	70	0.19
 Seminativi in aree non irrigue	0.009027005 Km ^q	60	0.54
Sommano	0.012095848 Km ^q	$\sum(CN_i * S_i) =$ 0.76	
		$CN_{medio} = \sum(CN_i * S_i) / S_{bacino} =$ 62.54	
		Maggiorazione $\Delta CN =$ 10.00	
		$CNII = CN_{medio} + \Delta CN =$ 72.54	
		$CNIII = 23 * \frac{CNII}{10 + 0,13 * CNII} =$ 85.87	
		Arrotondato 86.00	

Figura 6 - Legenda uso del suolo e CN attribuito

Di seguito si riportano le caratteristiche morfometriche e i vari parametri utilizzati per la determinazione delle portate calcolate con i metodi sopra descritti.

BACINO Svincolo S.S. 387 km 48+012

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO

BACINO			ASTA FLUVIALE		PARAMETRI								
AREA	QUOTA MEDIA Hm	QUOTA SEZIONE FINALE Ho	PENDENZA MEDIA	LUNGHEZZA L	PENDENZA	CNII	CNIII	Capacità massima di assorbim. S	TCEV Ploggia Indice	Zona idrografica Zi	TCEV Sottozona	LOG NORM gruppo	Coeff. Sirchia-Fasso Ps
Kmq	m s.l.m.	m s.l.m.		Km					mm				
0.012	487.64	468.94	0.136	0.84	0.164	71	86	41.35	75	18	3	1	0.7

TEMPI DI CORRIVAZIONE E ALTEZZE DI PIOGGIA

tc (ore)										r		ψ	
	Tr	tf	ore	ore	hiorda	hiorda	hnetta			hnetta/hiorda			
Ventura	anni				mm	mm	mm			0.9794	0.05		
Glandotti	50	0.05	0.08		14.85	13.69	0.63			0.9792	0.05		
Pasini	100	0.04	0.07		16.61	14.01	0.70			0.9789	0.05		
Viparelli	200	0.04	0.07		18.41	14.35	0.78			0.9786	0.06		
SCS	500	0.04	0.07		20.85	14.87	0.91						
VALORE UTILIZZATO		VAPI	VAPI	LOG NOR	TCEV	SCS		coeff. di rid. Areale		coeff. di deflusso			
	0.03												

PORTATE DI PIENA (mc/sec)

PERIODI DI RITONO (Anni)	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI

LOG NORMALE (Lazzari)	0.03	0.04	0.05	0.06
-----------------------	------	------	------	------

TCEV	0.05	0.07	0.08	0.09
------	------	------	------	------

METODI INDIRETTI

TCEV (Deidda-Piga-Sechi)	0.03	0.03	0.04	0.04
--------------------------	------	------	------	------

LOG NORMALE (Piga-Liguori)	0.08	0.09	0.11	0.14
----------------------------	------	------	------	------

METODI EMPIRICI

SIRCHIA - FASSO'	0.62	0.62	0.62	0.62
------------------	------	------	------	------

SIRCHIA MODIFICATO	0.21	0.25	0.30	0.36
--------------------	------	------	------	------

PORTATA DI PROGETTO

Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
mc/sec	mc/sec	mc/sec	mc/sec
0.08	0.09	0.11	0.14

LOG NORMALE (Piga-Liguori)			
----------------------------	--	--	--

CONTRIBUTO UNITARIO

Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
mc/sec*kmq	mc/sec*kmq	mc/sec*kmq	mc/sec*kmq
6.61	7.44	9.09	11.57

Figura 7 - Tabella portate

6 SCELTA DELLA PORTATA DI PIENA PER L'ANALISI IDRAULICA

6.1 Confronto tra i risultati ottenuti con i vari metodi

Così come indicato nelle linee guida del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico le portate sono state calcolate con i diversi metodi esposti e per i tempi di ritorno richiesti dalla normativa di riferimento (50, 100, 200, 500 anni). Nel caso in studio viene scartata l'applicazione dei metodi diretti in quanto questi derivano dall'analisi di serie storiche relative a stazioni che sottendono bacini di estensione superiore a 60 Km² (il bacino calcolato ha una estensione di 0,012 Km²).

