



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

Presidèntzia

Presidenza

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

Attivazione del Centro funzionale regionale

**SOGLIE DI ALLERTA PLUVIOMETRICHE NELLA**  
**REGIONE SARDEGNA**

Ottobre 2014

## 1. PREMESSA

In relazione a quanto stabilito nell'allegato alla Delib.G.R. n. 34/12 del 2.9.2014, con questo documento si mette a disposizione un primo studio di base speditivo per la definizione delle soglie idrauliche.

In particolare si è operato sulla base delle indicazioni del Dipartimento della Protezione Civile, Presidenza del Consiglio dei Ministri, UFFICIO RISCHI IDROGEOLOGICI E ANTROPICI, trasmesse a questo ufficio dalla Direzione Generale della Protezione Civile regionale.

In tali indicazioni veniva individuata quale metodologia di riferimento il documento "Soglie Pluviometriche" – versione Luglio 2004 – redatto dalla Regione Piemonte per il progetto "*Sistema informativo meteo-idrologico che integra le risorse osservative e modellistiche a supporto della gestione del rischio per la protezione civile nazionale*" nell'ambito della convenzione tra il Dipartimento della Protezione Civile e l'ARPA Piemonte per l'assistenza alla gestione delle situazioni di rischio idro-meteorologico sul territorio nazionale, stipulata nel 2001.

Esso fornisce indicazioni sull'utilizzo delle soglie, indicando chiaramente una corrispondenza tra il tempo di ritorno della pioggia con suolo umido (pioggia precedente critica) e secco (pioggia precedente non critica), almeno per i livelli di criticità moderata ed elevata. In particolare per la moderata criticità si riporta un tempo di ritorno pari a 2 anni per pioggia precedente critica e 5 anni per pioggia precedente non critica, mentre per l'elevata criticità i tempi di ritorno salgono rispettivamente a 5 e 20 anni. Per l'ordinaria criticità il documento non riporta alcuna indicazione di corrispondenza, ma convenzionalmente viene considerato il superamento del tempo di ritorno di 2 anni con terreno secco (pioggia precedente non critica).

Tale documento indica, per quanto riguarda la modellistica probabilistica di riferimento, il Progetto VAPI (GNDCI-CNR) per la Sardegna, di cui nel seguito verrà fornita una sintesi, con le successive modifiche e integrazioni dei parametri di riferimento.

Per l'utilizzo delle piogge pregresse, il documento "Soglie Pluviometriche" – versione Luglio 2004 indica una formulazione di natura empirica di validità generale, che separa il campo di stabilità da quello dove è alta la probabilità dei fenomeni franosi, tenendo conto che il periodo di riferimento, stimato sempre empiricamente, è pari a 15 giorni.

Occorre inoltre specificare che le soglie pluviometriche che verranno nel seguito proposte sono riferite alle zone di allerta oggi utilizzate per la Regione Sardegna e



trasmesse, in formato shape, a questo ufficio dalla Direzione Generale della Protezione Civile regionale (vedi fig.1) e nel seguito elencate:

<b>COD_AREA</b>	<b>NOME_AREA</b>	<b>Superficie (Kmq)</b>
<b>Sard-A</b>	<b>Iglesiente</b>	2510
<b>Sard-B</b>	<b>Campidano</b>	2540
<b>Sard-C</b>	<b>Bacini Montevecchio-Pischilappiu</b>	2350
<b>Sard-D</b>	<b>Bacini Flumendosa-Flumineddu</b>	5080
<b>Sard-E</b>	<b>Bacino del Tirso</b>	3340
<b>Sard-F</b>	<b>Gallura</b>	3290
<b>Sard-G</b>	<b>Logudoro</b>	4750



## 2. Curve di possibilità pluviometrica: applicazione del VAPI

Indagini sistematiche sul regime delle piogge massime annue condotte in varie regioni italiane hanno evidenziato in molte delle serie storiche osservate l' occasionale presenza di valori particolarmente elevati di piovosità, che sfuggono di norma alle capacità interpretative delle distribuzioni probabilistiche a pochi parametri più comunemente adottate. Queste, infatti, pur modellando adeguatamente il corpo della distribuzione empirica, sottostimano sovente gli eventi estremi sopraddetti, indicando per essi valori di probabilità palesemente inconsistenti con le frequenze osservate.

