

# COMUNE DI VILLAPUTZU

## PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA



### PIANO COMUNALE DI PROTEZIONE CIVILE ANNO 2017



Elaborato

# B2

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DI ACCOMPAGNAMENTO  
ASSOCIATA AGLI SCENARI DI  
RISCHIO IDROGEOLOGICO

Revisione	Data	Oggetto	Approvato
A	Marzo 2017	Aggiornamento Cartografia sulla base delle nuove Linee guida regionali e degli studi di dettaglio forniti dall'Amministrazione	
B			

#### Coordinamento e Pianificazione:

Dott. Ing. Giuseppe MANUNZA

Dott. Ing. Gian Lucca FRAU

#### Tecnici ed esperti di settore

Dott. Geol. Andrea SERRELI

Dott. Ing. Matteo SERRELI

Dott. Ing. Giovanni CALLEDDA

#### Il Sindaco:

Dott. Sandro PORCU

#### Assessore con deleghe di P. C. :

Dott.ssa Clarissa MAGAI

#### Responsabile del Procedimento:

Dott.ssa Ing. Sabrina CAMBONI

#### Data:

Marzo 2017

# **COMUNE DI VILLAPUTZU**

**PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA**



**PIANO SPEDITIVO DI EMERGENZA DI PROTEZIONE CIVILE**

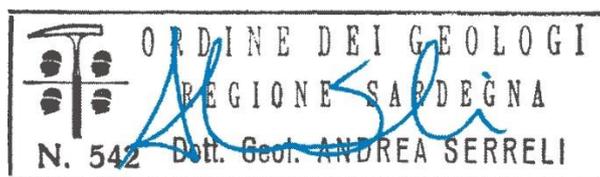
**SCENARI E MODELLI D'INTERVENTO**

**Relazione Illustrativa di accompagnamento associata al**

**RISCHIO IDROGEOLOGICO**

**(ELABORATO B2)**

*Villaputzu, Marzo 2017*





## Indice

1	Premessa.....	4
2	Analisi storica .....	4
2.1	Progetto A.V.I. ....	4
2.1.1	Eventi alluvionali.....	5
2.1.2	Eventi franosi .....	5
2.2	Progetto I.F.F.I.....	5
3	Perimetrazione della pericolosità e del rischio idrogeologico nel PAI .....	6
3.1	Pericolosità idraulica .....	8
3.2	Rischio idraulico.....	9
3.3	Pericolosità da frana.....	11
3.4	Rischio di frana .....	13
4	Perimetrazione delle fasce fluviali nel P.S.F.F.....	14
5	Studi per l'adeguamento del P.U.C. al P.A.I. ....	17
6	Analisi di conoscenze integrative .....	22
7	Individuazione di scenari di rischio .....	24
7.1	Definizioni.....	24
7.2	Le previsioni meteorologiche.....	24
7.3	Le previsioni di criticità idrogeologica e idraulica.....	27
7.4	Criticità e scenari di rischio meteo-idrogeologico e idraulico .....	30
7.5	Allerta e fasi operative .....	32
7.6	Analisi territoriale .....	35
7.6.1	Componente rischio idraulico .....	35
7.6.2	Componente rischio geomorfologico .....	38
7.7	Scenari di riferimento per il rischio idraulico .....	41
7.7.1	Scenario di riferimento - rischio idraulico: PIENA DEL FIUME FLUMENDOSA .....	42
7.7.2	Scenario di riferimento - rischio idraulico: PIENA DEL FLUMINI DURCI .....	47
7.8	Scenari di riferimento per il rischio idrogeologico .....	53
7.8.1	Scenario di riferimento - rischio idrogeologico: AREA URBANA E COSTIERA .....	54
7.8.2	Scenario di riferimento - rischio idrogeologico: INTEGRATO STRAORDINARIO.....	57
8	Indicazioni per il monitoraggio degli eventi meteorologici .....	58

## **1 Premessa**

Nell'ambito della redazione del piano di protezione civile, l'analisi della pericolosità idrogeologica, finalizzata alla definizione di uno scenario di rischio di riferimento ed eventuali scenari di rischio, indotti da eventi meteo-idrologici e geologici, fa riferimento generale all'analisi storica e agli inventari a scala nazionale (Progetto A.V.I. - Aree Vulnerate Italiane e Progetto I.F.F.I. - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) e riferimento particolare alle analisi condotte nel P.A.I. (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico), revisione luglio 2004, approvato con Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006, pubblicato nel B.U.R.A.S. n. 25 del 29.07.2006 e nella variante P.A.I. Sub-Bacino Sud-Orientale, adottata con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 25.02.2010, e, quindi, alle analisi condotte nel P.S.F.F. (Piano Stralcio delle Fasce Fluviali), adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013.

Nell'analisi della pericolosità idrogeologica vengono inoltre presi in considerazione i risultati degli studi effettuati nell'ambito dell'adeguamento del P.U.C. al P.A.I., nonché le disponibili conoscenze documentate relative ad eventi di inondazione ed allagamento e/o franosi, riconducibili ad eventi meteorologici o geomorfologici già verificatisi in passato.

L'analisi della pericolosità idrogeologica si pone come base di conoscenza fondamentale per poter disporre di scenari di rischio su cui basare il sistema di allertamento, in relazione ai livelli di criticità connessi all'accadimento di eventi idrogeologici e in relazione all'entità del danno potenziale verso elementi esposti.

## **2 Analisi storica**

L'analisi storica, indirizzata ad individuare le aree del territorio interessate da fenomeni di dissesto, è stata condotta attraverso la ricerca degli eventi censiti nel Progetto A.V.I. (Aree Vulnerate Italiane) elaborato dal G.N.D.C.I. (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) del C.N.R. (Consiglio Nazionale delle Ricerche) e degli eventi censiti nel Progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia).

### **2.1 Progetto A.V.I.**

Il progetto speciale A.V.I. (Aree Vulnerate Italiane) elaborato dal G.N.D.C.I. (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) del C.N.R. (Consiglio Nazionale delle Ricerche) è stato realizzato sotto commissione del Dipartimento della Protezione Civile con l'intento di censire le aree colpite da frane e inondazioni per il periodo 1918 – 1990 e con la possibilità di essere aggiornato con continuità, attualmente l'aggiornamento risale all'anno 2000.

I dati censiti in questo progetto sono consultabili tramite il S.I.C.I. (Sistema Informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche) all'indirizzo internet: [www.sici.irpi.cnr.it](http://www.sici.irpi.cnr.it).

Secondo quanto potuto osservare nel S.I.C.I., all'interno del territorio comunale di Villaputzu, nel Progetto A.V.I. sono censiti 21 eventi di inondazione e un solo evento franoso.

### 2.1.1 Eventi alluvionali

Numero	Località	Data	Ambiente fisiografico	Fiume
<a href="#">10600027</a>	Villaputzu (Comune di)	/11/1999	Pianura	Canali
<a href="#">6600010</a>	Villaputzu	30/12/1992		F. Flumendosa
<a href="#">6600008</a>	Villaputzu (Comune di)	1/2/1992		F. Fluminidurci
<a href="#">6600010</a>	Porto Corallo	30/12/1992		F. Flumendosa
<a href="#">6600006</a>	Eringrana	5/12/1991		F. Flumendosa
<a href="#">6600006</a>	Porto Corallo	5/12/1991		F. Flumendosa
<a href="#">6600002</a>	Villaputzu - Pardu Gelea	20/2/1991		T. Pisale
<a href="#">600595</a>	Villaputzu	18/11/1989	Pianura	
<a href="#">600579</a>	Villaputzu (campagne di)	19/1/1988	Pianura	
<a href="#">10600010</a>	Villaputzu	//1986	Pianura	Torrente
<a href="#">600561</a>	Villaputzu	13/10/1986	Pianura	
<a href="#">600489</a>	Villaputzu	7/1/1982	Pianura	
<a href="#">600461</a>	Villaputzu	2/11/1979	Pianura	
<a href="#">600360</a>	Villaputzu	31/3/1974	Pianura	
<a href="#">600353</a>	Villaputzu	25/9/1973	Collina	
<a href="#">600340</a>	Villaputzu	29/11/1972	Pianura	
<a href="#">600318</a>	Villaputzu	25/9/1971	Pianura	Torrente
<a href="#">600195</a>	Villaputzu	22/11/1961	Pianura	
<a href="#">600117</a>	Villaputzu - Lungo la SS n. 125 per Muravera	16/10/1951	Pianura	F. Flumendosa
<a href="#">600086</a>	Villaputzu	20/10/1940	Pianura	F. Flumendosa
<a href="#">600007</a>	Villaputzu (Comune di)	23/11/1915	Pianura	F. Flumendosa

Tabella 2-1: eventi alluvionali censiti nel Progetto A.V.I. che hanno interessato il territorio comunale di Villaputzu

Le schede descrittive degli eventi definiscono quelli del 1951, 1971 e 1986 come quelli più gravi sia dal punto di vista dell'intensità dell'evento meteorologico e sia dal punto di vista dei danni verificatisi al patrimonio privato e pubblico.

### 2.1.2 Eventi franosi

Numero Sito	Località	Data	Scheda S4:	Certezza
20092097001	Villaputzu - Lungo la SS n. 125 al km 62	27/11/1971	<a href="#">600169</a>	Z

Tabella 2-2: eventi franosi censiti nel Progetto A.V.I. che hanno interessato il territorio comunale di Villaputzu

La scheda descrittiva dell'evento riferisce di diversi smottamenti che hanno interessato molti chilometri di strada.

## 2.2 **Progetto I.F.F.I.**

Il progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) costituisce il primo inventario omogeneo e aggiornato dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale, esso è stato finanziato dal Comitato dei Ministri per la Difesa del Suolo ex legge 183/89 ed è stato attuato tramite la stipula di Convenzioni tra l'ex Servizio Geologico Nazionale, ora in I.S.P.R.A. (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e le Regioni e Province Autonome per la fornitura dei dati relativi ai rispettivi ambiti territoriali.

I principali obiettivi del Progetto I.F.F.I. sono quelli di fornire un quadro completo ed aggiornato sulla

distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale secondo procedure standardizzate, realizzare un Sistema Informativo Territoriale Nazionale contenente tutti i dati sulle frane censite in Italia, offrire uno strumento conoscitivo di base per la valutazione della pericolosità e del rischio da frana, per la programmazione degli interventi di difesa del suolo e per la pianificazione territoriale.

In quest'ottica le Regioni e le Province Autonome hanno svolto la funzione essenziale di raccolta dei dati storici e d'archivio, di individuazione e mappatura dei dissesti franosi mediante aerofotointerpretazione e rilevamenti di campagna, di informatizzazione e validazione dei dati.

La banca dati del Progetto I.F.F.I. è pubblicata sul sito internet [www.mais.sinanet.isprambiente.it](http://www.mais.sinanet.isprambiente.it), consultabile con l'applicazione WebGIS Cart@net-IFFI, ma anche con servizio WMS (Web Map Service), con l'obiettivo di favorire la più ampia diffusione e fruizione delle informazioni alle amministrazioni locali, agli enti di ricerca e ai tecnici operanti nel settore della progettazione e della pianificazione territoriale.

Secondo quanto potuto osservare, il Progetto I.F.F.I., annovera all'interno del territorio comunale di Villaputzu, due fenomeni franosi, ambedue localizzati nel rione S. Maria.

La consultazione del Progetto IFFI tramite il servizio WMS (Web Map Service), all'indirizzo internet [http://www.geoservices.isprambiente.it/arcgis/services/IFFI/Progetto\\_IFFI\\_WMS\\_public/MapServer/WMS/Server](http://www.geoservices.isprambiente.it/arcgis/services/IFFI/Progetto_IFFI_WMS_public/MapServer/WMS/Server) per i due fenomeni franosi inventariati all'interno del territorio comunale di Villaputzu, ha reso possibile l'estrapolazione dei dati sintetici che vengono di seguito riportati.

<b>OBJECTID</b>	365	366
<b>idfrana</b>	920034500	920034600
<b>x_wgs84_32</b>	551050,0251	550964,7783
<b>y_wgs84_32</b>	4365690,909	4365192,627
<b>livello</b>	3	3
<b>regione</b>	Sardegna	Sardegna
<b>provincia</b>	Cagliari	Cagliari
<b>comune</b>	Villaputzu	Villaputzu
<b>autorita</b>	Sardegna	Sardegna
<b>movimento</b>	Crollo/Ribaltamento	Crollo/Ribaltamento
<b>attivita</b>	n.d.	n.d.
<b>litologia</b>	r. metamorfiche a fogliazione pervasiva	r. metamorfiche a fogliazione pervasiva
<b>uso_suolo</b>	aree urbanizzate	incolto macchia cespugliato
<b>metodo</b>	Segnalazione	Rilevamento sul terreno
<b>danno</b>	Strade	Strade
<b>data</b>		
<b>causa</b>	materiale alterato	materiale alterato
<b>interventi</b>		
<b>Shape</b>	Point	Point

Tabella 2-3: dati sintetici estrapolati dal database del Progetto I.F.F.I., relativi ai fenomeni franosi censiti nel territorio comunale di Villaputzu

I fenomeni franosi censiti nel Progetto I.F.F.I. sono localizzati presso il nucleo abitato di S. Maria, il primo nel settore più alto, il secondo nei pressi dello svincolo con la SS 125.

### 3 Perimetrazione della pericolosità e del rischio idrogeologico nel PAI

Il territorio comunale di Villaputzu ricade tra i Sub Bacini 6) Sud-Orientale e 7) Flumendosa-Campidano-Cixerri del Bacino idrografico unico della regione Sardegna.

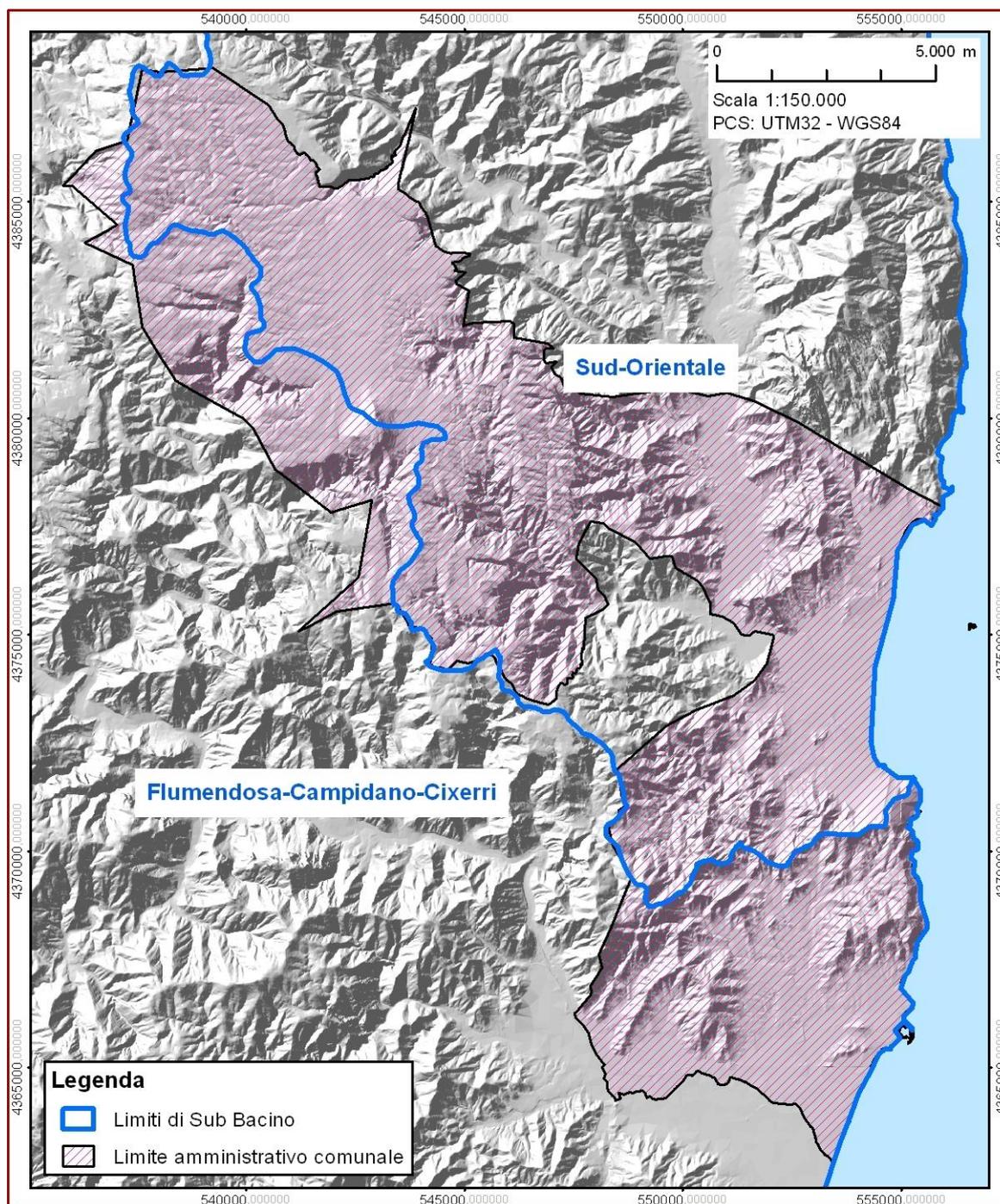


Figura 3-1: inquadramento del territorio comunale di Villaputzu nei Sub Bacini del P.A.I.

Il P.A.I. (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico), revisione luglio 2004, approvato con Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006, pubblicato nel B.U.R.A.S. n. 25 del 29.07.2006, individua nel territorio comunale di Villaputzu aree interessate da pericolosità idraulica e aree interessate da pericolosità geologica – geotecnica. Le varianti al P.A.I. conseguenti allo studio redatto dal Centro Interdipartimentale di Ingegneria e Scienze Ambientali (CINSA), dell'Università degli Studi di Cagliari denominato: “Approfondimento e studio di dettaglio del quadro conoscitivo dei fenomeni di dissesto idrogeologico nei sub-bacini Posada-Cedrino e Sud-Orientale. Piano di Coordinamento degli interventi necessari al riassetto idrogeologico nelle aree colpite dagli eventi alluvionali”, relativamente alla parte frane (Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di

Bacino n. 2 del 25.02.2010) e alla parte idraulica (Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 4 del 19.05.2011), hanno modificato le perimetrazioni delle aree a pericolosità idraulica e di frana nel settore del territorio comunale ricadente all'interno del Sub Bacino 6.

### 3.1 Pericolosità idraulica

La pericolosità idraulica che caratterizza il territorio comunale di Villaputzu, secondo quanto proposto dal P.A.I., si concentra nella delimitazione di aree inondabili, in riferimento a diversi tempi di ritorno (50, 100, 200, 500 anni), relativamente al Fiume Flumendosa (Sub Bacino 7) e relativamente al Flumini Durci e al Flumini Pisale (Sub Bacino 6).

Nella tavola B7Hi1126 sono rappresentate le aree a pericolosità idraulica relative al Fiume Flumendosa, mentre nella tavola B6\_Villaputzu\_2\_Hi-a sono rappresentate le aree a pericolosità idraulica relative al Flumini Durci e al Flumini Pisale, come aggiornate con la variante di cui alla Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 4 del 19.05.2011.

CLASSE	DESCRIZIONE
Hi4	Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 50 anni
Hi3	Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 100 anni
Hi2	Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 200 anni
Hi1	Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 500 anni

Tabella 3-1: classi di pericolosità indicate dal P.A.I. in relazione alle aree inondabili con diversi tempi di ritorno

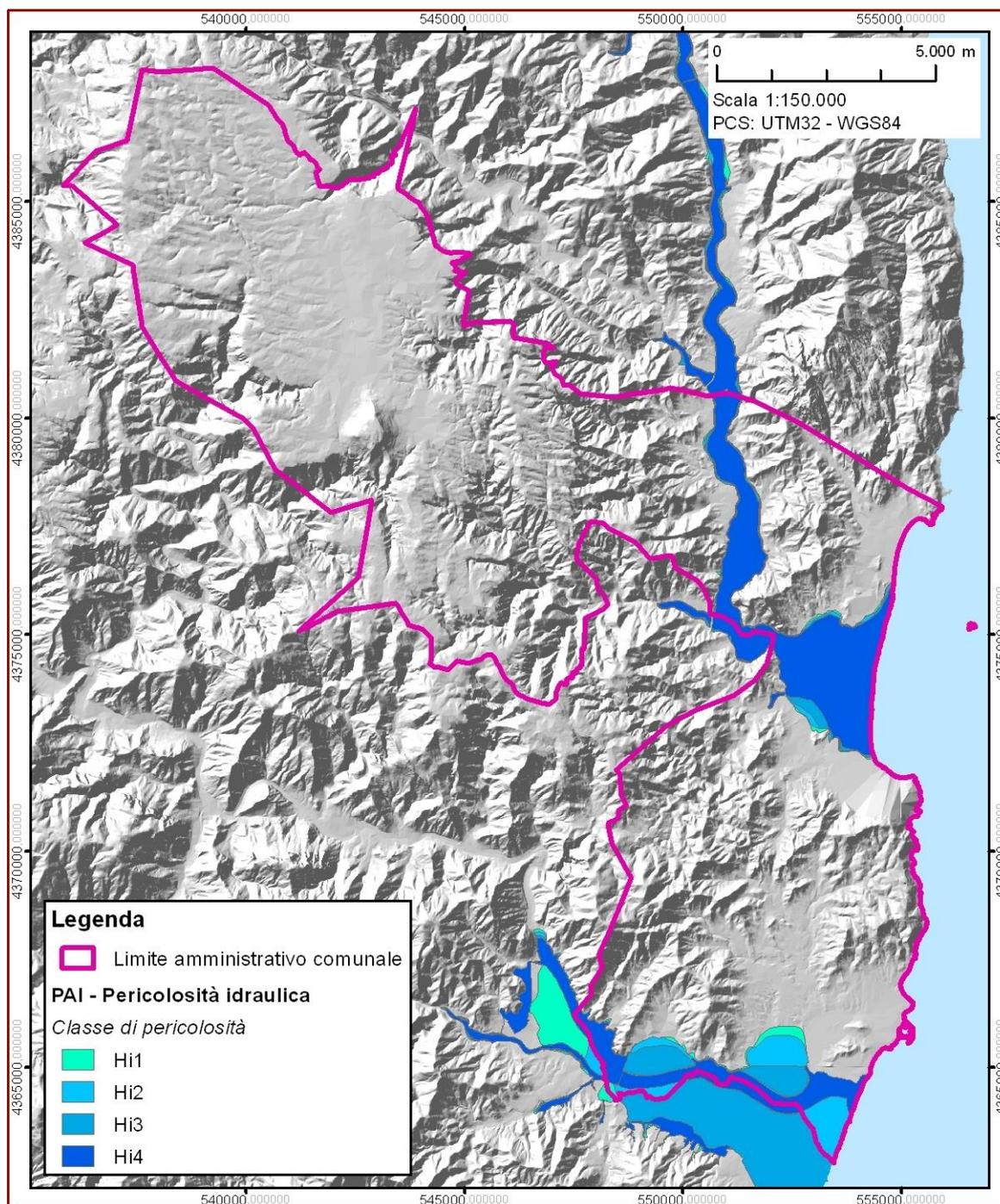


Figura 3-2: perimetrazione P.A.I. della pericolosità idraulica da Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006 e da variante di cui alla Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 4 del 19.05.2011

### 3.2 Rischio idraulico

Il rischio, secondo la definizione usuale e ampiamente riconosciuta e riportata anche nel D.P.C.M. del 29 settembre 1998, è definito come prodotto fra la pericolosità (H), la presenza sul territorio di elementi a rischio (E) e la loro vulnerabilità (V).

Si definisce il rischio idraulico l'insieme dei processi collegati ai sistemi fluviali e idrogeomorfologici, di origine naturale, indotta o mista, in grado di generare un danno fisico o economico su beni pubblici o privati o

perdita di vite umane.

Il rischio idraulico in un qualsiasi punto del territorio ed in base a quanto detto in precedenza si definisce secondo la seguente espressione.

$$R_i = H_i * E * V$$

$R_i$  = rischio idraulico totale, quantificato secondo 4 livelli illustrati nella Tabella 3-2, dove sono evidenziati gli estremi superiore delle classi;

$H_i$  = pericolosità idraulica;

$E$  = elementi a rischio;

$V$  = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento e quindi dipendente dal grado di perdita degli elementi a rischio  $E$ , in caso del manifestarsi del fenomeno.

