

PIANO REGOLATORE TERRITORIALE DELLE AREE INDUSTRIALI GESTITE DAL CIPNES - GALLURA (P.R.T.C.)

AGGLOMERATO INDUSTRIALE DI OLBIA

ADEGUAMENTO DEI PARAMETRI URBANISTICI ED EDILIZI, NONCHE'
INCREMENTO DEGLI STANDARD INFRASTRUTTURALI STRADALI E
RIORDINO CARTOGRAFICO ZONIZZAZIONI TERRITORIALI OMOGENEE

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

(ART. 24 NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE - PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA SARDEGNA)

ALLEGATO 1.1

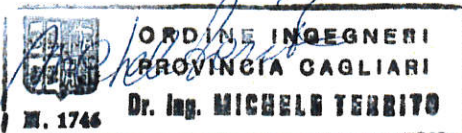
RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

I PROGETTISTI:

Geol. Davide Boneddu



Ing. Michele Territo



C.I.P.N.E.S. - Gallura

IL DIRIGENTE
Ing. Antonio F. Catgior



Aggiornamento dicembre 2014



RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

INDICE

1. PREMESSA.....	6
1.1. Oggetto dello Studio.....	6
1.2. Contenuti della relazione	6
2. ANALISI IDROLOGICA PER LA DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA	6
2.1. Gerarchizzazione dei bacini idrografici.....	7
3. METODOLOGIE DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA	7
3.2. Confronto tra i risultati ottenuti con i vari metodi.....	14
3.3. Il tempo di corrivazione.....	15
3.4. Il tempo di ritorno	15
4. RISULTATI DELLO STUDIO IDROLOGICO	16
4.1. ZI_B1 “Riu de Cabu Abbas”	16
4.2. ZI_B2	17
4.3. ZI_B3 “Riu Padredduri”	18
4.4. ZI_B4	20
5. ANALISI IDRAULICA DEGLI ALVEI E DELLE AREE DI ALLAGAMENTO	21
5.1. Calcolo di moto uniforme.....	21
5.2. Calcolo di moto permanente.....	22
6. METODOLOGIA ADOTTATA PER LA DEFINIZIONE DELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO.....	23
7. ANALISI DI STATO ATTUALE: INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA	24
7.1. ZI_B1 RIU DE CABU ABBAS -TRONCO CRITICO ZI_B1	25
7.2. ZI_B2 -TRONCO CRITICO ZI_B2	33
7.3. ZI_B3 RIU PADREDDURI-RIU MULINU -TRONCO CRITICO ZI_B3 E ZI_B3.1.2 CANALE DI GUARDIA -TRONCO CRITICO ZI_B3.1.2	37

7.4. ZI_B4 – TRONCO CRITICO ZI_B4	55
8. ANALISI DEI PROCESSI EROSIVI IN ALVEO E NELLE AREE DI ALLAGAMENTO.....	61
8.1. Analisi dei processi erosivi.....	61
8.2. Analisi dei processi erosivi in alveo e nelle aree di allagamento	61
8.3. Analisi dei processi erosivi e delle sollecitazioni dei manufatti	62
9. PROPOSTE DI INTERVENTO PER LA MITIGAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA INDIVIDUATA	63
9.1. TRONCO CRITICO ZI_B1	63
9.2. TRONCO CRITICO ZI_B2	63
9.3. TRONCO CRITICO ZI_B3	65
9.4. TRONCO CRITICO ZI_B4	65
10.CONCLUSIONI	66
11.APPENDICE	67

1. PREMESSA

1.1. Oggetto dello Studio

Il presente Studio, redatto ai sensi dell'art. 24 delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio della Regione Sardegna, è parte integrante del 'PIANO REGOLATORE TERRITORIALE DELLE AREE INDUSTRIALI GESTITE DAL CIPNES-GALLURA (P.R.T.C.) – Agglomerato industriale di Olbia – Adeguamento dei parametri urbanistici ed edilizi, nonché incremento degli standard infrastrutturali stradali e riordino cartografico zonizzazioni territoriali omogenee'.

L'ambito territoriale interessato dalla analisi idrologica ed idraulica è localizzato all'interno del Comune di Olbia, a nord-est dell'abitato, lungo la fascia costiera interessata dalle aree industriali gestite dal Consorzio Industriale Provinciale Nord-Est Sardegna Gallura.

Attualmente né il P.A.I. né il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) hanno perimetrato aree a pericolosità idraulica nel territorio oggetto del presente studio.

Lo studio comprende, oltre alla presente relazione, gli elaborati grafici contenenti la delimitazione dei bacini idrografici (Tavola 1), i tracciati dei tronchi critici (Tavola 2), le aree di pericolosità idraulica individuate dall'analisi idraulica (Tavole 3.1, 3.2.1 3.2.2 e 3.2.3) e quelle derivanti dall'esecuzione delle opere di mitigazione proposte nel presente studio (Tavole 4.1,4.2.1 4.2.2 e 4.2.3). In particolare, tali opere sono illustrate nelle Tavole 4.3.1 e 4.3.2.

1.2. Contenuti della relazione

Nel presente elaborato sono contenuti:

- l'analisi idrologica finalizzata alla definizione delle piene di riferimento, la cui stima è stata condotta per i tempi di ritorno indicati dal P.A.I.;
- l'analisi idraulica delle aste fluviali e delle aree di allagamento comprese tra due sezioni caratterizzate da condizioni al contorno definibili.

Per quanto attiene le metodologie di analisi idrologica e idraulica sono stati applicati gli stessi criteri indicati nelle Linee Guida allegate alla documentazione del P.A.I..

Lo studio è quindi corredato, oltre che dalla presente relazione, anche da:

- risultati delle elaborazioni numeriche (tabelle) e documentazione grafica (profili idraulici e sezioni con i livelli idrici) atti ad identificare le caratteristiche del moto permanente ed i livelli di piena;
- elaborati grafici di dettaglio (con i relativi dati georeferenziati) che riportano la carta della pericolosità idraulica dell'area e la delimitazione dei bacini idrografici;

Conformemente alle disposizioni impartite dalle Linee Guida del P.A.I., le valutazioni probabilistiche delle portate di piena sono state condotte con riferimento ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

2. ANALISI IDROLOGICA PER LA DETERMINAZIONE DELLA

PORTATA DI PIENA

I bacini idrografici oggetto del presente studio, localizzati interamente nel territorio del Comune di Olbia, si individuano nella cartografia redatta dall'I.G.M. in scala 1:25.000 nel Foglio444.

La delimitazione dei bacini è stata effettuata utilizzando la carta aerofotogrammetrica in

scala 1:2.000 dell'area e la Cartografia Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1:10.000 (proiezione cartografica Gauss-Boaga, sistema geodetico di riferimento Roma 40).

All'interno dell'area in studio sono state individuate 4 aste fluviali principali facenti capo ad altrettanti bacini idrografici dei quali sono state determinate le caratteristiche morfometriche.

All'interno dei bacini principali sono stati individuati alcuni sottobacini e, per tutti, sono state calcolate le portate relative ai tempi di ritorno di 50, 100, 200, 500 anni secondo le metodologie descritte nella presente relazione e indicate dal P.A.I. all'interno delle proprie Linee Guida.

Nella presente relazione, vengono illustrate le metodologie di calcolo adottate per la determinazione delle portate di massima piena dei bacini in studio, indispensabili per delimitare in modo dettagliato, attraverso l'analisi idraulica, le aree esposte a rischio di esondazione e per individuare le possibili strategie di intervento per la sua mitigazione.

2.1. Gerarchizzazione dei bacini idrografici

I bacini idrografici analizzati dal punto di vista idrologico, sono stati classificati secondo il seguente ordine gerarchico :

ZI_Bi.j....z

dove :

- ZI = prefisso indicante l'area in studio (Zona Industriale);
- B = bacino;
- i = ordine gerarchico uno
- j = ordine gerarchico due
- z = ordine gerarchico n-esimo

Come indicato in premessa al presente paragrafo, all'interno dell'area in studio sono stati individuati e perimetrati, complessivamente 4 bacini principali (vedasi Tavola 1) che sono stati denominati come segue:

- ZI_B1 'Riu de Cabu Abbas';
- ZI_B2;
- ZI_B3 'Riu Padredduri' - 'Riu Mulinu';
- ZI_B4.

3. METODOLOGIE DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

La determinazione delle portate di massima piena in Sardegna, data la limitata consistenza dei dati disponibili e la necessità di stimarne i valori in sezioni non osservate, è basata sul confronto critico dei risultati ottenuti dalle diverse metodologie di calcolo (metodi diretti e indiretti) e dal confronto con i dati osservati, qualora disponibili.

3.1.1. Metodi diretti

I metodi di stima regionali appresso descritti sono quelli riportati nella pubblicazione "Valutazione delle piene in Sardegna" (Cao, Piga, Salis, Sechi, novembre 1991). Essi mirano a determinare la portata di piena di un bacino prescindendo dall'informazione pluviometrica della regione in cui il bacino è ubicato (nelle espressioni analitiche dei metodi non compare né l'altezza della precipitazione né la sua intensità) ma determinando la distribuzione probabilistica della

portata al colmo tramite l'elaborazione statistica dei dati idrometrici rilevati su bacini ritenuti morfometricamente omogenei.

Il primo fra i due metodi diretti utilizzati nel presente studio fu introdotto dal Lazzari nel 1967 e fa riferimento alla distribuzione log-normale delle portate di piena.

La portata al colmo viene determinata con due diverse formulazioni che permettono di differenziare la risposta agli afflussi meteorici dei bacini della Sardegna, distinti fra 'occidentali' e 'orientali':

$$\text{Log } Q(T) = 0.3583 \cdot z(T) + 0.956 \cdot \text{Log } (A \cdot z_m) - 8.731 \text{ bacini occidentali}$$

$$\text{Log } Q(T) = 0.4413 \cdot z(T) + 0.746 \cdot \text{Log } (A \cdot z_m) - 6.257 \text{ bacini orientali}$$

dove:

- $Q(T)$: portata di piena corrispondente al tempo di ritorno T ;
- $z(T)$: frattile della normale standardizzata relativo al tempo di ritorno T ;
- A : superficie del bacino in km^2 ;
- z_m : quota media del bacino in metri sul livello del mare.

La seconda metodologia, più recente, fa riferimento, per il calcolo della portata al colmo, alla distribuzione TCEV, esprimendo la probabilità di non superamento attraverso la somma di due distribuzioni esponenziali secondo la relazione:

$$P(x \leq X) = \exp\left[-\lambda_1 e^{\frac{-x}{\theta_1}} - \lambda_2 e^{\frac{-x}{\theta_2}}\right] \quad (1)$$

caratterizzata dai quattro parametri $\lambda_1, \lambda_2, \theta_1, \theta_2$.

I due termini della distribuzione rappresentano le due distribuzioni di probabilità nelle quali si può ritenere scomponibile la distribuzione di probabilità dei massimi annuali di piena.

Una prima distribuzione, con parametri λ_1 e θ_1 , è quella che caratterizza i valori più frequenti della portata di massima piena annuale mentre la seconda distribuzione, con parametri λ_2 e θ_2 , caratterizza la componente eccezionale della portata di massima piena annuale.

La stima dei parametri è stata desunta dall'analisi regionale condotta sui dati di portata massima annuale previa trasformazione delle variabili della distribuzione secondo le relazioni appresso riportate:

$$z = \frac{x}{\theta_1} - \ln(\lambda_1) = \frac{x - \varepsilon_1}{\theta_1} \quad (\text{variabile ridotta})$$

$$\text{Con: } \varepsilon_1 = \theta_1 \ln(\lambda_1)$$

$$\theta = \frac{\theta_2}{\theta_1}$$

$$\lambda = \frac{\lambda_2}{\lambda_1 \frac{1}{\theta}}$$

In base all'analisi regionale, l'intero territorio della Sardegna risulta suddiviso in due zone idrologicamente omogenee nelle quali i parametri valgono rispettivamente:

$$\ln(\varepsilon_1) = -1.1954 + 0.9235 \ln(S); \lambda_1 = 6.286 \text{ bacini occidentali}$$

$\ln(\epsilon_1) = 0.9982 + 0.6452 \ln(S)$; $\lambda_1 = 4.571$ bacini orientali

dove S rappresenta la superficie del bacino espressa in km^2 , mentre $\lambda = 0.3938$ e $\vartheta = 5.8866$ per tutto il territorio regionale

Per quanto concerne il campo di applicazione di questa metodologia, si rileva che essa deriva dall'analisi di serie storiche relative alle stazioni che sottendono bacini di estensione superiore a circa $60 km^2$. Di conseguenza essa fornisce risultati soddisfacenti se applicata a bacini di non piccole dimensioni.

3.1.2. Metodi indiretti

La poca disponibilità di osservazioni storiche di portata, sulle quali si basano i metodi diretti, fa sì che non si possa prescindere dall'uso di procedure indirette per la valutazione della portata di piena. Tali metodologie stimano la portata al colmo a partire dalla precipitazione nell'ipotesi, discutibile, che la frequenza di accadimento di quest'ultima caratterizzi quella della portata stessa. L'andamento dell'intensità (ovvero dell'altezza) della precipitazione in relazione alla durata dell'evento di pioggia, viene descritta mediante relazioni analitiche che prendono il nome di *curve di possibilità pluviometrica o climatica*.

Nel presente studio sono stati posti a confronto due metodi: il primo determina le curve di possibilità pluviometrica mediante l'uso della distribuzione probabilistica TCEV; il secondo fa uso della distribuzione log-normale.

Questo approccio ha permesso di poter eseguire un confronto critico sui risultati ottenuti dall'applicazione delle due metodologie.

Metodo TCEV

Recenti studi condotti sul territorio regionale mostrano che il modello probabilistico TCEV ben interpreta le caratteristiche di frequenza delle serie storiche delle precipitazioni della Sardegna. Per tale motivo il modello TCEV è stato adottato per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica.

La portata di piena è espressa dalla ben nota Formula Razionale, come prodotto tra l'intensità di precipitazione i , di assegnata durata d e periodo di ritorno TR , il coefficiente di assorbimento Ψ , la superficie del bacino A e il coefficiente di laminazione $\epsilon(\tau)$:

$$Q = i[\tau, TR, r(\tau, A)]^{\Psi} \cdot A \cdot \epsilon(\tau)$$

dove con τ si è indicato il valore di durata critica, mentre $r(\tau, A)$, rappresenta il fattore di ragguaglio della precipitazione all'area del bacino, espresso in funzione della durata τ e della superficie del bacino A .

L'intensità di precipitazione $i(\tau, TR)$ 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 d ad assegnata frequenza di accadimento o periodo di ritorno Tr . Tale curva è riportata dalla letteratura tecnica come:

$$h(T) = a \cdot d^n$$

La metodologia si basa sull'inferenza statistica del modello TCEV della variabile aleatoria Adimensionale

$$h'(d) = \frac{h(d)}{\bar{h}(d)}$$

che rappresenta il massimo annuale di pioggia di assegnata durata d , normalizzato rispetto alla media $\cdot h$.

L'equazione della curva di possibilità pluviometrica normalizzata diventa, in tal modo, per ciascun tempo di ritorno T ,

$$h'(T) = a \cdot T^n$$

nella quale i parametri della curva, $a(T)$ ed $n(T)$, vengono definiti per tre Sottozone Omogenee (SZO) individuate in Sardegna, per durate minori e maggiori di 1 ora e per tempi di ritorno superiori ai 10 anni, secondo le espressioni riportate nella Tabella seguente:

SZODurata <= 1 ora	Durata >= 1 ora
Sottozona 1 $a = 0.46420 + 1.0376 \cdot \text{Log}(T)$	$a = 0.46420 + 1.0376 \cdot \text{Log}(T)$
$n = -0.18488 + 0.22960 \cdot \text{Log}(T) - 3.3216 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$n = -1.0469 \cdot 10^{-2} - 7.8505 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$
Sottozona 2 $a = 0.43797 + 1.0890 \cdot \text{Log}(T)$	$a = 0.43797 + 1.0890 \cdot \text{Log}(T)$
$n = -0.18722 + 0.24862 \cdot \text{Log}(T) - 3.36305 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$n = -6.3887 \cdot 10^{-3} - 4.5420 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$
Sottozona 3 $a = 0.40926 + 1.1441 \cdot \text{Log}(T)$	$a = 0.40926 + 1.1441 \cdot \text{Log}(T)$
$n = -0.19060 + 0.26448 \cdot \text{Log}(T) - 3.8969 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$n = -1.4929 \cdot 10^{-2} + 7.1973 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$

La pioggia media per diverse durate, detta anche pioggia indice, $\bar{h}(d)$ è funzione dalla pioggia media giornaliera h_g , secondo l'espressione:

$$\bar{h}(d) = \frac{\bar{h}_g}{0.886 \cdot 24^{(-0.493 + 0.476 \text{Log}(h_g))}} \cdot d^{(-0.493 + 0.476 \text{Log}(h_g))}$$

Il valore di h_g è valutato in base alla sua distribuzione spaziale su tutto il territorio regionale, stimandone un valore medio per ciascun bacino.

La pioggia lorda così ottenuta $h(d) = h'(d) \bar{h}(d)$ è stata ragguagliata all'area tramite il parametro $r(\tau, A)$, secondo la formulazione utilizzata nel VAPI, che fa riferimento al *Flood Studies Report*:

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

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) d^{(0.40 - 0.00382 (4.6 - \ln(A))^2)} \quad \text{per } A > 20 \text{ km}^2$$

in cui d è la durata della precipitazione ed A è la superficie del bacino (espressa in km^2). Per tener conto del volume di afflusso che si infila nel terreno e non contribuisce al deflusso superficiale è stato introdotto il coefficiente di assorbimento Ψ , ricavato con il metodo del *SCS - Curve Number*, il quale esprime la pioggia netta in funzione dell'assorbimento del bacino S e dell'assorbimento iniziale I_a , entrambi stimabili una volta noto per ogni bacino il valore del parametro di assorbimento CN.

I dati di partenza utilizzati per il calcolo di quest'ultimo parametro sono quelli presenti nello studio IFRAS, realizzato dalla Regione Sardegna, nel quale tutto il territorio regionale risulta diviso in una maglia di quadrati di 400 metri per lato. Per ciascun vertice, individuato da coordinate UTM, sono state prese in considerazione le seguenti informazioni:

- quota;
- pendenza media;
- uso suolo;
- grado di copertura.

Le prime due informazioni sono state impiegate per la valutazione della pendenza e dell'altezza media del bacino.

Per poter utilizzare i dati IFRAS si è costruito un reticolo a maglie quadrate da sovrapporre a ciascun bacino idrografico in modo tale da evidenziare le coordinate UTM dei punti appartenenti alle superfici sottese dalle sezioni di interesse. È stato così possibile calcolare l'altezza e la pendenza media del bacino attraverso la media aritmetica, rispettivamente, dei valori di quota e pendenza media dei punti del reticolo in UTM.

L'informazione relativa all'uso suolo e al grado di copertura è stata utilizzata invece, per la valutazione del parametro di assorbimento CN. I valori del CN, che teoricamente possono variare tra zero (assenza di deflusso superficiale) e 100 (assenza di perdite per infiltrazione), si ricavano dalle tabelle del *Soil Conservation Service* in funzione principalmente dell'uso del suolo e della capacità di infiltrazione di quest'ultimo.

I valori del parametro CN forniti nelle tabelle si riferiscono a condizioni medie di umidità del terreno all'inizio della precipitazione. Assumendo delle condizioni prudenziali, giustificate dalla natura dei suoli, i valori ricavati dalle tabelle, nel presente studio, sono stati riportati alla terza classe, definita come quella a potenziale di scorrimento superficiale massimo, attraverso la seguente relazione:

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

Inoltre, nel calcolo delle portate di massima piena si è assunto un valore del CN tale da fornire un valore del **coefficiente di deflusso almeno pari a 0,70 per il tempo di ritorno di 500 anni**.

Il coefficiente di laminazione $\varepsilon(\tau_c)$ è stata assunto pari a 1, corrispondente al modello cinematico.

La durata critica τ_c a cui si fa riferimento è stata ottenuta dalla somma del tempo di corrivazione t_c e del tempo di formazione del ruscellamento superficiale t_f :

$$\tau_c = t_c + t_f$$

Per il calcolo del tempo di corrivazione t_c sono stati confrontati i valori ottenuti dall'applicazione delle formule di Ventura, Viparelli, Giandotti, Pasini, Soil Conservation Service, Kirpich e VAPI Sardegna, riportate più avanti, scegliendo il valore più attendibile per ogni bacino a seconda delle sue caratteristiche.

Per valutare t_f si è fatto riferimento alla formulazione:

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

dove:

$$I_a = 0.2 S$$

$$S = 254 \left[\frac{100}{CN} - 1 \right]$$

La determinazione della portata è avvenuta mediante un procedimento iterativo, data la dipendenza del tempo di formazione del ruscellamento superficiale dall'intensità di pioggia $i(\tau_c, r)$.

