



PROVINCIA SUD SARDEGNA



COMUNE DI
VILLACIDRO



COMUNE DI GUSPINI



REGIONE SARDEGNA



COMUNE DI
SAN GAVINO MONREALE



COMUNE DI
GONNOSFANADIGA



CONSORZIO INDUSTRIALE
PROVINCIALE M.C. VILLACIDRO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVE OPERE DI RETE PER CONNESSIONE DI PIU' IMPIANTI DA FONTE RINNOVABILE

Nuova SE RTN 220/150 kV in comune di Guspini e raccordi
aerei, potenziamento elettrodotto Villacidro-Guspini

B

PROGETTO DEFINITIVO

OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE

impianto FV di potenza pari 25,197 MWp in comune Villacidro e San Gavino Monreale

B. Progetto definitivo

PIANO TECNICO DELLE OPERE

B.81

*NUOVA S.E. DI GUSPINI RELAZIONE IDRAULICA
ALL Rel. asseverata art. 23 comma 7 bis*

COMMITTENTE

GREENENERGYSARDEGNA2

IL PROGETTISTA



BETTIOL ING. LINO SRL
Società di Ingegneria

S.L.: Via G. Marconi 7 - 31027 Spresiano (TV)
S.O.: Via Panà 56ter - 35027 Noventa Padovana (PD)
Tel. 049 7332277 - Fax. 049 7332273
E-mail: bettiolinglinosrl@legalmail.it



GIULIA
BETTIOL
31.01.2025
15:00:10
GMT+01:00

DATA: NOVEMBRE 2024

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	VERIFICA INTERFERENZA CON RETE IDRAULICA SECONDARIA	5
3	GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE DELLA NUOVA S.S.E.	10
3.1	Determinazione delle precipitazioni di progetto.....	10
3.2	Calcolo delle portate meteoriche di piattaforma.....	13
3.3	Provvedimenti per il contenimento dei deflussi	15
3.4	Verifica idraulica del dispositivo di limitazione delle portate	18
3.5	Verifica idraulica dello sfioro di troppo pieno e della capacità di smaltimento del ricettore per i manufatti intermedi	19
3.6	Verifica idraulica dello sfioro di troppo pieno e della capacità di smaltimento del ricettore.....	20
3.7	Descrizione della rete di smaltimento delle acque meteoriche.....	21
3.8	L'impianto di trattamento delle acque di piattaforma dei trasformatori	22
4	CONCLUSIONI	24

1 PREMESSA

La presente relazione idraulica riprende le richieste di integrazioni della Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna con protocollo n.8516 del 31/08/2022, relative al progetto in procedura di Valutazione di Impatto Ambientale di un impianto fotovoltaico e delle opere di connessione alla RTN di potenza massima installata pari 25,20 MW, denominato "PV VILLACIDRO 2", proposto dalla società Green Energy Sardegna 2 e da realizzarsi nei Comuni di Villacidro, San Gavino Monreale, Gonnosfanadiga e Guspini, provincia del Medio Campidano e recepisce il riscontro alle integrazioni documentali, acquisite al prot. n. 13227 del 12/12/2023 dalla Regione Autonoma della Sardegna Direzione Generale Agenzia del distretto idrografico della Sardegna.

Nello specifico si richiamano le opere di progetto inerenti alla realizzazione degli interventi indicati da Terna necessari per connettere il nuovo impianto da fonte rinnovabile alla cabina primaria di e-distribuzione di Villacidro (VS).

Terna individua nella STMG le seguenti opere da realizzare per connettere il nuovo impianto di Green Energy Sardegna 2 S.r.l. alla Cabina Primaria (CP) di e-distribuzione di Villacidro:

- nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 220/150 kV della RTN da inserire in entra-esce alla linea della RTN a 220 kV "Oristano –Sulcis" a cui collegare le linee della RTN a 150 kV "Guspini – Villacidro" e "Pabillonis – Guspini" e la CP Guspini;
- potenziamento/rifacimento della linea RTN a 150 kV nel tratto compreso tra la CP Villacidro e la nuova SE a 220/150 kV.

Le analisi delle interferenze svolte per le opere di rete per la connessione sono riassunte nell'elaborato: "B.S.37 – Verifica interferenze con rete idraulica" a cui si rimanda.

Questa relazione tratta le interferenze della nuova SE con la rete idraulica recependo il lieve spostamento e traslazione verso Sud della SSE elettrica con la previsione di accesso alla medesima da via "Località Pauli Sirbanu" Strada provinciale 65.

Le acque di pioggia che cadono all'interno dell'area in cui verrà realizzata la nuova SE defluiscono tramite una serie di fossati e scoline nel corso d'acqua Riu Melas, affluente del Flumini Bellu. Trattasi di rete superficiale in area privata che funge, in caso di precipitazioni meteoriche rapide ed intense, da vettore di raccolta e scarico verso la rete idraulica ricettrice di valle. Di seguito saranno analizzate anche le interferenze con la rete di scolo.

In basso si riporta un estratto dell'elaborazione su software GIS inquadrante l'area è stato proposto di realizzare la nuova SE e il Riu Melas.

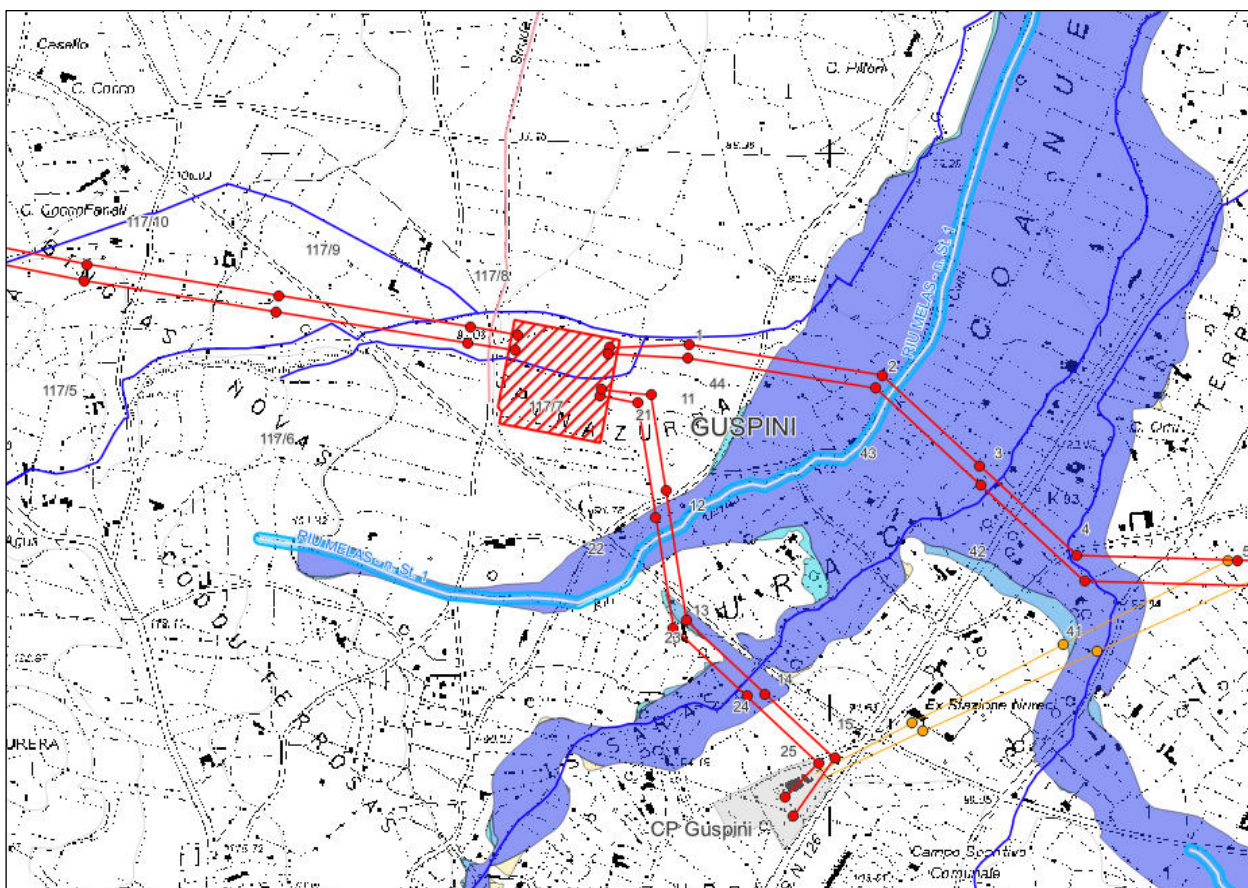


Figura 1 – Inquadramento su base CTR aree a pericolosità idraulica e rete interferente con la nuova SE di Guspini.

L'intervento di realizzazione della nuova SE prevede l'impermeabilizzazione di un territorio ora ad uso agricolo o comunque a verde. Si ipotizza una gestione delle acque meteoriche tale da garantire l'invarianza idraulica dei deflussi mediante una verifica di compatibilità idraulica delle opere. In particolare, per via di un aumento del coefficiente di deflusso per una variazione della permeabilità delle superfici trasformate, andranno previste delle misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'"invarianza idraulica".

In data 02/10/2024 (cod. prat. 201900272) il TSO, Terna Spa, ha fatto richiesta di adeguamento delle opere di rete per la connessione, ciò ha comportato modifiche progettuali su quanto già presentato.

La revisione n. 04 del presente documento ha voluto quindi integrare le richieste pervenute da parte di Terna s.p.a.

2 VERIFICA INTERFERENZA CON RETE IDRAULICA SECONDARIA

Il sedime della nuova sottostazione elettrica risulta interferente con uno scolo secondario non mappato nella rete principale della Regione Sardegna.

Si riporta di seguito un estratto del piano di adeguamento del PUC al PAI con l'analisi di dettaglio delle aree a pericolosità idraulica redatte secondo l'art. 8 delle NTA del PAI.

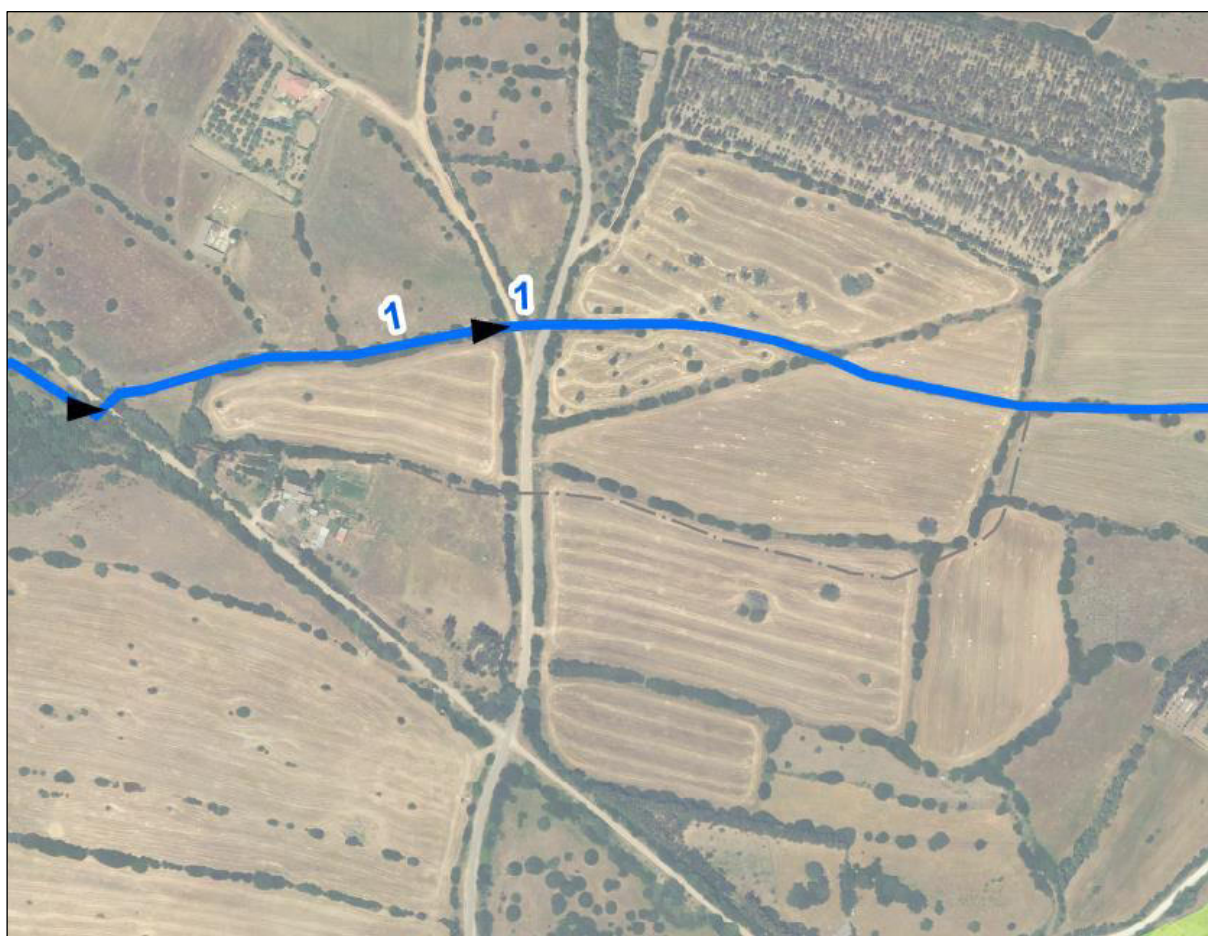


Figura 2 - Estratto modifiche al reticolo idrografico Comune di Guspini (anno 2022).

Anche visualizzando le tavole IGM 25.000 si può notare la presenza di corsi d'acqua interessanti l'area in cui è prevista l'ubicazione della nuova SSE.

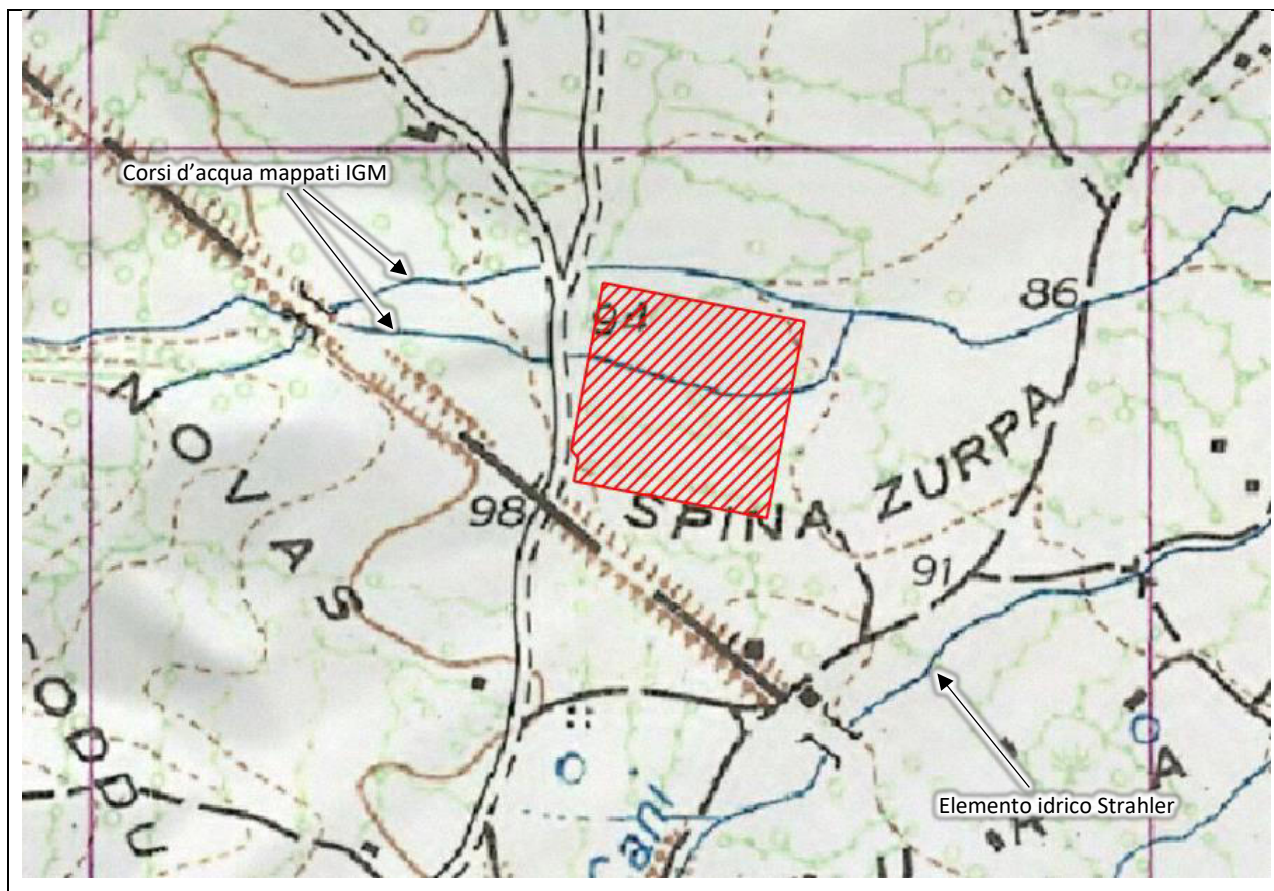


Figura 3 – Inquadramento su carta IGM dell'area di realizzazione della nuova SSE e dei corsi d'acqua interferenti con essa.

A seguito di nota dalla Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna con protocollo n. 0020867 del 10/08/2022, relative al progetto in procedura di VIA, il sedime della SSE è adeguato per risultare non interferente con l'elemento idrico descritto nella mappa IGM 1958-65 e individuato con la numerazione n. 2 nella figura 3. Trattasi di corsi d'acqua afferenti ai bacini minori costituenti parte del più grande bacino del Rio Sitzzerri che sfocia nello stagno di San Giovanni nel Golfo di Oristano.

Il Rio 1 è il Rio di Spina Zurpa che interseca il sedime di progetto mentre il Rio 2 è il Rio Bingias Novas, esterno ad esso.

Si riporta in allegato la Relazione asseverata ai sensi dell'art. 23 comma 7 bis - NTA PAI all. B alla DGR 43/2 del 27/08/2020 in cui viene verificato che l'elemento idrico derivante dalla cartografia IGM 1958-1965 e adagiato sul modello attuale del suolo di dettaglio utilizzato nello studio (DSM e DTM da LIDAR a passo 1 m), è possibile altresì definirlo non significativo, in quanto caratterizzato da un bacino sotteso inferiore a 0.5 kmq e portate inferiori a 7 mc/sec.

La verifica della non significatività dell'elemento è stata fatta partendo dai sopralluoghi effettuati sito in cui è stato possibile verificare le continuità idrauliche. È stata osservata la presenza di un attraversamento sotto il tracciato della ex linea ferroviaria "Montevecchio Sciria-San Gavino Monreale" (Foto 1 e Foto 2) per permettere il passaggio del corso d'acqua n.1.



Foto 1 – Attraversamento sotto la ex linea ferroviaria "Montevecchio Sciria-San Gavino Monreale".



Foto 2 - Attraversamento sotto la ex linea ferroviaria "Montevecchio Sciria-San Gavino Monreale".

Per il corso d'acqua n. 1 non si rilevano condotte o tombotti di collegamento. Non presenta quindi continuità verso monte.

L'attraversamento visibile nelle foto seguenti risulta interessare la strada di accesso alla nuova SSE. Si prevede di effettuare il rinforzo di tale attraversamento per consentire il passaggio dei mezzi a servizio della stazione.



Foto 3 - Attraversamento corso d'acqua n. 2 verso la strada di accesso all'area di realizzazione della nuova SSE – vista verso monte.



Foto 4 - Attraversamento corso d'acqua n. 2 della strada di accesso all'area di realizzazione della nuova SSE. Vista verso valle.

3 GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE DELLA NUOVA S.S.E.

Per effettuare il calcolo della compatibilità idraulica sono state analizzate le alterazioni del regime idraulico indotte dalla futura realizzazione delle opere e sono stati dimensionati gli specifici volumi di laminazione atti a compensare il surplus dei deflussi dovuti alla trasformazione dell'area, che prevede una maggiore impermeabilizzazione del suolo.

Per far ciò è stata eseguita:

- un'analisi degli eventi piovosi e determinazione di quello più gravoso per l'area in esame, in funzione del tempo di corrivazione, della durata dell'evento e del suo tempo di ritorno;
- la determinazione delle portate di piena prima e dopo l'intervento;
- un bilancio idrico, con determinazione degli eventuali maggiori volumi d'acqua da smaltire, derivanti dall'intervento;
- la formulazione delle prescrizioni, da adottare nei riguardi dei realizzatori delle opere, affinché gli interventi di progetto non aggravino la situazione idraulica preesistente.

3.1 Determinazione delle precipitazioni di progetto

L'intensità di precipitazione che determina la massima portata di piena (intensità critica) è ottenuta dalla curva di possibilità pluviometrica che, com'è noto, esprime la legge di variazione dei massimi annuali di pioggia in funzione della durata della precipitazione ad assegnata frequenza di accadimento o periodo di ritorno T.

Tale curva ha solitamente la seguente forma: $h = a \cdot t^n$

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica per la verifica della compatibilità idraulica della e opere previste in progetto, si utilizza il modello probabilistico TCEV. Visti gli studi che hanno interessato il territorio della Regione Sardegna, si riscontra che il modello probabilistico ben interpreta le caratteristiche di frequenza delle serie storiche.

Il modello probabilistico TCEV è fondato sull'ipotesi che i valori estremi della grandezza idrologica considerata provengano da due differenti popolazioni di variabili aleatorie, originate da fenomeni meteorici diversi. La prima popolazione comprende gli eventi ordinari più frequenti e meno intensi e costituisce la componente di base mentre la seconda raccoglie gli eventi più rilevanti e rari e costituisce la componente straordinaria.

