Prof. Ing. Nunzio Romano
PROFESSORE ORDINARIO
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

# Studio idrologico e idraulico per un tratto del Fiume Sabato a Serino (AV)

# RELAZIONE INTEGRATIVA

Committente:

Comune di Serino
Piazza Cicarelli
83028 Serino

Firmato digitalmente da
VITO PELOSI
CN = VITO PELOSI
C = IT

UNIVERSITÀ: Dipartimento di Agraria, Via Università n° 100, 80055 Portici (Napoli)
Tel.: 081-2539421 (diretto) – E-mail: nunzio.romano@unina.it

ABITAZIONE/STUDIO: Via A. Manganario n° 89, 84126 Salerno. Tel.: 089-232295.

# 1. PREMESSE

In accordo con le disposizioni contenute nella Legge Regionale n. 16/2004 "Norme sul governo del territorio" e nella Deliberazione n. 834, pubblicata nel BURC n. 33 del 18/06/2007, Il Comune di Serino aveva avviato il processo di formazione del Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.).
Con specifico riferimento alla costruzione del quadro conoscitivo finalizzato alla redazione della Valutazione Ambientale Strategica (V.A.S.) e quindi alla formazione del P.U.C., nel novembre del 2007 l'Amministrazione Comunale di Serino aveva affidato allo scrivente, prof. ing. Nunzio Romano, ordinario di Idraulica Agraria e Sistemazioni Idraulico-Forestali dell'Università degli Studi di Napoli *Federico II*, l'incarico di uno studio idrologico-idraulico di un tratto del Fiume Sabato con l'obiettivo, fra l'altro, di identificare le situazioni di pericolosità e rischio idraulico nel territorio comunale.

Nel maggio del 2008, lo scrivente aveva completato l'incarico ricevuto e aveva trasmesso la relazione tecnico-scientifica con gli allegati sia in originale sia in formato elettronico. In particolare, negli allegati erano comprese le carte delle Aree Inondabili e quelle delle Fasce Fluviali per il territorio comunale interessato dal Fiume Sabato (entrambe restituite alla scala 1:5˙000) ottenute adoperando il modello idraulico HEC-RAS. Per completezza, nella presente relazione si allegano i seguenti elaborati già consegnati a suo tempo:

- carta delle aree inondabili (n. 2 file in formato pdf; **Allegato N. 1**)
- carta delle fasce fluviali (n. 2 file in formato pdf; **Allegato N. 2**).

Nell'ambito delle attività affidate all'Ufficio di Piano, l'ente comunale sta intanto procedendo alla redazione del nuovo P.U.C. e ha ritenuto opportuno chiedere allo scrivente una integrazione al precedente incarico per verificare se siano da ritenere ancora rispondenti i risultati conseguiti con lo studio idrologico-idraulico consegnato nel 2008. Pertanto, il Comune di Serino, con deliberazione n° 86 del 14/04/2022, ha fra l'altro approvato la convenzione integrativa incaricando lo scrivente di redigere una relazione di aggiornamento, sulla base di quanto già prodotto in precedenza, degli studi relativi alle tematiche delle aree inondabili del Fiume Sabato, in modo da essere inserita negli elaborati necessari alla redazione del nuovo P.U.C. .

I contenuti della presente relazione rispondono quindi alle esigenze incarico integrativo ricevuto dal Comune di Serino.

# 2. BREVI NOTE SULL'ITER TECNICO-AMMINISTRATIVO DELLO STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO PER IL FIUME SABATO

## 2.1. Il parere dell'Autorità di Bacino n. 2751/2011

Il Comune di Serino è compreso nel territorio di pertinenza della ex Autorità di Bacino Nazionale dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno (AdB-LGV), ora denominata Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (AdBD-AM).

