



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA**  
**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

PRESIDÈNTZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

# **Piano di gestione del rischio di alluvioni**

**secondo ciclo di pianificazione**

**Relazione metodologica sulla  
predisposizione delle mappe  
della pericolosità e del rischio di  
alluvione**

Allegato alla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21/12/2021



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

**PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA**

***Autorità di Bacino della Sardegna***

***DIREZIONE GENERALE DELL'AGENZIA REGIONALE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SARDEGNA***

Direttore Generale: Antonio Sanna

Direttore del Servizio difesa del suolo, assetto idrogeologico e gestione del rischio alluvioni: Marco Melis

Coordinamento tecnico-amministrativo: Gianluigi Mancosu

Coordinamento operativo: Luisa Manigas

Elaborazioni GIS: Gian Luca Marras

Gruppo di lavoro: Giuseppe Canè, Piercarlo Ciabatti, Nicoletta Contis, Andrea Lazzari, Giovanni Luise, Maria Antonietta Murru Perra, Michela Olivari, Alessandra Pillai, Corrado Sechi, Riccardo Todde

***UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura***

Responsabile Scientifico: Giovanni Maria Sechi

Elaborazioni GIS: Giovanni Cocco

Gruppo di lavoro: Alessio Cera, Clorinda Cortis, Pino Frau, Saverio Liberatore, Mauro Piras, Emanuela Sassu

Con il contributo, per le parti di competenza, di:

***DIREZIONE GENERALE DELLA PROTEZIONE CIVILE***

Direttore Generale: Antonio Pasquale Belloi

Direttore del Servizio pianificazione e gestione delle emergenze: Mauro Merella

Direttore del Servizio previsione rischi e dei sistemi informativi, infrastrutture e reti: Federico Ferrarese Ceruti

Gruppo di lavoro: Salvatore Cinus, Daniela Pani, Fabrizia Soi, Antonio Usai.

***DIREZIONE GENERALE DEI LAVORI PUBBLICI***

Direttore Generale: Piero Dau

Direttore del Servizio opere idriche e idrogeologiche: Costantino Azzena

Gruppo di lavoro: Roberta Daino, Alberto Spano

Il presente documento costituisce un elaborato del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) della Sardegna aggiornato per il Secondo ciclo di pianificazione. Esso integra e aggiorna i contenuti del corrispondente elaborato facente parte della prima stesura del PGRA, che è stata oggetto di approvazione con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino regionale della Sardegna n. 2 del 15/3/2016 e con DPCM del 27 ottobre 2016 (GURI n. 30 del 6 febbraio 2017).

Per tutti gli approfondimenti: [www.regione.sardegna.it/pianogestionerischioalluvioni](http://www.regione.sardegna.it/pianogestionerischioalluvioni)



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

## Sommario

1	Introduzione .....	5
2	Le mappe di pericolosità: adempimenti previsti dalla Direttiva Alluvioni e dal D.lgs. 49/2010 .....	6
2.1	Le APSFR considerate ai fini della mappatura.....	6
2.2	Tipologie di alluvioni significative e modalità di mappatura.....	7
2.3	Scenari di probabilità per le alluvioni fluviali e marine .....	7
2.4	Delimitazione delle aree allagabili mediante modellistica per le alluvioni di origine fluviale .....	8
2.4.1	La modellazione idrologica .....	9
2.4.2	La modellazione idraulica .....	9
2.4.3	Delimitazione delle aree allagabili .....	10
2.4.4	Delimitazione delle aree allagabili mediante criteri morfologici o storico-inventariali.....	11
2.5	Delimitazione delle aree allagabili mediante modellistica per le alluvioni di origine marina .....	11
2.5.1	Procedura di perimetrazione delle aree inondate.....	12
3	Le mappe del rischio: adempimenti previsti dalla Direttiva Alluvioni e dal D.lgs. 49/2010 .....	13
3.1	Fonti dei dati, metodi e criteri applicati .....	13
3.2	Le classi di rischio.....	14
3.3	Gli abitanti potenzialmente interessati.....	15
3.3.1	Altre informazioni sulle conseguenze per la salute umana .....	16
3.4	Le attività economiche .....	17
3.5	L'ambiente .....	18
3.6	I beni culturali.....	19
4	Aggiornamenti della cartografia per il secondo ciclo di pianificazione.....	22
4.1	Descrizione e articolazione delle attività.....	22
4.2	Step 1: Allineamento PSFF/PAI.....	23
4.2.1	Operazioni preliminari.....	24
4.3	Casistiche riscontrate e risoluzione delle relative problematiche .....	25
4.3.1	Aste fluviali studiate esclusivamente dal PSFF .....	25
4.3.2	Aste secondarie del PSFF analizzate anche dal PAI .....	25
4.3.3	Aste principali del PSFF analizzate anche dal PAI.....	27
4.3.4	Studio di confluenze tra due aste fluviali, di cui una analizzata dal PSFF e l'altra dal PAI.....	31
4.4	Step 2: Aggiornamento mappe PAI/PGRA con le varianti fino al 24/9/2020.....	33
4.5	I cambiamenti climatici.....	33
5	Shapefile delle Mappe della pericolosità e del rischio di alluvione .....	35
5.1	Mappe di pericolosità: struttura degli shapefile .....	35
5.1.1	Shapefile “pericolosità – estensione dell’inondazione” .....	35
5.1.2	Shapefile “pericolosità – caratteristiche idrauliche” .....	37
5.2	Mappe del rischio: struttura degli shapefile .....	41



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA**  
**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

PRESIDÈNTZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

5.2.1	Shapefile “classi di rischio” (Dlgs 49/2010): .....	41
5.2.2	Shapefile “elementi a rischio” .....	42



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

## 1 Introduzione

L'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE (c.d. "Direttiva Alluvioni", "FD") stabilisce che gli Stati Membri predispongano, a livello di distretto idrografico, mappe di pericolosità da alluvione e mappe del rischio di alluvioni, nella scala più appropriata per le aree a rischio potenziale significativo di alluvione (c.d. "APSFR"), individuate ai sensi dell'art. 5, paragrafo 1 della Direttiva stessa.

Per il distretto idrografico della Sardegna, le APSFR sono state definite nell'ambito della revisione e aggiornamento della "Valutazione Preliminare del rischio", la cui documentazione è stata approvata con la [Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 18/12/2018](#), con la quale è stato formalizzato l'avvio del II ciclo di pianificazione del PGRA; le informazioni associate a questa nuova Valutazione preliminare del rischio sono state riportate alla Commissione Europea a luglio 2019, nell'ambito delle attività di reporting che sono state coordinate a livello nazionale dall'ISPRA.

L'art. 14 della FD stabilisce inoltre che per il secondo ciclo di pianificazione dovesse essere predisposto entro il 22 dicembre 2019 l'aggiornamento delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvione; pertanto con la [Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 17/12/2019](#) pubblicata sul [BURAS n. 56 parte I e II del 27/12/2019](#) sono state approvate le "Mappe della pericolosità da alluvione e del rischio di alluvioni" predisposte per il secondo ciclo di pianificazione del PGRA, unitamente alla relativa [Relazione metodologica "Aggiornamento e revisione delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvione redatte ai sensi dell'art. 6 del D.lgs. 49/2010 attuativo della Dir. 2007/60/CE – Il ciclo di gestione"](#), che illustra la metodologia adottata per l'elaborazione delle mappe aggiornate.

La presente "Relazione metodologica sulla predisposizione delle mappe di pericolosità e rischio da alluvione" costituisce un elaborato del Piano di gestione del rischio di alluvione della Sardegna per il secondo ciclo di pianificazione, che ai sensi della FD deve essere approvato entro il 22 dicembre 2021. L'obiettivo del presente elaborato è quindi quello di illustrare la metodologia adottata sia per l'iniziale elaborazione delle mappe del PGRA (pericolosità, elementi a rischio e rischio di alluvione) che è stata effettuata per il primo ciclo di pianificazione, sia per gli aggiornamenti della cartografia che si sono resi necessari nell'ambito del secondo ciclo di pianificazione, derivanti dall'evoluzione del contesto conoscitivo dell'assetto idrogeologico del territorio regionale, come verrà meglio dettagliato di seguito. Pertanto nei capitoli che seguono vengono ripresi alcuni contenuti della suddetta Relazione metodologica di cui alla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 17/12/2019 e vengono illustrate le ulteriori attività di aggiornamento delle mappe svolte dall'Autorità di bacino regionale per aggiornare le aree di pericolosità e rischio di alluvione in recepimento delle informazioni più recenti disponibili.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

## 2 Le mappe di pericolosità: adempimenti previsti dalla Direttiva Alluvioni e dal D.lgs. 49/2010

La Direttiva Alluvioni stabilisce che le mappe di pericolosità mostrino l'area geografica che può essere inondata in corrispondenza di tre diversi scenari di probabilità:

- a) scarsa probabilità o scenari di eventi estremi – (Low Probability Hazard – LPH)
- b) media probabilità di alluvioni (tempo di ritorno  $\geq 100$  anni) – (Medium Probability Hazard – MPH)
- c) elevata probabilità di alluvioni – (High Probability Hazard – HPH)

Per ogni scenario devono essere fornite la rappresentazione delle aree inondabili e le informazioni sui livelli idrici e sulle velocità del flusso (o sulle portate).

Il D.Lgs. 49/2010, attuativo della Direttiva Alluvioni, stabilisce che siano da considerarsi scenari ad elevata probabilità di alluvione quelli corrispondenti a tempi di ritorno compresi tra 20 e 50 anni, mentre sono da considerarsi scenari a media probabilità quelli corrispondenti a tempi di ritorno fra 100 e 200 anni. Ne consegue che siano da considerarsi scenari a bassa probabilità quelli corrispondenti a tempi di ritorno superiori a 200 anni.

L'estensione delle aree alluvionali va intesa come l'intera superficie che sarebbe ricoperta dall'acqua in caso di occorrenza di un determinato scenario; non è pertanto escluso l'alveo fluviale. La scala utilizzata per la rappresentazione spaziale della pericolosità, in ottemperanza a quanto specificato all'art. 6 comma 1 del D.lgs. 49/2010, è di 1:10.000 con area minima cartografabile, per gli elementi poligonali, assunta pari a 5.000 m<sup>2</sup>.

La Direttiva prevede all'art. 6.6 che per le zone costiere in cui esista un livello adeguato di protezione gli scenari possano essere limitati alle sole aree a scarsa probabilità di alluvione.

### 2.1 Le APSFR considerate ai fini della mappatura

La definizione delle Aree a Potenziale Rischio Significativo per il II ciclo di gestione è stata condotta sulla base degli esiti della Valutazione Preliminare. Sono state quindi raccolte informazioni sulla localizzazione e sulle conseguenze avverse di eventi del passato occorsi a partire da dicembre 2011, così come previsto dalla FD Reporting Guidance<sup>1</sup> e sono state integrate le informazioni già disponibili sugli scenari di eventi futuri con quanto fornito da più recenti studi e analisi realizzati o acquisiti nel periodo successivo alla pubblicazione delle mappe di pericolosità del I ciclo di gestione.

Ai fini della mappatura di questo secondo ciclo di gestione sono state prese in considerazione le APSFR corrispondenti alle seguenti perimetrazioni:

---

<sup>1</sup>Floods Directive Reporting Guidance 2018 v 4.0, July 2019



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

- Perimetrazioni derivate dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF). Si tratta di uno studio condotto su 57 aste del distretto regionale della Sardegna, considerate principali ai fini delle criticità idrogeologiche.
- Aree interessate da eventi alluvionali passati.
- Perimetrazioni derivate direttamente dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) con aggiornamento alle ultime varianti fino al 24 settembre 2020.
- Perimetrazioni derivate dagli studi di dettaglio effettuati direttamente dai Comuni finalizzati alla loro pianificazione territoriale o all'esecuzione di Piani Attuativi, con aggiornamento agli ultimi studi approvati fino a fino al 24 settembre 2020.
- Perimetrazioni derivate dagli "Scenari di intervento strategico e coordinato – Stato attuale"; questi studi individuano, per le oltre 20 aste già studiate dal PSFF, degli scenari di intervento, sostenibili dal punto di vista economico e ambientale, a partire da una perimetrazione individuata allo stato attuale rispetto alla quale si considera una possibile rottura di una struttura di protezione dalle esondazioni quale, ad esempio, di un argine. Le perimetrazioni allo "Stato Attuale" sono quelle prese in considerazione per le APSFR.

Alcune delle APSFR individuate nella fase di Valutazione Preliminare non sono state considerate poichè al momento non sussistono elementi informativi di maggiore dettaglio necessari alla modellazione idraulica, che aggiungerebbero valore alla relativa caratterizzazione in termini di pericolosità e di rischio rispetto a quanto già determinato nella fase di designazione e di reporting delle APSFR. Si considera inoltre che tali aree saranno comunque oggetto di pianificazione, e che in tale contesto si potranno prevedere tra l'altro, ove si ritenga opportuno, misure di "conoscenza" per approfondire le situazioni suddette.

