

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA
U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

PROGETTO DEFINITIVO

VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI - OLBIA

VARIANTE DI BAULADU

RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RR0H 01 D 11 RI ID0002 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F.BIANCHI	15 MARZO 2018	M. VILLANI	15MARZO2018	T.PAOLETTI	MARZO 2018	L.BERARDI
File: RR0H01D13RIID0002001A.doc								n. Elab. 249

1. SOMMARIO	
2. PREMESSA	3
3. RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)	3
3.2 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.S.F.F.)	4
3.3 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.)	5
3.4 ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	5
4. INTERFERENZE IDROGRAFICHE E OPERE DI PROGETTO	8
5. APPENDICE	11

2. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del Progetto Definitivo di velocizzazione della linea San Gavino–Sassari–Olbia, variante di Bauladu (Lotto 1), definisce gli aspetti idraulici delle opere in progetto e ne esplicita la compatibilità idraulica nel rispetto delle normative vigenti.

Elaborati di riferimento per lo studio idraulico:

- Relazione idrologica RR0H01D13RIID0001001A
- Corografia dei bacini RR0H01D13C4ID0001001A
- Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria e stradale e piazzali RR0H01D13RIID0002001A

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le opere infrastrutturali in progetto di sviluppano nella regione Sardegna interessando il bacino del fiume Tirso. Nel seguito si riporta una sintesi degli strumenti normativi territoriali vigenti che sono stati presi in considerazione nella analisi della compatibilità idraulica delle opere in progetto. In particolare questi sono:

- Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.)
- Piano stralcio per l'assetto idrogeologico (P.S.F.F.)
- Piano di gestione del rischio alluvioni (P.G.R.A.)

3.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

La Giunta Regionale della Sardegna, con delibera n. 45/57 del 30.10.1990 n.45/57, ha suddiviso il Bacino Unico Regionale in sette Sub bacini, ognuno dei quali caratterizzato da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche. La stessa Giunta Regionale ha approvato il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) con delibera n.54/33 in data 30.12.2004. Nell'ambito del PAI, per ognuno dei succitati sette sub bacini sono stati individuati:

- le aree a pericolosità idraulica;
- le aree a pericolosità da frana;
- le mappe del rischio relative alla pericolosità idraulica e da frana;
- le norme di salvaguardia che disciplinano le aree a pericolosità idraulica e da frana;

L'individuazione delle aree pericolose è stata articolata in quattro livelli di pericolosità:

- aree a probabilità di inondazione molto alta – allagate con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni (Hi4);
- aree a probabilità d'inondazione alta – allagate con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 100 anni (Hi3);
- aree a probabilità d'inondazione moderata – allagate con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni (Hi2);

- aree a probabilità d'inondazione bassa – allagate con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 500 anni (Hi1).

Le corrispondenti classi di rischio sono valutate come

$$R_i = H_i \cdot E \cdot V$$

In cui

H_i = pericolosità idraulica, ossia la probabilità di superamento della portata al colmo di piena che, in accordo al DPCM 29/09/98, nella redazione del P.A.I. è stata ripartita in 4 livelli pari a 0.02, 0.01, 0.005, 0.002, che corrispondono ai periodi di ritorno T di 50 (H_{i4}), 100 (H_{i3}), 200 (H_{i2}) e 500 (H_{i1}) anni.

E = elementi a rischio, che ai sensi del DPCM 29/09/98, sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi. Nella redazione del P.A.I. ad ogni elemento a rischio è stato attribuito un peso secondo una scala compresa fra 0 e 1, a seconda della classificazione attribuita allo stesso elemento.

V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento, e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio E in caso del manifestarsi del fenomeno. Nella redazione del P.A.I. la vulnerabilità, in accordo al DPCM 29/09/98, è stata assunta pari all'unità.

3.2 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.S.F.F.)

Con delibera del Comitato Istituzionale n. 2 del 17.12.2015 è stato approvato il Piano stralcio delle fasce fluviali (P.S.F.F.); con esso la Regione Sardegna ha voluto integrare ed approfondire gli studi predisposti nell'ambito del P.A.I. in materia di alluvioni: mediante il P.S.F.F. sono state considerate ed analizzate le aste fluviali per tutta la loro estensione, e non più per tronchi critici. L'analisi svolta dal P.S.F.F. interessa il reticolo idrografico dei sette sub bacini definiti dal P.A.I.

Per tutti i corsi d'acqua analizzati dal P.S.F.F., in funzione dei succitati criteri, sono state individuate le seguenti fasce d'inondazione:

Fascia A2, ovvero aree inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T = 2$ anni (corrispondente alla pericolosità H_{i4} del P.A.I.);

Fascia A50, ovvero aree inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T = 50$ anni (corrispondente alla pericolosità H_{i4} del P.A.I.);

Fascia B100, ovvero aree inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T = 100$ anni (corrispondente alla pericolosità H_{i3} del P.A.I.);

Fascia B200, ovvero aree inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T = 200$ anni (corrispondente alla pericolosità H_{i2} del P.A.I.);

Fascia C, ovvero aree inondabili al verificarsi dell'evento con portata al colmo di piena corrispondente a periodo di ritorno $T = 500$ anni o superiore (corrispondente alla pericolosità H_{i1} del P.A.I.), comprensiva quindi anche di

	PROGETTO DEFINITIVO VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO-SASSARI-OLBIA					
	VARIANTE DI BAULADU					
RELAZIONE DIRAULICA E DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	COMMESSA RROH	LOTTO 01	CODIFICA D 13 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A	FOGLIO 5 di 16

eventi storici eccezionali, e, nel caso siano più estese, comprendenti anche le aree storicamente inondate e quelle individuate mediante analisi geomorfologica.

