

REPUBBLICA ITALIANA



Regione Siciliana  
Presidenza della Regione Siciliana  
Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia

Servizio 3 “ASSETTO DEL TERRITORIO”

Aggiornamento del Piano Stralcio di Bacino  
per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(Art.68 commi 4 bis e 4 ter D.Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii.)

**Conferenza Operativa del 22/02/2024**

Art.3, comma 3 L.R. n. 8 del 08/05/2018)

**Delibera n. 170 del 28/02/2024**

Area territoriale tra i bacini idrografici del Fiume Lenzi e del Fiume Birgi (050)

**Idraulica**



**Relazione  
Comuni di Misiliscemi e Paceco (TP)**



# Regione Siciliana



**IL PRESIDENTE**  
On.le Renato Schifani

**AUTORITÀ DI BACINO DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SICILIA**  
Segretario Generale Leonardo Santoro

**SERVIZIO 3 “ASSETTO DEL TERRITORIO”**  
Dirigente Responsabile Antonino D’Amico

**Coordinamento e revisione**

Antonino D’Amico

Dirigente del Servizio 3

**Redazione, informatizzazione dati, progetto grafico e stampa**

Giovanni Profeta

Funzionario del Servizio 3



## Premessa

La Regione Siciliana – Assessorato Regionale del Territorio e dell'Ambiente, dopo il Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico, approvato con decreto del 4 luglio 2000, si è dotata del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), quale frutto di una costante interlocuzione con le Amministrazioni locali e, più in generale, con i soggetti che esprimono le diverse esigenze del territorio.

Il metodo della concertazione e della condivisione delle scelte ha, in tal modo, agevolato e agevola le decisioni che incidono sul territorio, consentendo così alla Sicilia di affrontare in maniera organica i problemi della salvaguardia dal rischio idrogeologico.

Con il PAI viene effettuata la perimetrazione delle aree a pericolosità e a rischio, in particolare, dove la vulnerabilità si connette a gravi pericoli per le persone, le strutture ed infrastrutture ed il patrimonio ambientale e vengono altresì definite le norme di salvaguardia.

Tutto ciò al fine di pervenire ad una puntuale definizione dei livelli di rischio e fornire criteri e indirizzi indispensabili per l'adozione di norme di prevenzione e per la realizzazione di interventi volti a mitigare od eliminare il rischio.

Il Piano è suscettibile di aggiornamento a seguito di variazioni succedutesi nel tempo o a nuovi studi che dimostrino un diverso assetto del territorio, così come indicato dall'art. 7 *“Procedure di aggiornamento e revisione promosse da soggetti pubblici e privati”* delle nuove Norme di Attuazione (cap. 11 della Relazione Generale), approvate con DP n. 9/AdB del 6 maggio 2021 pubblicato nel S.O. n. 2 alla GURS n. 22 del 21/05/2021, parte prima.

Con l'istituzione dell'Autorità di Bacino del distretto idrografico della Sicilia (AdB), avvenuta con Legge regionale n. 8 dell'8 maggio 2018, art. 3 commi 1 e 2, le competenze delle regioni di cui alla parte terza del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state trasferite all'AdB. Tra tali competenze figurano anche quelle relative al Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e al Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) che in precedenza erano in capo al Dipartimento Regionale dell'Ambiente.

Nell'ambito delle competenze del PAI è stato predisposto d'ufficio l'aggiornamento del PAI sulla base dei contenuti della nota prot. n. 19562 del 27/10/2022 del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino inerente l'evento alluvionale che il 13 ottobre 2022 ha provocato l'esondazione del torrente Verderame nei territori dei Comuni di Misiliscemi e Paceco (TP).

In particolare si prevede di aggiornare il Sito d'attenzione cartografato nella *Carta della Pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione del PAI – CTR nn. 605020 e 605030* e il relativo areale a rischio idraulico R4, in corrispondenza del nucleo abitato di Salinagrande, cartografato nella *Carta del Rischio idraulico per fenomeni di esondazione del PAI – CTR n. 605030 del PAI dell'Area territoriale tra i bacini idrografici del Fiume Lenzi e del Fiume Birgi (050) e Bacino Idrografico del Fiume Birgi (051)*, approvato con D.P.Reg. n. 314 del 16/07/2007 e pubblicato sulla GURS n. 47 del 05/10/2007.

A tal fine, nei successivi paragrafi, si espongono sinteticamente i contenuti dello *“Studio e indagini per l'individuazione di soluzioni tecniche alle problematiche inerenti le esondazioni nel bacino del Torrente Verderame nel territorio dei Comuni di Misiliscemi e Paceco (TP)”* elaborato dall'Università degli Studi di Enna “Kore” su incarico del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino a seguito dell'indizione di una



procedura di affidamento diretto di cui al DSG n. 423 del 30/11/2022, ai sensi dell'art. 1 comma 2 lett. a) della Legge 11 settembre 2020, n. 120.