Metodo log-normale

Il modello probabilistico log-normale fa riferimento alla formula razionale per il calcolo delle portate secondo l'espressione:

$$Q = \frac{\Psi h_\tau A}{3.6 \tau} \quad m^3/s$$

dove

- Ψ = coefficiente di deflusso
- A = superficie del bacino [km^2]
- τ = durata critica della pioggia [ore]
- h_τ = altezza di pioggia di durata pari a τ [mm]

L'altezza di pioggia h_τ è stata stimata attraverso le curve di possibilità pluviometrica, basate sulla distribuzione log-normale ed espresse in forma analitica dalla relazione:

$$h_\tau = h_1 \tau^{(a+bu)}$$

con

- $\log h_1 = c + d \cdot u$;
- τ = durata della pioggia;
- h_τ = altezza della pioggia di durata pari a τ ;
- u = frattile della distribuzione normale standardizzata, corrispondente alla probabilità di non superamento dell'evento considerato.

I coefficienti a , b , c e d sono tabellati in funzione del gruppo di appartenenza. Secondo gli studi di regionalizzazione di C. Cao, G. Pazzaglia e P. Puddu si individuano in Sardegna quattro zone omogenee nelle quali le curve hanno medesima espressione.

Le stazioni prese in considerazione per i bacini in studio ricadono nel II gruppo i cui valori dei parametri sono i seguenti:

$$a = 0.359696 \quad b = -0.017941$$

$$c = 1.296212 \quad d = 0.167488$$

Come durata critica è stata assunta la somma del tempo di corrivazione t_c e del tempo di formazione del ruscellamento superficiale t_f .

Per la determinazione del tempo di corrivazione t_c sono state utilizzate le formule sottoelencate:

Formula di Ventura: $T_c = 0.1272 \left(\frac{A}{i_m} \right)^{\frac{1}{2}}$

Formula di Giandotti: $T_c = \frac{4 \sqrt{A} + 1.5L}{0.8 \sqrt{H_m - H_s}}$

Seconda formula di Pasini: $T_c = \frac{0.108 (AL)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{V_m}}$

Formula di Viparelli: $T_c = \frac{L}{3.6V}$

Formula Soil Conservation Service: $T_c = \frac{\left(100 L^{0.8} \left(\left(\frac{1000}{CN} \right) - 9 \right)^{0.7} \right)}{1100 \sqrt{I_{bacino}}}$

Formula VAPI $T_c = 0.212 A^{0.231} \left(\frac{H_m}{i_m} \right)^{0.289}$

Formula Kirpich $T_c = \frac{0.000325 (L)^{0.77}}{(\sqrt{V_m})^{0.77}}$

dove:

- $A (km^2)$ è l'area del bacino
- $tc (ore)$: è il tempo di corrivazione
- i_{asta} / i_m è la pendenza media dell'asta principale
- i_{bacino} è la pendenza media del bacino
- $L (km)$ è la lunghezza dell'asta principale
- $H_m (m \text{ s.l.m.})$ è la quota media del bacino
- $H_s (m \text{ s.l.m.})$ è la quota della sezione di chiusura
- $V (m/s)$ velocità media di scorrimento pari a 1,5 m/s

Il coefficiente di deflusso è stato ricavato, anche in questo caso, attraverso il metodo CN del Soil Conservation Service.

3.1.3. Metodi empirici

I metodi empirici si basano generalmente sull'osservazione dei soli dati di portata al colmo in siti diversi e cercano di individuare correlazioni con caratteristiche geomorfologiche dei bacini, permettendo di ottenere modelli regressivi che forniscono la portata al colmo o il contributo unitario per km^2 .

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

$$q = 207 A^{-0.6} \quad m^3/s \ km^2 \quad \text{per} \quad 21 \ km^2 < A < 1000 \ km^2$$
$$q = 45.8 A^{-0.106} \quad m^3/s \ km^2 \quad \text{per} \quad A < 21 \ km^2$$

La portata di piena al colmo (Sirchia - Fassò) risulta pertanto pari a:

$$Q_p = \Psi S^z q \quad m^3/s$$

con Ψ coefficiente variabile secondo le valutazioni espresse dagli Autori per le diverse zone idrografiche in cui è stato diviso il territorio regionale relativamente a tale metodo di calcolo.

Il metodo del Sirchia non tiene conto dei tempi di ritorno, per cui al fine di poter confrontare i valori di portata così determinati con quelli derivanti dall'applicazione degli altri metodi precedentemente descritti che, com'è noto, sono parametrizzati dal valore del tempo di ritorno, si è sostituito il coefficiente Ψ con il prodotto di due parametri P_a e P_s , dipendenti il primo dalla superficie del bacino, il secondo dal tempo di ritorno e dalla zona idrografica z_i . I bacini oggetto di questo studio appartengono alla $z_i = 6$, denominata 'Liscia - Padrogianus e vari'.

3.2. Confronto tra i risultati ottenuti con i vari metodi

Ai bacini oggetto di questo studio sono stati applicati tutti i metodi descritti nel paragrafo precedente e indicati nelle Linee Guida del P.A.I.

I risultati ottenuti per diversi tempi di ritorno richiesti dalla normativa di riferimento (50, 100, 200, 500 anni), sono contenuti nelle Tabelle dell'Appendice alla presente relazione.

3.2.1. Metodi diretti:

Come già detto per i bacini di piccole dimensioni tali metodi forniscono valori eccessivamente elevati di portata al colmo, risultati non attendibili in quanto non sono verificate le condizioni di applicabilità delle formule.

I risultati di tale metodo risultano significativi se è rispettata la condizione:

$$S \cdot H_m > 5 \cdot 10^9$$

S : superficie del bacino [m^2]

Metodo TCEV

I risultati di tale del metodo risultano significativi se è rispettata la condizione:

$$S > 60 \text{ km}^2$$

S : superficie del bacino [km^2]

3.2.2. Metodi indiretti

Per i bacini che non rientrano nei limiti di applicabilità dei metodi diretti, i risultati più attendibili sono quelli ottenuti dalle curve di possibilità pluviometrica interpretate dalle distribuzioni probabilistiche TCEV e log-normale.

3.2.3. Metodi empirici:

Il metodo empirico del Sirchia modificato ha fornito, per tutti i bacini valori di portata al colmo di gran lunga superiori rispetto a quelli determinati con le altre metodologie. Per questo i valori forniti da tale metodo, apparendo sovrastimati, non sono stati considerati.

3.3. Il tempo di corrivazione

Si è condotta un'analisi dei risultati ottenuti con le diverse formule elencate nel paragrafo 2.2.2 basandosi sulle condizioni di applicabilità di ciascuna di esse, secondo quanto riportato in letteratura.

Per i bacini analizzati sono stati adottati i valori dei tempi di corrivazione derivanti dalla formula del Pasini che, in relazione a quanto indicato nello studio "*Valutazione delle piene in Sardegna*" (Cao, Piga, Salis, Sechi, novembre 1991), già richiamato al Paragrafo , fornisce risultati che ben interpretano il comportamento dei piccoli bacini sardi.

3.4. Il tempo di ritorno

I tempi di ritorno considerati nel presente studio per la determinazione delle portate di massima piena, sono quelli indicati nel P.A.I. (50, 100, 200 e 500 anni) e associati ai diversi livelli di

esondazione dei corsi d'acqua. In relazione a tali tempi di ritorno possono essere individuate le eventuali aree di pericolosità idraulica originate dai corsi d'acqua in studio.

4. RISULTATI DELLO STUDIO IDROLOGICO

4.1. ZI_B1 “Riu de Cabu Abbas”

4.1.1. Descrizione del bacino idrografico

Il **bacino ZI_B1** (riferimento: Tavola 1), del Riu de Cabu Abbas è individuabile nella cartografia in scala 1:25.000 dell'I.G.M. nel Foglio 444, sezioni I e IV.

La sezione di chiusura alla foce che sottende il bacino ZI_B1 individua un'area di 5,639 *kmq*. L'asta principale del bacino si sviluppa per 5,408 *km* con pendenza media *im*= 0,0169.

In corrispondenza della confluenza sono stati individuati due sub-bacini denominati rispettivamente ZI_B1.1 e ZI_B1.2. Il primo ha un'area di 1,919 *kmq*, con asta principale dello sviluppo di 2,906 *km* e pendenza media di 0,05.

Il secondo si estende per 0,719 *kmq*, l'asta principale ha pendenza media di 0,0348 ed una lunghezza di 1,607 *km*.

Nelle tabelle 1, 2 e 3 dell'appendice alla presente relazione sono riportate le caratteristiche morfometriche dei bacini.

4.1.2. Portate di piena

Le portate di piena, calcolate secondo le metodologie descritte al capitolo precedente, danno valori più attendibili se calcolate attraverso i metodi indiretti. Le portate di piena assunte alla base dei calcoli idraulici per i bacini oggetto del presente paragrafo sono quelle ottenute attraverso il metodo indiretto della distribuzione TCEV, poiché i risultati risultano più cautelativi rispetto a quelli ricavati dalla distribuzione log-normale. I tempi di corrivazione assunti sono quelli relativi alla formula del Pasini. I risultati dei calcoli idrologici sono riportati nelle tabelle 1, 2 e 3 dell'Appendice alla presente relazione.

Sinteticamente, nella tabella sottostante, sono riportate le portate di massima piena relative ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni:

bacino	Tr=50 anni	Tr=100 anni	Tr=200 anni	Tr=500 anni	Tempo corrivazione Tc
	Mc/s	Mc/s	Mc/s	Mc/s	ore
ZI_B1	24,04	29,27	34,61	41,80	2.60
ZI_B2	16,44	19,95	23,51	28,29	0.86
ZI_B3	7,46	8,92	10,37	12,32	0.61

4.2. ZI_B2

4.2.1. Descrizione del bacino idrografico

Il **bacino idrografico ZI_B2** (riferimento: Tavola 1) è individuabile nella cartografia in scala 1:25.000 dell'I.G.M. nel Foglio 444, sezione I.

L'area del bacino principale, sotteso dalla sezione di chiusura posta in corrispondenza della foce è pari a $A=1,091 \text{ km}^2$; la lunghezza e la pendenza media dell'asta principale sono pari, rispettivamente, a $L=1,883 \text{ km}$ e $im=0,0135$. La pendenza media dell'asta principale è stata determinata con la formula di Fornari.

All'interno del bacino principale è stato individuato un sub-bacino denominato ZI_B2.1 che si estende per $0,765 \text{ km}^2$ mentre la lunghezza dell'asta è di $1,797 \text{ km}$ con pendenza media $im=0,0138$.

Nelle tabelle 4 e 5 dell'Appendice alla presente relazione sono riportate le caratteristiche morfometriche dei bacini.

4.2.2. Portate di piena

Le portate di piena, calcolate secondo le metodologie descritte al capitolo precedente, danno valori più attendibili se calcolate attraverso i metodi indiretti.

Le portate di piena assunte alla base dei calcoli idraulici sono quelle ottenute attraverso il metodo indiretto della distribuzione TCEV, poiché i risultati risultano più cautelativi rispetto a quelli della distribuzione log-normale. Il tempo di corrivazione assunto è quello ottenuto con la formula di Pasini. I risultati dei calcoli idrologici sono riportati nelle tabelle 4 e 5 dell'Appendice alla presente relazione.

Sinteticamente, nella tabella sottostante, sono riportate le portate di massima piena relative ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni:

bacino	Tr=50 anni	Tr=100 anni	Tr=200 anni	Tr=500 anni	Tempo corrivazione Tc
	Mc/s	Mc/s	Mc/s	Mc/s	ore
ZI_B2	7,78	9,49	11,24	13,60	1,18
ZI_B2.1	5,99	7,32	8,67	10,49	1,02

4.3. ZI_B3 “Riu Padredduri”

4.3.1. Descrizione del bacino idrografico

Il **bacino ZI_B3** (riferimento: Tavola 1), del Riu Padredduri è individuabile nella cartografia in scala 1:25.000 dell' I.G.M. nel Foglio 444, sezione I.

Il bacino ZI_B3 ha un'area, sottesa dalla sezione di chiusura posta alla foce, di 6,625 *kmq*, mentre l'asta principale ha uno sviluppo di 5,618 *km* con una pendenza media di 0,0089.

In corrispondenza della immissione di un affluente in sinistra idraulica sono stati individuati due sub-bacini, denominati rispettivamente ZI_B3.1 e ZI_B3.2. Il primo, individuato lungo l'asta del Riu Padredduri, ha un'area di 3,802 *kmq*, con asta principale di pendenza media pari a 0,0452 e lunghezza di 3,835 *km*. Il secondo, relativo all'affluente di sinistra del Riu Padredduri, ha un'area di 1,519 *kmq*, asta principale di lunghezza pari a 2,124 *km* e pendenza media pari a 0,0660.

Nel bacino ZI_B3.1 in corrispondenza dell'immissione, in destra idraulica, di un canale di guardia, sono stati individuati due ulteriori sub-bacini, di cui il primo, denominato ZI_B3.1.1, è relativo al tratto di alveo in cui il Riu Padredduri assume la denominazione di Riu Mulinu. L'area di tale sub-bacino è pari a 3,015 *kmq*, con asta principale dello sviluppo di 3,594 *km* e pendenza media di 0,0463.

Il secondo sub-bacino è quello relativo al canale di guardia ed è denominato ZI_B3.1.2.

Alla sezione di chiusura, ubicata in corrispondenza dell'immissione nell'alveo del Riu Mulinu, esso ha un'area di 0,716 *kmq*, mentre l'asta principale è di 2,509 *km* con una pendenza media di 0,0051.

Il canale di guardia riceve numerose immissioni di piccoli compluvi che percorrono il versante soprastante ubicato in sinistra rispetto al canale stesso. Come è possibile evincere dalle tabelle contenenti i risultati dei calcoli idrologici, la portata del bacino complessivo sotteso dal canale di guardia alla sezione di immissione nell'alveo naturale risulterebbe inferiore a quella derivante dalla somma algebrica delle portate dei bacini relativi ai compluvi che alimentano il canale stesso. Quest'ultimo, infatti, è caratterizzato da una portata via via crescente nel senso del moto.

Pertanto, in via cautelativa, come si vedrà più avanti, per i vari tratti del canale di guardia oggetto di verifica idraulica, sono state utilizzate le somme algebriche delle portate ottenute in corrispondenza delle immissioni di ciascun compluvio, come meglio illustrato al Paragrafo 7.3.4 nella Tabella 11.

Per quanto concerne la determinazione delle portate dei vari compluvi, procedendo da valle verso monte, i sub-bacini individuati lungo il versante soprastante il canale di guardia sono i seguenti:

- ZI_B3.1.2.1 (tabella 11), con area di 0,032 *kmq*, asta principale dello sviluppo di 0,368 *km* con pendenza media di 0,0775;
- ZI_B3.1.2.2 (tabella 12), di area pari a 0,023 *kmq*, asta principale di 0,276 *km* con pendenza media di 0,1158;
- ZI_B3.1.2.3 (tabella 13), con area drenata di 0,05 *kmq*, asta principale di lunghezza pari a 0,336 *km* e pendenza media di 0,0791;
- ZI_B3.1.2.4 (tabella 14), con estensione di 0,579 *kmq*, asta principale di pendenza media pari a 0,0064 e lunghezza di 2,021 *km*.

L'ultimo bacino risulta ubicato lungo il canale di guardia in corrispondenza dell'immissione del compluvio del bacino ZI_B3.1.2.3. Esso comprende i sub-bacini di seguito indicati:

- ZI_B3.1.2.4.1 (tabella 15), di area pari a 0,037 *kmq*, asta principale di lunghezza pari a

0,288 km e pendenza media di 0,243;

– ZI_B3.1.2.4.2 (tabella 16), con area di 0,18 kmq, asta principale dello sviluppo di 1,093 km con pendenza media di 0,1361;

– ZI_B3.1.2.4.3 (tabella 17), localizzato lungo il canale di guardia in corrispondenza dell'immissione col bacino precedentemente descritto. L'area risulta essere pari a 0,314 kmq, mentre l'asta principale ha uno sviluppo di 1,454 km e una pendenza media di 0,0087.

All'interno del bacino ZI_B3.1.2.4.3 si individuano altri tre sub-bacini relativi ad altrettanti compluvi di versante, denominati rispettivamente ZI_B3.1.2.4.3.1, ZI_B3.1.2.4.3.2 e

ZI_B3.1.2.4.3.3 e sottesi alle sezioni di immissione nel canale di guardia. Il primo (tabella 18) ha un'area di 0,051 kmq, mentre l'asta principale è di 0,331 km con pendenza media di 0,2178. Il secondo (tabella 19) sottende un'area pari a 0,089 kmq, ha un'asta principale di 0,746 km con pendenza media di 0,1218. Il terzo bacino, che è quello posto in testata al canale di guardia (tabella 20), ha un'estensione di 0,108 kmq, asta principale di 0,659 km con pendenza media di 0,1225.

4.3.2. Portate di piena

Le portate di piena, calcolate secondo le metodologie descritte al capitolo precedente, danno valori più attendibili se calcolate attraverso i metodi indiretti.

Le portate di piena assunte alla base dei calcoli idraulici per i bacini ZI_B3.1.2.1, ZI_B3.1.2.2, ZI_B3.1.2.3, ZI_B3.1.2.4.1, ZI_B3.1.2.4.2, ZI_B3.1.2.4.3.1, ZI_B3.1.2.4.3.2,

ZI_B3.1.2.4.3.3, sono quelle ottenute attraverso il metodo indiretto della distribuzione lognormale poiché risultate più cautelative rispetto a quelle ricavate dalla distribuzione TCEV. Per tutti gli altri bacini i valori di portata di massima piena più cautelativi sono quelli corrispondenti alla distribuzione TCEV. Il tempo di corrivazione assunto per ogni bacino è quello ottenuto con la formula di Pasini. I risultati dei calcoli idrologici sono riportati nelle tabelle dalla 6 alla 20 dell'Appendice alla presente relazione.

Sinteticamente, nella tabella sottostante, sono riportate le portate di massima piena relative ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni:

bacino	Tr=50 anni	Tr=100 anni	Tr=200 anni	Tr=500 anni	Tempo corrivazione Tc
	Mc/s	Mc/s	Mc/s	Mc/s	ore
ZI_B3	22,20	27,01	31,92	38,51	3,82
ZI_B3.1	25,73	31,38	37,17	44,97	1,24
ZI_B3.2	15,44	18,47	21,48	25,53	0,62
ZI_B3.1.1	21,94	26,77	31,71	38,38	1,11
ZI_B3.1.2	3,89	4,74	5,61	6,78	1,84
ZI_B3.1.2.1	1,11	1,32	1,54	1,84	0,09
ZI_B3.1.2.2	1,06	1,26	1,47	1,77	0,06
ZI_B3.1.2.3	1,63	1,94	2,26	2,70	0,10
ZI_B3.1.2.4	3,70	4,52	5,35	6,47	1,42
ZI_B3.1.2.4.1	1,88	2,24	2,61	3,14	0,05

ZI_B3.1.2.4.2	4,13	4,89	5,67	6,76	0,17
ZI_B3.1.2.4.3	2,70	3,28	3,87	4,67	0,89
ZI_B3.1.2.4.3.1	2,30	2,74	3,20	3,84	0,06
ZI_B3.1.2.4.3.2	2,44	2,90	3,36	4,02	0,13
ZI_B3.1.2.4.3.3	2,95	3,49	4,06	4,85	0,13

Tabella 4

4.4. ZI_B4

4.4.1. Descrizione del bacino idrografico

Il **bacino ZI_B4** (riferimento: Tavola 1) è individuabile nella cartografia in scala 1:25.000 dell'I.G.M. nel Foglio 444, sezione I.

L'estensione complessiva, valutata sulla sezione di chiusura posta in corrispondenza dello sbocco a mare, è di 0,482 *kmq*. La lunghezza e la pendenza media dell'asta principale sono pari rispettivamente a $L = 1,228 \text{ km}$ e $im = 0,0372$.

In corrispondenza di una prima confluenza, individuata a partire dalla foce, sono stati individuati due sub-bacini denominati, rispettivamente, ZI_B4.1 e ZI_B4.2. Il primo ha un'area di 0,334 *kmq* ed un'asta principale che si sviluppa per 1,073 *km* con pendenza media di 0,0381. Il secondo si estende per 0,136 *kmq*, con asta principale di 0,828 *km* e pendenza media di 0,0786.

All'interno del bacino ZI_B4.1 sono stati individuati due ulteriori sub-bacini relativi ad altrettanti compluvi, denominati, rispettivamente, ZI_B4.1.1 e ZI_B4.1.2. Il primo ha un'area di 0,123 *kmq* e un'asta principale che si sviluppa per 0,710 *km* con pendenza media dell'asta di 0,05.

Il secondo sub-bacino si estende per 0,128 *kmq* e ha asta principale di 0,652 *km* e di pendenza media pari a 0,0855.

Nelle tabelle 21.....25 dell'appendice alla presente relazione sono riportate le caratteristiche morfometriche dei bacini.

4.4.2. Portate di piena

Le portate di piena, calcolate secondo le metodologie descritte al capitolo precedente, danno valori più attendibili se calcolate attraverso i metodi indiretti.