Il metodo empirico ha il difetto di non tenere conto di nessuna analisi probabilistica o statistica e, in genere, fornisce valori di portata spesso sovrastimati soprattutto nel caso di piccoli bacini.

Pertanto, dal confronto dei risultati ottenuti e visti i limiti di applicabilità di alcune metodologie di calcolo al bacino studiato, si propende per l'utilizzo della portata di progetto calcolata con il metodo razionale diretto basato sulle curve di possibilità pluviometrica TCEV che, attraverso i vari parametri (morfometrici, uso del suolo, CN ecc.), tiene maggiormente conto delle caratteristiche del bacino.

Per quanto esposto i valori di portata utilizzati per la modellazione idraulica nella situazione prima e dopo la realizzazione delle opere previste in progetto sono i seguenti:

PORTATE DI PROGETTO			
Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
mc/sec	mc/sec	mc/sec	mc/sec
0.08	0.09	0.11	0.14
LOG NORMALE (Piga-Liguori)			

La portata Q_s a 200 anni è pari a 0,11 mc/s, a 500 anni Q_s = 0,14 mc/s

VERIFICA TUBAZIONE

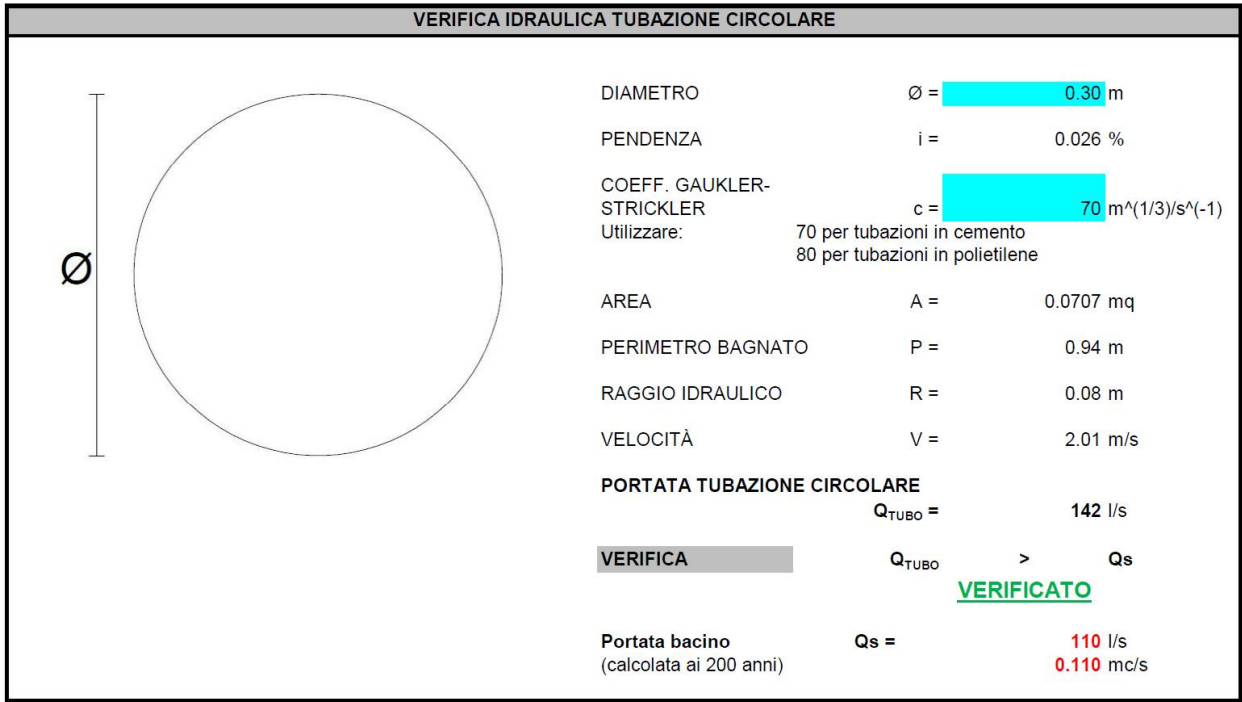


Figura 8 - Verifica tubazione con portata calcolata su periodo di ritorno di 200 anni