## 2.2 Tipologie di alluvioni significative e modalità di mappatura

Nel Distretto idrografico della Sardegna sono considerate significative in primo luogo le alluvioni di origine fluviale, ma è stata fatta anche una mappatura delle aree allagabili da inondazione marina. Pur essendo il livello marino condizione al contorno a chiusura delle modellazioni fluviali nei tratti terminali, le alluvioni derivanti da queste due diverse origini (fluviale e marina) sono modellate separatamente per poi essere sovrapposte in fase di mappatura dei singoli scenari di pericolosità. La sovrapposizione di risultati provenienti da modellazioni separate in alcuni casi è stata utilizzata anche per inondazioni della medesima natura (ad esempio fluviale) ma determinate da corsi d'acqua diversi in parte interagenti su una stessa area; in tali casi si è proceduto a una modellazione idraulica separata.

## 2.3 Scenari di probabilità per le alluvioni fluviali e marine

La definizione degli scenari di probabilità nel Distretto idrografico della Sardegna, partendo dalle indicazioni fornite dal D.lgs. 49/2010 tiene conto, innanzitutto, dell'origine dell'alluvione (fluviale o marina).



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNTZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Per le alluvioni di **origine fluviale** i tempi di ritorno utilizzati nelle modellazioni variano tra 2 anni e 50 anni per HPH, tra 50 anni e 200 anni per MPH e per ore 200 anni per LPH.

I range sopra riportati derivano dalla necessità di tener conto delle caratteristiche peculiari dei bacini idrografici e più nello specifico delle caratteristiche idromorfologiche e idrodinamiche associate alla formazione dei deflussi e alla propagazione in alveo e nella piana inondabile oggetto di modellazione.

Nella tabella di seguito riportata sono elencati, per il Distretto idrografico della Sardegna (che coincide con la UoM ITR201), i tempi di ritorno utilizzati per caratterizzare i diversi scenari di probabilità, nel caso di inondazione di origine fluviale.

UoMCode-UoMName	SCENARIO A (LPH) scarsa probabilità	SCENARIO B (MPH) media probabilità	SCENARIO C (HPH) elevata probabilità
ITR201 – Bacino regionale Sardegna	TR > 200 anni	TR > 50 anni; TR ≤ 200 anni	TR ≤ 2 anni; TR ≤ 50 anni

Per le alluvioni di **origine marina**, (inondazione costiera), i tempi di ritorno utilizzati nelle modellazioni sono: Tr ≤ 2 anni per HPH, Tr ≤ 20 anni per MPH e Tr ≤ 100 anni per LPH.

I range sopra riportati derivano dallo studio sulle inondazioni costiere prodotto dall'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna, in collaborazione con il **Dipartimento di ingegneria civile, ambientale e architettura** dell'Università degli Studi di Cagliari.<sup>2</sup>

Nella tabella di seguito riportata sono elencati per il Distretto idrografico della Sardegna i tempi di ritorno utilizzati per caratterizzare i diversi scenari di probabilità, nel caso di inondazione di origine marina.

UoMCode-UoMName	SCENARIO A (LPH) scarsa probabilità	SCENARIO B (MPH) media probabilità	SCENARIO C (HPH) elevata probabilità
ITR201 – Bacino regionale Sardegna	TR ≤ 100 anni	TR ≤ 20 anni	TR ≤ 2 anni

## 2.4 Delimitazione delle aree allagabili mediante modellistica per le alluvioni di origine fluviale

In linea generale, sia per il primo che per il secondo ciclo di pianificazione, la mappatura delle aree a pericolosità da alluvione di origine fluviale è stata redatta sulla base delle risultanze di modellazioni idrologico-idrauliche, per la maggior parte dei corsi d'acqua o tratti di essi considerati potenzialmente più critici; diverse sono aree individuate mediante modellazioni di tipo morfologico (come nel caso del PSFF) e solo in alcuni casi sono state applicate metodologie storico-inventariali.

<sup>2</sup> [https://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_617\\_20190124124513.pdf](https://www.regione.sardegna.it/documenti/1_617_20190124124513.pdf)



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Le aree allagabili sono oggetto di aggiornamento e revisione pressoché continua sia in ragione della disponibilità di modelli idrologici e idraulici oltre che di strumenti informatici e potenza di calcolo sempre più performanti che della maggiore copertura spaziale delle aree indagate.

I layer spaziali delle aree allagabili per le alluvioni di origine fluviale sono stati ottenuti creando un involucro di tutta l'informazione vettoriale proveniente dalle varie perimetrazioni disponibili (elencate al par. 2.1) e risolvendo tutti gli eventuali errori geometrici e topologici conseguenti mediante strumenti GIS.

#### 2.4.1 La modellazione idrologica

La modellazione idrologica ha l'obiettivo di calcolare le portate di piena per i diversi tempi di ritorno. In accordo con metodologia applicata nel Piano Stralcio Fasce Fluviali, la modellazione idrologica assunta prevede l'utilizzo di diversi metodi di stima regionalizzati: in particolare per i bacini aventi una superficie superiore ai 60 Km<sup>2</sup> si fa riferimento al metodo diretto della regionalizzazione VAPI delle portate al colmo per la Sardegna secondo la distribuzione TCEV, mentre per i bacini con superficie inferiore ai 60 Km<sup>2</sup> si procede con metodo indiretto mediante applicazione del metodo razionale che prevede l'utilizzo delle curve di possibilità pluviometriche regionalizzate.

Nel caso in cui nella schematizzazione di uno stesso bacino siano presenti sottobacini la cui superficie sia di poco superiore o inferiore a 60 km<sup>2</sup>, si procede ponendo a confronto i risultati di entrambi i metodi citati e scegliendo i risultati più verosimili. Inoltre, dove disponibili e significativi, sono stati considerati anche i valori delle portate di piena caratteristiche direttamente valutati con analisi statistica delle serie storiche delle portate disponibili nelle stazioni di misura idrometriche.

#### 2.4.2 La modellazione idraulica

La modellazione idraulica utilizzata è prevalentemente di tipo monodimensionale in regime di moto permanente. Le portate in ingresso nei vari tratti fluviali significativi analizzati sono state calcolate come precedentemente descritto nel capitolo dedicato alla modellazione idrologica.

Il modello idraulico adottato (HEC-RAS) consente di suddividere la singola sezione trasversale di corso d'acqua in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro  $n$  di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata main channel) e due zone laterali golenali (denominate right and left overbanks). Per ciascuna di tali zone, oltre che per l'intera sezione di deflusso, il modello calcola il valore delle grandezze idrauliche (portata, velocità, numero di Froude, tensioni tangenziali ecc.) che caratterizzano il moto; esso consente pertanto di individuare la quota parte di portata che defluisce all'interno dell'alveo inciso e quella che compete invece alle aree golenali.

Nella modellazione 1D la conveyance route, che rappresenta la direzione del flusso utilizzata, è unica ed è quella ortogonale alle sezioni trasversali.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

La modellazione permette di considerare la presenza di opere arginali valutando due diversi scenari: argini non tracimabili e argini tracimabili; la prima condizione consente di stabilire se gli argini esistenti sono sufficienti al contenimento delle piene con diversi tempi di ritorno, la seconda si applica solo per quei tempi di ritorno che determinano il sormonto arginale e conseguentemente è utilizzata per individuare le corrispondenti aree di esondazione.

L'ipotesi del collasso arginale è stata valutata con riferimento all'azione esercitata dalle piene sulla base dei soli dati geometrici disponibili (in particolare laddove si verifica il sormonto arginale per quota pelo libero della corrente superiore alla quota della sommità arginale), in quanto allo stato attuale non è disponibile una caratterizzazione geotecnica del corpo arginale che documenti le condizioni interne delle arginature, utili alla valutazione del coefficiente di sicurezza del corpo stesso.

Non è possibile restituire informazioni inerenti alla distribuzione spaziale delle velocità e dei tiranti poiché nella modellazione monodimensionale tali informazioni sono disponibili solo nelle sezioni fluviali e non sono estendibili alle aree limitrofe.

I dati geometrici utilizzati nel modello idraulico sono accessibili dal geoportale della Regione Sardegna. Per la zona costiera dell'intero territorio regionale e per altre aree di particolare interesse come gli alvei dei principali corsi d'acqua sono disponibili dati LIDAR con risoluzione spaziale a maglia di lato 1 m; talvolta tali informazioni sono state integrate con batimetria multi-beam e lidar da drone.

Con la deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 27/02/2018 sono state modificate ed integrate le norme di attuazione del PAI introducendo la possibilità di studiare con maggiore dettaglio i bacini residui ricadenti in ambito urbano, ossia le parti del territorio comunale non direttamente afferenti ad elementi appartenenti al reticolo idrografico ufficiale esaminando gli allagamenti dovuti alle criticità dei sistemi di drenaggio urbano innescati da eventi con tempi di ritorno ( $T_r$ ) di 50, 100, 200 e 500 anni previsti nel PAI. In questo modo applicando una modellazione bidimensionale e considerando la presenza degli edifici in ambito urbano è possibile ricavare la distribuzione spaziale dei tiranti e delle velocità nelle aree potenzialmente allagabili da cui calcolare conseguentemente il valore della vulnerabilità.

#### 2.4.3 Delimitazione delle aree allagabili

Una volta effettuata la modellazione idraulica, gli output sono riportati nella scala di dettaglio utilizzata per la modellazione (es. DTM 1m, DTM 10m, sezioni rilevate ecc.) a seguito di una opportuna fase di calibratura e adattamento cartografico che garantisca la coerenza con la morfologia del terreno. Con questo affinamento si eliminano eventuali celle di allagamento isolate, vuoti non cartograficamente significativi o "micropoligoni" non apprezzabili alla scala cartografica utilizzata. A tal fine, con la Deliberazione n. 2 del 19/2019 il Comitato



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Sardegna ha approvato la Circolare 1/2019 contenente specifici indirizzi interpretativi e procedurali sull'applicazione della disciplina relativa alle aree di pericolosità sia idraulica che da frana fornendo, tra l'altro, informazioni sulle modalità di elaborazione e produzione delle mappe, sia in formato vettoriale che raster, con indicazioni sui dati da inserire nelle tabelle del sistema informativo territoriale e sulla coerenza topologica, le superfici minime cartografabili ecc.

#### 2.4.4 Delimitazione delle aree allagabili mediante criteri morfologici o storico-inventariali

Oltre alle aree allagabili individuate tramite apposita modellazione idrologico-idraulica, nel PGRA sono state incluse anche quelle individuate mediante l'applicazione di criteri geomorfologici o storico-inventariali derivanti dal PSFF, determinate per le 57 aste fluviali significative della Sardegna e per i loro principali affluenti. Inoltre, per tali aste principali, il PSFF ha effettuato anche le modellazioni idrologico – idrauliche, da cui sono state individuate le fasce di pericolosità a scarsa, media ed elevata probabilità di accadimento. Per le aree appartenenti alle fasce geomorfologiche che ricadono al di fuori delle le aree di pericolosità derivanti da modellazione idraulica viene attribuito uno scenario di probabilità basso (LPH -  $T_r > 200$  anni).

Per tutti gli affluenti relativi alle aste principali per i quali le aree allagabili siano state delimitate esclusivamente con criterio geomorfologico, le Norme di Attuazione del PAI prevedono che tali aree siano assoggettate ad un regime di "attenzione". Pertanto per tali aree i Comuni, in fase di progettazione di opere o interventi, dovranno preliminarmente effettuare opportuni studi idrologici e idraulici di approfondimento nei quali siano determinate anche le fasce MPH e HPH.

#### 2.5 Delimitazione delle aree allagabili mediante modellistica per le alluvioni di origine marina

La preesistenza di studi relativi alle esondazioni di origine fluviale rispetto a quella marina ha comportato, ove possibile (a meno di da specifiche particolari istanze), l'aderenza alle specifiche seguite per tale origine, sia per esigenze di omogeneità e comparazione dei risultati, sia per l'interazione fra idrologia di superficie e eventi meteomarini. Questo aspetto attiene particolarmente alla specificazione delle condizioni al contorno alla foce dei corsi d'acqua, costituiti da livelli idrici indotti da eventi meteomarini quali marea astronomica, innalzamento di livello (setup) indotto dal vento e da depressioni atmosferiche (storm surge) e setup indotto dal moto ondoso.

L'art. 2 c. a) del D.Lgs 49/2010 recepisce dalla Direttiva 2007/60/CE l'obbligo di ricomprendere tra le alluvioni anche quelle marine delle zone costiere. A tal proposito si specifica che l'art. 6 punto 6 della direttiva consente la possibilità di riferirsi ai soli eventi estremi nella perimetrazione delle aree da inondazione marina, subordinando tale possibilità a una valutazione del livello di protezione, ma tuttavia a livello nazionale si è ritenuto opportuno non avvalersi di questa facoltà ma rappresentare invece tutti e tre gli scenari di pericolosità a prescindere dall'origine dell'alluvione (ad es. fluviale o marina). La necessità di valutare anche l'effetto di eventi meteomarini a minore tempo di ritorno



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

deriva inoltre dall'utilizzo di tali informazioni sulla pericolosità anche per la pianificazione urbanistica e le procedure di protezione civile.