3.3 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (P.G.R.A.)

L'articolo 7 del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 "Attuazione della Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni", che recepisce in Italia la Direttiva comunitaria 2007/60/CE, prevede che in ogni distretto idrografico, di cui all'art. 64 del D.Lgs 152/2006, sia predisposto il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (di seguito indicato come PGRA).

Nel PGRA vengono individuate le sinergie interrelazioni con le politiche di pianificazione del territorio e di conservazione della natura e viene pianificato il coordinamento delle politiche relative agli usi idrici e territoriali, in quanto tali politiche possono avere importanti conseguenze sui rischi di alluvioni e sulla gestione dei medesimi. Per quanto attiene alle mappe di pericolosità da alluvione, al fine di rispondere in maniera adeguata a quanto richiesto dalla Direttiva Alluvioni, dal D.Lgs. 49/2010, dagli indirizzi operativi predisposti dal MATTM, le quattro classi di pericolosità definite dagli strumenti di pianificazione adottati od approvati dalla Regione Sardegna (P.A.I., P.S.F.F., studi ex Art. 7 comma 2 delle NA del P.A.I.) nonché i perimetri delle aree interessate dall'evento alluvionale del 18.11.2013 denominato "Cleopatra", sono state accorpate secondo le tre classi di seguito riportate:

- P3 – aree a pericolosità elevata, con elevata probabilità di accadimento ($Tr \leq 50$);
- P2 – aree a pericolosità media, con media probabilità di accadimento ($100 \leq Tr \leq 200$);
- P1 – aree a pericolosità bassa, con bassa probabilità di accadimento ($200 \leq Tr \leq 500$);

3.4 ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Le informazioni riguardanti le aree a pericolosità idraulica, individuate dai diversi piani di gestione del territorio citati nei paragrafi precedenti, sono stati messi a disposizione di Italferr dall'Agenzia Regionale Distretto Idrografico della regione Sardegna. La detta Agenzia ha inviato, con protocollo 442 del 06/06/2017, i dati del PGRA (in formato .shp) che comprendono le perimetrazioni delle aree caratterizzate da pericolosità idraulica mappate nell'ambito della predisposizione del PAI e sue varianti, di studi derivanti dall'applicazione dell'Art.8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI, della predisposizione del PSFF nonché delle aree alluvionate nell'evento del 18/11/2013 denominato Cleopatra.

Nel seguito è mostrata la sovrapposizione della variante di Bauladu in progetto con le mappe di:

- A. Elementi esposti (Figura 1)
- B. Pericolosità idraulica da P.A.I. (Figura 2)
- C. Pericolosità di alluvione secondo PGRA (Figura 3)
- D. Rischio alluvione PGRA (Figura 4)