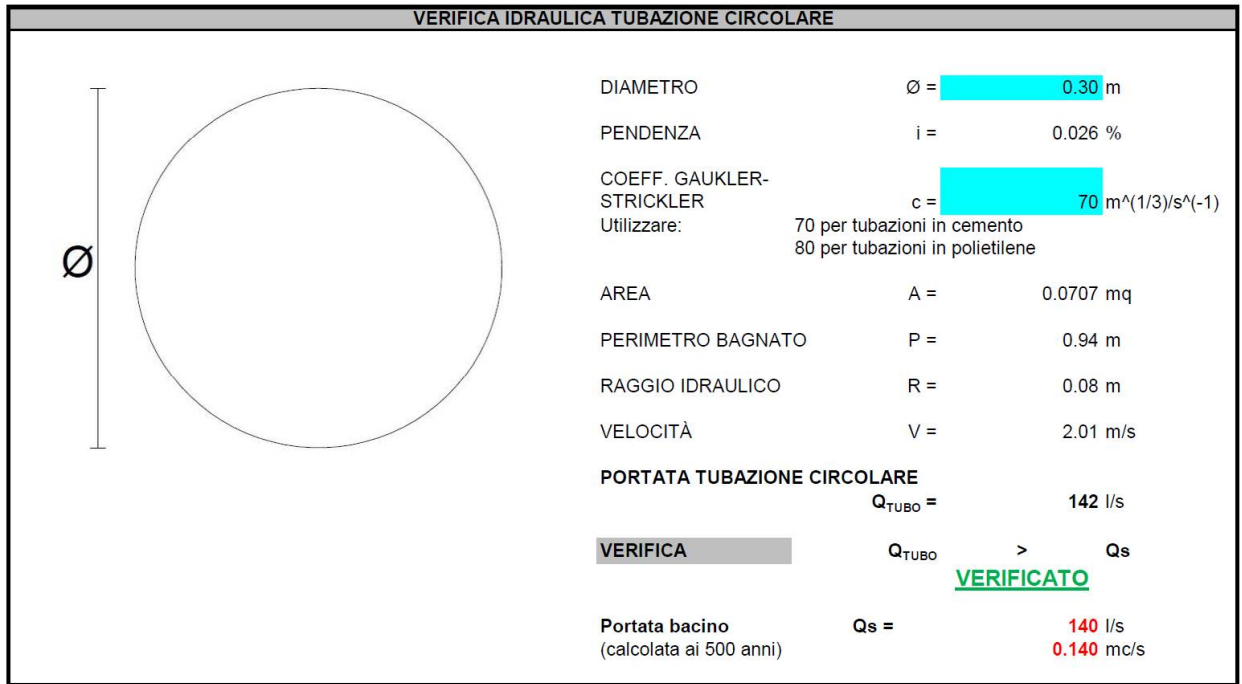


Figura 9 - Verifica tubazione con portata calcolata su periodo di ritorno di 500 anni

Si adotta una tubazione in cemento rotocompresso del diametro di 300 mm che verifica anche con la portata a 500 anni.

7 STUDIO DEL BACINO N. 2

Di seguito si riporta il bacino completo che contiene anche la metà della carreggiata studiata con la suddivisione della superficie in base all'uso del suolo e il relativo CN attribuito.