Per la mappatura delle aree di pericolosità associate ad alluvioni di origine marina si è optato quindi per i tempi di ritorno di 2, 20 e 100 anni.

#### 2.5.1 Procedura di perimetrazione delle aree inondate

Per ciascun transetto è stato determinato il valore del livello medio totale alla linea di riva, comprensivo del setup ondoso, e di un livello di runup. pertanto, ai fini della mappatura della pericolosità, l'inondazione dell'entroterra viene valutata proiettando orizzontalmente il livello medio totale e rilevando le aree che vengono così a trovarsi sommerse. A tale scopo, per ciascuna coppia di transetti adiacenti è stata costruita una superficie di interpolazione avente, su ciascun transetto, quota costante pari al livello medio totale determinato per il transetto in questione; di tale superficie di interpolazione è stata quindi rilevata l'intersezione con il modello digitale del terreno. Dalle aree così determinate sono state eliminate quelle che non risultavano idraulicamente connesse alla linea di riva. Infine, sono state colmate quelle aree di superficie trascurabile che corrispondendo a rilievi localizzati del terreno risultavano come superfici emerse interamente circondate da aree sommerse.

Si precisa che il riferimento a una ben definita linea di riva è inteso unicamente in senso convenzionale, sia per la naturale dinamicità naturale della medesima linea che per le incertezze legate ai differenti layer spaziali utilizzati per la restituzione cartografica (CTR e DTM a 1 m).

Da un punto di vista metodologico va anche rilevata la marcata variabilità dei livelli di setup e di runup lungo la linea di riva, in relazione principalmente ad una repentina variazione della pendenza del terreno in corrispondenza del sistema costa.

Per maggiori dettagli relativi alla delimitazione delle aree allagabili per le alluvioni di origine marina (mappatura delle aree da inondazione costiera) si rimanda, comunque, al documento "Relazione metodologica sulle inondazioni costiere" aggiornato a luglio 2018, pubblicato sul sito dedicato al Piano di Gestione del Rischio alluvioni (PGRA) al link [http://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_617\\_20190124124513.pdf](http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_617_20190124124513.pdf).



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNTZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

### 3 Le mappe del rischio: adempimenti previsti dalla Direttiva Alluvioni e dal D.lgs. 49/2010

La Direttiva Alluvioni stabilisce che per ciascuno scenario di probabilità siano redatte mappe del rischio di alluvioni, in cui devono essere rappresentate le potenziali conseguenze avverse in termini di:

- a) numero indicativo di abitanti potenzialmente interessati;
- b) tipo di attività economiche insistenti nell'area potenzialmente interessata;
- c) impianti di cui alla Direttiva 96/51/CE che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvioni e aree protette (di cui all'allegato IV, paragrafo 1, punti i), iii) e v) della Dir. 2000/60/CE) potenzialmente interessate;
- d) altre informazioni considerate utili dai MS, come l'indicazione delle aree in cui possono verificarsi alluvioni con elevato trasporto solido e colate detritiche e informazioni su altre fonti notevoli di inquinamento.

Il D.lgs. 49/2010 prevede che le mappe del rischio rappresentino le 4 classi rischio R1-R4 di cui al DPCM del 29 settembre 1998, espresse in termini di:

- a) numero indicativo di abitanti potenzialmente interessati;
- b) infrastrutture e strutture strategiche (autostrade, ferrovie, ospedali, scuole, ecc.);
- c) beni ambientali, storici e culturali di rilevante interesse presenti nell'area potenzialmente interessata;
- d) distribuzione e tipologia delle attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata;
- e) impianti di cui all'allegato I del D.lgs. 59/2005 che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvione e aree protette di cui all'allegato 9 alla parte III del D.lgs. 152/2006;
- f) altre informazioni considerate utili dalle autorità distrettuali, come le aree soggette ad alluvioni con elevato volume di trasporto solido e colate detritiche o informazioni su fonti rilevanti di inquinamento.

#### 3.1 Fonti dei dati, metodi e criteri applicati

Si riportano di seguito i criteri adottati per la definizione delle mappe del rischio di alluvione per il secondo ciclo di pianificazione, che superano e aggiornano quelli già utilizzati per il primo ciclo di pianificazione sia relativamente al grado di dettaglio e aggiornamento delle informazioni utilizzate, sia per quel che riguarda il grado di omogeneizzazione delle procedure applicate per l'individuazione degli elementi a rischio. Ulteriori approfondimenti sugli aggiornamenti operati sulla cartografia di piano predisposta per il secondo ciclo di pianificazione sono poi riportati nel successivo capitolo.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

### 3.2 Le classi di rischio

Per quanto concerne la determinazione del grado di rischio a cui una determinata area è soggetta, valutabile in termini di classe di rischio da R1 (moderato) a R4 (molto elevato), la metodologia applicata è la seguente.

Le carte del rischio da alluvione sono ricavate mediante una procedura di sovrapposizione della Carta del danno Potenziale e delle Mappe di Pericolosità e la conseguente individuazione della classe di rischio secondo quanto indicato dalla tabella di seguito riportata che, in accordo con gli indirizzi operativi predisposti dal MATTM, identifica le 4 classi di rischio di alluvione in funzione delle 3 classi di pericolosità e delle 4 classi di danno potenziale.

Classi di Danno Potenziale	Classi di Pericolosità Idraulica		
	P3	P2	P1
D4	R4	R3	R2
D3	R4	R3	R1
D2	R3	R2	R1
D1	R1	R1	R1

laddove le 4 classi di rischio da alluvione corrispondono a:

R4: Rischio molto elevato;

R3: Rischio elevato;

R2: Rischio medio;

R1: Rischio moderato o nullo.

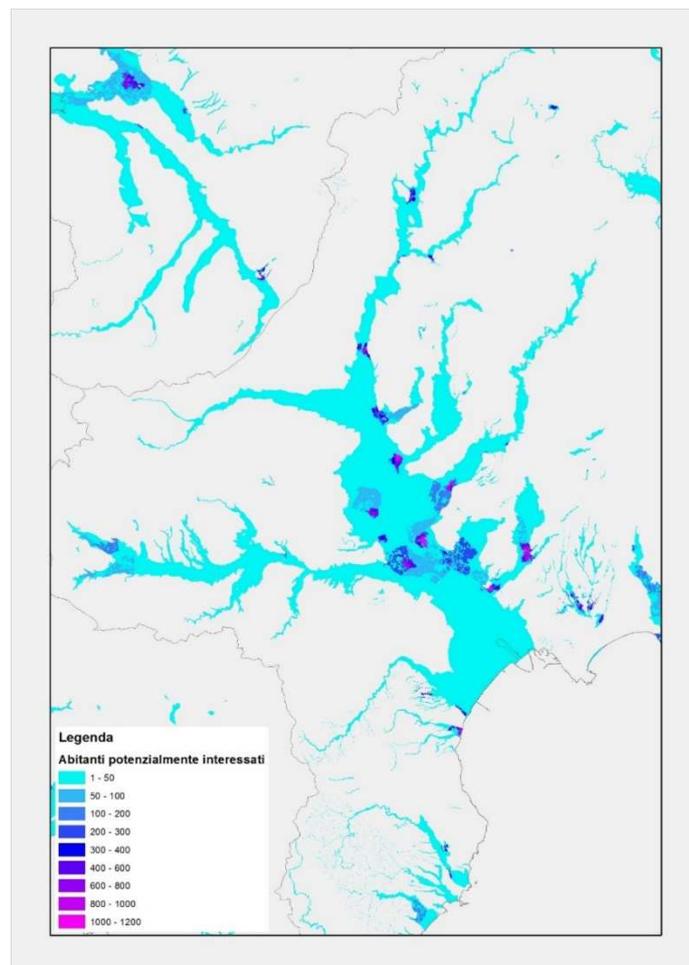


REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

### 3.3 Gli abitanti potenzialmente interessati

Il numero di abitanti potenzialmente interessati per ciascuno scenario di alluvione è stato aggiornato alla luce dei nuovi dati pubblicati ufficialmente dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) relativi al 15° censimento della popolazione e delle abitazioni del 2011. Analogamente a quanto assunto nel primo ciclo di gestione, per "abitanti potenzialmente interessati" si intende la popolazione residente nelle aree allagabili. Il calcolo della popolazione a rischio di alluvione è stato effettuato intersecando in ambiente GIS lo strato informativo delle aree inondabili relativo a ciascuno scenario di probabilità con quello delle sezioni censuarie (Figura 1), le unità elementari rispetto alle quali sono riferiti e aggregati i dati della popolazione e tutte le altre informazioni del censimento. Non essendo nota l'esatta ubicazione della popolazione all'interno delle sezioni, si è adottata l'ipotesi di una distribuzione uniforme all'interno di ciascuna sezione censuaria.



**Figura 1.** Rappresentazione schematica degli Abitanti potenzialmente interessati in una porzione del Distretto idrografico della Sardegna



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

### 3.3.1 Altre informazioni sulle conseguenze per la salute umana

Oltre alle conseguenze cosiddette dirette sulla salute umana, che nella FD Reporting Guidance sono ascritte alla categoria *B11 – Human Health* e che ai fini della mappatura del rischio sono espresse in termini di abitanti potenzialmente interessati, è stato considerato anche il potenziale impatto su servizi di pubblica utilità/strutture strategiche quali ad es., scuole e ospedali riconducibili alla categoria *B12 – Community*<sup>3</sup>. Tale informazione non è prevista dal reporting FHRM a meno di non includerla nella categoria *B42 - Infrastructure* in analogia a quanto specificato dal Dlgs 49/2010 che accorpa infrastrutture e strutture strategiche. I dati e le relative fonti sono sintetizzati nella tabella di seguito riportata:

LAYER	DESCRIZIONE	FONTE
Strutture sanitarie	Strato a geometria poligonale elaborato sulla base dei dati raccolti dalle ASL e dal portale Sardegna Salute e una volta localizzati gli edifici questi sono stati estratti dal DBMP del Geoportale RAS o, dove non disponibili, digitalizzati.	<a href="https://www.sardegناسalute.it/">https://www.sardegناسalute.it/</a>
Aree di pubblico interesse	Strato a geometria poligonale ricavato a partire dalle informazioni contenute nel DBMP della Regione Sardegna	<a href="https://www.sardegناسalute.it/">https://www.sardegناسalute.it/</a>
Strutture scolastiche	Strato a geometria poligonale elaborato sulla base dei dati estratti dagli elenchi di tali strutture disponibile nel sito del Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca (MIUR). Sulla base di tali informazioni è stata effettuata la geolocalizzazione delle strutture, mediante la metodologia precedentemente descritta, e la loro ubicazione cartografica. Alcune strutture scolastiche sono state inserite sulla base degli studi aggiornati dai comuni.	

<sup>3</sup> B12 - Community: Adverse consequences to the community, such as detrimental impacts on local governance and public administration, emergency response, education, health and social work facilities (such as hospitals). FONTE: *FD Reporting Guidance*



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

### 3.4 Le attività economiche

Per quanto concerne le attività economiche, facendo riferimento alle categorie previste dalla FD Reporting Guidance sono state utilizzati quali fonti di dato sia la Carta del Danno Potenziale regionale che la CLC2018 (Corine Land Cover aggiornamento anno 2018) secondo lo schema di associazione illustrato nella tabella seguente.

CATEGORIE FD	DESCRIZIONE	FONTE
B41 - Property	Beni privati (incluse le abitazioni)	CLC2018: 1.1.1. Tessuto urbano continuo; 1.1.2. Tessuto urbano discontinuo
B42 - Infrastructure	Infrastrutture (beni inclusi utenze, produzione di energia, trasporto, immagazzinamento e comunicazione)	STRADE e AUTOSTRADE: CLC2018: 1.2.2 Reti stradali e ferroviarie FERROVIE: CLC2018: 1.2.2 Reti stradali e ferroviarie PORTI: CLC2018 - 1.2.3 Aree portuali AEROPORTI: CLC2018 - 1.2.4 Aeroporti
B43 - Rural land use	Uso rurale del suolo (attività agricole, silvicoltura, attività mineraria e pesca)	CLC2018: da 2.1.1. Seminativi in aree non irrigue a 2.4.4. Aree agroforestali e da 3.1.1. Boschi di latifoglie a 3.2.4. Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione; 1.3.1. Aree estrattive
B44 - Economic activity	Attività economica (settore manifatturiero, edile, commercio al dettaglio, servizi e altri settori occupazionali)	CLC2018: 1.2.1 Aree industriali e commerciali; 1.3.3 Cantieri

Fonti:

*Geoportale Regione Sardegna*

<http://www.sardegna-geoportale.it/index.html>

*Carta del danno potenziale della Regione Sardegna*

<http://www.regione.sardegna.it/index.php?xsl=2425&s=390269&v=2&c=94071&t=1&tb=14006>



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

### 3.5 L'ambiente

La FD Reporting Guidance individua le seguenti conseguenze per l'ambiente:

CATEGORIE	DESCRIZIONE
B21 - Waterbody	Stato dei corpi idrici: conseguenze negative per lo stato ecologico e chimico dei corpi idrici superficiali interessati o per lo stato chimico dei corpi idrici sotterranei interessati, ai sensi della WFD. Tali conseguenze possono derivare da varie fonti di inquinamento (puntuali e diffuse) o essere dovute agli impatti idromorfologici delle alluvioni.
B22 - Protected area	Aree protette: conseguenze negative per le aree protette o i corpi idrici quali quelle designate ai sensi delle Direttive Uccelli e Habitat, acque di balneazione o punti di estrazione di acqua potabile.
B23 - Pollution sources	Fonti di inquinamento: fonti di potenziale inquinamento durante l'evento alluvionale, quali impianti <b>IPPC</b> e <b>Seveso</b> , oppure altre fonti puntuali o diffuse.