Un miglior adattamento statistico alle osservazioni è conseguibile, in linea di principio, con l'impiego di distribuzioni multiparametriche, che possono fornire stime accurate anche per gli eventi più rari ed intensi. L'impiego di queste distribuzioni richiede però di disporre di un'informazione idrologica consistente, e quindi di operare su territori a dimensione regionale, affinché sia possibile effettuare determinazioni affidabili dei valori dei parametri.

L'argomento è stato oggetto di recenti indagini basate sul modello probabilistico a quattro parametri TCEV (Two Component Extreme Value), condotte nell'ambito di un programma di ricerca a livello nazionale promosso dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche.

La stima dei parametri qui adottata è quella riportata nella pubblicazione "Curve di possibilità pluviometrica basate sul modello TCEV" (Roberto Deidda, Enrico Piga – Informazione, periodico dell'ordine degli ingegneri della provincia di Cagliari, settembre 1998).

Le analisi effettuate sui valori massimi annui delle piogge giornaliere e delle piogge brevi ed intense in Sardegna, condotte presso il Dipartimento d'Ingegneria del Territorio dell'Università di Cagliari ed il CRS4, Centro di Ricerca, Sviluppo e Studi Superiori in Sardegna, hanno confermato anche per il territorio regionale la miglior capacità interpretativa di questo modello rispetto alle altre distribuzioni probabilistiche precedentemente impiegate.

L'adozione del modello TCEV, tuttavia, a causa della forma implicita della funzione di ripartizione, non invertibile analiticamente, e della dipendenza dei parametri dalla durata dell'evento, richiede, in fase applicativa, l'impiego di procedimenti di calcolo iterativi anche per le più semplici determinazioni e non consente di esprimere le curve di possibilità pluviometrica nell'usuale forma monomia.

Allo scopo di facilitare l'impiego pratico del modello, si è ritenuto quindi opportuno derivare delle espressioni esplicite semplici, anche se approssimate, dell'altezza di pioggia



in funzione della probabilità di non superamento e della durata della precipitazione. Gli errori introdotti dalle regolarizzazioni sono di limitata entità e rientrano comunque nei margini d'incertezza esistenti nei dati di base e nel processo di stima dei parametri.

Il modello probabilistico TCEV è fondato sull'ipotesi che i valori estremi della grandezza idrologica considerata provengano da due differenti popolazioni di variabili aleatorie, originate da fenomeni meteorici diversi. La prima popolazione comprende gli eventi ordinari più frequenti e meno intensi e costituisce lo componente di base mentre lo seconda raccoglie gli eventi più rilevanti e rari e costituisce lo componente straordinaria. I due differenti meccanismi climatici sono interpretati con un unico processo di tipo poissoniano nel quale lo distribuzione probabilistica del massimo valore annuo è esprimibile mediante lo relazione

$$F(x) = e^{-\lambda_1} e^{-x\eta/\mu} - \lambda^* \lambda_1^{1/\theta^*} e^{-x\eta/\mu} \theta^* \quad (1)$$

In questa espressione,  $F(x)$  rappresenta lo probabilità che l'altezza di pioggia massima annua abbia un valore pari o inferiore ad  $x$  ed è legata al tempo di ritorno  $T$  espresso in anni dalle relazioni:

$$F(x) = 1 - 1/T; \quad T = 1/(1 - F(x)), \quad (2)$$

mentre  $\lambda^*$ ,  $\theta^*$ ,  $\lambda_1$  e  $\mu$  sono i quattro parametri della distribuzione.

Dai primi due parametri  $\lambda^*$  e  $\theta^*$ , dipende il valore del coefficiente di asimmetria della distribuzione, dal terzo parametro  $\lambda_1$  oltre che dai primi due, dipende il valore del coefficiente di variazione mentre il quarto parametro  $\mu$ , chiamato anche pioggia indice, rappresenta la media della distribuzione. La grandezza  $\eta$  che compare nella (1) è una funzione nota di  $\lambda^*$ ,  $\theta^*$ ,  $\lambda_1$  e lo sua espressione risulta:

$$\eta = (\ln \lambda_1 + 0.5772) - \sum_i [(-1)^i (\lambda^*)^i \Gamma(i/\theta^*)] / i! \quad (3)$$

dove  $\Gamma$  è la funzione Gamma.