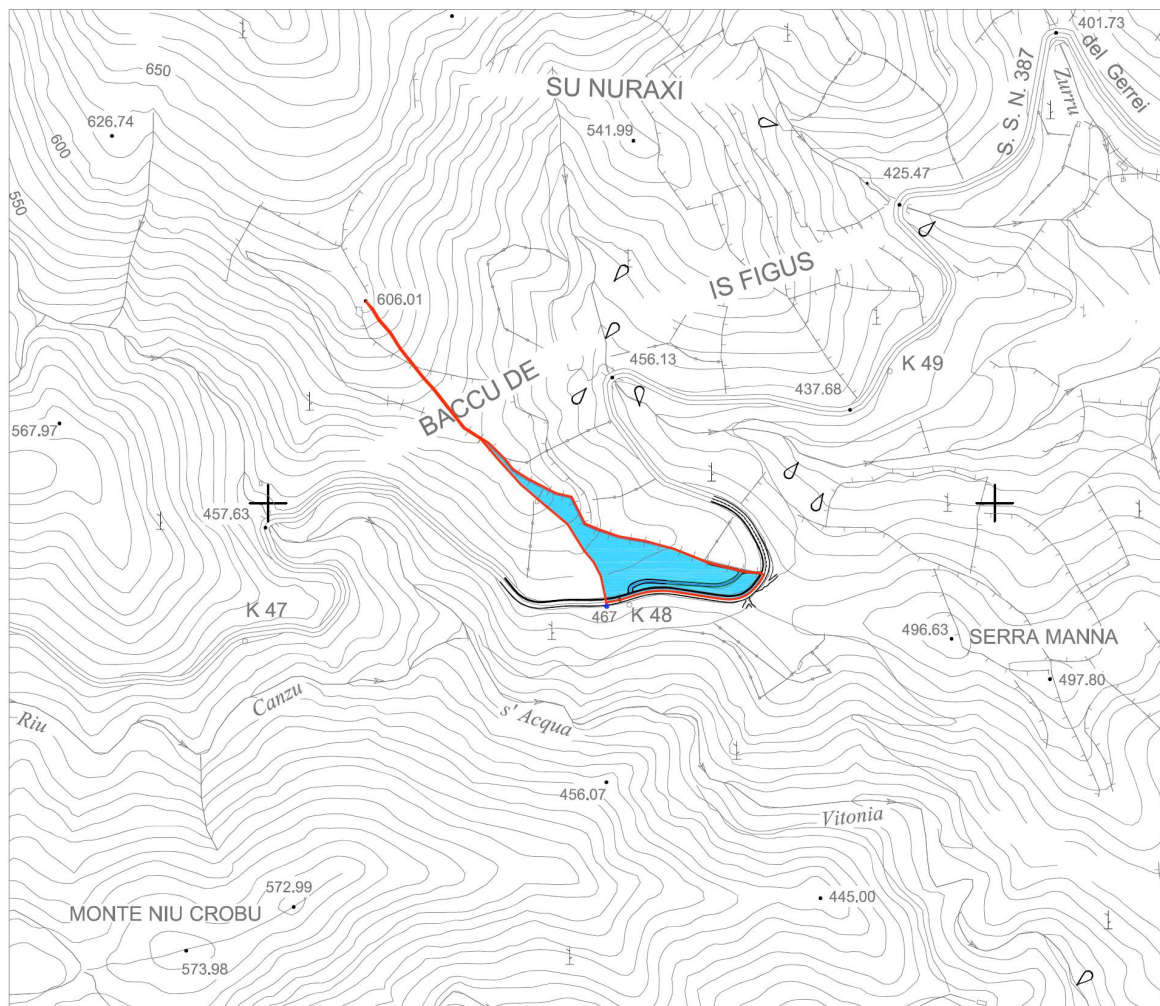


Figura 10 - Bacino idrografico N° 2

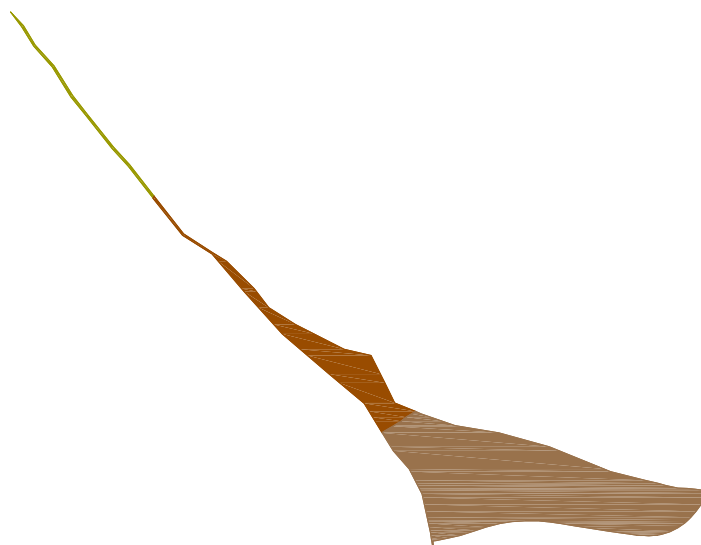


Figura 11 - Carta dell'uso del suolo




TIPOLOGIA	Superficie Km ² (S)	CN	CN * S
 Aree a ricolonizzazione naturale	0.000283922 Km ²	70	0.02
 Aree agroforestali	0.003209534 Km ²	70	0.22
 Seminativi in aree non irrigue	0.013759744 Km ²	60	0.83
Sommano	0.017253200 Km²	$\sum(CN_i * S_i) =$	1.07
$CN_{medio} = \sum(CN_i * S_i) / S_{bacino} =$			62.02
$Maggiorazione \Delta CN =$			10.00
$CNII = CN_{medio} + \Delta CN =$			72.02
$CNIII = 23 * \frac{CNII}{10 + 0,13 * CNII} =$			85.55
Arrotondato			86.00

Figura 12 - Legenda uso del suolo e CN attribuito

Di seguito si riportano le caratteristiche morfometriche e i vari parametri utilizzati per la determinazione delle portate calcolate con i metodi sopra descritti.

BACINO N°2 Svincolo S.S. 387 km 48+012

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO

BACINO			ASTA FLUVIALE			PARAMETRI							
AREA	QUOTA MEDIA Hm	QUOTA SEZIONE FINALE Ho	PENDENZA MEDIA	LUNGHEZZA L	PENDENZA	CNII	CNIII	Capacità massima di assorbim. S	TCEV Pioggia indice	Zona idrografica Zi	TCEV Sottozona	LOG NORM gruppo	Coeff. Sirchia- Fassò Ps
Kmq	m.s.l.m.	m.s.l.m.		Km					mm				
0.017	484.16	467.00	0.234	0.88	0.158	72	86	41.35	75	1	3	1	0.7