La stessa Guida dettaglia ulteriormente la categoria B22 secondo il seguente elenco:

- PAT\_1 – Bathing Water Directive 2006/7/EC
- PAT\_2 – Birds Directive 2009/147/EC
- PAT\_3 – Habitats Directive 92/43/EEC
- PAT\_4 – Nitrates Directive Report (91/676/EEC)
- PAT\_5 – UWWT - Urban Waste Water Treatment Directive 91/271/EEC
- PAT\_6 - Article 7 Abstraction for drinking water - Water Framework Directive 2000/60/EC - Register of Protected Areas article 7 abstraction for drinking water
- PAT\_7 - WFD\_WaterBodies - Water Framework Directive 2000/60/EC - waterbodies
- PAT\_8 – European Other legislation
- PAT\_9 – National legislation
- PAT\_10 – Local legislation

Sono state pertanto considerate tutte le tipologie principali di Aree Protette (AP) che intersecano le aree potenzialmente allagabili per ciascuno scenario di probabilità.

Relativamente alle fonti di inquinamento sono state acquisite le informazioni sulla tipologia e localizzazione degli impianti IED e Seveso rappresentati spazialmente con geometria puntuale; ad essi è stato applicato un buffer che tenga conto del fatto che non sempre la posizione fornita per la geolocalizzazione dell'impianto stesso coincide con il centroide della superficie di ingombro dell'istallazione, e per ciascuno scenario di probabilità è stata individuato il numero di impianti che intersecano le aree potenzialmente allagabili.

Le potenziali conseguenze avverse sulle aree protette o sui corpi idrici sono state valutate in relazione alla presenza di fonti di inquinamento nelle aree allagabili ivi individuate.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Riguardo alle fonti di dato a copertura nazionale, esse sono riassunte nella tabella che segue:

NOME LAYER	FORTE	TIPO di GEOMETRIA
Bathing Water Directive 2006/7/EC	Bathing Water Directive - Status of bathing water 1990 – 2018: <a href="https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/bathing-water-directive-status-of-bathing-water-11">https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/bathing-water-directive-status-of-bathing-water-11</a> Aggiornato e integrato con dati forniti dal Servizio Tutela della Acque regionale	POINT
Birds Directive 2009/147/EC	MATTM: siti Natura 2000 aggiornamento 2017 <a href="http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizio-di-scaricamento-wfs/">http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizio-di-scaricamento-wfs/</a> SERVIZIO: "Rete Natura 2000 (SIC/ZSC e ZPS)"	POLYGON
Habitats Directive 92/43/EEC	MATTM: siti Natura 2000 aggiornamento 2017 <a href="http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizio-di-scaricamento-wfs/">http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizio-di-scaricamento-wfs/</a> SERVIZIO: "Rete Natura 2000 (SIC/ZSC e ZPS)"	POLYGON
Nitrates Directive Report (91/676/EEC)	ISPRA: Layer delle Zone Vulnerabili ai Nitrati (ZVN) reporting 2015 aggiornamento ottobre 2019	POLYGON
UWWT - Urban Waste Water Treatment Directive 91/271/EEC	ISPRA: Reporting UWWT 2016 <a href="http://cdr.eionet.europa.eu/it/eu/uwwt/envw6t73a/">http://cdr.eionet.europa.eu/it/eu/uwwt/envw6t73a/</a> aggiornamento ottobre 2018	POLYGON; LINE
Article 7 Abstraction for drinking water - WFD	Regioni: informazione parzialmente presente nel reporting GIS della WFD 2016 (Layer ProtectedArea with zoneType = drinkingWaterProtectionArea)	POLYGON; LINE; POINT
WFD_WaterBodies - Water Framework Directive 2000/60/EC	ISPRA: reporting GIS WFD 2016, Layers:SufaceWaterBody; GroundwaterBody	POLYGON; LINE
National legislation	Nationallydesignated PA (EUAP) - Aree protette dipendenti dall'acqua identificate dagli Stati inserite nel Common Database on DesignatedAreas (CDDA): <a href="https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/nationally-designated-areas-national-cdda-14">https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/nationally-designated-areas-national-cdda-14</a> Aggiornamento marzo 2019 + Aree Ramsar (FORTE MATTM ) non comprese in CDDA <a href="http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizio-di-scaricamento-wfs/">http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizio-di-scaricamento-wfs/</a> SERVIZIO: "Siti protetti - Zone umide di importanza internazionale (Ramsar)"	POLYGON
Impianti IED	ISPRA: European Pollutant Release and Transfer Register, Registro E-PRTR – 2017 data release - version 17	POINT
Impianti Seveso	MATTM-ISPRA: Inventario Nazionale degli Stabilimenti a Rischio di incidente Rilevante, aggiornamento settembre 2019	POINT

### 3.6 I beni culturali

Queste coperture sono state estratte principalmente dal Geoportale RAS e dai dati disponibili nel SIRA (Sistema Informativo Regionale Ambientale).

Tale informazione è stata inoltre confrontata con quella ottenibile dal progetto Vincoli in rete (VIR - <http://www.vincolinrete.beniculturali.it>) realizzato dall'Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro (ISCR), organo tecnico del Ministero per i Beni e le Attività Culturali e il Turismo (MiBACT). Il progetto consente la consultazione delle informazioni sui beni culturali architettonici e archeologici, fornite da Soprintendenze, Segretariati Regionali e, a livello centrale, dalle seguenti banche dati:



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA**  
**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

PRESIDÈNTZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

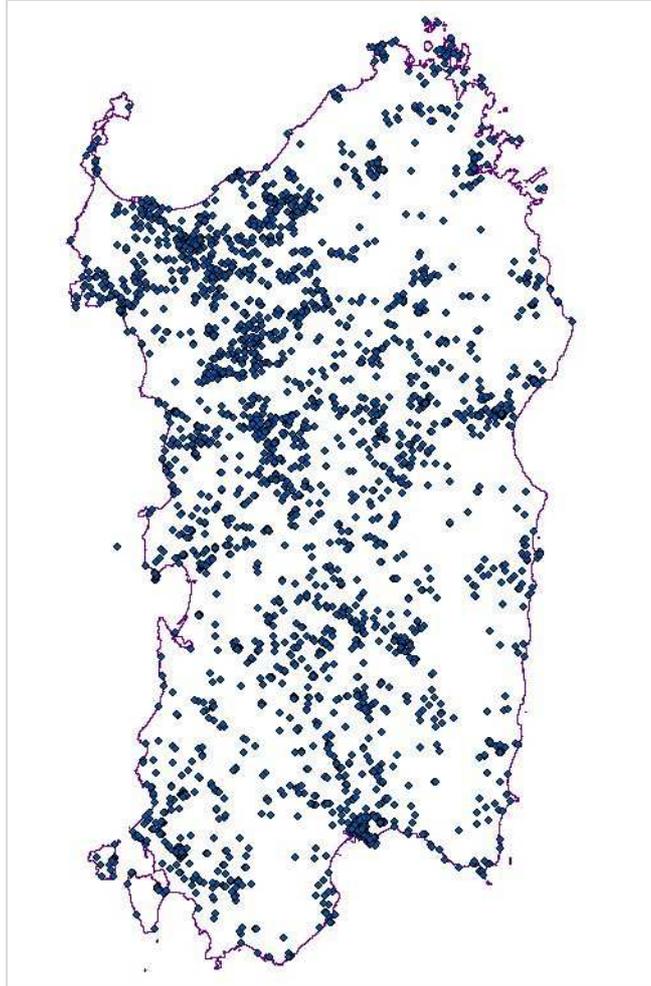
- Sistema informativo Carta del Rischio contenente tutti i decreti di vincolo su beni immobili emessi dal 1909 al 2003 (ex leges 364/1909, 1089/1939, 490/1999) presso l'ISCR;
- Sistema Informativo Beni Tutelati presso la Direzione Generale Belle Arti e Paesaggio del MiBACT;
- Sistema informativo SITAP presso la Direzione Generale Belle Arti e Paesaggio del MiBACT;
- Sistema Informativo SIGEC Web presso l'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione.

Attraverso la sezione "RICERCA BENI" è possibile effettuare ricerche generiche o condizionate da specifici parametri (ad es. localizzazione, periodo storico, ente competente, sistemi informativi di provenienza del dato), visualizzare il risultato della ricerca nel dettaglio e scaricare l'esito della ricerca in vari formati (compreso il .kml). L'estrazione effettuata a livello nazionale alla data del 30 ottobre 2019 fornisce una copertura spaziale di 205.670 beni culturali georiferiti catalogati in VIR; di questi, 5121 ricadono nel territorio del Distretto idrografico della Sardegna (Figura 2). I Beni Culturali estratti dal VIR sono rappresentati da geometrie puntuali, pertanto si è assunto il criterio di considerare intorno ad essi un buffer, per approssimare le dimensioni fisiche dei beni stessi e valutare il numero di beni ricadenti interamente o parzialmente all'interno delle aree allagabili associate a ciascuno scenario di pericolosità.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNTZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA



**Figura 2.** Distribuzione spaziale dei beni culturali del progetto VIR ricadenti nel Distretto Idrografico.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

## 4 Aggiornamenti della cartografia per il secondo ciclo di pianificazione

Con la Deliberazione n. 1 del 17/12/2019 il Comitato Istituzionale dell'autorità di bacino regionale ha approvato le mappe della pericolosità, degli elementi a rischio e del rischio da alluvione, e la relativa Relazione metodologica, aggiornate con il recepimento delle modifiche sopraggiunte tra lo stato della cartografia del primo PGRA e la data del 30/10/2019. Durante questo periodo infatti, la cartografia della pericolosità e del rischio di alluvioni riferita al distretto della Sardegna ha subito numerosi aggiornamenti, a seguito della regolare e frequente approvazione di varianti al PAI a scala locale, di studi idrologici e idraulici a scala locale, e della individuazione di nuove aree a pericolosità idraulica molto elevata conseguente a eventi alluvionali occorsi.

Inoltre, con la deliberazione n. 1 del 16/06/2020 il Comitato Istituzionale ha stabilito che il PSFF costituisce una variante al PAI ai sensi del combinato disposto dagli artt. 37 e 42 (comma 7) delle Norme di Attuazione del PAI. Tale nuovo approccio ha reso quindi necessario unificare le perimetrazioni del PSFF con quelle del PAI, operazione che da un lato amplia e rende più organica la gestione e catalogazione delle aree a rischio di alluvione, d'altro canto ha comportato una importante attività di aggiornamento degli elaborati cartografici, specialmente nel caso in cui i due Piani territoriali mappassero le pericolosità relative ad una stessa asta fluviale, o in corrispondenza di confluenze tra due o più aste studiate da differenti Piani. E' stato quindi necessario procedere a un'ulteriore attività di aggiornamento della cartografia della pericolosità e del rischio di alluvione, alla data del settembre 2020, che prendesse in considerazione i due aspetti sopra illustrati; si descrive di seguito la metodologia seguita per tali aggiornamenti.

### 4.1 Descrizione e articolazione delle attività

Alla luce delle considerazioni riportate in premessa, per l'attività di elaborazione e aggiornamento delle mappe di pericolosità idraulica sono state considerate le seguenti aree:

- Perimetrazioni derivanti dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF);
- Perimetrazioni derivanti dalle varianti al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) approvate dal Comitato Istituzionale ai sensi dell'art.37 delle Norme di Attuazione del PAI;
- Perimetrazioni derivate dagli studi di dettaglio effettuati dai Comuni finalizzati alla loro pianificazione territoriale o all'esecuzione di Piani Attuativi (ai sensi art. 8 c. 2 e art. 24 c. 6 delle Norme di Attuazione del PAI);
- Perimetrazioni derivate dagli "Scenari di intervento strategici e coordinati – Scenari stato attuale" ai sensi dell'art. 44 delle NA del PAI;
- Aree interessate dal fenomeno alluvionale del 2013 denominato "Cleopatra".