All'epoca delle indagini svolte nel periodo 2007-2008, l'AdB-LGV aveva adottato solo il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico relativo al Rischio di Frana (PSAI-Rf), mentre non era ancora stato adottato il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico relativo al Rischio Idraulico (PSAI-Ri), anche se le relative indagini ed elaborazioni erano in uno stadio molto avanzato di completamento.

Il Comune di Serino, in data 15/07/2010 (prot. n. 9958), trasmetteva alla AdB-LGV gli elaborati urbanistici e geologici, nonché il Rapporto Ambientale, per ottenere dall'Autorità il necessario parere di competenza ex lege n. 183/1989. In risposta a tale richiesta, con nota prot. n. 2751 del 25/03/2011, la AdB-LGV trasmetteva al Comune di Serino il parere di competenza. Con specifico riferimento agli aspetti idrologici e idraulici, nella suddetta nota n. 2751/2011, la AdB-LGV esprimeva il seguente parere:

> «*In relazione alle problematiche di carattere idraulico, il territorio comunale di Serino non è interessato da1 Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni [PSDA], approvato con DPCM del 21/11/2001 (G.U. del 19/02/02 n. 42). Tuttavia, il fiume Sabato, nel tratto ricadente nel territorio comunale di Serino, rientra nell'estensione del citato PSDA alle aste secondarie del bacino idrografico del F. Volturno (1° Fase), in corso di redazione. Il PUC in oggetto è corredato da uno studio idrologico-idraulico mirante alla determinazione delle portate di piena, relative a vari periodi di ritorno, al fine di definire le aree inondabili e la relativa pericolosità a cui è esposto il tenitorio per una corretta pianificazione urbanistica a scala comunale. A tal riguardo sì prende atto che il suddetto studio idrologico-idraulico è stato redatto in conformità con la pianificazione in corso da parte dell'Autorità di Bacino sul tratto di corso d'acqua interessato e pertanto i risultati dello studio del comune evidenziano quelle che sono le criticità emerse anche dalle prime elaborazioni (Studio Prima Fase) condotte dall'Autorità di Bacino.*».

In sostanza, la AdB-LGV esprimeva parere pienamente favorevole alle elaborazioni e ai risultati dello studio idrologico-idraulico per il Fiume Sabato che era stato redatto dal sottoscritto Prof. Ing. Nunzio Romano e consegnato nel 2008 al Comune di Serino.

Tuttavia, il rapporto preliminare relativo alla procedura di V.A.S. (ex art. 13 e ss. del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii.), integrato con la valutazione di incidenza, connesso alla redazione del Piano Urbanistico Comunale di Serino, mostrava altre criticità. Infatti, con D.D. Regione Campania n. 756 del 2/12/2011 (pubblicato in BURC n. 76 del 12/12/2011), il dirigente regionale:

- esprimeva per il P.U.C. del Comune di Serino (AV) parere di compatibilità ambientale non favorevole, poiché dai diversi pareri resi dai S.C.A. erano emerse una serie di considerazioni e criticità ambientali in relazione alla proposta del PUC in esame osservando che, in particolare, l'Autorità di Bacino Interregionale Liri-Garigliano-Volturno aveva indicato in forma puntuale e dettagliata l'obbligo di adeguamento del piano in esame al P.S.A.I. della stessa Autorità, apparendo particolarmente a rischio gli elementi naturali "risorse idriche e suolo" a causa del sovradimensionamento delle aree impegnate e delle destinazioni d'uso previste;
- e quindi invitava il Comune di Serino a rimodulare le previsioni della proposta di Piano, soprattutto per quanto attiene l'aspetto ambientale, alla luce delle considerazioni e delle criticità rilevate dal C.T.A. e dai diversi S.C.A. .

## 2.2. La situazione ad oggi del Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA)

Alla data di redazione della presente relazione di integrazione allo studio idrologico-idraulico per il tratto di Fiume Sabato nel Comune di Serino, innanzi tutto risulta che l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (AdBD-AM), con decreto del Segretario Generale n° 212 del 18/02/2021, ha adottato la proposta di modifica di perimetrazione e/o classificazione di pericolosità del Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA) relativamente alle aree di pertinenza del territorio comunale di Serino (AV) afferente alla "Unit of Management *Volturno*" (v. **Allegato N° 3**).