TEMPI DI CORRIVAZIONE E ALTEZZE DI PIOGGIA

	tc (ore)	Tr	t†	ore	ore	hlorda	hlorda	hnetta	r	ψ
Ventura	0.04	anni				mm	mm	mm	0.9779	hnetta/hlorda 0.06
Glandotti	0.56	50	0.05	0.09	16.23	14.98		0.94	0.9777	0.07
Pasini	0.07	100	0.05	0.09	18.16	15.42		1.05	0.9774	0.07
Viparelli	0.24	200	0.04	0.08	20.12	15.87		1.18	0.9774	0.08
SCS	0.21	500	0.04	0.08	22.78	16.56		1.38	0.977	
VALORE UTILIZZATO	0.04		VAPI	VAPI	LOG NOR	TCEV	SCS		coeff. di rid. Areale	coeff. di deflusso

PORTATE DI PIENA (mc/sec)

PERIODI DI RITONO (Anni)	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI

LOG NORMALE (Iazzari)	0.04	0.05	0.06	0.08
TCEV	0.07	0.09	0.11	0.13

METODI INDIRETTI

TCEV (Deidda-Piga-Sechi)	0.05	0.06	0.07	0.08
LOG NORMALE (Piga-Liguori)	0.12	0.15	0.18	0.23

METODI EMPIRICI

SIRCHIA - FASSO'	0.85	0.85	0.85	0.85
SIRCHIA MODIFICATO	0.29	0.35	0.41	0.50

h _{netta}		r		ψ	
mm				h _{netta} /h _{orda}	
0.94		0.9779		0.06	
1.05		0.9777		0.07	
1.18		0.9774		0.07	
1.38		0.977		0.08	
SCS		coeff. di rid. Areale		coeff. di deflusso	
allamento					
λ (mc/sec)					
PORTATA DI PROGETTO					
Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀		
mc/sec	mc/sec	mc/sec	mc/sec		
0.12	0.15	0.18	0.23		
LOG NORMALE (Piga-Liguori)					
CONTRIBUTO UNITARIO					
q ₅₀	q ₁₀₀	q ₂₀₀	q ₅₀₀		
mc/sec*kmq	mc/sec*kmq	mc/sec*kmq	mc/sec*kmq		
6.95	8.69	10.43	13.33		