Le portate di piena assunte alla base dei calcoli idraulici sono, per tutti i bacini ad esclusione del ZI_B4, quelle ottenute attraverso il metodo indiretto della distribuzione lognormale poiché i risultati sono più cautelativi rispetto a quelli della distribuzione TCEV. Per il bacino ZI_B4, al contrario, la distribuzione TCEV ha fornito portate superiori a quelle della distribuzione log-normale.

I tempi di corrivazione adottati, come indicato al Paragrafo 3.3, sono quelli derivati dalla formula di Pasini.

I risultati dei calcoli idrologici sono riportati nelle tabelle dalla 21 alla 25 dell'Appendice alla presente relazione.

Sinteticamente, nella tabella sottostante, sono riportate le portate di massima piena relative ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni:

bacino	Tr=50 anni	Tr=100 anni	Tr=200 anni	Tr=500 anni	Tempo corrivazione Tc
	Mc/s	Mc/s	Mc/s	Mc/s	ore
ZI_B4	5,75	6,80	7,82	9,20	0,47
ZI_B4.1	4,45	5,23	6,04	7,15	0,39
ZI_B4.2	2,89	3,41	3,96	4,71	0,19
ZI_B4.1.1	2,47	2,91	3,37	4,01	0,21
ZI_B4.1.2	3,05	3,61	4,19	4,99	0,16

5. ANALISI IDRAULICA DEGLI ALVEI E DELLE AREE DI

ALLAGAMENTO

Il calcolo dei livelli idrici critici è stato effettuato con l'applicazione delle formule che individuano i profili di moto permanente e di moto uniforme corrispondenti alle portate determinate attraverso lo studio idrologico.

Per quanto riguarda lo stato attuale le verifiche idrauliche si riferiscono a condizioni di moto permanente, ossia ad un canale caratterizzato da una sequenza di tratti di lunghezza finita e di caratteristiche idrauliche (sezioni, scabrezze, pendenze) liberamente e gradualmente variabili.

Inoltre, per consentire la definizione, per ogni tratto di differente sezione e/o pendenza, della tipologia di alveo a debole o a forte pendenza, sono stati calcolati i livelli di moto uniforme ossia del canale considerato "indisturbato".

5.1. Calcolo di moto uniforme

Il calcolo dei livelli idrici nei diversi tronchi di un alveo che fornisce dei valori di riferimento per il tracciamento dei profili liquidi di moto permanente è stato effettuato con l'applicazione della formula per la determinazione dell'altezza di moto uniforme applicata alla portata posta alla base dei calcoli idraulici.

Per ogni tratto in cui l'alveo ha caratteristiche geometriche (forma delle sezioni trasversali, pendenza del fondo, materiale ecc.) che possono ritenersi costanti, è stata calcolata l'altezza di moto uniforme che permette di determinare le condizioni al contorno per la corrente in quei tratti.

I calcoli sono stati successivamente condotti in regime di moto permanente (come descritto dettagliatamente nei paragrafi successivi) per determinare l'andamento dei profili della corrente per i diversi tempi di ritorno.

Per il calcolo del tirante idrico di moto uniforme, è stata utilizzata la formula di Manning-Gauckler-Strickler:

$$Q = A \cdot k \cdot R^{3/2} \cdot i^{1/2} \quad (1)$$

dove:

- A è l'area della sezione bagnata [m^2];
- $R = A/C$ è il raggio idraulico con C , contorno bagnato [m];

- i è la pendenza dell'alveo [m/m];
- k è il coefficiente di scabrezza [$m^{1/3} s^{-1}$].

Per le simulazione di moto permanente sono stati usati i seguenti coefficienti di scabrezza di Strickler (da letteratura):

$$k = 20 \text{ m}^{1/3}/\text{s},$$

corrispondente a corsi d'acqua naturali con vegetazione fitta;

$$k = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s},$$

corrispondente a corsi d'acqua naturali con vegetazione rada;

$$k = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{s},$$

corrispondente a rivestimenti degli alvei in calcestruzzo ed a manufatti in calcestruzzo;

5.2. Calcolo di moto permanente

I calcoli di moto permanente consentono di ricostruire l'andamento dei profili idrici della corrente in ogni sezione trasversale del corso d'acqua, sulla base delle caratteristiche geometriche ed idrauliche (sezione, scabrezza, pendenza e andamento planimetrico).

Per ogni corso d'acqua sono state quindi determinate:

- sagome delle sezioni trasversali, relative dimensioni geometriche, materiali e scabrezze;
- caratteristiche tipologiche dei manufatti presenti;
- pendenza longitudinale del fondo.

Il profilo di moto permanente è descritto da un'equazione differenziale, che scritta in termini finiti è la seguente:

$$\Delta s = \frac{\Delta e}{i - \lambda_m} \quad (2)$$

dove:

- Δs è la lunghezza del generico tronco di corrente fra i cui estremi il tirante varia di Δh ;
- e è l'energia specifica della corrente rispetto al fondo in una sezione con altezza idrica h e velocità media V ed è pari a

$$e = h + \frac{V^2}{2g}$$

- Δe è la differenza di energia specifica fra le sezioni estreme dello stesso tronco;
- i è la pendenza dell'alveo,
- λ_m è la cadente media lungo il tronco, assunta approssimativamente pari alla media aritmetica delle due cadenti calcolate nelle sezioni estreme.

Nel caso di alveo prismatico, nel quale A , C ed R sono funzioni del solo tirante h , l'integrazione della (2) si esegue assegnando successivi incrementi Δh al tirante e calcolando di conseguenza le lunghezze Δs dei tronchi lungo i quali tali incrementi si verificano.

Per corsi d'acqua naturali l'integrazione della (2) risulta maggiormente difficoltosa in quanto, sezione per sezione, risulta indispensabile tener conto della variazione contemporanea di più parametri (variazioni di forma e di pendenza del fondo, variazioni di scabrezza ecc.).

In questi casi, si è costretti a ricorrere ad ipotesi semplificative che permettano comunque

l'applicazione della (2) quali, ad esempio, l'assunzione di una sezione costante e regolare per l'alveo, oppure il considerare la pendenza di calcolo pari a quella media dell'alveo in studio e così via. È chiaro che l'introduzione di tali semplificazioni comporta una approssimazione dei risultati, i quali si discostano dalla soluzione reale del problema (comunque difficilmente raggiungibile, visto l'elevato numero delle variabili in gioco) tanto quanto più alto è il numero delle approssimazioni introdotte.

In queste condizioni, l'utilizzo dell'elaboratore e di un apposito modello di calcolo risulta indispensabile, perché un modello matematico opportunamente strutturato consente di simulare in modo più accurato il fenomeno in studio, permettendo di considerare un elevato numero di variabili fra tutte quelle coinvolte nel problema. I risultati ottenuti sono maggiormente rispondenti al fenomeno reale.

Una volta eseguito il calcolo il risultato fornito dal modello deve essere sottoposto ad un'analisi critica atta a verificarne la rispondenza rispetto alle basi teoriche del problema e ad intervenire, apportando eventuali correzioni, laddove il software abbia commesso errori di valutazione.

Questo è stato il procedimento adottato nel presente studio nel quale la determinazione dei profili di moto permanente è avvenuta utilizzando un modello idrodinamico per lo studio della corrente.

I dati di ingresso, occorrenti per il tracciamento dei profili di moto permanente (e richiesti dal modello utilizzato) sono essenzialmente:

- forma e dimensioni delle sezioni idrauliche dei corsi d'acqua;
- forma e dimensioni delle sezioni idrauliche dei manufatti eventualmente presenti in alveo,
- materiali e scabrezza degli alvei e dei manufatti;
- pendenze dei vari tronchi;
- portate di massima piena per i diversi tempi di ritorno;
- condizioni al contorno di monte e di valle.

Per tutti i tratti considerati l'analisi idraulica effettuata in regime di moto permanente ha studiato lo stato attuale dei corsi d'acqua esaminati.

Sono state fissate un certo numero di sezioni ritenute significative e, per ciascuna di esse è stata riportata la relativa morfologia trasversale e le pendenze delle livellette di fondo scorrimento.

Nel modello di calcolo sono state inserite anche le geometrie dei manufatti idraulici esistenti (ponti, tombini, salti di fondo, scatolari, etc...).

6. METODOLOGIA ADOTTATA PER LA DEFINIZIONE DELLE AREE

A RISCHIO IDRAULICO

La metodologia di lavoro segue integralmente quanto indicato nelle Linee Guida del D.L. 180/98 e del successivo D.P.C.M. 29/09/1998. In particolare nel presente Studio è stata effettuata l'analisi idrologica che ha permesso di determinare i valori delle portate al colmo di corsi d'acqua nel territorio relativo al Consorzio Industriale Provinciale Nord-Est Sardegna - Gallura.

Scopo dell'indagine idraulica è stato dapprima quello di calcolare i livelli idrici nei singoli tratti per poi verificare se fossero contenuti o meno all'interno della sezione. Sono state così considerate come allagabili tutte le porzioni di territorio limitrofe al corso d'acqua le cui quote del

piano di campagna risultavano minori di quelle del pelo libero della corrente nelle sezioni considerate.

In ogni tratto critico al variare del tempo di ritorno è descritta un'area potenzialmente a rischio, denominata ai sensi della Normativa secondo la seguente classificazione:

- AREA Hi4: Ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni;
- AREA Hi3: Ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 100 anni;
- AREA Hi2: Ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni;
- AREA Hi1: Ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 500 anni.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico vigente e il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali in adozione preliminare non hanno individuato tronchi critici a pericolosità idraulica nelle aree oggetto del presente Studio.

A seguito delle analisi idrauliche di dettaglio sono state individuate le aree di pericolosità idraulica indicate nelle cartografie allegate: in particolare, la Tavola 3.1 contiene le aree di pericolosità su cartografia in scala 1:10.000 e le Tavole 3.2.1, 3.2.2 e 3.2.3, le aree di pericolosità idraulica in cartografia su scala 1:2.000.

7. ANALISI DI STATO ATTUALE: INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI PERICOLOSITÀ IDRAULICA

All'interno dell'area in esame (zona industriale del CIPNES, Olbia), ricadente nel subbacino regionale del Liscia (n. 4), il presente studio ha individuato diversi tronchi critici (vedasi Tabella 6 e Tavola 2) con le relative aree di pericolosità idraulica.

Per ciascun tronco, sono stati calcolati i valori di portata corrispondenti ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni dei relativi bacini di appartenenza, nonché i livelli idrici di moto permanente. Successivamente, note le quote assolute del pelo libero, si sono tracciate le aree di esondazione, considerando come allagabili tutte le porzioni di territorio limitrofe ai corsi d'acqua le cui quote del piano di campagna risultassero inferiori a quelle della corrente nei tratti considerati.

BACINO	TRONCO CRITICO	Hi
ZI_B1	ZI_B1	Tav.3.1 – Tav. 3.2.1
ZI_B2	ZI_B2	Tav.3.1 – Tav. 3.2.2
ZI_B3	ZI_B3	Tav.3.1 – Tav. 3.2.3
ZI_B4	ZI_B4	Tav.3.1 – Tav. 3.2.2

Tabella 6 – Tronchi critici individuati e relative tavole delle aree di pericolosità idraulica

7.1. ZI_B1 RIU DE CABU ABBAS - TRONCO CRITICO ZI_B1

7.1.1. Caratteristiche del tronco critico

Il tronco critico di cui al presente paragrafo è il tratto di asta fluviale del rio Cabu Abbas che si sviluppa tra la sezione di coordinate $N= 4533392$, $E=1542857$ (sezione di calcolo 55, estremo di monte) e la sezione di coordinate $N=4531200$, $E=1543713$ (sezione di calcolo 0, estremo di valle).

Lungo il tronco fluviale in esame sono stati eseguiti dei sopralluoghi che hanno permesso di rilevare le dimensioni medie delle sezioni di deflusso e quelle dei manufatti di attraversamento presenti. Il tronco critico oggetto di analisi idraulica è caratterizzato da un primo tratto compreso tra le sezioni 55 e 30 avente sezioni regolarizzate e rivestite in calcestruzzo, nel cui fondo sono presenti accumuli terrosi che hanno permesso in alcuni tratti lo sviluppo di una vegetazione piuttosto fitta. Il secondo tratto, compreso tra le sezioni 30 e 18, è caratterizzato da un'alternanza fra sezioni in terra regolarizzate, e sezioni parzialmente rivestite in calcestruzzo. A valle della sezione 18 e fino allo sbocco a mare il corso d'acqua ha sezioni regolarizzate e rivestite in calcestruzzo. Inoltre esso attraversa una zona fortemente edificata con presenza di edifici, recinzioni e viabilità nelle immediate vicinanze o in corrispondenza delle sommità spondali. Procedendo da monte verso valle, all'inizio del tronco critico, fra la sezione 53 e la sezione 51, è presente il manufatto di attraversamento della tangenziale di Olbia, costituito da un ponte realizzato con travi e spalle in c.a., a sezione rettangolare e avente luce e altezza netta rispettivamente pari a circa 27,00 m e 9,20 m. Immediatamente a monte e a valle di tale attraversamento la sagoma dell'alveo è trapezia con scarpa delle sponde pari a 1:1, savanella centrale e golene. La sezione trapezia ha larghezza al fondo di circa 3,00 m e altezza complessiva pari a 3,70 m; mentre la savanella è profonda 1,40 m mentre le golene sono larghe 2,50 m. L'alveo, in questo tratto, come già indicato precedentemente, è interamente rivestito in cls.



Foto n° 1: Alveo Tronco Critico ZI_B1, attraversamento in corrispondenza della sez. 52 (vista da valle).

A valle di tale attraversamento, alla sezione 48, le dimensioni dell'alveo cambiano leggermente: la sezione trapezia ha larghezza al fondo di circa 3,50 m con altezza complessiva pari a 3,10 m; la savanella e le golene mantengono le stesse dimensioni del tratto precedente. Da tale punto e fino alla sezione 30, non si riscontrano significativi cambiamenti nelle dimensioni e nella tipologia della sagoma del canale.

Alla sezione 45 è presente un secondo manufatto di attraversamento lungo la Via Angola costituito da un ponte realizzato con travi e spalle in calcestruzzo armato. Le spalle distano fra loro circa 14,00 m mentre la distanza fra intradosso del ponte e fondo alveo è di 3,10 m. La sezione di deflusso al di sotto del ponte è la medesima del canale a monte e a valle di tale manufatto, già descritta al capoverso precedente.



Foto n° 2: Alveo Tronco Critico ZI_B1, attraversamento in corrispondenza della sez. 45 (vista da monte).

Alla sezione 40 è presente un manufatto di attraversamento carrabile, che allo stato attuale, appare in disuso. Il ponte è realizzato in calcestruzzo armato; le spalle distano fra loro circa 16,00 m mentre la distanza fra intradosso del ponte e fondo alveo è di 4,00 m. La sezione di deflusso al di sotto del ponte è ancora la medesima del canale a monte e a valle del manufatto, descritta precedentemente, ossia una sezione trapezia rivestita in calcestruzzo con savanella e golene. Periodicamente, la formazione di accumuli terrosi trasportati dalla corrente favorisce la crescita di vegetazione palustre, come è possibile evincere dalla foto sotto riportata.



Foto n° 3: Alveo Tronco Critico ZI_B1, attraversamento in corrispondenza della sez. 40 visto da monte.

A circa 45 m a valle della manufatto sopra descritto, in corrispondenza della sezione 35, è presente l'attraversamento stradale realizzato lungo la Via Israele. Il manufatto, realizzato in calcestruzzo armato, ha spalle che distano fra loro 15,90 m mentre la distanza fra intradosso del ponte e fondo alveo è di 3,35 m.

Alla sezione 30 è presente un salto di fondo di circa 90 cm in corrispondenza del quale termina il tratto rivestito in calcestruzzo con savanella e golene e ha inizio l'alveo naturale in terra che si estende, verso valle, sino alla sezione 18.9.



Foto n° 4: Alveo Tronco Critico ZI_B1, particolare del passaggio fra la sezione in calcestruzzo e sezione in terra in corrispondenza del salto alla sez. 30 (vista da valle dalla sponda sinistra).

Recentemente il tratto in terra è stato oggetto di interventi di pulizia e risagomatura della sezione di deflusso. Quest'ultima è stata sagomata in maniera da avere un alveo di magra a sezione trapezia, con scarpa delle sponde pari a 1:1, larghezza media al fondo di 3,50 m e altezza delle sponde mediamente pari a 1,90 m. Ai lati di quest'alveo di magra sono state realizzate due golene in terra, mediamente larghe 2,50 m che vanno a raccordarsi con la scarpata naturale in terra.



Foto n° 5: Alveo Tronco Critico ZI_B1, tratto in terra a valle della sezione 30 (vista da valle)

Alla sezione 25 lungo Via Corea è presente un manufatto di attraversamento realizzato, come i precedenti, in calcestruzzo armato. Tale manufatto è caratterizzato da una sezione rettangolare con larghezza ed altezza netta della luce rispettivamente pari a circa 25,00 m e a 4,80 m. Al di sotto del ponte, la sezione è in terra, sagomata come nel tratto a monte e a valle del manufatto.

Procedendo verso valle, a partire dalla sezione 18.9 circa, ha termine il tratto di alveo in terra ed ha inizio nuovamente il tratto di canale rivestito in calcestruzzo.

Nel tratto compreso fra la sezione 18.9 e la sezione 18, il canale ha sagoma trapezia con scarpa delle sponde pari a 1:1, savanella centrale e golene. La sezione trapezia, avente scarpa delle sponde pari a 1:1, ha larghezza al fondo di circa 3,50 m e altezza complessiva pari a 2,80 m; la savanella, che ha ancora scarpa delle sponde pari a 1:1, è profonda 1,40 m mentre le golene sono larghe 3,00 m. In diversi punti del tratto in esame il rivestimento dell'alveo appare fortemente degradato o assente.



Foto n° 6: Alveo Tronco Critico ZI_B1, tratto di alveo a monte della sez. 18 (vista da valle)

Procedendo verso valle, in corrispondenza della 16, è presente il manufatto di attraversamento lungo la Via Libia, costituito da quattro tubazioni in corrugato metallico di diametro DN 3000 mm. A valle di tale attraversamento e sino alla sez. 8, la sagoma dell'alveo è nuovamente, come nel tratto di monte, trapezia con rivestimento in calcestruzzo. La sezione del canale, però, ha larghezza al fondo di circa 3,50 m e altezza complessiva pari a 3,35 m; la savanella è profonda 1,90 m mentre le golene sono larghe 2,60 m.



Foto n° 7: Alveo Tronco Critico ZI_B1, particolare attraversamento in corrispondenza della sez. 16 (vista da valle)

Circa 50 m a valle di tale attraversamento, in corrispondenza della sezione 11, è ubicato il ponte posto lungo la S.P. 82. Anche tale manufatto, realizzato in calcestruzzo armato, ha luce rettangolare netta di 19,80 m ed altezza netta pari a 4,00 m. La sagoma del canale e la tipologia di sezione al di sotto del ponte è identica a quella dei tratti a monte e a valle del manufatto di attraversamento.



Foto n° 8: Alveo Tronco Critico ZI_B1, attraversamento in corrispondenza della sez. 11.

Alla sezione 6 è presente un altro manufatto di attraversamento in c.a. per il superamento della Via Guinea. Il manufatto è costituito da tre tubazioni in corrugato d'acciaio con diametro DN 4000 mm.



Foto n° 9: Alveo Tronco Critico ZI_B1, vista da valle dell'attraversamento in corrispondenza della sezione 6

A valle del manufatto sopra descritto e sino allo sbocco a mare, la sagoma dell'alveo è nuovamente trapezia con savanella centrale e golene e rivestita in calcestruzzo. La sezione trapezia, con scarpa delle sponde pari a 1:1, ha larghezza al fondo di circa 3,50 m e altezza complessiva pari a 3,40 m; la savanella, che ha ancora scarpa delle sponde pari a 1:1, è profonda 2,00 m mentre le golene sono larghe 2,60 m.



Foto n° 10: Alveo Tronco Critico ZI_B1, vista del tratto terminale del corso d'acqua in corrispondenza dello sbocco a mare.

7.1.2. Descrizione qualitativa dei risultati dei calcoli e cause di insufficienza idraulica rilevata

Le verifiche idrauliche condotte hanno riguardato circa 2560 m di alveo fluviale.

Nell'impostazione del calcolo dei profili liquidi di moto permanente, sono state considerate le seguenti condizioni al contorno:

1. a monte è stato imposto il raggiungimento di un battente idrico pari all'altezza di moto uniforme della corrente. Tale condizione la si ottiene imponendo una pendenza dei profili di corrente pari alla pendenza del fondo in quel tratto ($i = 0,006$);
2. a valle, in corrispondenza dello sbocco a mare, è stato imposto il raggiungimento di un battente idrico pari all'altezza del livello marino in condizioni di alta marea e considerando la sopraelevazione dovuta al moto ondoso e ad altre cause perturbatrici del livello ($h_{50-100-200-500} = 0,60 \text{ m s.l.m.}$);

Le portate adottate nella simulazione sono quelle riportate al Paragrafo 3.1, attribuendo a tutto il tratto a monte della sezione 50 la somma delle portate dei bacini ZI_B1.1 e ZI_B1.2 e al tratto compreso tra la sezione 50 e lo sbocco a mare quelle del bacino ZI_B1.