Rischio idraulico totale			Descrizione degli effetti
Classe	Intensità	Valore	
<b>R<sub>1</sub></b>	Moderato	≤ 0,25	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
<b>R<sub>2</sub></b>	Medio	≤ 0,50	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
<b>R<sub>3</sub></b>	Elevato	≤ 0,75	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
<b>R<sub>4</sub></b>	Molto elevato	≤ 1,00	sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

Tabella 3-2: classi di rischio idraulico e descrizioni

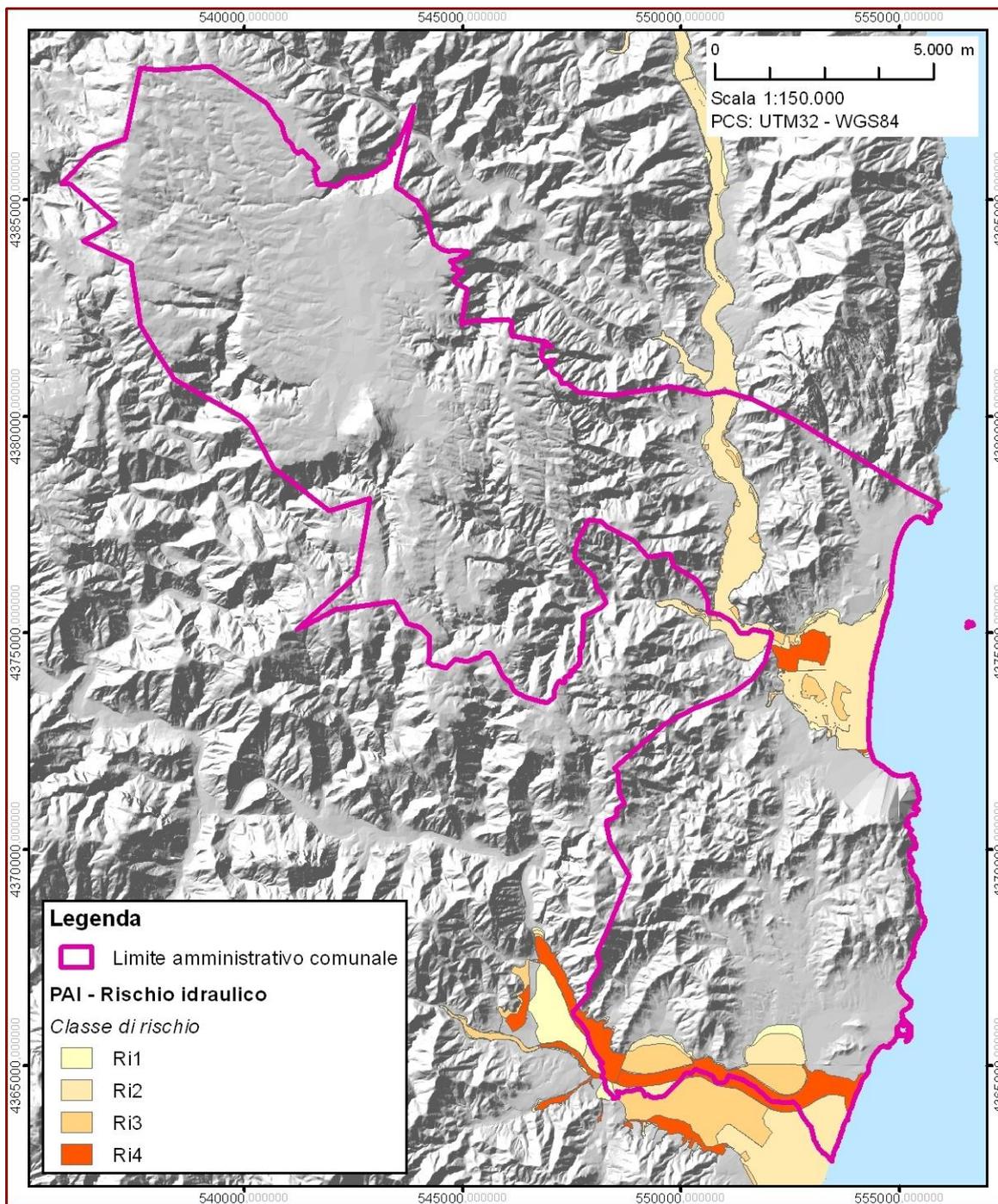


Figura 3-3: perimetrazione P.A.I. del rischio idraulico da Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006 e da variante di cui alla Delibera del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino n. 4 del 19.05.2011

### 3.3 Pericolosità da frana

La pericolosità da frana che caratterizza il territorio comunale di Villaputzu, secondo quanto proposto dal P.A.I., si concretizza nella delimitazione di aree franose con diversi livelli di pericolosità.

Nella prima stesura del P.A.I., nel territorio comunale di Villaputzu, non venivano individuate aree a pericolosità geologica, sia nel Sub Bacino 7 e sia nel Sub Bacino 6; solamente a seguito della variante di cui alla Delibera del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino n. 2 del 25.02.2010, all’interno del Sub Bacino 6

vengono individuate aree a pericolosità da frana.

Nella tavola B6\_Villaputzu\_5\_Hg, allegata al P.A.I. sono rappresentate le aree a pericolosità da frana relative al territorio comunale di Villaputzu, come aggiornate con la variante di cui alla Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 25.02.2010.

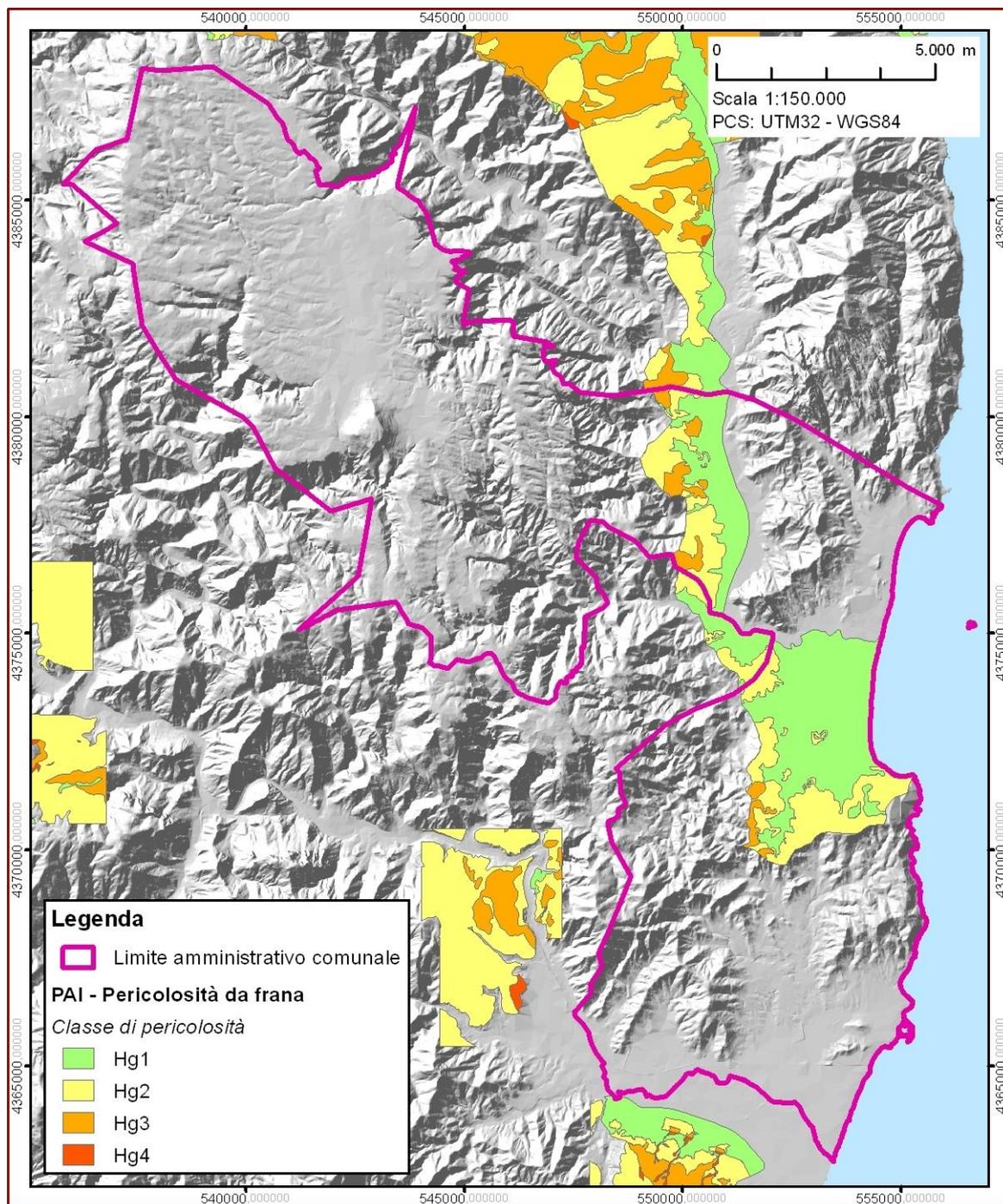


Figura 3-4: perimetrazione P.A.I. della pericolosità da frana da Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006 esterna al territorio comunale e da variante di cui alla Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 25.02.2010 relativamente al Sub Bacino 6 e quindi al territorio comunale di Villaputzu.

### 3.4 Rischio di frana

Si definisce il rischio di frana come l'insieme dei processi collegati ai sistemi geologici, geomorfologici e geotecnici di origine naturale, indotta o mista, in grado di generare un danno fisico o economico su beni pubblici o privati o perdita di vite umane.

In accordo con quanto citato in precedenza per il rischio idraulico, anche il rischio di frana si classifica secondo 4 livelli illustrati nella Tabella 3-3, dove sono evidenziati gli estremi superiore delle classi.

Rischio di frana totale			Descrizione degli effetti
Classe	Intensità	Valore	
R <sub>g1</sub>	Moderato	≤ 0,25	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
R <sub>g2</sub>	Medio	≤ 0,50	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
R <sub>g3</sub>	Elevato	≤ 0,75	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
R <sub>g4</sub>	Molto elevato	≤ 1,00	sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

Tabella 3-3: classi di rischio di frana e descrizioni

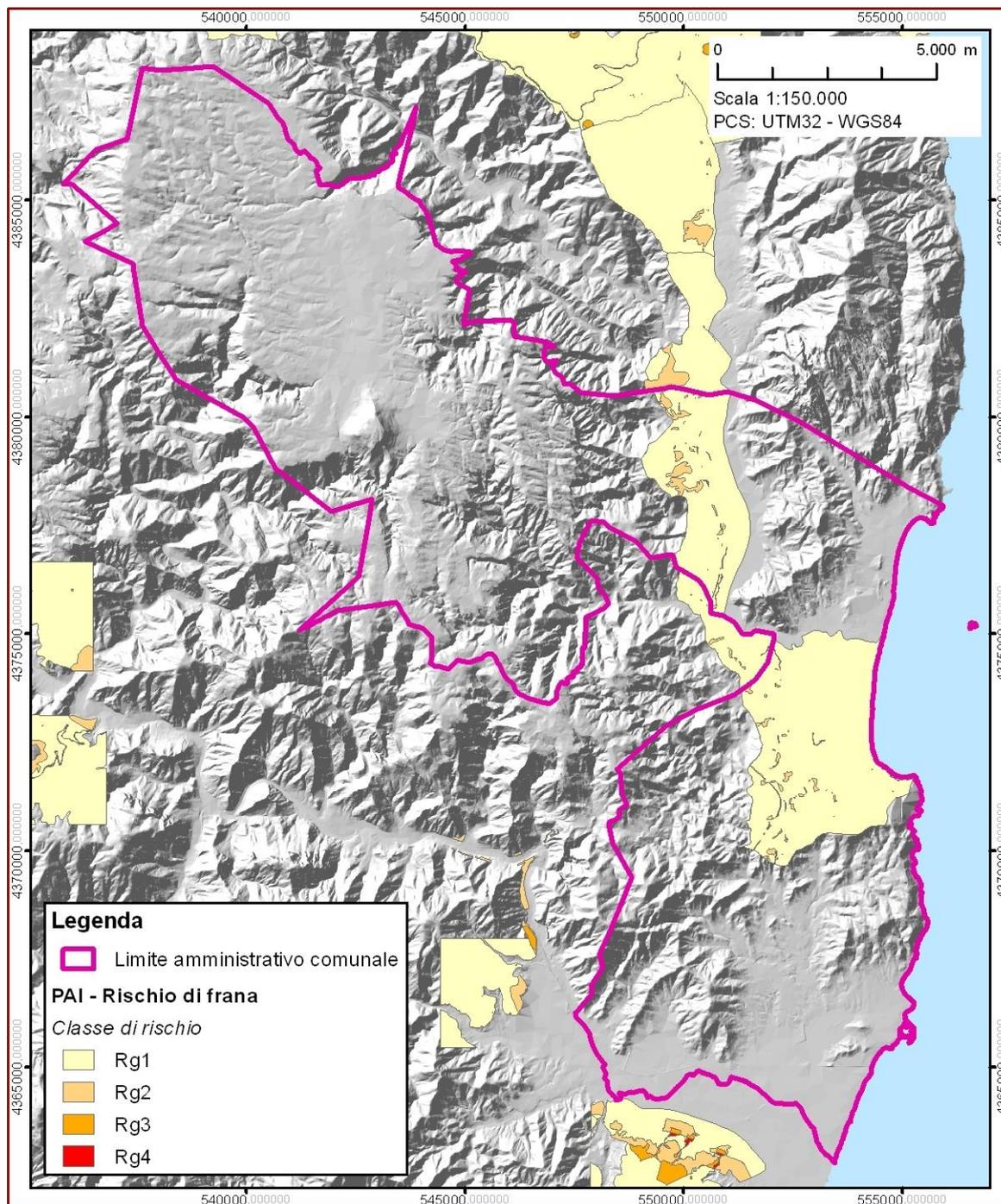


Figura 3-5: perimetrazione P.A.I. del rischio di frana da Decreto del Presidente della G.R. n. 67 del 10.07.2006 esterna al territorio comunale e da variante di cui alla Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 25.02.2010 relativamente al Sub Bacino 6 e quindi al territorio comunale di Villaputzu.

#### 4 Perimetrazione delle fasce fluviali nel P.S.F.F.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, limitato alla definizione della pericolosità idraulica, individua le fasce fluviali inondabili con diversi tempi di ritorno (A2, A50, B100, B200, C500 o fascia geomorfologica); a seguito della Delibera n.1 del 20.06.2013 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, le fasce fluviali di transito delle piene, caratterizzate da diversi tempi di ritorno, vengono disciplinate dalle N.A. del P.A.I. secondo il seguente schema di riferimento:

FASCIA	DESCRIZIONE	CLASSE DI PERICOLOSITA'
<b>A_2</b>	Fascia di deflusso della piena con tempi di ritorno $Tr = 2$ anni	<b>Hi4</b>
<b>A_50</b>	Fascia di deflusso della piena con tempi di ritorno $Tr = 50$ anni	<b>Hi4</b>
<b>B_100</b>	Fascia di deflusso della piena con tempi di ritorno $Tr = 100$ anni	<b>Hi3</b>
<b>B_200</b>	Fascia di deflusso della piena con tempi di ritorno $Tr = 200$ anni	<b>Hi2</b>
<b>C</b>	Fascia geomorfologica di deflusso della piena con tempi di ritorno $Tr = 500$ anni	<b>Hi1</b>

Tabella 4-1: corrispondenza tra fasce fluviali del P.S.F.F. e classi di pericolosità idraulica del P.A.I.

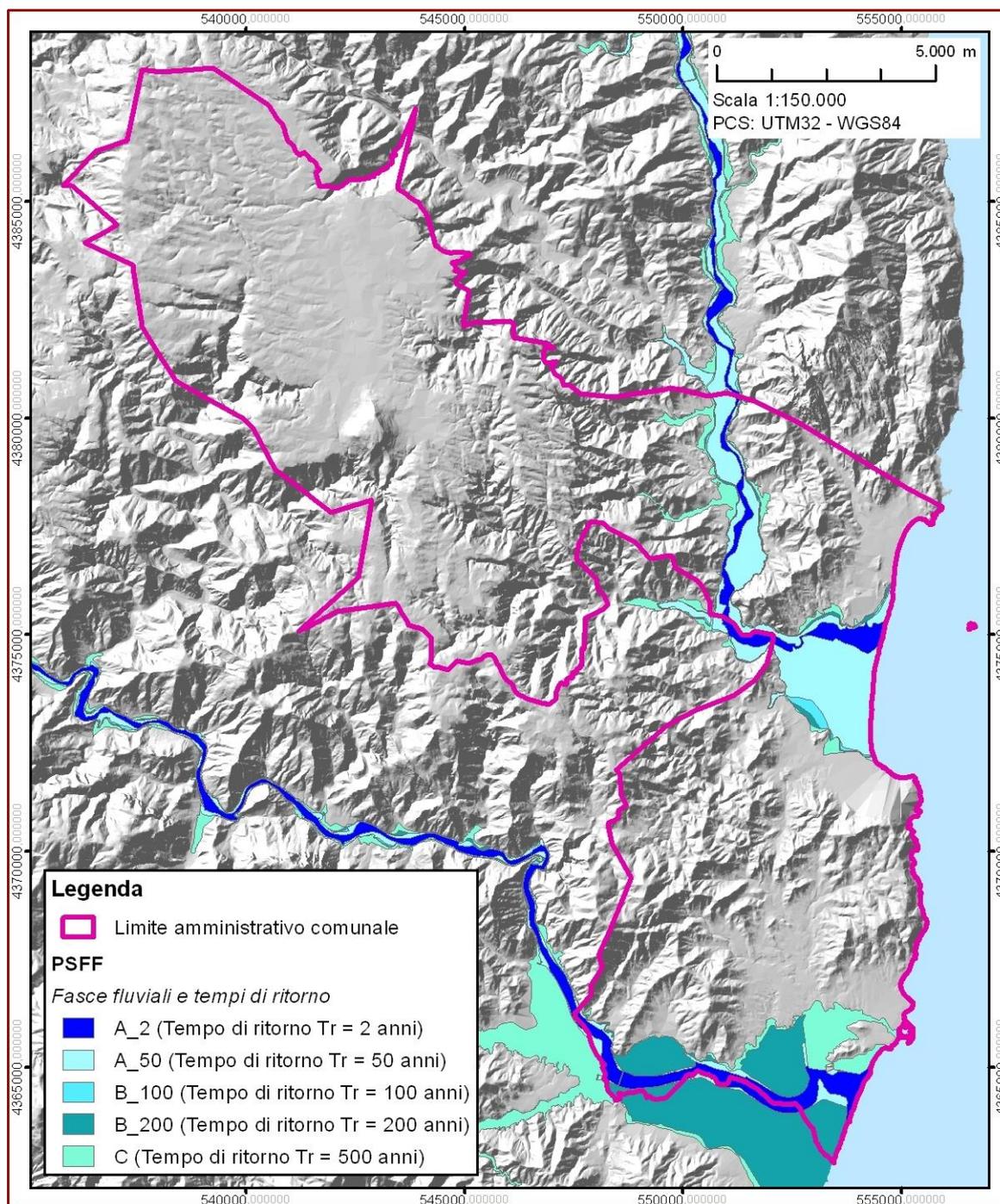


Figura 4-1: perimetrazione P.S.F.F. delle fasce fluviali di cui alla Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 1 del 20.06.2013

Rispetto a quanto rappresentato nella cartografia del P.A.I., il P.S.F.F. presenta modificazioni sia nelle aree appartenenti al Sub Bacino 6 e sia nelle aree interne al Sub Bacino 7.

In particolare: nel settore che interessa le fasce fluviali del Flumini Durci e del Flumini Pisale (Sub Bacino 6), rispetto alle perimetrazioni del P.A.I., viene modificata solo la fascia C ( $Tr = 500$  anni) o fascia geomorfologica; invece, per quanto riguarda il settore che interessa le fasce fluviali del Fiume Flumendosa, le modificazioni apportate dal P.S.F.F. sono sostanziali per le fasce A2 e A50 e per la fascia C.

## **5 Studi per l'adeguamento del P.U.C. al P.A.I.**

Da qualche tempo l'amministrazione comunale di Villaputzu ha intrapreso l'iter per l'adeguamento del Piano Urbanistico Comunale al P.P.R. ed al P.A.I..

In quest'ottica sono stati realizzati, dalla ECO – RESEARCH Soc. Cons. A.R.L., in particolare dall'Ing. A. Saba e dal Dott. P. Valera, studi di dettaglio per l'individuazione della pericolosità idraulica e idrogeologica. I risultati di questi studi integrano e specificano gli studi pregressi consentendo un'analisi di maggior dettaglio in relazione al reticolo idrografico minore, alle aree di pericolosità da frana non studiate nel P.A.I., con particolare riferimento alle aree che interessano il centro abitato, il rione di S. Maria e il settore costiero.

A seguito di questi studi l'amministrazione comunale di Villaputzu ha provveduto ad un aggiornamento degli Studi di dettaglio per l'individuazione della pericolosità idraulica e idrogeologica conferendo specifici incarichi all'Ing. A. Lai e per conto della ECO – RESEARCH Soc. Cons. A.R.L. al Dott. F.G. Dessì. I risultati di quest'ultimo studio, oggi in iter di approvazione da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino, integrano e specificano quelli precedenti, ma presentano anche sostanziali differenze in particolare per quanto riguarda la zonazione della pericolosità da frana.

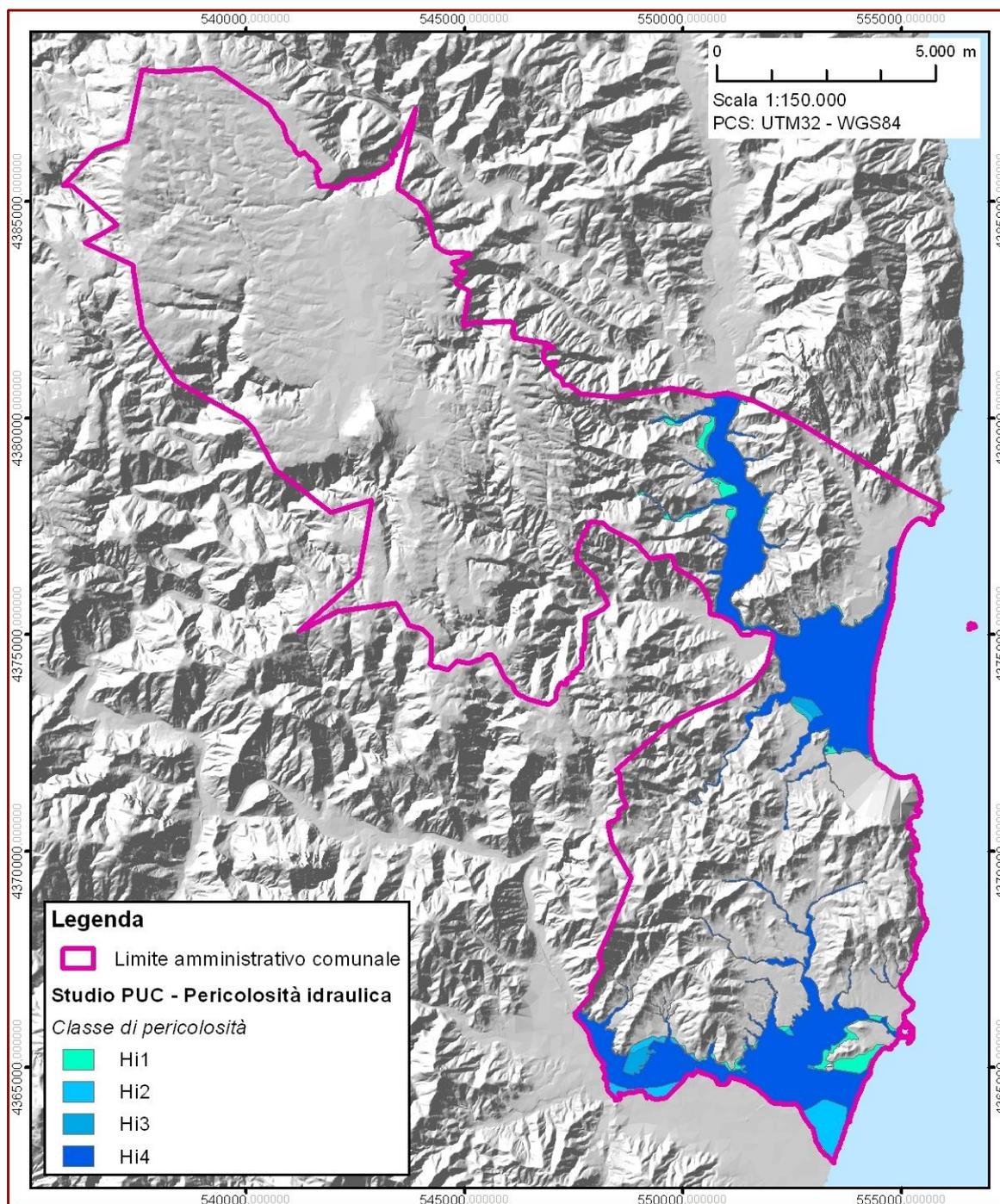


Figura 5-1: perimetrazione della pericolosità idraulica proposta per l'adeguamento del P.U.C. al P.A.I. nella prima versione degli studi commissionati dall'amministrazione comunale

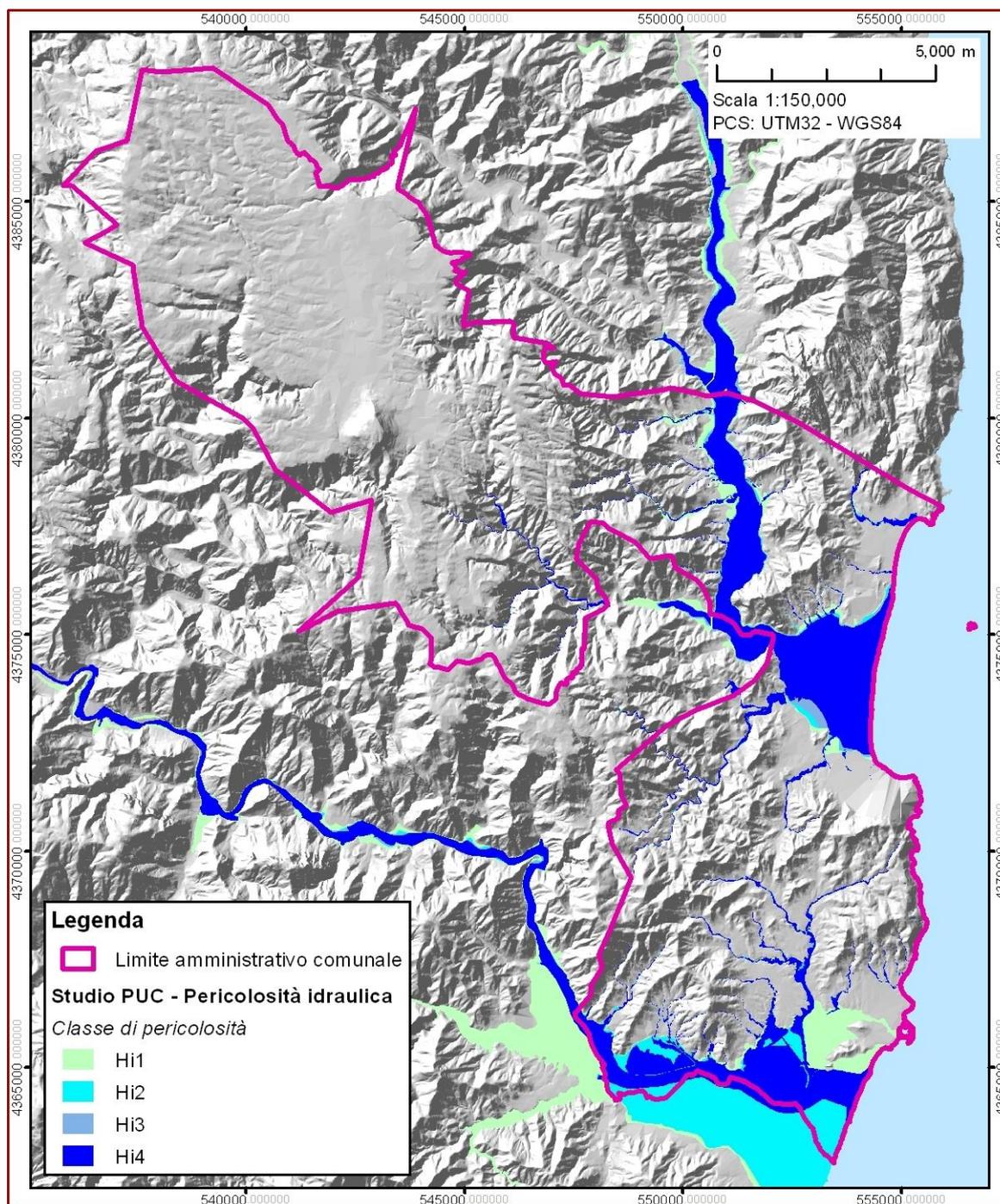


Figura 5-2: perimetrazione della pericolosità idraulica proposta per l'adeguamento del P.U.C. al P.A.I. nella seconda versione degli studi commissionati dall'amministrazione comunale