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

La procedura di inviluppo delle mappe di pericolosità idraulica è stata effettuata con l'utilizzo dei software GIS e in conformità con le Specifiche tecniche per gli elaborati cartografici riportate nell'Allegato 1 della Circolare 1/2019 - "Indirizzi interpretativi e procedurali relativi alle norme di attuazione del Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (PAI)" approvata con deliberazione n. 2 del 19 febbraio 2019.

È stato quindi necessario procedere all'aggiornamento degli shapefile contenenti le perimetrazioni del PAI e del PSFF, a seguito della D.C.I. n. 1 del 16.06.2020, che introduce il comma 7 dell'art. 41 - N.A. del PAI, e del D.P.G.R. n. 94 del 16 settembre 2020 che approva il PSFF come variante al PAI (pubblicato sul B.U.R.A.S. n. 48 del 24.09.2020), in quanto lo strato informativo del PAI conteneva le sole perimetrazioni derivate direttamente dal PAI con aggiornamento fino alle varianti approvate con deliberazioni del comitato istituzionale del 02.12.2019. L'attività di redazione e inviluppo delle mappe di pericolosità da alluvione (mappe PAI/PGRA) è stata quindi articolata in due step poiché la diversa natura degli strati informativi elaborati necessitano la consequenzialità delle procedure adottate, come di seguito descritto:

Step 1: aggiornamento dello strato informativo della pericolosità idraulica del PAI con l'inserimento delle perimetrazioni del PSFF (allineamento PAI/PSFF);

Step 2: aggiornamento dello strato informativo della pericolosità con il recepimento delle varianti intercorse tra dicembre 2019 e settembre 2020.

Queste attività hanno prodotto le perimetrazioni idrauliche aggiornate alla data di approvazione del PSFF quale variante al PAI, ossia al 24 settembre 2020.

Si sottolinea che da un punto di vista giuridico e vincolistico sono da ritenersi vigenti anche tutte le varianti e gli studi redatti ai sensi degli artt. 8 c. 2, 24 c. 6 e 44 delle N.A. del PAI approvati successivamente al 24 settembre 2020, anche qualora questi non dovessero risultare ancora recepiti nella rappresentazione cartografica a corredo del PAI/PGRA.

Inoltre, al fine di agevolare la consultazione di tale complesso e mutevole quadro conoscitivo dell'assetto idrogeologico, verranno costantemente condotte attività di aggiornamento della cartografia tramite il recepimento di tutti i nuovi studi idrologici e idraulici in considerazione del fatto che le analisi e gli studi dei corsi d'acqua sono in continua evoluzione sia per motivi tecnici (innovazione e affinamenti dei modelli idrologici e idraulici e disponibilità di strumenti informatici e potenza di calcolo sempre maggiori) sia in termini spaziali di aree territorialmente indagate.

#### 4.2 Step 1: Allineamento PSFF/PAI

Come già anticipato, a seguito della deliberazione del comitato istituzionale n. 1 del 16.06.2020, il PSFF costituisce una variante al PAI ai sensi del combinato disposto dagli artt. 37 e 42 (comma 7) delle Norme di Attuazione del PAI. Pertanto, si è reso necessario unificare le perimetrazioni del PSFF con quelle del PAI,



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

andando incontro a diversi problemi, specialmente nel caso in cui i due Piani territoriali mappavano le pericolosità relative ad una stessa asta fluviale, o in corrispondenza di confluenze tra due o più aste studiate da differenti Piani.

Nel presente Capitolo sono descritte le elaborazioni effettuate nel primo step di aggiornamento delle mappe di pericolosità idraulica, elencando in primo luogo le casistiche e le problematiche affrontate, e fornendo una spiegazione generale dei criteri utilizzati per la loro risoluzione.

#### 4.2.1 Operazioni preliminari

Prima di illustrare le casistiche analizzate è opportuno descrivere le operazioni preliminari che sono state effettuate sui layers, per garantire una corretta trasposizione spaziale delle perimetrazioni del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali all'interno del PAI.

In primo luogo è stato necessario uniformare il Sistema di riferimento tra gli strati informativi relativi ai due diversi Piani. Sebbene possa sembrare un'operazione banale e scontata, essa è senza dubbio di fondamentale importanza, in quanto operare con sistemi o proiezioni differenti va certamente a compromettere tutte le successive operazioni, generando traslazioni e rotazioni che determinano errori nelle perimetrazioni risultanti.

Successivamente è stata effettuata un'operazione di correlazione tra le fasce perimetrate dal PSFF e le aree di pericolosità del PAI sulla base del tempo di ritorno (TR) associato (v. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). In particolare, anche alla Fascia "A2" (TR = 2 anni) del PSFF, così come per la Fascia "A50" (TR = 50 anni), è stata attribuita la pericolosità Hi4 del PAI, ereditando dunque lo stesso cromatismo nella rappresentazione cartografica una volta inserita nello strato informativo del PAI. Tuttavia, i poligoni derivanti dal PSFF e classificati nel PSFF originario come fasce A2 e A50 sono stati mantenuti separati anche nello shapefile del PAI in fase di aggiornamento, al fine di conservare l'informazione del differente tempo di ritorno con l'inserimento di un apposito campo (TR) nella tabella attributi.

**Tabella 1.** Correlazione tra le fasce del PSFF e le aree di pericolosità del PAI in funzione del Tempo di Ritorno

Fascia (PSFF)	TR (anni)	Corrispondenza Hi (PAI)
A2	2	Hi4
A50	50	
B100	100	Hi3
B200	200	Hi2
C	500	Hi1



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

## 4.3 Casistiche riscontrate e risoluzione delle relative problematiche

### 4.3.1 Aste fluviali studiate esclusivamente dal PSFF

Nel caso in cui l'asta fluviale sia stata studiata solo dal PSFF, l'operazione da compiere è banale, ossia basterà inserire le mappature derivate dal PSFF all'interno dello strato informativo PAI.

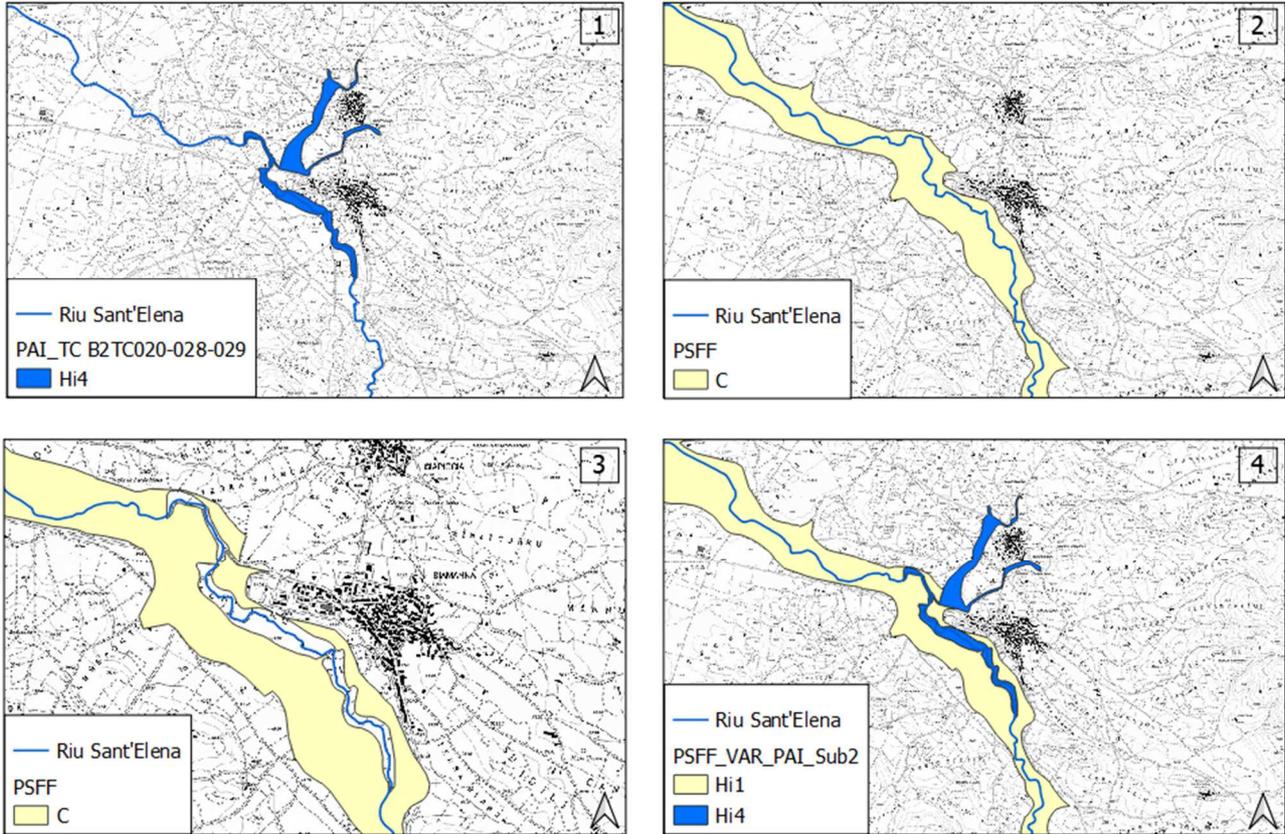
### 4.3.2 Aste secondarie del PSFF analizzate anche dal PAI

Nell'ambito del PSFF, le aste secondarie del reticolo idrografico sono state studiate con analisi geomorfologica che si poneva l'obiettivo di delimitare la sola fascia C, corrispondente al periodo di ritorno  $TR = 500$  anni o, se più estesa, alle aree storicamente inondate. Per le aste secondarie il PSFF non effettua, quindi, alcuna modellazione idraulica. Pertanto, nel caso in cui la stessa asta sia stata studiata anche dal PAI, in corrispondenza delle sovrapposizioni tra i due Piani, occorre ritagliare la fascia C del PSFF in modo tale da mantenere le perimetrazioni del PAI ricavate con analisi idraulica ed evitare errori topologici di "overlap". Per quanto riguarda le aree di pericolosità  $Hi1$ , in questa fase si è deciso di mantenere separati i poligoni ricavati con analisi geomorfologica (fascia C del PSFF) dalle perimetrazioni  $Hi1$  ottenute con modellazione idraulica nell'ambito del PAI per mantenere traccia della differente metodologia applicata (nella rappresentazione cartografica il cromatismo associato è lo stesso, ma l'informazione sull'origine delle mappe può essere inserita nel campo "Note" della tabella attributi).



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA



**Figura 3.** Riu Sant'Elena 1) Perimetrazione PAI; 2) Perimetrazione PSFF (fascia C); 3) Fascia C del PSFF ritagliata con la sagoma del PAI; Inserimento della Fascia C nel PAI (Risultato Finale).



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

#### 4.3.3 Aste principali del PSFF analizzate anche dal PAI

Qualora l'asta principale del PSFF analizzata con modellazione idraulica sia stata studiata anche dal PAI, occorre distinguere due casistiche, in quanto le perimetrazioni del PAI possono derivare da studi antecedenti o successivi alla data di approvazione del PSFF (quest'ultimo è stato approvato in via definitiva con Delibera del Comitato Istituzionale n.2 del 17.12.2015):

- a) **Varianti al PAI successive alla data di approvazione del PSFF** – Tali varianti recepiscono già, all'interno dei propri studi, i risultati riportati nel PSFF, rendendo di fatto non necessario l'inserimento nel PAI delle mappature delle fasce fluviali studiate dal PSFF relative alla stessa asta. E' opportuno precisare che potrebbe verificarsi la circostanza in cui le perimetrazioni del PAI, pur recependo le mappe del PSFF, non si estendano oltre il limite del comune che ha proposto la variante. Pertanto, se il PSFF ha studiato l'intera asta estendendo le perimetrazioni oltre i confini suddetti, è possibile procedere ritagliando per differenza, rispetto al PAI, le perimetrazioni del PSFF e inserendo le aree del PSFF risultanti dall'operazione di geoprocessing nello strato informativo PAI in fase di aggiornamento.

A titolo di esempio si riporta, da Figura 4 a Figura 6, il caso del Flumini Mannu di Pabillonis che è stato oggetto di variante ai sensi dell'art. 37 comma 3 lett. b delle N.A. del P.A.I., per la perimetrazione delle aree di pericolosità da frana e idraulica nel territorio del comune di S. Gavino Monreale. Detta variante, approvata con delibera del comitato istituzionale n. 5 del 02.12.2019, oltre a recepire le perimetrazioni del PSFF relative all'asta principale del Flumini Mannu di Pabillonis, ha studiato gli affluenti della stessa (Riu di Cuccuru Casu, Riu Piscina Linu, Riu Bruncu Fenogu in destra idraulica; Riu Santa Maria Maddalena e Riu Trottu in sinistra), determinando nel territorio comunale un incremento delle pericolosità. In definitiva, all'interno del comune di S. Gavino Monreale si è mantenuta la perimetrazione PAI già vigente; mentre al di fuori dei limiti comunali sono state inserite le perimetrazioni del PSFF.