Le portate effettivamente adottate nella simulazione sono, pertanto, le seguenti:

Tratto	PORTATE (mc/s)				Riferimento Portate bacini
	Tr=50 anni	Tr=100 anni	Tr=200 anni	Tr=500 anni	
Tratto sez.55-50	23,90	28,87	33,38	40,61	ZI_B1.1+ZI_B1.2
Tratto sez. 50-0	24,04	29,27	34,61	41,80	ZI_B1

Tabella 7. Portate adottate nei calcoli idraulici del tronco critico ZI_B1

Dai risultati dei calcoli (si vedano i profili idrici e le tabelle contenute nell'Allegato 1.1.1), il regime idrico nel tratto compreso tra la sezione 55 e la sezione 30, in virtù dell'elevata pendenza del fondo, è quasi integralmente di corrente veloce. Fanno eccezione solamente i tratti in corrispondenza degli attraversamenti dove la presenza stessa dei manufatti determinano, in alcuni casi, il passaggio in regime di corrente lenta. Analizzando la carta delle aree esondabili per il tratto in analisi (si vedano le Tavole 3.1 e 3.2.1) si nota come tutte le portate defluiscano interamente in alveo.

Il regime idrico nel tratto a valle della sezione 30 a causa della diminuzione della pendenza del fondo alveo e dei rigurgiti dovuti ai manufatti, è quasi integralmente di corrente lenta.

Nel tratto in terra, in particolare, in diversi punti i battenti corrispondenti alle piene dei diversi tempi di ritorno sormontano la sezione regolarizzata dell'alveo di magra occupando le golene, ma risultano comunque confinati dalle sponde delle scarpate in terra che delimitano l'alveo.

L'analisi della carta delle aree esondabili, evidenzia l'insufficienza del manufatto di attraversamento ubicato in corrispondenza della sez. 16 per portate superiori alla pienacinquantennale. In nessun punto del tratto in esame si verificano però esondazioni del corso d'acqua, né sormonti da parte delle piene dei manufatti di attraversamento esistenti.

I risultati dei calcoli idraulici, le sezioni dell'alveo con i livelli idrici di moto permanente e l'andamento grafico dei relativi profili idrici sono riportati nell'Allegato 1.1.1 del presente Studio.

7.1.3. Aree di pericolosità idraulica del tronco critico ZI_B1

L'area di pericolosità idraulica individuata in corrispondenza del tronco critico in esame si estende per una superficie complessiva di circa 3,02 ettari interessando anche una zona edificata (Vedansi Tabella 8, Tav. 3.1 e 3.2.1). A ciascun livello di pericolosità idraulica competono le seguenti superfici:

AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA TRONCO CRITICO ZI_B1			
H4	H3	H2	H1
2,29 ha	0,34 ha	0,21 ha	0,18 ha
22.860,91 mq	3.378,62 mq	2.106,09 mq	1.789,69 mq

Tabella 8: tabella riepilogativa delle aree di pericolosità idraulica del Tronco Critico ZI_B1

7.2. ZI_B2 - TRONCO CRITICO ZI_B2

7.2.1. Caratteristiche del tronco critico

Il tronco critico di cui al presente paragrafo è individuato lungo l'alveo fluviale che si sviluppa a monte della sezione di coordinate N= 4531506, E= 1544434 (sezione di calcolo 1). Indicativamente, il tracciato del corso d'acqua segue la Via Senegal e risulta delimitato, a monte, dalla Via Tunisia e, a valle, dallo sbocco a mare posto circa 280 m a valle della S.P. 82.

Lungo il tronco fluviale in esame sono stati effettuati dei sopralluoghi che hanno permesso di rilevare le dimensioni medie delle sezioni di deflusso e quelle dei manufatti di attraversamento presenti. Il corso d'acqua, nel tratto oggetto di analisi idraulica, è caratterizzato da un'alternanza fra sezioni in terra più o meno regolarizzate, occupate da una fitta vegetazione, e sezioni parzialmente rivestite in calcestruzzo, nel cui fondo sono presenti accumuli terrosi che hanno permesso lo sviluppo di una vegetazione piuttosto folta. Inoltre, esso attraversa una zona fortemente edificata con presenza di edifici, recinzioni e viabilità nelle immediate vicinanze o in corrispondenza delle sommità spondali.

Procedendo da monte verso valle, fra la sezione 32 e la sezione 30, è presente il manufatto di attraversamento lungo la Via Tunisia, costituito da due tubazioni in cls. di diametri DN 1000 mm e DN 800 mm. Immediatamente a monte di tale attraversamento la sagoma dell'alveo è pressoché rettangolare, larga al fondo circa 3,30 m e profonda circa 1,20 m.



Foto n° 11: Alveo Tronco Critico ZI_B2, attraversamento in corrispondenza della sez. 32 e tratto di alveo a monte del ponte.

A valle di tale attraversamento, fra la sezione 30 e la sezione 27, l'alveo ha sagoma trapezia in terra con fondo di larghezza variabile da 2,50 m a 3,00 m circa e profondità mai inferiore a 1,00 m. Alla sezione 27 è presente un salto di fondo di circa 45 cm a valle del quale l'alveo (sino alla sezione 23) ha sezione trapezia rivestita in calcestruzzo sul fondo e, parzialmente, sulle sponde. Tuttavia l'alveo appare occupato da una fitta vegetazione favorita, verosimilmente, dal deposito dei detriti terrosi sul fondo. Le dimensioni della sezione sono le medesime delle sezioni del tratto precedente descritto.

Fra la sezione 23 e la sezione 21 è presente il manufatto di attraversamento di una diramazione di Via Senegal. Il ponticello, realizzato in c.a., ha sezione rettangolare larga al fondo 3,00 m e alta 1,30 m.



Foto n° 12: Alveo Tronco Critico ZI_B2, attraversamento in corrispondenza della sez. 23.

A valle di tale attraversamento, fra la sez. 21 e la sez. 14, il corso d'acqua, che appare fortemente vegetato, ha sagoma trapezia in terra di larghezza al fondo variabile fra 3,00 m e 3,50 m. L'altezza della sezione è variabile ma sempre superiore a 1,50 m. In tale tratto, fra le sezz. 19 e la 18 è presente un attraversamento di una condotta oltre il quale è presente un salto di fondo di circa 35 cm.

Fra la sezione 14 e 12 è presente un altro manufatto di attraversamento in calcestruzzo armato lungo la Via Senegal. La luce del manufatto è rettangolare, larga al fondo 3,50 m e alta 1,15 m.



Foto n° 13: Alveo Tronco Critico ZI_B2, attraversamento in corrispondenza della sez. 14. Si nota la folta vegetazione nel tratto a monte del ponte.

Circa 45 m a valle di tale attraversamento è presente un altro ponte lungo una diramazione della Via Senegal. Anche tale manufatto, realizzato in calcestruzzo armato, ha luce rettangolare, larga al fondo 3,00 m e alta circa 1,10 m. Immediatamente a valle di tale manufatto è presente un salto di fondo di circa 20 cm.



Foto n° 14: Alveo Tronco Critico ZI_B2, attraversamento in corrispondenza della sez. 11.

Fra i due manufatti sopra descritti, la sezione è trapezia in terra di dimensioni variabili e appare fortemente vegetata.

Fra la sezione 7 e la 15 è ubicato il manufatto di attraversamento in calcestruzzo armato per il superamento della S.P. 82. La luce del manufatto è rettangolare, larga al fondo 3,40 m e alta 1,40 m. Immediatamente a valle di tale manufatto è presente un salto di fondo con altezza di circa 40 cm.

Oltre il manufatto sopra descritto e sino allo sbocco a mare la sezione è di forma irregolare e di dimensioni variabili.



Foto n° 15: Alveo Tronco Critico ZI_B2, attraversamento sulla S.P. 82 in corrispondenza della sez. 7.

7.2.2. Descrizione qualitativa dei risultati dei calcoli e cause di insufficienza idraulica rilevata

Le verifiche idrauliche sono state effettuate su circa 695 m di alveo fluviale.

Nell'impostazione del calcolo dei profili liquidi di moto permanente, sono state considerate le seguenti condizioni al contorno:

1. a monte è stato imposto il raggiungimento di un battente idrico pari all'altezza di moto uniforme della corrente. Tale condizione la si ottiene imponendo una pendenza dei profili di corrente pari alla pendenza del fondo in quel tratto ($i = 0,0031$);
2. a valle, in corrispondenza dello sbocco a mare, è stato imposto il raggiungimento di un battente idrico pari all'altezza del livello marino in condizioni di alta marea e considerando la sopraelevazione dovuta al moto ondoso e ad altre cause perturbatrici del livello (h50-100-200-500 = 0,60 m s.l.m.).

Le portate adottate nella simulazione sono quelle riportate al Paragrafo 4.2.2, attribuendo a tutto il tratto a monte della sezione 10 quelle del bacino ZI_B2.1 e al tratto compreso tra la sezione 10 e lo sbocco a mare quelle del bacino ZI_B2.

Come appare dai risultati dei calcoli (si vedano i profili idrici e le tabelle contenute nell'Allegato 1.1.1), il regime idrico dei tratti esaminati, in virtù delle ridotte pendenze del fondo e dei rigurgiti dovuti ai manufatti, è integralmente di corrente lenta. Analizzando, inoltre, la carta delle aree esondabili (si veda la Tavola 3.1 e 3.2.2), si nota come le portate non riescono a defluire in alveo coi franchi minimi richiesti con il corso d'acqua che dà luogo ad estese aree di esondazione, per le portate più elevate, soprattutto nella parte più valliva.

I calcoli eseguiti hanno evidenziato che le principali criticità sono ascrivibili alla insufficienza idraulica delle sezioni di deflusso dei manufatti di attraversamento, alcuni dei quali vengono sormontati dalle piene o funzionano in pressione già in corrispondenza delle portate cinquantennali. Inoltre, per effetto dei rigurgiti della corrente provocati dai ponti, si origina l'incremento dei battenti idrici nei tratti immediatamente a monte di tali manufatti, con un aumento della pericolosità idraulica dovuta alla insufficienza delle sezioni di deflusso del canale.

I risultati dei calcoli idraulici, le sezioni dell'alveo con i livelli idrici di moto permanente e l'andamento grafico dei relativi profili idrici sono riportati nell'Allegato 1.1.1 del presente Studio.

7.2.3. Aree di pericolosità idraulica del tronco critico ZI_B2

L'area di pericolosità idraulica individuata in corrispondenza del tronco critico in esame si estende per una superficie complessiva di circa 2,18 ettari (Vedansi Tabella 9, Tav. 3.1 e 3.2.2). A ciascun livello di pericolosità idraulica competono le seguenti superfici:

AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA TRONCO CRITICO ZI_B2 (ha-mq)			
H4	H3	H2	H1
0,669 ha	0,0717 ha	0,787 ha	0,653 ha
6.698,8951 mq	716,9624 mq	7.866,0944 mq	6.528,7134 mq

Tabella 9: tabella riepilogativa delle aree di pericolosità idraulica Tronco Critico ZI_B2

7.3. ZI_B3 RIU PADREDDURI-RIU MULINU -TRONCO CRITICO ZI_B3 E

ZI_B3.1.2 CANALE DI GUARDIA -TRONCO CRITICO ZI_B3.1.2

7.3.1. Caratteristiche del tronco critico ZI_B3

Il tronco critico ZI_B3 è individuato lungo l'alveo fluviale del Riu Mulinu che nel tratto vallivo assume il toponimo di Riu Padredduri. Il tronco critico si sviluppa tra la sezione di

coordinate N= 4533536, E=15444821 (sezione di calcolo 58, estremo di monte) e la sezione di coordinate N=4531447, E=1544798 (sezione di calcolo 0, estremo di valle) che corrisponde allo sbocco a mare in località 'Cala Cocciani'.

Lungo il tronco fluviale in esame sono stati eseguiti dei sopralluoghi che hanno permesso di rilevare le dimensioni medie delle sezioni di deflusso e quelle dei manufatti di attraversamento presenti. Il corso d'acqua, nel tratto oggetto di analisi idraulica, è caratterizzato da un primo tratto compreso tra le sezioni 58 e 55 in cui le sezioni dell'alveo sono naturali, in terra, con fitta vegetazione sulle sia sulle sponde che in alveo. Il secondo tratto, compreso tra la sezione 55 e lo sbocco a mare, è caratterizzato da una sezione regolarizzata e rivestita in calcestruzzo che in alcuni tratti evidenzia segni di ammassamento, inoltre sul fondo sono presenti comunque accumuli terrosi che permettono in alcuni tratti lo sviluppo della vegetazione.

Il tronco critico nella parte valliva attraversa una zona in cui sono presenti edifici a destinazione industriale e viabilità di significativa importanza.

Procedendo da monte verso valle, fra la sezione 58 e la sezione 55, l'alveo ha sagoma naturale in terra di forma indicativamente trapezia e dimensioni variabili.



Foto n° 16: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista della sezione dell'alveo non regolarizzata.

Alla sezione 55 è presente un salto di fondo di circa 2,00 m e a valle di tale salto inizia l'alveo regolarizzato, rivestito in calcestruzzo, avente sagoma trapezia con scarpa delle sponde 1:1, larga al fondo pari a 7,00 m e alta complessivamente 2,25 m. La sezione ha savanella centrale profonda 1,70 m e golene laterali larghe 2,40 m. La sagoma delle sezioni regolarizzate rimane invariata fino allo sbocco a mare se si eccettuano delle limitate variazioni in corrispondenza di alcuni attraversamenti.



Foto n° 17: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista della sezione 55 ed inizio alveo regolarizzato

A valle della sezione 53, il tronco critico in esame riceve sulla destra idraulica, le portate del tronco critico ZI_B3.1.2. (canale di guardia).



Foto n° 18: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista della confluenza con il canale di guardia

Procedendo verso valle, alle sezioni 52 e 51 sono presenti altri due salti di fondo con altezza rispettivamente pari a 1,50 m e 1,30 m. In questo tratto, l'altezza complessiva della sezione dell'alveo aumenta sino a 3,00 m e le golene diventano larghe 2,50 m. Tali dimensioni si mantengono pressoché invariate sino alla sezione 12.

Tra le sezioni 47 e 46 il corso d'acqua interseca il cavalcavia della Tangenziale Ovest. Tale manufatto ha dimensioni (altezza e larghezza netta) tali da non influenzare il deflusso del tronco critico (come è possibile evincere dalla fotografia di seguito riportata). Per tale motivo non è stato neppure inserito nella simulazione idraulica.



Foto n° 19: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista della tangenziale ovest e del salto di fondo in corrispondenza della sezione 51.

A valle della sezione 47 sono presenti, in corrispondenza delle sezioni 46 e 43, altri due salti di fondo di altezza pari a 1,50 m. In corrispondenza della sezione 39 il corso d'acqua interseca l'attraversamento su Via Stazzo Fruttuoso. Il manufatto di sezione rettangolare è realizzato con travi e spalle in calcestruzzo armato. L'altezza netta, valutata rispetto al fondo alveo, risulta pari a circa 5,80 m mentre la luce netta risulta pari a 28,00 m. L'attraversamento presenta alcuni segni di ammaloramento.



Foto n° 20: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista del tratto di alveo a valle dell'attraversamento in corrispondenza di Via Stazzo Fruttuoso.

Alle sezioni 37 e 35 sono ubicati due salti di fondo aventi, rispettivamente, altezza di 1,40 m e 1,10 m.



Foto n° 21: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista del salto di fondo alla sezione 35

Alla sezione 29 il corso d'acqua interseca un secondo attraversamento lungo la Via Stazzo Fruttuoso. Anche in questo caso il manufatto ha sezione rettangolare con altezza, valutata rispetto al fondo alveo, pari a circa 7,00 m e luce netta pari a 24,00 m. Come il precedente attraversamento, esso è realizzato con travi e spalle in calcestruzzo armato.



Foto n° 22: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista del manufatto di attraversamento in corrispondenza della sezione 29

Il tratto a valle della sezione 29 è caratterizzato da una serie di salti di fondo aventi tutti altezza di 1,40 m, ed ubicati in corrispondenza delle sezioni 27, 25, 23 e 17.



Foto n° 23: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista del salto di fondo in corrispondenza della sezione 27



Foto n° 24: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista del salto di fondo in corrispondenza della sezione 17

A partire dalla sezione 12 e procedendo verso valle, il tronco critico attraversa un'area densamente urbanizzata in particolare sulla destra idraulica. In questo tratto l'alveo è caratterizzato da una sezione trapezia con savanella centrale avente larghezza al fondo pari a 12,50 m, altezza pari a 1,35 m e scarpa delle sponde 1:1. La sezione è alta complessivamente 2,95 m e le golene laterali sono larghe 2,50 m.

Il tratto compreso tra le sezioni 11.95 e 11.5 è caratterizzato dalla presenza, in sinistraidraulica, di un cantiere finalizzato alla realizzazione di un edificio ad uso commerciale. La struttura dista dalla sommità spondale circa 17,00 m. Inoltre, per la sua realizzazione il piano di campagna originario è stato abbassato, lasciando di fatto, fra il corso d'acqua e il lotto ove risulta ubicato il capannone, un "argine" largo circa 2,50 m, misurati a partire dalla sommità spondale sinistra del Riu Padredduri.

Tra le sezioni 11 e 7 il tronco critico interseca due attraversamenti stradali: il primo (sezione 10) è localizzato lungo la S.P. 82, mentre il secondo è posto a circa 4,00 m più a valle, sulla Via Mozambico, che per un lungo tratto è parallela alla S.P. 82. Il primo manufatto, realizzato in calcestruzzo armato, ha sezione ad una luce con altezza, valutata rispetto al fondo alveo, pari a circa 3,80 m e larghezza massima pari a circa 28,00 m. Il secondo manufatto, realizzato anch'esso in calcestruzzo armato, ha due luci rettangolari aventi ciascuna altezza pari a 2,40 m e larghezza pari a 6,50 m. Le due luci sono separate da un setto centrale largo 0,30 m.



Foto n° 25: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista da valle dell'alveo a monte della sezione 11. E' visibile il cantiere e la struttura dell'edificio in costruzione



Foto n° 26: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista del tratto a valle della sezione 11.8. E' visibile, a partire da destra, la golen, la sommità spondale, il piano di campagna inalterato e lo sbancamento



Foto n° 27: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista dell'alveo a monte della sezione 11



Foto n° 28: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista dell'alveo a monte dell'attraversamento in corrispondenza della sezione 10. Si nota il ponte a traliccio della sezione 11 su cui passano diverse tubazioni.



Foto n° 29: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista degli attraversamenti in corrispondenza delle sezioni 10 (a destra) e 8 (a sinistra)



Foto n° 30: Alveo Tronco Critico ZI_B3, vista da valle dell'attraversamento di Via Mozambico (Sezione 8)

A valle della sezione 7 e fino allo sbocco a mare l'alveo è regolarizzato, con una sezione di deflusso avente sagoma e dimensioni pari a quelle del tratto a monte della S.P. 82.

7.3.2. Descrizione qualitativa dei risultati dei calcoli e cause di insufficienza idraulica rilevata

Le verifiche idrauliche condotte hanno riguardato circa 2260 m di alveo fluviale.

Nell'impostazione del calcolo dei profili liquidi di moto permanente, sono state considerate le seguenti condizioni al contorno:

1. a monte è stato imposto il raggiungimento di un battente idrico pari all'altezza di moto uniforme della corrente. Tale condizione la si ottiene imponendo una pendenza dei profili di corrente pari alla pendenza del fondo in quel tratto ($i = 0,0234$);

2. a valle, in corrispondenza dello sbocco a mare, è stato imposto il raggiungimento di un battente idrico pari all'altezza del livello marino in condizioni di alta marea e considerando la sopraelevazione dovuta al moto ondoso e ad altre cause perturbatrici del livello ($h_{50-100-200-500} = 0,60$ m s.l.m.);

Le portate adottate nella simulazione sono desunte da quelle riportate al Paragrafo 4.3 e determinate mediante analisi idrologica. Tuttavia, nella attribuzione delle portate ai diversitronchi di alveo si è tenuto conto del fatto che, lungo il tracciato del tratto analizzato, sono presenti degli apporti concentrati dovuti al deflusso proveniente da sottobacini del bacino principale. A valle di tali immissioni, in via cautelativa, è stata considerata la portata maggiore fra quella ottenuta dall'analisi idrologica di cui al Paragrafo 4.3 e la somma algebrica delle portate dei bacini posti immediatamente a monte dell'immissione.