Introducendo lo variabile ridotta  $x' = x/\mu$ , pari al rapporto tra la variabile originaria e la sua media, lo relazione (1) assume lo forma:

$$F(x') = e^{-\lambda_1} e^{-x'\eta} - \lambda^* \lambda_1^{1/\theta^*} e^{-x'\eta} / \theta^*, \quad (4)$$



nota col nome di curva di crescita. Pertanto, due siti nei quali si possano assumere valori uguali dei parametri  $\lambda^*$ ,  $\theta^*$ ,  $\lambda_1$  saranno contraddistinti da una medesima curva di crescita e conseguentemente le altezze di pioggia di pari tempo di ritorno staranno tra loro nella stessa proporzione delle rispettive medie.

Per lo stima dei parametri della distribuzione viene usualmente adottata una procedura di tipo gerarchico. Essa procede attraverso tre successivi livelli di regionalizzazione nel primo dei quali viene ripartito il territorio in esame in una o più Zone Omogenee (ZO) contraddistinte ognuno da valori costanti dei due parametri di  $\lambda^*$ ,  $\theta^*$ , e quindi del coefficiente d'asimmetria. Al secondo livello di regionalizzazione il territorio viene ulteriormente ripartito in Sottozone Omogenee (SZO) con valori costanti del parametro  $\lambda_1$  e quindi del coefficiente di variazione, mentre al terzo livello vengono stimati in ogni punto del territorio i valori della pioggia indice  $\mu$ . I valori dei parametri sono usualmente determinati mediante un procedimento iterativo basato sul metodo di massima verosimiglianza.

Nell'applicazione del modello TCEV in Sardegna sono stati utilizzati i dati delle 46 stazioni pluviografiche e delle 200 stazioni pluviometriche con il maggior numero di osservazioni, la cui ubicazione è riportata nella Figura 2.

## PIOGGE GIORNALIERE

Al primo livello di regionalizzazione delle piogge giornaliere, basato sulle 200 stazioni pluviometriche, è stata identificata un'unica ZO comprendente tutto il territorio regionale, nella quale i parametri  $\lambda^*$  e  $\theta^*$ , valgono:  $\lambda^* = 0.5717$  e  $\theta^* = 2.207$ .

Al secondo livello di regionalizzazione il territorio è stato ripartito in tre SZO con valori dei parametri  $\lambda_1$  rispettivamente pari a 74.50, 21.20 e 6.68, i cui confini sono indicati nella Figura 3.

Al terzo livello di regionalizzazione, i valori locali della pioggia indice  $\mu_g$  sono stati ottenuti mediante la tecnica d'interpolazione stocastica tra i valori osservati nelle 200 stazioni pluviometriche, nota col nome di Kriging.

## PIOGGE BREVI E INTENSE

Un procedimento analogo è stato adottato per lo stima dei parametri relativi alle piogge brevi ed intense. In particolare, l'indagine è stata condotta sulle piogge di durata  $\tau$  pari a 0.50, 0.75, 1, 3, 6, 12 e 24 ore, rilevate nelle 46 stazioni pluviografiche della



Sardegna. L'indagine ha confermato la stessa ripartizione in ZO e SZO ottenute nello studio delle piogge giornaliere.

Nel caso delle piogge brevi ed intense i parametri  $\lambda^*$ ,  $\theta^*$ ,  $\lambda_1$  dipendono, in generale, dalla durata dell'evento.

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

$$\mu(\tau) = a_1 \tau^{b_1}, \quad (5)$$

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

$$\begin{aligned} a_1 &= \mu_g / (0.886 \cdot 24^{b_1}); \\ b_1 &= -0.493 + 0.476 \text{ Log } \mu_g \end{aligned} \quad (6)$$

avendo indicato con  $\text{Log } \mu_g$  il logaritmo decimale della grandezza.

Per determinare mediante le espressioni teoriche l'altezza di pioggia giornaliera con tempo di ritorno  $T$  assegnato in una specifica località, occorre calcolare tramite le relazioni 3) e 4) soprascritte il valore di  $x'$  e moltiplicarlo per lo pioggia indice  $\mu_g$  nel punto considerato.

Allo scopo di evitare le complesse determinazioni numeriche connesse con l'impiego delle due espressioni, sono state ricavate per le tre SZO delle relazioni esplicite di  $x'$  in funzione del logaritmo decimale del tempo di ritorno  $T$ .

La formulazione di relazioni esplicite dell'altezza di pioggia negli eventi brevi ed intensi appare alquanto complessa in quanto l'entità della precipitazione dipende, oltre che dal tempo di ritorno  $T$ , anche dalla durata  $\tau$  dell'evento.