- b) **Perimetrazioni PAI antecedenti alla data di approvazione del PSFF** – In questo caso, le mappature del PAI più datate, che derivano da studi effettuati prima dell'approvazione del PSFF, sono interamente sostituite dalle più recenti perimetrazioni elaborate dal Piano Stralcio (v. esempio in Figura 7). Qualora il PAI dovesse perimetrare un tratto di asta maggiore, rispetto alla sezione più a monte studiata dal PSFF, sarebbe opportuno mantenere anche le mappature del PAI per il solo tratto non studiato dal PSFF (v. Figura 6). Come mostra la Figura 6, la scelta è stata quella di ritagliare il PAI con la sagoma del PSFF e di inserire le mappature del PSFF senza effettuare operazioni di raccordo tra le perimetrazioni derivanti dai due piani territoriali e caratterizzate dallo stesso grado di pericolosità.



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA**  
**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

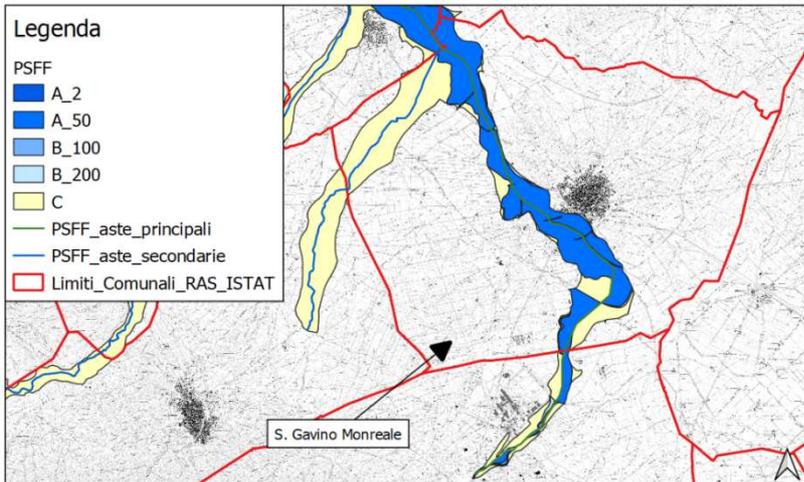
PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Tale operazione potrebbe determinare significativi aumenti o riduzioni della pericolosità non giustificabili senza lo sviluppo di ulteriori studi idrologici/idraulici.

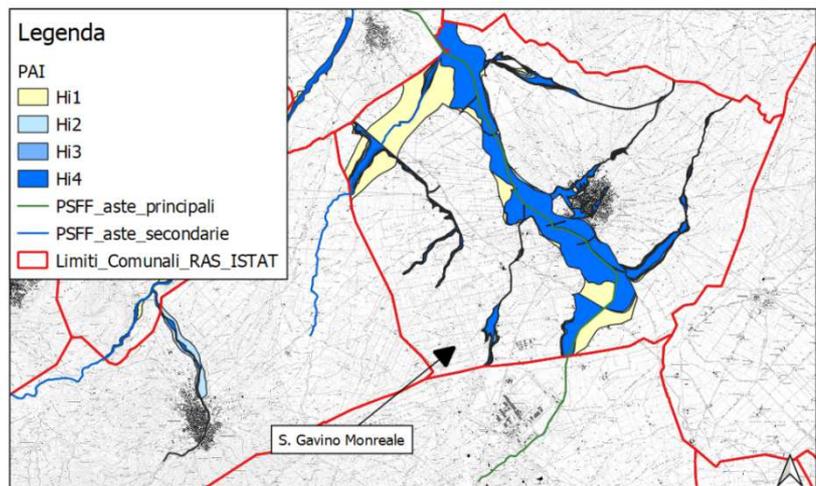


REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA



**Figura 4.** Perimetrazioni del PSFF – Flumini Mannu di Pabillonis e affluenti



**Figura 5.** Perimetrazioni del PAI – Flumini Mannu di Pabillonis e affluenti



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNTZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

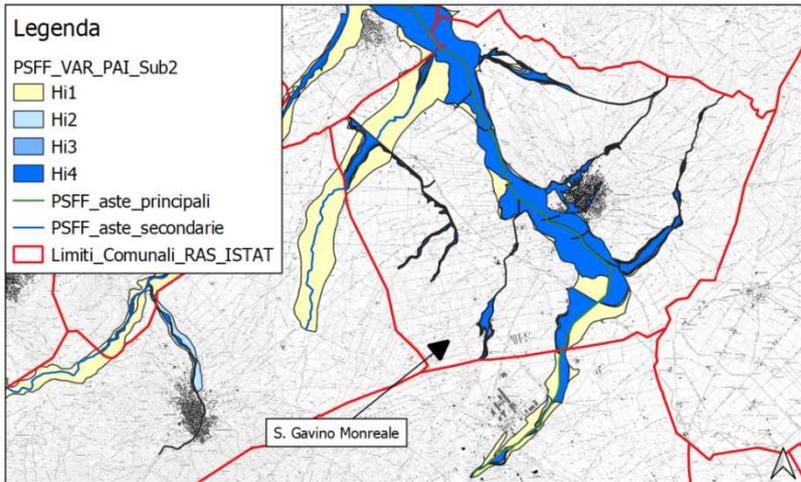


Figura 6. Risultato finale – Flumini Mannu di Pabillonis e affluenti

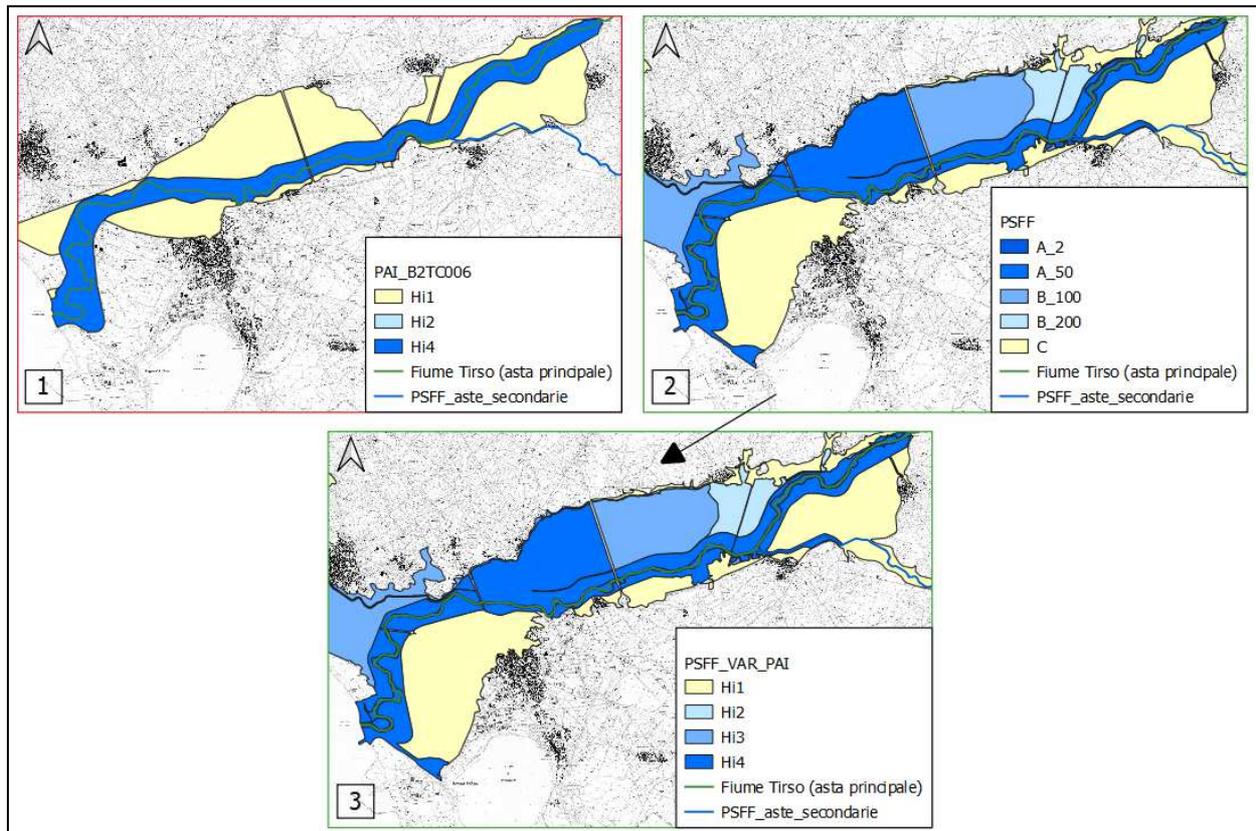
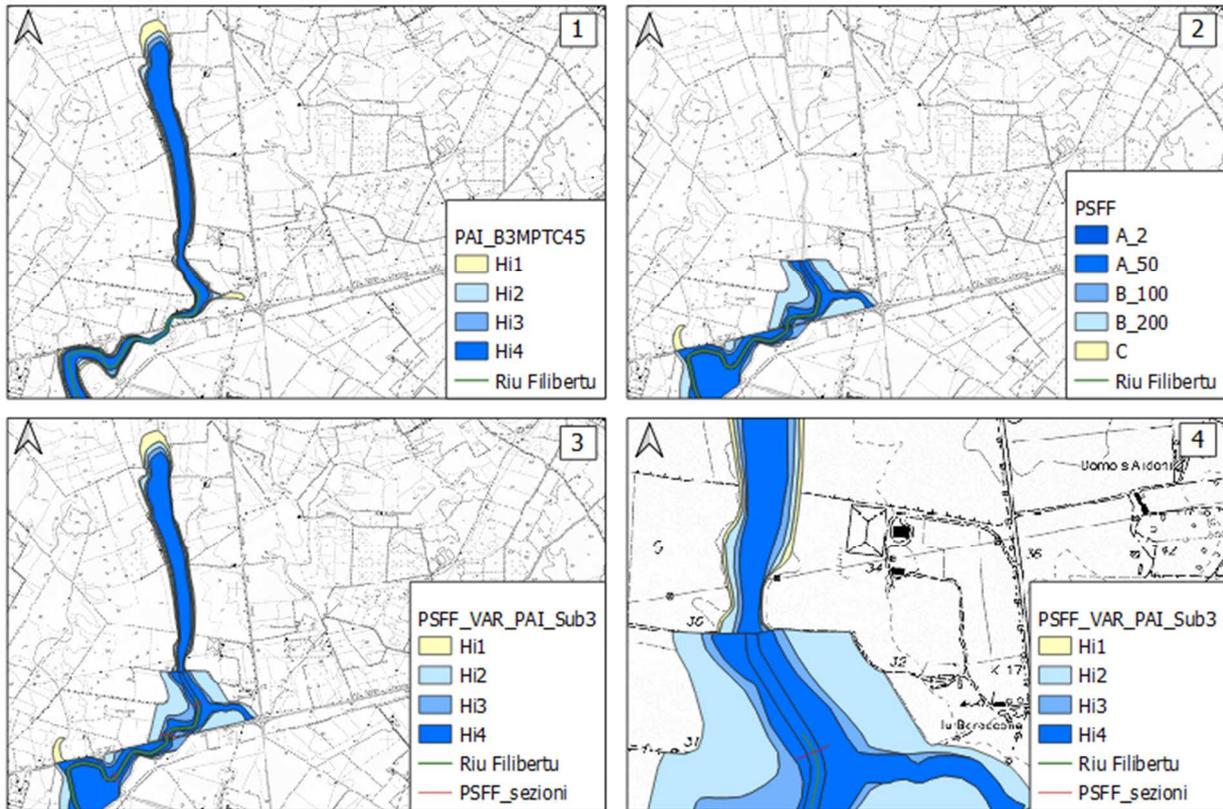


Figura 7. Fiume Tirso 1) Perimetrazione PAI originario; 2) Perimetrazione PSFF; 3) Sostituzione del PAI col PSFF (Risultato Finale).



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA



**Figura 8.** Riu Filibertu (Sub-bacino Coghinas-Mannu-Temo) – 1) Perimetrazione PAI; 2) Perimetrazioni PSFF 3) Ritaglio del PAI e inserimento del PSFF (Risultato finale) 4) Dettaglio confine perimetrazioni derivanti dal PAI e dal PSFF (Risultato finale)

#### 4.3.4 Studio di confluenze tra due aste fluviali, di cui una analizzata dal PSFF e l'altra dal PAI

Lo studio delle confluenze tra due corsi d'acqua analizzati da piani territoriali differenti è il caso che genera maggiori problemi e criticità dal punto di vista operativo e concettuale. La necessità di unire, in corrispondenza di una confluenza, i prodotti di due modellazioni idrauliche differenti, sia in termini di condizioni al contorno che di dati territoriali, comporta la necessità di operare effettuando scelte cautelative nella definizione delle nuove perimetrazioni. Poiché il PSFF si occupa di studiare i corsi d'acqua più importanti del reticolo idrografico, nella maggior parte dei casi si tratta di confluenze tra corsi d'acqua principali studiati dal PSFF e affluenti minori studiati invece dal PAI. Molto spesso, si ha a che fare, quindi, con le perimetrazioni più estese derivanti dalle analisi idrauliche del PSFF.