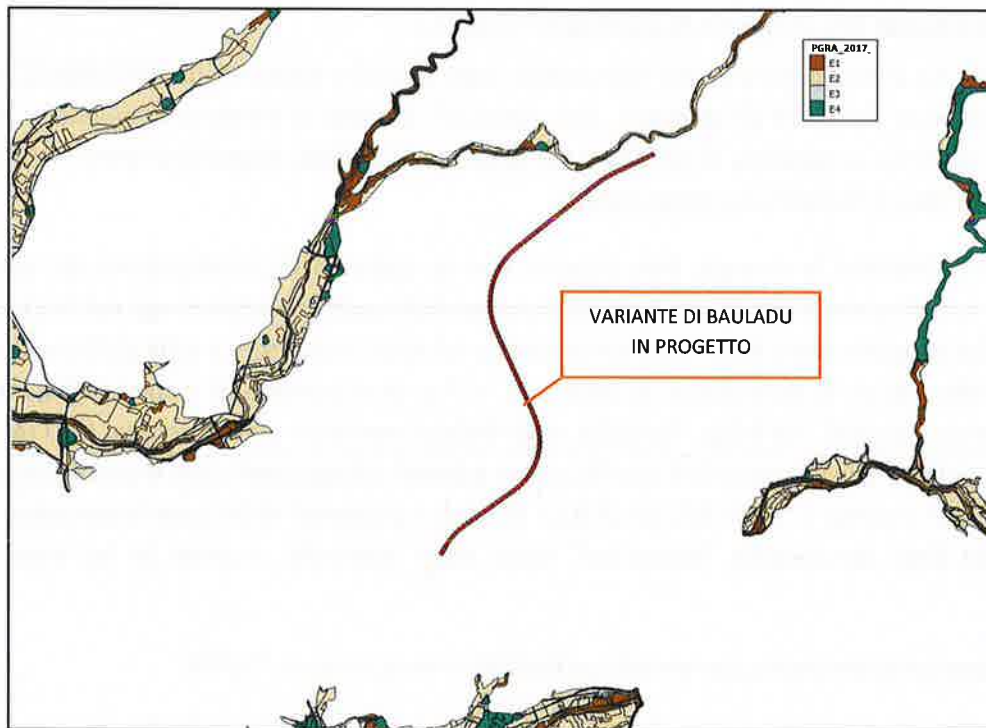


FIGURA 1 – SINTESI DELLE INFORMAZIONI RELATIVE AGLI ELEMENTI ESPOSTI

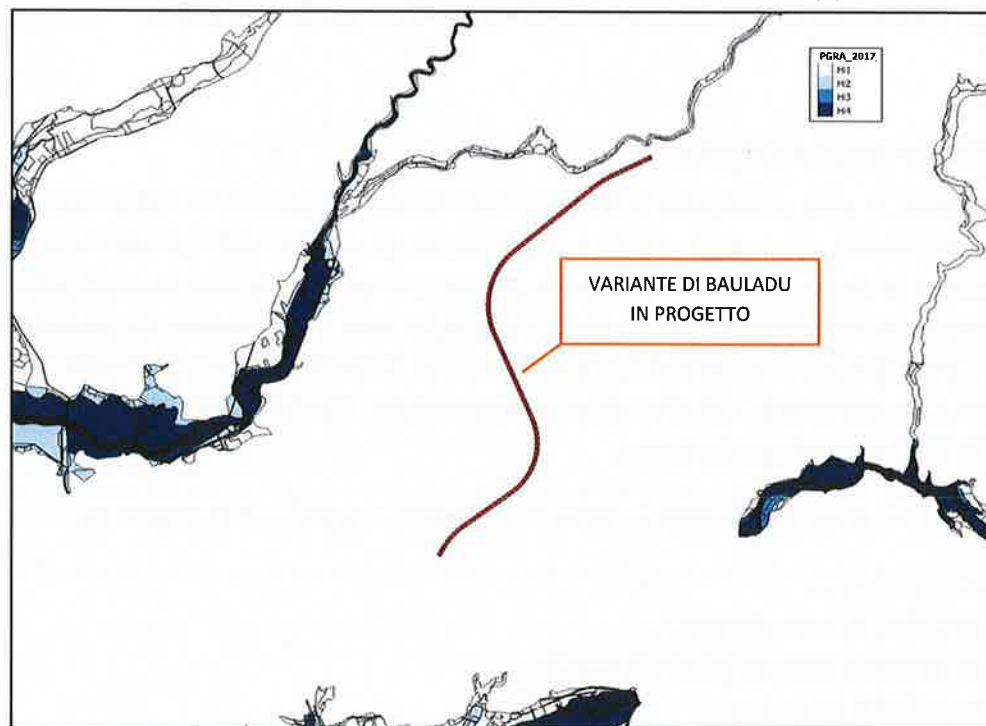


FIGURA 2 – PERICOLOSITÀ D'ALLUVIONE CLASSIFICATA SECONDO LE CLASSI DI PERICOLOSITÀ P.A.I.

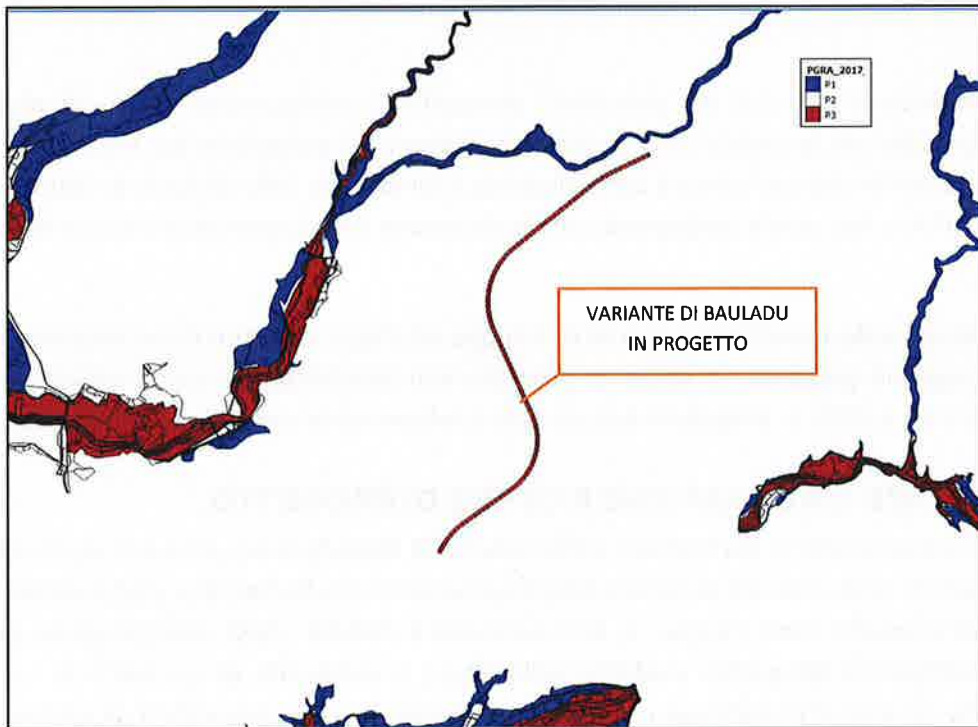


FIGURA 3 – PERICOLOSITÀ D'ALLUVIONE CLASSIFICATA SECONDO LE CLASSI DI PERICOLOSITÀ P.G.R.A.