Le portate effettivamente adottate nella simulazione sono, pertanto, le seguenti:

Tratto	PORTATE (mc/s)				Riferimento Portate bacini
	Tr=50 anni	Tr=100 anni	Tr=200 anni	Tr=500 anni	
Tratto sez.58-53	21,94	26,77	31,71	38,38	ZI_B3
Tratto sez. 52-44	39,44	47,55	55,88	67,30	ZI_B3.1.1+ZI_B3.1.2.4.3.3+ZI_B3.1.2.4.3.2+ZI_B3.1.2.4.3.1+ZI_B3.1.2.4.2+ZI_B3.1.2.4.1+ZI_B3.1.2.3+ZI_B3.1.2.2+ZI_B3.1.2.1
Tratto sez. 44-1	54,88	66,02	77,36	92,83	ZI_B3.1.1+ZI_B3.1.2.4.3.3+ZI_B3.1.2.4.3.2+ZI_B3.1.2.4.3.1+ZI_B3.1.2.4.2+ZI_B3.1.2.4.1+ZI_B3.1.2.3+ZI_B3.1.2.2+ZI_B3.1.2.1+ZI_B3.2

Tabella 10: Alveo Tronco Critico ZI_B3, portate utilizzate nella simulazione idraulica.

Come appare dai risultati dei calcoli (si vedano i profili idrici e le tabelle contenute nell'Allegato 1.1.2), il regime idrico nel tratto d'alveo a monte della confluenza col canale diguardia, in virtù dell'elevata pendenza del fondo è quasi sempre in corrente veloce. Tale regime permane almeno sino alla sezione 35 (nonostante la significativa riduzione di pendenza del fondo alveo) sebbene si rilevino due significativi rigurgiti dovuti, il primo, a valle della sezione 45, all'immissione concentrata di portata dell'affluente posto in sinistra idraulica, e, il secondo, alla presenza del ponte ubicato alla sezione 39.

A valle della sezione 35, l'ulteriore diminuzione della pendenza del fondo comporta l'ulteriore decelerazione della corrente con il passaggio in regime di corrente lenta eccezion fatta per quei brevi tratti ubicati in prossimità dei salti di fondo ove la corrente accelera nuovamente. Analizzando la carta delle aree esondabili (si vedano le Tavole 3.1 e 3.2.3) si nota come le portate nel tratto

compreso tra le sezioni 53 e 12 defluiscono quasi integralmente in alveo dando luogo, pertanto, ad aree di esondazione piuttosto limitate poste immediatamente a ridosso delle sponde del corso d'acqua.

Nel tratto compreso tra la sezione 12 e la sezione 10 invece si nota chiaramente come laportata di piena cinquecentennale non riesca a defluire interamente in alveo dando luogo ad estese aree di esondazione soprattutto sulla destra idraulica. I calcoli eseguiti hanno evidenziato che il fenomeno è attribuibile alla insufficienza idraulica delle sezioni di deflusso dell'alveo localizzate immediatamente a monte del ponte della sezione 10 (che sono state parzialmente occluse dalle fondazioni di un ponte a traliccio d'acciaio per il sostegno di alcune condotte) e all'insufficienza idraulica del manufatto di attraversamento della sezione 8. Quest'ultimo, infatti, funziona in pressione in corrispondenza delle piene duecentennale e cinquecentennale e non garantisce il franco minimo richiesto per portate inferiori (cinquantennali e centennali).

I risultati dei calcoli idraulici, le sezioni dell'alveo con i livelli idrici di moto permanente e l'andamento grafico dei relativi profili idrici sono riportati nell'Allegato 1.1.2 del presente Studio.

7.3.3. Caratteristiche del tronco critico ZI_B3.1.2

Il tronco critico in oggetto coincide con il tracciato del canale di Guardia il quale si sviluppa tra i punti di coordinate N= 4533405, E= 1543363 (sezione di calcolo 55 estremo di monte) e la confluenza con il tronco critico ZI_B3. Indicativamente, il tracciato del corso d'acqua segue nella parte di monte la Via S'Iscozia mentre nella parte di valle si sviluppa parallelamente alla circonvallazione di Olbia.

Lungo il tronco fluviale in esame sono stati effettuati dei sopralluoghi in cui sono state rilevate le dimensioni medie delle sezioni di deflusso e quelle dei manufatti di attraversamento presenti. Il corso d'acqua, nel tratto oggetto di analisi idraulica, è caratterizzato da sezioni trapezoidali regolarizzate e rivestite in calcestruzzo. A partire da monte, nel tratto compreso fra la sezione 55 e la sezione 39, la larghezza al fondo delle sezioni è di circa 2,30 m mentre l'altezza spondale è pari a 1,65 m. Fra la sezione 38 e la sezione 23, la larghezza al fondo aumenta sino a 4,60 m mentre l'altezza non varia. Dalla sezione 22 il fondo si allarga ulteriormente a 4,90 m per poi diminuire nuovamente a 3,30 m a valle della sezione 11.

Il fondo canale e le sponde sono quasi interamente privi di vegetazione ma in alcuni brevitratti sono presenti comunque accumuli di materiale sabbioso e terra che potrebbero dar luogo allo sviluppo di una vegetazione piuttosto folta.

Procedendo da monte verso valle, la livelletta del tronco critico è caratterizzata dalla presenza di diversi salti di fondo localizzati alle sezioni 39-38 (altezza del salto pari a 0,80 m), 15-14, 10-9, 5-4 (altezza dei salti pari a 1,00 m) e 3-2 (altezza del salto pari a 2,00 m).



Foto n° 31: Alveo Tronco Critico ZI_B3.1.2, vista del salto di fondo alla sezione 39



Foto n° 32: Alveo Tronco Critico ZI_B3.1.2, vista del salto di fondo alla sezione 15



Foto n° 33: Alveo Tronco Critico ZI_B3.1.2, vista del salto di fondo alla sezione 10



Foto n° 34: Alveo Tronco Critico ZI_B3.1.2, vista da monte del salto di fondo alla sezione 5, è visibile anche il salto di fondo alla sezione 3 e la confluenza con il tronco critico ZI_B3.

Procedendo da monte verso valle, il primo manufatto di attraversamento risulta ubicato alla sezione 52, e permette l'accesso una proprietà privata dalla Via S'Iscozia. Tale manufatto è realizzato in calcestruzzo armato ed in virtù delle differenze di quota tra la sede stradale e il terreno in sinistra idraulica ha una notevole inclinazione rispetto il piano orizzontale. Il ponte ha una luce netta di 9,00 m ed un altezza netta valutata rispetto all'asse del canale di 2,40 m. Procedendo verso valle, alle sezioni 48 e 35 sono presenti altri due manufatti di attraversamento con caratteristiche simili a quello sopra descritto. L'attraversamento alla sezione 48 ha luce ed

altezza netta rispettivamente pari a 9,00 m e 2,25 m, mentre il ponte alla sezione 35 ha luce ed altezza netta rispettivamente pari a 9,00 m e 2,15 m.

Alla sezione 25, l'attraversamento è realizzato in calcestruzzo armato ed è caratterizzato da una sezione rettangolare avente altezza netta pari a 3,70 m e luce netta pari a 10,20 m. In corrispondenza di tale attraversamento sul fondo dell'alveo sono presenti evidenti accumuli di materiale terroso.



Foto n° 35: Alveo Tronco Critico ZI_B3.1.2, vista dell'accumulo di materiale in alveo nei pressi della sezione 25



Foto n° 36: Alveo Tronco Critico ZI_B3.1.2, vista dell'attraversamento in corrispondenza della sezione 25

Procedendo verso valle ed in corrispondenza della sezione 21, il corso d'acqua interseca l'attraversamento su Via Stazzo Canu. Il manufatto ha sezione rettangolare ed è realizzato con travi in c.a.p. e spalle in calcestruzzo armato, l'altezza netta e luce netta sono rispettivamente pari a 3,60 m e 11,30 m. Il fondo del canale nei pressi del manufatto è caratterizzato da accumuli di materiale terroso su cui si è sviluppata della vegetazione.



Foto n° 37: Alveo Tronco Critico ZI_B3.1.2, vista dell'alveo in corrispondenza della sezione 21

Gli attraversamenti alle sezioni 17 e 12 sono situati lungo la rampa di collegamento tra circonvallazione e uno degli accessi alla zona industriale. Entrambi i manufatti sono realizzati interamente in calcestruzzo armato e hanno sezione rettangolare di dimensioni pari a 4,40 m e 16,40 m (altezza e luce netta) per il ponte alla sezione 17, e a 3,60 m e 16,00 m (altezza e luce netta) per il ponte alla sezione 12.



Foto n° 38: Alveo Tronco Critico ZI_B3.1.2, vista dell'attraversamento alla sezione 17

L'ultimo attraversamento che interseca il tronco critico in esame è localizzato alla sezione 7. Anche questo, come i precedenti, è realizzato in calcestruzzo armato ed ha una sezione rettangolare. L'altezza e la luce netta sono rispettivamente pari a 2,80 m e 10,65 m.



Foto n° 39: Tronco Critico ZI_B3.1.2, vista dell'attraversamento in corrispondenza della sezione 7 dall'attraversamento in corrispondenza della sezione 12.

7.3.4. Descrizione qualitativa dei risultati dei calcoli e cause di insufficienza idraulica rilevata

Le verifiche idrauliche condotte hanno riguardato circa 1840 m di alveo fluviale.

Nell'impostazione del calcolo dei profili liquidi di moto permanente, sono state considerate le seguenti condizioni al contorno:

1. a monte, è stato imposto il raggiungimento di un battente idrico pari all'altezza di moto uniforme della corrente. Tale condizione la si ottiene imponendo una pendenza dei profili di corrente pari alla pendenza del fondo in quel tratto ($i = 0,004$);
2. a valle, la condizione al contorno è dettata dai battenti idrici che si raggiungono alla confluenza col corso d'acqua principale coincidente col tronco critico ZI_B3.

Le portate adottate nella simulazione sono desunte da quelle riportate al Paragrafo 4.3.

Tuttavia, nella attribuzione delle portate ai diversi tronchi di alveo si è tenuto conto del fatto che, lungo lo sviluppo del tratto analizzato, sono presenti degli apporti concentrati dovuti al deflusso superficiale proveniente dai sottobacini del bacino principale. A valle di tali immissioni, in via cautelativa, è stata considerata la portata maggiore fra quella ottenuta dall'analisi idrologica di cui al paragrafo 4.3 e la somma algebrica dei bacini posti immediatamente a monte delle immissioni.

Le portate effettivamente adottate nella simulazione sono, pertanto, le seguenti:

Tratto	PORTATE (mc/s)				Riferimento Portate bacini
	Tr=50 anni	Tr=100 anni	Tr=200 anni	Tr=500 anni	
Tratto sez.55-54	2,95	3,49	4,06	4,85	ZI_B3.1.2.4.3.3
Tratto sez 54-45	5,39	6,39	7,42	8,87	ZI_B3.1.2.4.3.3+ZI_B3.1.2.4.3.2
Tratto sez. 45-38	7,69	9,13	10,62	12,71	ZI_B3.1.2.4.3.3+ZI_B3.1.2.4.3.2+ZI_B3.1.2.4.3.1
Tratto sez. 38-26	11,82	14,02	16,29	19,47	ZI_B3.1.2.4.3.3+ZI_B3.1.2.4.3.2+ZI_B3.1.2.4.3.1+ZI_B3.1.2.4.2
Tratto sez 26-23	13,70	16,26	18,90	22,61	ZI_B3.1.2.4.3.3+ZI_B3.1.2.4.3.2+ZI_B3.1.2.4.3.1+ZI_B3.1.2.4.2+ZI_B3.1.2.4.1
Tratto sez. 23-22-	15,33	18,20	21,16	25,31	ZI_B3.1.2.4.3.3+ZI_B3.1.2.4.3.2+ZI_B3.1.2.4.3.1+ZI_B3.1.2.4.2+ZI_B3.1.2.4.1+ZI_B3.1.2.3
Tratto sez. 22-16	16,39	19,46	22,63	27,08	ZI_B3.1.2.4.3.3+ZI_B3.1.2.4.3.2+ZI_B3.1.2.4.3.1+ZI_B3.1.2.4.2+ZI_B3.1.2.4.1+ZI_B3.1.2.3+ZI_B3.1.2.2
Tratto sez16-1	17,50	20,78	24,17	28,92	ZI_B3.1.2.4.3.3+ZI_B3.1.2.4.3.2+ZI_B3.1.2.4.3.1+ZI_B3.1.2.4.2+ZI_B3.1.2.4.1+ZI_B3.1.2.3+ZI_B3.1.2.2+ZI_B3.1.2.1

Tabella 11: portate adottate nei calcoli idraulici del tronco critico ZI_B3.1.2

Come appare dai risultati dei calcoli (si vedano i profili idrici e le tabelle contenute nell'Allegato 1.1.2), il regime idrico dei tratti esaminati, in virtù delle entità delle pendenze del fondo, è quasi integralmente di corrente lenta. Analizzando, inoltre, la carta delle aree esondabili (si veda la Tavola 3.1 e 3.2.3), si nota come le portate riescano a defluire interamente in alveo ad eccezione del breve tratto fra la sez. 17 e la sez. 13 dove la portata cinquecentennale esonda in destra idraulica.

I calcoli eseguiti hanno evidenziato che le principali criticità riscontrate sono ascrivibili alla insufficienza idraulica di alcune sezioni dell'alveo. Questo implica che, limitatamente alle sezioni di deflusso insufficienti, in occasione delle piene si ha la tracimazione dell'alveo nelle aree immediatamente a ridosso delle sommità spondali come si evince dalla cartografia allegata.

I risultati dei calcoli idraulici, le sezioni dell'alveo con i livelli idrici di moto permanente e l'andamento grafico dei relativi profili idrici sono riportati nell'Allegato 1.1.2 del presente Studio.

7.3.5. Aree di pericolosità idraulica dei tronchi critici ZI_B3 e ZI_B3.1.2

L'area di pericolosità idraulica individuate in corrispondenza dei tronchi critici in esame si estendono per una superficie complessiva di circa 20,21 ettari (vedansi Tabella 12, e Tavole 3.1 e 3.2.3). A ciascun livello di pericolosità idraulica competono le seguenti superfici:

AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA TRONCO CRITICO ZI_B3			
H4	H3	H2	H1
4,36 ha	0,15 ha	0,17 ha	15,53 ha
43.592,72 mq	1.529,67 mq	1.716,23 mq	155.317,41 mq

Tabella 12: tabella riepilogativa delle aree di pericolosità idraulica dei tronchi critici in esame

7.4. ZI_B4 - TRONCO CRITICO ZI_B4

7.4.1. Caratteristiche del tronco critico

Il tronco critico ZI_B4 è individuato lungo l'alveo fluviale che si sviluppa a monte della sezione di coordinate N= 4531348, E= 1545074 (sezione di calcolo 0,5). Indicativamente, il tracciato del corso d'acqua si sviluppa in direzione est-ovest a partire dalla zona del Pozzo Sacro 'Sa Testa' e, successivamente, procedendo parallelamente a Via Eritrea, la canalizzazione attraversa dapprima una parte della rotatoria della S.P. 82 per riversare le acque raccolte nello specchio d'acqua denominato 'Cala Cocciani'.

Nei sopralluoghi effettuati in situ sono state rilevate le dimensioni medie delle sezioni di deflusso e quelle dei manufatti di attraversamento presenti. Il corso d'acqua, nel tratto oggetto di analisi idraulica, è caratterizzato da un'alternanza fra sezioni in terra, occupate da vegetazione e tombature in calcestruzzo a sezione prevalentemente circolare. La canalizzazione attraversa una zona in cui sono presenti edifici a destinazione industriale e viabilità di accesso ai lotti nonché strade di scorrimento e di immissione.

Procedendo da monte verso valle, fra la sezione 25 e la sezione 21, l'alveo ha sagoma naturale in terra di forma indicativamente trapezia e dimensioni variabili. In tale tratto, fra le sezz. 23 e la 22 è presente un manufatto di attraversamento costituito da due tubazioni affiancate in calcestruzzo di diametro DN 600 mm.



Foto n° 40: Alveo Tronco Critico ZI_B4, particolare attraversamento in corrispondenza della sez. 23.

Fra la sezione 21 e la sezione 19, il corso d'acqua viene canalizzato all'interno di una condotta DN 1000 mm realizzata sul fondo dell'alveo naturale. Tale condotta si interrompe fra la sezione 19 e la sezione 18.1 ove è presente un pozzetone di raccolta delle acque in calcestruzzo armato a base quadrata di dimensioni interne pari a 3,00 m x 3,00 m. A valle di tale manufatto, la canalizzazione DN 1000 mm prosegue attraversando tutto il piazzale dell'edificio industriale ubicato fra la Via Eritrea e la S.P. 82 sino alla sezione 10.1.



Foto n° 41: Alveo Tronco Critico ZI_B4, pozzettone fra la sez. 19 e la sez. 18.1 visto dalla Via Camerun.



Foto n° 42: Alveo Tronco Critico ZI_B4, particolare sbocco condotta DN 1000 alla sez. 10.1.

Fra la sezione 10 e la sezione 7 il corso d'acqua procede nuovamente a cielo aperto con sagoma naturale in terra di forma e dimensioni variabili occupata da una fitta vegetazione.

In corrispondenza della sezione 6.9, il corso d'acqua viene canalizzato all'interno di una condotta DN 2000 mm per il superamento di una delle diramazioni della rotonda della S.P. 82. La condotta termina indicativamente alla sezione 3.1.



Foto n° 43: Alveo Tronco Critico ZI_B4. Al centro della foto si intravede l'imbocco del tubolare DN 2000 in corrispondenza della sez. 6.9.

A valle della sezione 3.1 il corso d'acqua si sviluppa per circa 65 m, sino alla sezione 2, all'interno di una sezione trapezia in calcestruzzo armato larga al fondo circa 1,30 m e profonda circa 1,35 m.



Foto n° 44: Alveo Tronco Critico ZI_B4, particolare tratto d'alveo a valle della sez. 3.

In corrispondenza della sez. 2 è presente un salto di fondo di circa 1,00 m oltre il quale è presente una vasca di raccolta (sezz. 1.9-1.8) lunga 3,50 m, larga 5,00 m e profonda circa 2,40 m, attraverso cui le acque del corso d'acqua vengono canalizzate all'interno di uno scatolare.

Tale scatolare, che si sviluppa dalla sezione 1.7 sino allo sbocco a mare (sez. 0.5) per complessivi 250 m circa, ha sezione rettangolare larga al fondo 5,00 m e alta 1,60 m.



Foto n° 45: Alveo Tronco Critico ZI_B4, particolare imbocco scatolare in corrispondenza della sez. 1.7.

7.4.2. Descrizione qualitativa dei risultati dei calcoli e cause di insufficienza idraulica rilevata

Le verifiche idrauliche effettuate hanno riguardato circa 870 m di alveo fluviale (se si esclude il tratto di mare antistante la foce, di circa 43 m, inserito nella simulazione ma non facente parte del corso d'acqua).

Nell'impostazione del calcolo dei profili liquidi di moto permanente, sono state considerate le seguenti condizioni al contorno:

1. a monte è stato imposto il raggiungimento di un battente idrico tendente all'altezza di moto uniforme della corrente. Tale condizione la si ottiene imponendo una pendenza dei profili di corrente pari alla pendenza del fondo in quel tratto ($i = 0,049$);
2. a valle, in corrispondenza dello sbocco a mare, è stato imposto il raggiungimento di un battente idrico pari all'altezza del livello marino in condizioni di alta marea e considerando la sopraelevazione dovuta al moto ondoso e ad altre cause perturbatrici del livello ($h_{50-100-200-500} = 0,60 \text{ m s.l.m.}$, in base alle informazioni fornite dal CIPNES);

Le portate adottate nella simulazione sono desunte da quelle riportate al Paragrafo 4.4.2

Tuttavia, nella attribuzione delle portate ai diversi tronchi di alveo si è tenuto conto del fatto che, lungo lo sviluppo del tratto analizzato, sono presenti degli apporti concentrati dovuti al deflusso superficiale proveniente da alcune zone periferiche del bacino principale. A valle di tali immissioni, in via cautelativa, è stata considerata la portata maggiore fra quella ottenuta dall'analisi idrologica di cui al Capitolo 3 e la somma algebrica delle portate dei bacini posti immediatamente a monte dell'immissione.

Le portate effettivamente adottate nella simulazione sono, pertanto, le seguenti:

Tratto	PORTATE (mc/s)				Riferimento Portate bacini
	Tr=50 anni	Tr=100 anni	Tr=200 anni	Tr=500 anni	
Tratto sez.25-18	2,47	2,91	3,37	4,01	ZI_B4.1.1
Tratto sez 18-7	5,52	6,52	7,56	9,00	ZI_B4.1.1+ZI_B4.1.2
Tratto sez. 7-0	8,41	9,93	11,52	13,71	ZI_B4.1.1+ZI_B4.1.2+ZI_B4.2

Tabella 13: Alveo Tronco Critico ZI_B4, portate utilizzate nella simulazione.

Come appare dai risultati dei calcoli (si vedano i profili idrici e le tabelle contenute nell'Allegato 1.1), il regime idrico della corrente nei tratti esaminati è assai variabile con un'alternanza di tratti in regime di corrente veloce e altri di corrente lenta.