Il succitato decreto n° 212/2021 della AdBD-AM, in particolare configura questa riperimetrazione nel progetto di variante di aggiornamento del PAI alle nuove mappe del PGRA II Ciclo 2016-2021, adottate dalla Conferenza Istituzionale Permanente con Delibera n. 1 del 20/12/2019. Essa è composta dai seguenti elaborati (redatti in conformità al D.S. n. 245 del 4/05/2020):

- stralcio comunale, tavola PAI vigente, con evidenziazione delle aree oggetto di modifica vigente;
- proposta di riperimetrazione/riclassificazione del PAI.

Pertanto, alla presente relazione si allegano le seguenti tavole cartografiche, che possono essere scaricate dalla pagina web "https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/varianti-al-piano-stralcio-assetto-idrogeologico-menu/modifiche-al-pai-menu/varianti-di-aggiornamento-mappe-pai-alle-mappe-pgra-menu/varianti-in-itinere-psda-volturno-menu":

- Piano Stralcio Difesa Alluvione (PSDA) – PAI vigente per il Fiume Sabato a Serino, con evidenziazione delle aree oggetto di modifica; Fasce Fluviali (file "02_Serino_fatto"; **Allegato N. 4**);
- Piano Stralcio Difesa Alluvione (PSDA) – Proposta di riperimetrazione per il Fiume Sabato a Serino – riclassificazione del PAI; Fasce Fluviali (file "02_Serino_progetto"; **Allegato N. 5**).

Infine, il suddetto decreto prevedeva altresì l'avvio al percorso di partecipazione, in accordo con l'art. 68, comma 4-ter del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., garantendo adeguata consultazione per la presentazione di eventuali osservazioni sulla proposta di modifica in oggetto da parte dei soggetti interessati.

## 3. AGGIORNAMENTO DEL REGIME DELLE PRECIPITAZIONI

Con diretto riferimento agli obiettivi della presente relazione idrologico-idraulica integrativa e nell'ottica di una modellistica di piena afflussi-deflussi, si è ritenuto innanzi tutto utile esaminare se fossero sopraggiunte nell'ultimo periodo evidenti variazioni nel regime pluviometrico nella zona di Serino. Pertanto, sono stati estratti dai database nazionali e regionali i dati di altezza di pioggia giornaliera ($h_g$) registrati alla stazione di "Serino – Sorgente Urciuoli" che dispone di una serie di dati abbastanza ampia:

| Codice stazione | X-UTM | Y-UTM | Z | Periodo osservazione |
|---|---|---|---|---|
| | (m) | (m) | (m s.m.m.) | |
| 1600 | 487029 | 4526898 | 340 | 1951 - 2021 |

Come illustrato in *Figura 3.1*, è disponibile una serie storica di dati $h_g$ di ben settant'anni, con presenza di pochi periodi di interruzione tali però da non inficiare le analisi generali sul regime di piogge giornaliere. Nel complesso sono stati registrati 19˙378 dati $h_g$, con un valore minimo ovviamente pari a 0,00 mm e un valore massimo assoluto (nel periodo disponibile) di 193,60 mm relativo al giorno 3/11/2019. Altri valori estremi della variabile $h_g$ sono riportati nella seguente tabella:

| valore estremo di $h_g$ | data |
|---|---|
| (mm) | (giorno) |
| 172,50 | 17/12/1963 |
| 167,00 | 16/12/1963 |
| 165,00 | 21/11/1977 |
| 145,00 | 19/10/1961 |
| 142,20 | 28/10/2008 |
| 140,00 | 15/12/1999 |
| 120,00 | 18/12/1963 |

da cui si rileva una discreta distribuzione della variabile $h_g$ nell'intero periodo di osservazione 1951-2021, in particolare sia nel primo intervallo 1951-1964 sia in quello più recente 1999-2021.