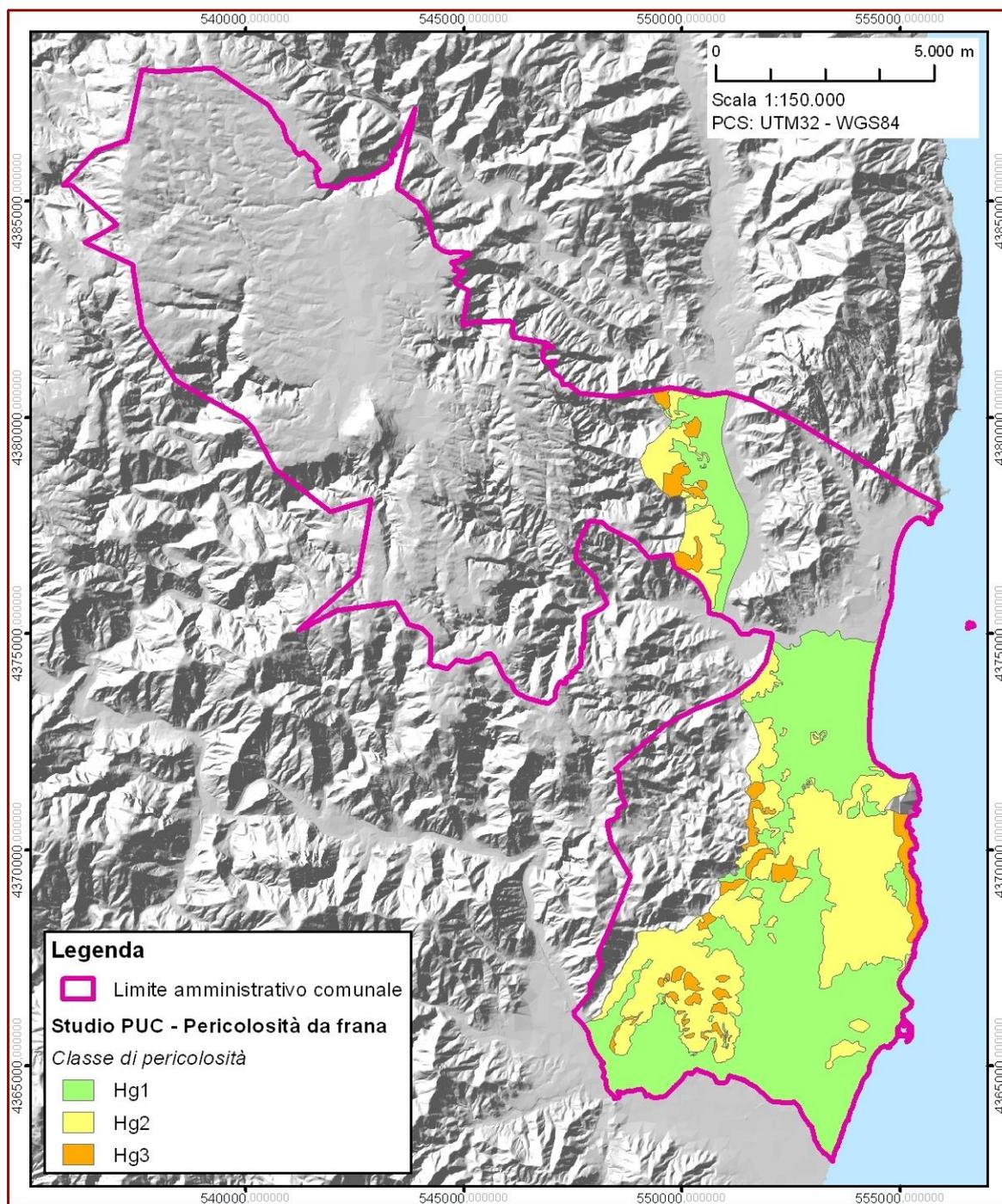


Figura 5-3: perimetrazione della pericolosità da frana proposta per l'adeguamento del P.U.C. al P.A.I. nella prima versione degli studi commissionati dall'amministrazione comunale

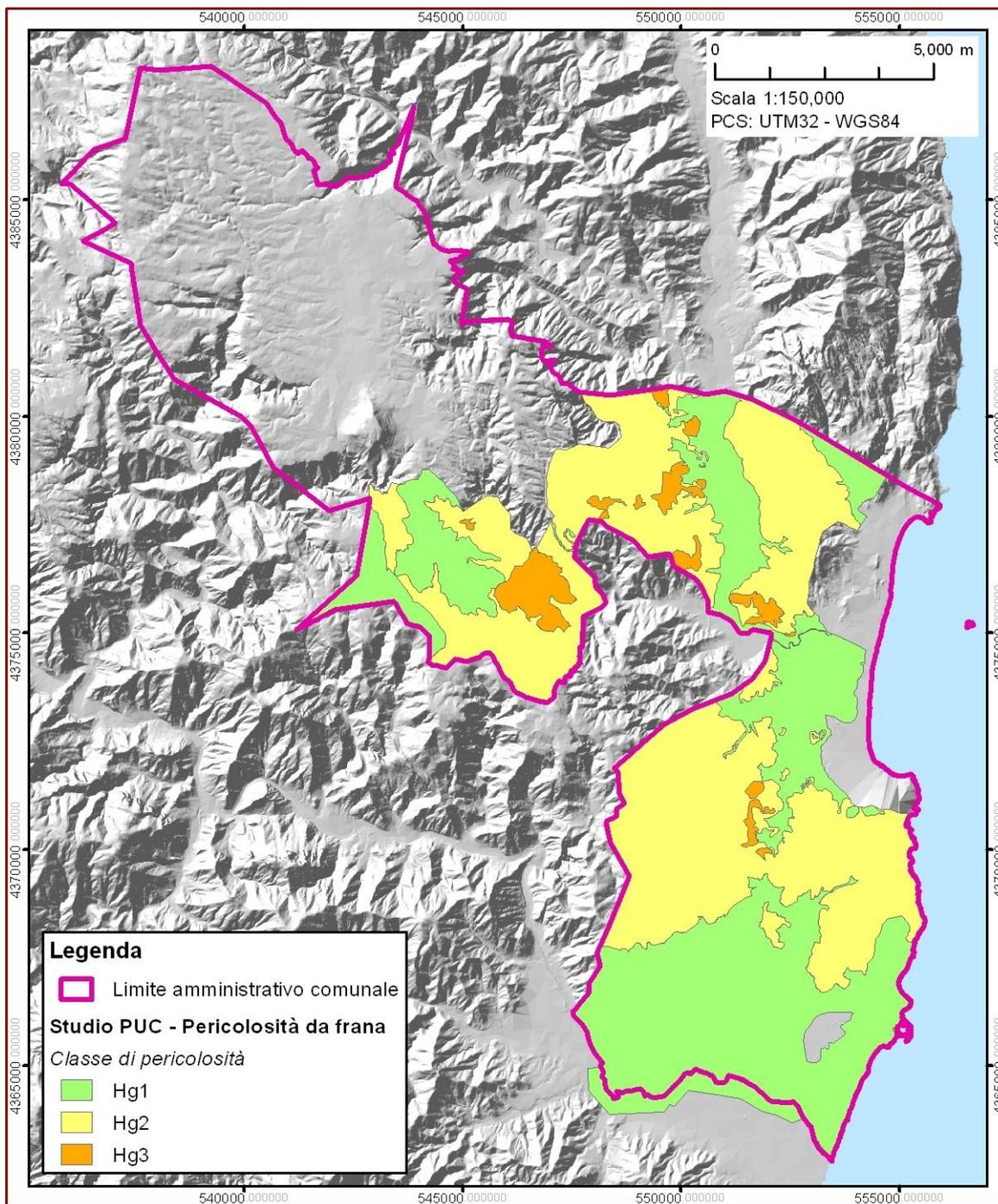


Figura 5-4: perimetrazione della pericolosità da frana proposta per l'adeguamento del P.U.C. al P.A.I. nella seconda versione degli studi commissionati dall'amministrazione comunale

Si osserva in particolare che le due versioni degli studi della pericolosità idraulica estendendosi al reticolo idrografico minore, anche se non lo contemplano nella sua interezza, definiscono le condizioni al contorno sulla zonazione delle fasce fluviali del P.S.F.F..

A riguardo degli studi della pericolosità da frana si osserva, con particolare riferimento alle aree urbanizzate (centro abitato, rione S. Maria e aree costiere), nelle quali si concentrano gli elementi esposti

oggetto prioritario del presente studio finalizzato alle attività di protezione civile, che la zonazione e la classificazione del livello di pericolosità sono sostanzialmente differenti.

Si osserva che nella seconda versione la classificazione della pericolosità passa dalla classe Hg3 alla classe Hg1 anche in settori del territorio in cui si riconoscono condizioni morfologiche e geologiche che possono determinare situazioni di criticità geomorfologica che direttamente o indirettamente interessano il centro abitato, il rione S. Maria e le aree della costa.

In quest'ottica si suggerisce: di indicare, a contorno e nelle aree urbanizzate, zone di pericolo, esclusivamente finalizzate alla pianificazione degli interventi di emergenza di protezione civile, integrando e interpretando la zonazione e la classificazione della pericolosità da frana degli studi citati, anche attraverso l'applicazione delle metodologie per la valutazione dell'instabilità potenziale dei versanti proposta nelle linee guida del P.A.I..

## **6     Analisi di conoscenze integrative**

A seguito dell'evento alluvionale del 18-19/11/2013 "Ciclone Cleopatra" e di un evento alluvionale verificatosi il 02/12/2013, l'Amministrazione comunale ha prodotto una mappatura delle aree allagate durante questi eventi.

Le segnalazioni l'Amministrazione comunale contribuiscono ad individuare uno scenario di rischio di riferimento, non solo per quelle specifiche aree, ma anche in maniera integrativa e complementare per la definizione degli scenari di rischio intermedi.

Le aree alluvionate durante il citato evento del 18-19/11/2013 sono oggetto della Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 1 del 31.01.2014 che ha come oggetto la Definizione delle misure di salvaguardia nelle aree alluvionate del territorio regionale colpite dall'evento calamitoso "Cleopatra" del novembre 2013; la cartografia approvata ed allegata alla suddetta deliberazione inquadra tali superfici nella tavola "Villaputzu".

Al punto 1 della delibera si prescrive che nelle aree censite si applicano le misure di salvaguardia di cui agli artt. 4, 8 (commi 8, 9, 10 e 11), 23, 24 e 27 delle N.A. del PAI, pertanto risultano aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4).

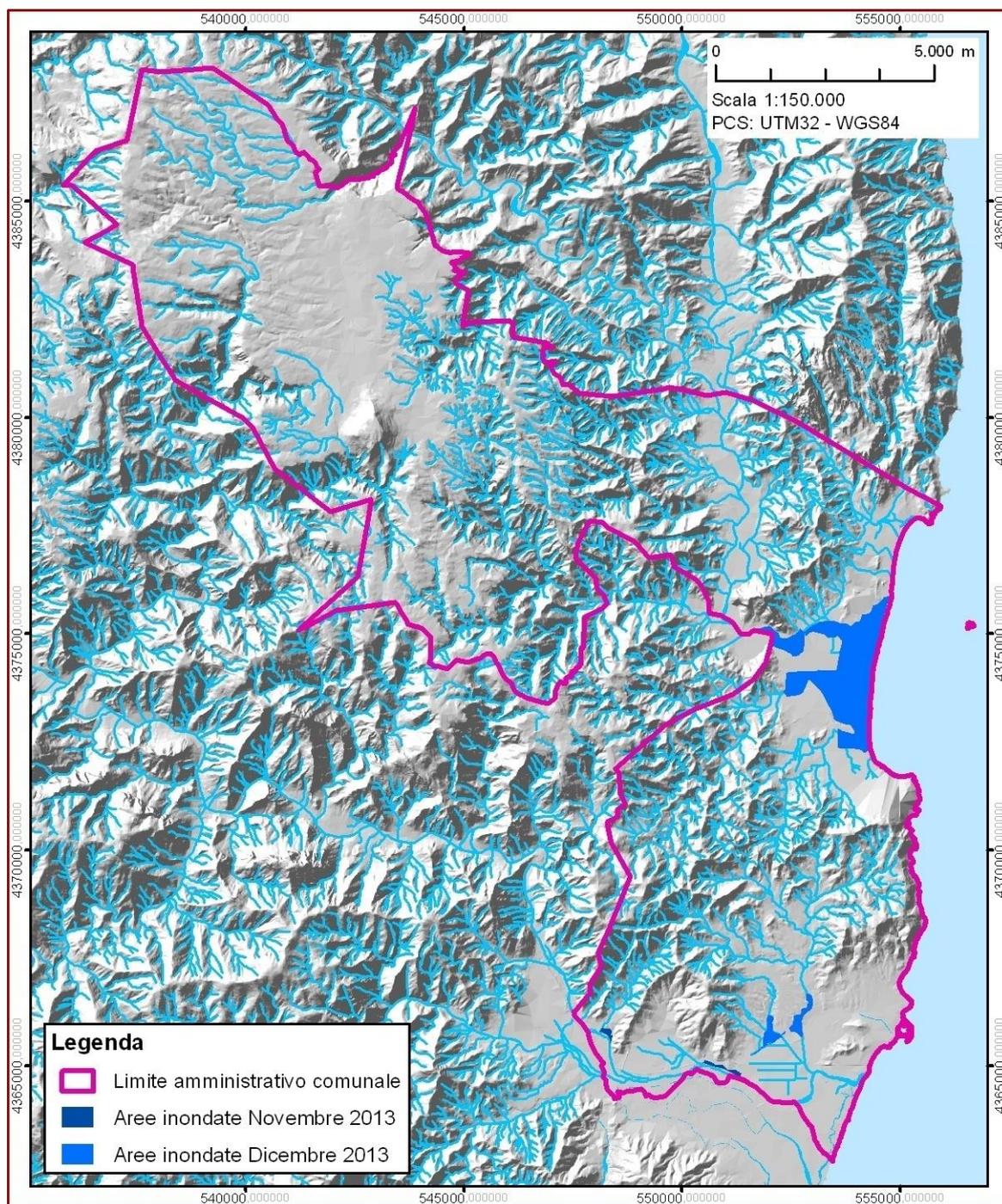


Figura 6-1: aree inondate nel Novembre 2013 di cui alla Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 1 del 31.01.2014 e aree inondate nel Dicembre 2013 segnalate dall'Amministrazione comunale

## 7 Individuazione di scenari di rischio

### 7.1 Definizioni

L'individuazione degli scenari di rischio idrogeomorfologico ed idraulico dipende dalla definizione preliminare di variabili e complessi scenari di pericolosità idrogeologica e idraulica.

A tale fine si fa riferimento alle definizioni presenti nel "Manuale operativo delle allerte ai fini di protezione civile" redatto dalla Protezione Civile regionale e approvato con D.G.R. 53/25 del 29/12/2014.

- Il rischio può essere definito come il valore atteso di perdite (vite umane, feriti, danni alle proprietà e alle attività economiche) dovute al verificarsi di un evento di una data intensità, in una particolare area, in un determinato periodo di tempo. Il rischio quindi è traducibile nell'equazione:  $R = P \times V \times E$ .

P = Pericolosità (Hazard): è la probabilità che un fenomeno di una determinata intensità si verifichi in un certo periodo di tempo, in una data area.

V = Vulnerabilità: la Vulnerabilità di un elemento (persone, edifici, infrastrutture, attività economiche) è la propensione a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità.

E = Esposizione o Valore esposto: è il numero di unità (o "valore") di ognuno degli elementi a rischio (es. vite umane, case) presenti in una data area.

- Si definisce scenario di rischio l'evoluzione nello spazio e nel tempo dell'evento e dei suoi effetti, della distribuzione degli esposti stimati e della loro vulnerabilità anche a seguito di azioni di contrasto.
- Si definisce quindi scenario d'evento, l'evoluzione nello spazio e nel tempo del solo evento prefigurato, atteso e/o in atto, pur nella sua completezza e complessità.

In quest'ottica, nel sistema di allertamento per il rischio idrogeologico e idraulico, vi è una chiara corrispondenza tra i livelli di criticità (ordinaria, moderata ed elevata) e i vari scenari che si possono concretizzare sul territorio e stabiliti in base alla previsione di eventi meteo-idrologici attesi, considerando anche il fatto che durante l'evento potrebbero essere superate soglie idro-pluviometriche non previste.

### 7.2 Le previsioni meteorologiche

La previsione di condizioni meteorologiche avverse o di eventi meteo avversi avviene attualmente con l'emissione, da parte del Centro Funzionale Decentrato Settore Meteo, del bollettino di vigilanza meteorologica.

Il bollettino riguarda i fenomeni meteorologici attesi durante la giornata in cui viene emesso, generalmente nella prima parte della mattina, fino alle ore 24:00 del giorno di emissione, più la tendenza attesa per il giorno successivo.

Il bollettino di vigilanza meteorologica emesso dal Centro Funzionale Decentrato Settore Meteo è consultabile al seguente indirizzo internet:

<http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=2273&s=20&v=9&nodesc=1&c=7092>.

Il territorio della Sardegna è suddiviso in 4 zone di vigilanza meteorologica, queste zone corrispondono alle aree meno estese su cui è attualmente possibile fare una previsione quantitativa, attendibile, dei diversi fenomeni meteorologici a fini di protezione civile.

Queste aree sono state individuate secondo criteri diversi, come l'omogeneità da un punto di vista climatico e i confini delle zone di allertamento.

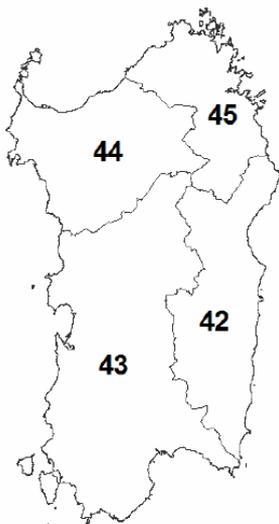


Figura 7-1: zone di vigilanza meteorologica ([http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/images/zone\\_vigilanza4\\_d0\\_d0.jpg](http://www.protezionecivile.gov.it/resources/cms/images/zone_vigilanza4_d0_d0.jpg))

Di seguito si riporta a titolo di esempio un bollettino di vigilanza meteorologica, Figura 7-2.



Centro Funzionale Decentrato - Settore Meteo

**BOLLETTINO DI VIGILANZA METEOROLOGICA**

Attenzione: per una corretta interpretazione prendere sempre visione della legenda dei simboli

n. 35/2017      Data 04/02/2017 ore 11:45      Prot. n°4072/2017

Zone di vigilanza	OGGI FENOMENI RILEVANTI				DOMANI FENOMENI RILEVANTI					
	42									Niente da segnalare.
43									<p><b>Precipitazioni:</b> niente da segnalare.  <b>Temperature:</b> niente da segnalare.  <b>Venti:</b> forti da W in attenuazione.  <b>Mari:</b> agitati  <b>Altri fenomeni:</b> niente da segnalare.</p>	<p><b>Precipitazioni:</b> sparse anche a carattere di rovescio o temporale con cumulati moderati a partire dalle ore centrali della giornata.  <b>Temperature:</b> niente da segnalare.  <b>Venti:</b> forti da SW.  <b>Mari:</b> molto mossi o agitati.  <b>Altri fenomeni:</b> niente da segnalare.</p>
44									<p><b>Precipitazioni:</b> niente da segnalare.  <b>Temperature:</b> niente da segnalare.  <b>Venti:</b> forti da W in attenuazione.  <b>Mari:</b> molto mossi.  <b>Altri fenomeni:</b> niente da segnalare.</p>	<p><b>Precipitazioni:</b> sparse anche a carattere di rovescio o temporale con cumulati moderati a partire dalle ore centrali della giornata.  <b>Temperature:</b> niente da segnalare.  <b>Venti:</b> forti da SW.  <b>Mari:</b> molto mossi o agitati.  <b>Altri fenomeni:</b> niente da segnalare.</p>
45									<p><b>Precipitazioni:</b> niente da segnalare.  <b>Temperature:</b> niente da segnalare.  <b>Venti:</b> forti da W sulle coste settentrionali.  <b>Mari:</b> molto mossi.  <b>Altri fenomeni:</b> niente da segnalare.</p>	<p><b>Precipitazioni:</b> isolate con cumulati deboli anche a carattere di rovescio o temporale a partire dalle ore centrali della giornata.  <b>Temperature:</b> niente da segnalare.  <b>Venti:</b> forti da SW.  <b>Mari:</b> molto mossi.  <b>Altri fenomeni:</b> niente da segnalare.</p>

\*nessuna icona: assenza di fenomeni significativi

1 di 2  
BV\_rev1.2\_2015



Centro Funzionale Decentrato - Settore Meteo

**BOLLETTINO DI VIGILANZA METEOROLOGICA**

Attenzione: per una corretta interpretazione prendere sempre visione della legenda dei simboli

n. 35/2017      Data 04/02/2017 ore 11:45      Prot. n°4072/2017

Zone di vigilanza	DOPODOMANI FENOMENI RILEVANTI				LEGENDA DEI SIMBOLI*						
	42						<p><b>Precipitazioni</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Piogge isolate</li> <li> Piogge sparse</li> <li> Piogge diffuse</li> <li> Rovesci o temporali isolati</li> <li> Rovesci o temporali sparsi</li> <li> Rovesci o temporali diffusi</li> <li> Neve</li> </ul>	<p><b>Quantitativi giornalieri previsti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Deboli</li> <li> Moderati</li> <li> Elevati</li> <li> Molto elevati</li> </ul>	<p><b>Vento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Forte</li> <li> Burrasca</li> <li> Tempesta</li> <li> Raffiche</li> </ul>		
43					<p><b>Temperature</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Elevate o in sensibile aumento</li> <li> Molto elevate</li> <li> Basse o in marcato aumento</li> <li> Basse o in sensibile diminuzione</li> <li> Molto basse o in marcata diminuzione</li> </ul>					<p><b>Mare</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Molto mosso</li> <li> Agitato o molto agitato</li> <li> Grosso o molto grosso</li> </ul>	<p><b>Altri fenomeni</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Nebbia o foschia</li> <li> Ghiaccio al suolo</li> <li> Mareggiate</li> </ul>
44					<p><b>Moto ondoso</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> In aumento</li> <li> In attenuazione</li> </ul>						
45											

\*nessuna icona: assenza di fenomeni significativi

D'ordine del Dirigente Responsabile  
Il Meteorologo di turno

Maria Grazia Pintus  
Giovanni ficca

2 di 2  
BV\_rev1.2\_2015

Figura 7-2: bollettino di vigilanza meteorologica emesso dal Centro Funzionale Decentrato Settore Meteo

Contestualmente al bollettino di vigilanza meteorologica, se le previsioni al giorno successivo presentano un andamento al peggioramento delle condizioni meteo, il CFD Settore Meteo, emette un avviso di condizioni meteorologiche avverse.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
ARPAS

Centro Funzionale Decentrato - Settore Meteo

**AVVISO DI CONDIZIONI METEOROLOGICHE AVVERSE**

Prot. n°4073/2017 del 04/02/2017
Data emissione 04/02/2017 ore 13:10

INIZIO VALIDITÀ	05/02/2017 ore 12:00
FINE VALIDITÀ	06/02/2017 ore 12:00

**Fenomeno d'interesse:**  
**PIOGGE VENTO MAREGGIATE**

**SINTESI SITUAZIONE ED EVOLUZIONE SINOTTICA METEOROLOGICA**

DOMANI UNA NUOVA ONDA DEPRESSIONARIA DI ORIGINE ATLANTICA RAGGIUNGERA' L'EUROPA OCCIDENTALE. LA SACCATURA AD ESSA ASSOCIATA SI APPROFONDIRA' SUL MEDITERRANEO CENTRO-OCCIDENTALE OVE DARÀ' ORIGINE AD UN CICLONE CON MINIMI CHIUSI SIA AL SUOLO CHE IN QUOTA NEL CORSO DELLA SERATA.

VALUTATE LE INFORMAZIONI DISPONIBILI SI EMETTE IL SEGUENTE:

**AVVISO DI CONDIZIONI METEOROLOGICHE AVVERSE**

A PARTIRE DALLE ORE CENTRALI DELLA GIORNATA DI DOMANI E PER LE SUCCESSIVE 24 ORE SI PREVEDONO:

- PRECIPITAZIONI SPARSE A CARATTERE TEMPORALESICO SUL SETTORE OCCIDENTALE DELL'ISOLA CON CUMULTI LOCALMENTE ELEVATI IN 24 ORE;
- VENTI INIZIALMENTE FORTI DA NORD-OVEST IN RINFORZO FINO A BURRASCA FORTE A PARTIRE DALLA NOTTE DI DOMANI SUI VERSANTI OCCIDENTALI DELL'ISOLA;
- MAREGGIATE LUNGO LE COSTE ESPOSTE AL MAESTRALE.

D'ordine del Dirigente Responsabile    **Maria Grazia Pintus**  
Il Meteorologo di turno                      **Giovanni Ficca**

1 di 1  
AM\_rev1.2\_2015

Figura 7-3: avviso di condizioni meteorologiche avverse emesso dal Centro Funzionale Decentrato Settore Meteo

**7.3 Le previsioni di criticità idrogeologica e idraulica**

La fase previsionale consiste anche nella valutazione degli effetti al suolo che gli eventi previsti o in atto potrebbero determinare, sia da un punto di vista idrogeologico (es. frane) sia idraulico (es. innalzamento del livello idrico di un corso d'acqua). Sulla base delle previsioni elaborate dal settore meteo e rappresentate nel

bollettino di vigilanza meteorologica e negli avvisi di condizioni meteorologiche avverse, il Centro Funzionale Decentrato Settore Idro valuta i livelli di criticità complessivamente e probabilisticamente stimati per ciascuna zona d'allerta.

Queste valutazioni sono raccolte nel bollettino di criticità idrogeologica e idraulica, che il Centro Funzionale Decentrato Settore Idro emette quotidianamente.