Per la stima dei parametri della distribuzione viene usualmente adottata una procedura di tipo gerarchico. Essa procede attraverso tre successivi livelli di regionalizzazione nel primo dei quali viene ripartito il territorio

in esame in una o più Zone Omogenee (ZO) contraddistinte ognuna da valori costanti dei due parametri di λ^* , θ^* , e quindi del coefficiente d'asimmetria. Al secondo livello di regionalizzazione il territorio viene ulteriormente ripartito in Sottozone Omogenee (SZO) con valori costanti del parametro λ e quindi del coefficiente di variazione, mentre al terzo livello vengono stimati in ogni punto del territorio i valori della pioggia indice μ . I valori dei parametri sono usualmente determinati mediante un procedimento iterativo basato sul metodo di massima verosimiglianza.

Dalla documentazione consultata risulta che nell'applicazione del modello TCEV in Sardegna sono stati utilizzati i dati delle 46 stazioni pluviografiche e delle 200 stazioni pluviometriche con il maggior numero di osservazioni.

Le indagini svolte al terzo livello di regionalizzazione hanno consentito di individuare una relazione di tipo monomio tra il valore della pioggia indice $\mu(\tau)$ e quello della durata τ , i cui coefficienti sono funzione del valore della media μ della pioggia giornaliera nel medesimo sito. Esprimendo la durata τ in ore e l'altezza di pioggia in mm, questa relazione risulta

$$\mu(\tau) = a_1 \cdot \tau^{b_1}$$

dove i due coefficienti a_1 , b_1 , hanno le espressioni:

$$a_1 = \frac{\mu_G}{0,886 \cdot 24^{b_1}} \text{ e } b_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \log(\mu_G)$$

Per determinare mediante le espressioni teoriche l'altezza di pioggia giornaliera con tempo di ritorno T assegnato in una specifica località, occorre calcolare tramite le relazioni soprariportate il valore di x' e moltiplicarlo per la pioggia indice μ_G nel punto considerato.

Allo scopo di evitare le complesse determinazioni numeriche connesse con l'impiego delle due espressioni, sono state ricavate per le tre SZO delle relazioni esplicite di x' in funzione del logaritmo decimale del tempo di ritorno TR .

In sintesi lo schema di calcolo per le piogge brevi e intense è il seguente.

L'altezza di pioggia con assegnato tempo di ritorno TR in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(\tau)$ per un coefficiente di crescita espresso come: $h(t) = (a_1 \cdot a_2) \cdot t^{(b_1+b_2)}$.

Dove i coefficienti a_2 , b_2 , si determinano con le relazioni seguenti per differenti T e τ

a) per tempi di ritorno $T \leq 10$ ANNI

$$\text{SZO 1 } a_2 = 0.66129 + 0.85935 \log_{10} T ; b_2 = -1.8438 \cdot 10^{-4} - 1.3539 \cdot 10^{-2} \log_{10} T$$

$$\text{SZO 2 } a_2 = 0.64597 + 0.89777 \log_{10} T ; b_2 = -5.6073 \cdot 10^{-3} + 7.0047 \cdot 10^{-4} \log_{10} T$$

$$\text{SZO 3 } a_2 = 0.62235 + 0.95656 \log_{10} T ; b_2 = -2.4882 \cdot 10^{-2} + 4.5884 \cdot 10^{-2} \log_{10} T$$

b) per tempi di ritorno $T > 10$ ANNI

$$\text{SZO 1 } a_2 = 0.46420 + 1.0376 \log_{10} T$$

$$b_2 = -0.18448 + 0.22960 \log_{10} T - 3.3216 \cdot 10^{-2} (\log_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora})$$

$$b_2 = -1.0469 \cdot 10^{-2} - 7.8505 \cdot 10^{-3} \log_{10} T \quad (\text{per } \tau \geq 1 \text{ ora})$$

$$\text{SZO 2 } a_2 = 0.43797 + 1.0890 \log_{10} T$$

$$b_2 = -0.18722 + 0.24862 \log_{10} T - 3.6305 \cdot 10^{-2} (\log_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora})$$

$$b_2 = -6.3887 \cdot 10^{-3} - 4.5420 \cdot 10^{-3} \log_{10} T \quad (\text{per } \tau \geq 1 \text{ ora})$$

$$\text{SZO 3 } a_2 = 0.40926 + 1.1441 \log_{10} T$$

$$b_2 = -0.19060 + 0.26448 \log_{10} T - 3.8969 \cdot 10^{-2} (\log_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora})$$

$$b_2 = 1.4929 \cdot 10^{-2} + 7.1973 \cdot 10^{-3} \log_{10} T \quad (\text{per } \tau \geq 1 \text{ ora})$$

Nel nostro caso, per la zona in esame, risulta una pioggia indice di 50 mm e le elaborazioni delle precipitazioni massime per 5, 10, 15, 30, 45 minuti e 1, 3, 6, 12, 24 ore sono state ricavate applicando tali relazioni rientrando nella SZO1.

Tale analisi suddetta fornisce curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a due parametri nella forma $h = a \cdot t^n$ in funzione del tempo di ritorno.

Assunti dei tempi di ritorno di riferimento pari a 50, 100, 200 e 500 anni, i parametri "a" ed "n" delle curve di possibilità pluviometrica per tempi di pioggia superiori all'ora risultano pari a:

Tabella 1 - Parametri "a" ed "n" delle curve di possibilità pluviometrica.

	TR50	TR100	TR200	TR500
a	46.1	52.6	59.1	67.6
n	0.426	0.459	0.485	0.510

Assunto un tempo di ritorno pari a 100 anni l'equazione è (t è espresso in minuti):

- Per tempi di pioggia inferiori all'ora: $h = 52,6 \cdot t^{0,459}$
- Per tempi di pioggia superiori all'ora: $h = 52,6 \cdot t^{0,289}$

Si riassumono di seguito graficamente le elaborazioni pluviometriche condotte.

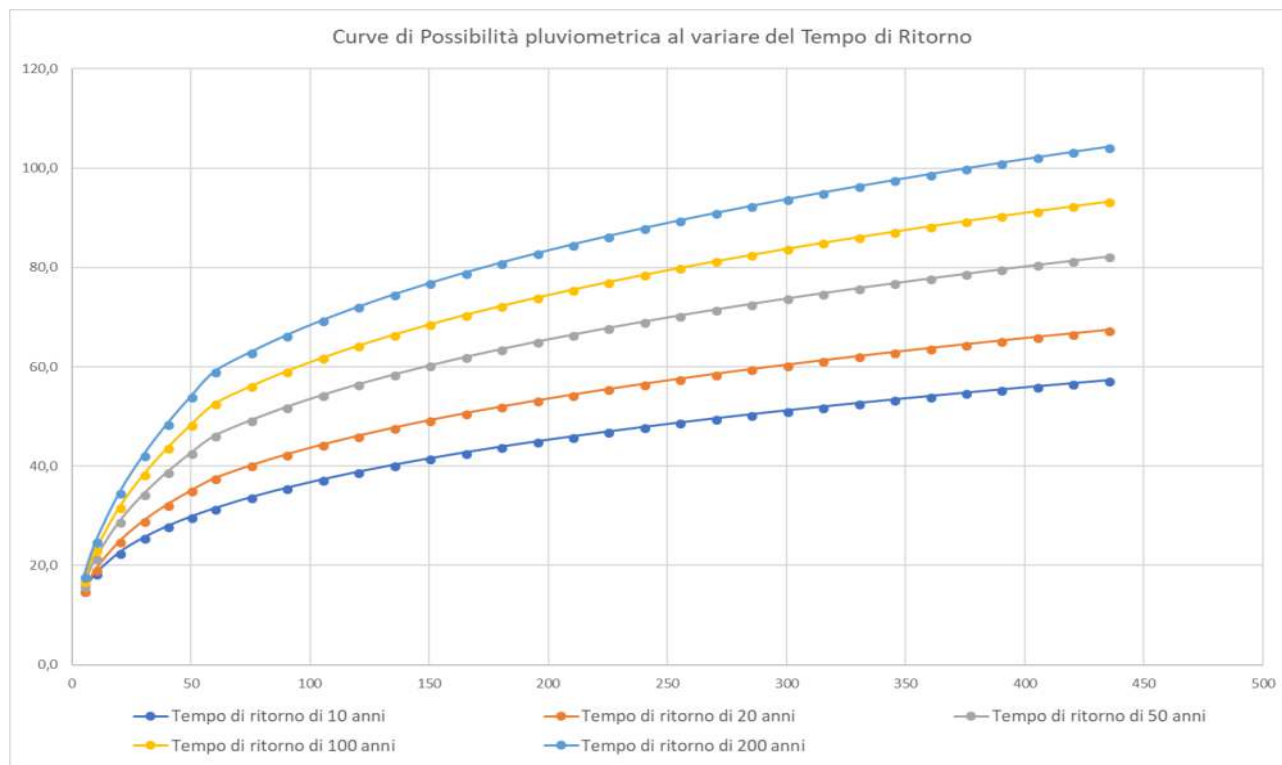


Figura 4 - Altezza di precipitazione per vari tempi di ritorno al variare della durata di pioggia.

3.2 Calcolo delle portate meteoriche di piattaforma

L'intervento viene classificato a significativa impermeabilizzazione potenziale. Per questi interventi vanno normalmente dimensionati i tiranti idrici ammessi all'interno dell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione.

Data la tipologia e l'estensione dell'area, la valutazione del volume di invaso è stata eseguita con il metodo detto "delle piogge" che si basa sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie e sulla portata massima, supposta costante, imposta in uscita dal sistema.

La valutazione della portata fluente è stata pertanto calcolata con il metodo cinematico, che ipotizza che la portata in una ipotetica sezione terminale cresca e si esaurisca linearmente nel tempo, come se l'intero bacino fosse costituito da una superficie rettangolare piana, investita da una precipitazione di intensità $j=h/t$ costante nel tempo.

La portata massima è espressa nella forma:

$$Q = \psi \cdot \phi \cdot \frac{S \cdot h}{t}$$

Il tempo di corrivazione, e analogamente, il valore del coefficiente di ritardo ψ sono stati stimati in funzione della dimensione dell'area, della pendenza media della stessa e del coefficiente di deflusso nelle due situazioni esaminate.

Per valutare il coefficiente di deflusso medio ϕ , sono state individuate le aree con caratteristiche omogenee (a verde, impermeabili, ecc.), assegnando a ciascuna di esse un prefissato valore convenzionale del coefficiente di deflusso. In funzione della loro estensione, il valore di ϕ è stato valutato con una media ponderale sull'area.

Tabella 2 - Progetto della nuova stazione elettrica - Destinazione superfici di progetto RV4.

tipo di superficie	tipo di pavimentazione	Superficie		ϕ [-]
		[m ²]	[%]	
Piazzola 1	area a ghiaino	3207,0	8,9%	0,6
Piazzola 1 area sud	Impermeabile	63,6	0,2%	0,9
Piazzola 2	area a ghiaino	6273,0	17,3%	0,6
Piazzola 3	area a ghiaino	3708,0	10,2%	0,6
Area sala comandi	copertura e marciapiede	348,0	1,0%	0,9
Piazzola 4	area a ghiaino	1721,0	4,7%	0,6
Area locale quadri comuni	copertura e marciapiede	276,0	0,8%	0,9
Piazzola 5	area a ghiaino	435,6	1,2%	0,6
Piazzola 6	area a ghiaino	5535,9	15,3%	0,6
Piazzola 7	area a ghiaino	2798,8	7,7%	0,6
Area a verde perimetrale	permeabile	1888,0	5,2%	0,2
Viabilità di servizio	Impermeabile	9981,8	27,5%	0,9
Totale		36237	100%	
Coefficiente di deflusso medio			ϕ	0,667

Curve segnalatrici a 2 parametri, Tr = 100 anni				
Metodo VAPI Sardegna		(fonte: http://www.gndci.cnr.it/it/vapi/welcome_it.htm e vari)		
tp<1 ora	a=	52,59		
	n=	0,459		
tp>1 ora	a=	52,59		
	n=	0,287		
<u>Tempo di corrivazione</u>				
	t=	16,70	[min]	
<u>Altezza di precipitazione</u>				
	h=	29,3	[mm]	
<u>Intensità di precipitazione</u>				
	i=	105,1	[mm/ora]	
<u>Coefficiente di ritardo</u>				
	ψ =	0,9		
<u>Portata</u>				
	Q=	0,636	[m ³ /s]	
		2288,2	[m ³ /ora]	
<u>Coefficiente udometrico</u>				
	u=	175,4	[l/s,ha]	

Nelle condizioni attuali l'area si presenta a prato ed il valore di portata massima con tempo di ritorno centenario risulta:

PORTATA STATO DI FATTO				
<u>Coefficiente di deflusso medio attuale</u>				
	$\varphi =$	0,10	[-]	
<u>Tempo di corrivazione</u>				
	$t =$	30,00	[min]	
<u>Altezza di precipitazione</u>				
	$h =$	38,3	[mm]	
<u>Intensità di precipitazione</u>				
	$i =$	76,5	[mm/ora]	
<u>Coefficiente di ritardo</u>				
	$\psi =$	0,44		
<u>Portata</u>				
	$Q =$	0,034	[m ³ /s]	
		122,0	[m ³ /ora]	
<u>Coefficiente udometrico</u>				
	$u =$	9,4	[l/s,ha]	

Nelle ipotesi di progetto, il coefficiente di deflusso medio assume un valore di 0,667, il valore di portata massima risulta essere pari a circa 636 l/s. Il coefficiente udometrico massimo aumenta fino a 175,4 l/(s x ha) contro i 9,4 l/(s x ha) stimati per la situazione attuale dell'area.

3.3 Provvedimenti per il contenimento dei deflussi

Il principio di invarianza idraulica applicato al caso in esame richiede che vengano individuate le aree cui attribuire funzioni compensative o mitigative, in modo che la trasformazione territoriale dell'area non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa.

Al fine di soddisfare tale principio si è pertanto proceduto a determinare la durata dell'evento meteorico che, per un tempo di ritorno di progetto pari a 100 anni, massimizza il valore dei volumi complessivi a servizio del comparto in esame.

Il valore della massima portata defluente dall'area considerata, equivalente al limite di 9,4 l/s per ettaro, è pari a 34,2 l/s e corrisponde al valore di portata di piene generato "ante-operam"; imposto questo valore, il massimo volume di invaso è stato calcolato variando la durata della precipitazione. La figura seguente illustra e riassume i risultati del calcolo.

Garantire di scaricare verso valle un valore massimo corrispondente al valore di portata che il bacino attualmente può generare dà garanzia che non possano peggiorare le condizioni di deflusso.

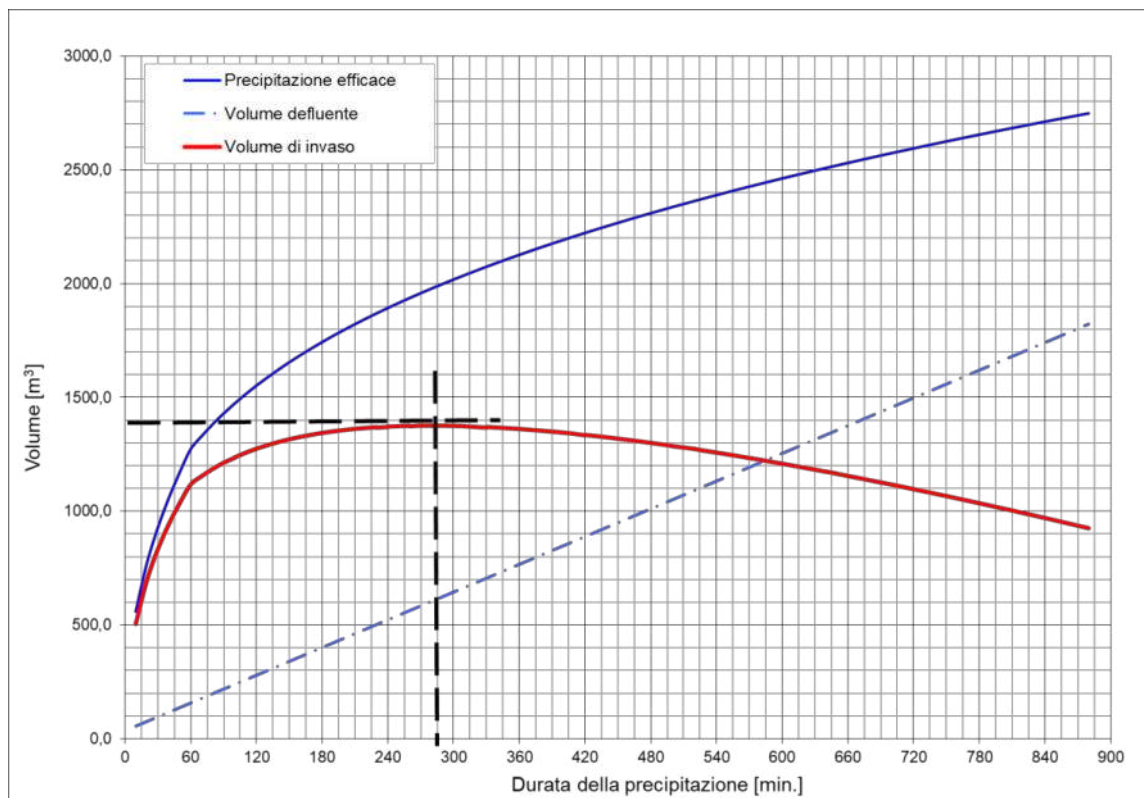


Figura 5 - Volume da invasare in funzione della durata della precipitazione per TR 100 anni.

Come si può vedere il volume minimo da invasare per il comparto in esame è pari a $1.375,7 \text{ m}^3$, equivalenti a circa $380 \text{ m}^3/\text{ha}$ per una precipitazione della durata di 280 minuti. Tale volume sarà ricavato realizzando una rete di raccolta ed invaso delle acque meteoriche interna al compendio in esame e mediante la sagomatura di un nuovo fossato di scolo in grado di raccogliere e scaricare le acque della piattaforma verso la scolina di raccolta delle acque meteoriche esistente.

Nella tabella seguente sono riportati i valori puntuali degli invasi previsti in progetto.

Tabella 3 - Indicazione dei volumi di invaso previsti in progetto.

Sub.	descrizione invaso	numero elementi	Invaso utile	sviluppo	Volume di invaso
		[n.]	[m ² /m]	[m - m ²]	[m ³]
Rete superficiale					
Fossato di invaso	fossato superficiale		5,040	170,0	856,8
Rete tubata					
collettore - Tratto nord 1-7	condotta Ø800		0,503	172,5	86,8
collettore - Tratto est 1-11	condotta Ø800		0,503	171,5	86,3
collettore - Tratto ovest 7-18	condotta Ø800		0,503	171,5	86,3
collettore - Tratto sud 11-14	condotta Ø800		0,503	77,0	38,7
collettore - Tratto sud 16-17-18	condotta Ø800		0,503	66,5	33,4
collettore - Tratto 2-12	condotta Ø800		0,503	171,5	86,3
collettore - Tratto 3-13	condotta Ø800		0,503	171,5	86,3
collettore - Tratto 4-15	condotta Ø800		0,503	163,5	82,2
collettore - Tratto 5-16	condotta Ø800		0,503	163,5	82,2
collettore - Tratto 6-17	condotta Ø800		0,503	163,5	82,2
pozzetto limitazione scarico		1	4,800		4,8
pozzetto di controllo intermedio 1,5x1,5		2	1,440		2,9
pozzetto di ispezione 1,5x1,5		12	1,440		17,3
pozzetto di ispezione 1,25x1,25		22	1,250		27,5
TOTALE					1659,8

L'attuazione di tutto il volume con la previsione di realizzare il fossato di invaso sul fronte est dell'area complessiva permette la corretta gestione dei deflussi del nuovo comparto da realizzare.

Le portate saranno convogliate al canale ricettore attraverso un manufatto di regolazione con bocca tarata appositamente dimensionato in modo da scaricare la massima portata ammissibile, pari a circa 34,2 l/s.

Portate maggiori di quelle ammesse, comportando un aumento del livello nel canale, rendono possibile l'invaso. Al termine dell'evento di pioggia, quando le condizioni del canale ricettore lo permetteranno, l'invaso si vuoterà per gravità.

A completamento della rete necessaria per la gestione delle acque meteoriche di deflusso, data la notevole pendenza dell'area, prima dello scarico nel fossato terminale di invaso, è prevista la realizzazione di due manufatti di controllo dei deflussi "intermedi" costituiti da un pozzetto un calcestruzzo 150x150 cm dotato di un setto di separazione con bocca tarata.

Le dimensioni geometriche del foro di scarico sono state dimensionate in modo da scaricare al fossato di invaso la portata massima che il sistema di invaso interno alla centrale riesce a gestire in funzione delle reti

realizzate. Da uno specifico calcolo, risulta che la massima portata da gestire è di 68,8 l/s per ogni singolo manufatto per un totale di 137,6 l/s.

Il dimensionamento è stato eseguito con le formule della foronomia.

Il carico idraulico è stato determinato ipotizzando a monte un livello idrometrico pari alla soglia di sfioro, mentre a valle un livello idrometrico coincidente con l'intradosso del tubo di scarico Ø600 mm verso la rete ricettrice.

La regolazione avverrà con un foro circolare in modo da far transitare a valle con il carico idraulico di 20 cm la massima portata ammissibile. Applicando le relazioni della foronomia con un coefficiente di deflusso pari a 0,5, la portata scaricata risulta pari a:

$$Q_s = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot 0,3^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,2} = 0,070 \text{ mc/s} = 70,0 \text{ l/s.}$$

Il valore di portata scaricabile con un foro circolare di 30 cm è paragonale al valore di calcolo.

La portata eccedente questo valore sarà invasata a monte della soglia di sfioro nel volume di accumulo dislocato nella rete tubata. Un ulteriore aumento del livello nel pozzetto stesso sarà smaltito attraverso uno sfioro di troppo pieno verso l'invaso superficiale posto a quota inferiore.

Nella tavola grafica allegata è rappresentato lo schema di raccolta delle acque meteoriche della piattaforma e la posizione planimetrica del nuovo canale che concretizzano il sistema di invaso di progetto.

3.4 Verifica idraulica del dispositivo di limitazione delle portate

Prima dello scarico è prevista la realizzazione di un manufatto di regolazione delle portate costituito da un pozzetto in calcestruzzo di 150x150 cm dotato di un setto di separazione con bocca tarata.