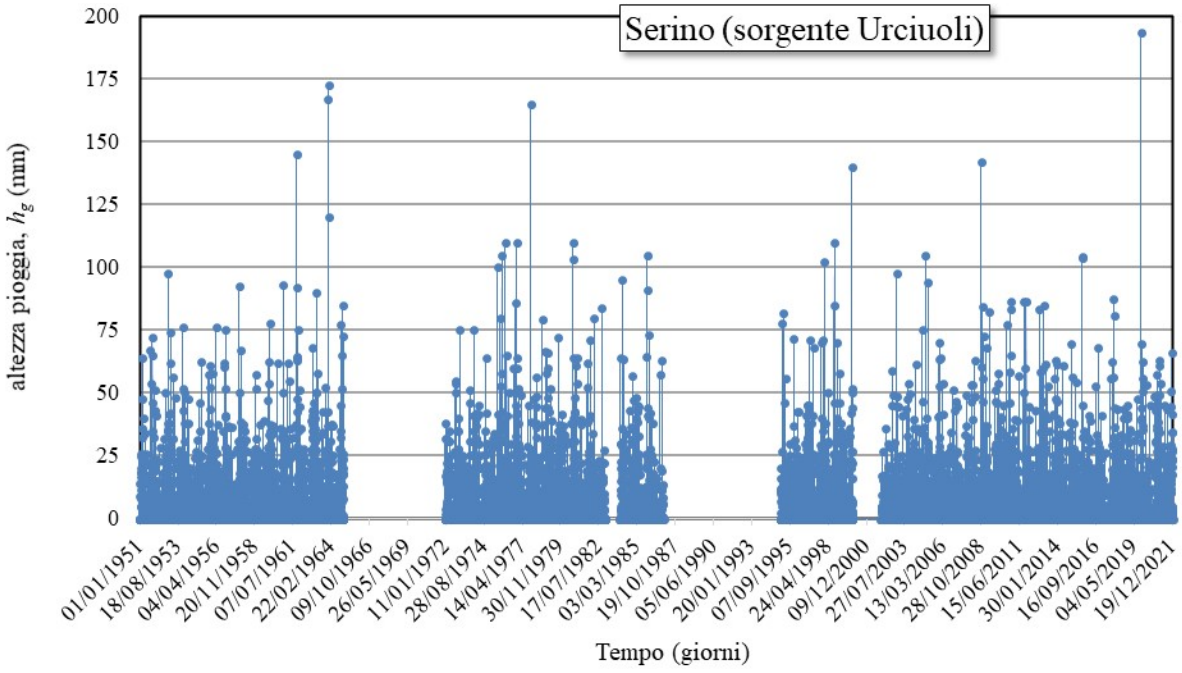



**Figura 3.1.** *Serie storica disponibile della variabile $h_g$ rilevata alla stazione "Serino-Sorgente Urciuoli".*

I valori rilevati di pioggia giornaliera sono stati opportunamente elaborati per determinare l'indice di precipitazione standardizzata (SPI; McKee et al., 1993) che è un indicatore statistico molto usato in letteratura idrologica per distinguere mesi nella norma, mesi estremamente secchi e mesi estremamente umidi. La WMO (2016) ha selezionato questo indice come particolarmente efficace per monitorare, ad esempio, condizioni di siccità meteorologica e situazioni di anomalia nelle precipitazioni.