Il bollettino di criticità idrogeologica e idraulica segnala la valutazione dei livelli di criticità idrogeologica e idraulica a partire dal momento della emissione e fino alle ore 24.00 del giorno di emissione (oggi) e nelle 24 ore del giorno seguente (domani) sulle zone di allerta in cui è suddiviso il territorio regionale.

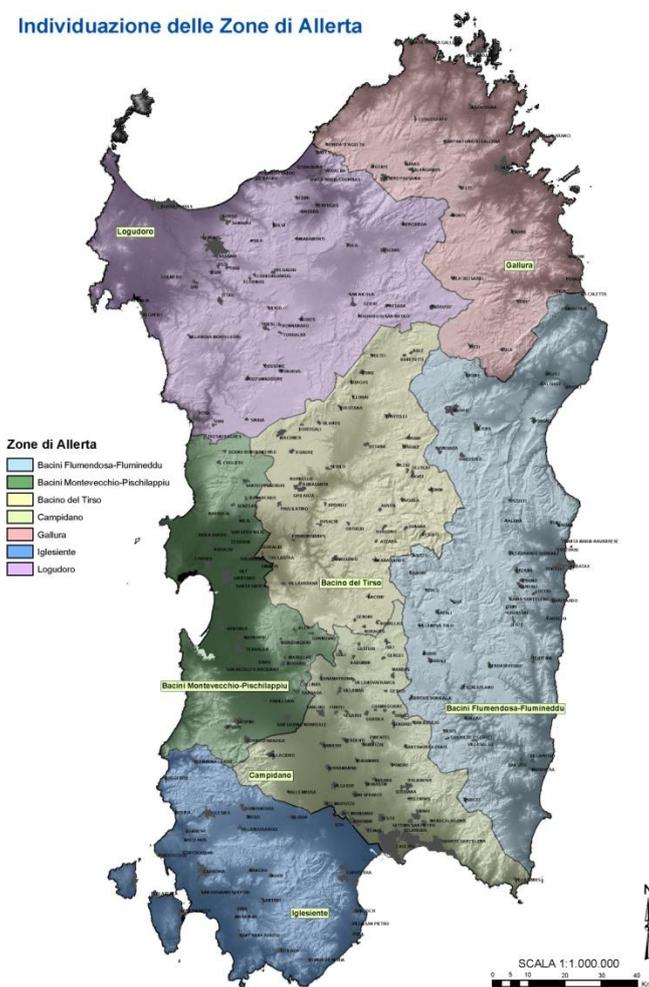


Figura 7-4: zone di allerta per la regione Sardegna

Il bollettino di criticità idrogeologica e idraulica emesso dal CFD Settore Idro è consultabile al seguente indirizzo internet:

<http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=2273&s=20&v=9&nodesc=1&c=7092>

Nella Figura 7-5 viene riportato un esempio di bollettino di criticità idrogeologica e idraulica, nel quale sono rappresentate anche le zone di allerta.

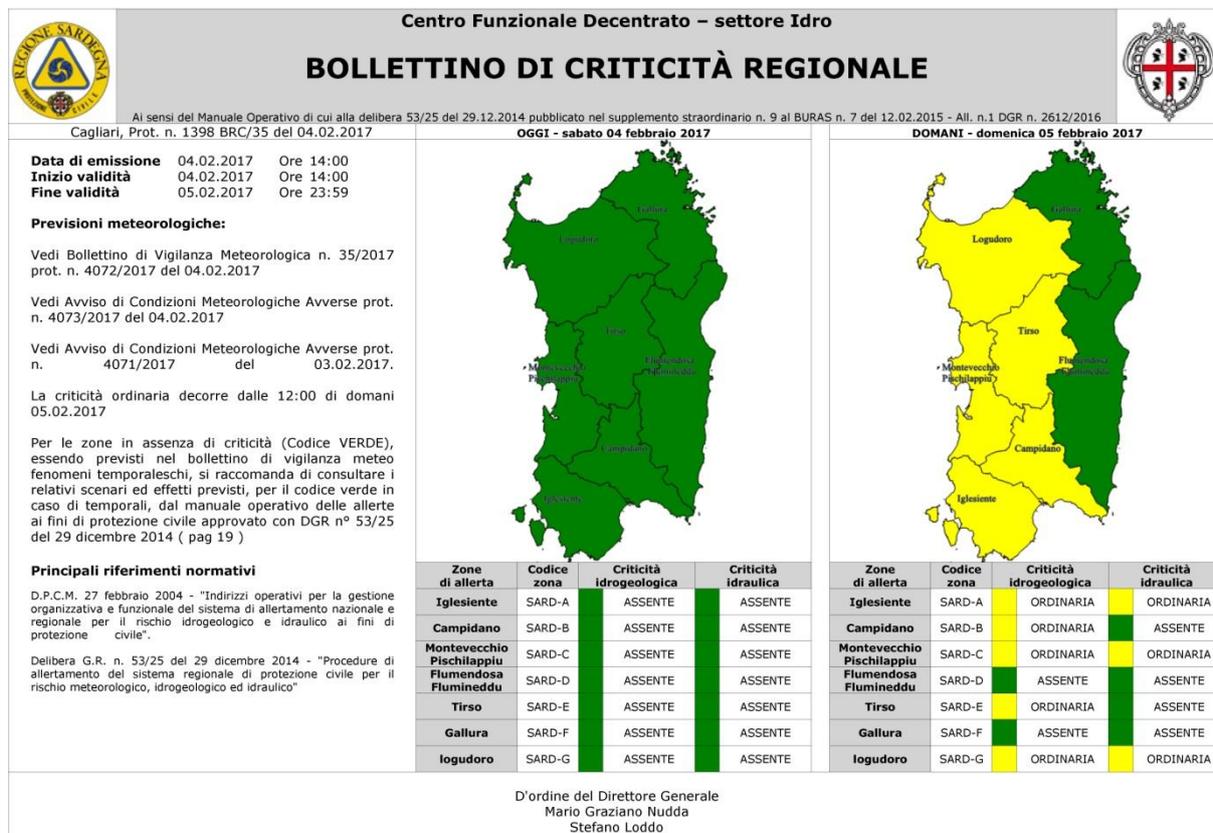


Figura 7-5: bollettino di criticità idrogeologica e idraulica del 04 Febbraio 2014 e fase previsionale del 05 Febbraio 2017

Il bollettino di criticità idrogeologica e idraulica prevede il possibile verificarsi, o evolversi, di effetti al suolo (frane e alluvioni) legati ad eventi meteorologici previsti, o in atto, per il giorno di emissione e per il giorno successivo.

La valutazione viene elaborata sulla base di predefiniti scenari di evento ed è quindi da intendersi come la probabilità che si verifichino predefiniti scenari di rischio in un'area non inferiore a qualche decina di chilometri quadrati.

Sulla base dei livelli di criticità espressi nei bollettini di criticità idrogeologica e idraulica il CFD settore idro stabilisce i diversi livelli di allerta per le zone in cui è suddiviso il territorio regionale.

Ai diversi livelli di allerta corrispondono diverse fasi di attivazione che comportano la messa in atto di azioni di prevenzione e gestione dell'emergenza, a partire dal livello che è più vicino al territorio: il Comune.

Al Sindaco compete infatti l'attivazione del Piano di protezione civile comunale e l'informazione alla

popolazione.

Il Centro Funzionale Decentrato svolge inoltre l'attività di monitoraggio e sorveglianza che studia e analizza l'evolversi degli eventi meteorologici e il loro impatto sul territorio. I dati raccolti dagli strumenti di osservazione concorrono infatti ad aggiornare lo scenario previsto con l'emissione di bollettini e avvisi.

#### **7.4 Criticità e scenari di rischio meteo-idrogeologico e idraulico**

La Tabella 7-1, estratta dal MANUALE OPERATIVO DELLE ALLERTE AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE, approvato con deliberazione della Giunta regionale n. 53/25 del 29 dicembre 2014, consente, in linea generale, di mettere in relazione i livelli di criticità con i fenomeni meteorologici e gli scenari di evento potenziali che possono concretizzarsi conseguentemente all'accadimento di un evento di pioggia.

Ogni scenario viene poi messo in relazione con gli effetti e i danni che potenzialmente possono verificarsi nel territorio interessato dall'evento.

In relazione agli eventi di natura idraulica e/o idrogeologica, la scala delle criticità si articola su 4 livelli che definiscono, in relazione ad ogni tipologia di rischio, uno scenario di evento che si può verificare in un ambito territoriale, secondo la proposta del Dipartimento della Protezione Civile.

Per il rischio idrogeologico e idraulico sono definiti i seguenti livelli di criticità "Assenza di fenomeni significativi prevedibili", "Ordinaria", "Moderata" ed "Elevata", ai quali viene associato un codice colore, gli scenari potenziali d'evento distinti tra idrogeologico e idraulico e i possibili effetti e danni.

Codice colore	Criticità	Scenario d'evento	Effetti e danni
Verde	Assenza di fenomeni significativi osservabili	Non si escludono a livello locale: in caso di temporali: forti rovesci, fulminazioni localizzate, grandinate, isolate forti raffiche di vento, locali difficoltà dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche; caduta massi.	Eventuali danni locali.
	Giallo	Ordinaria criticità	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibili isolati fenomeni di erosione, frane superficiali e colate rapide detritiche o di fango in bacini di dimensioni limitate.</li> <li>• Possibili cadute massi.</li> <li>• Ruscellamenti superficiali con possibili fenomeni di trasporto di materiale.</li> <li>• Possibili innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua, con limitate inondazioni delle aree limitrofe.</li> <li>• Condizioni di rischio residuo per saturazione dei suoli con occasionali fenomeni franosi e/o colate rapide legate a condizioni idrogeologiche particolarmente fragili, anche in assenza forzante meteo.</li> </ul> <p><b>In caso di temporali si aggiungono:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibili forti rovesci, fulminazioni localizzate, grandinate e forti raffiche di vento.</li> <li>• Possibile scorrimento superficiale delle acque nelle sedi stradali e possibili fenomeni di rigurgito dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche con tracimazione acque e coinvolgimento delle aree urbane depresse.</li> <li>• Possibili repentini innalzamenti dei livelli idrometrici di piccoli rii, canali artificiali, torrenti, con limitati fenomeni di inondazione delle aree limitrofe.</li> </ul>
IDRAULICO		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementi dei livelli dei corsi d'acqua maggiori generalmente contenuti all'interno dell'alveo.</li> <li>• Possibili condizioni di rischio residuo per il transito dei deflussi nei corsi d'acqua maggiori, anche in assenza di forzante meteo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localizzati allagamenti di locali interrati e talvolta di quelli posti a pian terreno prospicienti a vie potenzialmente interessate da deflussi idrici.</li> <li>• Localizzate e temporanee interruzioni della viabilità in prossimità di piccoli impluvi, canali, zone depresse (sottopassi, tunnel, avvallamenti stradali, ecc.)</li> <li>• Localizzati e limitati danni alle opere idrauliche e di difesa spondale e alle attività antropiche in alveo.</li> <li>• Occasione di ferimento di persone e perdite incidentali di vite umane.</li> </ul>
Arancione	Moderata criticità	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffuse attivazioni di frane superficiali e di colate rapide detritiche o di fango.</li> <li>• Possibilità di attivazione/riattivazione/accelerazione di fenomeni di instabilità anche profonda di versante, in contesti geologici particolarmente critici.</li> <li>• Possibili cadute massi in più punti del territorio.</li> <li>• Significativi ruscellamenti superficiali con diffusi fenomeni di trasporto di materiale.</li> <li>• Diffusi innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua minori con fenomeni di inondazione delle aree limitrofe.</li> <li>• Possibili occlusioni delle luci dei ponti dei corsi d'acqua secondari.</li> <li>• Condizioni di rischio residuo per saturazione dei suoli con diffusi fenomeni franosi e/o colate rapide legate a condizioni idrogeologiche particolarmente fragili, anche in assenza forzante meteo.</li> </ul> <p><b>In caso di temporali si aggiungono:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probabili forti rovesci anche frequenti e localmente persistenti, frequenti e diffuse fulminazioni, grandinate e forti raffiche di vento.</li> <li>• Significativo scorrimento superficiale delle acque nelle sedi stradali e significativi fenomeni di rigurgito dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche con tracimazione acque e coinvolgimento delle aree urbane depresse.</li> <li>• Significativi e repentini innalzamenti dei livelli idrometrici di piccoli rii, canali artificiali, torrenti, con fenomeni di inondazione delle aree limitrofe.</li> </ul>	<p><b>Ulteriori effetti e danni rispetto allo scenario di codice giallo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusi danni ed allagamenti a singoli edifici o piccoli centri abitati, reti infrastrutturali e attività antropiche interessati da frane o da colate rapide.</li> <li>• Diffuse interruzioni della viabilità in prossimità di impluvi e a valle di frane e colate detritiche o in zone depresse in prossimità del reticolo idrografico.</li> <li>• Pericolo per la pubblica incolumità/possibili perdite di vite umane.</li> </ul>
	IDRAULICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Significativi innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua maggiori con fenomeni di inondazione delle aree limitrofe e delle zone golenali, interessamento dei corpi arginali, diffusi fenomeni di erosione spondale, trasporto solido e divagazione dell'alveo.</li> <li>• Possibili occlusioni, parziali o totali, delle luci dei ponti dei corsi d'acqua maggiori.</li> <li>• Significative condizioni di rischio per il transito dei deflussi nei corsi d'acqua maggiori, anche in assenza di forzante meteo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusi danni alle opere di contenimento, regimazione ed attraversamento dei corsi d'acqua, alle attività agricole, ai cantieri, agli insediamenti artigianali, industriali e abitativi situati in aree inondabili.</li> <li>• Diffuse interruzioni della viabilità in prossimità di impluvi o in zone depresse in prossimità del reticolo idrografico.</li> <li>• Pericolo per la pubblica incolumità/possibili perdite di vite umane.</li> </ul>
Rosso	Elevata criticità	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerosi ed estesi fenomeni di frane superficiali e di colate rapide detritiche o di fango.</li> <li>• Possibilità di attivazione/riattivazione/accelerazione di fenomeni di instabilità anche profonda di versante, anche di grandi dimensioni.</li> <li>• Possibili cadute massi in più punti del territorio.</li> <li>• Ingenti ruscellamenti superficiali con diffusi fenomeni di trasporto di materiale.</li> <li>• Numerosi e rilevanti innalzamenti dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua minori, con estesi fenomeni di inondazione.</li> <li>• Possibili numerose occlusioni delle luci dei ponti dei corsi d'acqua minori.</li> </ul>	<p><b>Ulteriori effetti e danni rispetto allo scenario di codice arancione:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingenti ed estesi danni ad edifici e centri abitati, alle attività agricole e agli insediamenti civili e industriali, coinvolti da frane o da colate rapide.</li> <li>• Ingenti ed estesi danni o distruzione di infrastrutture (rilevati ferroviari o stradali, opere di contenimento, regimazione o di attraversamento dei corsi d'acqua).</li> <li>• Ingenti danni a beni e servizi.</li> <li>• Grave pericolo per la pubblica incolumità/possibili perdite di vite umane.</li> </ul>
	IDRAULICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piene fluviali dei corsi d'acqua maggiori con estesi fenomeni di inondazione anche delle aree distanti dal corso d'acqua, con interessamento dei corpi arginali, diffusi fenomeni di erosione spondale, trasporto solido e divagazione dell'alveo.</li> <li>• Possibili fenomeni di tracimazione, sifonamento o rottura delle opere arginali, sormonto delle opere di attraversamento, nonché salti di meandro.</li> <li>• Possibili numerose occlusioni, parziali o totali, delle luci dei ponti dei corsi d'acqua maggiori.</li> <li>• Rilevanti condizioni di rischio per il transito dei deflussi nei corsi d'acqua maggiori, anche in assenza di forzante meteo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingenti ed estesi danni ad edifici e centri abitati, alle attività agricole e agli insediamenti civili e industriali, sia prossimi sia distanti dai corsi d'acqua.</li> <li>• Ingenti ed estesi danni o distruzione di infrastrutture (rilevati ferroviari o stradali, opere di contenimento, regimazione o di attraversamento dei corsi d'acqua).</li> <li>• Ingenti danni a beni e servizi.</li> <li>• Grave pericolo per la pubblica incolumità/possibili perdite di vite umane.</li> </ul>

Tabella 7-1: livelli di criticità per rischio idrogeologico e idraulico "Manuale operativo delle allerte ai fini della protezione civile" approvato con deliberazione della Giunta regionale n. 53/25 del 29 dicembre 2014

### 7.5 Allerta e fasi operative

Il MANUALE OPERATIVO DELLE ALLERTE AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE, approvato con deliberazione della Giunta regionale n. 53/25 del 29 dicembre 2014, consultabile al seguente indirizzo internet: <http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=2282&s=273917&v=2&c=4594&idsito=20>, descrive le “Procedure di allertamento del sistema regionale di protezione civile per rischio meteorologico, idrogeologico e idraulico” e costituisce il documento di riferimento nell’ambito della gestione operativa delle emergenze connesse al rischio meteorologico, idrogeologico e idraulico.

Secondo quanto predisposto nel manuale al raggiungimento di un livello di criticità per evento previsto corrisponde in maniera biunivoca uno specifico livello di allerta, a cui è associato un codice colore (fase previsionale) e a ciascun livello di allerta corrisponde una fase operativa intesa come la sintesi delle azioni da mettere in campo da parte di ciascun soggetto, secondo i diversi livelli di competenza, anche in virtù di quanto previsto negli atti di pianificazione di riferimento.

In fase previsionale i livelli di allerta e le relative fasi operative sono così articolate:

Allerta	Avviso di Criticità	Fase Operativa
<b>GIALLA</b>	Emissione dell'Avviso di criticità ordinaria	<b>Attenzione</b>
<b>ARANCIONE</b>	Emissione dell'Avviso di criticità moderata	<b>Preallarme</b>
<b>ROSSA</b>	Emissione dell'Avviso di criticità elevata	<b>Allarme/Emergenza</b>

Tabella 7-2: livelli di allerta per rischio idrogeologico e idraulico “Manuale operativo delle allerte ai fini della protezione civile” approvato con deliberazione della Giunta regionale n. 53/25 del 29 dicembre 2014

A questi livelli di allerta si aggiunge la fase di “Evento in atto”, attivata a partire dal livello locale in caso di evoluzione negativa di un evento o al verificarsi di eventi che per intensità ed estensione possano compromettere l'integrità della vita e/o causare gravi danni agli insediamenti residenziali, produttivi e all'ambiente. Il passaggio da una fase operativa alla successiva ed il relativo rientro devono essere aderenti alle decisioni dell’Autorità competente, secondo il proprio piano di emergenza. Tali decisioni sono conseguenti ad una valutazione dell’evoluzione locale della situazione. A livello locale in considerazione di eventuali criticità temporanee (es. presenza di cantieri o di opere di difesa parzialmente danneggiate, ecc), l’attivazione dei livelli di allerta e delle conseguenti fasi operative da parte dell’autorità comunale di protezione civile, può anche non essere preceduta dalla pubblicazione di un Avviso di criticità, se opportunamente previsto nella pianificazione

comunale di emergenza. In tal caso la stessa pianificazione comunale deve riportare valori soglia o di eventuali precursori per l'attivazione del corrispondente livello di allerta.

Il MANUALE OPERATIVO DELLE ALLERTE AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE, approvato con deliberazione della Giunta regionale n. 53/25 del 29 dicembre 2014, nella parte che indica la corrispondenza tra i livelli di allerta e le fasi operative è stato sostanzialmente modificato in funzione delle indicazioni operative emanate in data 10 febbraio 2016 dal Dipartimento della Protezione civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri (nota n. RIA/7117) recanti "Metodi e criteri di omogeneizzazione dei messaggi del Sistema di allertamento nazionale per il rischio meteo-idrogeologico e idraulico e della risposta del sistema di protezione civile", predisposte ai sensi del comma 5, dell'art. 5 del decreto-legge 7 settembre 2011, n. 343, convertito con modificazioni, dalla legge 9 novembre 2011, n. 401, in attuazione della DPCM del 27 febbraio 2004 e s.m.i..

Queste modifiche recepite dalla Regione Sardegna con deliberazione della Giunta regionale n. 20/10 del 12 aprile 2016 - "Approvazione delle linee guida per la pianificazione comunale e/o intercomunale di protezione civile" sono esplicitate nell'allegato A - "Schema di riferimento per la predisposizione del Piano Comunale/Intercomunale di protezione civile".

La documentazione allegata alla deliberazione della Giunta regionale n. 20/10 del 12 aprile 2016 è consultabile ai seguenti indirizzi internet:

[http://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_274\\_20160413174445.pdf](http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_274_20160413174445.pdf)

[http://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_274\\_20160413174516.pdf](http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_274_20160413174516.pdf)

[http://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_274\\_20160413174806.pdf](http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_274_20160413174806.pdf)

[http://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_274\\_20160413174851.pdf](http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_274_20160413174851.pdf)

1) Fase di attenzione: in caso di emissione e pubblicazione dell'Avviso di criticità ordinaria (Allerta gialla)
2) Fase di attenzione: in caso di emissione e pubblicazione dell'Avviso di criticità moderata (Allerta arancione)
3) Fase di preallarme: in caso di emissione e pubblicazione dell'Avviso di criticità elevata (Allerta rossa)
4) Fase di allarme: qualora l'evento si manifesti in maniera improvvisa anche in assenza di Avviso di criticità

Tabella 7-3: livelli di allerta per rischio idrogeologico e idraulico "Schema di riferimento per la predisposizione del Piano Comunale/Intercomunale di protezione civile" approvato con deliberazione della Giunta regionale n. 20/12 del 12 aprile 2016

Il CFD Settore Idro, contestualmente alle previsioni meteorologiche e conseguentemente all'evoluzione di fenomenologie meteorologiche avverse, in funzione del bollettino di criticità idrogeologica e in relazione al livello

di allerta preventivato, emette gli Avvisi di allerta con i codici colore che li caratterizzano ed in relazione alle zone di allerta interessate dai fenomeni.

**AVVISO DI ALLERTA PER RISCHIO IDROGEOLOGICO e IDRAULICO**

**CRITICITÀ ORDINARIA – ALLERTA GIALLA - ATTENZIONE**

---

Prot. n. 1399 POS. XIV.16.1 CAGLIARI 04/02/2017

Il Centro Funzionale Decentrato, visto il BOLLETTINO DI CRITICITÀ n. BCR/35/2017 del 04/02/2017, comunica che:  
dalle ore 12:00 di domenica 05/02/2017 e sino alle ore 12:00 di lunedì 06/02/2017 si prevede il livello di  
ORDINARIA CRITICITÀ PER RISCHIO IDROGEOLOGICO LOCALIZZATO e IDRAULICO sulle zone di allerta:  
**Iglesiente, Campidano, Montevecchio-Pischilappiu, Tirso, Logudoro**

- Tutti i Comuni delle zone di allerta di: Iglesias, Campidano, Montevecchio-Pischilappiu, Tirso, Logudoro
- Città Metropolitana di Cagliari, Province di Oristano, Nuoro, Sassari e Sud Sardegna
- Presidente della Regione Sardegna
- Assessore della Difesa dell'Ambiente delegato in materia di Protezione Civile
- Direzione Generale del Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale (CPVA)
- Direzione Generale dell'Agenzia FoReSTAS
- Direzione Generale dell'Assessorato Regionale dei Lavori Pubblici
- Servizio territoriale opere idrauliche di Cagliari CAGLIARI, ORISTANO, NUORO, SASSARI della Direzione Generale dell'Assessorato Regionale LLPP
- Direzione Generale dell'ARPAS
- Dipartimento Meteo Climatico dell'ARPAS
- Direzione Generale Agenzia regionale del Distretto Idrografico della Sardegna (ADIS)
- Direzione Generale dell'Ente Acque della Sardegna (ENAS)
- Consorzi di Bonifica
- Abbano S.p.A.
- Az. Agr. Villa d'Orri
- Progetto Esmeralda
- Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari
- Consorzi industriali delle zone di allerta di: CAMPIDANO, FLUMEDOSA-FLUMINEDDU, GALLURA, IGLESIENTE, LOGUDORO, MONTEVECCHIO-PISCHILAPPIU, TIRSO
- 118 Cagliari e Sassari
- ARST
- ANAS S.p.A. - Compartimento di Cagliari
- Gestori di telefonia fissa e mobile
- Ordine dei Geologi della Sardegna
- Federazione degli Ordini dottori Agronomi e dottori Forestali della Regione Sardegna
- Ordini degli Ingegneri delle Province di CAGLIARI, ORISTANO, NUORO, SASSARI
- Organizzazioni di Volontariato di Protezione Civile delle zone di allerta di: CAMPIDANO, FLUMEDOSA-FLUMINEDDU, GALLURA, IGLESIENTE, LOGUDORO, MONTEVECCHIO-PISCHILAPPIU, TIRSO iscritte all'elenco regionale di Protezione Civile.
- Dipartimento Nazionale della Protezione Civile
- Prefetture di CAGLIARI, ORISTANO, NUORO, SASSARI
- Direzione Regionale dei Vigili del Fuoco
- Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico
- RFI
- Trenitalia
- Enel Distribuzione S.p.A.
- Enel Produzione S.p.A.

Zone di allerta	Codice Zona	Criticità idrogeologica	Criticità idraulica
Iglesiente	SARD-A	<input checked="" type="checkbox"/> <b>ORDINARIA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>ORDINARIA</b>
Campidano	SARD-B	<input checked="" type="checkbox"/> <b>ORDINARIA</b>	<input type="checkbox"/> <b>ASSENZA</b>
Montevecchio Pischilappiu	SARD-C	<input checked="" type="checkbox"/> <b>ORDINARIA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>ORDINARIA</b>
Flumenedda Flumineddu	SARD-D	----	----
Tirso	SARD-E	<input checked="" type="checkbox"/> <b>ORDINARIA</b>	<input type="checkbox"/> <b>ASSENZA</b>
Gallura	SARD-F	----	----
Logudoro	SARD-G	<input checked="" type="checkbox"/> <b>ORDINARIA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>ORDINARIA</b>

*Si possono verificare:*  
 Danni localizzati ad infrastrutture, edifici e attività antropiche interessati da frane, da colate rapide o dallo scorrimento superficiale delle acque; allagamenti di locali interrati e talvolta di quelli posti a pian terreno prospicienti vie potenzialmente interessate da deflussi idrici; temporanee interruzioni della viabilità in prossimità di piccoli impluvi, canali, zone depresse (gottopassi, tunnel, avvallamenti stradali, ecc.) e a valle di porzioni di versante interessate da fenomeni franosi; limitati danni alle opere idrauliche e di difesa spondale e alle attività antropiche in alveo; occasionale ferimento di persone e perdite incidentali di vite umane. Inoltre, si possono verificare i seguenti effetti localizzati in caso di fenomeni temporaleschi: danni alle coperture e alle strutture provvisorie con trasporto di tegole a causa di forti raffiche di vento o possibili trombe d'aria; rottura di rami, caduta di alberi e abbattimento di pali, segnaletica e impalcature con conseguenti effetti sulla viabilità e sulle reti aeree di comunicazione e di distribuzione dei servizi; danni alle colture agricole, alle coperture di edifici e agli automezzi a causa di grandinate; interruzioni dei servizi, innesco di incendi e lesioni da fulminazione.