Le dimensioni geometriche del foro di scarico sono state appositamente dimensionate in modo da scaricare al ricettore la massima portata ammissibile di circa 34,2 l/s. Il dimensionamento è stato eseguito con le formule della foronomia.

Il carico idraulico è stato determinato ipotizzando un carico massimo di 0,7 m.

Applicando le relazioni della foronomia con un coefficiente di deflusso pari a 0,59, la portata scaricata risulta pari a:

$$Q_s = 0,5 \cdot \frac{\pi \cdot 0,15^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,71} = 0,0327 \text{ m}^3/\text{s} = 32,7 \text{ l/s.}$$

Il valore di portata scaricabile con un foro circolare di 15 cm è paragonale al valore calcolato. Tuttavia, è sconsigliato scendere sotto i 20 cm di diametro per evitare problemi di intasamento e difficoltà di manutenzione. Si opta pertanto per una sezione di regolazione circolare di diametro di 20 cm.

La portata eccedente sarà invasata a monte della soglia di sfioro nel volume di accumulo dislocato nel canale e nella rete interrata. Un ulteriore aumento del livello nel pozzetto stesso sarà smaltito attraverso uno sfioro di troppo pieno verso lo scolo.

3.5 Verifica idraulica dello sfioro di troppo pieno e della capacità di smaltimento del ricettore per i manufatti intermedi

Nella tavola di progetto allegata, sono descritte le dimensioni geometriche dello sfioro di troppo pieno che deve poter far fronte ad un evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni:

Larghezza dello sfioro: 1,5 m

Portata di piena con Tr 100 anni: 636 l/s che suddivisa per i due manufatti intermedi risulta: 318,0 l/s.

La portata scaricata dallo sfioro di troppo pieno è stata stimata con le formule della foronomia. La tipologia della soglia può essere assimilata ad uno stramazzo in parete sottile a vena aderente senza contrazione laterale, in questo caso il coefficiente di deflusso può essere assunto pari a 0,40.

Note le caratteristiche geometriche del manufatto e la portata da scaricare a valle, è possibile stimare l'altezza di sfioro e verificare se è compatibile con la giacitura altimetrica della rete e dei manufatti idraulici.

$$Q = C_q \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

di conseguenza:

$$h = \left(\frac{0,318}{0,4 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} \right)^{2/3} = 0,243 \text{ m.}$$

Nel caso si verifichi la condizione di invaso saturo e di precipitazione massima, la portata di progetto con tempo di ritorno di 100 anni (2x319,4 l/s) verrà scaricata verso il ricettore con un carico massimo sui due stramazzi stramazzo pari a 24,3 cm. Tale valore è compatibile con le caratteristiche della rete e dei manufatti di raccolta ed invaso delle acque meteoriche.

Il dimensionamento del tratto terminale di scarico verso il ricettore è stato condotto anch'esso per la portata con tempo di ritorno di 100 anni, assumendo a base di calcolo i seguenti parametri:

- Diametro condotta: $\varnothing$ 600 mm
- Pendenza collettore: 5,0 %
- Coefficiente di scabrezza (Strickler): $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

In condizioni di moto uniforme, la portata di calcolo viene convogliata con un tirante liquido pari a circa 0,41 m, vale a dire con un grado di riempimento della condotta del 68%. È quindi verificata la capacità di scarico dello sfioro di troppo pieno e del tronco terminale di scarico al ricettore.

Il manufatto sarà dotato di paratoia per intercettare eventuali versamenti accidentali di sostanze inquinanti prima dello scarico nella rete ricettrice.

3.6 Verifica idraulica dello sfioro di troppo pieno e della capacità di smaltimento del ricettore

Nella tavola di progetto allegata, sono descritte le dimensioni geometriche dello sfioro di troppo pieno che deve poter far fronte ad un evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni:

Larghezza dello sfioro: 1,5 m

Portata di piena con Tr 100 anni: 636,0 l/s.

La portata scaricata dallo sfioro di troppo pieno è stata stimata con le formule della foronomia. La tipologia della soglia può essere assimilata ad uno stramazzo in parete sottile a vena aderente senza contrazione laterale, in questo caso il coefficiente di deflusso può essere assunto pari a 0,40.

Note le caratteristiche geometriche del manufatto e la portata da scaricare a valle, è possibile stimare l'altezza di sfioro e verificare se è compatibile con la giacitura altimetrica della rete e dei manufatti idraulici.

$$Q = C_q \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

di conseguenza:

$$h = \left(\frac{0,6388}{0,4 \cdot 1,5 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} \right)^{2/3} = 0,386 \text{ m.}$$

Nel caso si verifichi la condizione di invaso saturo e di precipitazione massima, la portata di progetto con tempo di ritorno di 100 anni (636,0 l/s) verrà scaricata verso il ricettore con un carico massimo sullo

stramazzo pari a 38,6 cm. Tale valore compatibile per le caratteristiche della rete e dei manufatti di raccolta ed invaso delle acque meteoriche.

Il dimensionamento del tratto terminale di scarico verso il collettore ricettore è stato condotto anch'esso per la portata con tempo di ritorno di 100 anni, assumendo a base di calcolo i seguenti parametri:

Diametro condotta: $\varnothing$ 800 mm

Pendenza collettore: 4,0 %

Coefficiente di scabrezza (Strickler): $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

In condizioni di moto uniforme, la portata di calcolo viene convogliata con un tirante liquido pari a circa 0,56 m, vale a dire con un grado di riempimento della condotta del 70%. È quindi verificata la capacità di scarico dello sfioro di troppo pieno e del tronco terminale di scarico al ricettore.

3.7 Descrizione della rete di smaltimento delle acque meteoriche

Il complesso infrastrutturale sarà dotato di una rete interrata in grado di raccogliere le acque meteoriche provenienti dalla viabilità e dalle piattaforme di alloggio delle apparecchiature.

La rete verrà realizzata mediante la posa in opera di tubazioni in calcestruzzo vibrocompresso ad alta resistenza, con incastro a bicchiere, rispondenti alle norme UNI EN 1916, a sezione circolare anche con base di appoggio piana, di diametro interno utile pari a 800 mm.

Le tubazioni saranno armate con gabbia elettrosaldata costituita da spirale e barre longitudinali in acciaio B450 C e calcolate in modo di garantire il transito di carichi di 1^a categoria.

Tutta la rete interna del comparto in esame verrà collegata al fossato di invaso sul confine est, mediante due pozzetti di ispezione in c.a. di dimensioni interne utili di 150x150 cm dotato di una strozzatura $\varnothing$ 300 mm con paratoia di sezionamento da manovrare in caso di situazioni di emergenza come meglio descritto di seguito.

Il collegamento al fossato di invaso avverrà quindi attraverso due condotte di diametro interno pari a 600 mm con adeguata protezione dello sbocco mediante posa di roccia di idonea pezzatura.

Il collettamento delle piazzole e della viabilità interna al comparto avverrà mediante caditoie e pozzetti di raccolta delle acque di piattaforma. La classe dei chiusini in ghisa è prevista in cl. D400 kN e F900 kN in funzione dei carichi previsti sulla piattaforma stradale. Le indicazioni specifiche sono riportate negli elaborati grafici allegati.

A valle dei manufatti di regolazione intermedi verrà ricavato il fossato di invaso collegato mediante specifica condotta e manufatto di controllo finale alla rete ricettrice di valle.

La rete interna al complesso della nuova stazione elettrica verrà quindi collegata al fossato di invaso posta a quota inferiore, realizzato a est del comparto, e mediante un pozzetto di controllo finale in c.a. di dimensioni interne utili di 150x150 alla rete ricettrice di valle non regolata

Il collegamento al fossato avverrà attraverso una condotta di diametro interno pari a 800 mm con adeguata protezione dello sbocco mediante posa di roccia di idonea pezzatura.

Come già anticipato, il fossato di invaso è concepito in modo da permettere l'implementazione del volume di invaso prevedendone il prolungamento verso ovest lungo il perimetro sud della stazione.

Tutto il sistema di raccolta ed invaso delle acque meteoriche previsto è meglio descritto negli elaborati grafici a corredo del progetto dell'opera e dovranno essere oggetto di una specifica progettazione esecutiva.

Come già anticipato, l'unica criticità rilevabile è relativa alla presenza di n. 2 trasformatori di tensione che contengono all'interno dell'apparecchiatura una quantità d'olio variabile tra i 60 e i 70 m3 cadauno.

L'olio normalmente non deve uscire da tali apparecchiature, ma in caso di guasto o rottura potrebbero verificarsi degli accidentali versamenti nel terreno. Vista la remota possibilità di incidenti e/o rotture che possono causare perdite di olio si ritiene sufficiente prevedere un sistema di raccolta mediante panni oleo assorbenti del materiale eventualmente disperso nel terreno.

Per quanto concerne eventuali contaminazioni che potrebbero interessare le superfici della viabilità e dei piazzali, si ritiene opportuno dotare i 2 manufatti di controllo e regolazione delle portate intermedi di una paratoia di chiusura del flusso verso il ricettore in modo da bloccare eventuali sversamenti accidentali nella rete di raccolta delle acque meteoriche.

Si ritiene che dette superfici possono essere escluse dalle disposizioni del PTA perché si prevede una specifica procedura da inserire nel DVR con la descrizione delle modalità organizzativo-gestionali e degli accorgimenti tecnici per evitare la contaminazione delle acque meteoriche.

3.8 L'impianto di trattamento delle acque di piattaforma dei trasformatori

La rete di raccolta delle acque meteoriche è dotata di un impianto di trattamento collegato alle vasche di alloggio dei trasformatori. Tale impianto prevede un sistema di trattamento di acque meteoriche da oli minerali di tipo off-line con accumulo e rilancio delle acque.

L'impianto sarà costituito da una o più vasche monoblocco in cemento armato a perfetta tenuta idraulica, nelle quali si svolgono le seguenti fasi di trattamento:

- accumulo delle acque di pioggia;
- separazione delle acque di prima pioggia da quelle successive;
- sollevamento;
- disoleazione gravimetrica;
- filtrazione a coalescenza;
- scarico delle acque depurate.

Il volume d'acqua di pioggia sarà stoccato in una o più vasche a perfetta tenuta stagna, ed entro un periodo che varia tra 48 e 96 ore verrà trasferito per mezzo di un'elettropompa sommersa allo stadio di trattamento successivo.

Qualora durante lo svuotamento del bacino di accumulo ricominciasse l'attività precipitativa, un sensore di rilevamento della ripresa dell'evento meteorico darà un opportuno segnale al quadro elettrico di comando inibendo l'azione della pompa di scarico, e determinando così il reset del ciclo di funzionamento.

Le vasche dovranno essere monolitiche in calcestruzzo armato vibrato, a perfetta tenuta idraulica. All'ingresso sarà presente una valvola a galleggiante in acciaio inox/pead per la chiusura dell'alimentazione del sistema al raggiungimento del massimo volume accumulabile. Il sollevamento sarà realizzato con elettropompa sommersa monofase dotata di n. 1 o 2 elettrolivelli (avvio ed arresto) e tubo di mandata in pead di adeguato diametro.

Il sistema di trattamento (disoleatore) sarà dotato di filtro a coalescenza, dispositivo di chiusura a galleggiante al raggiungimento del massimo quantitativo nominale accumulabile di liquido leggero con dispositivo di estrazione dell'olio accumulato.

Tutti i manufatti saranno provvisti di soletta carrabile per carichi di 1^a categoria completa di chiusini di ispezione in numero adeguato in ghisa sferoidale cl. D 400 kN.

L'effluente dovrà essere conforme alla normativa vigente in materia per scarico in acque superficiali o sul suolo secondo disposizioni normative vigenti.

4 CONCLUSIONI

La nuova SE non interessa aree a pericolosità idraulica mappate nel piano di Adeguamento del PUC di Guspini al PAI e al PPR, ma interferisce con un elemento della rete secondaria.

Si riporta in allegato la Relazione asseverata ai sensi dell'art. 23 comma 7 bis - NTA PAI all. B alla DGR 43/2 del 27/08/2020 in cui viene verificato che l'elemento idrico derivante dalla cartografia IGM 1958-1965 e adagiato sul modello attuale del suolo di dettaglio utilizzato nello studio (DSM e DTM da LIDAR a passo 1 m), è possibile altresì definirlo non significativo, in quanto caratterizzato da un bacino sotteso inferiore a 0.5 kmq e portate inferiori a 7 mc/sec.

La verifica della non significatività dell'elemento è stata fatta partendo dai sopralluoghi effettuati in sito in cui è stato possibile verificare le continuità idrauliche. È stata osservata la presenza di un attraversamento sotto il tracciato della ex linea ferroviaria "Montevecchio Sciria-San Gavino Monreale" (Foto 1 e Foto 2) per permettere il passaggio del corso d'acqua n.2 (vedi Relazione asseverata ai sensi dell'art. 23 comma 7 bis in allegato).

Per quanto concerne invece la modifica del coefficiente di permeabilità dell'area introdotto con la realizzazione della nuova SSE, sono stati eseguiti degli specifici calcoli di verifica di compatibilità idraulica che prevedono la realizzazione di volumi di invaso per compensazione dei maggiori deflussi meteorici in modo da garantire l'invarianza idraulica a seguito della realizzazione dell'opera in progetto. Lo studio è stato redatto in modo da verificare e garantire che gli interventi previsti siano idraulicamente compatibili e, in particolare risulta che:

- le opere non alterano e non peggiorano le condizioni di deflusso dell'assetto idraulico esistente;
- non comportano una riduzione delle aree inondabili utili alla laminazione del colmo di piena;
- non comportano aumenti di portata per gli scenari di riferimento, anche in considerazione dell'aumento delle superfici impermeabili previsto con l'edificazione della nuova SE.

Si raccomanda nella redazione della progettazione esecutiva ed alla direzione dei lavori dell'opera di:

- non modificare i deflussi dell'area esterna all'ambito oggetto di intervento in modo diverso da quanto previsto ed indicato nella presente relazione;
- prevedere idonee protezioni dell'alveo interessato dagli scarichi in particolare in corrispondenza delle deviazioni del corso d'acqua e dei tratti con maggiore pendenza;
- prevedere una recinzione di confine con l'alveo del corso d'acqua di idonea resistenza ad eventuali spinte idraulica causate dal deflusso idrico di piena;

- favorire sia la crescita della vegetazione spontanea durante il periodo vegetativo, sia l'interposizione sistematica di massicciata nei punti critici del canale, per garantire il rallentamento delle acque di sgrondo e l'inibizione dei fenomeni erosivi;
- per quanto concerne le acque di piattaforma, verificare in fase di costruzione ed esercizio il corretto posizionamento degli sfiori di troppo pieni e delle strozzature per la regolazione delle portate;
- verificare le quote di scorrimento dei ricettori e dei collettori di invaso per garantire una corretta gestione degli scarichi;
- effettuare adeguate ispezioni, controlli e manutenzioni delle opere per dare la necessaria garanzia di sicurezza al funzionamento del sistema idraulico concepito.

Guspini (SU), novembre 2024

ASI INGEGNERIA SRL

Ing. Marco Lasen

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
FOTOVOLTAICO IN AREA INDUSTRIALE - OPERE DI
RETE, INTERFERENZE CON S.S.E.**

Relazione asseverata di Assetto Idrogeologico
(Art. art. 23 comma 7 bis)
(NTA PAI all. B alla DGR 43/2 del 27/08/2020)

Roberta Maria Sanna – Geologo

ASI INGEGNERIA SRL - Marco Lasen – Ingegnere

Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	INDAGINE DOCUMENTALE	4
3	AMMISSIBILITÀ.....	6
4	DEFINIZIONE DELL' AREA DI STUDIO	7
5	RIFERIMENTI NORMATIVI: ASPETTI IDRAULICI	9
5.1	Il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI) le sue NTA	9
5.2	L'articolo 8 comma 8 e 9 – Le fasce di tutela.....	9
5.3	L'articolo 30 ter – Le fasce di salvaguardia.....	9
6	IL RETICOLO IDROGRAFICO UFFICIALE.....	11
6.1	L'IDROGRAFIA ADIS 2015	11
7	BASI DATI UTILIZZATE E SISTEMA INFORMATIVO	11
7.1	FONTI CARTOGRAFICHE TOPOGRAFICHE	11
7.2	FONTI MORFODIGITALI.....	11
7.3	FONTI CARTOGRAFICHE TEMATICHE	12
7.4	BASI ICONOGRAFICHE	12
7.5	BASI DI DATI GEOGRAFICI UTILIZZATE O CONSULTATE	12
7.6	PIANI DI AMBITO REGIONALE O NAZIONALE.....	13
7.7	STUDI GENERALI E DI SETTORE.....	13
8	I METODI ED I SISTEMI UTILIZZATI NELLO STUDIO	14
8.1	IL RETICOLO IDROGRAFICO ED I BACINI INTERESSATI	15
9	IL PROGETTO: LANUOVA STAZIONE ELETTRICA DI GUSPINI.....	18
10	RELAZIONE IDROLOGICA.....	19
10.1	ANALISI DESCRITTIVA DEI COMPARTI IDROGRAFICI	19
10.2	ANALISI DELLE CRITICITA MANIFESTE	20
10.3	ANALISI IDROLOGICA.....	20
10.4	DESCRIZIONE DEL FENOMENO.....	20
10.5	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO – METODI INDIRETTI	23
10.5.1	Altezza di pioggia critica	25
10.5.2	Valutazione del coefficiente di deflusso Φ	28
10.5.3	Coefficiente di ragguaglio areale r	28
10.5.4	Durata della pioggia critica.....	28
10.5.5	Scelta del tempo di ritorno.....	29
11	VERIFICA DELLA CONSISTENZA DEL RETICOLO NELL' AREA DI STUDIO SU DTM E DSM E ORTOFOTO	30
11.1	VERIFICHE IDRAULICHE DELLA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI ELEMENTI.....	34
12	ELEMENTI DEL RETICOLO PER CUI È VERIFICATA LA NON SIGNIFICATIVITÀ.....	36
13	CONCLUSIONI	37

1 PREMESSA

La presente Relazione consegue alla nota dalla Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna con protocollo n. 0020867 del 10/08/2022 - [ID: 7486], relative al progetto in procedura di **Valutazione di Impatto Ambientale** di un impianto fotovoltaico e delle opere di connessione alla RTN di potenza massima installata pari 25,20 MW, denominato **"PV VILLACIDRO 2"**, proposto dalla società Green Energy Sardegna 2 e da realizzarsi nei Comuni di Villacidro, San Gavino Monreale, Gonnosfanadiga e Guspini, provincia del Medio Campidano.

In particolare la presente relazione si riferisce ad una parte delle opere comprese nel progetto relativo alla realizzazione degli interventi indicati da Terna necessari per connettere il nuovo impianto da fonte rinnovabile alla cabina primaria di edistribuzione di Villacidro.

Terna individua nella STMG le seguenti opere da realizzare per connettere il nuovo impianto di Green Energy Sardegna 2 S.r.l. alla Cabina Primaria (CP) di e-distribuzione di Villacidro e la presente relazione si riferisce a:

- nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 220/150 kV della RTN da inserire in entra-esce alla linea della RTN a 220 kV "Oristano –Sulcis" a cui collegare le linee della RTN a 150 kV "Guspini – Villacidro" e "Pabillonis – Guspini" e la CP Guspini;
- potenziamento/rifacimento della linea RTN a 150 kV nel tratto compreso tra la CP Villacidro e la nuova SE a 220/150 kV.

In particolare, per la sola nuova SE di trasformazione, le specifiche analisi e calcolazioni idrauliche sono riportate in uno specifico documento "B.S.36 – Nuova stazione di Guspini relazione idraulica".

Il presente elaborato costituisce la Relazione asseverata di Assetto Idrogeologico (Art. 23 comma 7 bis) di verifica della non significatività di elementi del reticolo idrografico di cui alla deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 30.7.2015.

Il comune di Guspini ha inoltrato una richiesta complessiva di variante al PAI, con documenti relativi, a seguito della Presa d'atto dello studio di variante al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) per la pericolosità e il rischio idraulico e geomorfologico ex Art. 37 comma 3 delle N.T.A. del P.A.I. e della contestuale verifica del reticolo idrografico Art. 30-ter comma 6 delle N.T.A. del P.A.I del novembre 2024.

Gli Ultimi aggiornamenti delle Norme di Attuazione del PAI con deliberazioni varie del 28 novembre 2024 che verranno integrate nel documento che fino ad ora vigeva, recante "Aggiornamento e integrazione delle Norme di Attuazione del PAI/PGRA", pubblicata per estratto sul BURAS n. 55 del 1 dicembre 2022, rettificata con deliberazione n. 15 del 22 novembre 2022, pubblicata per estratto sul BURAS del 5 gennaio 2023.

2 INDAGINE DOCUMENTALE

Nell'ambito del lavoro è stata attivata un'analisi conoscitiva della documentazione grafica e testuale insistente sull'area dall'approvazione del Piano di Assetto Idrogeologico ad oggi.

L'indagine svolta è consistita nell'esame della bibliografia presente che ha consentito l'identificazione delle aree storicamente soggette a dissesto idrogeologico ed interessate da reticoli idrografici e morfologie.

Sono state consultate numerose fonti, analizzate e sintetizzate, che vengono elencate di seguito, utilizzate per le valutazioni sulla morfologia, sul reticolo idrografico e sulla loro modificazione nel tempo.

In particolare, sono state consultate :

- Progetto Aree vulnerate Italiane (AVI) - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR (GNDCICNR), si tratta di una raccolta di dati storici di piene e frane messe a disposizione per la consultazione al sito internet www.gndci.cnr.it;
- Progetto SCAI - Studio sui Centri Abitati Instabili – Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR G.N.D.C.I.
- Progetto IFFI, Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, messo a disposizione nel sito dell'APAT;
- Le frane della Sardegna – Sebastiano Crinò – da “L'ingegnere” – Roma, 1930;
- Censimenti e catalogazioni o raccolta di notizie effettuati presso Province, Comunità Montane, Comuni limitrofi;
- Progetto VAPI – Valutazione delle Piene in Sardegna – Pubblicazione CNR 1418;
- Memorie e testimonianze storiche di particolari eventi di piena e di frana storica.