Figura 13 - Tabella portate

8 SCELTA DELLA PORTATA DI PIENA PER L'ANALISI IDRAULICA

8.1 Confronto tra i risultati ottenuti con i vari metodi

Così come indicato nelle linee guida del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico le portate sono state calcolate con i diversi metodi esposti e per i tempi di ritorno richiesti dalla normativa di riferimento (50, 100, 200, 500 anni). Nel caso in studio viene scartata l'applicazione dei metodi diretti in quanto questi derivano dall'analisi di serie storiche relative a stazioni che sottendono bacini di estensione superiore a 60 Km² (il bacino N. 2 calcolato ha una estensione di 0,017 Km²).

Il metodo empirico ha il difetto di non tenere conto di nessuna analisi probabilistica o statistica e, in genere, fornisce valori di portata spesso sovrastimati soprattutto nel caso di piccoli bacini.

Pertanto, dal confronto dei risultati ottenuti e visti i limiti di applicabilità di alcune metodologie di calcolo al bacino studiato, si propende per l'utilizzo della portata di progetto calcolata con il metodo razionale diretto basato sulle curve di possibilità pluviometrica TCEV che, attraverso i vari parametri (morfometrici, uso del suolo, CN ecc.), tiene maggiormente conto delle caratteristiche del bacino.

Per quanto esposto i valori di portata utilizzati per la modellazione idraulica nella situazione prima e dopo la realizzazione delle opere previste in progetto sono i seguenti:

PORTATE DI PROGETTO			
Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₅₀₀
mc/sec	mc/sec	mc/sec	mc/sec
0.12	0.15	0.18	0.23
LOG NORMALE (Piga-Liguori)			