**AVVERTENZE:**  
 I soggetti in indirizzo sono tenuti ad allertare le proprie strutture operative e avviare le attività secondo le proprie competenze per il livello di allerta previsto, ai sensi della normativa vigente: DPCM 27.02.2004 e successive modificazioni e integrazioni; Progetto esecutivo del Centro Funzionale Decentrato, approvato con Delibera della Giunta Regionale n. 44/24 del 07.11.2014; Manuale Operativo delle Allerte ai fini di Protezione Civile, approvato con Delibera della Giunta Regionale n. 53/25 del 29.12.2014 e reso esecutivo mediante la pubblicazione nel supplemento straordinario n.9 al BURAS n. 7 del 12 febbraio 2015

Elaborato da tab. "scenari di criticità" - § 5 del "Manuale Operativo delle Allerte ai fini di Protezione Civile" approvato con D.G.R. n. 53/25 del 29.12.2014  
 Modello approvato con D.G.R. n. 26/12 del 11.05.2015

D'ordine del Direttore Generale della Protezione Civile  
 Mario Graziano Nudda  
 (Stefano Loddo)

Centro Funzionale Decentrato della Regione Sardegna: via Vittorio Veneto 28 09128 Cagliari  
 cfd.protezionecivile@pec.regione.sardegna.it - protciv.previsioneprevenzionerischi@regione.sardegna.it

Figura 7-6: bollettino di allerta per rischio idrogeologico e idraulico emesso a seguito del bollettino di criticità idrogeologica e idraulica del 04 Febbraio 2014 e valido per il giorno 05 Febbraio 2017

Gli avvisi di allerta per rischio idrogeologico e idraulico possono consultarsi al seguente indirizzo internet:

<http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=1149&s=20&v=9&nodesc=1&c=7092>.

In conclusione le modifiche apportate al sistema di allertamento determinano che il riferimento istituzionale, ai fini dell'allertamento, è la pubblicazione di tutti gli avvisi (avvisi meteo ed avvisi di criticità) nella

sezione "Allerte di protezione civile" del sito istituzionale della Protezione Civile della Regione Sardegna.

Pertanto i comuni e più in generale le istituzioni enti ed associazioni a vario titolo coinvolti nel sistema di protezione civile sono tenuti a verificare quotidianamente, sul sito Internet anzidetto l'eventuale pubblicazione di un avviso di criticità.

In relazione alle zone di allerta interessate da un avviso di criticità, il Centro Funzionale Decentrato provvederà ad inviare a tutti i soggetti coinvolti nel sistema di protezione civile e descritti nel Manuale Operativo un sms informandoli dell'avvenuta pubblicazione, nonché una mail contenente l'avviso in formato pdf. Detto invio costituisce un ausilio per gli operatori, fermo restando che gli obblighi di diramazione di cui alla Direttiva P.C.M. del 27 febbraio 2004 sono interamente assolti mediante la pubblicazione sul sito istituzionale.

Dal momento della pubblicazione degli avvisi ed in particolare del bollettino di criticità idrogeologica e idraulica e quindi dell'avviso di criticità idrogeologica e idraulica scattano le fasi operative del sistema di protezione civile con l'attivazione delle strutture operative e del presidio territoriale locale e regionale, del presidio territoriale idrogeologico e del presidio territoriale idraulico, ognuno con le funzioni assegnate e descritte nel MANUALE OPERATIVO DELLE ALLERTE AI FINI DI PROTEZIONE CIVILE, approvato con deliberazione della Giunta regionale n. 53/25 del 29 dicembre 2014, in relazione al livello di allerta/fase operativa specifici.

## **7.6 Analisi territoriale**

### **7.6.1 Componente rischio idraulico**

Il territorio comunale di Villaputzu è attraversato da un fitto reticolo idrografico la cui densità diminuisce nei territori del Salto di Quirra e nelle aree delle piane costiere del Flumini Durci e del Fiume Flumendosa, dove prevale la presenza di ampi canali naturali, zone umide e corsi d'acqua artificiali.

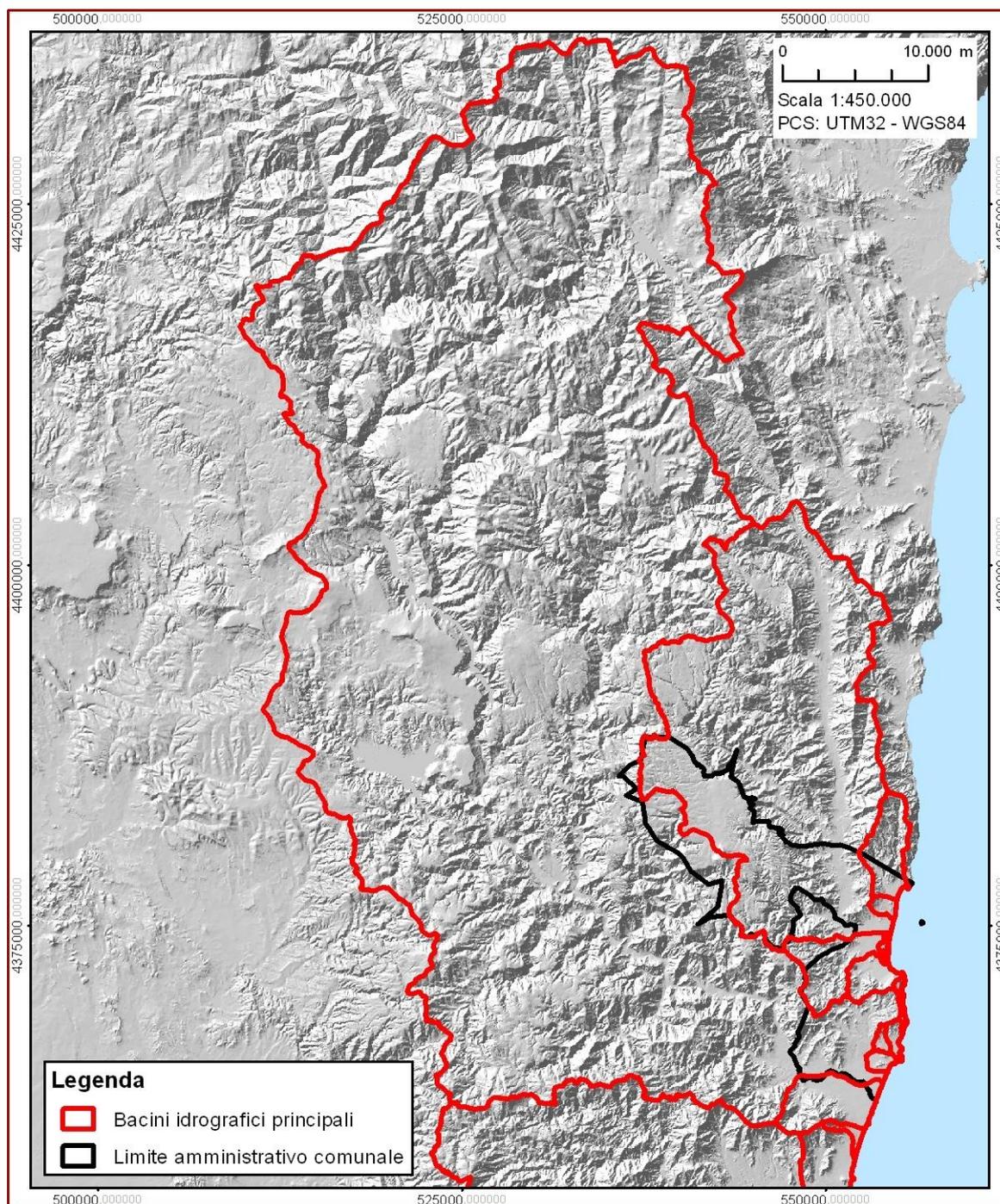


Figura 7-7: intersezione tra il territorio comunale di Villaputzu e i bacini idrografici principali

Il territorio comunale si sovrappone a bacini idrografici di varia rilevanza, sia in termini di superficie dei bacini idrografici intersecati e sia in termini di sviluppo lineare dei corsi d'acqua. Questo fattore geografico, morfometrico e geomorfologico, che determina le modalità dei deflussi delle acque nelle varie zone del territorio comunale e la variabilità spazio temporale dell'andamento e della localizzazione delle precipitazioni, definiscono lo sfondo di conoscenza integrata ai fini dell'individuazione di scenari d'evento.

La Figura 7-7 mostra che solo una piccola porzione del bacino idrografico del Fiume Flumendosa interessa il territorio comunale di Villaputzu, il che non esclude che questo corso d'acqua possa generare condizioni di pericolosità, non solo per il territorio, ma anche per il centro abitato, come risaputo e come si è osservato nell'analisi della pericolosità idraulica. Lo stesso discorso ha validità per il Flumini Durci.

Questi due sistemi idrografici, a tutti gli effetti, presentano caratteristiche dimensionali e morfometriche tali da determinare nel territorio di Villaputzu, in particolare nelle piane costiere, vaste aree interessate da pericolosità idraulica che non è direttamente in relazione all'evolvere di eventi idrometeorici che insistono sul territorio comunale, quanto invece, alle precipitazioni che si manifestano nel bacino idrografico esternamente al territorio villaputzese.

Bacino idrografico	Superficie bacino (Kmq)	Superficie parziale comunale (kmq)	Superficie parziale comunale (%)
RIU CRISPIONI	8,053	8,050	99,96%
FLUMINI DURCI	347,152	87,877	25,31%
RIU PERDA SA CROBU	2,149	2,145	99,82%
BACCU CUNGIAU	16,321	4,669	28,61%
FLUMINI PISALE	19,819	14,794	74,65%
SA PRAIA	2,291	2,287	99,84%
RIU S'OLLASTU	2,202	2,194	99,62%
FIUME FLUMENDOSA	1840,580	54,448	2,96%
FOXI PEDRIONNAS	21,053	1,311	6,23%
COSTA SU FRANZESU	1,301	1,292	99,30%
TORRE MOTTA	0,141	0,139	98,08%
RIU IS CAIDDUS	1,480	1,480	100,00%

Tabella 7-4: bacini idrografici che interessano il territorio comunale di Villaputzu, superfici e superfici parziali ricadenti sul territorio comunale.

Nella Tabella 7-4 sono elencati i bacini idrografici principali che interessano il territorio comunale (Fiume Flumendosa, Flumini Durci, Flumini Pisale) e anche bacini di dimensioni ridotte che sono in prevalenza quelli che interessano le aree dei versanti costieri (Torre Motta, Costa su Franzesu).

Come si può notare anche se solo il 3% circa della superficie del bacino idrografico del Fiume Flumendosa e solo il 25% circa della superficie del bacino idrografico del Flumini Durci ricadono in territorio di Villaputzu, queste modeste porzioni di territorio comunale interessano ampie aree di piana alluvionale costiera, soggette ad inondazione ed a pericolosità idraulica di vario livello.

A seguito dell'analisi dei dati idrografici e di pericolosità idraulica si delineano scenari di pericolosità e rischio idraulico differenti per i due bacini idrografici, non solo nello spazio, ma anche nel tempo.

Di fatto si delineano scenari che dipendono sia dalla pericolosità dell'evento piovoso e sia dalla pericolosità dell'evento alluvionale; per esempio, una precipitazione intensa e concentrata nel bacino medio del Fiume Flumendosa potrebbe generare una piena del corso d'acqua, pericolosa come evento singolare, senza che si registri un analogo evento nelle aree di inondazione del Flumini Durci, così vale il viceversa, come vale anche che i due scenari di rischio possano manifestarsi simultaneamente.

Un'analisi del reticolo idrografico consente di individuare altri segmenti drenanti che caratterizzano il territorio comunale di Villaputzu e di fare debite considerazioni in merito alla distribuzione delle problematiche a carattere idraulico e idrogeologico che tale reticolo può manifestare.

In quest'ottica di differenziazione degli scenari, riveste particolare importanza valutare e individuare uno scenario di rischio idraulico per il centro urbano che è interessato da un reticolo idrografico minore in un sottobacino del Fiume Flumendosa.

L'abitato di Villaputzu è ubicato nel settore vallivo di un piccolo bacino idrografico che si raccorda con la piana del Fiume Flumendosa, in una zona con quote che variano tra i 5 ed i 35 m s.l.m.. Lo spartiacque del bacino fa da coronamento all'area urbanizzata definendo un anfiteatro morfologico che raggiunge quote pari a 236 m s.l.m. presso Monte Omu.

Il settore di testata del bacino idrografico, verso Nord, è caratterizzato da forti pendenze e valli incise che drenano i versanti convogliando le acque nel settore dell'abitato; quest'ultimo è attraversato da canali tombati e cunette che si sviluppano lungo la viabilità. Recentemente sono state realizzate, lungo il reticolo idrografico e appena a monte dei canali tombati alcune opere di sistemazione idraulica finalizzate a garantire un migliore drenaggio delle acque a difesa dell'abitato.

#### 7.6.2 Componente rischio geomorfologico

Il territorio comunale di Villaputzu presenta una morfologia piuttosto eterogenea, infatti si caratterizza per le aree montuose del Salto di Quirra, per le zone collinari e quelle pianeggianti delle piane alluvionali e costiere, dove sfociano il Fiume Flumendosa, nella spiaggia di Porto Corallo e il Flumini Durci nella spiaggia di Cala de s'Acqua Durci.

La morfologie tabulari delle aree montuose si contraddistinguono perché impostate su un penepiano post – ercinico che nelle aree del Salto di Quirra è prevalentemente fossilizzato da formazioni più recenti. Questo elemento geomorfologico, sub – strutturale, coincide con la superficie di erosione generatasi durante il lungo

periodo di continentalità, che nel tardo Paleozoico ha interessato tutta l'Isola.

I versanti che degradano dalle alture tabulari del Salto di Quirra, sono in genere caratterizzati da forti pendenze che determinano una morfologia aspra e un reticolo idrografico con valli perlopiù simmetriche dove, lungo vallecole a V in incisione scorrono i torrenti a carattere stagionale, affluenti dei corsi d'acqua principali.

L'asperità dei versanti, le forti pendenze, le caratteristiche geologiche e geotecniche degli ammassi rocciosi e dei terreni incoerenti, la scarsa copertura vegetale arborea dovuta al disboscamento, all'estensione delle colture agro-pastorali e delle urbanizzazioni in aree ad elevata pendenza e la periodicità degli incendi, rendono i pendii particolarmente fragili e predisposti al dissesto idrogeomorfologico.

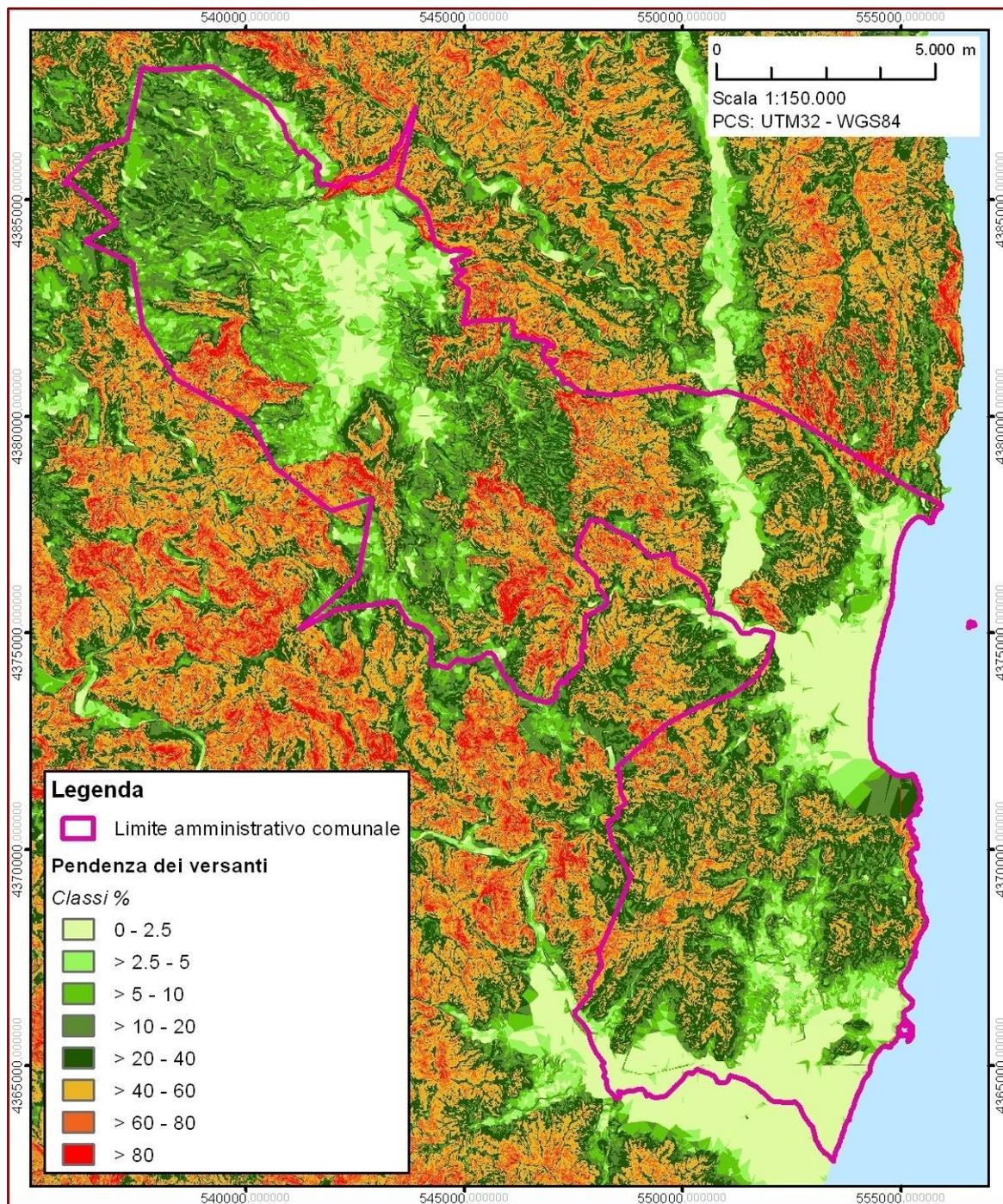


Figura 7-8: mappatura della pendenza dei versanti

In tutto il territorio comunale possono osservarsi diffusi fenomeni franosi di modesta entità, piccoli smottamenti e scivolamenti, prevalentemente associati a coltri detritiche o di alterazione delle litologie scisto metamorfiche e granitoidi; crolli di porzioni di ammassi rocciosi, intensamente fratturati o scistosi, si rilevano diffusamente sulle litologie più competenti (vulcaniti, porfiroidi, granitoidi e marmi) e spesso sono fonte di alimentazione delle colate detritiche lungo canali in roccia.

In genere si tratta comunque di fenomeni di piccola entità e spesso generati da modificazioni antropiche della morfologia dei versanti o dei deflussi superficiali (realizzazione di strade o sbancamenti per l'edilizia abitativa e non); di contro si rileva in tutto il territorio comunale una considerevole erosione superficiale, con particolare riferimento ai suoli e alle coperture detritiche, incentivata dalle forti pendenze, dalla scarsa o assente copertura vegetale e dalle pratiche agricole di dissodamento, aratura e pascolo.

I fenomeni di dissesto idrogeologico rilevati sono certamente connessi alle criticità ambientali abiotiche e biotiche, ma il loro accadimento e/o la loro evoluzione sono strettamente influenzati dalle precipitazioni a carattere temporalesco, intense, di breve o peggio di lunga durata, che in modo ricorrente si manifestano nel territorio comunale.

In questa trattazione, alla pari di quanto già definito per la componente rischio idraulico, merita distinta attenzione l'area in cui ricade l'abitato di Villaputzu, questa infatti si contraddistingue per la particolare morfologia che la caratterizza e per le problematiche di carattere idraulico e geomorfologico che ne derivano.

Infatti, come detto, l'abitato di Villaputzu è ubicato nel settore vallivo di un piccolo bacino idrografico che si raccorda con la piana del Fiume Flumendosa, in una zona con quote che variano tra i 5 ed i 35 m s.l.m..

Il bacino idrografico si caratterizza per le forti pendenze dell'area di testata in cui trovano ubicazione valli molto incise e versanti la cui ossatura è data dalle litologie metamorfiche, scistose (Arenarie di S. Vito). Verso valle le pendenze diminuiscono e prevalgono invece i depositi detritici pedemontani e alluvionali.

I detriti di versante si presentano incoerenti e costituiti da clasti spigolosi, poco elaborati, di dimensioni centimetriche e decimetriche con scarsa o assente matrice fine sabbiosa e limosa; le rocce metamorfiche sono invece interessate da intensa scistosità che determina la disgregazione, la disarticolazione degli ammassi e la conseguente propensione al franamento.

Sui versanti del bacino idrografico che domina l'abitato di Villaputzu si rilevano piccoli fenomeni franosi sia sulle litologie scistose e sia sui detriti di versante; in particolare si rileva che l'attività di queste piccole, ma diffuse frane, è in stretta relazione con le caratteristiche litologiche, meccaniche e geotecniche delle rocce e delle terre e con la morfologia dei pendii, ma è da relazionarsi prevalentemente all'accadimento di eventi piovosi intensi.

### **7.7 Scenari di riferimento per il rischio idraulico**

Per quanto detto in precedenza e relativamente alle diverse configurazioni che caratterizzano

l'accadimento e l'evoluzione di un evento meteorologico e la susseguente trasformazione in deflussi superficiali e potenziali alluvioni, si ritiene che nel territorio comunale di Villaputzu si possano individuare differenti scenari di riferimento per il rischio idraulico nelle varie zone che presentano criticità in caso di eventi alluvionali.

#### 7.7.1 Scenario di riferimento - rischio idraulico: PIENA DEL FIUME FLUMENDOSA

Lo scenario di riferimento relativo alla piena del Fiume Flumendosa si basa sull'individuazione delle aree a pericolosità idraulica, ovvero delle aree inondabili da piene con i tempi di ritorno più bassi, a cui corrispondono livelli di criticità elevata, che possono evolvere e determinare scenari di rischio straordinari.

Gli ultimi 10 Km del Fiume Flumendosa, sulla pianura alluvionale costiera dove si sviluppano gli abitati di Muravera e Villaputzu, sono interessati da rilevanti interventi di sistemazione idraulica; in questo settore un sistema arginale pressoché continuo si sviluppa fino allo sbocco a mare. La realizzazione degli argini ha conferito alla sezione di deflusso una geometria stabile e uniforme; consolidando sia il tracciato planimetrico dell'alveo sia la sua posizione nell'ambito del sistema del delta. Il sistema delle opere idrauliche è completato localmente da opere di difesa longitudinali e trasversali, finalizzate alla stabilizzazione planimetrica dell'alveo e a contrastare eventuali fenomeni erosivi al piede delle arginature.

Il sistema arginale di sinistra presenta una discontinuità in località Eringiana – Cuc.ru Santa Maria ove trova ubicazione la chiusa fluviale che mette in comunicazione il bacino drenante dall'abitato di Villaputzu (Riu Ziu Serrau) con l'area infra-arginale del Fiume Flumendosa. Nella presente definizione e descrizione di scenario di riferimento per il rischio idraulico si considera determinante la chiusura della chiavica, infatti tale chiusura, nel caso che si verifichi una piena del Fiume Flumendosa, evita la risalita dei livelli idrici verso il canale artificiale di collegamento del Riu Ziu Serrau e quindi l'allagamento delle aree golenali oltre l'argine di sinistra del Fiume Flumendosa.

Posta questa considerazione, il sistema delle arginature, secondo quanto riportato dagli studi e dalle simulazioni idrauliche del P.S.F.F., è capace di contenere le portate delle piene con tempo di ritorno 100 anni, mentre per la portata con tempo di ritorno 200 anni e 500 anni, si verifica la tracimazione del corpo arginale ed il conseguente allagamento della piana alluvionale circostante, fino a lambire settori periferici dell'abitato, con il progressivo aumentare dei livelli idrici sul piano di campagna.

La piena con tempi di ritorno pari a 200 anni determina anche il sormonto del ponte sulla S.S. 125 e degli argini con conseguenti esondazioni che si manifestano anche nel settore a monte del ponte. Le simulazioni ad argini tracimabili, condotte nel P.S.F.F. sul tratto terminale arginato del Fiume Flumendosa, individuano le aree

inondabili da piene con tempi di ritorno 200 anni e 500 anni, mettendo in evidenza le criticità idrauliche che si localizzano all'altezza del ponte con il conseguente allagamento di tutta la piana alluvionale tra Villaputzu e Muravera.