A partire dalle mappature originarie del PAI del 2004, nel territorio di Guspini, a scala di dettaglio, sono stati redatti ed approvati i seguenti documenti:

- **AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE COMITATO ISTITUZIONALE DELIBERAZIONE N. 4 DEL 21.05.2012 - Oggetto: Comune di Guspini – Proposta di variante al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.). Studio di dettaglio Località Is Seddas – Monte Candelazzu ai sensi dell'art. 37, comma 3 lett. b delle Norme di Attuazione del P.A.I – Approvazione**
- **AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE COMITATO ISTITUZIONALE DELIBERAZIONE N. 21 DEL 29.07.2014 - Oggetto: Comune di Guspini – Studio di compatibilità idraulica e compatibilità geologica e geotecnica ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I.. Piano di Insediamenti Produttivi in località “Cort'e Semuccu” – Approvazione**
- **AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE COMITATO ISTITUZIONALE DELIBERAZIONE N. 5 DEL 17.12.2019 - Oggetto: Comune di GUSPINI – Studio di compatibilità geologica e geotecnica ai sensi dell'art. 8, comma 2 delle NA del PAI – parte frana – Approvazione**
- **AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE COMITATO ISTITUZIONALE DELIBERAZIONE N. 16 DEL 30.07.2020 - Oggetto: Comune di Guspini – Studio comunale di assetto idrogeologico - parte idraulica – redatto ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI previgenti al decreto Presidente Regione n. 35/2018 – Approvazione**

A partire dalle mappature originarie del PAI del 2004, nel territorio di Guspini, a scala generale, sono stati redatti ed approvati i seguenti documenti:

- **AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE COMITATO ISTITUZIONALE DELIBERAZIONE N. 14 DEL 28/10/2024 Variante generale del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) – parte frane, relativa allo studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nei SUB BACINI 1 (SULCIS), 2 (TIRSO), 4 (LISCIA), 5 (POSADA-CEDRINO), 6 (SUD-ORIENTALE), 7 (FLUMENDOSA – CAMPIDANO-CIXERRI).Adozione preliminare. In Pubbl. B.U.R.A.S..**

3 AMMISSIBILITÀ

Il presente documento è redatto, in osservanza delle **N.T.A.** del **P.A.I.**, **Art. 23**,

“TITOLO III IL CONTROLLO DEL RISCHIO NELLE AREE DI PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

CAPO I NORME COMUNI PER LA DISCIPLINA DEGLI INTERVENTI NELLE AREE DI PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

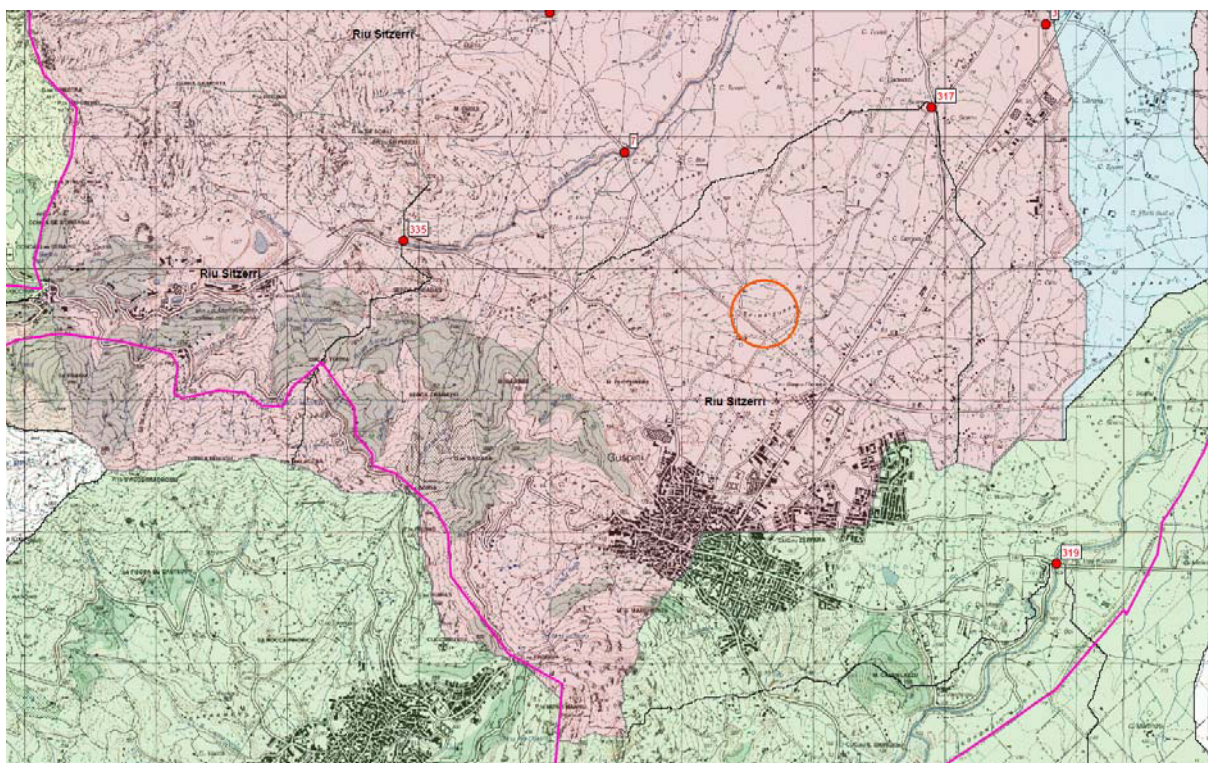
ARTICOLO 23 *Prescrizioni generali per gli interventi ammessi nelle aree di pericolosità idrogeologica*

omissis

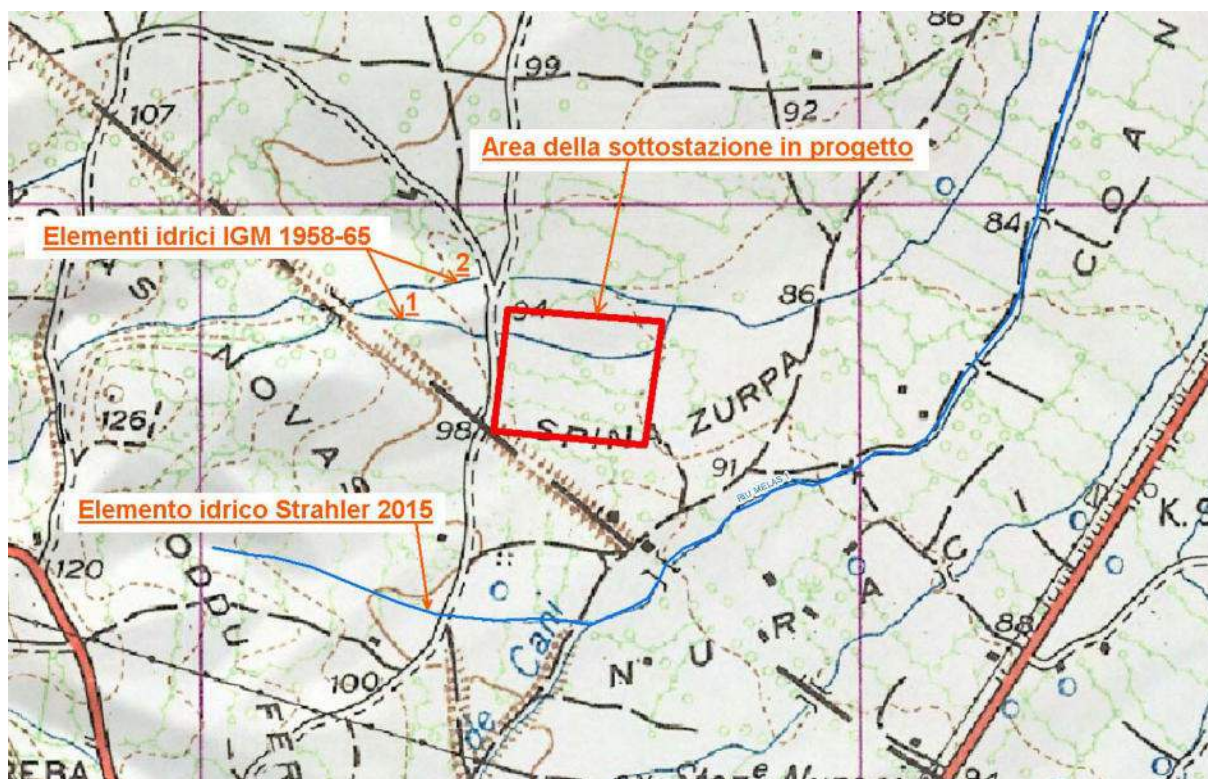
comma 7 bis. In relazione alla progettazione di singoli interventi, non è richiesto alcuno studio di compatibilità idraulica qualora l'intervento interessi elementi idrici non significativi del reticolo idrografico né ricada in area di pericolosità derivante da esondazione di altri elementi del reticolo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

Omissis”

4 DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO



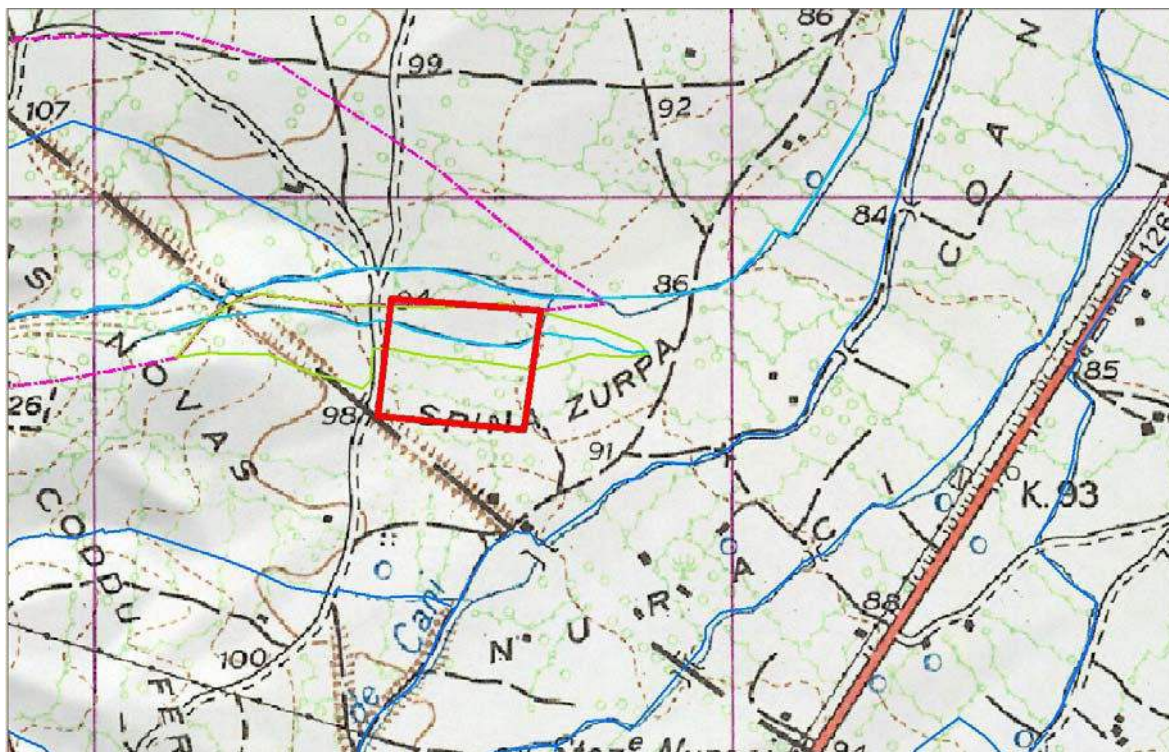
Mappa – La carta dei bacini idrografici dello Studio di Assetto Idrogeologico del Comune di Guspini – Parte idraulica – ex art 8 c 2 con in arancio l'area interessata dal progetto



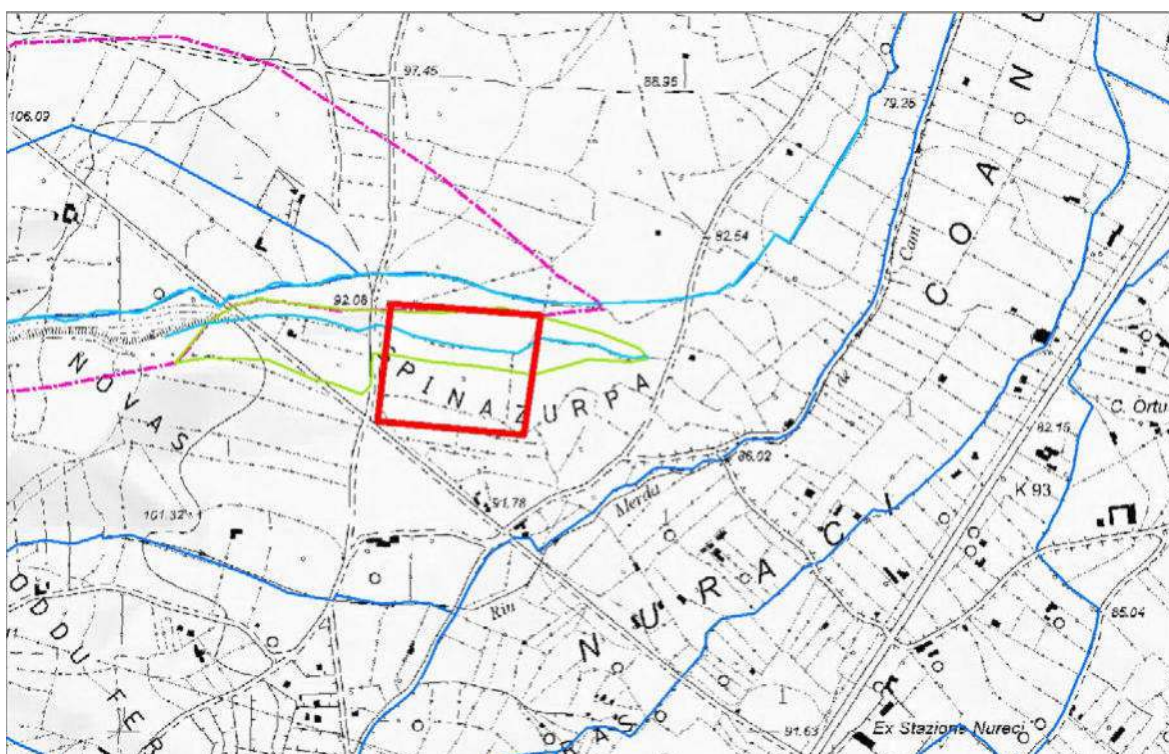
Mappa - Reticolo 2015 Strahler RAS, e bacino reale (parzializzato in porpora) e originario (in blu), su IGM 1960, interessanti l'area del Progetto

L'area di riferimento dello studio è costituita da uno dei bacini minori costituenti parte del più grande bacino del Rio Sitzerri che sfocia nello stagno di San Giovanni nel Golfo di Oristano.

Il Rio 1 è il Rio di Spina Zurpa che interseca il sedime di progetto mentre il Rio 2 è il Rio Bingias Novas, esterno ad esso.



Mappa – Il settore studiato nella cartografia IGM 1965



Mappa – Il settore studiato nella cartografia DBGT 10k 2008

5 RIFERIMENTI NORMATIVI: ASPETTI IDRAULICI

I riferimenti normativi sono costituiti dalle NTA PAI con le modificazioni progressivamente introdotte e dalle delibere di Comitato Istituzionale di indirizzo e chiarimento (**PAI ultimo aggiornamento NTA 22 novembre 2022**).

5.1 Il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI) le sue NTA

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 il **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.T.A. del PAI.

A seguire da esso ulteriori modifiche hanno riguardato aspetti ulteriori che producono effetti sulle fasce di tutela e di salvaguardia.

5.2 L'articolo 8 comma 8 e 9 – Le fasce di tutela

L'articolo 8, ancorché presente dalla prima stesura delle NTA del 10.07.2006, è stato nel tempo modificato e conseguentemente i suoi contenuti vigono nel tempo in cui la norma ha avuto vigenza e gli effetti di una nuova modifica non possono essere retroattivi, sulla base del principio legale: **Tempus regit actum**, ossia ogni atto è regolato dalla legge del tempo in cui esso si verifica.

5.3 L'articolo 30 ter – Le fasce di salvaguardia

Con la deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 27/02/2018 sono state modificate ed integrate le norme di attuazione del PAI ed è stato introdotto l'art. 30ter "Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia". E' possibile scaricare lo shapefile con la gerarchizzazione del reticolo idrografico ufficiale della Regione Sardegna dal sito Piano Gestione Rischio Alluvioni.

L'art. 30 ter recita testualmente:

Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia

1. Per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con

esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all'articolo 30 bis, quale misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto:

<i>ordine gerarchico (numero di Horton- Strahler)</i>	<i>profondità L (metri)</i>
1	10
2	25
3	50
4	75
5	100
6	150
7	250
8	400

2. *Per le opere e per gli interventi da realizzare all'interno della fascia di cui al comma 1, i proponenti sono tenuti preliminarmente ad effettuare apposito studio idrologico-idraulico volto a determinare le effettive aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1); tale studio dovrà contemplare i corsi d'acqua interessati nella loro interezza o almeno i tronchi degli stessi idraulicamente significativi in relazione alle opere e agli interventi da realizzare.*

3. *Anche in assenza degli studi di cui al comma 2, nelle aree interne alla fascia di cui al comma 1, sono consentiti gli interventi previsti dall'articolo 27 delle NA (Hi4).*

4. *Gli studi di cui al comma 2 sono approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino e per le aree a pericolosità idraulica così determinate si applicano le relative norme di salvaguardia di cui all'art. 65, comma 7 del Decreto Legislativo 152/2006.*

5. *Per le parti del territorio comunale diverse da quelle che possiedono significativa pericolosità idraulica ai sensi degli articoli 22 e 26 delle NA (quali a titolo esemplificativo le aree edificate, gli agglomerati industriali, commerciali e turistici e le aree con presenza di infrastrutture), gli studi previsti dall'articolo 8, commi 2 e 2bis, possono prescindere dalle analisi idrauliche e confermare le sole aree di pericolosità di prima salvaguardia istituite ai sensi del precedente comma 1.*

L'art. 30-ter al comma 6, ulteriormente precisa:

6. *L'Autorità di bacino provvede, con sola funzione ricognitiva, a pubblicare sul sito istituzionale la rappresentazione cartografica dell'ordine gerarchico di cui al comma 1, rispetto alla quale i Comuni possono presentare al Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino, motivate proposte, previa deliberazione del Consiglio Comunale, di correzione e/o integrazione del reticolo idrografico e/o di riclassificazione del suddetto ordine gerarchico, in presenza nel reticolo idrografico di documentati errori cartografici, di elementi idrici non significativi quali gli effimeri, di situazioni di carsismo, di canali adduttori e/o di bonifica disconnessi dal sistema idrografico nonché di canali afferenti a sistemi stagnali e lagunari e delle saline.*

6 IL RETICOLO IDROGRAFICO UFFICIALE

6.1 L'IDROGRAFIA ADIS 2015

Il reticolo idrografico definito dall'ADIS deriva dalla mappatura presente nella CTR redatta dalla RAS tra il 1994 ed il 2000.

Il suo impianto, parzialmente razionalizzato e organizzato gerarchicamente, costituisce il reticolo idrografico di riferimento dell'ADIS.

La scala di impianto è quindi 1:10.000 a partire da foto aeree alla scala 1:28.000 circa e il medesimo, è chiesto che venga arricchito con elementi idrici eventualmente presenti nella cartografia IGMI alla scala 1:25.000 degli anni '58-65 e non riportati.

Stante la ovvia incongruità di scala è palese l'intento di completare il reticolo drenante con tutti gli elementi che possano essere sfuggiti alla stesura RAS-CTR del 2000 e che comunque necessitano di una verifica della loro reale presenza e della coerenza morfologica con lo stato attuale dei luoghi.

Corsi d'acqua trasferiti con progetto o a seguito di modellazioni rilevanti non sono suscettibili di essere mappati nello stesso luogo in cui erano.

Altresì, a fronte di documenti cartografici a scala maggiore (p.e. 1:2.000 o 1:1.000 anziché 1:10.000), ovvero più precisi, l'elemento idrografico deve essere utilizzato alla scala più dettagliata disponibile, tale da ridurre al massimo le incertezze sul reticolo e conseguentemente la definizione delle fasce relative.

Riassumendo: Il reticolo ufficiale di riferimento per l'intero territorio regionale per le finalità di applicazione delle NTA del PAI e delle loro Direttive è quello approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 30.07.2015 ed è costituito dagli elementi idrici dello strato informativo 04_ELEMENTO_IDRICO.shp del DBGT_10k_Versione 0.1 (Data Base Geo Topografico 1:10.000), aggiornato alla data del 30.07.2015 (reperibile al link <https://www.regione.sardegna.it/index.php?xsl=2425&s=361145&v=2&c=14034&t=1&tb=14006> e dagli ulteriori elementi idrici rappresentati nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965.

7 BASI DATI UTILIZZATE E SISTEMA INFORMATIVO

La base di dati utilizzata nel corso del presente lavoro è costituita da materiali di provenienza ufficiale e da materiali originali appositamente prodotti per lo stesso.

Le basi informative, utilizzate nel Sistema Informativo della Geostudi, georeferenziate Gauss Boaga fuso Ovest o WGS84 32N, sono state:

7.1 FONTI CARTOGRAFICHE TOPOGRAFICHE

- Carta 1:50.000 La Marmora 1834-1839 (raster) (informatizzazione Geostudi)
- Carta 1:25.000 IGM 1888-1940
- Carta 1:25.000 IGM 1950-1968
- Carta 1:25.000 IGM 1987-1994
- Carta 1:10.000 CTR 1996 - 2000 (vettoriale) (fonte R.A.S.)
- Carta 1:10.000 CTR 2004 GEODB_MP 10k (vettoriale) (fonte R.A.S.)
- Carta 1:10.000 CTR 2022 DBGT 10k (vettoriale da riprese aeree 2013) (fonte R.A.S.)