In generale, le significative pendenze del fondo favoriscono l'instaurarsi di correnti veloci ma, a causa dei rigurgiti dovuti alla insufficienza dei manufatti di attraversamento e delle tombature presenti, si hanno ampi tratti in cui la corrente diviene lenta. A causa di ciò come appare dall'analisi della carta delle aree esondabili (si veda la Tavola 3.1 e 3.2.2), le portate non riescono quasi mai a defluire interamente in alveo (se si eccettua il tratto fra la sez. 1.7 e la sez 0.5 in cui è presente lo scatolare e, parzialmente, il tratto fra la sez. 3 e la sez 2 in cui, comunque, i franchi sono assai ridotti).

I calcoli eseguiti hanno evidenziato, pertanto, che le principali criticità sono ascrivibili alla insufficienza idraulica delle sezioni di deflusso dei manufatti di attraversamento che vengono sormontati dalle piene già in corrispondenza delle portate cinquantennali (se si eccettua, come già detto, lo scatolare fra la sez. 1.7 e la sez 0.5 e l'attraversamento fra la sez. 5 e la sez. 3).

Questo implica che, in occasione delle piene, i manufatti funzionano in pressione causando l'allagamento della sede stradale e di alcune aree a destinazione commerciale. Inoltre, per effetto dei rigurgiti della corrente provocati dai ponti, si origina l'esondazione dell'alveo nei tratti immediatamente a monte dei manufatti data la ridotta altezza delle sezioni di deflusso del canale.

I risultati dei calcoli idraulici, le sezioni dell'alveo con i livelli idrici di moto permanente e l'andamento grafico dei relativi profili idrici sono riportati nell'Allegato 1.1.3 del presente Studio.

7.4.3. Aree di pericolosità idraulica del tronco critico ZI_B4

L'area di pericolosità idraulica individuata in corrispondenza del tronco critico in esame si estende per una superficie complessiva di circa 1,62 ettari (Vedansi Tabella 14, Tav. 3.1 e 3.2.2). A ciascun livello di pericolosità idraulica competono le seguenti superfici:

AREE DI PERICOLOSITA' IDRAULICA TRONCO CRITICO ZI_B3			
H4	H3	H2	H1
1,23 ha	0,08 ha	0,09 ha	0,22 ha
12.362,20 mq	769,88 mq	887,92 mq	2.249,83 mq

Tabella 14: tabella riepilogativa delle aree di pericolosità idraulica

8. ANALISI DEI PROCESSI EROSIVI IN ALVEO E NELLE AREE DI ALLAGAMENTO

8.1. Analisi dei processi erosivi

Il fenomeno erosivo si esplica attraverso il distacco e il trasporto di materiale esercitato dall'azione dell'acqua.

Alla scala dell'intero bacino idrografico i fenomeni erosivi sono per lo più legati all'azione diffusa delle acque dilavanti. Nel caso dei rii oggetto del presente studio queste si potrebbero verificare in corrispondenza di bruschi cambiamenti di sezioni o di scabrezza, in uscita da manufatti di attraversamento stradale con sezione idraulica differente rispetto a quella dell'alveo a cielo aperto, oltre che nei tratti naturali privi di rivestimento (es: il Riu Mulinu -ovvero tratto montano del Riu Padredduri- e il tratto montano del Riu de Cabu Abbas).

8.2. Analisi dei processi erosivi in alveo e nelle aree di allagamento

L'analisi dei processi erosivi in alveo e nelle aree di allagamento è legata alla capacità erosiva della corrente d'acqua canalizzata ed è regolata dall'interazione tra la massa d'acqua (definita da altezza della corrente, trasporto solido, natura, durata e frequenza della corrente, ecc..) e il terreno (definito da natura litologica, morfologia e pendenza dell'alveo, pendenze delle sponde, copertura vegetale, ecc..).

Gli alvei rilevati nel presente Studio sono compluvi naturali, per lo più a carattere stagionale di cui il maggiore è il Riu Padredduri con un'area drenata di circa 6,6 *kmq* cui segue il Riu de Cabu Abbas con un bacino di estensione pari a 5,6 *kmq*. Discorso a parte merita il canale di guardia immissario del Riu Mulinu-Padredduri che riceve i deflussi del versante sovrastante in sinistra idraulica. Detto canale è caratterizzato da una livelletta regolarizzata con bassi valori di pendenza e salti di fondo. I tratti vallivi dei tronchi critici ZI_B1 'Riu de Cabu Abbas' e ZI_B3 'Riu Padredduri' sono alvei che nel tempo sono stati oggetto di sistemazioni idrauliche con interventi di rivestimento del fondo e delle sponde, realizzazione di savanella centrale, regolarizzazione della livelletta mediante salti di fondo.

I fenomeni erosivi potrebbero riscontrarsi nei tratti montani naturali ed in corrispondenza di bruschi cambiamenti della sezione, quindi in prossimità dei manufatti di attraversamento stradale o di salti di fondo, se non rivestiti.

Per quanto concerne i possibili fenomeni erosivi nelle aree soggette ad allagamenti per esondazione delle piene, si potrebbero riscontrare fenomeni differenti a seconda delle tipologie dei terreni interessati:

– nel caso in cui l'esondazione interessi aree naturali fortemente vegetate con alberi ad alto fusto e arbusti, i fenomeni di erosione potrebbero essere molto limitati, e concentrati solo nelle vie preferenziali di ruscellamento superficiale. Tale situazione si potrebbe riscontrare nei tratti montani dei tronchi ZI_B1 'Riu de Cabu Abbas' e ZI_B3 'Riu Padredduri-Riu Mulinu';

– se le aree soggette ad allagamento sono prive di copertura vegetale, in quanto costituite da aree urbanizzate della zona industriale, potrebbe verificarsi il fenomeno secondo cui, al termine della piena, le correnti idriche, ritirandosi, depositino materiale di diversa granulometria nelle aree soggette ad allagamento. Per minimizzare tale fenomeno sarebbe auspicabile la realizzazione di sgrigliatori al fine di intercettare il materiale più grossolano.

Il materiale trasportato dalla corrente potrebbe depositarsi lungo le cunette stradali e nelle caditoie di intercettazione delle acque piovane, inficiandone il funzionamento.

I fenomeni di allagamento potrebbero, se caratterizzati da tiranti idrici notevoli, gravare sui

muri di recinzione o su piccoli manufatti. Tali strutture dovrebbero essere soggette a controllo dopo fenomeni di allagamento. Gli allagamenti oltre a produrre danni alle attività produttive per fermo attività potrebbero danneggiare i macchinari e le strutture stesse nonché causare inquinamento ambientale delle falde e del suolo per dispersione di materiali utilizzati nei processi industriali.

Si evidenzia che le aree contermini ai rii soggette a possibili allagamenti come indicato negli elaborati grafici allegati al presente studio costituirebbero elementi a rischio classificabili come E4 dal vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna.

8.3. Analisi dei processi erosivi e delle sollecitazioni dei manufatti

In corrispondenza dei ponti stradali ubicati lungo i corsi d'acqua oggetto del presente studio, possibili fenomeni erosivi potrebbero riscontrarsi laddove i manufatti, avendo modificato il regime idraulico del corso d'acqua, incrementino l'azione di trascinamento della corrente e il suo potere erosivo soprattutto nelle zone dell'alveo prive di rivestimento. Un adeguato rivestimento del corso d'acqua a monte e a valle dei ponti, che determini una continuità con la struttura del manufatti, infatti, dovrebbe garantire l'integrità degli stessi preservandoli da escavazioni o erosioni localizzate.

Nei casi in cui i manufatti di attraversamento stradale siano ubicati in tratti di alveo naturale privo di rivestimento o di opere di protezione delle spalle, occorre monitorare la struttura regolarmente, soprattutto in corrispondenza della fondazioni, e, in ogni caso, successivamente ad ogni evento di piena.

In caso di eventuali opere di sistemazione idraulica, particolare cautela dovrà essere adottata nel modificare la livelletta del fondo, in modo da rispettare comunque la pendenza di equilibrio. Alternativamente, dovranno essere adottate soluzioni che non determinino nuove zone di erosione e/o deposito ma che minimizzino gli attuali fenomeni.

Occorrerà tutelare l'integrità delle fondazioni e delle spalle dei ponti e degli altri manufatti in alveo, attraverso il monitoraggio dei corsi d'acqua al fine di evitare danneggiamenti ad opera del trasporto solido o delle erosioni localizzate; questo soprattutto nei tratti montani degli alvei caratterizzati da maggiore pendenza e trasporto solido o in corrispondenza di terreni di scarsa resistenza geomeccanica e quindi facilmente erodibili.

Infine interventi di manutenzione periodici, in particolare prima di ogni stagione piovosa e a seguito di eventi di piena, potrebbero essere sufficienti a mantenere libere le sezioni di deflusso onde evitare possibili rigurgiti per ostruzioni delle luci dei ponti.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta ai fenomeni piovosi particolarmente intensi che interessino i bacini in oggetto data la particolare destinazione delle aree in oggetto, adibite ad attività produttive e industriali al fine di monitorare e creare un sistema di allerta efficiente nel caso di piene repentine. Si evidenzia infatti che un eventuale allagamento di strutture con attività industriali potrebbe determinare anche fenomeni di inquinamento delle acque superficiali e di falda nonché del suolo.

In particolare occorrerebbe monitorare anche il reticolo idrografico minore costituito dall'insieme di reti per il convogliamento delle acque piovane nelle aree di pertinenza degli insediamenti produttivi nonché delle cunette e caditoie stradali al fine di mantenerli in perfetta efficienza durante l'intero arco dell'anno.

9. PROPOSTE DI INTERVENTO PER LA MITIGAZIONE DELLA

PERICOLOSITÀ IDRAULICA INDIVIDUATA

Ottenuto un quadro conoscitivo della situazione attuale, si è deciso di individuare le possibili opere di sistemazione idraulica che consentano di mitigare le insufficienze idrauliche dei tronchi critici oggetto di studio. È stata perciò condotta una ulteriore simulazione idraulica in cui, come dati di ingresso, sono state inserite sezioni di deflusso e manufatti di attraversamento adeguati alle portate di calcolo.

Ai fini delle proposte progettuali si è considerato come franco idraulico il valore massimo tra l'altezza cinetica della corrente ed un metro sul tempo di ritorno dei 200 anni.

Sinteticamente le opere di sistemazione, illustrate nelle tavole 4.3.1 e 4.3.2, possono essere schematizzate come descritto nei paragrafi che seguono.

9.1. TRONCO CRITICO ZI_B1

Tratto compreso tra la sezione 18.9 e la sezione 18 (lunghezza tratto circa 105,00 m):

– Ripristino, ove necessario, del rivestimento in cls. della sezione di deflusso esistente. Il canale avrà, pertanto, sagoma trapezia con scarpa delle sponde pari a 1:1, larghezza del fondo alveo pari a 3,50 m e altezza totale pari a 2,80 m. Sarà presente una savanella centrale, con scarpa delle sponde pari a 1:1 e altezza pari a 1,40 m, e le golene laterali larghe 3,00 m.

Tratto compreso tra la sezione 18 e la sezione 13 (lunghezza tratto circa 90,00 m):

– Tratto sezione 18 – sezione 17: realizzazione di un tratto di raccordo fra la sezione di deflusso trapezia con savanella e golene e la sezione di deflusso rettangolare rivestita in calcestruzzo larga al fondo 13,50 m e alta 3,45 m.

– Demolizione e ricostruzione dell'attraversamento di via Libia (sezione 16), con l'adozione di una sezione di deflusso rettangolare in c.a. ad una luce. La sezione di progetto avrà luce netta pari a 13,50 m ed altezza netta pari a 3,35 m.

– Realizzazione di una sezione trapezia con savanella rivestita in calcestruzzo, avente larghezza al fondo pari a 3,50 m, scarpa delle sponde 1:1 e altezza 2,00 m. La savanella avrà larghezza di 2,50 m, scarpa delle sponde 1:1 e altezza pari a 1,45 m.

– Tratto sezione 14 – sezione 13: realizzazione di un tratto di raccordo fra la sezione di deflusso rettangolare rivestita in calcestruzzo larga al fondo 13,50 m e alta 3,45 m, e la sezione del canale esistente. Quest'ultima ha sagoma trapezia, con scarpa delle sponde pari a 1:1, larghezza al fondo pari a 3,50 m e altezza pari a 3,35 m, con savanella centrale avente scarpa delle sponde pari a 1:1 e altezza pari a 1,45 m, e golene laterali larghe 2,60 m.

9.2. TRONCO CRITICO ZI_B2

Tratto compreso tra la sezione 33 e la sezione 30 (lunghezza tratto circa 25,00 m):

– Sezione 33-32.9: realizzazione salto di fondo di altezza pari a 65 cm.

– Tratto sezione 33 – sezione 32: realizzazione di sezione rettangolare rivestita in calcestruzzo con larghezza al fondo pari a 4,00 m e altezza pari a 2,00 m.

– Demolizione e ricostruzione dell'attraversamento di Via Tunisia (sezione 31), con l'adozione di una sezione di deflusso rettangolare in c.a. La sezione di progetto ha luce netta pari a 4,00 m ed altezza netta pari a 1,90 m.

Tratto compreso tra la sezione 30 e la sezione 17 (lunghezza tratto circa 182,00 m):

– Tratto sezione 30 – sezione 23: realizzazione di sezione rettangolare con sponde in c.a. di altezza variabile fra 1,80 m e 2,00 m e fondo in terra di larghezza pari a 6,00 m. Allasezione 27-26 sarà realizzato un salto di fondo di altezza pari a 50 cm.

– Demolizione e ricostruzione del 1° attraversamento di Via Senegal (sezione 22), con l'adozione di una sezione di deflusso rettangolare in c.a. La sezione di progetto ha luce netta pari a 6,00 m ed altezza netta pari a 2,00 m.

– Tratto sezione 21 – sezione 18: realizzazione di sezione rettangolare con sponde in c.a. di altezza pari a 2,00 m e fondo in terra di larghezza pari a 6,00 m.

– Sezione 18-17: realizzazione di salto di fondo di altezza pari a 40 cm.

Tratto compreso tra la sezione 17 e la sezione 15 (lunghezza tratto circa 84,00 m):

– Tratto sezione 17 – sezione 15: realizzazione di sezione trapezia in terra con larghezza al fondo pari a 6,00 m, scarpa delle sponde 1:1, altezza spondale destra pari a 2,40 m, altezza spondale sinistra variabile fra 1,80 m e 1,90 m. Lungo tutta la sommità spondale sinistra sarà realizzato, in luogo delle recinzioni esistenti, un muretto in c.a. di altezza fuori terra pari a 0,50 m che garantirà il rispetto del franco idraulico fissato in fase di dimensionamento delle opere di mitigazione (1,00 m sui battenti corrispondenti alla piena duecentennale).

Tratto compreso tra la sezione 15 e la sezione 7 (lunghezza tratto circa 97,00 m):

– Tratti sezione 15–sezione 14 e sezione 12–sezione 11.7: realizzazione di sezione rettangolare con sponde in c.a. di altezza pari a 2,40 m e fondo in terra di larghezza pari a 6,00 m .

– Demolizione e ricostruzione del 2° attraversamento di Via Senegal (sezione 13), con l'adozione di una sezione di deflusso rettangolare in c.a. La sezione di progetto ha luce netta pari a 6,00 m ed altezza netta pari a 2,40 m.

– Tratto sezione 11.6–sezione 9: realizzazione di sezione trapezia in terra con larghezza al fondo pari a 6,00 m, scarpa delle sponde pari a 1:1, e altezza spondale variabile fra 2,40 m e 1,20 m .

– Demolizione del 3° attraversamento di Via Senegal (sezione 10).

– Sezione 9-8: salto di fondo di altezza pari a 20 cm.

– Tratto sezione 8–sezione 7: realizzazione raccordo fra sezione trapezia in terra e sezione rettangolare del ponte della S.P.82 .

Tratto compreso tra la sezione 6 e la sezione 2 (lunghezza tratto circa 100,00 m) – interventi di cui al Progetto Definitivo "*Piattaforma Tecnologica Europea P.T.E. - Centro multifunzionale a servizio del distretto nautico - Nord Est Sardegna - 1° lotto funzionale*" –

Committente: Consorzio Industriale Provinciale Nord Est Sardegna (CIPNES):

– Sezione 5: salto di fondo di altezza pari a 30 cm.

– Tratto sezione 6–sezione 2: realizzazione di sezione trapezia in cls con larghezza al fondo pari a 4,50 m, scarpa delle sponde pari a 1:1, e altezza spondale variabile fra 2,20 m e 2,40 m

– Tratto sezione 5 – sezione 4: realizzazione di soletta in c.a. a copertura della sezione trapezia del canale per un tratto di circa 22,00 m in maniera da ripristinare l'attraversamento di Via Mozambico che verrà demolito nell'ambito degli interventi

sopraccitati.

9.3. TRONCO CRITICO ZI_B3

Tratto di circa 35,00 m a monte dell'attraversamento della S.P. 82 (sezione 10):

- Sezione 11: eliminazione del restringimento dell'alveo con la rimozione dell'esistente ponte a traliccio d'acciaio che consente ad alcune condotte il superamento del corso d'acqua.
- Ripristino della sezione trapezia in cls. con dimensioni e sagoma identiche a quelle del tratto di alveo a monte della sezione 11.1: larghezza al fondo pari a 12,50 m, scarpa delle sponde pari a 1:1 e altezza totale pari a 2,95 m. Il canale avrà savanella centrale alta 1,35 m e golene laterali larghe 2,50 m.
- Tratto fra sezione 10.9 e ponte sezione 10: realizzazione di raccordo fra la sezione del canale e la sezione di deflusso del ponte.

Attraversamento in corrispondenza della sezione 8 (Via Mozambico):

- Demolizione e ricostruzione dell'attraversamento esistente, con l'adozione di una sezione di deflusso rettangolare in c.a. ad una luce. La sezione di progetto avrà luce netta pari a 15,00 m ed altezza netta pari a 3,00 m.

9.4. TRONCO CRITICO ZI_B4

Tratto compreso tra la sezione 24 e la sezione 19.1 (lunghezza tratto circa 99,00 m):

- Sezione 24-23.9: realizzazione salto di fondo di altezza pari a 60 cm.
- Tratto sezione 23.9 – sezione 23: realizzazione di sezione trapezia in terra con larghezza al fondo variabile fra 1,00 m e 3,00 m, scarpa delle sponde 1:1 e altezza variabile fra 1,20 m e 1,40 m.
- Demolizione e ricostruzione dell'attraversamento sulla strada per il Pozzo Sacro 'Sa Testa' (sezione 22.5), con l'adozione di una sezione di deflusso rettangolare in c.a. La sezione di progetto ha luce netta pari a 3,00 m ed altezza netta pari a 1,50 m.
- Tratto sezione 22 – sezione 19.1: realizzazione di sezione trapezia in terra con larghezza al fondo pari a 3,00 m, scarpa delle sponde 1:1 e altezza variabile fra 1,35 m e 1,55 m.

Tratto compreso tra la sezione 19 e la sezione 10 (lunghezza tratto circa 227,00 m):

- Tratto sezione 19 – sezione 17: realizzazione di sezione rettangolare rivestita in calcestruzzo con larghezza al fondo pari a 3,00 m e altezza pari a 2,20 m.
- Tratto sezione 17 – sezione 10.1: realizzazione di una struttura scatolare in c.a. a sezione rettangolare che si svilupperà seguendo il tracciato della Via Eritrea. Lo scatolare avrà larghezza al fondo pari a 3,00 m e altezza variabile fra 1,90 m e 2,20 m. All'interno dello scatolare saranno realizzati 5 salti di fondo alti 50 cm alle sezioni 14.1-14, 13.6-13.5, 13.1- 13, 12.1-12 e 11.5-11.4.
- Sezione 10.1-10: realizzazione di salto di fondo di altezza pari a 50 cm.

Tratto compreso tra la sezione 7 e la sezione 2 (lunghezza tratto circa 144,00 m):

- Tratto sezione 7 – sezione 3: realizzazione di una struttura scatolare in c.a. a sezione rettangolare al di sotto della rotatoria della S.P.82. Lo scatolare avrà larghezza al fondo pari a 4,50 m e altezza pari a 2,00 m. Per qualche metro a monte della sezione 7 saranno

realizzati dei muri andatori in c.a., di altezza pari a 2,00 m, per favorire il raccordo fra lo scatolare e la sezione in terra di monte.

– Sezione 3: salto di fondo di altezza pari a 80 cm.

– Tratto sezione 3 – sezione 2: realizzazione di sezione rettangolare con sponde in c.a. di altezza pari a 1,80 m e fondo in terra di larghezza pari a 5,00 m. Per un breve tratto in corrispondenza della sezione 3 le sponde della sezione rettangolare saranno alte 2,80 m per favorire il raccordo fra lo scatolare di monte e la sezione aperta di valle.