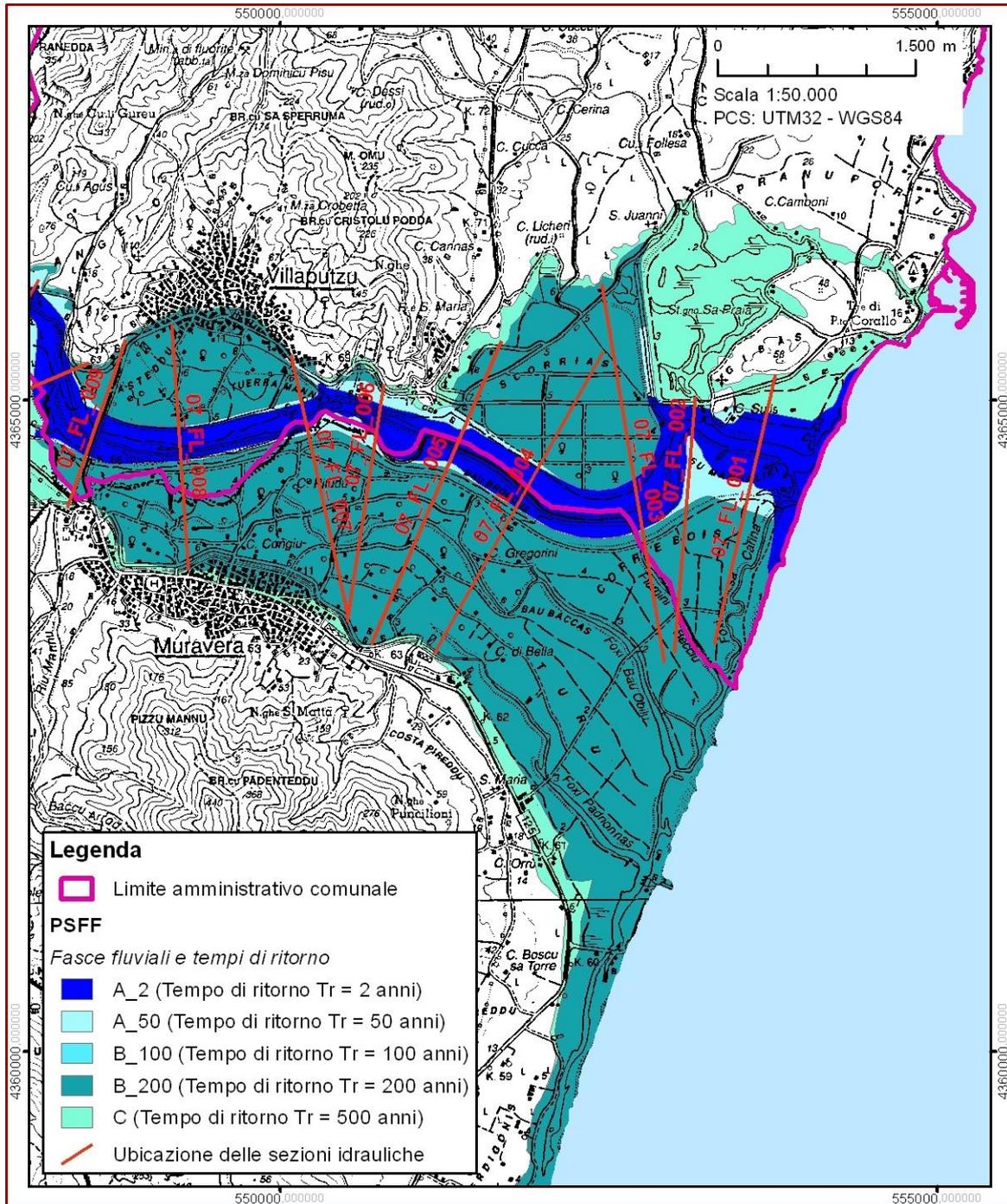


Figura 7-9: perimetrazione P.S.F.F. delle fasce fluviali e ubicazione delle sezioni di cui alla Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 1 del 20.06.2013

Fiume Flumendosa – Valori di portata per assegnato periodo di ritorno								
ID Tronco	Sezioni idrauliche	Sez. idrologica di valle	Area sottesa [km²]	Portata T=2 [m³/s]	Portata T=50 [m³/s]	Portata T=100 [m³/s]	Portata T=200 [m³/s]	Portata T=500 [m³/s]
1	84-73	B	786,3	181	1450	1790	2200	2760
2	73-72	C	970,1	103	1650	2070	2570	3240
3	72-52	D	1057,9	157	1930	2410	2950	3680
4	52-51	F	1453,8	275	2730	3380	4080	5020
5	51-43	G	1544,7	308	2930	3620	4350	5340
6	43-42	H	1607,8	325	3040	3750	4510	5530
7	42-22	I	1733,0	371	3320	4080	4890	5970
8	22-0	L	1868,0	418	3600	4420	5280	6420

Tabella 7-5: portate di piena del Fiume Flumendosa che tengono conto degli effetti di laminazione delle dighe in riferimento ai tronchi idraulici, alle sezioni idrologiche di valle e alle sezioni idrauliche (da P.S.F.F. – Sub bacino 07 Flumendosa Campidano Cixerri – Relazione monografica di bacino idrografico – Flumendosa, cod. doc. 705112, pag. 77)

Fiume Flumendosa – Livelli idrici [m s.m.] e franco in corrispondenza di arginature (argini non tracimabili)												
Descrizione	ID Sez.	Quota argine (rilievo Lidar 2008) [m s.m.]	Livello idrico [m s.m.]					Franco (m)				
			h T=2	h T=50	h T=100	h T=200	h T=500	F T=2	F T=50	F T=100	F T=200	F T=500
Argine Destro	13	18.04	9.23	13.08	13.7	14.3	15.02	8.81	4.96	4.34	3.74	3.02
	12	13.07	7.68	10.94	11.56	12.16	12.89	5.39	2.13	1.51	0.91	0.18
	11	11.91	6.8	10.43	11.18	11.88	12.71	5.11	1.48	0.73	0.03	-0.8
	10	11.44	5.87	9.89	10.65	11.35	12.16	5.57	1.55	0.79	0.09	-0.72
	9.5	9.86	5.14	9.36	10.15	10.86	11.66	4.72	0.5	-0.29	-1	-1.8
	9.2	9.79	4.87	8.95	9.68	10.38	11.18	4.92	0.84	0.11	-0.59	-1.39
	8	9.3	3.79	8.43	9.1	9.76	10.51	5.51	0.87	0.2	-0.46	-1.21
	7	8.04	3.28	7.37	7.91	8.44	9.06	4.76	0.67	0.13	-0.4	-1.02
	6	7.53	2.75	6.47	6.98	7.47	8.08	4.78	1.06	0.55	0.06	-0.55
	5	6.88	2.18	5.5	6.01	6.5	7.08	4.7	1.38	0.87	0.38	-0.2
	4	6.47	2.25	5.31	5.78	6.23	6.77	4.22	1.16	0.69	0.24	-0.3
	3	5.4	2.15	4.71	5.09	5.45	5.86	3.25	0.69	0.31	-0.05	-0.46
	2	4.86	1.91	4.17	4.52	4.84	5.24	2.95	0.69	0.34	0.02	-0.38
1	4.53	1.78	2.59	2.81	3.03	3.27	2.75	1.94	1.72	1.5	1.26	
Argine Sinistro	10	11.05	5.87	9.89	10.65	11.35	12.16	5.18	1.16	0.4	-0.3	-1.11
	9.5	10.11	5.14	9.36	10.15	10.86	11.66	4.97	0.75	-0.04	-0.75	-1.55
	9.2	9.82	4.87	8.95	9.68	10.38	11.18	4.95	0.87	0.14	-0.56	-1.36
	8	9.3	3.79	8.43	9.1	9.76	10.51	5.51	0.87	0.2	-0.46	-1.21
	7	8.25	3.28	7.37	7.91	8.44	9.06	4.97	0.88	0.34	-0.19	-0.81
	5	6.96	2.18	5.5	6.01	6.5	7.08	4.78	1.46	0.95	0.46	-0.12
	4	6.12	2.25	5.31	5.78	6.23	6.77	3.87	0.81	0.34	-0.11	-0.65
	3	5.41	2.15	4.71	5.09	5.45	5.86	3.26	0.7	0.32	-0.04	-0.45
2	4.83	1.91	4.17	4.52	4.84	5.24	2.92	0.66	0.31	-0.01	-0.41	
1	4.73	1.78	2.59	2.81	3.03	3.27	2.95	2.14	1.92	1.7	1.46	

Tabella 7-6: livelli idrici e franco del Fiume Flumendosa in corrispondenza degli argini e in riferimento alle sezioni idrauliche (da P.S.F.F. – Sub bacino 07 Flumendosa Campidano Cixerri – Relazione monografica di bacino idrografico – Flumendosa, cod. doc. 705112, pag. 78)

Descrizione	ID Sez.	Quota intradosso [m s.m.]	Livello idrico [m s.m.]					Franco (m)				
			T=2	T=50	T=100	T=200	T=500	T=2	T=50	T=100	T=200	T=500
Ponte S.S.125 Muravera-Villaputzu	9.3	8.40	5.14	9.36	10.15	10.86	11.66	3.26	-0.96	-1.75	Sor.	Sor.

Tabella 7-7: livelli idrici e franco del Fiume Flumendosa in corrispondenza del ponte sulla S.S. 125 (da P.S.F.F. – Sub bacino 07 Flumendosa Campidano Cixerri – Relazione monografica di bacino idrografico – Flumendosa, cod. doc. 705112, pag. 78), modificato

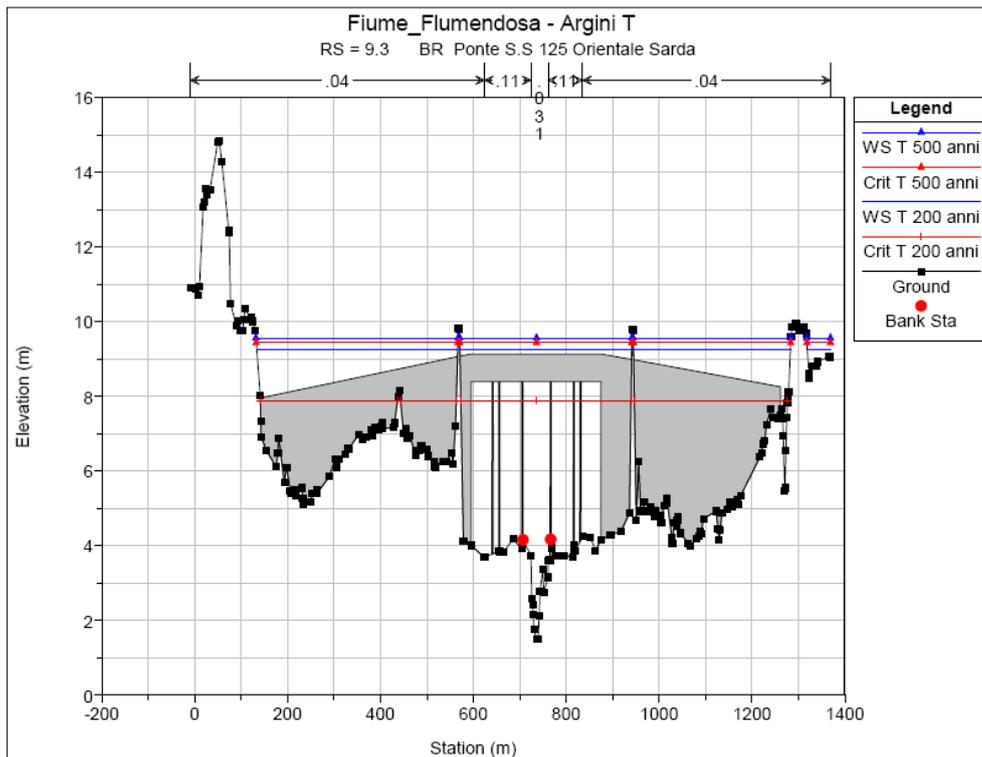


Figura 7-10: simulazione di deflusso in piena ad argini tracimabili nella sezione idraulica 9.3 (da P.S.F.F. – Sub bacino 07 Flumendosa Campidano Cixerri – Relazione monografica di bacino idrografico – Flumendosa, cod. doc. 705122, Allegato 6)

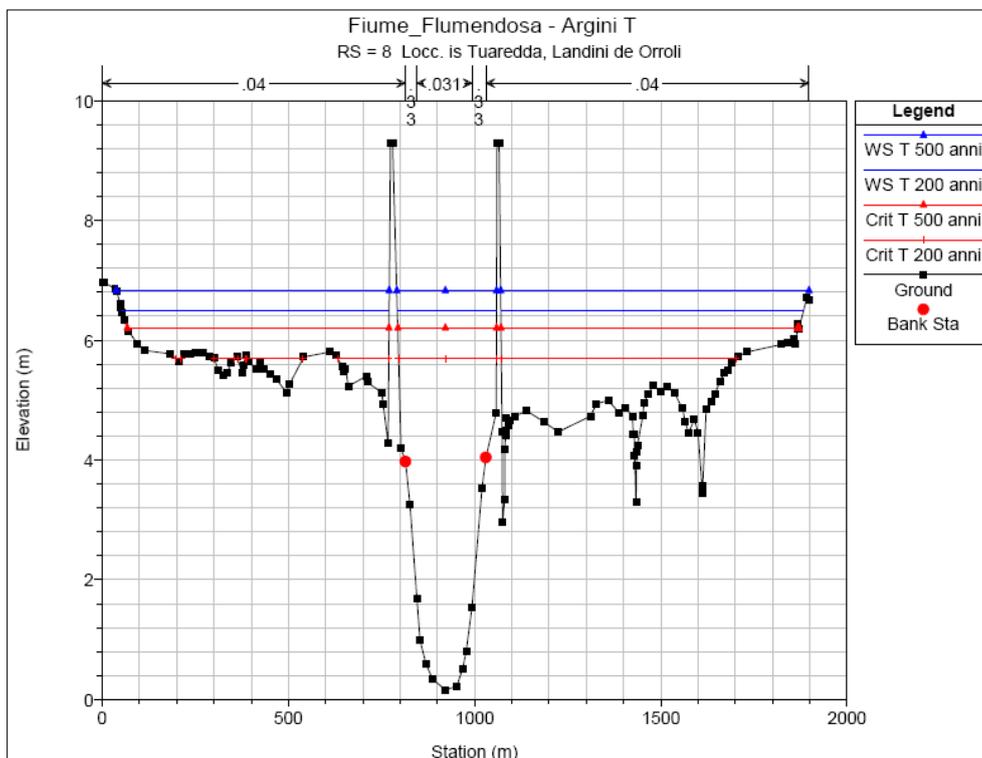


Figura 7-11: simulazione di deflusso in piena ad argini tracimabili nella sezione idraulica 9.3 (da P.S.F.F. – Sub bacino 07 Flumendosa Campidano Cixerri – Relazione monografica di bacino idrografico – Flumendosa, cod. doc. 705122, Allegato 6)

Dai dati esposti si evince che le piene con tempi di ritorno inferiori a 100 anni sono generalmente

contenute all'interno degli argini del Fiume Flumendosa, mentre per piene con tempo di ritorno di 200 anni gli argini non sono più funzionali e si verifica anche il sormonto del ponte sulla S.S. 125.

Per quanto detto e quanto potuto osservare, lo scenario di riferimento per la piena del Fiume Flumendosa si fa corrispondere al momento in cui la piena ordinaria sta evolvendo, ma è ancora abbondantemente contenuta nell'alveo arginato, delineando un evento in atto con criticità ordinaria.

La possibilità che l'aumento delle portate, anche se non legata all'evoluzione dell'evento pluviometrico, ma piuttosto influenzata dalla modalità dei deflussi nel reticolo idrografico, anche in relazione alla gestione degli invasi montani, abbia come conseguenza l'innalzamento dei livelli idrici, ma ancora contenuti dal sistema degli argini, delinea un evento in atto con criticità moderata per il quale si prescrive un avviso di criticità elevata.

L'ulteriore innalzamento e la conseguente tracimazione oltre gli argini, rappresenterebbe un evento in atto di criticità elevata.

Lo schema sinottico di Figura 7-12 riassume quanto descritto in precedenza.

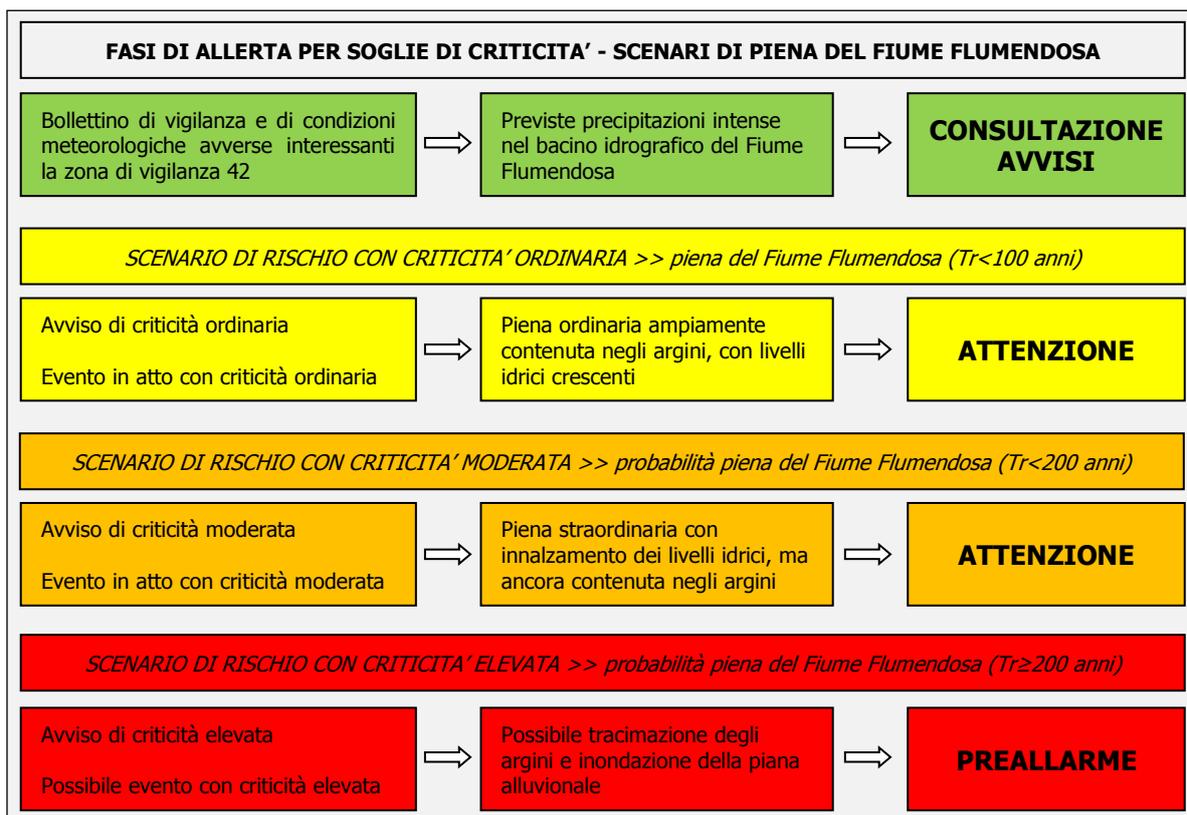


Figura 7-12: schema delle fasi evolutive, dalla consultazione degli avvisi al preallarme, per scenari di rischio con livelli di criticità crescente in relazione all'evoluzione della piena del Fiume Flumendosa

In definitiva si ritiene che lo scenario di rischio di riferimento con criticità ordinaria si debba configurare considerando la distribuzione planimetrica delle aree inondabili da piene con tempo di ritorno non superiori a

100 anni, che corrispondono al livello di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) ed elevata (Hi3) rappresentate dalle fasce fluviali A2, A50, B100 del P.S.F.F.; mentre si ritiene che lo scenario di rischio di riferimento con criticità elevata (preallarme) si debba configurare considerando la distribuzione planimetrica delle aree caratterizzate da livello di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3) e moderata (Hi2) rappresentate dalle fasce fluviali A2, A50, B100 e B200 del P.S.F.F.. Tra questi due scenari si configura il livello di allerta arancione per il quale devono prevedersi controlli, monitoraggi, in situ e strumentali, che consentano di stabilire il passaggio al livello di criticità maggiore quindi alla fase di preallarme.

L'evoluzione verso la fase operativa di allarme seguirà, anche senza avviso di criticità, per l'evento in atto caratterizzato da piene del Fiume Flumendosa con tempo di ritorno  $Tr \geq 200$  anni.

#### 7.7.2 Scenario di riferimento - rischio idraulico: PIENA DEL FLUMINI DURCI

Lo scenario di riferimento relativo alla piena del Flumini Durci si basa nell'individuazione delle aree a pericolosità idraulica, ovvero delle aree inondabili da piene con i tempi di ritorno più bassi, a cui corrispondono livelli di criticità elevata, che possono evolvere e determinare scenari di rischio straordinari.

Il Flumini Durci si distingue geomorfologicamente in due tratti distinti: lungo il tratto montano impostato su un lineamento tettonico il corso d'acqua è incassato tra versanti rocciosi e si sviluppa in modo rettilineo con elevate pendenze di fondo; nel tratto medio vallivo e di foce l'ambito fluviale si amplia e il corso d'acqua assume tendenza pluricursale e meandriforme verso la foce, sviluppandosi sulle alluvioni ghiaioso – sabbiose terrazzate, le pendenze sono modeste e i depositi alluvionali divengono man mano più fini verso la piana costiera e la foce.

Nel tratto medio vallivo e di piana costiera il corso d'acqua si mantiene morfologicamente stabile anche se sono presenti delle opere di difesa idraulica realizzate a difesa di abitati (Tertenia) e strade (S.S. 125 e Nuova S.S. 125).

Nel tratto finale, all'altezza di Castello di Quirra, il Flumini Durci devia bruscamente verso Est per sfociare presso la spiaggia di Cala de s'Acqua Durci.

Nel tratto medio vallivo e di foce la pressione antropica è complessivamente modesta: Tertenia è l'unico centro abitato che interessa l'ambito fluviale, mentre la S.S. 125 si sviluppa lungo la valle a volte in quota a volte più prossima all'ambito fluviale. Le opere di sistemazione idraulica esistenti sono in gran parte realizzate per la stabilizzazione plano-altimetrica del corso d'acqua; localmente, una serie di difese spondali, generalmente in

gabbioni, difendono il rilevato della S.S.125, mentre alcune briglie/soglie, spesso in calcestruzzo, stabilizzano il profilo di fondo in corrispondenza dei guadi esistenti. Gli interventi di contenimento dei livelli idrici sono concentrati in corrispondenza di Tertenia, dove arginature continue lungo entrambe le sponde difendono l'abitato.

Secondo quanto riportato nel P.S.F.F. il comportamento idraulico in piena del Flumini Durci può ricostruirsi attraverso l'analisi idraulica distribuita su tre tronchi omogenei: uno montano, uno medio vallivo e uno di foce; questi ultimi due interessano il territorio comunale di Villaputzu.

Il tratto medio vallivo ha inizio proprio in territorio di Villaputzu, presso la confluenza in sponda sinistra con il Riu di S. Giorgio e termina con una stretta morfologica, in località C. Cauli, nel tratto focivo.

In questo tratto l'alveo inciso non è sufficiente a contenere le piene con tempi di ritorno di 2 anni che si riversano nelle aree della piana alluvionale inondando territori prevalentemente adibiti a pascolo. Per tempi di ritorno superiori le inondazioni interessano tutto il fondovalle raggiungendo con le piene più gravose anche i rilevati della S.S. 125 in sponda destra. In questo tratto del corso d'acqua non sono presenti opere di regimazione o difesa idraulica e nemmeno opere di attraversamento.

Il tratto di foce inizia presso C. Cauli e termina in mare, in questo tratto il corso d'acqua scorre su territori sub pianeggianti e presenta quote di fondo inferiori a quelle del livello del mare, si presenta con morfologia meandriforme e da origine ad una importante zona umida con scarsa interferenza antropica, limitata ad attività agricole prevalentemente localizzate nelle aree golenali di destra.

Anche in questo tratto, per piene con tempo di ritorno pari a 2 anni, l'alveo inciso non è sufficiente ad evitare inondazioni che sono però limitate alla zona di foce; per piene con tempi di ritorno superiori tutta la piana alluvionale costiera è interessata da allagamento. Deve altresì considerarsi che l'inondazione della piana costiera è legata anche ai contributi idraulici del Flumini Pisale, questo infatti occupa il settore meridionale della piana costiera e sfocia presso la Peschiera di Quirra nella spiaggia di Cala de s'Acqua Durci.

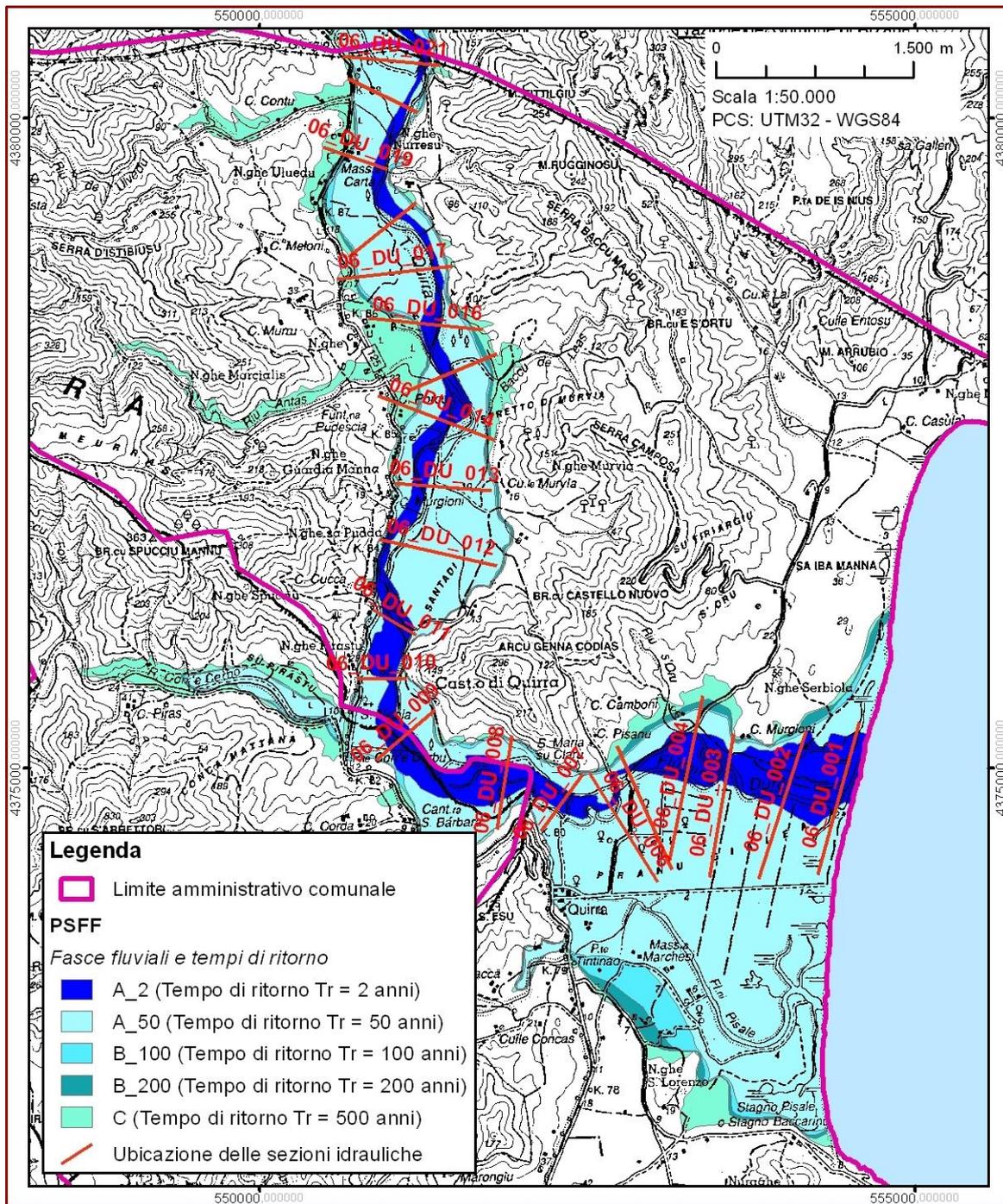


Figura 7-13: perimetrazione P.S.F.F. delle fasce fluviali e ubicazione delle sezioni di cui alla Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 1 del 20.06.2013

Il Flumini Durci, nel tratto ricadente all'interno del territorio comunale di Villaputzu mantiene una connotazione naturale; con morfologia pluricursale o a canali intrecciati si estende in direzione Nord-Sud, mentre dopo aver ricevuto le acque di diversi affluenti secondari di modesta entità, descrive una curva a 90° verso sinistra, deviando in direzione Est assume andamento meandriforme su un ampio greto ciottoloso fino alla foce, in prossimità di Cala de s'Acqua Durci; in questo settore sono evidenti le tracce di vari rami dimessi

del corpo idrico.