7.2 FONTI MORFODIGITALI

- DTM a passo 10 m (fonte R.A.S. CNR)

- DTM e DSM a passo 1 m (fonte R.A.S. CNR)

7.3 FONTI CARTOGRAFICHE TEMATICHE

- Carta della vegetazione forestale 1:25.000 (fonte R.A.S.)
- Carta dell'uso attuale del suolo 1:25.000 US2506 (fonte R.A.S.)
- Dati climatologici (termo, pluvio e anemo) dal 1921, localmente 2021 (fonte R.A.S. e ISTAT)
- Carta 1:10.000 aree L. R. 31/89, S.I.C./Z.S.C., Z.P.S., OPPF, IBA, (fonte R.A.S. 2021)
- Carta 1:10.000 aree D.Lgs. 42/04 e PPR (fonte R.A.S.)
- Carta 1:25.000 Geologica (fonte R.A.S., rielaborazione Geostudi)
- Carta 1:25.000 Idrogeologica (fonte R.A.S., rielaborazione Geostudi)
- Carta delle Acclività da DTM 10 m (fonte R.A.S. elaborazione Geostudi)
- Carta delle Esposizioni da DTM 10 m (fonte R.A.S. elaborazione Geostudi)
- Carta delle Fasce Altimetriche da DTM 10 m (fonte R.A.S. elaborazione Geostudi)

7.4 BASI ICONOGRAFICHE

- Immagini satellitari a varie date dal 1974 al 2021 (fonti varie elaborazione Geostudi)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 1954 IGM (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0.5 m) 1968 IGM (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 1977 ERSAT (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 1998 AIMA (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 2000 Ferretti (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 2003 AGEA (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 1 m) 2004 Nistri (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,7 m) 2005 IKONOS (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2006 Ferretti (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2012 (fonte BING)
- Ortofotocarta (ris. 0,5 m) 2013 (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2016 (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2019 (fonte R.A.S.)
- Ortofotocarta (ris. 0,2 m) 2022 (fonte COMPUCART)
- Aerofoto Voli vari raddrizzate b/n a 50 cm, 1m o 2 m rettificate (1943, 1954, 1960, 1965, 1968, 1973, 1987 e 1992, 1995, 1996 e 1998) (fonti varie elaborazione Geostudi)
- Immagini da Google (dal 2002 al 2024)

7.5 BASI DI DATI GEOGRAFICI UTILIZZATE O CONSULTATE

- Catasto Grotte (fonte R.A.S.)
- Censimento delle aree minerarie (fonte R.A.S.)
- Catasto Pozzi (CASMEZ Prog n° 25 (Ricerche Idriche Sotterranee in Sardegna - Ia e IIa Fase -informatizzazione Geostudi più dati originali Geostudi))
- Catasto opere di riforestazione dell'Isp. Rip., ex .AFDRS e dei Rimboschimenti produttivi (fonte R.A.S.)
- Catasto Generale degli Scarichi nei Corpi Idrici (Fonte CEDOC R.A.S. – Pro.Ge.Mi.Sa.)
- Sistema Informativo Territoriale Aree Industriali (SITAI) (Fonte Osservatorio Industriale)

R.A.S.)

- Sistema Informativo Risorse Idriche Sotterranee (SIRIS) (fonte R.A.S. – Pro.Ge.Mi.Sa.) (2001)
- Piano di Risanamento delle aree minerarie Dismesse (PDR)
- Piano di Valorizzazione dei Compendi Minerari del Sulcis-Iglesiente-Guspinese
- Modulo regionale del sistema informativo nazionale ambiente (SINA-SIRA)
- Sistema informativo ambientale dell'area ad alto rischio del Sulcis-Iglesiente (SINA Q1-2)
- Sistema informativo compendi immobiliari dell'IGEA (SICI)
- Sistema informativo territoriale per la gestione delle Attività Estrattive (SITAE)
- Sistema Informativo Catastrofi Idrogeologiche (SICI)

7.6 PIANI DI AMBITO REGIONALE O NAZIONALE

- Nuovo Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (fonte R.A.S.)
- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (basi originali Geostudi e fonte R.A.S.) (2005)
- Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico aggiornamenti (fonte R.A.S.) (2022)
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (fonte R.A.S.) (2013)
- Piano Gestione Rischio Alluvioni (fonte R.A.S.) (2022)
- Piano Regionale dell'Attività Estrattiva (fonte R.A.S.) (2007)
- Piano dello Smaltimento Reflui (fonte R.A.S.)
- Piano della Tutela delle Acque (fonte R.A.S.) (2006)
- Piano delle Risorse Idriche Multisetoriali (fonte R.A.S.)
- Piano (Stralcio Direttore di Bacino Reg.le) per l'Utilizzo delle Risorse Idriche (fonte R.A.S.)
- Piano Paesaggistico Regionale: Ambito Costiero (fonte R.A.S.) (05/09/2006)
- Piano Forestale Regionale Ambientale (fonte R.A.S.) (2006)
- Piano di Risanamento della Qualità dell'Aria (fonte R.A.S.)
- Piano Regionale Risanamento Acque (PRRA) (fonte R.A.S.) (1998)
- Piano di Bonifica dei Siti Contaminati (fonte R.A.S. - Pro.Ge.Mi.Sa.) (2003)
- Piano Energetico Regionale (fonte R.A.S.) (2006)
- Piano di Sviluppo Rurale (fonte R.A.S.) (2004)
- Piano di Gestione di Distretto Idrografico (fonte R.A.S.) (2009 e succ agg.)

7.7 STUDI GENERALI E DI SETTORE

- Studio sulla Vocazione Faunistica Potenziale (fonte R.A.S.) (2006)
- Studio sull'Irrigabilità dei Suoli della Sardegna (Fonte E.A.F. – R.A.S.) (1987)
- Studio SISS (1979-80) e nuovo SISS (1996) (Fonte R.A.S. – C.R.P. - UNICA)
- Progetto IFRAS (fonte R.A.S.)
- Progetto V.A.P.I. (C.N.R. – UNICA)
- Progetto S.C.A.I. (C.N.R. - UNICA)
- Progetto I.F.F.I. (ANPA – R.A.S.)
- Progetto A.V.I. (Protezione Civile Nazionale - C.N.R. G.N.D.C.I.)
- Studio sulla sensibilità dei suoli alla desertificazione
- Indagine sull'effettivo utilizzo delle aree irrigue nelle diverse aree di intervento a

Integrazione del piano stralcio di bacino regionale per l'utilizzo delle risorse idriche - CRAS (2006)

- Aspetti economici dell'agricoltura irrigua in Sardegna - Inea (2009)

8 I METODI ED I SISTEMI UTILIZZATI NELLO STUDIO

Lo studio, nelle more degli obiettivi prefissati dall'ADIS, mira alla descrizione geometrica, logica, gerarchica e funzionale, del sistema drenante che si origina e/o attraversa il territorio di Guspini.

Per il conseguimento dell'obiettivo, sono necessari dati che concorrano alla costruzione di un dettagliato quadro geografico/topografico, costituiti da:

- carte topografiche a scale territoriali e di dettaglio;
- modelli delle superfici a scala territoriale e di dettaglio;
- immagini aeree e da satellite orto rettificata e oblique;
- documenti progettuali sulle opere afferenti il sistema idraulico (dighe, bonifiche etc.);
- documenti storici sull'assetto territoriale, cartografici, iconografici e testuali;
- documenti sulle relazioni tra acque superficiali e sotterranee (aree estrattive);
- documenti sugli aspetti idrologici e idraulici, sul breve e lungo periodo e sugli eventi estremi.

Successivamente il riordino iniziale dei materiali a disposizione e la loro riorganizzazione in un software GIS, i dati sono stati organizzati in modo geograficamente coerente e sovrapposti, al fine di capire quali evoluzioni siano avvenute, quale era lo stato iniziale e quale è lo stato attuale dei luoghi.

Definite le problematiche costituite da incoerenze geometriche, incoerenze logiche e anacronismi geografici, si è reso necessario documentare le singole situazioni per poi poterle correggere, sia attraverso i materiali a disposizione, sia attraverso ricognizioni miranti a capire l'evoluzione dei luoghi ed il loro stato attuale.

Come dovuto, sono stati verificati, e, ove non presenti, definiti i tratti in sottopasso.

Il reticolo idrografico, per assunto, è affetto da documentati errori cartografici legati ad aspetti geometrici, logici, gerarchici e funzionali.

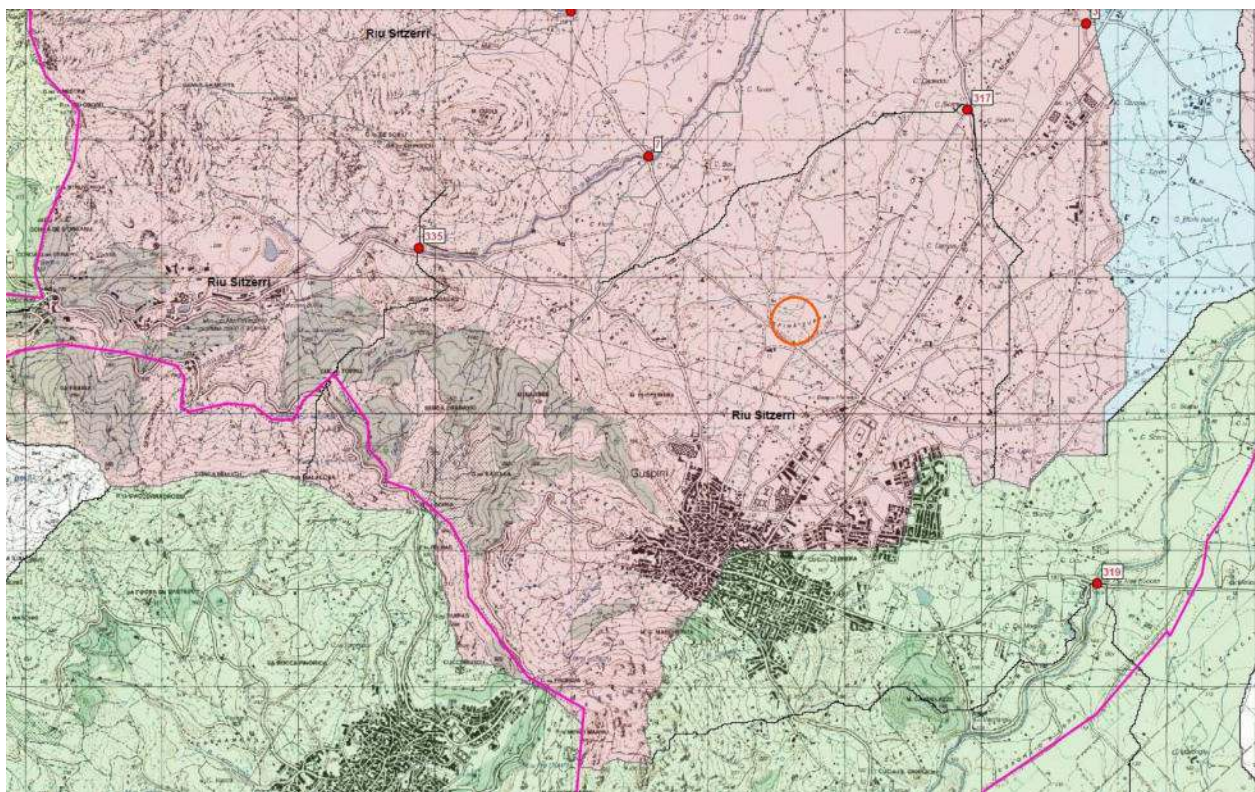
Al suo interno sono presenti:

- elementi idrici non significativi quali gli effimeri;
- situazioni di carsismo;
- situazioni derivanti da morfologie di origine mineraria, in addizione ed in sottrazione;
- canali adduttori e/o di bonifica disconnessi dal sistema idrografico;
- corsi d'acqua terminanti in specchi endoreici;
- canali afferenti a sistemi stagnali e lagunari e delle saline;
- sistemi di foce a variazione stagionale.

A seguire dalla identificazione, rimangono generalmente situazioni non risolubili a “distanza” che hanno conseguentemente prodotto la necessità di un appropriato numero di sopralluoghi, sia in ambito urbano che nel territorio vasto del comune di Guspini.

Per tale motivo, è stata ricognita accuratamente l'area del Progetto di Guspini ed i suoi intorno.

8.1 IL RETICOLO IDROGRAFICO ED I BACINI INTERESSATI

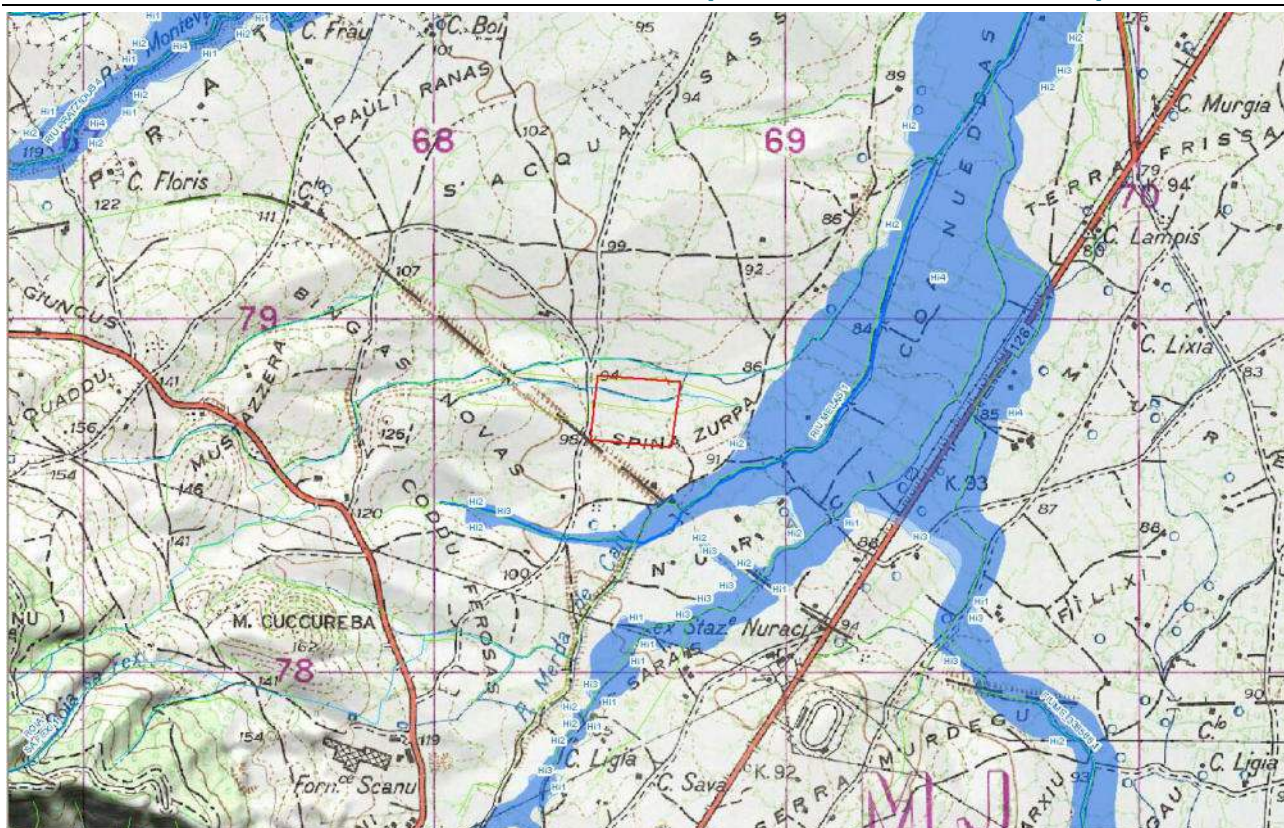


L'area di progetto, in arancio, nella carta dei bacini idrografici identificati nello studio ex art. 8 c 2 del comune di Guspini

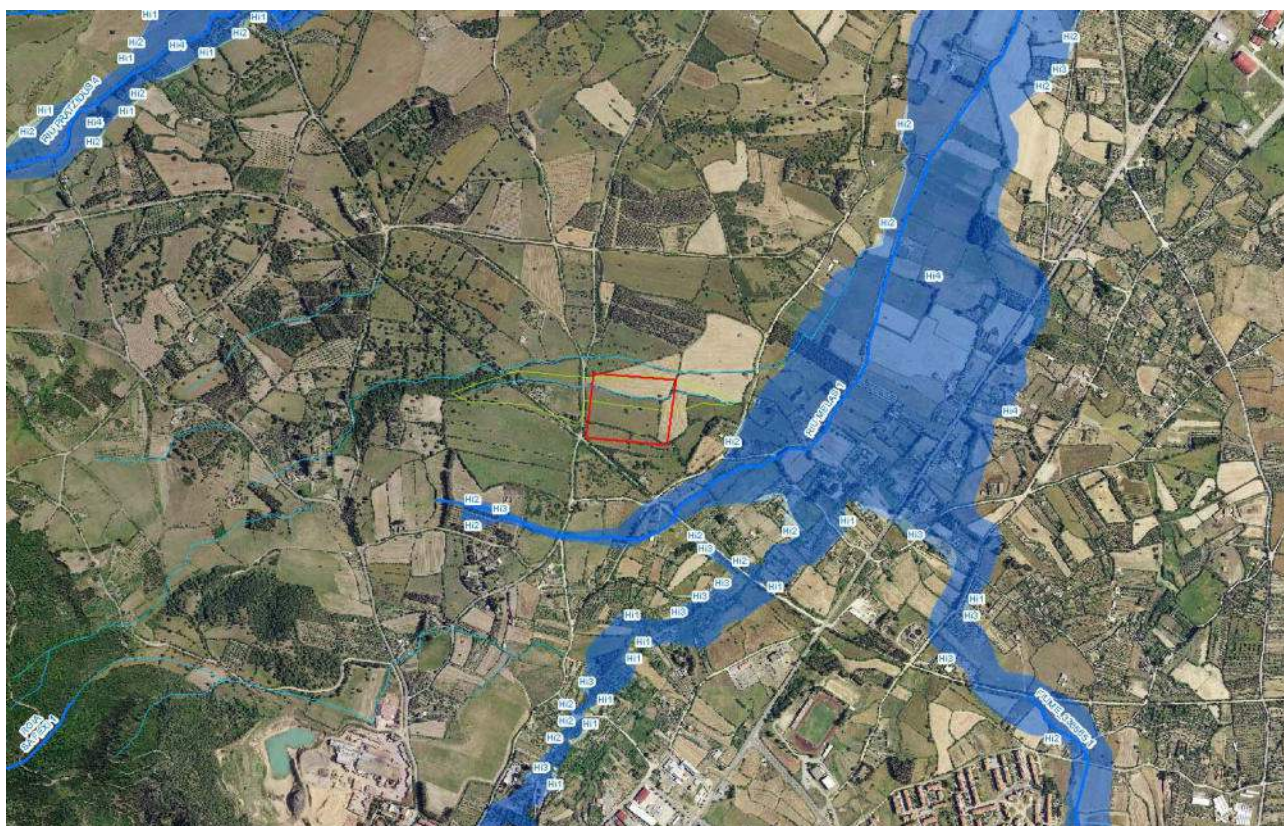
Il reticolo idrografico che interessa il settore studiato è costituito principalmente dal bacino idrografico del Rio di Spina Zurpa che confluisce nel rio Melas – Merd'e Cani, affluente del Sitzerri.

Il Sitzerri a sua volta si getta nello Stagno di San Giovanni, nel Golfo di Oristano.

Il Rio Spina Zurpa, non riconosciuto nella CTR 1968 e nella CTR 2000 e nel DBG 2008, è invece presente nella Carta IGM del 1965.



Bacini idrografici di interesse e reticolo IGM 1960 su IGM sopra e su ortofoto 2016 sotto



ROBERTA M. SANNA – geologo MARCO LASEN - ingegnere

9 IL PROGETTO: LANUOVA STAZIONE ELETTRICA DI GUSPINI

La nuova stazione sarà formata da due reparti in AT: uno a 220 kV e uno a 150 kV interconnessi con due autotrasformatori da 250 o 400 MVA.

Lo schema unifilare della nuova stazione è riportato nell'elaborato "B.62 - Schema Unifilare", mentre il layout di stazione, è riportato nell'elaborato: "B.50 - Planimetria opere elettromeccaniche stazione elettrica".

In particolare pertanto, come si evince dagli elaborati grafici, saranno presenti:

- **un reparto 220 kV composto da:**
 - doppia sbarra tipo AIS;
 - n.1 stallo parallelo sbarre tipo AIS;
 - n.2 stalli completi per linea aerea tipo AIS (per l'entra esce sulla linea a 220 kV "Oristano-Sulcis");
 - n.2 stalli completi per ATR tipo AIS;
 - n.3 stalli disponibili (linea)
 - n.1 stallo predisposizione 3[^] ATR o linea
 - n.1 terna di trasformatori di tensione capacitivi (TVC) di sbarra
- **un reparto a 150 kV composto da:**
 - doppia sbarra tipo AIS;
 - n.1 stallo parallelo sbarre tipo AIS;
 - n.4 stalli per linea aerea tipo AIS (per l'entra esce sulla linea a 150 kV "Villacidro-Pabillonis" e per la doppia antenna sulla CP di Guspini);
 - n.4 stalli per linea in cavo tipo AIS (per la connessione di produttori);
 - n.2 stalli per ATR tipo AIS;
 - n.1 stallo predisposizione 3[^] ATR o linea
 - n.1 stalli disponibili (linea);
 - n.1 stallo Trasformatori Induttivi di Potenza (T.I.P.);
 - n.1 terna di trasformatori di tensione capacitivi (TVC) di sbarra
 - n.1 terna di trasformatori induttivi di potenza;
- **macchine elettriche**
 - n.2 ATR da 250 MVA;

Saranno inoltre presenti all'interno della SE:

- l'edificio comandi;
- l'edificio servizi ausiliari;
- le cabine di consegna in MT;
- i chioschi di stazione;
- le vasche per i sistemi antincendio;
- le vasche di trattamento delle acque e di recupero dell'olio degli autotrasformatori;
- un sistema di generazione autonomo (gruppo elettrogeno).