Il criterio utilizzato per lo studio delle confluenze si basa sulla conservazione della massima pericolosità vigente nell'area di confluenza, sia essa appartenente al PAI o al PSFF. In pratica, si effettua un involuppo delle pericolosità, scegliendo punto per punto la maggiore tra quelle perimetrare dai due Piani. Operativamente, tale



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNTZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

criterio comporta una serie di operazioni di geoprocessing dei poligoni (*clip, cut, merge,...*) operate con il software GIS, richiedendo una elevata attenzione e precisione.

Le immagini riportate nel presente paragrafo mostrano, a titolo di esempio, alcune confluenze analizzate in questa fase di aggiornamento delle mappe, nonché i risultati delle analisi e delle operazioni effettuate per la risoluzione delle stesse.

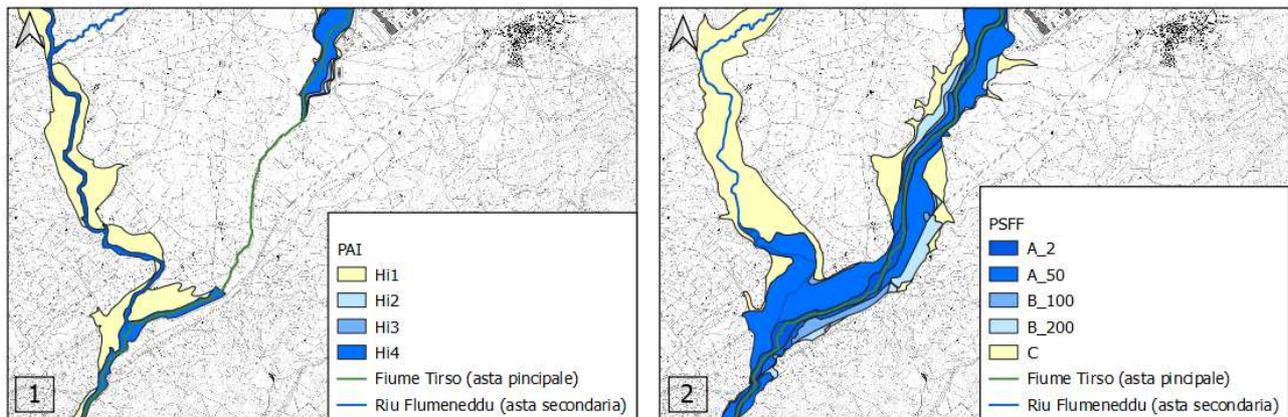
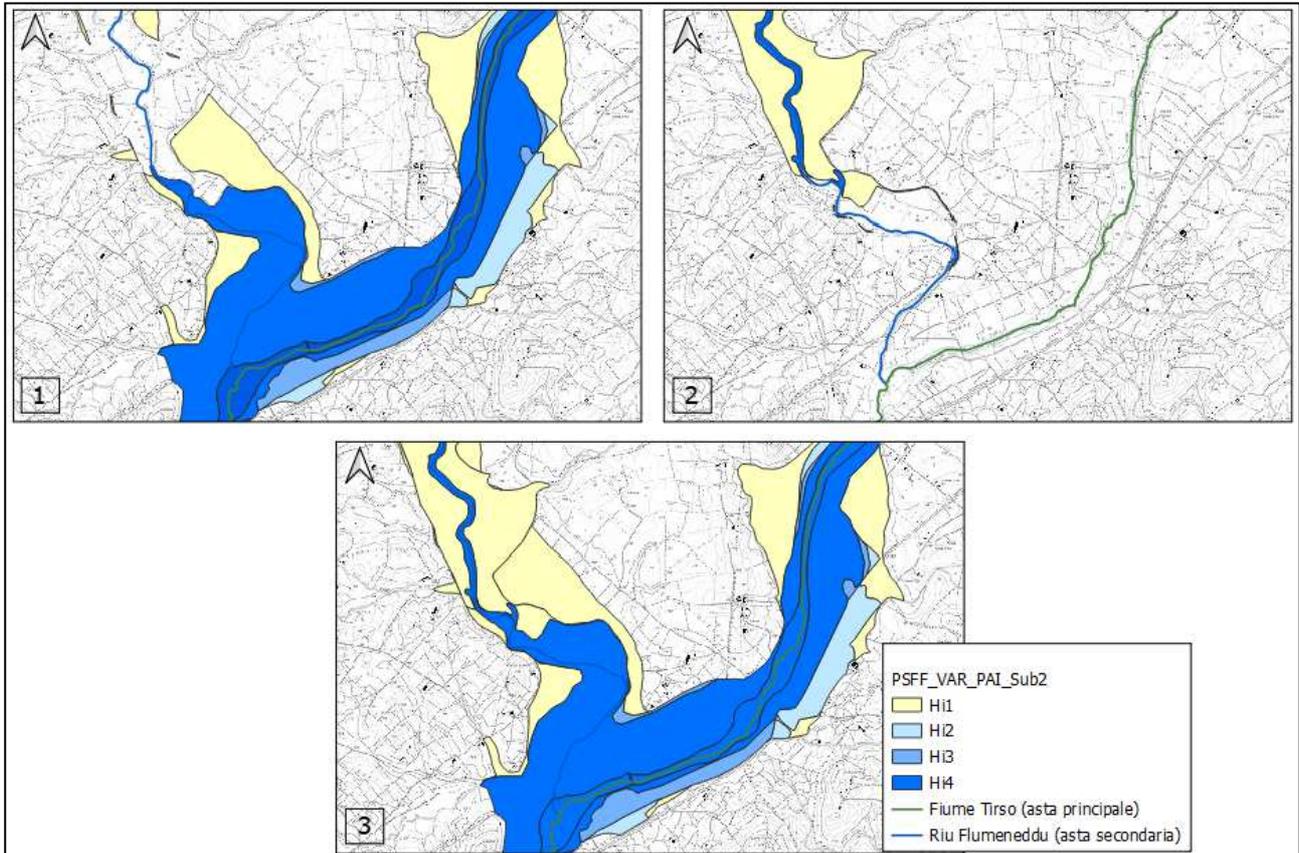


Figura 9. Confluenza Fiume Tirso e Riu Flumeneddu - 1) Perimetrazioni PAI; 2) Perimetrazioni PSFF



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA



**Figura 10.** Dettaglio confluenza Fiume Tirso e Riu Flumeneddu - 1) Clipping del PSFF; 2) Clipping del PAI; 3) Involuppo tra PAI e PSFF (Risultato finale)

#### 4.4 Step 2: Aggiornamento mappe PAI/PGRA con le varianti fino al 24/9/2020

Si specifica che tutte le fasi operative descritte nei capitoli precedenti relativi allo step 1 sono state effettuate anche per l'attività di aggiornamento dello strato informativo della pericolosità con il recepimento delle varianti intercorse tra dicembre 2019 e settembre 2020.

#### 4.5 I cambiamenti climatici

La Regione Sardegna, con Deliberazione di Giunta Regionale n. 6/50 del 5 febbraio 2019, ha approvato la Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SRACC). L'Al. 1 alla SRACC è costituito da uno studio che presenta un'analisi dettagliata della situazione climatica della Regione, a partire da un dataset di osservazioni sul periodo climatico di riferimento 1981-2010, e le proiezioni climatiche attese per il trentennio



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

futuro 2021-2050. Tali proiezioni rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, mostrano un generale aumento della temperatura media per gli scenari utilizzati nell'ambito dello studio: RCP 4,5 W/m<sup>2</sup> e RCP 8,5 W/m<sup>2</sup> (*Representative Concentration Pathway (RCP)*). In termini di precipitazione, le proiezioni con lo scenario RCP4.5 mostrano un aumento dei valori annuali a sud e a est della Sardegna, mentre è attesa una riduzione nella parte centrale e nord-occidentale della regione. D'altra parte lo scenario RCP8.5 mostra una generale riduzione della precipitazione annuale nella parte centrale e sud-occidentale, mentre è atteso un aumento nel resto della regione. Inoltre, in accordo con entrambi gli scenari RCP, gli indicatori meteo-climatici suggeriscono uno scenario futuro in cui le precipitazioni potrebbero essere concentrate in un numero limitato di eventi intensi. È stato inoltre approntato, col contributo dell'ARPA Sardegna e dell'Assessorato Regionale della Difesa dell'Ambiente, uno studio volto *all'individuazione dei bacini predisposti a fenomeni di flash flood mediante indicatori*. È stata, infatti, sperimentata, sulla base dell'esperienza condotta dal Distretto dell'Appennino Settentrionale col cosiddetto "metodo Arno", un'analisi della propensione alle *flash flood* su un sottobacino pilota sito nella parte orientale della regione Sardegna, per tener conto dell'effetto dei cambiamenti climatici e delle sue conseguenze primarie e valutare in quale misura tale cambiamento concorre all'aumento della frequenza di eventi di precipitazione brevi e intensi, con innesco di piene di tipo impulsivo spesso accompagnate da elevato trasporto solido. Lo studio affronta, pertanto, la tematica degli eventi intensi e concentrati e si inquadra nell'ambito della individuazione delle aree a potenziale rischio significativo richiesti dalla Direttiva Alluvioni 2007/60/CE, assunta l'ipotesi di fondo che l'intensificazione di tali eventi sia l'effetto dei cambiamenti climatici in atto. Per la Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici si rimanda alla richiamata DGR n. 6/50 del 5 febbraio 2019 di approvazione, mentre per l'analisi di correlazione fra cambiamenti climatici ed eventuali incremento dei fenomeni di flash flood e della relativa propensione a questi ultimi di determinati bacini idrografici piuttosto che altri si rimanda alla relazione metodologica della "Valutazione Preliminare del Rischio Alluvioni" del Distretto Sardegna e al relativo allegato 1 "Aggiornamento a giugno 2019"<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> [http://www.regione.sardegna.it/documenti/1\\_617\\_20201216165554.pdf](http://www.regione.sardegna.it/documenti/1_617_20201216165554.pdf)



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

## 5 Shapefile delle Mappe della pericolosità e del rischio di alluvione

Per tutti gli shapefile, come concordato a livello nazionale, si adotta il sistema di riferimento “projected coordinate system: ETRS89-LAEA (urn:ogc:def:crs:EPSG::3035)”

### 5.1 Mappe di pericolosità: struttura degli shapefile

Si descrivono di seguito le strutture degli shapefile della pericolosità e del rischio, predisposti in accordo con quanto definito a livello nazionale dagli organi di coordinamento preposti.

#### 5.1.1 Shapefile “pericolosità – estensione dell’inondazione”

Gli shapefile relativi all'estensione delle aree allagabili per ciascuno dei tre scenari di pericolosità sono redatti a livello di distretto e hanno la seguente nomenclatura:

- scenario bassa probabilità/pericolosità - LPH: *ITG2018\_LPH\_extent.shp*;
- scenario media probabilità/pericolosità - MPH: *ITG2018\_MPH\_extent.shp*;
- scenario elevata probabilità/pericolosità - HPH: *ITG2018\_HPH\_extent.shp*.