10.CONCLUSIONI

Il presente Studio ha per oggetto l'analisi idrologica e idraulica degli alveo individuati nel territorio gestito dal Consorzio Industriale Provinciale Nord-Est Sardegna – Gallura, ubicato a nord-est della città di Olbia.

Le analisi idrauliche del presente Studio, effettuate in regime di moto permanente, hanno verificato lo stato attuale degli alvei e dei manufatti ivi presenti. Le portate di massima piena adottate sono state calcolate con i tempi di ritorno indicati nelle Linee Guida del P.A.I.

Lo studio è corredato delle Tavole che riportano la delimitazione dei bacini idrografici nonché delle carte delle aree soggette a possibili esondazioni in corrispondenza delle portate di massima piena corrispondenti ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

Le criticità idrauliche rilevate lungo i corsi d'acqua in studio sono da attribuire principalmente alla insufficienza della sezione di deflusso dei manufatti di attraversamento esistenti. Inoltre, in alcuni tratti, è stata rilevata anche una insufficiente ampiezza delle sezioni dei canali sia in termini di larghezza del fondo che in termini di altezza dei cigli spondali.

A titolo d'esempio, lungo il tronco critico ZI_B1, è stata rilevata l'insufficienza idraulica del ponte di via Libia per portate di piena pari o superiori ad un tempo di ritorno di 100 anni.

Non sono state evidenziate, d'altra parte, aree di esondazione esterne all'alveo.

Lungo l'alveo ZI_B2 la criticità idraulica principale è stata individuata in corrispondenza del ponte lungo la Strada Provinciale n. 82 e lungo la viabilità secondaria ad essa collegata. Le aree allagabili generate da tale manufatto interessano alcuni tratti di viabilità ed alcuni lotti ubicati immediatamente a monte di esso, e sono generate principalmente dalle piene duecentennali e cinquecentennali. Sono risultati idraulicamente insufficienti, inoltre, i diversi attraversamenti ubicati lungo la Via Senegal e quello lungo la Via Tunisia.

Lungo l'alveo ZI_B3 le aree di allagamento sono concentrate in corrispondenza del tratto terminale del corso d'acqua e sono generate dal restringimento dell'alveo a monte della S.P. 82 e dall'insufficienza del ponte di Via Mozambico. Lungo il canale di guardia, afferente al tronco fluviale principale, non sono state individuate aree di allagamento di significativa estensione.

Infine, nell'alveo ZI_B4, l'insufficienza idraulica è stata rilevata nei tratti di alveo canalizzati all'interno di condotte. In particolare, è soggetta ad allagamenti l'area di pertinenza del centro commerciale compreso tra via Camerun, via Eritrea e la S.P.82, nonché alcuni tratti a monte e in corrispondenza dell'intersezione stradale di raccordo alla rotatoria della S.P.82.

11.APPENDICE

TABELLA 1 ZI B1 – Riu de Cabu Abbas

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	PENDENZA (Km)
5.639	0.00	66.02	5.408
		0.1000	0.0169

PARAMETRI			
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)
88.35	33.493	0.3958	67.0
			2
			2

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)
Soil conserv	1.25
Glandotti	2.71
Pasini	2.60
Viparelli	1.00
Ventura	2.32
V A P I	3.45
Kirpich	1.17
VALORE STIMATO	2.60

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV		LOG NORMALE	
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	h(Tc+Tf) (mm)
0.60	72.8718	43.9356	61.3316
0.64	82.8112	52.8544	67.5211
0.67	92.7267	61.9208	73.7782
0.70	105.7964	74.0653	82.1972

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	11.05	14.57	18.78	25.53
T C E V	102.54	124.72	146.82	175.97

METODI INDIRETTI

T C E V	24.04	29.27	34.61	41.80
SIRCHIA	85.10	85.10	85.10	85.10
SIRCHIA MODIFICATO	65.53	75.74	85.95	99.57
LOG NORMALE	18.53	21.72	25.01	29.51
PORTATA DI PROGETTO	24.04	29.27	34.61	41.80

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 3.7E+08 (deve essere > 5E+09)
S= 5.639 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 2 ZI_B1.1 – Riu de Cabu Abbas

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (Kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	PENDENZA (km)
1.919	23.49	129.19	0.2213
			2.906
			0.0500

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)
Soil conserv	0.44
Giandotti	1.20
Pasini	0.86
Viparelli	0.54
Ventura	0.79
V A P I	2.39
Kirpich	0.48
VALORE STIMATO	0.86

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	8.15	10.76	13.86	18.85
T C E V	51.15	62.21	73.23	87.77

METODI INDIRETTI

T C E V	16.44	19.95	23.51	28.29
SIRCHIA	32.46	32.46	32.46	32.46
SIRCHIA MODIFICATO	24.99	28.89	32.78	37.98
LOG NORMALE	13.77	16.22	18.77	22.27
PORTATA DI PROGETTO	16.44	19.95	23.51	28.29

PARAMETRI				
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona gruppo
92	22.087	0.3958	67.0	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV					LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	hn (mm)	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	
0.60	48.3096	29.1990	0.57	42.9031	42.9031	24.4524	42.9031	24.4524	
0.64	54.7854	35.0139	0.60	47.4930	47.4930	28.4750	47.4930	28.4750	
0.67	61.2055	40.8860	0.63	52.1552	52.1552	32.6374	52.1552	32.6374	
0.70	69.6689	48.7501	0.66	58.4595	58.4595	38.3631	58.4595	38.3631	

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 2.5E+08 (deve essere > 5E+09)
S= 1.919 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 3 ZI_B1.2

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE		
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	LUNGHEZZA (km)	PENDENZA
0.719	23.49	54.83	1.607	0.0348

TEMPI DI CORRIVAZIONE

(ore)		T. RITORNO (anni)	Tf (*) (ore)	Tc+Tf (**) (ore)
Soil conserv	0.47	50	0.0595	0.6695
Giandotti	1.30	100	0.0523	0.6623
Pasini	0.61	200	0.0469	0.6569
Viparelli	0.30	500	0.0412	0.6512
Ventura	0.58			
V A P I	1.65			
Kirpich	0.35			
VALORE STIMATO	0.61			

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	2.07	2.73	3.52	4.78
T C E V	27.15	33.02	38.87	46.59

METODI INDIRETTI

T C E V	7.46	8.92	10.37	12.32
SIRCHIA	13.50	13.50	13.50	13.50
SIRCHIA MODIFICATO	10.39	12.01	13.63	15.79
LOG NORMALE	6.80	8.00	9.24	10.95
PORTATA DI PROGETTO	7.46	8.92	10.37	12.32

PARAMETRI				
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona gruppo
93.33	18.153	0.3958	67.0	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV					LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	h(Tc+Tf) (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)
0.61	40.8551	25.0224	0.59	38.3648	22.8123				
0.64	45.9356	29.6029	0.62	42.5559	26.5459				
0.67	50.8563	34.1133	0.65	46.8188	30.4076				
0.70	57.3856	40.1850	0.68	52.5875	35.7145				

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 3.9E+07 (deve essere > 5E+09)
S=0.719 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 4 ZI B2

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (Km)	PENDENZA
1.091	0.22	0.0273	0.0135

TEMPI DI CORRIVAZIONE

Soil conserv	(ore)	Tf (*) (ore)	Tc+Tf (**) (ore)
Giandotti	0.93	0.1200	1.3000
Pasini	2.06	0.1042	1.2842
Viparelli	1.18	0.0921	1.2721
Ventura	0.35	0.0798	1.2598
V A P I	1.14		
Kirpich	1.74		
VALORE STIMATO	0.57		
	1.18		

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	1.24	1.64	2.11	2.87
T C E V	35.53	43.21	50.87	60.97

METODI INDIRETTI

T C E V	7.78	9.49	11.24	13.60
SIRCHIA	19.59	19.59	19.59	19.59
SIRCHIA MODIFICATO	15.08	17.44	19.79	22.92
LOG NORMALE	6.17	7.27	8.40	9.97
PORTATA DI PROGETTO	7.78	9.49	11.24	13.60

PARAMETRI				
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona gruppo
90.85	25.582	0.3958	67.0	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV					LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	hn (mm)	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	
0.60	55.4381	33.3619	0.56	47.5307	26.4571				
0.64	63.0683	40.2045	0.59	52.5274	30.7949				
0.67	70.6966	47.1772	0.61	57.5962	35.2816				
0.70	80.7771	56.5429	0.64	64.4418	41.4513				

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 2.0E+07 (deve essere > 5E+09)
S= 1.091 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 5 ZI B2.1

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE		
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	MEDIA (km)	PENDENZA
0.765	1.11	20.00	0.0375	0.0138

TEMPI DI CORRIVAZIONE

(ore)	T. RITORNO (anni)	Tr (*) (ore)	Tc+Tf (**) (ore)
Soil conserv	50	0.1038	1.1238
Glandotti	100	0.0901	1.1101
Pasini	200	0.0796	1.0996
Viparelli	500	0.0690	1.0890
Ventura			
V A P I			
Kirpich			
VALORE STIMATO			
			1.02

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	1.02	1.35	1.74	2.36
T C E V	28.25	34.36	40.45	48.48

METODI INDIRETTI

T C E V	5.99	7.32	8.67	10.49
SIRCHIA	14.26	14.26	14.26	14.26
SIRCHIA MODIFICATO	10.98	12.69	14.40	16.68
LOG NORMALE	4.78	5.63	6.52	7.74
PORTATA DI PROGETTO	5.99	7.32	8.67	10.49

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 1.5E+07 (deve essere > 5E+09)
S= 0.765 (deve essere > 60Kmq)

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV		LOG NORMALE			
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)
0.60	52.7305	31.7177	0.56	45.3479	25.2706
0.64	60.0000	38.2359	0.59	50.1504	29.4420
0.67	67.2707	44.8811	0.61	55.0253	33.7595
0.70	76.8830	53.8114	0.64	61.6135	39.7010

PARAMETRI

(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona	gruppo
91.25	24.356	0.3958	67.0	2	2

TABELLA 6 ZI_B3 – Riu Padredduri

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (Km ²)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (Km)	PENDENZA
6.625	0.00	0.2067	0.0089

TEMPI DI CORRIVAZIONE

Soil conserv	(ore)	T. RITORNO (anni)	Tt (*) (ore)	Tc+Tt (**) (ore)
Giandotti	0.95	50	0.3862	4.2062
Pasini	2.15	100	0.3360	4.1560
Viparelli	3.82	200	0.2974	4.1174
Ventura	1.04	500	0.2584	4.0784
V A P I	3.47			
V A P I	5.10			
Kirpich	1.54			
VALORE STIMATO	3.82			

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	19.23	25.37	32.69	44.44 (mc/s)
T C E V	113.77	138.38	162.90	195.25 (mc/s)

METODI INDIRETTI

T C E V	22.20	27.01	31.92	38.51 (mc/s)
SIRCHIA	98.28	98.28	98.28	98.28 (mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	75.67	87.47	99.26	114.99 (mc/s)
LOG NORMALE	16.61	19.43	22.33	26.29 (mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	22.20	27.01	31.92	38.51 (mc/s)

PARAMETRI

(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona	gruppo
86.8	38.627	0.3958	67.0	2	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV						LOG NORMALE					
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)
0.60	84.1325	50.7507	0.55	69.4407	37.9580	0.64	95.5616	61.0077	0.57	76.3062	43.8713
0.67	106.9510	71.4223	0.60	83.2352	49.9554	0.70	121.9448	85.3544	0.63	92.5413	58.2760

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 7.8E+08 (deve essere > 5E+09)
 S= 6.625 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 7 **ZI B3.1 – Riu Padredduri**

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (Km ²)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	PENDENZA (Km)
3.802	15.57	151.00	0.2357
			3.835
			0.0452

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)
Soli conserv	0.56
Glandotti	1.46
Pasini	1.24
Viparelli	0.71
Ventura	1.17
V A P I	3.01
Kirpich	0.62
VALORE STIMATO	1.24

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	15.26	20.13	25.93	35.26 (mc/s)
T C E V	79.51	96.70	113.84	136.45 (mc/s)

METODI INDIRETTI

T C E V	25.73	31.38	37.17	44.97 (mc/s)
SIRCHIA	59.82	59.82	59.82	59.82 (mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	46.06	53.24	60.42	69.99 (mc/s)
LOG NORMALE	20.99	24.70	28.54	33.82 (mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	25.73	31.38	37.17	44.97 (mc/s)

PARAMETRI

(III categ.)	S	Sirchia (mm)	hg media (mm)	sotto zona	gruppo
90.87	25.520	0.3958	67.0	2	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV

Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)
0.60	55.3090	33.2854	0.56	48.2978	27.1517
0.64	62.9111	40.1028	0.59	53.3624	31.5657
0.67	70.5104	47.0489	0.62	58.4990	36.1277
0.70	80.5508	56.3770	0.65	65.4345	42.3965

LOG NORMALE

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 5.7E+08 (deve essere > 5E+09)
 S= 3.802 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 8 ZI B3.2

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	PENDENZA (Km)
1.519	19.00	123.64	2.124
		0.2579	0.0660

TEMPI DI CORRIVAZIONE

Soil conserv	(ore)	T. RITORNO (anni)	Tf (*) (ore)	Tc+Tf (**) (ore)
Giandotti	0.30	50	0.0605	0.6805
Pasini	0.99	100	0.0532	0.6732
Viparelli	0.62	200	0.0477	0.6677
Ventura	0.39	500	0.0419	0.6619
V A P I	0.61			
V A P I	2.06			
Kirpich	0.34			
VALORE STIMATO	0.62			

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	6.63	8.74	11.27	15.32 (mc/s)
T C E V	43.99	53.50	62.98	75.49 (mc/s)

METODI INDIRETTI

T C E V	15.44	18.47	21.48	25.53 (mc/s)
SIRCHIA	26.34	26.34	26.34	26.34 (mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	20.28	23.44	26.60	30.82 (mc/s)
LOG NORMALE	14.27	16.78	19.38	22.95 (mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	15.44	18.47	21.48	25.53 (mc/s)

PARAMETRI			
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)
93.35	18.094	0.3958	67.0
			2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV						LOG NORMALE		
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	h(Tc+Tf) (mm)	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)
0.61	40.6822	24.9049	0.60	38.5679	23.0272	38.5679	42.7773	26.7827
0.64	45.7576	29.4801	0.63	42.7773	26.7827	47.0584	52.8514	30.6660
0.67	50.6790	33.9909	0.65	47.0584	30.6660	52.8514	52.8514	36.0012
0.70	57.2069	40.0612	0.68	52.8514	36.0012			

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 1.9E+08 (deve essere > 5E+09)
 S= 1.519 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 9 ZI_B3.1.1 – Riu Mulinu

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	PENDENZA
3.015	24.00	168.86	0.0463
(III categ.)	S	Sirchia (mm)	hg media (mm)
91.17	24.600	0.3958	67.0
			2
			2

TEMPI DI CORRIVAZIONE

(ore)	T. RITORNO (anni)	Tf (*) (ore)	Tc+Tf (**)
Soil conserv	50	0.1130	1.2230
Glandotti	100	0.0981	1.2081
Pasini	200	0.0867	1.1967
Viparelli	500	0.0751	1.1851
Ventura			
V A P I			
Kirpich			
VALORE STIMATO			

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	13.95	18.41	23.72	32.24 (mc/s)
T C E V	68.47	83.28	98.03	117.49 (mc/s)

METODI INDIRETTI

T C E V	21.94	26.77	31.71	38.38 (mc/s)
SIRCHIA	48.63	48.63	48.63	48.63 (mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	37.44	43.28	49.11	56.89 (mc/s)
LOG NORMALE	17.95	21.14	24.45	28.99 (mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	21.94	26.77	31.71	38.38 (mc/s)

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV		LOG NORMALE	
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ
0.60	53.2615	32.0378	0.56
0.64	60.5915	38.6101	0.59
0.67	67.9209	45.3088	0.62
0.70	77.6083	54.3083	0.65

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 5.1E+08 (deve essere > 5E+09)
 S= 3.015 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 10 ZI_B3.1.2

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE		
AREA (Kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	LUNGHEZZA (Km)	PENDENZA
0.716	23.39	85.50	2.509	0.0051

TEMPI DI CORRIVAZIONE

(ore)	(ore)	Tf (*) (ore)	Tc+Tf (**) (ore)
Soil conserv	0.51		
Glandotti	1.13		
Pasini	1.84	0.1866	2.0266
Viparelli	0.46	0.1621	2.0021
Ventura	1.51	0.1433	1.9833
V A P I	3.26		
Kirpich	1.03		
VALORE STIMATO	1.84		

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	2.87	3.79	4.88	6.64 (mc/s)
TCEV	27.07	32.92	38.76	46.45 (mc/s)

METODI INDIRETTI

TCEV	3.89	4.74	5.61	6.78 (mc/s)
SIRCHIA	13.44	13.44	13.44	13.44 (mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	10.35	11.96	13.58	15.73 (mc/s)
LOG NORMALE	2.95	3.47	4.01	4.75 (mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	3.89	4.74	5.61	6.78 (mc/s)

PARAMETRI				
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona gruppo
89.35	30.275	0.3958	67.0	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV					LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h ₁ (Tc+Tf) (mm)	hn (mm)				
0.60	65.7750	39.6296	0.55	54.8564	30.1173				
0.64	74.7883	47.7156	0.58	60.4933	34.9828				
0.67	83.7884	55.9443	0.60	66.2004	40.0070				
0.70	95.6648	66.9800	0.63	73.8919	46.9039				

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 6.1E+07 (deve essere > 5E+09)
S= 0.716 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 11 ZI_B3.1.2.1

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (Km)	PENDENZA
0.032	36.90	0.2400	0.0775

PARAMETRI			
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)
96.46	9.322	0.3958	67.0
			sotto zona
			2
			gruppo
			2

TEMPI DI CORRIVAZIONE

(ore)	
Soil conserv	0.07
Giandotti	0.33
Pasini	0.09
Viparelli	0.07
Ventura	0.08
V A P I	0.66
Kirpich	0.08
VALORE STIMATO	0.09

T. RITORNO (anni)	Tt' (*) (ore)	Tc+Tt (**) (ore)
50	0.0121	0.1021
100	0.0112	0.1012
200	0.0106	0.1006
500	0.0098	0.0998

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV		LOG NORMALE	
Ψ	$h(Tc+Tt)$ (mm)	hn (mm)	Ψ
0.53	15.7606	8.3171	0.61
0.55	16.8717	9.2573	0.64
0.56	17.7500	10.0112	0.67
0.59	19.0588	11.1499	0.70
			h(Tc+Tt)
			h (mm)
			20.9035
			23.4158
			25.9964
			29.5044
			20.6694

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale
 (**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	0.22	0.29	0.37	0.51
TCEV	3.65	4.44	5.22	6.26

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 1.9E+06 (deve essere > 5E+09)
 S= 0.032 (deve essere > 60Kmq)

METODI INDIRETTI

TCEV	0.72	0.81	0.89	0.99
SIRCHIA	0.84	0.84	0.84	0.84
SIRCHIA MODIFICATO	0.64	0.74	0.84	0.98
LOG NORMALE	1.11	1.32	1.54	1.84
PORTATA DI PROGETTO	1.11	1.32	1.54	1.84

TABELLA 12 ZI_B3.1.2.2

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE		
AREA (Kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	MEDIA (Km)	PENDENZA
0.023	35.00	60.50	0.2400	0.1158

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)	T. RITORNO (anni)	Tt (*) (ore)	Tc+Tf (**) (ore)
Soil conserv	0.05			
Glandotti	0.25	50	0.0088	0.0688
Pasini	0.06	100	0.0083	0.0683
Viparelli	0.05	200	0.0079	0.0679
Ventura	0.06	500	0.0074	0.0674
V A P I	0.54			
Kirpich	0.06			
VALORE STIMATO	0.06			

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	0.17	0.23	0.29	0.40
TCEV	2.98	3.62	4.26	5.11

METODI INDIRETTI

TCEV	0.61	0.67	0.72	0.80
SIRCHIA	0.63	0.63	0.63	0.63
SIRCHIA MODIFICATO	0.49	0.56	0.64	0.74
LOG NORMALE	1.06	1.26	1.47	1.77
PORTATA DI PROGETTO	1.06	1.26	1.47	1.77

PARAMETRI				
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona gruppo
96.85	8.261	0.3958	67.0	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV					LOG NORMALE						
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)			
0.50	12.8611	6.4529	0.61	18.4076	11.2222	0.52	13.6278	7.0868	0.64	20.6632	13.2522
0.53	14.1869	7.5552	0.67	22.9859	15.3785	0.55	15.0766	8.3103	0.70	26.1455	18.3157

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 1.4E+06 (deve essere > 5E+09)
S= 0.023 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 13 ZI_B3.1.2.3

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE		
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	MEDIA (km)	PENDENZA
0.050	35.60	70.00	0.3600	0.0791