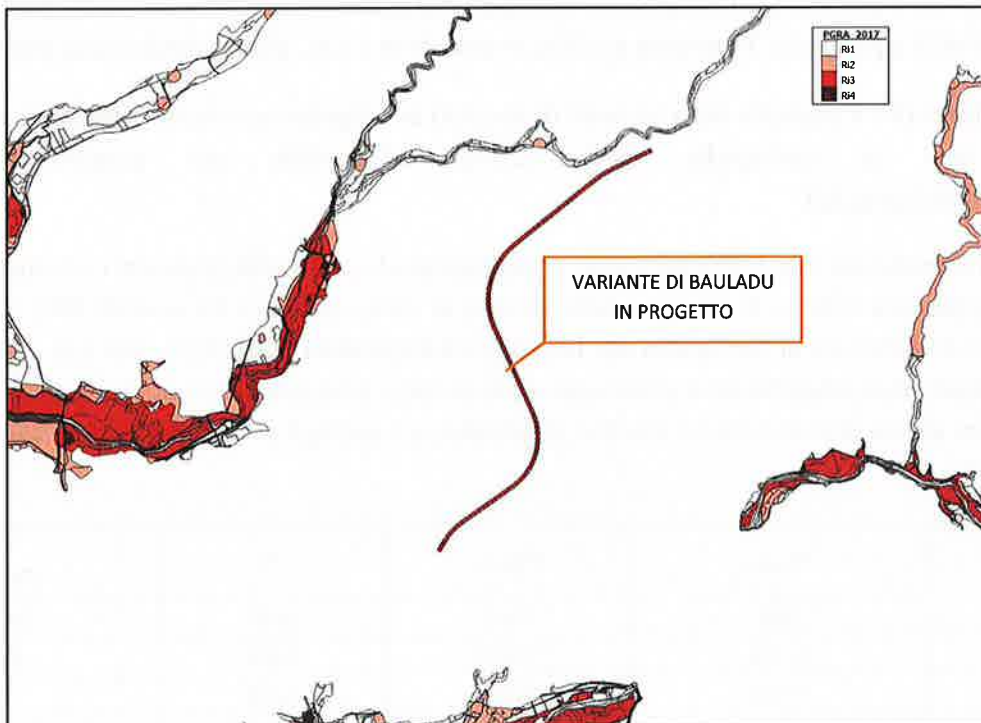


FIGURA 4 – RISCHIO D'ALLUVIONE

La sovrapposizione tra le aree a preesistente pericolosità idraulica individuate dall'Autorità di Bacino e l'asse di progetto della variante di Bauladu ha mostrato come gli interventi in progetto non ricadono in alcuna delle aree mappate.

Alla luce delle considerazioni espresse nei precedenti paragrafi, la configurazione finale di progetto risulta idraulicamente compatibile con le norme della legislazione vigente di protezione dai rischi idraulici e con la conformazione odierna dei luoghi, così come è stato illustrato e dimostrato nelle precedenti figure confrontando le aree mappate nel P.G.R.A. con quella conseguente alla realizzazione delle nuove infrastrutture ferroviarie (stato di progetto).

La ferrovia in progetto risponde a specifiche esigenze di sviluppo ed è legata a fattori di pubblico interesse. Inoltre, come illustrato nei seguenti paragrafi, le opere in progetto non interferiscono con il reticolo idrografico: la necessità dei viadotti (VI01 e VI02) in progetto è dettata dalla conformazione orografica del territorio.

4. INTERFERENZE IDROGRAFICHE E OPERE DI PROGETTO

La Figura 5 mostra la sovrapposizione del tracciato della variante di Bauladu in progetto con il reticolo idrografico ufficiale disponibile sul sito della Autorità di Bacino della Regione Sardegna (in formato .shp). I viadotti in progetto (VI01 e VI02) non attraversano corsi d'acqua, la loro necessità è dettata dalla conformazione orografica del territorio. L'unica interferenza idrografica evidente nella figura è localizzata in un tratto in cui il tracciato ferroviario è in galleria naturale: il ricoprimento al di sopra della galleria è tale (oltre 20m) da lasciare indisturbata la interferenza.

Di seguito sono riportate le caratteristiche dei viadotti in progetto:

- VI01, da pk 1+702 a pk 1+950, 10 campate di luce 25m, impalcato in c.a.p., altezza media delle pile **13m**;
- VI02, da pk 7+639 a pk 7+812, 7 campate da 25m, impalcato in c.a.p., altezza media delle pile **12m**;

E' stato inoltre verificato che il tracciato della variante di Bauladu in progetto non interferisce con i corsi d'acqua indicati come tale su cartografia IGM 1:25000 disponibile sul geoportale nazionale (<http://www.pcn.minambiente.it/>).

L'analisi della conformazione del terreno ha permesso di perimetrare la parte sommitale dei compluvi minori, non associati a corsi d'acqua, alla sezione di chiusura della ferrovia in corrispondenza dei viadotti VI01 e VI02: questi sono rappresentati nell'elaborato di Corografia dei bacini (RR0H01D13C4ID0001001A). Per tali aree scolanti in corrispondenza dei viadotti di progetto sono state valutate le portate associate ad eventi di pioggia con tempo di ritorno pari a 200anni al fine di evidenziarne l'ordine di grandezza. I dettagli di tali elaborazioni aggiuntive sono riportati in appendice.

Opera	Pk iniziale	Pk finale	S	Q (Tr=200)
	[km]	[km]	[km ²]	[m ³ /s]
Viadotto VI01	1+702	1+950	0.525	13.1
Viadotto VI02	7+636	7+813	0.016	0.4

**RELAZIONE IDRAULICA E DI COMPATIBILITÀ
IDRAULICA**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RR0H	01	D 13 RI	ID 00 02 001	A	9 di 16

La definizione del sistema di drenaggio delle acque scolanti sulla piattaforma ferroviaria, stradale e piazzali in progetto ha reso necessarie una serie di tombini idraulici atti a garantire la continuità idraulica della rete di smaltimento: le acque convogliate da tali opere minori sono sempre restituite al bacino di naturale competenza. Per tutte queste opere minori sono sempre previste opere di raccordo in materassi di tipo Reno, immediatamente a monte e a valle delle opere) al fine di garantire una graduale transizione tra sezioni a rigidità diversa (sezione in cls del tombino e sezione in terra a monte e valle dell'opera). Per il dimensionamento di tali opere minori si rimanda alla Relazione idraulica drenaggio di piattaforma ferroviaria e stradale e piazzali (RR0H01D13RIID0002001A).