## **1. Studio e indagini per l'individuazione di soluzioni tecniche alle problematiche inerenti le esondazioni nel bacino del Torrente Verderame nel territorio dei Comuni di Misiliscemi e Paceco (TP)**

Nello studio idrologico – idraulico relativo al Bacino Idrografico del Torrente Verderame, elaborato dall'Università di Enna “Kore”, sono stati sviluppati i seguenti temi:

- *l'analisi ed il rilievo della situazione esistente;*
- *l'aggiornamento delle Curve di Probabilità Pluviometrica, dello studio idrologico e della delimitazione delle aree a diversa pericolosità;*
- *lo studio del cambiamento climatico, il probabile effetto sulle piene e la suscettibilità del bacino alle piene lampo;*
- *l'individuazione degli interventi e predisposizione del DIP;*
- *analisi post-evento per gli eventi storici 26/09/2022 e 13/10/2022.*

Ai fini del presente aggiornamento del PAI si espone una sintesi di tale studio in cui sono stati identificati gli idrogrammi di piena per i tempi di ritorno di 50, 100 e 300 anni del PAI e determinati i tiranti idrici di allagamento, la pericolosità idraulica connessa nonché il rischio idraulico nelle condizioni ante-operam.

Si evidenzia che lo studio è stato condotto anche sui dati degli eventi storici del 26/09/2022 e del 13/10/2022 al fine di verificare l'adeguata calibrazione del modello numerico utilizzato nello studio.

Per l'area oggetto di analisi è stato svolto lo studio idrologico per la determinazione degli idrogrammi di piena con tempo di ritorno  $T$  pari a 50, 100 e 300 anni così come previsto dal PAI e successivamente lo studio idraulico per la simulazione del fenomeno di allagamento ed il calcolo delle classi di pericolosità idraulica.

Il bacino idrografico del Torrente Verderame, la cui superficie totale è di 26,49 km<sup>2</sup>, è localizzato nella porzione occidentale della Sicilia settentrionale e ricade all'interno dell'Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Lenzi ed il Bacino Idrografico del Fiume Birgi (050).

Il reticolo idrografico del Torrente Verderame ha una densità pressoché nulla. Il Torrente Verderame si sviluppa per 17,10 km attraverso il territorio comunale di Paceco.

### **1.1 Studio idrologico**

Lo studio idrologico ha come obiettivo la stima della massima portata per assegnata sezione di chiusura del bacino in esame e la relativa probabilità che tale portata venga raggiunta o superata.

Lo studio è stato suddiviso nelle fasi:

- Analisi delle piogge intense per la definizione delle curve di probabilità pluviometrica (CPP);
- Definizione dello ietogramma;
- Valutazione della pioggia netta (ovvero quella che dà luogo in modo effettivo al deflusso superficiale);

- Definizione degli idrogrammi di piena per dato tempo di ritorno.

Per l'analisi delle piogge intense sono stati utilizzati i dati di pioggia delle stazioni pluviometriche di Trapani, Specchia e Birginovo forniti dagli annali idrologici dell'Osservatorio delle Acque della Regione Siciliana.

La distribuzione di probabilità utilizzata è stata la legge di Gumbel in quanto il test di Kolmogorov-Smirnov, per la verifica di adattamento tra la frequenza empirica stimata con la formula di Weibull e la probabilità di non superamento (legge di Gumbel), ha dato esito positivo.

Pertanto, calcolati i valori di "a" e di "n", sono state determinate le Curve di Probabilità Pluviometrica (CPP) per le tre stazioni pluviometriche sopra indicate in corrispondenza dei tre tempi di ritorno del PAI.

Per passare dalle misure puntuali di pioggia, eseguite in corrispondenza delle stazioni pluviometriche ricadenti all'interno del bacino e supposte coincidenti con il centro di scroscio, all'afflusso meteorico sull'intero bacino del Torrente Verderame è stato impiegato il Metodo dei Topoietti (Thyessen). Ciò ha consentito il calcolo dei valori di a ed n ragguagliati sull'intero bacino per T=50, 100 e 300 anni.

Per la valutazione della pioggia efficace, ovvero della frazione della pioggia netta che produce deflusso diretto, è stato utilizzato il Metodo del Curve Number (CN) del Soil Conservation Service (SCS).