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

L'altezza di pioggia  $h_T(\tau)$  di durata  $\tau$  con assegnato tempo di ritorno  $T$  in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice  $\mu(\tau)$  per un coefficiente di crescita  $K_T(\tau) = a_2 \tau^{b_2}$ :

$$h_T(\tau) = \mu(\tau) K_T(\tau) = (a_1 a_2) \tau^{(b_1+b_2)} \quad (7)$$



dove i coefficienti  $a_2$  e  $b_2$  si determinano con le relazioni seguenti per differenti T e  $\tau$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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





### 3. Applicazione alle zone di allerta della Sardegna

Per l'applicazione alle zone di allerta della Sardegna si è proceduto innanzitutto a stimare i valori di  $\mu_g$ , pioggia media dei massimi annui giornalieri o pioggia indice, su tutto il territorio della Sardegna su una maglia di 1.2 Km (Figura 3).

A tale scopo sono state utilizzate tutte le informazioni disponibili, ovvero i dati pubblicati relativi sia alle 200 stazioni con base dati estesa e sia le 111 stazioni con base dati ridotta, per un totale di 311 stazioni.

Si è infatti valutato che per il valore della media giornaliera dell'altezza di pioggia fosse da privilegiare l'incremento di informazione territoriale pur in presenza di un numero minore di anni di osservazioni.

Sono stati quindi stimati i valori della pioggia indice sui nodi della maglia con la tecnica della media pesata dei valori osservati nelle stazioni più vicine.

L'area intorno a ciascun nodo della maglia è divisa in ottanti. Viene quindi trovato il punto osservato più vicino per ogni ottante. La stima della pioggia indice per il nodo della maglia è ottenuta come media degli otto valori osservati, pesati con l'inverso del quadrato della distanza.

Nel caso in cui un punto coincida con il nodo, la formula vista in precedenza tende a  $\infty$ ; è necessario quindi un test preliminare sulla distanza. In questo caso, ovviamente, la soluzione consiste nel porre direttamente il valore al nodo pari al valore osservato.

Viene quindi calcolata la pioggia indice di ogni zona quale media dei valori della pioggia indice calcolati sui punti della maglia ricadenti all'interno della zona di allerta.

Si determina, inoltre, quale sottozona omogenea (SZO) risulta prevalente arealmente nella zona in esame.

Noti quindi il valore della pioggia indice e la SZO, vengono calcolati, attraverso la formulazione analitica delle curve segnalatrici precedentemente descritta, le altezze di pioggia per i tempi di ritorno e le durate di interesse, per il punto rappresentativo delle diverse zone di allerta, riportati nella tabella n.1.

Per il calcolo dell'altezza di precipitazione areale bisogna considerare che con l'aumentare della superficie, diventano non trascurabili le caratteristiche della scala di evoluzione spaziale dell'evento di pioggia e diventa necessario considerare un fattore di ragguglio areale che trasformi la stima puntuale in areale.

Nell'estendere l'analisi della precipitazione misurata dal punto stazione all'area si è utilizzato il metodo proposto da Eagleson del U.S. National Weather Service nel quale il



coefficiente di ragguglio  $r$ , anche detto fattore di riduzione areale ARF, è espresso nella forma seguente (Eagleson, 1972):

$$r = 1 - e^{(-1.1d^{1/4})} + e^{(-1.1d^{1/4} - 0.01A)}$$

dove  $d$  è la durata espressa in ore e  $A$  è l'area espressa in  $\text{Km}^2$ . Si osserva che per aree superiori a  $500 \text{ km}^2$   $r$  è pressoché costante rispetto all'area.

I valori così rideterminati sono riportati nella tabella n. 2.

Per tener conto della dipendenza dei processi idrologici dallo stato del sistema ovvero dal grado di saturazione dei suoli si è fatto riferimento ad un indice indiretto quale la precipitazione avvenuta nei giorni precedenti l'evento.

In assenza come già detto di un archivio storico di eventi che consenta di correlare le altezze di pioggia con i danni registrati, si è ritenuto opportuno adottare la metodologia indicata nello studio citato in premessa elaborato da l'ARPA Piemonte.

Essa è stata utilizzata per definire la quantità di pioggia precedente all'evento da considerare critica per la categoria dei fenomeni qui definiti puntuali; l'analisi di sensibilità ha messo in evidenza che la massima pioggia cumulata da 1 a 15 giorni rappresenta l'indicatore maggiormente rappresentativo.

Per tenere conto della dinamica dello stato del suolo alla scala di bacino, per ciascuno di essi è stata calcolata la pioggia cumulata di 5, 10, 15, 20, 25 e 30 giorni precedenti alla segnalazione dei danni e la pioggia media annua.