5. APPENDICE

Nell'elaborato Corografia dei bacini (RR0H01D13C5ID0001001A) sono stati perimetrati la parte sommitale dei compluvi minori, non associati a corsi d'acqua, alla sezione di chiusura della ferrovia. Tale analisi è stata effettuata con il software GRASS-QGIS, utilizzando il DEM a risoluzione 10 m. Si sono quindi estratti i dati riguardanti le caratteristiche morfologiche e morfometriche dell'area interessata dal progetto.

I compluvi e le aree afferenti ai diversi bacini studiati sono stati identificati attraverso l'uso del software GRASS-QGIS. Si imposta il sistema di coordinate a la proiezione di riferimento, quindi, il DEM relativo all'area di studio viene importato all'interno dell'ambiente GRASS (r.in.gdal).

Nella seguente immagine è presente l'asse della linea ferroviaria, le cui parti sono contraddistinte dai seguenti colori:

- o Giallo i tratti in viadotto
- o Blu i tratti in galleria
- o Rosso i tratti a cielo aperto (rilevato o trincea)

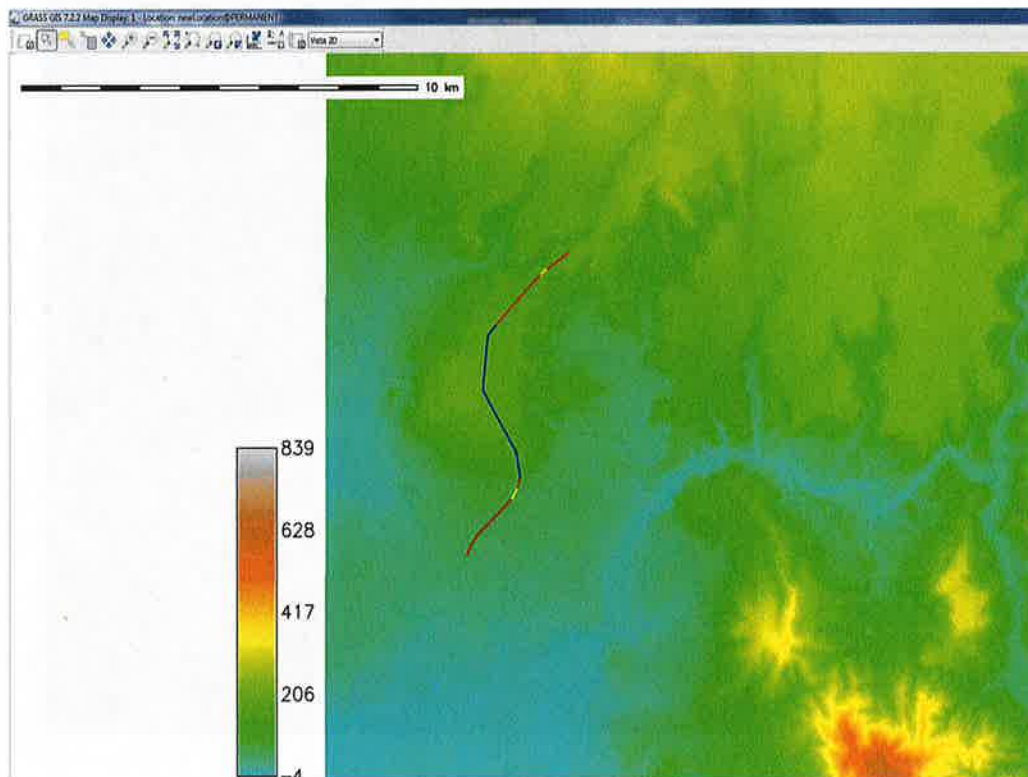


FIGURA 6- DEM DELLA VARIANTE DI BAULADU

Si lancia l'analisi idrologica (r.watershed). Tale procedura permette di ottenere come output un set di mappe raster che includono informazioni sulle direzioni di flusso e sulle cumulate di flusso. Per poter procedere al lancio

del comando, bisogna impostare una soglia (threshold) che specifica il numero minimo di celle drenate che il software dovrà tenere in considerazione per individuare un bacino. Tale valore dipende sia dalla risoluzione del DEM che dal grado di densità della rete che si vuole ottenere quindi, può essere necessario valutare output ottenuti con soglie diverse per selezionare quelli che più soddisfano le esigenze dell'analisi.

L'algoritmo utilizzato per il calcolo delle direzioni di drenaggio è quello delle 8 direzioni di drenaggio (D8). Tale approccio ipotizza che l'acqua raccolta da un pixel venga interamente convogliata in uno solo degli otto pixel adiacenti la cella in questione, ovvero quello caratterizzato dalla massima pendenza verso il basso.

Pertanto, una volta numerati i pixel come riportato in figura, la direzione di drenaggio è indicata con il pixel che massimizzerà le seguenti espressioni:

$$\begin{cases} \frac{\Delta z}{\Delta x} = \frac{z_0 - z_i}{\Delta x} & i \text{ dispari} \\ \frac{\Delta z}{\Delta x} = \frac{z_0 - z_i}{\sqrt{2} \cdot \Delta x} & i \text{ pari} \end{cases}$$

Sulla base di questo algoritmo, dunque, vengono identificate le direzioni di flusso che costituiscono la corrispondente mappa raster.