TEMPI DI CORRIVAZIONE

(ore)		T. RITORNO (anni)	Tf (*) (ore)	Tc+Tf (**) (ore)
Soil conserv	0.05	50	0.0132	0.1132
Giandotti	0.30	100	0.0121	0.1121
Pasini	0.10	200	0.0114	0.1114
Viparelli	0.06	500	0.0105	0.1105
Ventura	0.10			
V A P I	0.76			
Kirpich	0.08			
VALORE STIMATO	0.10			

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	0.34	0.45	0.58	0.79
T C E V	4.88	5.94	6.99	8.38

METODI INDIRETTI

T C E V	1.09	1.23	1.34	1.51
SIRCHIA	1.25	1.25	1.25	1.25
SIRCHIA MODIFICATO	0.96	1.12	1.27	1.47
LOG NORMALE	1.63	1.94	2.26	2.70
PORTATA DI PROGETTO	1.63	1.94	2.26	2.70

PARAMETRI				
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona gruppo
96.35	9.622	0.3958	67.0	2 2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV					LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	hn (mm)	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	hn (mm)	hn (mm)
0.53	16.5578	8.8283	0.61	21.6105	13.2229	15.5508	0.64	24.1944	17.9804
0.55	17.7723	9.8608	0.64	24.1944	15.5508	17.9804	0.67	26.8469	21.3322
0.57	18.7490	10.7032	0.67	26.8469	17.9804	21.3322	0.70	30.4520	
0.59	20.1856	11.9594	0.70	30.4520	21.3322				

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 3.5E+06 (deve essere > 5E+09)
S= 0.050 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 14 ZI_B3.1.2.4

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE		
AREA (Kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	MEDIA (km)	PENDENZA
0.579	33.88	83.25	0.2175	0.0064

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)
Soil conserv	0.36
Glandotti	1.08
Pasini	1.42
Viparelli	0.37
Ventura	1.21
V A P I	2.89
Kirpich	0.80
VALORE STIMATO	1.42

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	2.40	3.17	4.09	5.56 (mc/s)
T C E V	23.61	28.72	33.81	40.52 (mc/s)

METODI INDIRETTI

T C E V	3.70	4.52	5.35	6.47 (mc/s)
SIRCHIA	11.12	11.12	11.12	11.12 (mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	8.56	9.90	11.23	13.01 (mc/s)
LOG NORMALE	2.86	3.37	3.89	4.62 (mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	3.70	4.52	5.35	6.47 (mc/s)

PARAMETRI

(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona	gruppo
90.19	27.628	0.3958	67.0	2	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV						LOG NORMALE					
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)
0.60	59.8563	36.0162	0.55	50.4588	27.8249	0.64	68.0808	43.3914	0.58	55.7131	32.3689
0.67	76.2992	50.9028	0.61	61.0389	37.0664	0.70	87.1529	60.9860	0.64	68.2254	43.5225

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 4.8E+07 (deve essere > 5E+09)
S= 0.579 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 15 ZI B3.1.2.4.1

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	PENDENZA (Km)
0.037	38.00	70.00	0.288
		0.3600	0.2430

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)
Soil conserv	0.04
Glandotti	0.27
Pasini	0.05
Viparelli	0.05
Ventura	0.05
V A P I	0.51
Kirpich	0.04
VALORE STIMATO	0.05

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	0.27	0.36	0.46	0.63
T C E V	3.99	4.86	5.72	6.85

METODI INDIRETTI

T C E V	1.01	1.11	1.18	1.30
SIRCHIA	0.95	0.95	0.95	0.95
SIRCHIA MODIFICATO	0.73	0.84	0.96	1.11
LOG NORMALE	1.88	2.24	2.61	3.14
PORTATA DI PROGETTO	1.88	2.24	2.61	3.14

PARAMETRI					
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona	gruppo
97.01	7.829	0.3958	67.0	2	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV					LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tf)	hn	Ψ	h(Tc+Tf)	hn	h(Tc+Tf)	hn	h(Tc+Tf)	hn
	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
0.49	11.6666	5.6905	0.61	17.3924	10.5888				
0.50	12.3057	6.2119	0.64	19.5419	12.5225				
0.52	12.7505	6.5795	0.67	21.7580	14.5508				
0.53	13.4877	7.1964	0.70	24.7733	17.3537				

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 2.6E+06 (deve essere > 5E+09)
S= 0.037 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 16 ZI_B3.1.2.4.2

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE		
AREA (Kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	MEDIA (Km)	PENDENZA
0.180	36.97	120.50	0.3200	1.093
				0.1361

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)
Soil conserv	0.14
Glandotti	0.46
Pasini	0.17
Viparelli	0.20
Ventura	0.15
V A P I	1.01
Kirpich	0.15
VALORE STIMATO	0.17

T. RITORNO (anni)	Tf (*) (ore)	Tc+Tf (**) (ore)
50	0.0201	0.1901
100	0.0183	0.1883
200	0.0170	0.1870
500	0.0154	0.1854

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	1.33	1.75	2.26	3.07
T C E V	11.13	13.53	15.93	19.09

METODI INDIRETTI

T C E V	3.18	3.64	4.05	4.64
SIRCHIA	3.92	3.92	3.92	3.92
SIRCHIA MODIFICATO	3.02	3.49	3.96	4.59
LOG NORMALE	4.13	4.89	5.67	6.76
PORTATA DI PROGETTO	4.13	4.89	5.67	6.76

PARAMETRI

(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona	gruppo
95.74	11.302	0.3958	67.0	2	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV		LOG NORMALE			
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)
0.56	21.4115	12.0436	0.61	25.5496	15.6800
0.59	23.2944	13.6824	0.64	28.5270	18.3648
0.61	24.9211	15.1198	0.67	31.5745	21.1571
0.63	27.1994	17.1617	0.70	35.7117	25.0036

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 2.2E+07 (deve essere > 5E+09)
S= 0.180 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 17 ZI B3.1.2.4.3

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	PENDENZA
0.313	37.61	73.67	0.0087
		1.454	

PARAMETRI			
(III categ.)	S	Sirchia	hg media
	23.141	0.3958	67.0
			2
			2

TEMPI DI CORRIVAZIONE

(ore)		(ore)		(ore)	
Soil conserv	Giandotti	Tf (*)	Tc+Tf (**)	Tf (*)	Tc+Tf (**)
0.44	0.92	0.0899	0.9799	0.0899	0.9799
0.89	0.27	0.0783	0.9683	0.0783	0.9683
0.76	2.21	0.0693	0.9593	0.0693	0.9593
0.55		0.0603	0.9503	0.0603	0.9503
VALORE STIMATO	0.89				

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV		LOG NORMALE	
Ψ	h _i (Tc+Tf)	h _n	h(Tc+Tf)
		(mm)	(mm)
0.60	50.4386	30.4356	43.3856
0.64	57.2553	36.5536	48.0170
0.67	64.0285	42.7468	52.7208
0.70	72.9525	51.0379	59.0810
			38.2130

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	1.39	1.83	2.36	3.20
TCEV	15.88	19.31	22.73	27.25

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 2.3E+07 (deve essere > 5E+09)
S=0.313 (deve essere > 60Kmq)

METODI INDIRETTI

TCEV	2.70	3.28	3.87	4.67
SIRCHIA	6.42	6.42	6.42	6.42
SIRCHIA MODIFICATO	4.94	5.71	6.48	7.51
LOG NORMALE	2.15	2.54	2.94	3.50
PORTATA DI PROGETTO	2.70	3.28	3.87	4.67

TABELLA 18 ZI_B3.1.2.4.3.1

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE		
AREA (Km ²)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	MEDIA (Km)	PENDENZA
0.051	42.58	64.00	0.0575	0.2178

TEMPI DI CORRIVAZIONE

(ore)		T. RITORNO (anni)	Tf (*) (ore)	Tc+Tf (**) (ore)
Soil conserv	0.12	50	0.0089	0.0689
Giandotti	0.38	100	0.0084	0.0684
Pasini	0.06	200	0.0080	0.0680
Viparelli	0.06	500	0.0075	0.0675
Ventura	0.06			
V A P I	0.55			
Kirpich	0.05			
VALORE STIMATO	0.06			

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
LOG NORMALE	0.32	0.42	0.55	0.74
T C E V	4.92	5.98	7.04	8.44
METODI INDIRETTI				
T C E V	1.31	1.45	1.55	1.72
SIRCHIA	1.27	1.27	1.27	1.27
SIRCHIA MODIFICATO	0.97	1.13	1.28	1.48
LOG NORMALE	2.30	2.74	3.20	3.84
PORTATA DI PROGETTO	2.30	2.74	3.20	3.84

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	0.32	0.42	0.55	0.74
T C E V	4.92	5.98	7.04	8.44

METODI INDIRETTI

T C E V	1.31	1.45	1.55	1.72
SIRCHIA	1.27	1.27	1.27	1.27
SIRCHIA MODIFICATO	0.97	1.13	1.28	1.48
LOG NORMALE	2.30	2.74	3.20	3.84
PORTATA DI PROGETTO	2.30	2.74	3.20	3.84

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm=3.3E+06 (deve essere > 5E+09)
 S= 0.051 (deve essere > 60Kmq)

PARAMETRI				
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona gruppo
96.85	8.261	0.3958	67.0	2 2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV					LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)		
0.50	12.7537	6.3649	0.61	18.4150	11.2288				
0.52	13.5135	6.9916	0.64	20.6708	13.2591				
0.53	14.0677	7.4549	0.67	22.9939	15.3859				
0.55	14.9494	8.2016	0.70	26.1540	18.3236				

TABELLA 19 ZI B3.1.2.4.3.2

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	PENDENZA (Km)
0.089	42.30	90.00	0.746
		0.0750	0.1218

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)
Soil conserv	0.21
Glandotti	0.42
Pasini	0.13
Viparelli	0.14
Ventura	0.11
V A P I	0.82
Kirpich	0.12
VALORE STIMATO	0.13

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	0.63	0.83	1.07	1.46
T C E V	7.08	8.61	10.13	12.14

METODI INDIRETTI

T C E V	1.75	1.99	2.20	2.49
SIRCHIA	2.09	2.09	2.09	2.09
SIRCHIA MODIFICATO	1.61	1.86	2.12	2.45
LOG NORMALE	2.44	2.90	3.36	4.02
PORTATA DI PROGETTO	2.44	2.90	3.36	4.02

PARAMETRI					
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona	gruppo
96.06	10.418	0.3958	67.0	2	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV					LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tf)	hn	Ψ	h(Tc+Tf)	hn	h(Tc+Tf)	hn	h(Tc+Tf)	hn
	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
0.55	18.8188	10.3143	0.61	23.4736	14.3642				
0.57	20.3341	11.6183	0.64	26.2450	16.8820				
0.59	21.6002	12.7243	0.67	29.0857	19.4845				
0.61	23.4124	14.3295	0.70	32.9444	23.0721				

LIMITI DI VALIDITA'

S*hm= 8.0E+06 (deve essere > 5E+09)
S= 0.089 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 20 ZI B3.1.2.4.3.3

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE		
AREA (Km ²)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	MEDIA (Km)	PENDENZA
0.108	41.52	51.00	0.1500	0.1225

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)	Tf (*) (ore)	Tc+Tf (**) (ore)
Soil conserv	0.13		
Glandotti	0.93		
Pasini	0.13	0.0162	0.1462
Viparelli	0.12	0.0149	0.1449
Ventura	0.12	0.0139	0.1439
V A P I	0.72	0.0127	0.1427
Kirpich	0.11		
VALORE STIMATO	0.13		

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	0.48	0.63	0.81	1.10 (mc/s)
T C E V	7.99	9.72	11.44	13.71 (mc/s)

METODI INDIRETTI

T C E V	2.11	2.40	2.64	3.00 (mc/s)
SIRCHIA	2.48	2.48	2.48	2.48 (mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	1.91	2.21	2.50	2.90 (mc/s)
LOG NORMALE	2.95	3.49	4.06	4.85 (mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	2.95	3.49	4.06	4.85 (mc/s)

PARAMETRI				
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona gruppo
96.06	10.418	0.3958	67.0	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV					LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)		
0.55	18.7759	10.2778	0.61	23.4758	14.3861				
0.57	20.2876	11.5780	0.64	26.2472	16.8840				
0.59	21.5506	12.6807	0.67	29.0879	19.4865				
0.61	23.3584	14.2813	0.70	32.9467	23.0742				

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 5.5E+06 (deve essere > 5E+09)
S= 0.108 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 21 ZI_B4

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	PENDENZA (km)
0.482	0.80	53.00	1.228
		0.1967	0.0372

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)
Soil conserv	0.21
Glandotti	0.80
Pasini	0.47
Viparelli	0.23
Ventura	0.46
V A P I	1.46
VALORE STIMATO	0.47

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	1.50	1.97	2.54	3.46
T C E V	20.98	25.52	30.04	36.00

METODI INDIRETTI

T C E V	5.75	6.80	7.82	9.20
SIRCHIA	9.44	9.44	9.44	9.44
SIRCHIA MODIFICATO	7.27	8.40	9.54	11.05
LOG NORMALE	5.63	6.61	7.62	9.02
PORTATA DI PROGETTO	5.75	6.80	7.82	9.20

PARAMETRI			
(III categ.)	S	Sirchia (mm)	hg media (mm)
94.22	15.582	0.3958	67.0
		2	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV				LOG NORMALE			
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)
0.62	35.7616	22.0978	0.61	35.2461	21.6367	35.2461	21.6367
0.65	39.9455	25.8798	0.64	39.1565	25.1616	39.1565	25.1616
0.67	43.9200	29.5278	0.67	43.1381	28.8064	43.1381	28.8064
0.70	49.2300	34.4671	0.70	48.5295	33.8118	48.5295	33.8118

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 2.6E+07 (deve essere > 5E+09)
S= 0.482 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 22 ZI_B4.1

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO				ASTA FLUVIALE			
AREA (Km ²)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	PENDENZA	MEDIA (Km)	LUNGHEZZA	PENDENZA	
0.334	6.09	53.00	0.1800	1.073	0.0381		

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)	T. RITORNO (anni)	Tt (*) (ore)	Tc+Tt (**) (ore)
Soil conserv	0.20			
Glandotti	0.72	50	0.0381	0.4281
Pasini	0.39	100	0.0339	0.4239
Viparelli	0.20	200	0.0308	0.4208
Ventura	0.38	500	0.0274	0.4174
V A P I	1.33			
VALORE STIMATO	0.39			

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	1.14	1.50	1.94	2.63 (mc/s)
TCEV	16.57	20.15	23.72	28.44 (mc/s)

METODI INDIRETTI

TCEV	4.33	5.09	5.82	6.81 (mc/s)
SIRCHIA	6.81	6.81	6.81	6.81 (mc/s)
SIRCHIA MODIFICATO	5.24	6.06	6.88	7.97 (mc/s)
LOG NORMALE	4.45	5.23	6.04	7.15 (mc/s)
PORTATA DI PROGETTO	4.45	5.23	6.04	7.15 (mc/s)

PARAMETRI				
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona gruppo
94.6	14.499	0.3958	67.0	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV					LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	hn (mm)	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ	hn (mm)	hn (mm)
0.61	32.6026	19.9598	0.62	33.2068	20.4998				
0.64	36.2422	23.2375	0.65	36.9265	23.8599				
0.66	39.6487	26.3520	0.67	40.7172	27.3367				
0.69	44.2264	30.5933	0.70	45.8529	32.1132				

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 1.8E+07 (deve essere > 5E+09)
S= 0.334 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 23 ZI_B4.1.1

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (Km)	PENDENZA
0.123	16.57	0.1400	0.0500

PARAMETRI			
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)
95.48	12.024	0.3958	67.0

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)
Soil conserv	0.15
Giandotti	0.56
Pasini	0.21
Viparelli	0.13
Ventura	0.20
V.A.P.I	0.95
Kirpich	0.16
VALORE STIMATO	0.21

T. RITORNO (anni)	Tf (*) (ore)	Tc+Tf (**) (ore)
50	0.0234	0.2334
100	0.0212	0.2312
200	0.0196	0.2296
500	0.0177	0.2277

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV		LOG NORMALE	
Ψ	h(Tc+Tf) (mm)	hn (mm)	Ψ
0.58	23.9814	13.8553	0.61
0.60	26.2342	15.8376	0.64
0.62	28.2259	17.6171	0.67
0.65	30.9779	20.1102	0.70

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	0.50	0.65	0.84	1.14
T C E V	8.71	10.59	12.47	14.95

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 5.8E+06 (deve essere > 5E+09)
S= 0.123 (deve essere > 60Kmq)

METODI INDIRETTI

T C E V	2.04	2.35	2.63	3.03
SIRCHIA	2.79	2.79	2.79	2.79
SIRCHIA MODIFICATO	2.15	2.49	2.82	3.27
LOG NORMALE	2.47	2.91	3.37	4.01
PORTATA DI PROGETTO	2.47	2.91	3.37	4.01

TABELLA 24 ZI B4.1.2

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE		
AREA (kmq)	CHIUSURA (m s.l.m.)	MEDIA (m s.l.m.)	LUNGHEZZA (Km)	PENDENZA
0.128	16.57	59.00	0.2200	0.0855

TEMPI DI CORRIVAZIONE

Soil conserv	(ore)	T. RITORNO (anni)	Tt (*) (ore)	Tc+Tt (**) (ore)
Giandotti	0.11	50	0.0190	0.1790
Pasini	0.46	100	0.0174	0.1774
Viparelli	0.16	200	0.0161	0.1761
Ventura	0.16	500	0.0147	0.1747
V A P I	0.87			
Kirpich	0.12			
VALORE STIMATO	0.16			

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	0.60	0.79	1.02	1.32 (mcs/s)
T C E V	8.91	10.83	12.75	15.28 (mcs/s)

METODI INDIRETTI

T C E V	2.32	2.65	2.94	3.36 (mcs/s)
SIRCHIA	2.88	2.88	2.88	2.88 (mcs/s)
SIRCHIA MODIFICATO	2.22	2.56	2.91	3.37 (mcs/s)
LOG NORMALE	3.05	3.61	4.19	4.99 (mcs/s)
PORTATA DI PROGETTO	3.05	3.61	4.19	4.99 (mcs/s)

PARAMETRI				
(III categ.)	S	Sirchia	hg media (mm)	sotto zona gruppo
95.82	11.080	0.396	67.0	2

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV					LOG NORMALE				
Ψ	h(Tc+Tt) (mm)	hn (mm)	Ψ	h(Tc+Tt) (mm)	hn (mm)	h(Tc+Tt) (mm)	Ψ	h(Tc+Tt) (mm)	hn (mm)
0.56	20.8454	11.6815	0.61	25.0611	15.3836				
0.58	22.6440	13.2441	0.64	27.9906	18.0255				
0.60	24.1866	14.6049	0.67	30.9900	20.7741				
0.63	26.3569	16.5463	0.70	35.0624	24.5610				

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 7.5E+06 (deve essere > 5E+09)
S= 0.128 (deve essere > 60Kmq)

TABELLA 25 ZI B4.2

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE

BACINO		ASTA FLUVIALE	
AREA	CHIUSURA	MEDIA	PENDENZA
(Kmq)	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(Km)
0.136	6.09	53.00	0.828
		0.2300	0.0786

PARAMETRI			
(III categ.)	S	Sirchia	hg media
			(mm)
95.6	11.690	0.3958	67.0
			2
			2

TEMPI DI CORRIVAZIONE

	(ore)
Soil conserv	0.13
Giandotti	0.50
Pasini	0.19
Viparelli	0.15
Ventura	0.17
V A P I	0.88
Kirpich	0.15
VALORE STIMATO	0.19

T. RITORNO	Tf (*)	Tc+Tf (**)
(anni)	(ore)	(ore)
50	0.0218	0.2118
100	0.0198	0.2098
200	0.0183	0.2083
500	0.0166	0.2066

ALTEZZE DI PIOGGIA

TCEV				LOG NORMALE			
Ψ	h(Tc+Tf)	hn	Ψ	h(Tc+Tf)	hn	h(Tc+Tf)	hn
	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
0.57	22.7570	12.9848	0.61	26.4568	16.2448		
0.60	24.8301	14.7997	0.64	29.5241	19.0110		
0.62	26.6434	16.4117	0.67	32.6617	21.8861		
0.64	29.1644	18.6841	0.70	36.9201	25.8452		

(*) tempo di formazione del deflusso superficiale

(**) durata di pioggia critica somma dei tempi di corrivazione e di formazione del deflusso sup.

PORTATE DI PIENA

TEMPI DI RITORNO (anni):	50	100	200	500
--------------------------	----	-----	-----	-----

METODI DIRETTI (analisi regionale)

LOG NORMALE	0.58	0.77	0.99	1.34
TCEV	9.26	11.26	13.25	15.88

METODI INDIRETTI

TCEV	2.31	2.66	2.97	3.41
SIRCHIA	3.04	3.04	3.04	3.04
SIRCHIA MODIFICATO	2.34	2.70	3.07	3.56
LOG NORMALE	2.89	3.41	3.96	4.71
PORTATA DI PROGETTO	2.89	3.41	3.96	4.71

LIMITI DI VALIDITA'

S*Hm= 7.2E+06 (deve essere > 5E+09)
 S=0.136 (deve essere > 60Kmq)