Il rapporto tra i suddetti valori ha permesso di individuare un valore di soglia per ogni bacino che delimita due possibili stati: situazione critica al di sopra e situazione di attenzione al di sotto. Si è rilevato dai grafici della funzione di frequenza cumulata della pioggia di 15 giorni precedenti, in entrambi i casi – sia per danni areali di entità lieve che grave – essa manifesta un ginocchio ben marcato per il valore della pioggia precedente prossima all'8% della pioggia media annua.

Si sono così calcolate le medie annue registrate nei 7 anni di funzionamento per le stazioni in telemisura della regione Sardegna. Sono quindi stati calcolati i valori raggugliati per le zone di allerta della Protezione Civile in Sardegna ed è stata quindi valutata la pioggia indice dei quindici giorni pari al 8% della media. I valori sono riportati in tabella 3.

Si suggerisce, inoltre, di utilizzare anche un secondo indice assumendo l'ulteriore soglia pari al 4% della media per le piogge cumulate degli ultimi sette giorni.



Si è ritenuto opportuno riferirsi alle sole stazioni in telemisura in quanto in fase applicativa avverrà che la pioggia ragguagliata dei quindici giorni sarà giornalmente calcolata sulla base dei dati registrati dalla rete in telemisura, rendendo quindi più affidabile il confronto tra pioggia indice e valore osservato essendo coincidenti i punti di misura.

In definitiva vengono forniti gli indicatori di pericolosità pluviometrica (Tabelle 1 e 2) per le durate 1, 3, 6, 12, 24 ore e per diversi tempi di ritorno sia a livello puntuale che a livello areale, da utilizzare secondo il seguente schema:

#### ORDINARIA CRITICITA'

T=2 anni

#### MODERATA CRITICITA'

Pioggia dei 15 gg precedenti inferiore alla pioggia indice: T=5 anni

Pioggia dei 15 gg precedenti superiore alla pioggia indice: T=2 anni

#### ELEVATA CRITICITA'

Pioggia dei 15 gg precedenti inferiore alla pioggia indice: T=20 anni

Pioggia dei 15 gg precedenti superiore alla pioggia indice: T=5 anni



## 4. Conclusioni

Come detto in premessa, in mancanza di dati specifici ed organizzati in un data base sui danni registrati per un consistente periodo storico a seguito di eventi alluvionali in Sardegna, in questa prima fase anche sulla base delle indicazioni del Dipartimento della Protezione Civile, Presidenza del Consiglio dei Ministri, UFFICIO RISCHI IDROGEOLOGICI E ANTROPICI, si è seguita la metodologia contenuta documento “Soglie Pluviometriche” – versione Luglio 2004 – redatto dalla Regione Piemonte per il progetto “*Sistema informativo meteo-idrologico che integra le risorse osservative e modellistiche a supporto della gestione del rischio per la protezione civile nazionale*” nell’ambito della convenzione tra il Dipartimento della Protezione Civile e l’ARPA Piemonte per l’assistenza alla gestione delle situazioni di rischio idro–meteorologico sul territorio nazionale, stipulata nel 2001.

Per quel che riguarda i successivi sviluppi dello studio si ricorda che questo ufficio ha in corso di elaborazione, in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura dell’Università degli Studi di Cagliari, della banca dati pluviometrica finalizzata all’aggiornamento delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per l’intero territorio regionale.

Tale aggiornamento una volta completato porterà ad una definizione dei parametri delle distribuzioni probabilistiche di riferimento.

Può essere utile, in tal senso, conoscere una caratterizzazione pluviometrica degli eventi (danni – pioggia) sufficientemente ampia per la quale si suggerisce che venga istituito un archivio informazioni presso la Protezione Civile regionale, se già non costituito.

Un altro aspetto che si vuole segnalare è che l’eventuale modifica della zonazione, che potrà essere effettuata sulla base delle indicazioni della Direzione Generale della Protezione Civile e del Centro di Competenza Meteo, comporterà ovviamente un ridefinizione delle soglie per le nuove zone.

A tal fine infatti si ricorda che le zone di allerta sono individuate in base alle scale spaziali caratteristiche delle previsioni meteorologiche tenendo conto delle caratteristiche pluviometriche e climatiche; tale criterio può rendere necessario introdurre una perimetrazione che tenga conto dell’orografia separando aree montuose da quelle di pianura laddove l’orografia gioca un importante ruolo nella distribuzione delle precipitazioni intense.