Le principali criticità idrauliche sono rappresentate dai sormonti localizzati della S.S. 125 per le piene più gravose (Tr = 200 e Tr = 500) e dal sormonto del ponte in località Torre Quaddus che avviene anche con piene con tempi di ritorno pari a 50 anni (Tabella 7-9).

Flumini Durci – Valori di portata per assegnato periodo di ritorno								
ID Tronco	Sezioni idrauliche	Sez. idrologica di valle	Area sottesa [km <sup>2</sup> ]	Portata T=2 [m <sup>3</sup> /s]	Portata T=50 [m <sup>3</sup> /s]	Portata T=100 [m <sup>3</sup> /s]	Portata T=200 [m <sup>3</sup> /s]	Portata T=500 [m <sup>3</sup> /s]
1	66	B	3,7	10	42	55	68	86
2	65	C	4,9	13	56	72	88	111
3	64	D	5,7	14	68	86	104	130
4	63	E	6,3	15	74	93	112	139
5	62	G	8,4	18	100	123	148	180
6	61-58.4	H	10,1	20	116	143	171	208
7	58.3-58.1	I	31,4	42	317	391	467	571
8	57-54	L	37,5	47	363	445	530	645
9	53-51	M	43,3	51	404	493	585	709
10	50-48.4	N	48,0	55	434	528	625	756
11	48.3-48.1	O	60,1	64	472	575	677	811
12	47-45.4	P	95,6	86	637	775	913	1.090
13	45.3-40	Q	108,5	93	691	841	990	1.190
14	39	R	130,5	105	778	948	1.120	1.340
15	38-33	S	142,1	111	822	1.000	1.180	1.410
16	32-21	T	171,2	125	927	1.130	1.330	1.590
17	20	U	293,2	177	1.310	1.600	1.880	2.250
18	19-11	V	311,9	184	1.370	1.660	1.960	2.350
19	10	W	340,6	194	1.450	1.760	2.070	2.480
20	9-0	Z	348,3	197	1.470	1.790	2.100	2.520

Tabella 7-8: portate di piena del Flumini Durci in riferimento ai tronchi idraulici, alle sezioni idrologiche di valle e alle sezioni idrauliche (da P.S.F.F. – Sub bacino 06 Sud Orientale – Relazione monografica di bacino idrografico – Fiumi minori tra il Cedrino ed il Flumendosa, cod. doc. 617113, pag. 104)

Descrizione	ID Sez.	Quota intradosso [m s.m.]	Livello idrico [m s.m.]					Franco (m)				
			T=2	T=50	T=100	T=200	T=500	T=2	T=50	T=100	T=200	T=500
Ponte sa Canna	60.3	156,47	152,01	153,59	153,98	154,40	154,83	4,46	2,88	2,49	2,07	1,64
Ponte svincolo S.S.125	59.3	152,58	147,44	148,38	148,57	148,79	149,04	5,14	4,20	4,01	3,79	3,54
Ponte S.S.125 loc. C. Murgia	58.3	147,98	146,00	147,85	148,16	148,47	148,69	1,98	0,13	-0,18	-0,49	-0,71
Ponte S.S.125 loc. Mattiatu	52.3	124,92	120,41	122,72	123,16	123,59	124,13	4,51	2,20	1,76	1,33	0,79
Ponte Sarrala	48.3	101,19	97,00	98,98	99,30	99,61	99,85	4,19	2,21	1,89	1,58	1,34
Ponte S.S.125 loc. C. Piroddi	45.3	94	89,42	91,29	91,51	91,74	92,03	4,58	2,71	2,49	2,26	1,97
Ponte Baccu s'Ortu	36.3	59,09	55,77	58,08	58,48	58,86	60,14	3,32	1,01	0,61	0,23	-1,05
Ponte loc. Torre Quaddus	5.3	5,08	2,00	5,44	6,41	6,88	7,29	3,08	-0,36	-1,33	-1,80	-2,21

Tabella 7-9: livelli idrici e franco del Flumini Durci in corrispondenza del ponte sulla S.S. 125 (da P.S.F.F. – Sub bacino 06 Sud Orientale – Relazione monografica di bacino idrografico – Fiumi minori tra il Cedrino ed il Flumendosa, cod. doc. 617113, pag. 108), modificato

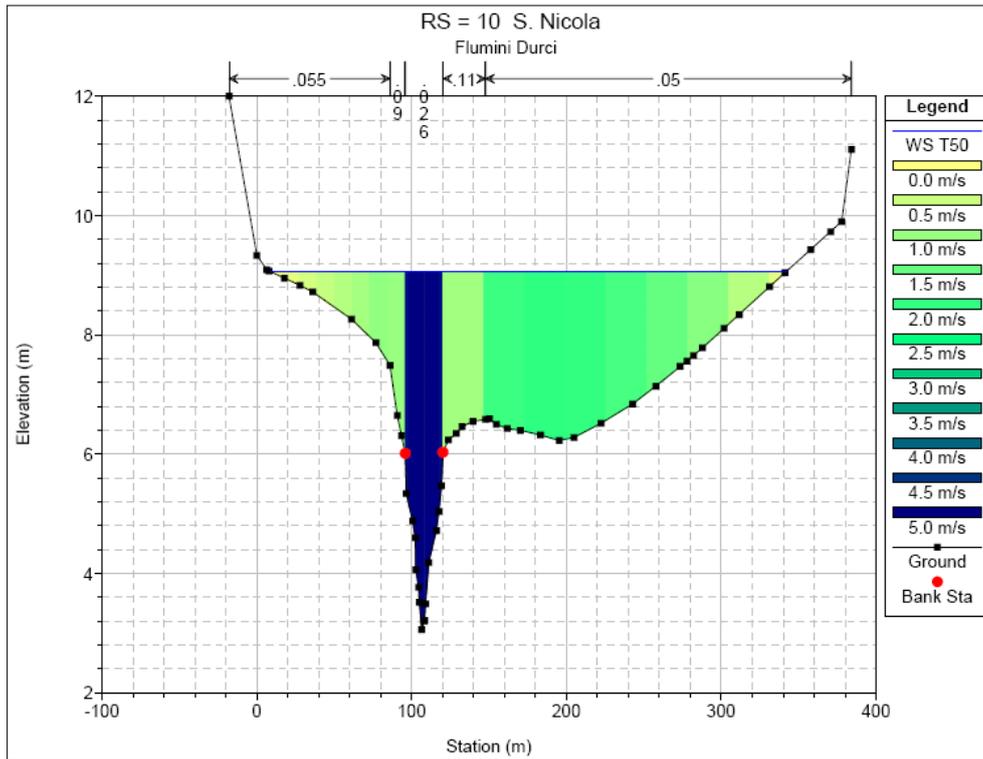


Figura 7-14: simulazione di deflusso in piena nella sezione idraulica 10, livello di piena e distribuzione delle velocità Tr = 50 anni (da P.S.F.F. – Sub bacino 06 Sud Orientale – Relazione monografica di bacino idrografico – Minori tra il Foddeddu ed il Flumendosa, cod. doc. 617121, Allegato 4, Allegato 4.1)

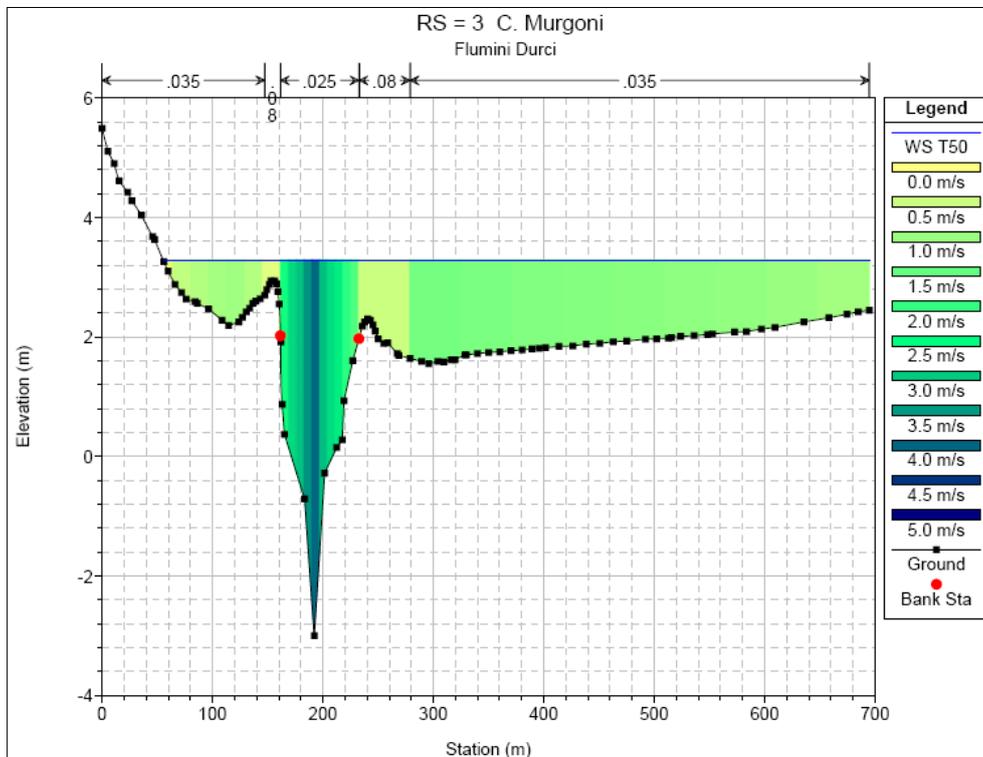


Figura 7-15: simulazione di deflusso in piena nella sezione idraulica 3, livello di piena e distribuzione delle velocità Tr = 50 anni (da P.S.F.F. – Sub bacino 06 Sud Orientale – Relazione monografica di bacino idrografico – Minori tra il Foddeddu ed il Flumendosa, cod. doc. 617121, Allegati 4, Allegato 4.1)

Dai dati esposti si evince che lungo il tratto del Flumini Durci che insiste sul territorio comunale di Villaputzu le piene con tempi di ritorno pari a 2 anni non sono generalmente contenute nell'alveo inciso e che le piene con tempi di ritorno pari a 50 anni sono in grado di inondare tutta la piana alluvionale e lambire i rilevati della S.S. 125, la quale, in alcuni punti, viene sormontata per piene con tempi di ritorno maggiori.

Per quanto detto e quanto potuto osservare, lo scenario di riferimento per la piena del Flumini Durci si fa corrispondere al momento in cui la piena ordinaria sta evolvendo, ma seppur ancora contenuta nell'alveo inciso, delinea un evento in atto con criticità moderata per il quale si prevede l'emissione di un avviso di criticità elevata.

La possibilità che l'aumento delle portate, anche se non legata all'evoluzione dell'evento pluviometrico, ma piuttosto influenzata dalla modalità dei deflussi nel reticolo idrografico, abbia come conseguenza l'innalzamento dei livelli idrici, determina l'allagamento di tutto il fondovalle e della piana alluvionale costiera e delinea un evento in atto con criticità elevata.

Lo schema sinottico di Figura 7-16 riassume quanto descritto in precedenza.

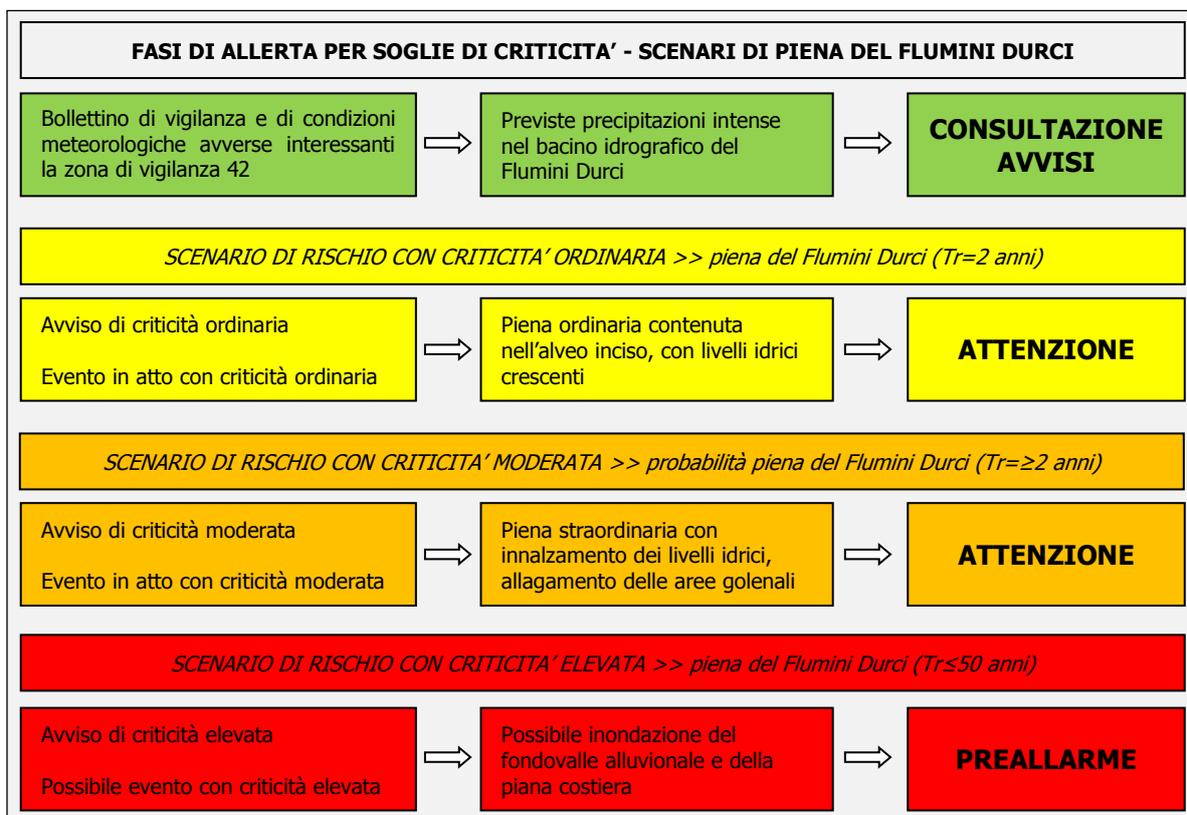


Figura 7-16: schema delle fasi evolutive, dalla consultazione degli avvisi all'allarme, per scenari di rischio con livelli di criticità crescente in relazione all'evoluzione della piena del Flumini Durci.

In definitiva si ritiene che lo scenario di rischio di riferimento con criticità ordinaria si debba configurare

considerando la distribuzione planimetrica delle aree inondabili da piene con tempo di ritorno pari a 2 anni, che, caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), corrispondono alle aree della fascia fluviale A2 indicata nel P.S.F.F.; mentre si ritiene che lo scenario di rischio di riferimento con criticità elevata (preallarme) si debba configurare considerando la distribuzione planimetrica delle aree caratterizzate da livello di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3) rappresentate dalle fasce fluviali A2, A50, B100 del P.S.F.F..

Tra questi due scenari si configura il livello di allerta arancione per il quale devono prevedersi controlli, monitoraggi, in situ e strumentali, che consentano di stabilire il passaggio al livello di criticità maggiore quindi alla fase di preallarme.

L'evoluzione verso la fase operativa di allarme seguirà, anche senza avviso di criticità, per l'evento in atto caratterizzato da piene del Flumini Durci con tempo di ritorno  $Tr \geq 50$  anni.

### **7.8 Scenari di riferimento per il rischio idrogeologico**

Come accennato in precedenza, la ricostruzione di scenari di pericolosità per la valutazione del rischio di frana, propedeutici alla modellizzazione concettuale e logica dello scenario di riferimento, si basa su quanto potuto osservare negli studi del P.A.I. ed in quelli integrativi redatti nell'ambito della procedura di adeguamento del P.U.C. al P.A.I., con i quali viene estesa l'indagine ad aree che non sono state studiate nel P.A.I. ed in particolare al settore urbano e periurbano.

In questi studi a carattere territoriale, le aree di pericolosità da frana sono individuate in base a criteri di indagine indiretta e diretta, attraverso i quali è possibile mappare, distinguendo varie classi di pericolosità, zone interessate da processi franosi di varia tipologia, dimensione e attività.

Dagli studi emerge che nelle aree indagate, che non comprendono la totalità del territorio comunale di Villaputzu, ma si concentrano in aree di rilevante interesse per la definizione del rischio, si possono individuare aree con classe di pericolosità Hg3, Hg2 e Hg1.

Emerge inoltre che le caratteristiche litologiche dei detriti di versante e la scistosità e l'alterazione delle formazioni metamorfiche del Paleozoico, sono determinanti per la predisposizione dei versanti al dissesto e che i fenomeni franosi riscontrati e/o potenziali, sono in genere di piccola entità, concentrati in versanti con elevate pendenze, in settori con morfologie modificate dagli interventi antropici e nella maggior parte dei casi attivati in concomitanza di eventi piovosi eccezionali.

In questo frangente, a differenza di quanto proposto per la concettualizzazione degli scenari di rischio idraulico, si ritiene di individuare un unico scenario di riferimento per il rischio di frana, circoscritto al territorio comunale e riferito in particolare a quelle aree individuate dal P.A.I. e dagli studi integrativi, classificate a pericolosità più elevata.

Di fatto, ai fini della pianificazione delle attività di protezione civile, si rende necessaria una trattazione che consenta di relazionare la tipologia e le dimensioni dei fenomeni franosi, il loro possibile accadimento in concomitanza agli eventi piovosi ed infine la loro potenziale interferenza con le attività di intervento e soccorso, anche e soprattutto in coesistenza con uno scenario di rischio idraulico.

In definitiva si ritiene che lo scenario di rischio di riferimento con criticità ordinaria si debba configurare considerando la distribuzione planimetrica delle aree individuate con livello di pericolosità elevata Hg3, in combinazione con uno scenario di pericolosità idraulica individuato dalle aree mappate negli studi per l'adeguamento del P.U.C. al P.A.I con livello di pericolosità elevata Hi3 e molto elevata Hi4.

Si ritiene però che per una più omogenea rappresentazione cartografica, che tenga in considerazione le varie aree a pericolosità di frana, ma anche le aree di influenza e interferenza che eventuali fenomeni franosi e di trasporto solido, possono avere sulle zone circostanti, con particolare riferimento alle infrastrutture ed al reticolo idrografico, sia indispensabile una concettualizzazione meno frammentata di queste aree.

Infatti, lo scopo non è quello di indicare nuove aree a pericolosità, rispetto a quelle già indicate, ma piuttosto è quello di individuare un modello concettuale semplificato, su cui impostare una più agevole trattazione delle problematiche connesse alla presenza di dissesti potenziali, in determinate aree del territorio comunale, in cui si pianificano attività di intervento e soccorso; ovvero laddove si individuano rischi prevedibili e conseguenti possibili interferenze con l'agibilità della rete stradale, che per esempio può essere invasa dai detriti per franamenti o per l'incremento del trasporto solido lungo gli impluvi.

Tale scelta risulta opportuna in merito al fatto che l'attivarsi o il riattivarsi di fenomeni franosi, seppur di modesta entità, è strettamente connesso all'accadimento di eventi pluviometrici di una certa rilevanza, pertanto lo scenario di riferimento per il rischio di frana deve essere integrato con lo scenario di rischio idraulico in un unico scenario di rischio idrogeologico.

#### 7.8.1 Scenario di riferimento - rischio idrogeologico: AREA URBANA E COSTIERA

Come detto precedentemente, nell'ottica della differenziazione concettuale degli scenari, riveste

particolare importanza valutare e individuare uno scenario di rischio idrogeologico per il centro urbano di Villaputzu e per le aree territoriali, che non sono interessate dalle piene del Fiume Flumendosa o del Flumini Durci (scenari di riferimento di cui ai sottoparagrafi 7.7.1 e 7.7.2), ma che invece sono interessate da precipitazioni localizzate direttamente in quel settore di territorio.

In particolare il centro abitato di Villaputzu ricade nel settore vallivo di un piccolo bacino idrografico il cui settore di testata è caratterizzato da forti pendenze e valli incise, queste ultime drenano versanti diffusamente interessati da fenomeni franosi di piccola entità ed il reticolo di drenaggio convoglia le acque meteoriche nel settore dell'abitato che risulta attraversato da canali tombati e cunette ubicate lungo la viabilità.

I piccoli, ma diffusi, fenomeni franosi che interessano le litologie scistose e i detriti di versante sono in stretta relazione con le caratteristiche litologiche, meccaniche e geotecniche delle rocce e delle terre; ma si rileva che l'attività di queste piccole frane è in stretta relazione con la geomorfologia dei pendii, ma soprattutto con all'accadimento di eventi piovosi intensi.

Queste condizioni geomorfologiche, profondamente determinate dalle trasformazioni antropiche della morfologia dei versanti e del reticolo idrografico, contraddistinguono e caratterizzano le problematiche di natura idraulica e geomorfologica che ne derivano e che interessano il centro urbano di Villaputzu.

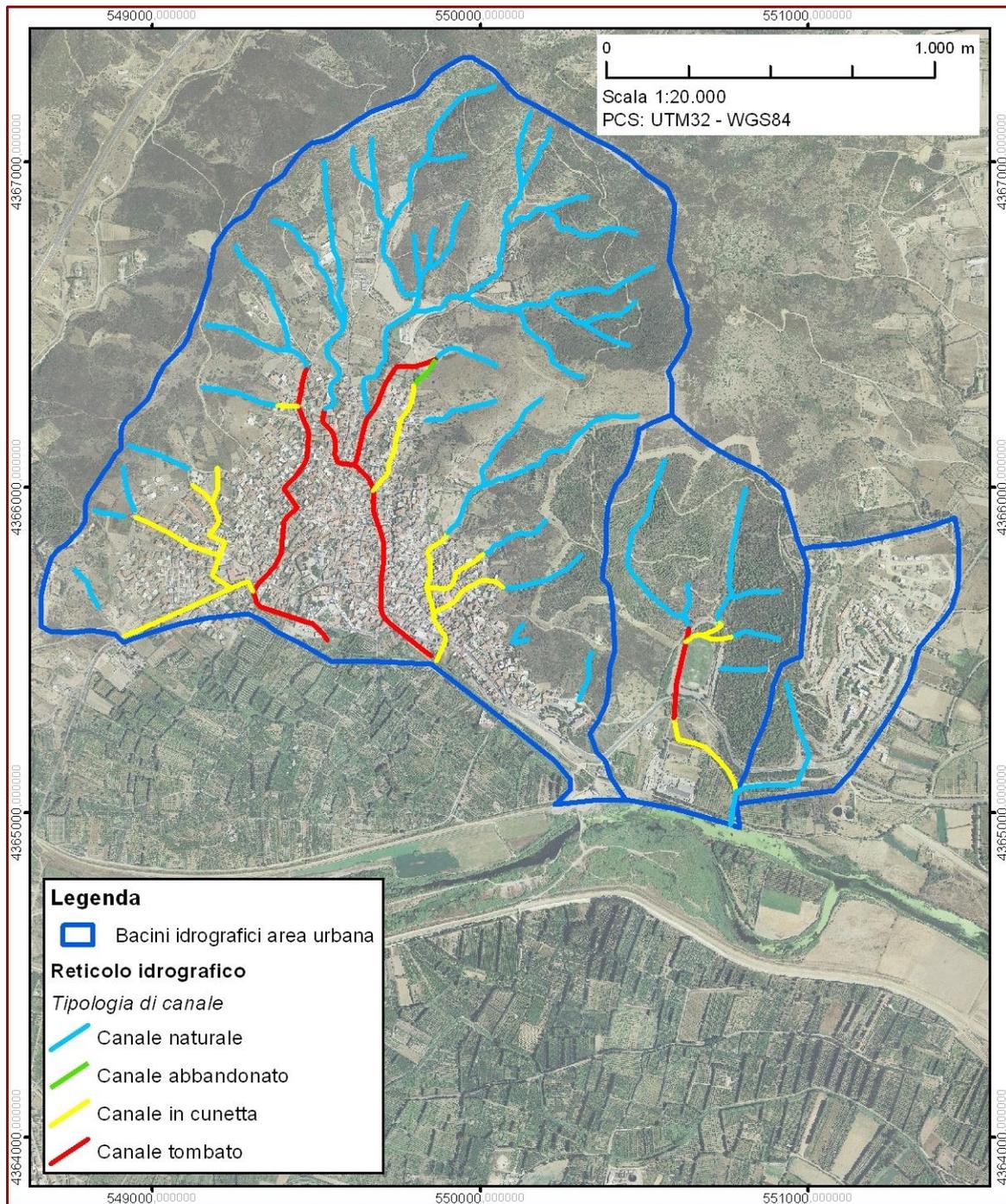


Figura 7-17: bacini e reticolo idrografico per l'area urbana di Villaputzu

In questo contesto è indispensabile però riferirsi anche a quelle aree esterne al centro urbano, ma che sono caratterizzate da presenza di nuclei abitati o quartieri residenziali o a vocazione turistica e da infrastrutture stradali strategiche per le attività di protezione civile.