In particolare, SPI confronta il totale di precipitazione caduta in un assegnato luogo durante un periodo di *m* mesi rispetto alla distribuzione della pioggia in un lungo periodo e sempre in quella determinata posizione. L'indice SPI è calcolato su base mensile per una finestra mobile di *m* mesi, dove *m* rappresenta il periodo di aggregazione delle precipitazioni che di solito è pari a 1, 3, 6, 9, 12, 24 o 48 mesi. I corrispondenti indici SPI calcolati si indicano con SPI-1, SPI-3, SPI-6, ecc. . Pertanto, il valore assunto da SPI esprime quanto la precipitazione si discosta dalla norma: valori positivi di SPI si riferiscono a una precipitazione maggiore della media, mentre valori negativi a una precipitazione minore della media. Per agevolare i confronti, l'indice SPI si basa su una normalizzazione della distribuzione di probabilità della pioggia, stimata dalla serie storica relativa alla zona in esame.

I dati di precipitazione di lungo periodo si adattano in genere alla distribuzione Gamma di probabilità, che viene quindi trasformata in una distribuzione normale standardizzata in modo che l'SPI medio della posizione e il periodo desiderato sia pari a zero (McKee et al., 1993). Questa probabilità trasformata è il valore SPI, che varia da valori negativi (SPI<-2, indica estrema siccità) a positivi (SPI>2, indica estremamente umido). Sulla base dei valori assunti da SPI, il livello di deficit o di surplus di pioggia rispetto a valori medi si interpreta in accordo con le classi riportate nella *Tabella 3.1*.

**Tabella 3.1.** Classi di siccità o di surplus in funzione dei valori dell'indice SPI.

| Valori SPI | Classe |
|---|---|
| > 2.0 | Estremamente umido |
| da 1.5 a 1.99 | Molto umido |
| da 1.0 a 1.49 | Moderatamente umido |
| da -0.99 a 0.99 | Vicino alla norma |
| da -1.49 a -1.0 | Siccità moderata |
| da -1.99 a -1.5 | Siccità severa |
| < -2.0 | Siccità estrema |

L'indice SPI è calcolato su base mensile per una finestra mobile di n mesi, dove n indica il periodo di accumulo delle precipitazioni, tipicamente pari a 1, 3, 6, 9, 12, 24 o 48 mesi. Gli SPI corrispondenti sono indicati come SPI-1, SPI-3, SPI-6, ecc. L'indice SPI ha dunque lo scopo di quantificare il deficit di precipitazione a diverse scale temporali che riflettono l'impatto della siccità sulla disponibilità di differenti risorse idriche, come indicato in *Tabella 3.2*. Ad esempio, l'umidità del suolo risponde ad anomalie di precipitazione su scale temporali in genere relativamente brevi (all'incirca 1-3 mesi), mentre i corsi d'acqua, specie quelli a deflusso più continuo, e soprattutto le falde sotterranee tendono a rispondere su scale temporali più ampie (all'incirca 6, 12, o 24 mesi).

**Tabella 3.2.** Effetto delle anomalie di precipitazione per differenti scale temporali di aggregazione.

| Scala temporale | Effetto su: |
|---|---|
| *1 mese* | Umidità del suolo |
| *3 mesi* | Umidità del suolo |
| *6 mesi* | Corsi d'acqua - Resa produttiva colture |
| *12 mesi* | Bacini idrici ridotti - Falde e portate fluviali |
| *24 mesi* | Bacini idrici medi - Falde e portate fluviali |
| *48 mesi* | Bacini idrici grandi - Falde e portate fluviali |

Tanto premesso, il grafico di *Figura 3.2* riporta l'andamento dell'indice SPI-6 (relativo a $m$=6 mesi di aggregazione temporale) nel periodo 1951-2021 per la stazione "Serino – Sorgente Urciuoli". Tenuto anche conto della posizione geografica e l'altitudine di questa stazione, il grafico innanzi tutto evidenzia

una maggiore frequenza di periodi con surplus di precipitazione cumulata, rispetto alla media, invece di periodi di deficit pluviometrico: valori dell'indice SPI-6 maggiori di 2 si sono verificati sia nel decennio 1960-1970 e nella prima metà degli anni '70, come pure dalla metà del 1990 e fino al 2021. Invece, solo nella metà del 1980-1990 si sono verificate stagioni con marcato deficit pluviometrico, ma questa crisi idrologica degli anni '80 è molto nota in letteratura e ha interessato gran parte dell'Italia.