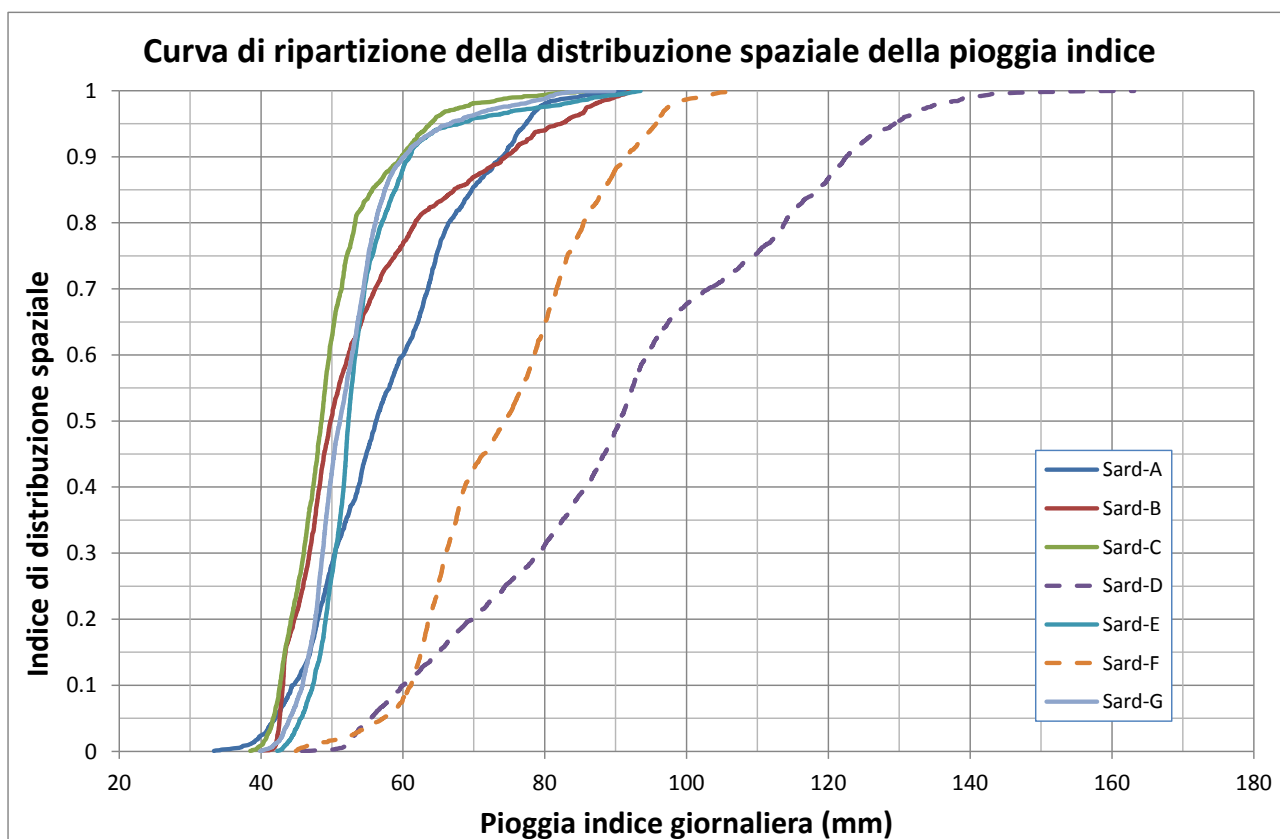
Si resta quindi a disposizione per ricalcolare con la metodologia adottata gli indicatori di pericolosità pluviometrica sulle eventuali nuove zone di allerta.



Si ritiene utile fornire alcuni elementi idrologici di sintesi per le attuali zone di allerta che consentano di rappresentare alcune caratteristiche specifiche delle diverse zone.

A tal fine si sono individuati due indicatori. Il primo riguarda la ripartizione delle diverse zone di allerta in termini di zone omogenee pluviometriche così come definite nel VAPI. Il secondo consiste nella rappresentazione della curva di ripartizione della pioggia indice giornaliera in termini di distribuzione spaziale all'interno di ciascuna zona.