Di seguito si riporta la tabella degli attributi degli shapefile relativi alle aree inondabili corrispondenti ai tre scenari di probabilità (indicata nel campo *Category*), che riporta la descrizione dei campi e dei valori ammessi. All'interno della tabella è possibile individuare, per ciascun elemento geometrico (feature) contraddistinto da un codice univoco, lo EU\_CD\_HP, il Distretto idrografico, l'Unità di gestione e la APSFR in cui esso ricade, la tipologia di alluvione in termini di origine, caratteristiche e meccanismi, il tempo di ritorno, la data corrispondente all'ultimo adempimento per il quale l'area in questione è stata fornita ai fini del reporting alla CE, il tipo di metodo con il quale l'area è stata individuata.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

**Tabella 2 – Tabella degli attributi per gli shapefile delle aree a pericolosità di alluvione**

<b>NOME CAMPO</b>	<b>Descrizione/VALORI AMMESSI</b>
Id	Contatore: identificativo numerico univoco
RDBname	Distretto idrografico della Sardegna
UoMCode	ITR201
APSFRCODE	codice della APSFR a cui fa riferimento la feature
Category	Scenario di probabilità Valori ammessi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• LowProbabilityHazard</li> <li>• MediumProbabilityHazard</li> <li>• HighProbabilityHazard</li> </ul>
EU_CD_HP	codice della feature
source	Origini dell'alluvione Valori ammessi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluvial</li> <li>• Pluvial</li> <li>• Groundwater</li> <li>• Sea Water</li> <li>• Artificial Water Bearing Infrastructure</li> <li>• Other</li> </ul> In caso di valori multipli elenco separato da “;”senza spazi. Ad es. Fluvial;SeaWater
character	Caratteristiche delle alluvioni Valori ammessi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flash Flood</li> <li>• Snow Melt Flood</li> <li>• Other rapid onset</li> <li>• Medium onset flood</li> <li>• Slow onset flood</li> <li>• Debris Flow</li> <li>• High Velocity Flow</li> <li>• Deep Flood</li> <li>• Other characteristics</li> <li>• No data</li> </ul> In caso di valori multipli elenco separato da “;”senza spazi.
mechanism	Meccanismi delle alluvioni Valori ammessi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Natural exceedance</li> <li>• Defence exceedance</li> <li>• Defence failure</li> <li>• Blockage</li> <li>• Other</li> <li>• No data</li> </ul> In caso di valori multipli elenco separato da “;”senza spazi.
frequency	Tempo di ritorno Ad es. Tr<=200 anni Utilizzare -9999 in caso di Tr non noto
namespace	URL to the Web Feature Service (Geoportale Nazionale)
beginlife	Data di designazione della feature (2013-12-22 ovvero 2019-12-22 coerentemente al valore “aaaa” di EU_CD_HP)
detMethod	Metodo utilizzato per la determinazione della feature Valori ammessi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• modelling (ottenuto ad es. con uso di modelli idraulici)</li> <li>• indirectDetermination (ottenuto con uso di criteri semplificati ad es. storico inventariale, geomorfologico)</li> </ul>



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNTZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

### 5.1.2 Shapefile “pericolosità – caratteristiche idrauliche”

Gli shapefile delle caratteristiche idrauliche forniscono una rappresentazione della variabilità spaziale di altezza/tirante idrico e ove opportuno della velocità/portata nelle aree allagabili per ciascuno dei tre scenari di pericolosità. Il livello di dettaglio di tale informazione dipende dalla metodologia con cui sono state determinate le aree allagabili (si veda campo “detMetod” della **Tabella degli attributi shapefile pericolosità – estensione dell’inondazione**). Pertanto l’informazione deve essere restituita in formato poligonale, e solo qualora ciò non sia possibile per mancanza di dati di base, in forma lineare, fornendo, ove disponibili, le caratteristiche idrauliche nelle sezioni di calcolo dei modelli idraulici monodimensionali. Nel seguito sono illustrate, per ciascuna tipologia di layer (poligonale e lineare), la nomenclatura dei file, le informazioni richieste e i relativi formati.

#### **Layer poligonale**

Per il tirante è utilizzata la seguente nomenclatura:

- scenario bassa probabilità/pericolosità - LPH: *ITG2018\_LPH\_hydropoly\_h.shp*
- scenario media probabilità/pericolosità - MPH: *ITG2018\_MPH\_hydropoly\_h.shp*
- scenario elevata probabilità/pericolosità - HPH: *ITG2018\_HPH\_hydropoly\_h.shp*

Di seguito si riporta la tabella degli attributi degli shapefile relativi ai tre scenari di probabilità (indicata nel campo Category). È fornita la descrizione dei campi e sono indicati i valori ammessi nella relativa compilazione.



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Tabella 3 – Tabella degli attributi per gli shapefile della pericolosità – caratteristiche idrauliche: tirante

NOME CAMPO	Descrizione/VALORI AMMESSI	
Id	Contatore: identificativo numerico univoco	
RBDname	Distretto idrografico della Sardegna	
UoMCode	ITR201	
APSFRCODE	codice della APSFR a cui fa riferimento la feature	
Category	Scenario di probabilità Valori ammessi: LowProbabilityHazard MediumProbabilityHazard HighProbabilityHazard	
h_m	Massimo tirante idrico in metri. Lasciare vuoto se il valore non è disponibile Codici per classe: h1 h2 h3 h4 h5 h6 h7	
hdescript	Descrizione codici classi. Massimo tirante idrico in metri. Valori ammessi:   Descrizione:	
	h<0.5	Se h=h1
	0.5<=h<1	Se h=h2
	1<=h<1.5	Se h=h3
	1.5<=h<2	Se h=h4
	h>=2	Se h=h5
	h<1	Se h=h6 (*)
	h>=1	Se h=h7 (*)
-9999	Se h è vuoto (il valore di h non è disponibile)	

(\*) Le classi h6 e h7 sono utilizzate in quelle aree in cui è possibile fornire solo una valutazione approssimata dei tiranti.

Per la velocità si utilizza la seguente nomenclatura:

- scenario bassa probabilità/pericolosità - LPH: *ITG2018\_LPH\_hydropoly\_v.shp*;
- scenario media probabilità/pericolosità - MPH: *ITG2018\_MPH\_hydropoly\_v.shp*;
- scenario elevata probabilità/pericolosità - HPH: *ITG2018\_HPH\_hydropoly\_v.shp*.

Di seguito si riporta la tabella degli attributi degli shapefile relativi ai tre scenari di probabilità (indicata nel campo Category). È fornita la descrizione dei campi e sono indicati i valori ammessi nella relativa compilazione.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNTZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

**Tabella 4.** Tabella degli attributi per gli shapefile della pericolosità – caratteristiche idrauliche: velocità

<b>NOME CAMPO</b>	<b>Descrizione/VALORI AMMESSI</b>	
Id	Contatore: identificativo numerico univoco	
RBDname	Distretto idrografico della Sardegna	
UoMCode	ITR201	
APSFRCODE	codice della APSFR a cui fa riferimento la feature	
Category	Scenario di probabilità Valori ammessi: LowProbabilityHazard MediumProbabilityHazard HighProbabilityHazard	
v_ms	Velocità massima in m/s. Lasciare vuoto se il valore non è disponibile Codici per classe: v1 v2 N.B. il campo è lasciato vuoto in caso di dato non disponibile	
vdescript	Descrizione codici classi Velocità massima in m/s: Valori ammessi:   Descrizione	
	v<2	Se v=v1
	v>=2	Se v=v2
	-9999	Se v è vuoto (il valore di v non è disponibile)



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNTZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

### Layer lineari – sezioni idrauliche

Per gli shapefile con geometria lineare, per ciascuno dei tre scenari di probabilità si utilizza la seguente nomenclatura:

- scenario bassa probabilità/pericolosità - LPH: *ITG2018\_LPH\_hydrosec.shp*
- scenario media probabilità/pericolosità - MPH: *ITG2018\_MPH\_hydrosec.shp*
- scenario elevata probabilità/pericolosità - HPH: *ITG2018\_HPH\_hydrosec.shp*

Di seguito si riporta la tabella degli attributi degli shapefile relativi ai tre scenari di probabilità (indicata nel campo Category). È fornita la descrizione dei campi e sono indicati i valori ammessi nella relativa compilazione.

**Tabella 5.** Tabella degli attributi per gli shapefile della pericolosità – caratteristiche idrauliche per sezioni

NOME CAMPO	Descrizione/VALORI AMMESSI	
Id	Contatore: identificativo numerico univoco	
RBDname	Distretto idrografico della Sardegna	
UoMCode	ITR201	
APSFcode	codice della APSFR a cui fa riferimento la feature	
Category	Scenario di probabilità Valori ammessi: LowProbabilityHazard MediumProbabilityHazard HighProbabilityHazard	
SectCode	Codice univoco della sezione in cui si forniscono le caratteristiche idrauliche	
H_mslm	Altezza massima m s.l.m	
v_ms	Velocità massima in m/s Codici per classe: v1 v2 N.B. il campo è lasciato vuoto in caso di dato non disponibile	
vdescript	Descrizione codici classi Velocità massima in m/s: Valori ammessi:  Descrizione:	
	v<2	Se v=v1
	v>=2	Se v=v2
Q_mcs	Portata massima in m <sup>3</sup> /s (se disponibile)	

Per il Distretto idrografico della Sardegna l'informazione viene restituita in forma poligonale o lineare, dove disponibile.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNTZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

## 5.2 Mappe del rischio: struttura degli shapefile

Gli shapefile relativi al rischio sono distinti tra shapefile delle classi di rischio R1-R4 e shapefile degli elementi a rischio per ciascuno dei tre scenari di pericolosità; di seguito si illustrano nomenclatura dei file e tabelle degli attributi per le due tipologie di mappe del rischio.

### 5.2.1 Shapefile "classi di rischio" (Dlgs 49/2010):

Nome file: *ITG2018\_ClassRisk\_poly.shp*

Di seguito si riporta la tabella degli attributi dello shapefile relativo alle classi di rischio nelle aree a pericolosità di alluvione, che contiene la descrizione dei campi e i valori ammessi.

**Tabella 6.** Tabella degli attributi per lo shapefile delle classi di rischio

NOME CAMPO	Descrizione/VALORI AMMESSI	
Id	Contatore: identificativo univoco	
RBDname	Distretto idrografico della Sardegna	
UoMCode	ITR201	
IT_CD_RK	codice della feature	
RiskClass	Classe di Rischio di cui al DPCM del 29 settembre 1998 Valori ammessi: R1 R2 R3 R4	
RCdescript	Descrizione codici classi  Codice classe di rischio. Valori ammessi:  Descrizione:	
	moderato	Se RiskClass = R1
	medio	Se RiskClass = R2
	elevato	Se RiskClass = R3
	molto elevato	Se RiskClass = R4

(\*) Il codice IT\_CD\_RK è composto in maniera analoga al codice EU\_CD\_HP, con la sola differenza che HP, MP, e LP sono sostituiti da R1, R2, R3 e R4 ossia i valori di classe del rischio caratteristici dell'elemento geometrico.



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

## 5.2.2 Shapefile "elementi a rischio"

Nomi file:

*ITG2018\_RiskElem\_LPH.shp*

*ITG2018\_RiskElem\_MPH.shp*

*ITG2018\_RiskElem\_HPH.shp*

Di seguito si riporta la tabella degli attributi degli shapefile relativi ai tre scenari di probabilità (indicata nel campo Category). È fornita la descrizione dei campi e sono indicati i valori ammessi nella relativa compilazione.

**Tabella 7.** Tabella degli attributi per gli shapefile degli elementi a rischio

NOME CAMPO	Descrizione/VALORI AMMESSI
Id	Contatore: identificativo numerico univoco
RBDname	Distretto idrografico della Sardegna
UoMCode	ITR201
APSFRCcode	codice della APSFR a cui fa riferimento la feature
Descript	inserire il testo "flood scenarios"
Category	Scenario di probabilità Valori ammessi: LowProbabilityHazard MediumProbabilityHazard HighProbabilityHazard
EU_CD_HP	codice della feature
Inhabitant	Numero di abitanti potenzialmente interessati
CommGovAdm (*)	Numero di strutture/servizi per amministrazione pubblica (ad es. sedi municipio, regione, prefetture)
CommEme (*)	Numero di strutture/servizi per la sicurezza (ad es. sedi di caserme, penitenziari, protezione civile)
CommEdu (*)	Numero di strutture/servizi per istruzione (asili, scuole, università)
CommHS(*)	Numero di strutture/servizi per assistenza sanitaria/salute (ad es., ospedali, case di cura)
typeCult (*)	Tipo di danni al patrimonio culturale Valori ammessi: Cultural Assets Landscape In caso di valori multipli elenco separato da ","senza spazi.
CultAssets(*)	Numero di beni culturali potenzialmente interessati
typeEconom	Tipo di danni per le attività economiche e le infrastrutture Valori ammessi: Property Infrastructure Rural land use Economic activity Other In caso di valori multipli elenco separato da ","senza spazi.
typeEnv	Tipi di danni per l'ambiente Valori ammessi: Waterbody Protected area Pollution sources In caso di valori multipli elenco separato da ","senza spazi.
numIED	Numero impianti IED N.B. Se > 0 in typeEnv deve essere presente Pollution sources
FacilityID	Codici impianti IED In caso di valori multipli elenco separato da ","senza spazi.
numSeveso	Numero impianti Seveso N.B. Se > 0 in typeEnv deve essere presente Pollution sources
nOtherPoll(*)	Numero impianti di altro tipo o altre fonti di inquinamento



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA  
PRESIDENZA  
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

NOME CAMPO	Descrizione/VALORI AMMESSI
PAType	N.B. Se > 0 in typeEnv deve essere presente Pollution sources Tipi di aree protette potenzialmente interessate Valori ammessi: Bathing Birds Habitats Nitrates UWWT Article 7 Abstraction for drinking water WFD_WaterBodies EuropeanOther National Local In caso di valori multipli elenco separato da “;”senza spazi.

(\*) elementi opzionali. Le informazioni sui Cultural heritage sono opzionali, tuttavia data la rilevanza la loro compilazione è assunta obbligatoria a livello nazionale.