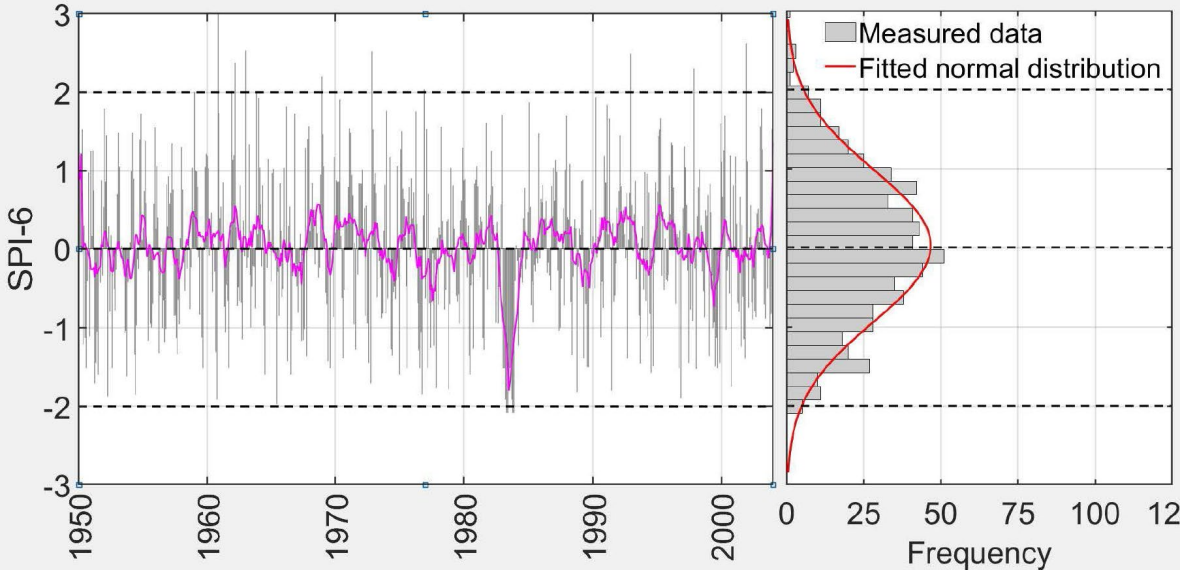



**Figura 3.2.** *Andamento temporale dell'indice SPI-6 per la stazione "Serino-Sorgente Urciuoli".*

Di maggiore interesse ai fini degli obiettivi della presente relazione è il fatto che la serie temporale dei valori calcolati SPI-6 mostra una ciclicità stagionale molto omogenea, con quasi assenza di periodi abbastanza lunghi di marcato deficit (a parte quello di metà degli anni '80) o surplus pluviometrico in tutto l'arco temporale 1951-2021 e che, di norma, può avere una influenza sia sulla portata idrica di un corso d'acqua sia sulla disponibilità di acqua nelle falde sotterranee.

Questa considerazione è ancora più evidente se si osserva nel grafico l'andamento nel tempo della curva in colore magenta che rappresenta la media mobile dei valori SPI-6. Particolarmente utile a questo scopo è anche considerare la forma "a campana" dell'istogramma di frequenza riportato alla destra del grafico e che quindi è indicativa di una distribuzione pressoché omogenea delle sequenze di deficit e di surplus di pioggia cumulata durante l'intero periodo 1951-2021. Più precisamente, si è riscontrato che i dati SPI-6 si adattano molto bene a una distribuzione statistica "Normale o di Gauss" (indicata con la curva di colore rosso) e quindi c'è una probabilità di occorrenza molto simile fra i periodi di deficit pluviometrico e quelli di surplus.