La migliore disposizione dei reparti e degli edifici di stazione permette di comprimere ed ottimizzare quanto più possibile le dimensioni ma prevede comunque l'occupazione di un'area rettangolare di circa 187,23 m x 188,6 m con una superficie occupata di oltre 35.312 m².

10 RELAZIONE IDROLOGICA

Nel proseguo della trattazione verranno analizzati puntualmente e con livelli di approfondimenti successivi gli elementi del reticolo idrografico principale ricedenti all'interno del territorio comunale e le superfici drenanti tra essi compresi.

Nel dettaglio, ogni comparto del territorio verrà analizzato con una metodologia così strutturata:

1. Analisi descrittiva dei comparti idrografici;
3. Analisi idrologica;

10.1 ANALISI DESCRITTIVA DEI COMPARTI IDROGRAFICI

Il paragrafo consegna una descrizione qualitativa del comparto in esame, precedendolo da analisi l'evoluzione storica subita a seguito degli interventi realizzati e a seguito delle interazioni del processo antropico.

In particolare le valutazioni legate alle interazioni con il processo di infrastrutturazione richiama l'attenzione sulla eventuale insufficienza delle opere di dreno e sulla necessità di valutare gli effetti di eventuali azioni di adeguamento delle stesse.

Le valutazioni espresse attingono dalle informazioni derivanti oltre che dall'esame cartografico e dall'analisi in situ dalle risultanze degli accadimenti storici.

La cartografia sulla quale si è valutata l'evoluzione storica dei luoghi è definita dalla:

- Carta d'Italia 1:25.000 del 1885;
- Cartografia catastale del 1930;
- Ortofoto del 1954;
- Ortofoto del 1968;
- Carta Tecnica dell'Italia Meridionale 1974;
- Ortofoto del 1960, 1977, 2000, 2003, 2006, 2008 e 2013;

In linea generale, le alterazioni subite dal reticolo idrografico riguardano interventi riconducibili ad opere di regolarizzazione delle sezioni e del tracciato planimetrico ed azioni di sistemazione delle aree foci.

I primi sono legati a due aspetti fondamentali:

- la necessità di ridurre gli spazi di pertinenza fluviale con sconfinamento delle portate ordinarie e di piena entro sezioni ben definite a favore delle aree di interesse edificatorio in senso esteso;
- la necessità di concentrare i deflussi interagenti con le linee di transito su strada e ferrovia. Per quanto attiene invece gli interventi in area fociva si rileva la naturale propensione dei rii che sfociano in aree lagunari ad un processo di interrimento con conseguente riduzione delle portate di deflusso; evidente che quanto sopra può ritenersi del tutto ininfluente in aree prive di elementi a rischio, diventa invece fonte di rischio in virtù della presenza di contesti abitati o con forte infrastrutturazione.

Per quanto sopra si è progressivamente indotto il deflusso intervenendo artificialmente con realizzazione di canalizzazione a marea dei rii principali.

Di seguito è quindi consegnata un'analisi puntuale per ogni elemento del reticolo idrografico con definizione dell'evoluzione storica, della situazione attuale in termini di deflusso e conseguente inquadramento delle criticità locali.

Nell'ambito della stessa trattazione sono inserite le valutazioni esposte per i tratti già mappati in occasione delle varie fasi indicate dal Piano di Assetto Idrogeologico.

10.2 ANALISI DELLE CRITICITA MANIFESTE

Saranno qui calate su un ambito più dettagliato le considerazioni emerse dalla trattazione precedente.

Sulla base delle informazioni acquisite a livello locale in ordine agli effetti indotti dagli eventi meteorici intensi degli ultimi anni, sono state individuate situazioni locali e diffuse di criticità internamente al comparto idrografico analizzato.

La loro rappresentazione e illustrazione sarà rappresentata in questo paragrafo anche attraverso documentazione fotografica.

10.3 ANALISI IDROLOGICA

In questa fase sarà consegnata una descrizione analitica delle portate di piena drenate dai bacini idrografici con sezione di interesse prossime ai tratti definiti critici

In particolare 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 far ricorso alle metodologie di calcolo disponibili, che possono essere inquadrare in due grandi sottoinsiemi: la prima è nota sotto la generale definizione di *Metodi Diretti*, la seconda come *Metodi Indiretti*, in cui l'aggettivo diretto o indiretto specifica se la portata al colmo in qualunque sezione è ricavata direttamente da valori di portate calcolati, ovvero indirettamente tramite trasformazione afflussi-deflussi.

I metodi diretti hanno applicabilità per bacini di estensione superiore a 60 Km²; viste le dimensioni dei bacini si applicherà il solo metodo indiretto.

10.4 DESCRIZIONE DEL FENOMENO

La definizione "trasformazione afflussi-deflussi" raggruppa l'insieme di quei diversi processi idrologici che concorrono alla formazione del deflusso, a partire dalla precipitazione meteorica, prima ancora che il deflusso stesso si incanali nella rete idrografica.

Il deflusso è quindi generalmente la risultante di un bilancio di massa che prevede come dato in ingresso l'evento meteorico misurato al suolo; tale quantità d'acqua viene in parte intercettata dalla massa vegetale presente, in parte si infiltra nel suolo, in parte ancora va ad accumularsi in piccoli invasi naturali e/o artificiali (pozzanghere, avvallamenti del terreno, impluvi artificiali). La parte rimanente, infine, va a costituire il deflusso superficiale che scorrerà verso la rete idrografica secondo le linee di massima pendenza del terreno.

Il suddetto fenomeno si articola secondo modalità e tempi differenti sulla base delle caratteristiche dell'evento meteorico che lo genera, sugli aspetti legati alla copertura vegetale del suolo e sulla base delle condizioni del suolo sia per effetto delle caratteristiche generali, sia per effetto delle caratteristiche contingenti (grado di umidità, tipo di lavorazione).

Il sistema suolo - vegetazione, quindi, costituisce una naturale capacità di invaso, che tende a decurtare la quantità di acqua precipitata che arriverà alla rete idrografica (precipitazione efficace).

Tale decurtazione dipenderà, istante per istante, dalla capacità complessiva di tali invasi che varierà nel tempo, sia a causa del loro progressivo riempimento durante prolungati eventi di pioggia, sia a causa di altri importanti processi di trasferimento dell'acqua che agiscono nel sistema suolo atmosfera.

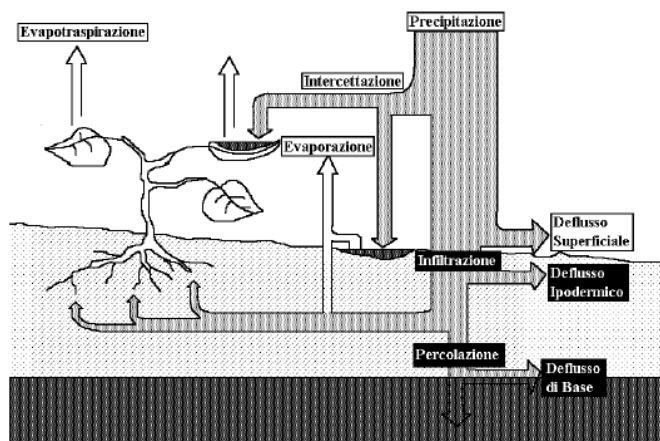


Figura Elementi che concorrono al bilancio idrologico

Parte dell'acqua intercettata e trattenuta dalle superfici fogliari e nelle pozzanghere si disperderà di nuovo nell'atmosfera per evaporazione. Analogamente, una piccola parte dell'acqua infiltrata nel suolo evaporerà direttamente ed una parte più consistente verrà assorbita dalle radici della vegetazione e quindi riimmessa nell'atmosfera per evaporazione dagli stomi delle foglie (traspirazione). Ancora, parte dell'acqua infiltrata negli strati superficiali del suolo proseguirà il moto di filtrazione verso gli strati più profondi e le falde (percolazione), mentre una parte, tanto maggiore quanto più elevata è la pendenza del terreno, filtrerà verso la rete idrografica mantenendosi negli strati superficiali (deflusso ipodermico).

L'acqua infiltrata, contribuirà al deflusso nella rete idrografica, ma con tempi di ritardo rispetto alla corrivazione superficiale, sensibilmente maggiori (per il deflusso ipodermico) o notevolmente maggiori (per il deflusso dagli strati profondi e dalle falde, detto anche deflusso di base).

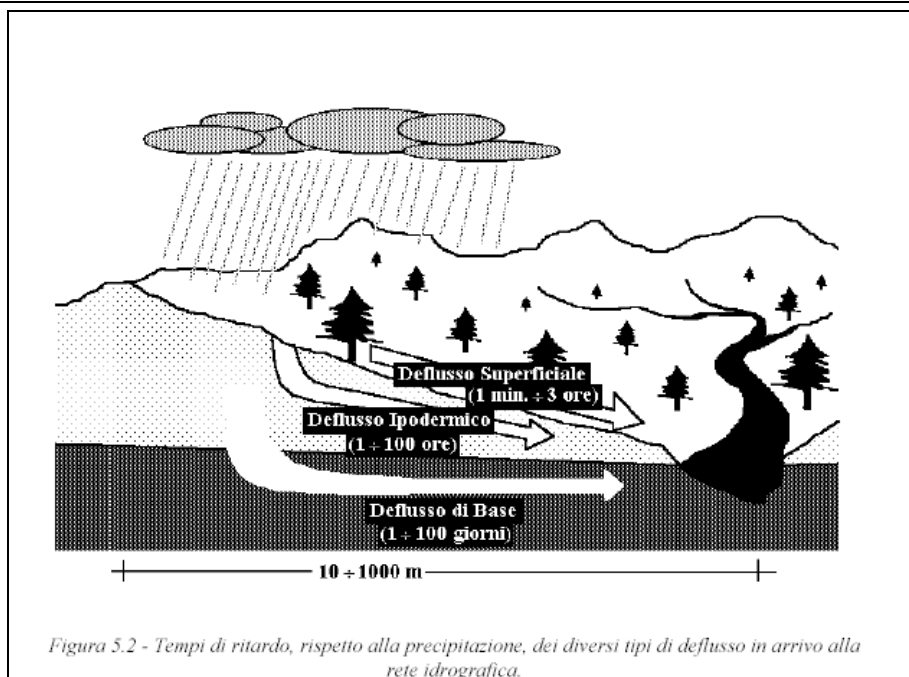


Figura 5.2 - Tempi di ritardo, rispetto alla precipitazione, dei diversi tipi di deflusso in arrivo alla rete idrografica.

La realizzazione di modelli di piena passa necessariamente attraverso ulteriori semplificazioni del fenomeno, trascurando alcune grandezze possono che considerarsi ininfluenti, infatti:

- l'evapotraspirazione risulta essere modesta o nulla in relazione ai deflussi superficiali, che assumono importanza preponderante rispetto agli altri;
- i diversi tipi di deflusso (superficiale, ipodermico, profondo o di base) assumono una importanza relativa che varia in funzione del tempo caratteristico di risposta del bacino in esame. Intendendo come tempo di risposta l'intervallo trascorso fra l'inizio dell'evento di precipitazione e l'arrivo del colmo di piena alla sezione di chiusura del bacino, questo dipende in maniera sensibile dalla superficie, dalla pendenza, dalla copertura del manto vegetale, dalla forma del bacino, dalla lunghezza del corso d'acqua principale, nonché dal regime di quest'ultimo (torrentizio, fluviale, ...) e da altre condizioni.
- il deflusso di base, ovvero quello che può ritenersi costante e determinato dalle portate di magra del corso d'acqua, risulta in genere essere di uno o più ordini di grandezza inferiore alle portate di piena, e quindi in buona approssimazione trascurabile. Analogamente, nei casi di bacini di medie e piccole dimensioni con tempi di risposta inferiori alle poche ore, il deflusso ipodermico può essere considerato trascurabile in quanto andrà a contribuire alla sezione di chiusura in tempi successivi al transito del colmo.

Dal punto di vista globale il deflusso originato da un evento meteorico intenso, può avvenire attraverso la sovrapposizione di due fenomeni:

- il trasferimento della massa liquida;
- la laminazione della massa liquida;

Partendo da tale schematizzazione si possono avere tre tipi di modelli:

- modelli che simulano solo il primo tipo di fenomeno e quindi i cosiddetti modelli cinematici o della corrivazione, trascurando il secondo (gli effetti di laminazione);
- modelli che simulano solo il secondo fenomeno e quindi i cosiddetti modelli dell'invaso, trascurando l'effetto di trasferimento di piena;

c) altri modelli che tentano di rappresentare il processo di trasformazione afflussi-deflussi tenendo conto di ambedue i fenomeni.

Calando sul territorio le considerazioni generali su esposte si ravvisa un comportamento del bacino che ben si allontana dalle condizioni che inducono il deflusso repentino degli afflussi meteorici di rilevante intensità; in particolare dalle informazioni che derivano dalle indagini geomorfologiche emerge che:

✓ la rete di dreno superficiale è estremamente modificata a seguito degli interventi di bonifica che dai primi anni del secolo si sono susseguiti. Conseguentemente, il deflusso dalle superfici a quota superiore verso le zone a quota inferiore è compromesso per effetto di un'alterazione delle linee di deflusso.

✓ Il deflusso che avviene all'interno delle sezioni non necessariamente segue linee di compluvio, peraltro spesso inesistenti, ma si articola all'interno della rete drenante, realizzata evidentemente non con finalità di difesa del suolo in ottica di problemi di carattere idrogeologico, ma con finalità di bonifica agraria;

✓ la mancanza di pendenza connaturata alla quasi totale assenza di dislivelli riduce le velocità di ruscellamento superficiale, favorendo da un lato l'infiltrazione e la formazione di condizione di idromorfismo diffuso con effetti di laminazione, dall'altro aumentando i tempi di trasporto con incremento della durata della pioggia critica;

✓ Il recapito finale delle acque drenate avviene per mezzo di una stazione di sollevamento, in quanto la parte terminale della rete idraulica è, in alcune situazioni, al di sotto del livello idrico del corpo recettore.

10.5 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO – METODI INDIRECTI

Partendo dalle condizioni semplificate con le quali si descrive il processo di deflusso di piena di un corso d'acqua, il metodo razionale indica la modalità di valutazione della portata di piena prodotta per effetto del trasporto liquido.

Le condizioni semplificative che permettono l'applicabilità del metodo mutuano le condizioni assunte sin dalla formulazione originaria del metodo risalente alla metà dell'800 (Molvany), nella quale veniva definito il valore della portata al colmo Q per un assegnato periodo del tempo di ritorno per effetto di una precipitazione ricadente in un bacino assegnato.

Nella sua formulazione, vengono assunte le seguenti semplificazioni:

- ✓ il valore della portata al colmo Q relativo ad un evento meteorico costante, è il maggiore tra tutti i valori di portata definiti per lo stesso bacino e per lo stesso tempo di ritorno T ;
- ✓ per un preassegnato tempo di ritorno, l'evento meteorico che genera il valore massimo di portata ha una durata pari al tempo di corrvazione;
- ✓ che la portata al colmo Q per un evento causata da una precipitazione ragguagliata di intensità costante sia proporzionale all'intensità della precipitazione, alla superficie del bacino e a un coefficiente C legato alle caratteristiche del bacino e al suo grado di impermeabilità.

La prima semplificazione può ritenersi abbastanza aderente alla realtà, le altre due risentono invece di semplificazioni eccessive che evidentemente collidono con il manifestarsi del fenomeno.

In particolare la seconda assunzione equivale a dire che la curva tempi-aree sia rettilinea e che il tempo impiegato dalla goccia per giungere alla sezione di chiusura del bacino sia essenzialmente legata alla distanza idraulica. Si è invece osservato che il tempo di scesa dell'idrogramma è più breve del tempo di corrivazione.

Tuttavia la curva di variabilità della portata al colmo non varia sensibilmente con la durata dello ietogramma, si può ritenere quindi che le ipotesi di base del metodo razionale risulta quindi del tutto accettabile anche se a rigore non vera (Moisello).

Anche l'approccio cinematico cui si fa affidamento per la determinazione della portata introduce delle semplificazioni che tendono a schematizzare il deflusso sempre assumendo delle condizioni che tendono a eliminare le interazioni tra le grandezze che concorrono; in particolare, le ipotesi di base sono che:

- ✓ il trasferimento della piena sia affidata al trasferimento di massa liquida;
- ✓ che ogni goccia percorra sempre la stessa traiettoria anche con l'evoluzione del processo di pioggia, e che quindi le linee di corrivazione siano immutabili;
- ✓ che il tempo di corrivazione, e quindi la velocità di ruscellamento dell'acqua sia immutabile con il livello di saturazione del terreno e con il formarsi del velo idrico superficiale;
- ✓ che la velocità della goccia non sia influenzata dal moto delle altre gocce;
- ✓ che la portata di piena sia data dalla somma delle portate provenienti dalle altre parti di bacino che si presentano alla sezione di chiusura allo stesso istante.

Le ipotesi di cui sopra diventano di fondamentale importanza in relazione al contesto territoriale entro cui si opera, a cui vanno evidentemente sommate le semplificazioni legate alla distribuzione spaziale dell'evento meteorico, alla sua stazionarietà e alla determinazione del suo valore di intensità per quanto attiene i valori delle informazioni in ingresso e la determinazione delle perdite per quanto attiene la risposta del bacino.

Nel proseguo dell'analisi, si cercherà comunque di applicare il metodo indiretto non perdendo di vista le semplificazioni assunte e delle quali si dovrà tenere conto in sede di analisi conclusiva.

La relazione per la determinazione della portata con la *Formula Razionale* proposta nelle Linee Guida del PAI è:

$$Q_p = i_{[\tau, T_R, r(\tau, A)]} * \Phi * A * \varepsilon(\tau)$$

espressione di un modello deterministico elementare a fondamento cinematico, con il seguente significato dei simboli:

i	Intensità di pioggia
T_R	Tempo di ritorno
$r(\tau, A)$	Coefficiente di ragguaglio areale
A	Area del bacino
τ	Durata della pioggia critica

- Φ Coefficiente di deflusso
 $\varepsilon(\tau)$ Coefficiente di laminazione

Nella valutazione dell'intensità della precipitazione si è ritenuto di applicare sia la metodologia classica proposta dal Puddu e successivamente aggiornata, sia il metodo di più recente pubblicazione che prevede la definizione delle curve di possibilità pluviometrica basate sul modello Tcev.

10.5.1 Altezza di pioggia critica

10.5.1.1 Formulazione classica

Nella trattazione proposta da Cao-Puddu, successivamente aggiornata nei parametri, l'ambito territoriale isolano è stato suddiviso in quattro gruppi caratterizzati da comportamenti "omogenei" nei riguardi degli eventi di pioggia; sulla base di questa considerazione, l'espressione delle curve di possibilità pluviometriche assume la forma seguente:

$$h = h_1 \cdot T_p^{(A + Bu)}$$

dove:

- h_1 è l'altezza di pioggia di durata unitaria data dalla relazione

$$\log h_1 = C + Du$$

- T_p è la durata della precipitazione
- u è il frattile della distribuzione normale corrispondente alla probabilità di non superamento assegnata
- A, B, C, D parametri dipendenti dal gruppo omogeneo di appartenenza, riportati nelle seguente tabella:

GRUPPO	A	B	C	D
1°	0.305041	-0.017147	1.273178	0.179732
2°	0.359696	-0.01794	1.296212	0.167488
3°	0.418212	0.009093	1.379048	0.164598
4°	0.497207	0.041251	1.460774	0.191832

10.5.1.2 Metodo TCEV

Più recentemente si è osservato, anche in ambito nazionale, che eventi di pioggia particolarmente intensi sfuggivano alla capacità di previsione delle curve di possibilità pluviometriche formulate come al punto precedente.

Si è reso pertanto necessario sviluppare una trattazione capace di interpretare più fedelmente eventi di breve durata, anche utilizzando curve di distribuzione con un maggior numero di parametri.

In detta recente trattazione si è riscontrata l'impossibilità di adottare, per tempi di ritorno superiori ai 10 anni, un unico tipo di funzione monomia; si è invece reso necessario separare la casistica in due tipologie di eventi: piogge di durata inferiore a un'ora e piogge di durata superiore a un'ora.

Le equazioni elaborate sono:

$$h(T, t) = (a_1 a_2') * t^{(b_1 + b_2')} \quad t \leq 1 \text{ ora}$$

$$h(T, t) = (a_1 a_2'') * t^{(b_1 + b_2'')} \quad t > 1 \text{ ora}$$

dove

$$a_1 = \frac{\mu_g}{0.886 * 24^{b_1}}$$

$$b_1 = -0.493 + 0.476 * \text{Log } \mu_g$$

avendo indicato con μ_g il valore medio giornaliero della pioggia il cui valore è rilevabile nella seguente carta. I parametri a_2' , a_2'' e b_2' , b_2'' contraddistinguono invece la sottozona di appartenenza.