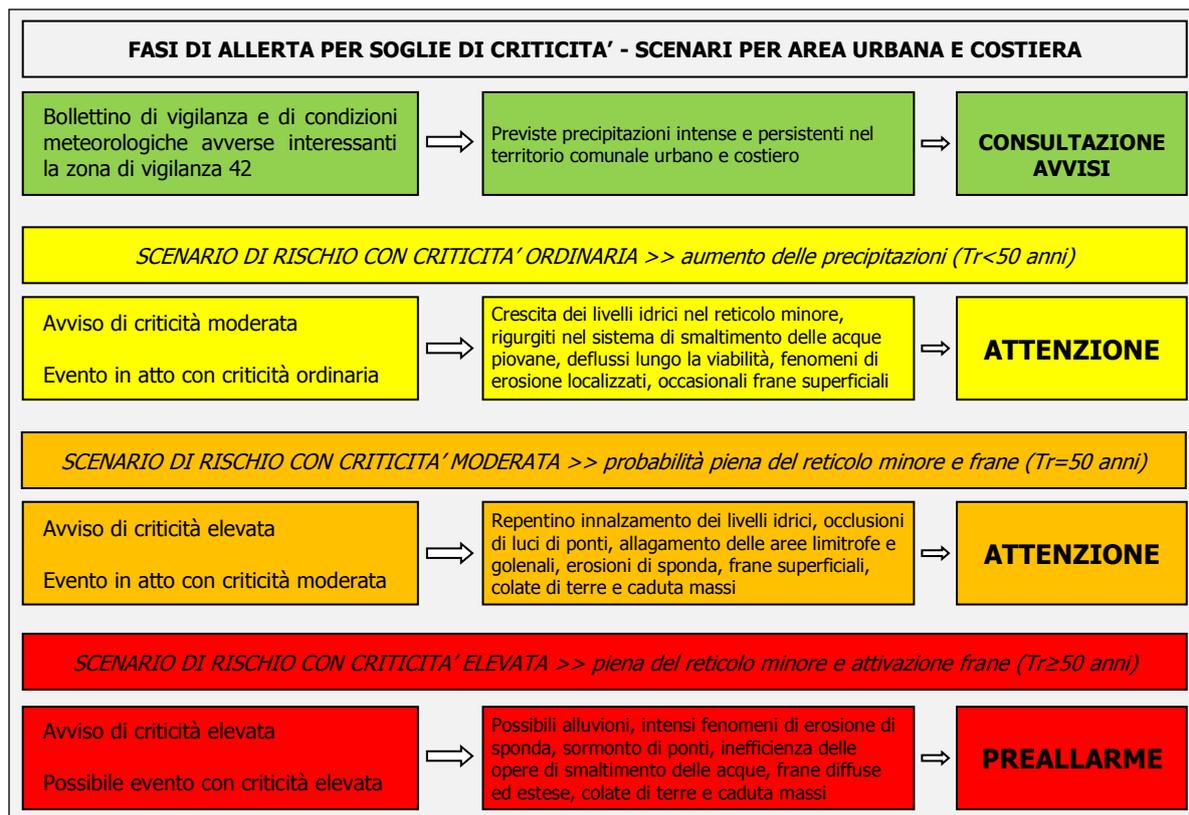


Figura 7-18: schema delle fasi evolutive, dalla consultazione degli avvisi all'allarme, per scenari di rischio con livelli di criticità crescente in relazione all'evoluzione di un evento meteo-idrogeologico che coinvolge l'area urbana e il reticolo idrografico minore nell'area costiera

Per questi territori si ritiene che lo scenario di rischio di riferimento con criticità ordinaria si debba configurare considerando la distribuzione planimetrica delle aree inondabili da piene con tempo di ritorno pari a 50 e 100 anni che corrispondono al livello di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) ed elevata (Hi3), combinata con la distribuzione planimetrica delle aree a pericolosità di frana elevata (Hg3); ai fini della rappresentazione cartografica si ritiene che possano trasporsi in questo senso le aree di pericolosità idraulica e di pericolosità da frana individuate negli studi per l'adeguamento del P.U.C. al P.A.I.; per la pericolosità da frana adottando il criterio e le semplificazioni precedentemente indicate (Capitolo 7.8) e per la pericolosità idraulica escludendo dal contesto le aree inondabili del Fiume Flumendosa che per i tempi di ritorno pari a 50 e 100 anni sono contenute negli argini.

### 7.8.2 Scenario di riferimento - rischio idrogeologico: INTEGRATO STRAORDINARIO

Nell'ottica di individuare uno scenario di rischio idrogeologico straordinario, inteso in termini di distribuzione degli eventi meteorologici e idrogeologici nel complesso del territorio comunale, ovvero uno scenario che prenda in considerazione l'eventualità che si verifichino in combinazione, contemporaneamente o con sequenza incerta, gli scenari di rischio individuati ai punti precedenti (7.7.1, 7.7.2 e 7.8.1), si rende

necessario fare delle considerazioni in merito al modello concettuale su cui basare questo scenario di riferimento.

Gli eventi meteo-idrogeologici, così come distinti negli scenari di riferimento illustrati precedentemente, possono manifestarsi in tempi differenti e con modalità eterogenee che dipendono dalla localizzazione e dalle caratteristiche delle perturbazioni atmosferiche e dalle caratteristiche geomorfologiche delle località su cui si abbattano le precipitazioni tipo nubifragio.

Poiché il territorio comunale di Villaputzu ed in particolare il settore costiero e delle piane alluvionali costiere, presenta svariate condizioni di criticità legate alla pericolosità di corsi d'acqua differenti e di bacini idrografici minori, soggetti anche ad attivazione di dissesti geomorfologici in caso di piogge intense, il modello concettuale si baserà sull'integrazione e la combinazione degli scenari già individuati.

La combinazione che vede tutti gli scenari verificarsi contemporaneamente con un livello di criticità ordinaria prevede che il Fiume Flumendosa stia smaltendo una piena con tempo di ritorno inferiore ai 100 anni, che il Flumini Durci stia smaltendo una piena con tempo di ritorno di 2 anni e che nell'area del centro urbano e nelle zone del territorio costiero si stia abbattendo una precipitazione intensa con relativo tempo di ritorno inferiore ai 50 anni in grado di generare inondazioni nel reticolo idrografico minore e attivare anche fenomeni franosi diffusi sui versanti.

Gli schemi di cui alla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, alla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e alla Figura 7-18, consentono di individuare la combinazione degli scenari e quindi di individuare lo scenario integrato straordinario.

## **8 Indicazioni per il monitoraggio degli eventi meteorologici**

Nell'ottica della previsione dell'accadimento di un evento di pioggia, che possa manifestarsi in un problema di emergenza e quindi di rischio nelle aree individuate dagli scenari di riferimento e/o nelle potenziali aree interessate dall'evoluzione dei fenomeni, con criticità crescente, per affrontare al meglio l'emergenza è determinante la scelta di un sistema di monitoraggio degli eventi e l'individuazione di soglie in corrispondenza ai vari livelli di criticità.

Anche in questo caso, poiché sono stati configurati vari scenari di riferimento, anche i modelli di monitoraggio devono essere congruenti e logici con quanto descritto negli scenari, inoltre il monitoraggio dovrà necessariamente basarsi sul rilevamento strumentale e sull'esame di osservazioni da attuare in campo nel

contempo dell'evoluzione dei fenomeni.

Il monitoraggio dei fenomeni piovosi, potenzialmente capaci di indurre un rischio, da affrontare con il sistema della protezione civile, deve essere attivato al momento dell'emissione, da parte del Centro Funzionale Decentrato (CFD) Settore Meteo, dell'AVVISO DI CONDIZIONI METEOROLOGICHE AVVERSE che consegue dall'emissione e dall'aggiornamento del BOLLETTINO DI VIGILANZA METEOROLOGICA.

- Il BOLLETTINO DI VIGILANZA METEOROLOGICA è consultabile al seguente indirizzo:

<http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=2273&s=20&v=9&nodesc=1&c=7092>

- L'AVVISO DI CONDIZIONI METEOROLOGICHE AVVERSE è consultabile al seguente indirizzo:

<http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=2273&s=20&v=9&nodesc=1&c=7094>.

Il BOLLETTINO DI CRITICITÀ REGIONALE, emesso dal Centro Funzionale Decentrato (CFD) Settore Idro, segnala la valutazione dei livelli di criticità idrogeologica e idraulica mediamente attesi fino alle ore 24.00 del giorno di emissione (oggi) e nelle 24 ore del giorno seguente (domani) sulle zone di allerta in cui è suddiviso il territorio regionale sardo.

- Il BOLLETTINO DI CRITICITÀ REGIONALE è consultabile al seguente indirizzo:

<http://www.sardegnaambiente.it/index.php?xsl=2273&s=20&v=9&nodesc=1&c=7092>

Il Centro Funzionale Decentrato Settore Meteo, nella fase di monitoraggio e sorveglianza, raccoglie i dati provenienti dai satelliti meteorologici, dalla rete radar nazionale e regionale, dalla rete di stazioni al suolo, realizzando, ventiquattrore su ventiquattro, un controllo integrato dei fenomeni meteo idrologici e della loro evoluzione su tutto il territorio regionale.

In questa fase è fondamentale anche l'informazione proveniente dai presidi territoriali, cioè le strutture che hanno il compito di osservare, monitorare e vigilare i fenomeni e la loro evoluzione sul territorio, per esempio attraverso il controllo del livello idrico nei fiumi, mantenendo in continuo aggiornamento le attività di monitoraggio.

I principali strumenti di monitoraggio e sorveglianza utilizzati sono la rete radar nazionale e regionale e quella relativa alle stazioni meteoidropluviometriche. Il primo strumento è in grado di stimare la presenza e l'intensità delle precipitazioni nell'atmosfera quasi in tempo reale, ed osservare lo spostamento delle perturbazioni, mentre il secondo consente, ad esempio, di misurare la quantità delle precipitazioni cadute al

suolo ed in alcuni casi il monitoraggio del livello idrometrico.

La mappa radar del Dipartimento della Protezione Civile è pubblicata in tempo reale, pertanto i dati rappresentati non sono soggetti a validazione e quindi hanno esclusivo carattere divulgativo. In ogni caso le immagini visualizzate al seguente indirizzo internet [http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/mappa\\_radar.wp](http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/mappa_radar.wp), sono il prodotto dell'acquisizione, in aggiornamento ogni 10 minuti, dai radar operativi e regolarmente funzionanti della Rete Radar Nazionale e si riferiscono al Vertical Maximum Intensity (VMI), che rappresenta il valore massimo di riflettività – o valore di ritorno – presente sulla verticale di ogni punto. L'orario indicato si riferisce al Tempo Coordinato Universale - UTC.

Dal momento in cui vengono emessi i bollettini e/o gli avvisi è necessario che si attivi un sistema di monitoraggio che consenta di valutare al meglio l'andamento dei fenomeni meteorologici tipo nubifragio e l'evoluzione dei processi idrogeologici che ne conseguono.

Il monitoraggio dell'andamento delle precipitazioni, in termini di altezze di pioggia, intensità di precipitazione e localizzazione, nonché il monitoraggio dei livelli idrometrici nei corsi d'acqua, svolge un ruolo determinante nella individuazione di momenti di criticità per il sistema di allertamento e di intervento in quanto consente di differenziare gli scenari di rischio e quindi consente di concentrare l'attenzione e le energie disponibili laddove si renda necessario.

Di fatto, deve essere evidenziato che gli avvisi regionali sono calati su zone molto ampie e articolate, sia da un punto di vista morfologico che da un punto di vista climatico, di conseguenza, tali avvisi, non consentono di indicare una localizzazione sufficientemente precisa degli eventi meteorologici tipo nubifragio e conseguentemente non trovano pieno riscontro con la realtà dei fenomeni.

Per esempio, l'Avviso di criticità elevata nella zona di allerta "Sard-D" Bacini Flumendosa-Flumineddu, in cui ricade il territorio comunale di Villaputzu, emesso dalla Direzione Generale della Protezione Civile della Regione Autonoma della Sardegna il 17/11/2013 (ciclone Cleopatra), non ha avuto riscontro su tutto il territorio della zona di allerta; infatti, proprio nella zona di Villaputzu i fenomeni meteorologici sono stati modesti, come anche nel bacino del Flumini Durci, mentre le precipitazioni sono state copiose nel bacino del Fiume Flumendosa che ha mostrato a valle, nel territorio villaputzese, una piena importante che ha raggiunto soglie di criticità moderata.

La Figura 8-1 mostra la distribuzione delle altezze di pioggia cumulate nel giorno 18 Novembre 2013, si osserva che le aree costiere, come quella in cui ricade gran parte del territorio comunale di Villaputzu e anche il

bacino idrografico del Flumini Durci, non sono state interessate da precipitazioni intense, come invece si sono concentrate in particolare sul bacino idrografico del Fiume Flumendosa.

Di fatto, i dati sulle pluviometrie forniti dalla Direzione generale agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna in “Prima valutazione idrologica delle precipitazioni dell’evento alluvionale del 18 Novembre 2013”, dicono che le precipitazioni cumulate giornaliere al pluviometro “Flumini Uri a San Vito” e al pluviometro “Ponte San Vito”, rappresentativi per il territorio vallivo e costiero di Villaputzu, ammontano rispettivamente a 16.8 mm ed a 30.8 mm, inoltre al pluviometro “Tertenia”, rappresentativo per il bacino del Flumini Durci, ammontano a 25.8 mm.

Di contro le precipitazioni rilevate ai pluviometri interni al bacino idrografico del Fiume Flumendosa registrano precipitazioni cumulate giornaliere di rilevante interesse.

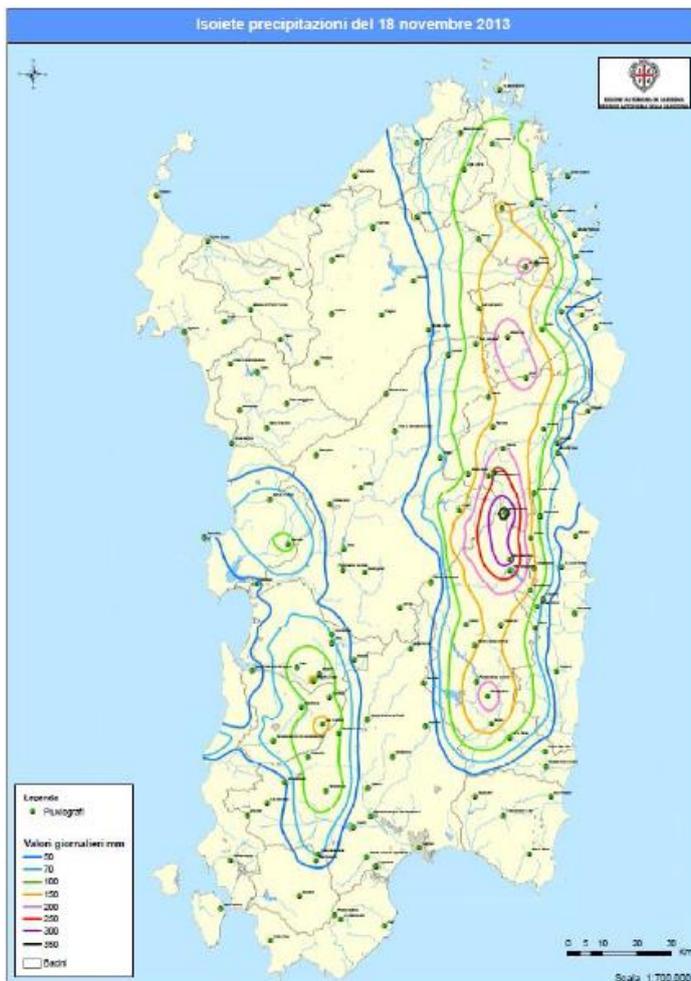


Figura 8-1: mappa delle isoiete relativa alle precipitazioni del 18/11/2013 da “Prima valutazione idrologica delle precipitazioni dell’evento alluvionale del 18 Novembre 2013” - Direzione generale agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna - Servizio tutela e gestione delle risorse idriche, vigilanza sui servizi idrici e gestione delle siccità - Settore idrografico, [http://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_470\\_20131217151928.pdf](http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_470_20131217151928.pdf)

Stazione meteorologica	Territorio comunale	Altezza di pioggia (mm)
Ballao	BALLAO	199,4
Bau Mandara	VILLAGRANDE STRISAILI	370,0
Bau Muggeris	VILLAGRANDE STRISAILI	282,2
Escalaplano	ESCALAPLANO	246,0
Flumendosa a Orroli	ORROLI	192,8
Flumini Uri a S.Vito	SAN VITO	16,8
Isca Rena	VILLASALTO	73,4
Monte sa Scova	ARITZO	25,6
Monte Santa Vittoria	ESTERZILI	148,0
Ponte San Vito	SAN VITO	30,8
Sadali	SADALI	113,8
Siccaderba	ARZANA	165,8
Ussassai	USSASSAI	178,8

Tabella 8-1: tabella delle precipitazioni cumulate giornaliere del 18/11/2013 da "Prima valutazione idrologica delle precipitazioni dell'evento alluvionale del 18 Novembre 2013" - Direzione generale agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna - Servizio tutela e gestione delle risorse idriche, vigilanza sui servizi idrici e gestione delle siccità - Settore idrografico, [http://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_470\\_20131217151928.pdf](http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_470_20131217151928.pdf), modificato.

Nella Tabella 8-1 si osserva infatti che nel settore vallivo costiero ("Ponte San Vito", "Flumini Uri a S.Vito", "Isca Rena") le precipitazioni sono state contenute con una media per stazione pari a 40 mm; nel settore centrale del bacino ("Ballao", "Escalaplano", "Sadali", "Monte Santa Vittoria", "Ussassai", "Flumendosa a Orroli") le precipitazioni sono state notevoli con una media per stazione pari a circa 180 mm; nel bacino alto del Fiume Flumendosa sono stati registrati i massimi valori di precipitazione cumulata giornaliera: "Bau Mandara" pari a 370 mm, "Bau Muggeris" pari a 280,2 mm.

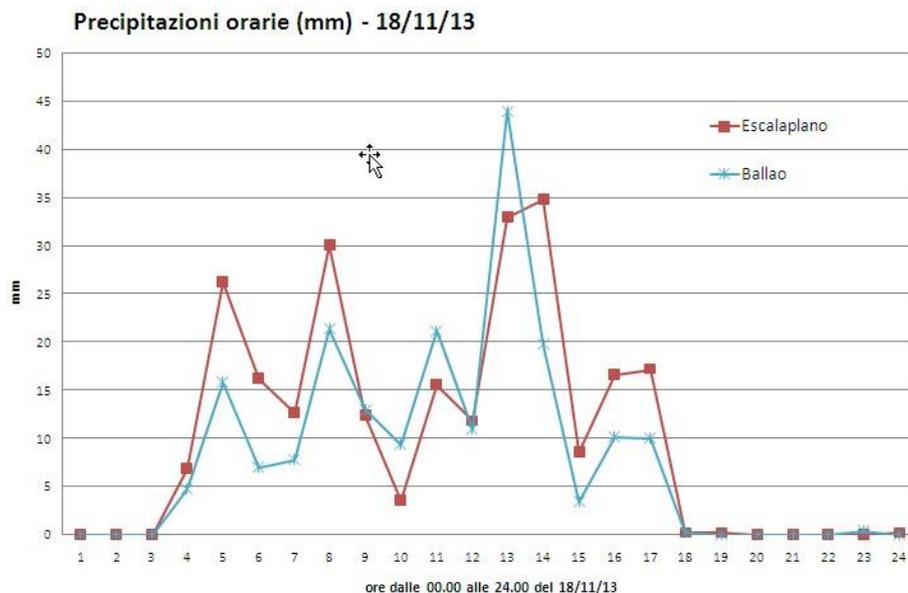


Figura 8-2: precipitazioni orarie presso le stazioni Escalaplano e Ballao per le 24 ore del 18/11/13 dati estratti da "Prima valutazione idrologica delle precipitazioni dell'evento alluvionale del 18 Novembre 2013" - Direzione generale agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna - Servizio tutela e gestione delle risorse idriche, vigilanza sui servizi idrici e gestione delle siccità - Settore idrografico,

[http://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_470\\_20131217151928.pdf](http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_470_20131217151928.pdf)

Quanto osservato consente di affermare che attraverso il monitoraggio delle perturbazioni e delle precipitazioni possono individuarsi i contesti meteorologici e pluviometrici, potenzialmente in grado di evolvere in fenomeni di tipo idrogeologico, da affrontare con la previsione e l'attivazione di interventi di protezione civile, nel caso in cui dalle osservazioni strumentali e dirette si delineino le condizioni concettualizzate nello scenario di riferimento.

Il centro di documentazione dei bacini idrografici (Cedoc) della Regione Autonoma della Sardegna – Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna ([www.sardegnaicedoc.it](http://www.sardegnaicedoc.it)), è un sistema informativo territoriale in grado di funzionare sia da banca dati che da elaboratore di informazioni di supporto per una vera e propria caratterizzazione dei bacini idrografici.

Il Cedoc si compone di una sezione denominata “La rete termopluviometrica in tempo reale” ([www.sardegnaicedoc.it/idrografico](http://www.sardegnaicedoc.it/idrografico)) che si configura in una rete di rilevamento e sorveglianza in telemisura composta da **92** stazioni di rilevamento idrotermopluviometrico per la trasmissione dati in tempo reale. Essa è finalizzata alla conoscenza dei fenomeni idroclimatici, con particolare riferimento alla valutazione degli stati di preallarme ed allarme derivanti da situazioni meteorologiche critiche, alla previsione delle piene in tempo reale, ed alle azioni di contrasto, di previsione e prevenzione del fenomeno della siccità.

Il settore idrografico ([www.sardegnaicedoc.it/idrografico](http://www.sardegnaicedoc.it/idrografico)) dell'Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna, ha il compito principale di gestire ed elaborare le informazioni rilevate dalla rete regionale delle stazioni termopluviometriche ed idrometriche e pubblicare gli annali idrologici delle misure rilevate e delle elaborazioni statistiche.

I dati acquisiti dalla rete di stazioni di monitoraggio in tempo reale sono consultabili al seguente indirizzo internet <http://www.sardegnaicedoc.it/idrografico/stazioni/>, la Tabella 8-2 riassume le stazioni di interesse per le finalità di monitoraggio degli eventi nel territorio di Villaputzu, indicando la localizzazione secondo il bacino idrografico di riferimento e l'indirizzo internet per la consultazione. La stazione di monitoraggio “Flumini Uri a San Vito” e la stazione “Tertenia” sono importanti per il monitoraggio delle altezze di pioggia più prettamente relative al territorio di Villaputzu ed in particolare a quello costiero ed all'area urbana. La stazione di monitoraggio “Jerzu”, seppure non ricade all'interno del bacino idrografico del Flumini Durci, può ritenersi rappresentativa per quanto concerne le precipitazioni che possono interessare i settori più alti del bacino idrografico.

Le stazioni di monitoraggio “Flumini Uri a San Vito”, “Flumendosa a Ballao”, “Isca Rena” e “Flumendosa Meteo” sono dotate anche di idrometro, strumento che consente di osservare e monitorare in tempo reale l’altezza del livello idrico nel corso d’acqua; tra questi idrometri i primi due sono oggetto di specifici studi, condotti dal CFD Settore Idro, finalizzati alla individuazione di soglie idrometriche speditive in numero pari a tre, S1, S2 ed S3 utilizzando, previa analisi speditiva dei dati (serie storiche dei livelli registrati dalla stazione in telemisura fiduciaria) e degli studi (piano stralcio fasce fluviali e piano rischio alluvioni) disponibili, il parametro della geometria della sezione di misura.

L’analisi di cui sopra, realizzata dal CFD Settore Idro, ha condotto alla adozione delle soglie ed alla loro determinazione numerica sulla base delle monografie di stazione prodotte da ARPAS (Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente Sardegna), che svolge la funzione di CFD Settore Meteo, in qualità di gestore della rete fiduciaria.

<b>BACINO IDROGRAFICO FIUME FLUMENDOSA</b>	
<b>Stazione di monitoraggio</b>	<b>Indirizzo internet</b>
Flumini Uri a San Vito	<a href="http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/421900">http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/421900</a>
Flumendosa a Ballao	<a href="http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/420800">http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/420800</a>
Isca Rena	<a href="http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/490500">http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/490500</a>
Flumendosa Meteo	<a href="http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/463800">http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/463800</a>
Escalaplano	<a href="http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/451600">http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/451600</a>
Monte Santa Vittoria	<a href="http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/423900">http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/423900</a>
Sadali	<a href="http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/426100">http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/426100</a>
Monte Sa Scova	<a href="http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/423800">http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/423800</a>
Bau Mandara	<a href="http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/420900">http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/420900</a>
<b>BACINO IDROGRAFICO FLUMINI DURCI</b>	
Tertenia	<a href="http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/428000">http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/428000</a>
Jerzu	<a href="http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/451700">http://www.sardegnaedoc.it/idrografico/stazione/451700</a>

Tabella 8-2: stazioni di monitoraggio del Cedoc della Regione Autonoma della Sardegna – Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna, suddivise per bacino idrografico di riferimento.

#### Soglie “Flumini Uri a San Vito”

S1: 50% altezza sponda alveo inciso in sinistra idraulica – altezza idrometrica 0.52 m;

S2: altezza sponda alveo inciso in sinistra idraulica – altezza idrometrica 0.79 m;

S3: massimo livello registrato stazione in telemisura sino al 31.12.2015 – altezza idrometrica 1.0 m

Fa eccezione rispetto all’impostazione generale sopra richiamata la stazione idrometrica di Flumendosa a Ballao, che è stata oggetto di specifiche analisi, anche supportate dalle indicazioni dell’autorità locale di Protezione Civile, nell’ambito del progetto Europeo denominato “Proterina 2”.

Per questa stazione il CFD settore Idro ha fissato le soglie idrometriche in termini di portata a cui corrisponde la

determinazione numerica dell'associato livello idrometrico sulla base della monografia di stazione prodotta da ARPAS.

Soglie "Flumendosa a Ballao"

S1: in corrispondenza della portata  $Q1 = 50 \text{ m}^3/\text{s}$  – Altezza idrometrica 1.75 m

S2: in corrispondenza della portata  $Q2 = 65 \text{ m}^3/\text{s}$  – Altezza idrometrica 1.89 m

S3: in corrispondenza della portata  $Q3 = 90 \text{ m}^3/\text{s}$  – Altezza idrometrica 2.08 m

Il monitoraggio dell'andamento dei pluviogrammi in tempo reale consente di prevedere la tipica verticalizzazione delle curve pluviometriche e quindi di individuare il momento iniziale del rilascio di precipitazione tipo nubifragio da parte dei cumulonembi e delle celle temporalesche, il monitoraggio delle altezze dei livelli idrici in punti strategici quali i ponti o le dighe consente anche attraverso la definizione di soglie di criticità, di interpretare l'evoluzione delle piene nei corsi d'acqua.