Infine, sono stati anche analizzati i dati del massimo valore annuale di pioggia giornaliera, indicato con $h_{g,a_max}$, nel periodo 1920-2021. Nel complesso, sono risultati disponibili 73 valori di questa variabile, caratterizzata da un valore medio di 82,14 mm e una deviazione standard pari a 29,99 mm, quindi un coefficiente di variazione di circa il 36,5%, ovviamente sempre nel periodo considerato. Di specifico interesse e significato è stato quindi calcolare il rapporto fra il singolo valore $h_{g,a_max}$ e la media di tutti i valori disponibili. Infatti, in ambito idrologico si è soliti considerare che si è verificato in un particolare un evento pluviometrico particolarmente intenso allorquando tale rapporto assume un valore maggiore di 2.

Pertanto, in Figura 3.3 sono riportati i valori del rapporto adimensionale $h_{g,a_max}/media$ ottenuti dalle serie storiche di pioggia giornaliera 1920-2021 per la stazione di Serino-Sorgente Urciuoli. È agevole riscontrare come nei primi anni dopo il 1960 si sono verificati eventi pluviometrici abbastanza estremi: si è ottenuto un rapporto di 1,77 nel 1961 e di 2,10 nel 1963. Altri valori del rapporto maggiori di 1,5 si riscontrano nel 1977, 1999 e 2008, mentre un valore del rapporto pari a 2,36 è associato al recente evento intenso che si è verificato nell'anno 2019. In ogni caso e tranne proprio il primo periodo, in generale le oscillazioni dei valori di questo rapporto, descritte dalla linea blu tratteggiata, sono abbastanza omogenee e non evidenziano situazioni di marcate anomalie.

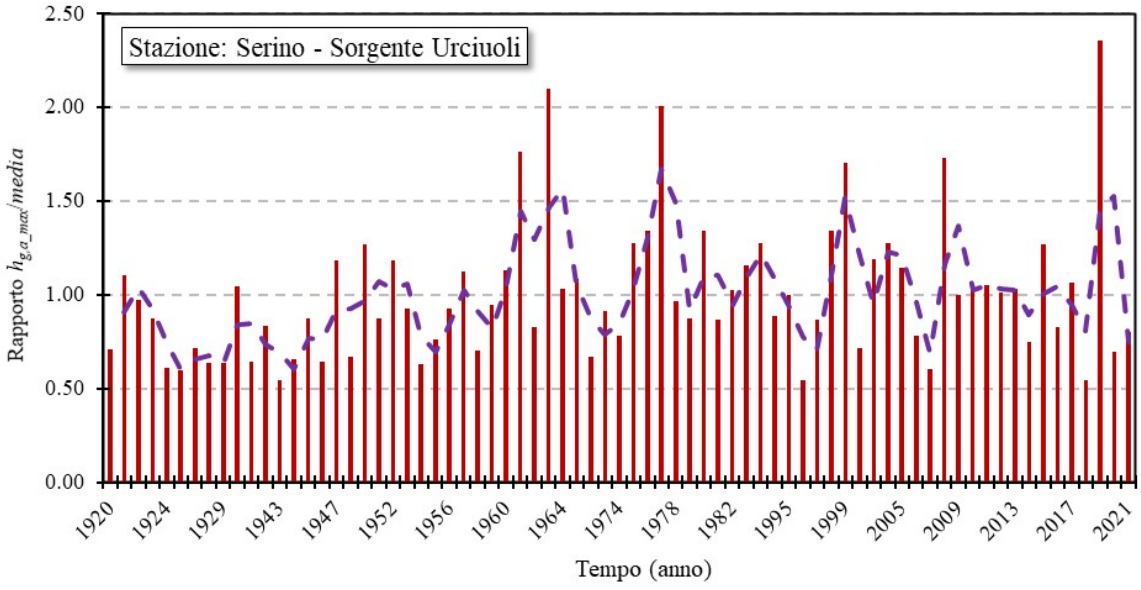



**Figura 3.3.** *Andamento temporale del rapporto $h_{g,a_max}$/media per la stazione "Serino-Sorgente Urciuoli".*

Merita qualche commento l'evento abbastanza intenso registrato a "Serino – Sorgente Urciuoli" il giorno 3/11/2019 e che ha fatto registrare un valore $h_g$=193,60 mm, massimo assoluto della serie storica