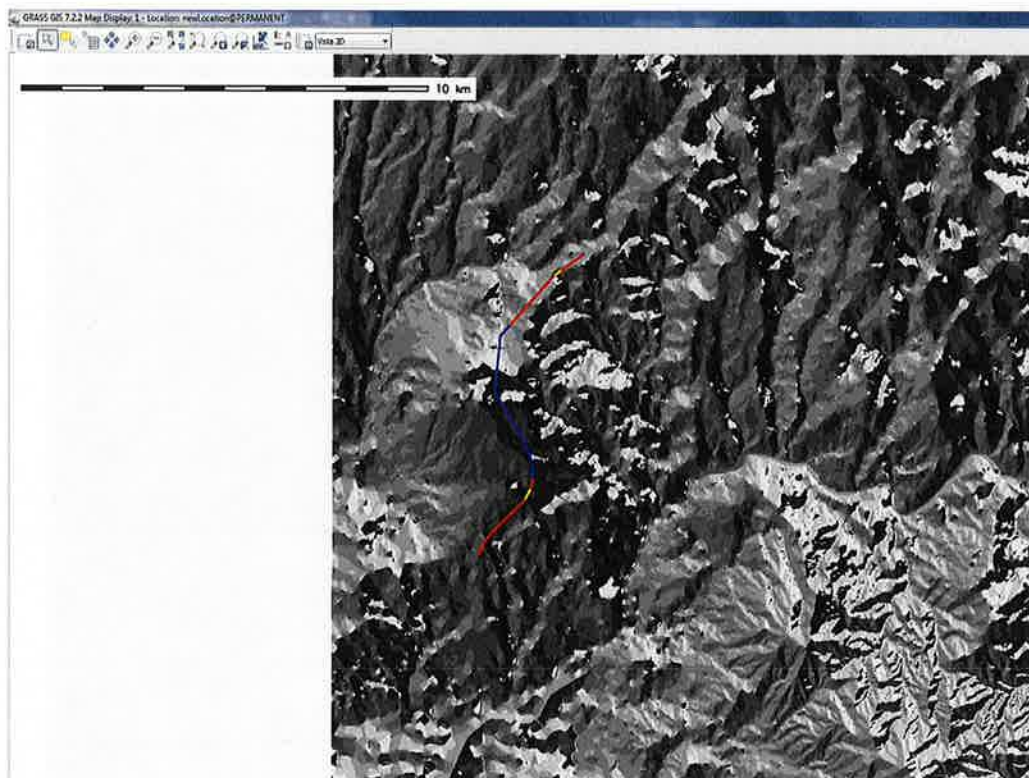


FIGURA 7- DIREZIONI DI FLUSSO DELLA VARIANTE DI BAULADU

In funzione del metodo utilizzato per il calcolo delle direzioni di drenaggio, vengono calcolate anche le aree di cumulate di flusso (*flow accumulation*). In particolare, la mappa raster contiene per ogni cella il valore totale di deflusso superficiale che la attraversa. Non avendo fornito alcuna mappa indicante le quantità di deflusso

superficiale, tale valore corrisponde al numero di celle a monte che drenano nel punto in esame, più uno. Le celle indicate in colore giallo rappresentano bassi valori di deflusso superficiale mentre quelle in nero rappresentano il valore massimo di deflusso.

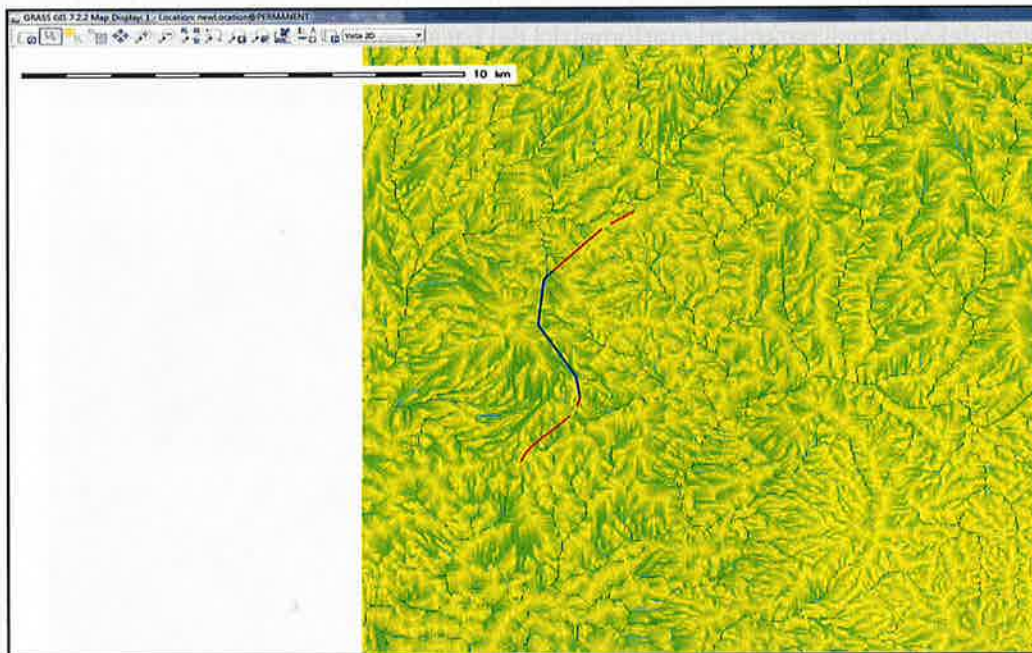


FIGURA 8- AREE DI CUMULATE DI FLUSSO DELLA VARIANTE DI BAULADU

Infine, grazie a tale procedura il software è in grado di riprodurre la mappa degli impluvi (streams) che interessano la zona.