La portata Q_s a 200 anni è pari a 0,18 mc/s, a 500 anni Q_s = 0,23 mc/s

VERIFICA TUBAZIONE

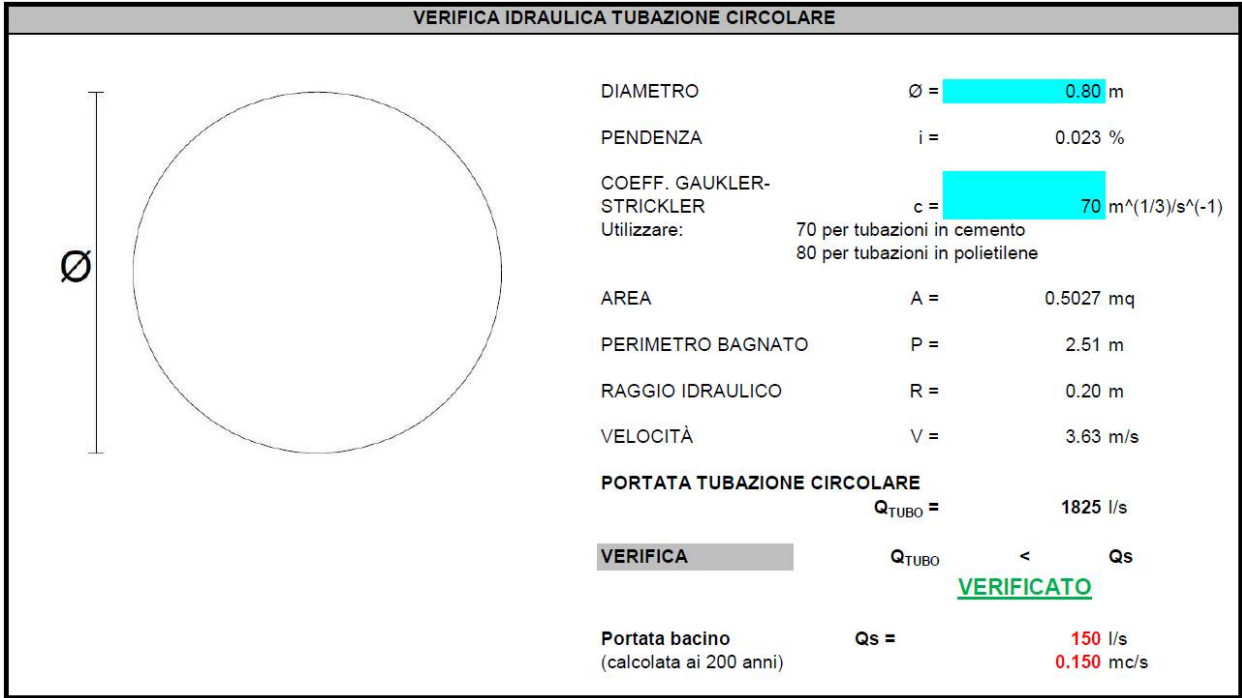


Figura 14 - Verifica tubazione con portata calcolata su periodo di ritorno di 200 anni

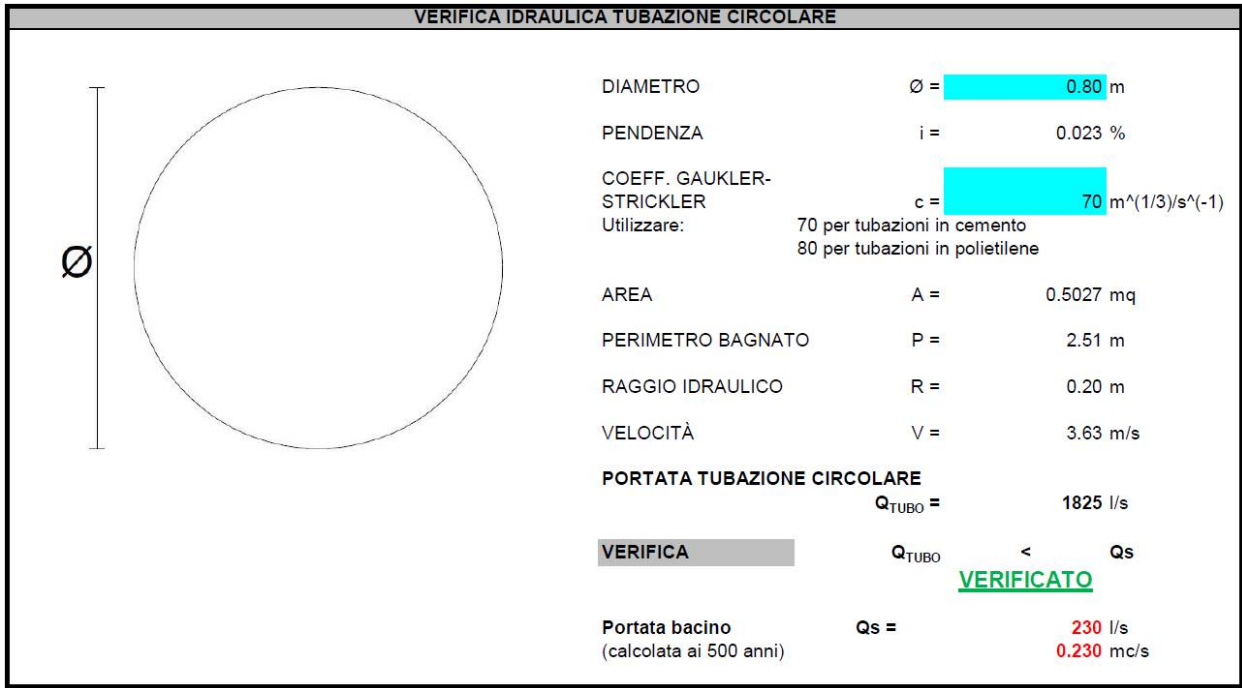


Figura 15 - Verifica tubazione con portata calcolata su periodo di ritorno di 500 anni

La tubazione esistente del diametro 800 mm verifica a 200 e 500 anni.

Il pozzetto che ha dimensioni 100x100x100 è in grado di smaltire la portata di piena.