COD_AREA	NOME_AREA	Superficie (Kmq)	Pioggia indice giornaliera (mm)	Zona Omogenea 1 (%)	Zona Omogenea 2 (%)	Zona Omogenea 3 (%)
Sard-A	Iglesiente	2510	58	36	64	0
Sard-B	Campidano	2540	54	3	85	12
Sard-C	Bacini Montevecchio-Pischilappiu	2350	50	80	20	0
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	5080	91	3	17	81
Sard-E	Bacino del Tirso	3340	54	67	32	1
Sard-F	Gallura	3290	75	0	78	22
Sard-G	Logudoro	4750	53	37	62	1



# TABELLE E FIGURE





Tabella 1 – Altezze di Precipitazione (mm) – Valori Puntuali

COD_AREA	NOME_AREA	Altezza di precipitazione puntuale Tempo di ritorno = 2 anni						Altezza di precipitazione puntuale Tempo di ritorno = 5 anni						Altezza di precipitazione puntuale Tempo di ritorno = 10 anni						Altezza di precipitazione puntuale Tempo di ritorno = 20 anni									
		h(1)	h(3)	h(6)	h(12)	h(24)	h(24)	h(1)	h(3)	h(6)	h(12)	h(24)	h(24)	h(1)	h(3)	h(6)	h(12)	h(24)	h(24)	h(1)	h(3)	h(6)	h(12)	h(24)	h(24)	h(1)	h(3)	h(6)	h(12)
Sard-A	Iglesiente	20	29	37	46	59	28	40	51	64	82	34	49	62	78	99	40	58	73	92	116								
Sard-B	Campidano	19	28	35	44	55	27	39	49	61	77	33	47	59	74	93	39	56	70	87	109								
Sard-C	Bacini Montevecchio-Pischilappiu	19	27	33	41	51	26	36	45	56	69	31	44	54	66	82	37	52	64	78	96								
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	23	37	50	67	91	33	54	73	100	136	40	67	92	126	174	48	80	111	153	212								
Sard-E	Bacino del Tirso	20	28	35	44	55	27	38	48	60	74	32	46	57	71	89	39	54	67	83	103								
Sard-F	Gallura	22	34	44	58	76	30	47	61	80	106	37	56	74	98	128	44	67	88	115	150								
Sard-G	Logudoro	19	27	34	43	53	27	38	48	60	74	32	46	58	72	90	39	55	68	85	106								

Tabella 2– Altezze di Precipitazione (mm) – Valori Areali

COD_AREA	NOME_AREA	Altezza di precipitazione areale stimata con il fattore di riduzione areale proposto da Eagleson Tempo di ritorno = 2 anni						Altezza di precipitazione areale stimata con il fattore di riduzione areale proposto da Eagleson Tempo di ritorno = 5 anni						Altezza di precipitazione areale stimata con il fattore di riduzione areale proposto da Eagleson Tempo di ritorno = 10 anni						Altezza di precipitazione areale stimata con il fattore di riduzione areale proposto da Eagleson Tempo di ritorno = 20 anni									
		h(1)	h(3)	h(6)	h(12)	h(24)	h(24)	h(1)	h(3)	h(6)	h(12)	h(24)	h(24)	h(1)	h(3)	h(6)	h(12)	h(24)	h(24)	h(1)	h(3)	h(6)	h(12)	h(24)	h(24)	h(1)	h(3)	h(6)	h(12)
Sard-A	Iglesiente	13	22	30	40	54	18	31	42	56	74	22	37	51	68	90	27	44	60	80	106								
Sard-B	Campidano	13	21	29	38	50	18	30	40	53	70	22	36	49	65	85	26	43	58	76	100								
Sard-C	Bacini Montevecchio-Pischilappiu	13	20	27	36	47	17	28	37	49	63	21	33	44	58	75	25	40	52	68	87								
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	15	28	41	59	83	22	41	60	87	124	27	51	75	110	159	32	62	91	133	193								
Sard-E	Bacino del Tirso	13	21	29	38	50	18	29	39	52	68	22	35	47	62	81	26	41	55	73	94								
Sard-F	Gallura	15	26	36	50	69	20	36	50	70	96	24	43	61	85	117	29	52	72	100	137								
Sard-G	Logudoro	13	21	28	37	49	18	29	39	52	68	22	35	47	63	82	26	42	56	74	97								

Tabella 3– Pioggia indice dei 15 giorni precedenti

<b>COD_AREA</b>	<b>NOME_AREA</b>	<i>Media di Precipitazione annua (mm)</i>	<i>Valore pari al 8% della media (mm)</i>
<b>Sard-A</b>	<b>Iglesiente</b>	647	52
<b>Sard-B</b>	<b>Campidano</b>	591	47
<b>Sard-C</b>	<b>Bacini Montevecchio-Pischilappiu</b>	651	52
<b>Sard-D</b>	<b>Bacini Flumendosa-Flumineddu</b>	770	62
<b>Sard-E</b>	<b>Bacino del Tirso</b>	726	58
<b>Sard-F</b>	<b>Gallura</b>	752	60
<b>Sard-G</b>	<b>Logudoro</b>	708	57