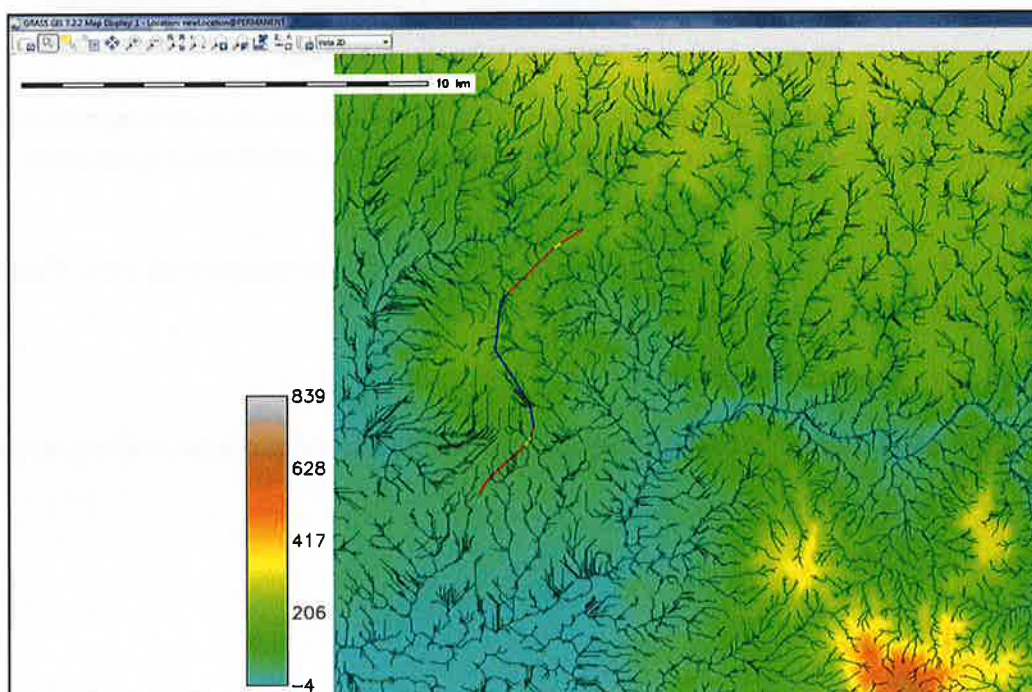


FIGURA 9- RETE DEI CANALI DELLA VARIANTE DI BAULADU

Si procede, infine, alla definizione dei sottobacini di interesse, chiusi alla sezione ferroviaria. Utilizzando come traccia la mappa raster dei canali (*streams*) opportunamente convertita in *layer* vettoriale, il comando *r.water.outlet* permette di delineare il bacino chiuso alla sezione desiderata, basandosi sui risultati prodotti dalla mappa raster delle direzioni di flusso. Una volta convertita la mappa raster del sottobacino in un file vettoriali, si procede all'estrazione dei principali parametri morfometrici dei bacini considerati.

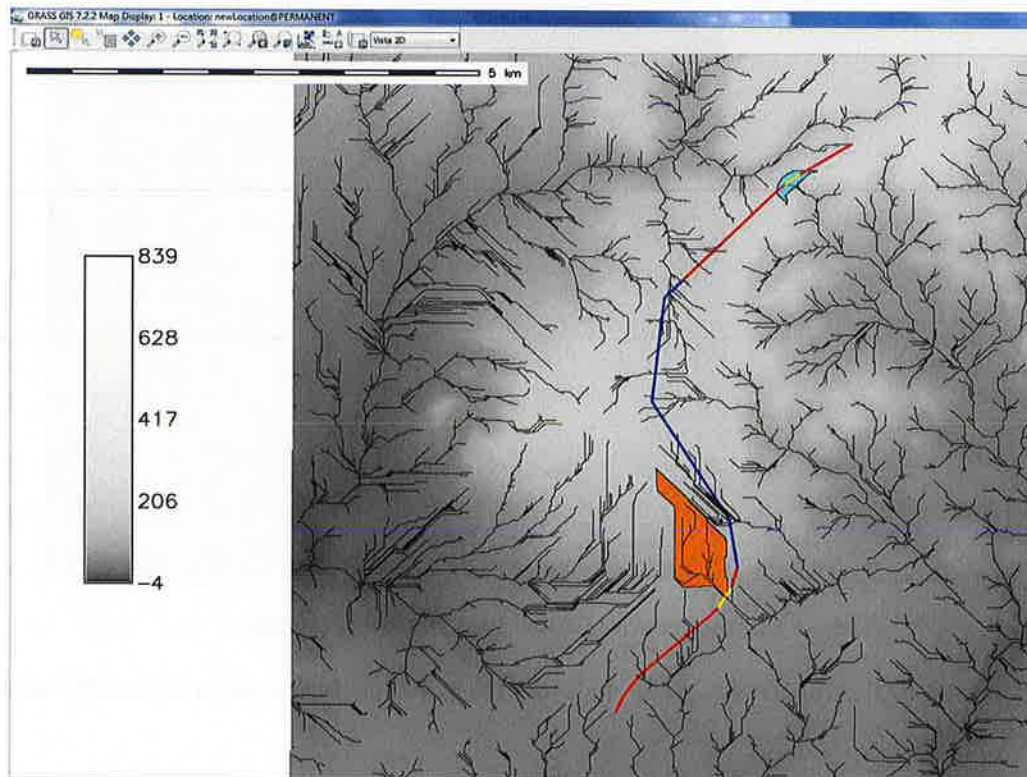


FIGURA 10- BACINI INTERFERENTI ALLA VARIANTE DI BAULADU

i compluvi in corrispondenza dei viadotti così individuati sono stati identificati con un codice numerico progressivo abbinato alla progressiva ferroviaria di progetto. Si sono quindi estratti da GRASS-QGIS i parametri morfologici riportati qui di seguito:

- A (km²) = area del bacino idrografico avente sezione di chiusura in corrispondenza della linea ferroviaria nel punto di attraversamento dell'asta fluviale;
- L (km) = lunghezza massima dell'asta fluviale
- H_{max} , H_{min} , H_{media} (m s.l.m.) = rispettivamente la quota più alta, la quota più bassa e la quota media dell'asta
- $p(-)$ = pendenza media

Identificativo bacino	Progressiva [km]	Area [km ²]	Lunghezza asta principale [km]	Altitudine massima [m s.l.m.]	Altitudine minima [m s.l.m.]	Altitudine media [m s.l.m.]	i media [-]
1	1+825.00	0.525	0.232	168.5	66	113	0.06
2	7+700.00	0.016	0.216	186	120	162	0.16

Una volta determinate le caratteristiche morfometriche dei compluvi in esame, si sono calcolate le portate in funzione dei tempi di ritorno prestabiliti. In prima istanza sono stati calcolati con diversi metodi i tempi di corrivazione, assumendo come valore minimo un t_c pari a 10 min, qualora le formule utilizzate avessero restituito valori inferiori. Si riportano qui di seguito i tempi di corrivazione stimati con le diverse metodologie precedentemente esposte.

Identificativo bacino	Progressiva [km]	t_c Giandotti [h]	t_c Kirpich [h]	t_c Ventura [h]	t_c Pasini [h]	t_c medio [h]
1	1+825.00	0.382	0.063	0.376	0.220	0.220
2	7+700.00	0.080	0.041	0.040	0.041	0.17

TABELLA 1- VARIANTE DI BAULADU-TEMPI DI CORRIVAZIONE

Successivamente, una volta noto il tempo di corrivazione caratteristico di ciascun bacino, l'applicazione del metodo VAPI ha permesso di individuare la pioggia indice giornaliera relativa alla sezione di chiusura di ciascun corso d'acqua: elaborato di riferimento RR0H01D13RIID0001001A (Relazione Idrologica). Si è quindi proceduto a calcolare i coefficienti di crescita, in funzione del tempo di corrivazione e del tempo di ritorno desiderato, utilizzati per la stima delle intensità critiche di pioggia.

Identificativo bacino	SZO	μ [mm]	n_1	a_1	μ [h(τ)]	Kt						
						Tr = 5 anni	Tr = 20 anni	Tr = 50 anni	Tr = 100 anni	Tr = 200 anni	Tr = 300 anni	Tr = 500 anni
1	1	50	0.3	20.7	12.9	1.26	1.66	1.88	2.05	2.21	2.31	2.43
2	1	50	0.3	20.7	11.8	1.28	1.64	1.83	1.97	2.12	2.20	2.32

TABELLA 2- VARIANTE DI BAULADU-PIOGGIA INDICE E COEFFICIENTI DI CRESCITA

Una volta nota la pioggia indice giornaliera di ciascun bacino, si è ricavata l'intensità di pioggia critica per diversi tempi di ritorno.

Identificativo bacino	km	i [mm/h]						
		Tr = 5 anni	Tr = 20 anni	Tr = 50 anni	Tr = 100 anni	Tr = 200 anni	Tr = 300 anni	Tr = 500 anni
1	1+825.00	73.7	96.8	109.9	119.3	128.8	134.5	141.9
2	7+700.00	88.8	113.8	127.4	137.2	147.1	153.1	161.1

TABELLA 3- VARIANTE DI BAULADU-INTENSITÀ CRITICA DI PIOGGIA AL VARIARE DI TR

Infine, applicando la formula del metodo razionale, si sono calcolate per ogni bacino le portate corrispondenti a ciascun tempo di ritorno considerando un coefficiente di afflusso φ pari 0.70.

Identificativo bacino	km	Q[m ³ /s]						
		Tr = 5 anni	Tr = 20 anni	Tr = 50 anni	Tr = 100 anni	Tr = 200 anni	Tr = 300 anni	Tr = 500 anni
1	1+825.00	7.5	9.9	11.2	12.2	13.1	13.7	14.5
2	7+700.00	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5

- TABELLA 4- VARIANTE DI BAULADU-PORTATE AL VARIARE DI TR

Si ribadisce che le portate calcolate non sono riferite a corsi d'acqua (il tracciato di progetto non interferisce con la rete idrografica) ma al contributo drenato dal terreno in prossimità delle opere di progetto VI01 e VI02 che ricordiamo avere le seguenti caratteristiche:

Di seguito sono riportate le caratteristiche dei viadotti in progetto:

- VI01, da pk 1+702 a pk 1+950, 10 campate di luce 25m, impalcato in c.a.p., altezza media delle pile **13m**;
- VI02, da pk 7+639 a pk 7+812, 7 campate da 25m, impalcato in c.a.p., altezza media delle pile **12m**;