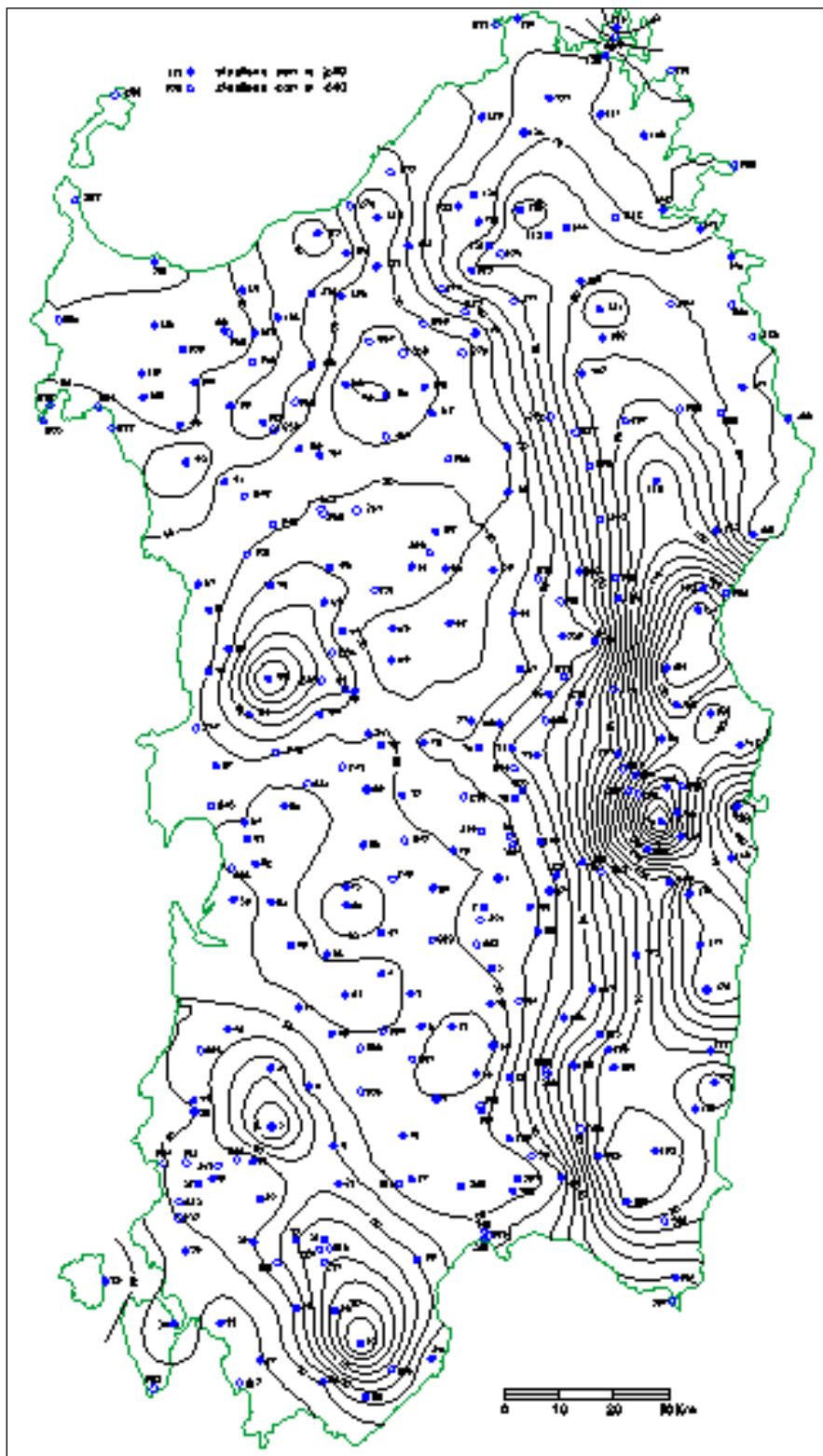


Figura 1 – Distribuzione spaziale dell'altezza di pioggia giornaliera in Sardegna

(da Deidda ed Al., Quad. Ricerca n°9 dell'Università di Cagliari, 1997).

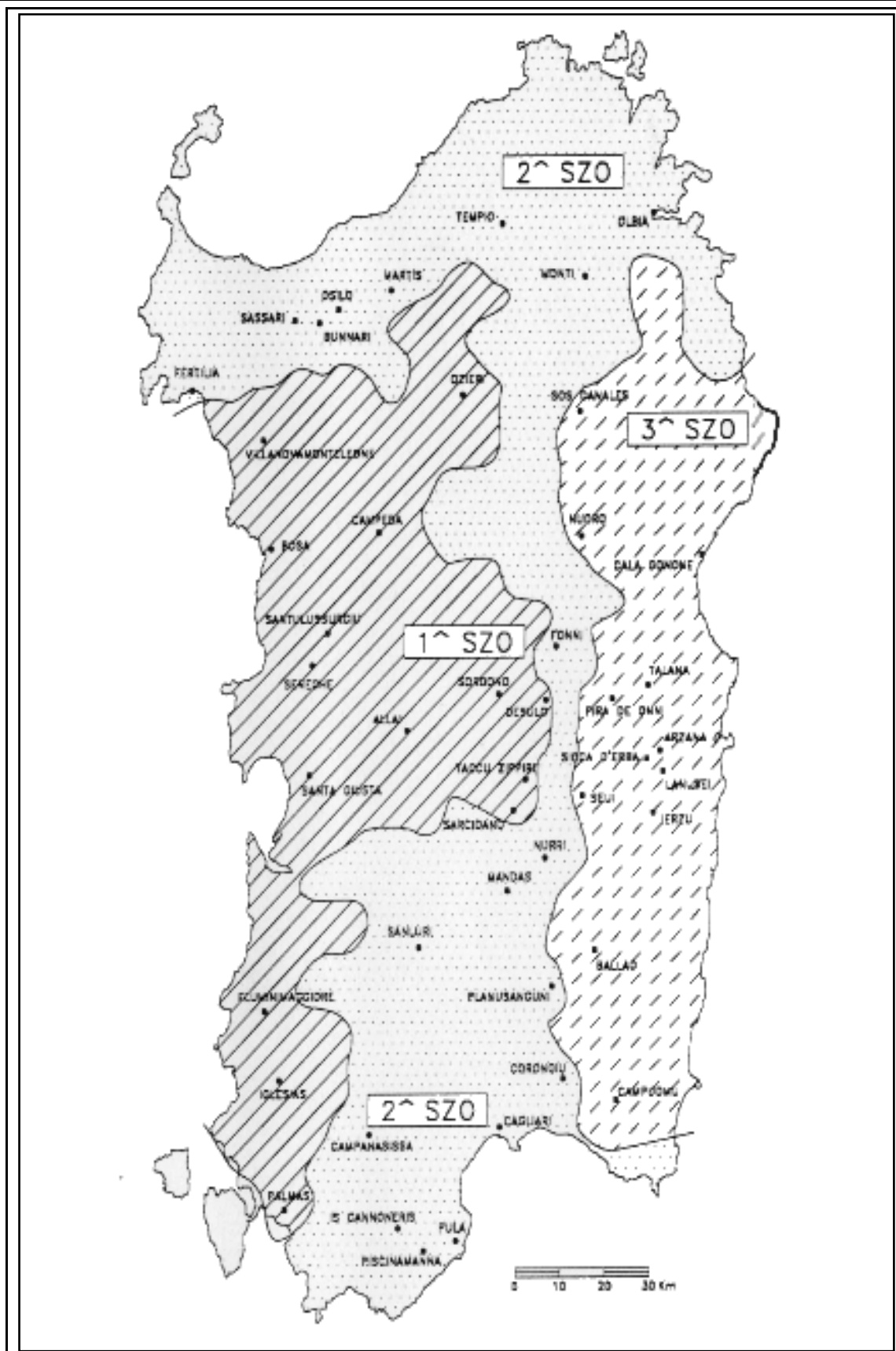


Figura 2 – Sotto Zone Omogenee per le piogge brevi e intense in Sardegna. In ciascuna zona I parametri del modello TCEV sono riportati in Tabella 8. (da Deidda ed. al., 1993)

10.5.2 Valutazione del coefficiente di deflusso Φ

Per la valutazione del coefficiente di deflusso, si fa ricorso al metodo CN del *Soil Conservation Service*, che secondo gli autori trova impiego ottimale nell'ambito dei piccoli bacini.

Si intende per pioggia netta la grandezza:

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

dove

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

Il valore dell'infiltrazione iniziale è dato dalla:

$$I_a = 0.2 * S$$

Il valore del CN è tabellato per differenti combinazioni di suolo e copertura vegetale; il parametro S, rappresenta la quantità d'acqua immagazzinabile nel bacini, e quindi nel terreno, ed è legato alla possibilità di infiltrazione, e alle condizioni di umidità precedenti (*AMC Antecedet Mixture Condition*).

La valutazione del CN è stata inizialmente condotta in ambiente GIS utilizzando la carta dell'uso del suolo. In questa maniera è stato possibile individuare in esso le porzioni che afferivano a diversi usi; successivamente per le semplificazioni assunte all'inizio del paragrafo e per le considerazioni emerse dall'analisi geologica si è valutato cautelativamente di assumere un valore pari a 100 in tutto il comparto, cui corrisponde un valore del coefficiente di deflusso pari a 1.

10.5.3 Coefficiente di ragguaglio areale r

Per il coefficiente di ragguaglio areale si assumono le seguenti espressioni:

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

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) d^{(-0.40)} \quad \text{per } A > 20 \text{ km}^2$$

10.5.4 Durata della pioggia critica

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:

$$\tau = \tau_c + \tau_f$$

dove

τ_c è il tempo di corrivazione

τ_f è il tempo necessario per la formazione del ruscellamento superficiale

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

Ventura	$\tau_c = 0.127 \left(\frac{S}{J_m} \right)^{\frac{1}{2}}$	<i>J_m</i> la pendenza media dell'asta <i>S</i> superficie del bacino
Giandotti	$\tau_c = \frac{4S^{\frac{1}{2}} + 1.5L}{0.8(H_m - H_s)^{\frac{1}{2}}}$	<i>H_m</i> la quota media del bacino in m s.l.m. <i>H_s</i> la quota della sezione di controllo in m s.l.m.
Pasini	$\tau_c = \frac{0.108(S * L)^{\frac{1}{3}}}{J_m^{\frac{1}{2}}}$	<i>J_m</i> la pendenza media dell'asta <i>L</i> la lunghezza in Km della stessa <i>S</i> superficie del bacino
Viparelli	$\tau_c = \frac{L}{3.6V}$	<i>L</i> la lunghezza in Km dell'asta <i>V</i> la velocità media di scorrimento da assumersi su valori compresi tra 1 m/s e 1.5 m/s.
VAPI Sardegna	$\tau_c = 0.212 * A^{0.231} \left(\frac{H_m}{J_m} \right)^{0.289}$	<i>H_m</i> la quota media del bacino in m s.l.m. <i>J_m</i> la pendenza media del reticolo

Il tempo di formazione del ruscellamento superficiale, viene calcolato mediante la seguente espressione:

$$\tau_f = \frac{I_a}{i[(\tau_c + \tau_f), r]}$$

dove

I_a l'assorbimento iniziale

i l'intensità di pioggia relativa alla durata critica

La pendenza media dell'asta principale è invece valutata mediante la relazione:

$$\sqrt{J_m} = \frac{L}{\sum_1^n \frac{L_i}{\sqrt{i_i}}}$$

dove :

L è la lunghezza dell'asta

L_i lunghezza del tratto *i*-esimo a pendenza omogenea

i_i la pendenza del tratto *i*-esimo a pendenza omogenea

10.5.5 Scelta del tempo di ritorno

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

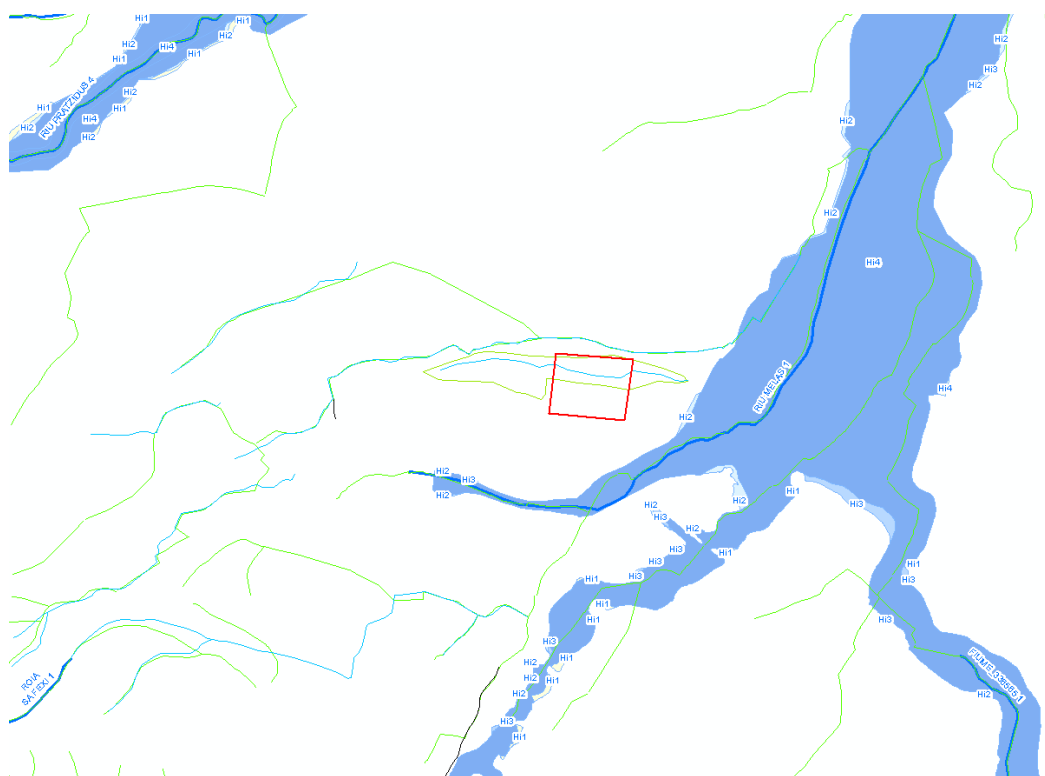
11 VERIFICA DELLA CONSISTENZA DEL RETICOLO NELL'AREA DI STUDIO SU DTM E DSM E ORTOFOTO

La vasta disponibilità di documentazioni descrittive del territorio esistenti consente di dettagliare adeguatamente il reticolo mirando a scale comprese tra il 1000 ed il 2000 anche se poi rappresentate per praticità al 1:5.000.

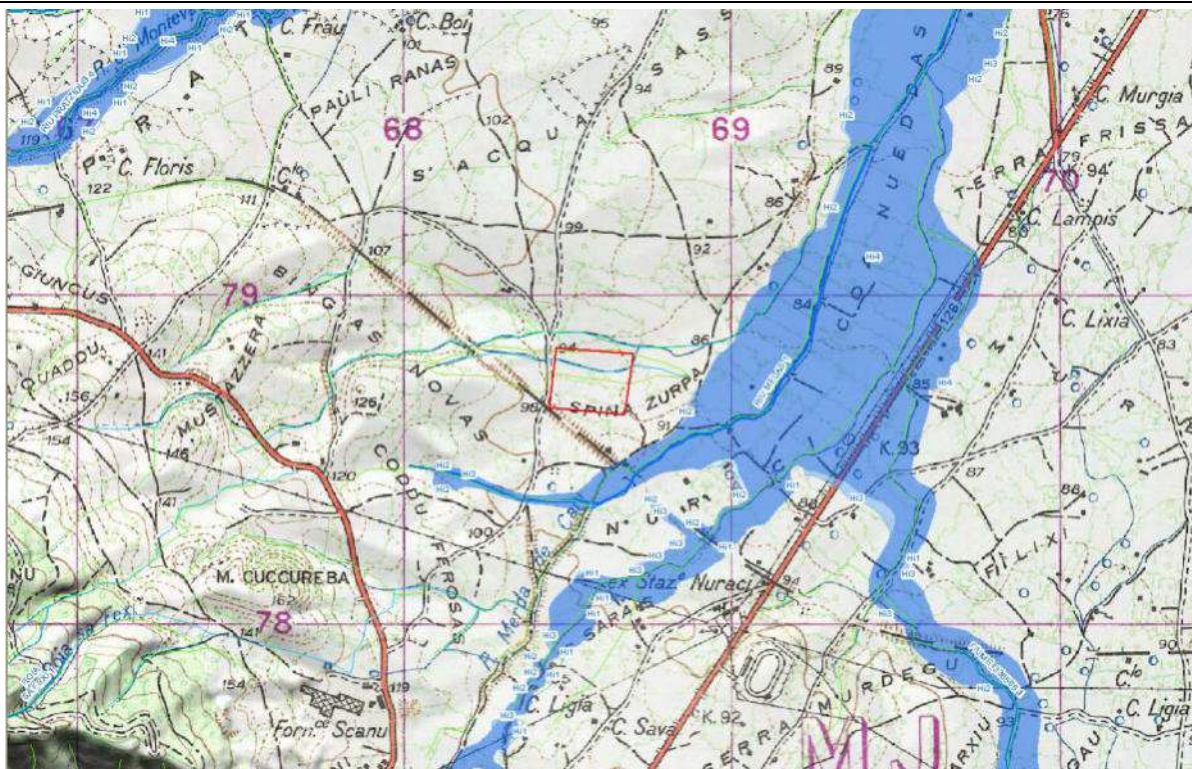
A tal fine, nell'ambito studiato si è fatto uso dei seguenti documenti:

- DTM e DSM RAS 2013 (passo 1 metro);
- Ortofoto 2 k 2016 ARGEA – RAS (passo 20 cm);
- Ortofoto 2 k 2019 ARGEA – RAS (passo 20 cm).

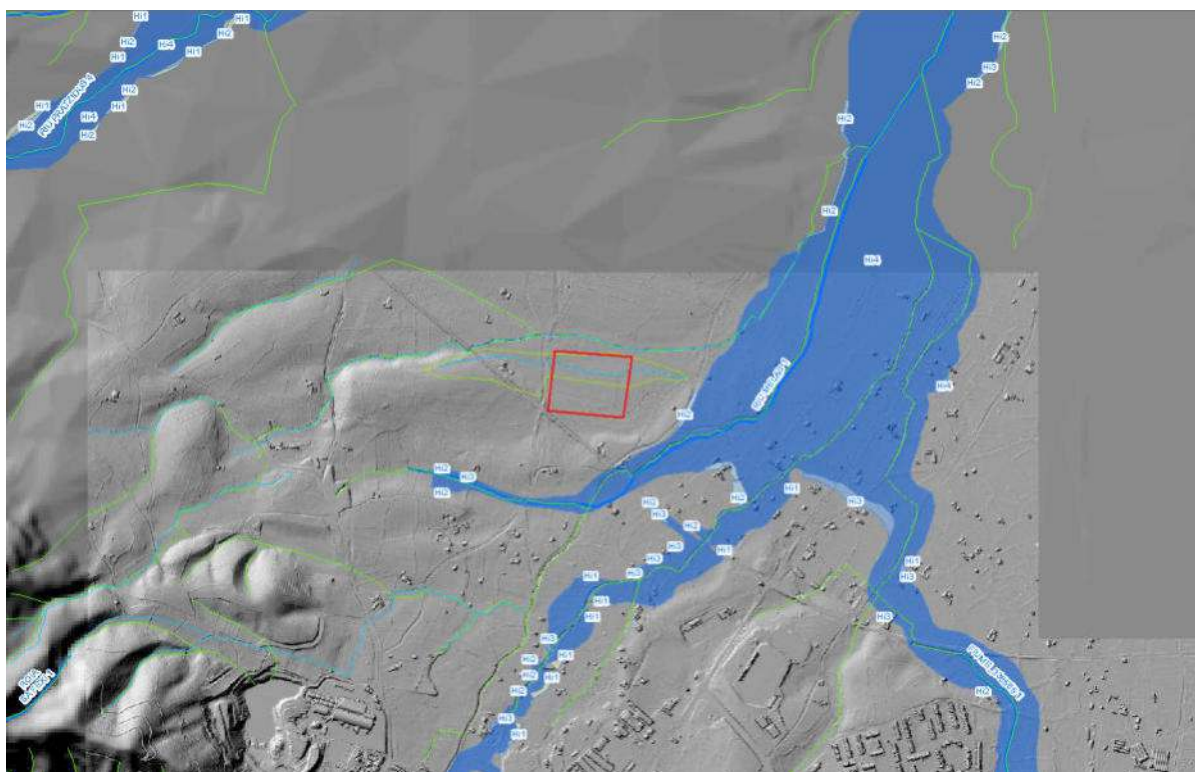
Attraverso il raffronto delle descrizioni minute delle superfici, è stato possibile identificare **la storia della rappresentazione idrografica e la reale posizione e consistenza degli elementi idrici presenti.**



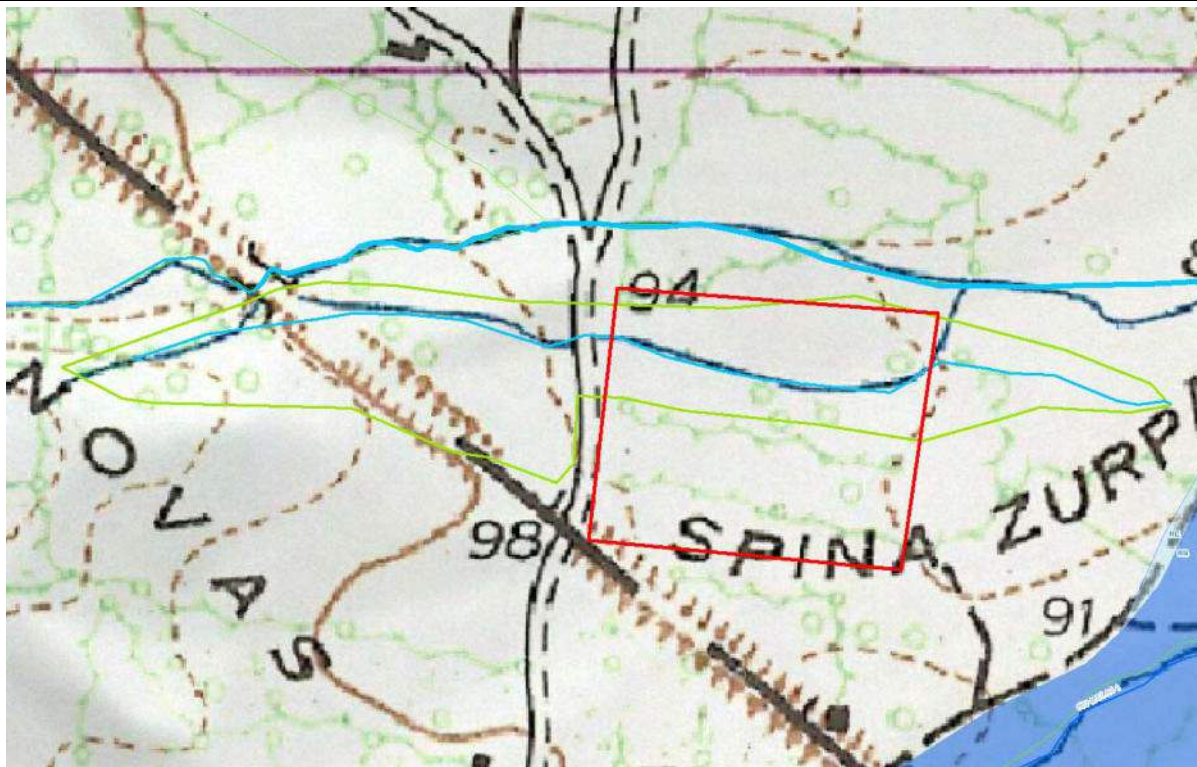
Reticolo 2015 Strahler RAS (in blu), Aree di inondabilità al 2022 PAI/PGRA e bacino reale (in verde), interessanti l'area di Progetto in rosso