Figura 1 – Zone di allerta della Protezione Civile





Figura 2 – Isoiete della pioggia indice giornaliera (mm) e ubicazione delle stazioni pluviometriche (in rosso quelle con base dati ridotta)



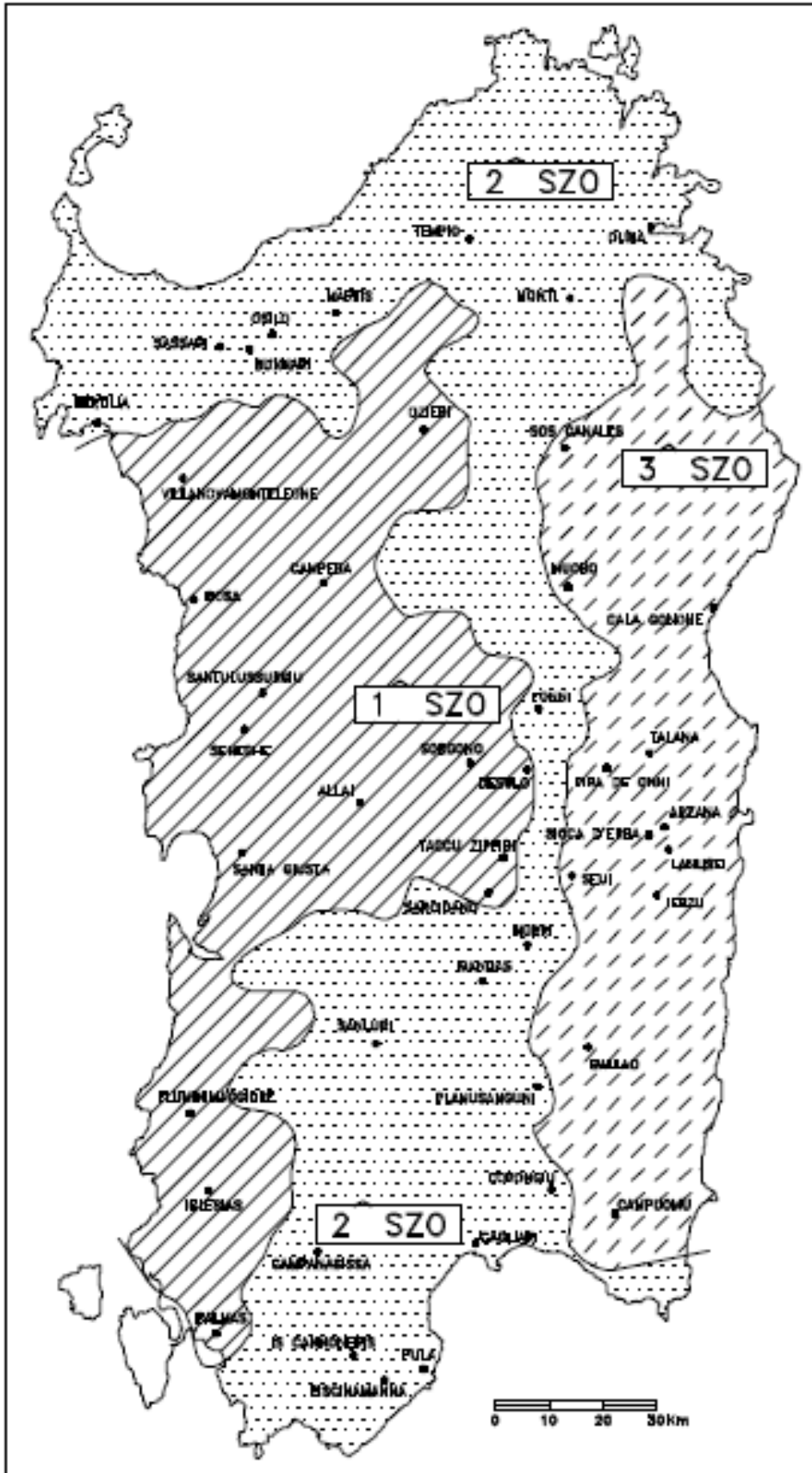


Figura 3 – SottoZone Omogenee