di pioggia giornaliera registrata a questa stazione pluviometrica. In quei giorni il Dipartimento di Protezione Civile della Campania aveva emesso gli avvisi di "allerta" n° 047/2019 del 2/11/2019, di colore arancione e giallo per la zona del Tanagro, e n° 048/2019 del 3/11/2019, di colore giallo, per previste condizioni meteorologiche avverse ai fini di protezione civile per il rischio meteo, idrogeologico e idraulico. Dal sito-web del Centro Funzionale Multirischi non risulta che sia stato emesso una "rapporto di evento" che illustri le analisi e le valutazioni statistiche dell'evento occorso il 3/11/2019.

# 4. CONCLUSIONI

Le analisi svolte in occasione della redazione della presente relazione integrativa hanno aggiornato alcuni caratteri della piovosità giornaliera nella zona di interesse, ma hanno soprattutto evidenziato che il generale regime idrologico non ha subito alcuna significativa alterazione nel periodo di osservazione disponibile. In particolare, non sono da rilevare significative variazioni nel regime idrologico nel periodo dal 2008 (data in cui è stato consegnato il precedente studio idrologico-idraulico del Fiume Sabato) fino in pratica ad oggi.

Pertanto, si confermano i risultati conseguiti con i metodi di stima adoperati nel precedente studio circa la determinazione della "portata di piena indice, $\mu(Q_c)$" per il tratto di Fiume Sabato ricadente nel Comune di Serino, come pure i valori calcolati del volume di piena $W_{D,T}$. Resta altresì confermato il conseguente studio idraulico, non essendo state comunicate dall'Amministrazione variazioni all'assetto topografico e sistematorio della zona oggetto di studio tali da generare alterazioni nella determinazione delle fasce fluviali.

Si segnala la riclassificazione del PAI da parte della Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (AdBD-AM) e, in particolare, la proposta di riperimetrazione delle fasce fluviali in corso di definitiva approvazione secondo quanto stabilito dalle vigenti normative. È opportuno che l'Amministrazione svolga le attività di redazione del P.U.C. in stretto contatto con la AdBD-AM per la definizione di questa componente del piano comunale.

## 5. *Elenco degli Allegati*

Al presente studio idrologico-idraulico, integrativo degli elaborati già consegnati nel 2008, sono allegati i seguenti documenti, che ne formano parte integrante:

- **Allegato N. 1:** carte delle aree inondabili del 2008, tavole #1.1 e #1.2 (scala 1:5˙000);
- **Allegato N. 2:** carte delle fasce fluviali del 2008, tavole #2.1 e #2.2 (scala 1:5˙000);
- **Allegato N. 3:** decreto della AdBD-AM n° 212 del 18/02/2021;
- **Allegato N. 4:** PAI vigente per il Fiume Sabato a Serino; Fasce Fluviali (scala 1:5˙000);
- **Allegato N. 5:** Riclassificazione del PAI, proposta di riperimetrazione per il Fiume Sabato a Serino; Fasce Fluviali (scala 1:5˙000).

Salerno, giugno 2022.

*Prof. Ing. Nunzio Romano*

**Bibliografia citata**

McKee, T.B., N.J. Doesken, J. Kleist, 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, USA, 17–22 January, 179-183.

WMO, 2016. Statement on the state of the global climate in 2016. World Meteorological Organization -WMO-No. 1189 (https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3414).