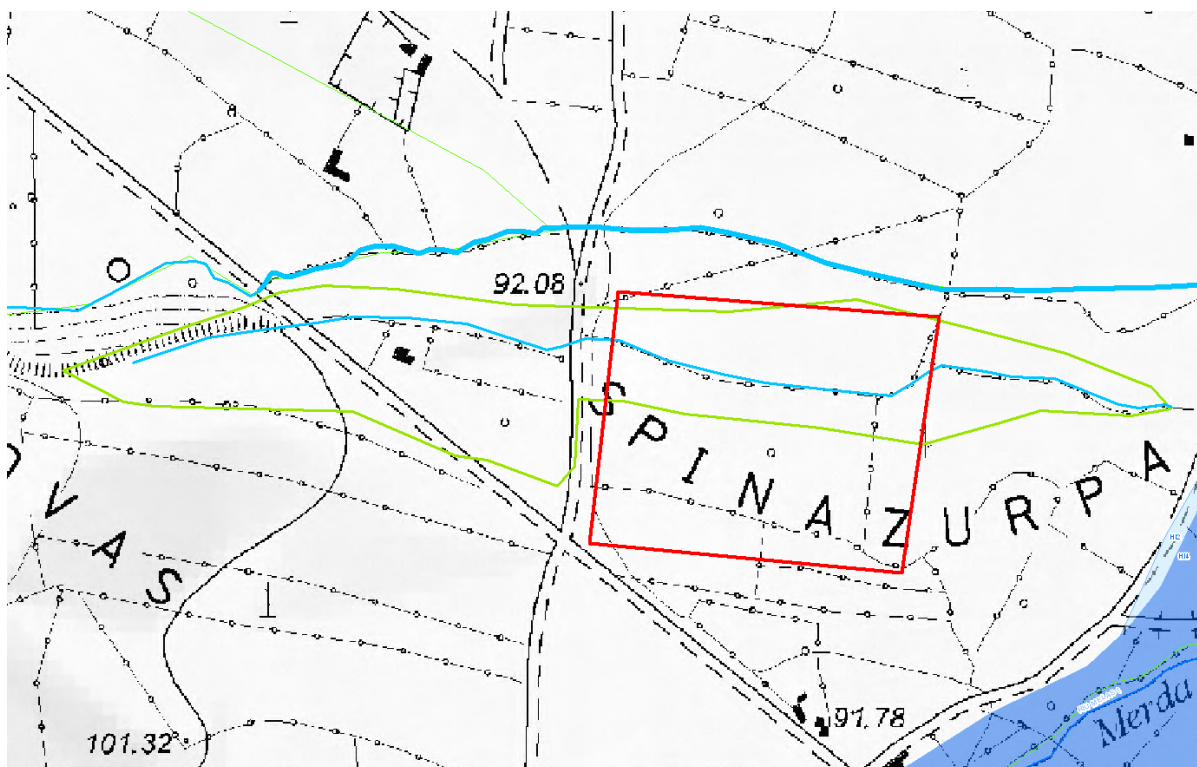
Reticolo 2015 Strahler RAS (in blu), Aree di inondabilità al 2022 PAI/PGRA e bacino reale (in verde), interessanti l'area di Progetto in rosso, su IGM 1960



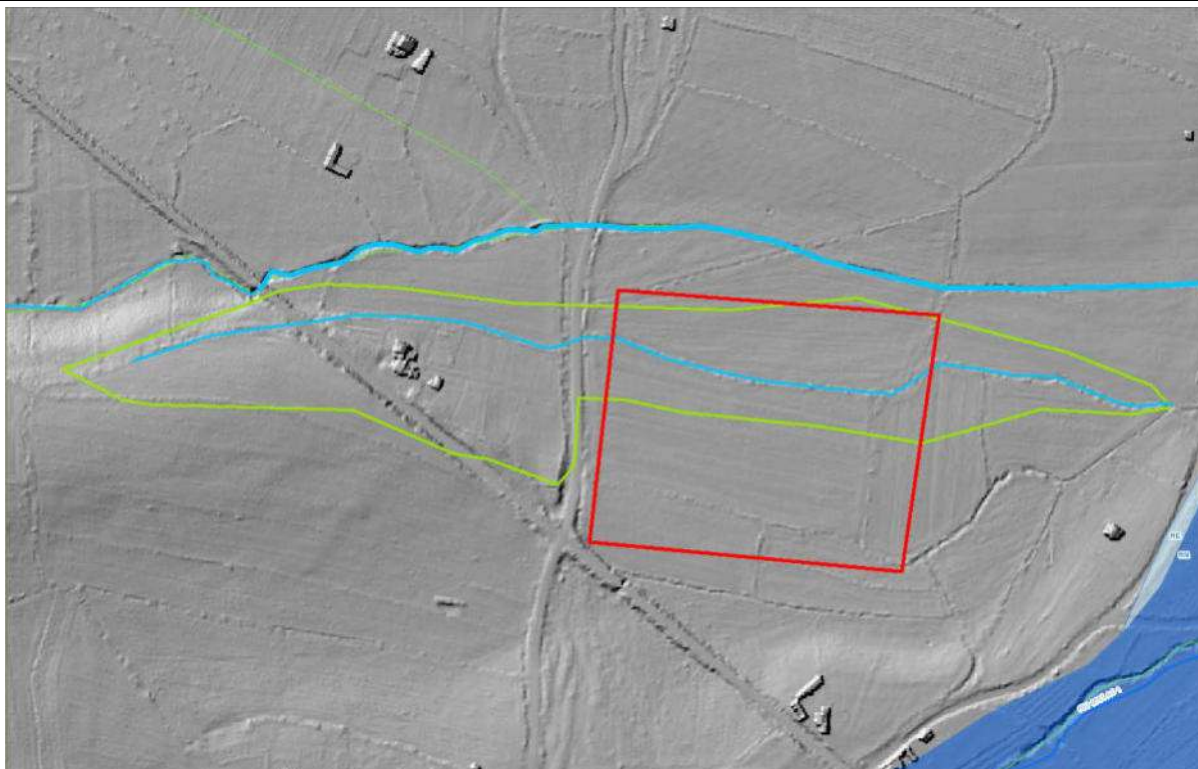
Modello DTM a 10 e parte a 1 metro in hs con Reticolo 2015 Strahler RAS (in blu), Aree di inondabilità al 2022 PAI/PGRA e bacino reale (in verde), interessanti l'area di Progetto in rosso



Mappe – IGM 1960 con Reticolo 2015 Strahler RAS, Aree di inondabilità al 2022 PAI/PGRA e bacino reale (in verde), interessanti l'area di Progetto in rosso



Mappe – DBG 2008 con Reticolo 2015 Strahler RAS, Aree di inondabilità al 2022 PAI/PGRA e bacino reale (in verde), interessanti l'area di Progetto in rosso

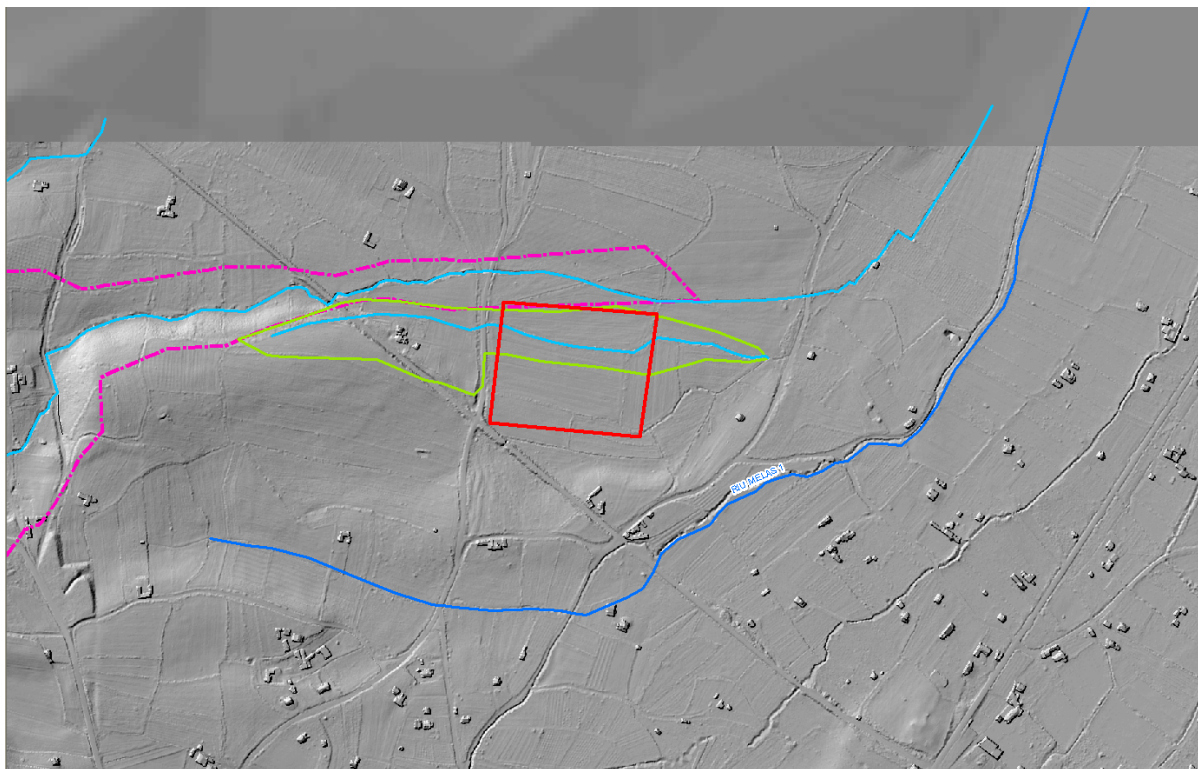


Mappe – DSM hs a passo 1m con Reticolo 2015 Strahler RAS, Aree di inondabilità al 2022 PAI/PGRA e bacino reale (in verde), interessanti l'area di Progetto in rosso

11.1 VERIFICHE IDRAULICHE DELLA SIGNIFICATIVITÀ DEGLI ELEMENTI

Il bacino interessante il perimetro della proposta sottostazione può essere considerato limitato al rilevato del tracciato ferroviario (ex San Gavino Montevecchio – Sciria dismessa), oggi strada rurale, che lo sovrasta oppure esteso al versante originariamente sotteso.

La superficie del Bacino reale, esteso al versante è di 60.835 m² (perimetrato in verde).



Modello del suolo DSM 2013 da LIDAR, con sovrapposti il bacino del Rio Spina Zurpa (perimetrato in verde) e la reale posizione attuale del deflusso concentrato, interessante l'area di Progetto, reticolo Strahler ed aree inondabili PAI/PGRA

I parametri caratteristici dei bacini idrografici, misurati sul DTM sono descritti nella tabella seguente:

Denominazione bacino	AREA DEL BACINO	QUOTA CHIUSURA	QUOTA MASSIMA	QUOTA MEDIA	PENDENZA MEDIA DEL BACINO	PENDENZA MEDIA DEL BACINO	LUNGHEZZA Asta principale	LUNGHEZZA Asta principale	Pendenza asta principale	v media	sottozona	h in mm media indice	CN (II categ.) PSFF	CN (II categ.) PSFF incrementato	CN (III categ.)
	Km ²	m	m	m	%	%	m	(Km)	%	m/s					
A_01	0.06	85	110	98	3.18	0.03	785	0.79	0.31	1.00	2	80.00	57.11	89.0	95.00

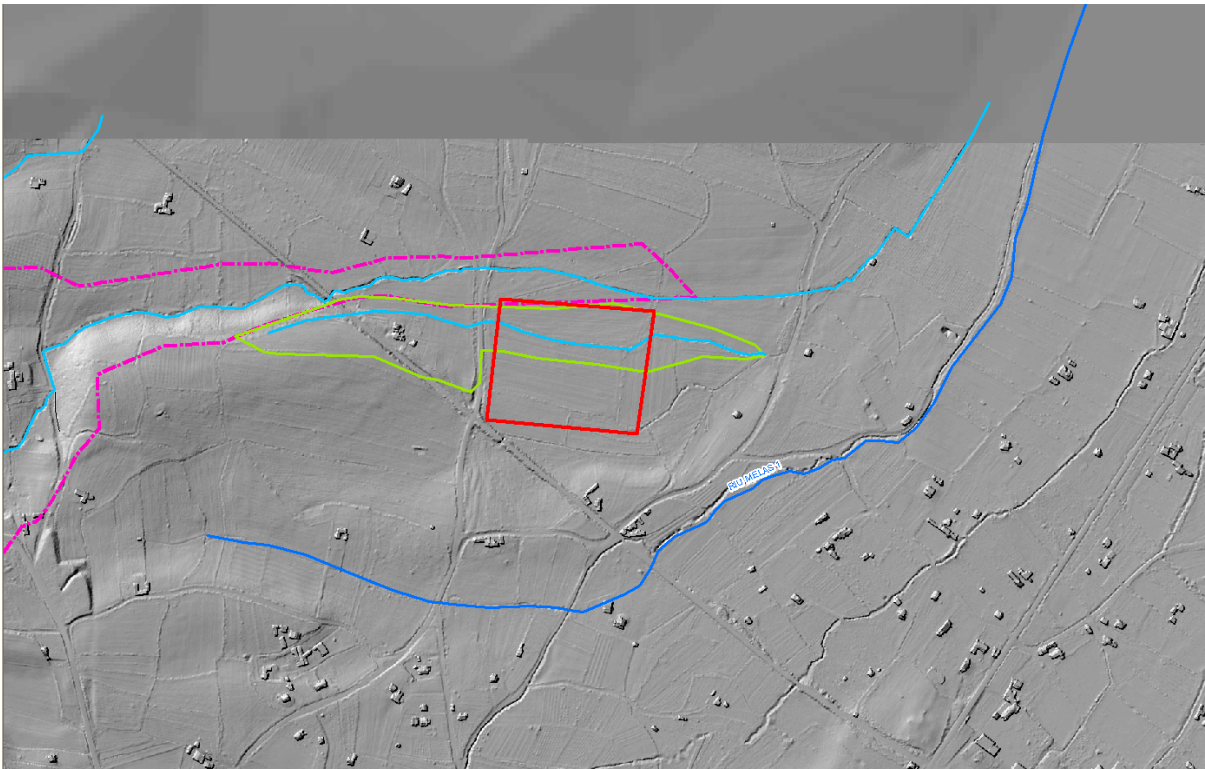
I tempi di corrivazione risultanti sono rappresentati nella tabella seguente:

Denominazione bacino	Pasini	Giardotti	Viparelli	Ventura	Pezzoli	Puglisi	Tournon	Salis-Sechi	Valore adottato	d=Tc
	ore	ore	ore	ore	ore	ore	ore	ore	ore	ore
A_01	0.07	0.77	0.22	0.06	0.08	1.75	0.24	1.13	0.22	0.218

Le portate derivanti dall'applicazione dei calcoli idrologici ed idraulici danno, per i bacini, i seguenti valori:

Denominazione bacino	Elemento idrico codice strahler	SIGNIFICATIVO	Livello Strahler	Lungh Elemento	m3/s*Km2 contr unit	portata Tr 50	portata Tr 100	portata Tr 200	portata Tr 500
			HydroID			m³/s	m³/s	m³/s	m³/s
			Strahler						
A_01	Gora de Spina Zurpa	no	2	785	19.6	1.20	1.34	1.48	1.68

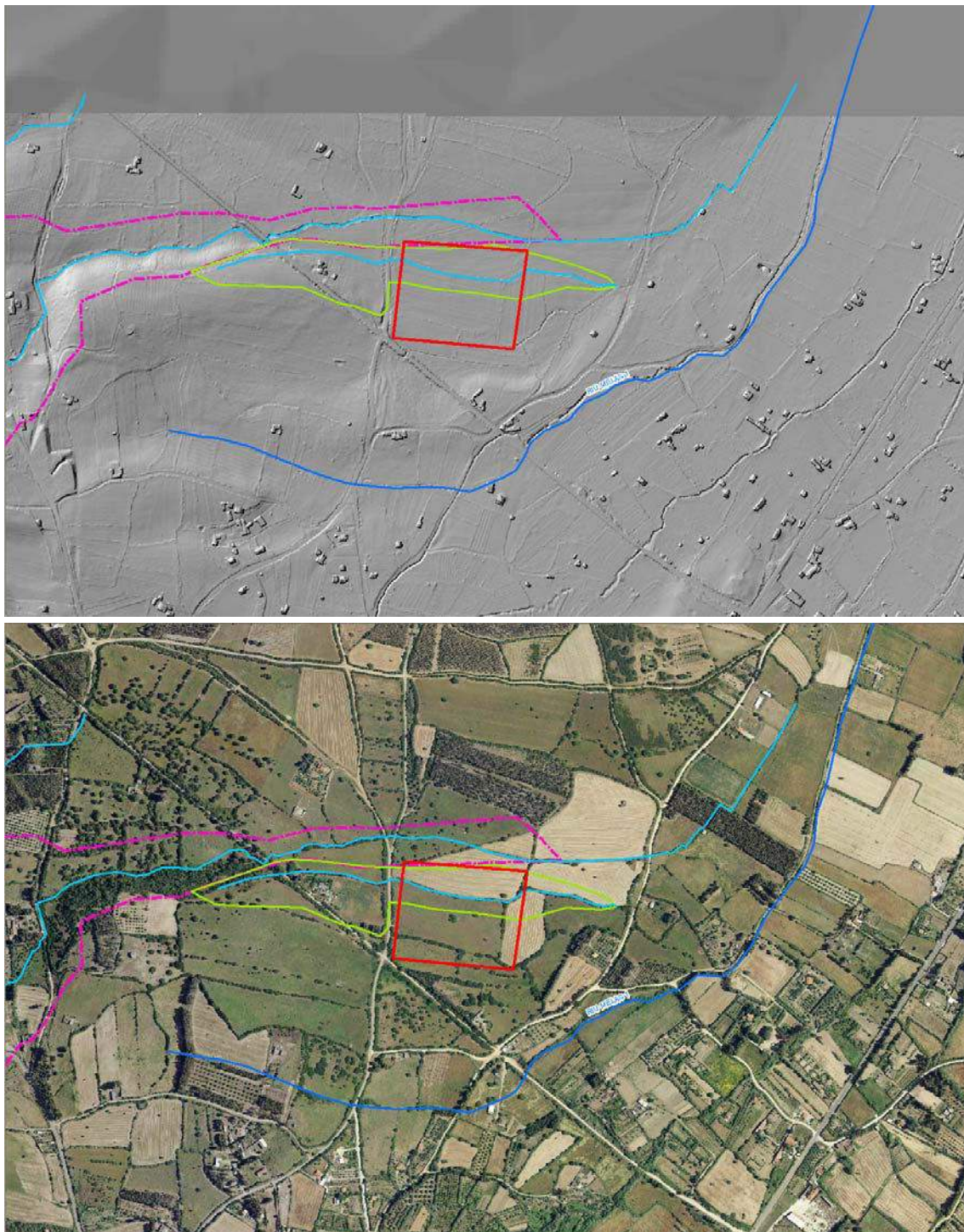
Il sottobacino studiato, posti nel settore ovest considerato dalle Linee Guida, ha aste risultante non significativa, in quanto con bacino sotteso inferiore a 0.5 km² e portate bicentenaria inferiore a 7 m³/sec e conseguentemente possiamo ritenere l'asta corrivante le acque mappate nelle cartografie storiche (1960, 1968 ed attuale), non significativa. Similmente si può asserire per la loro assenza attuale ed alla gestione attuale delle aree.



12 ELEMENTI DEL RETICOLO PER CUI È VERIFICATA LA NON SIGNIFICATIVITÀ

Come discende dall'analisi svolta, dalle ricognizioni e dai calcoli, **l'elemento che nominiamo Rio di Spina Zurpa, presente nella sola Carta IGM 1958-1965, di ordine Strahler pari a 1, non interessato da mappature idrauliche con bacino sotteso alla confluenza di 60.835 m², e con portata bicentenaria di 1.48 m³/sec, risulta non significativo, con gli effetti conseguenti.**

La parte di elemento in oggetto, nella rappresentazione in mappa, corrisponde alla parte evidenziata in verde:



13 CONCLUSIONI

L'indagine di dettaglio svolta secondo le direttive dell'ADIS consente di definire le caratteristiche del reticolo idrografico presente.

Il settore studiato dell'area di Spina Zurpa non ha subito nel tempo rilevanti modificazioni morfologiche, ma a causa delle modificazioni delle superfici legate ai metodi colturali e del dettaglio geometrico intrinseco dei documenti in oggetto (carta 1:25.000 tratta da aerofoto con scale da 1:38.000 a 1:45.000), alcuni degli elementi idrici rappresentati nelle cartografie dal 1960 ad oggi non sono più riconoscibili o hanno cambiato sede.

Indipendentemente da questo, per quanto riguarda **l'elemento idrico derivante dalla cartografia IGM 1958-1965 e adagiato sul modello attuale del suolo di dettaglio utilizzato nello studio (DSM e DTM da LIDAR a passo 1 m)**, è possibile altresì definirlo non significativo, in quanto caratterizzato da un bacino sotteso inferiore a 0.5 km² e portate inferiori a 7 m³/sec ed eventualmente, espungerlo dal reticolo.

Si assevera con la presente la non significatività di tale elemento del reticolo.

Firmato digitalmente da

Roberta Maria Sanna

CN = Sanna Roberta Maria

C = IT

Geol. Roberta M. Sanna



Ing. Marco Lasen