Per la definizione degli idrogrammi di piena e della relativa portata al colmo di piena è stato utilizzato il metodo della corrivazione. Il tempo di corrivazione (tempo che occorre alla generica particella di fluido a raggiungere dal punto idraulicamente più lontano la sezione di chiusura del bacino idrografico in esame) ha la seguente espressione  $t_c = 1,67 \cdot t_l$

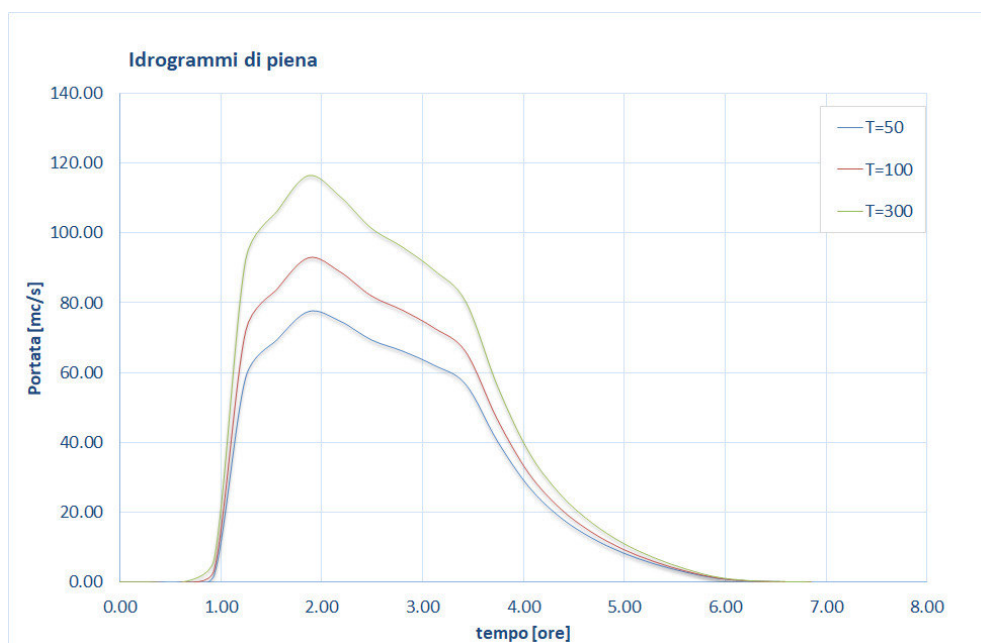
in cui  $t_l$  rappresenta il tempo di lag, calcolato come:

$$t_L = 0.342 \cdot \frac{L^{0.8}}{S^{0.5}} \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

Il valore del tempo di corrivazione ottenuto per il Bacino Idrografico del Torrente Verderame è risultato pari a  $t_c = 3,53$  ore.

È stato utilizzato lo ietogramma Chicago in cui la distribuzione temporale delle altezze di pioggia coincide con la relazione altezza-durata. Note quindi le intensità di pioggia netta, per il calcolo della portata di piena è stata adoperata la matrice di convoluzione calcolata a partire dalla curva ipsografica del bacino.

In Figura 1 sono riportati gli idrogrammi di piena i cui valori di picco sono pari a 77,45 m<sup>3</sup>/s (T=50 anni), 92,79 m<sup>3</sup>/s (T=100 anni) e 116,37 m<sup>3</sup>/s (T=300 anni).



**Figura 1 – Idrogrammi di piena**

Come è possibile notare dagli idrogrammi riportati, lo scenario atteso più gravoso risulta essere quello determinato dal tempo di ritorno a 300 anni con una portata al colmo di piena pari a 116,37 m<sup>3</sup>/s.

## 1.2 Studio idraulico

La modellazione dei fenomeni di allagamento e di propagazione dei deflussi di piena è stata eseguita utilizzando il modello bidimensionale FLO-2D in cui la forma differenziale delle equazioni di continuità e del moto è risolta con uno schema numerico esplicito alle differenze finite centrato, ovvero interpolando con legge quadratica la soluzione reale.

Una volta definito il dominio di calcolo dell'area in studio è stato necessario caratterizzare le celle in termini di scabrezze e quote. Sono stati, quindi, fissati i valori di scabrezza superficiale distinguendo le caratteristiche del fondo alveo per il quale si è ipotizzata una scabrezza pari a 0,033 nella scala di Manning, delle aree urbane per le quali si è ipotizzata una scabrezza pari a 0,015 e delle superfici agricole ed esterne al corso d'acqua per le quali si è ipotizzato un valore pari a 0,013.

Per interpolare le quote invece è stato impiegato l'algoritmo IDW (Inverse Distance Weighting) in cui, sulla base del rilievo LIDAR della Regione Siciliana con risoluzione a terra pari a 2 m, vengono prelevate automaticamente le quote dal file DTM inizialmente caricato, ottenendo così l'altimetria media di ciascuna cella.

In ultimo, sono state inserite le portate selezionando alcune celle dove il corso d'acqua incontra il limite di dominio a monte. Il numero di celle da selezionare dipende dalla portata di picco dell'idrogramma da simulare e dalla condizione di stabilità. Le condizioni di output sono state fissate in maniera analoga selezionando le celle in cui il corso d'acqua incontra il confine del dominio di calcolo a valle.

A questo punto è stato possibile procedere con la simulazione del modello ed ottenere così i valori dei tiranti di allagamento per tutti e 3 i tempi di ritorno considerati nello studio.

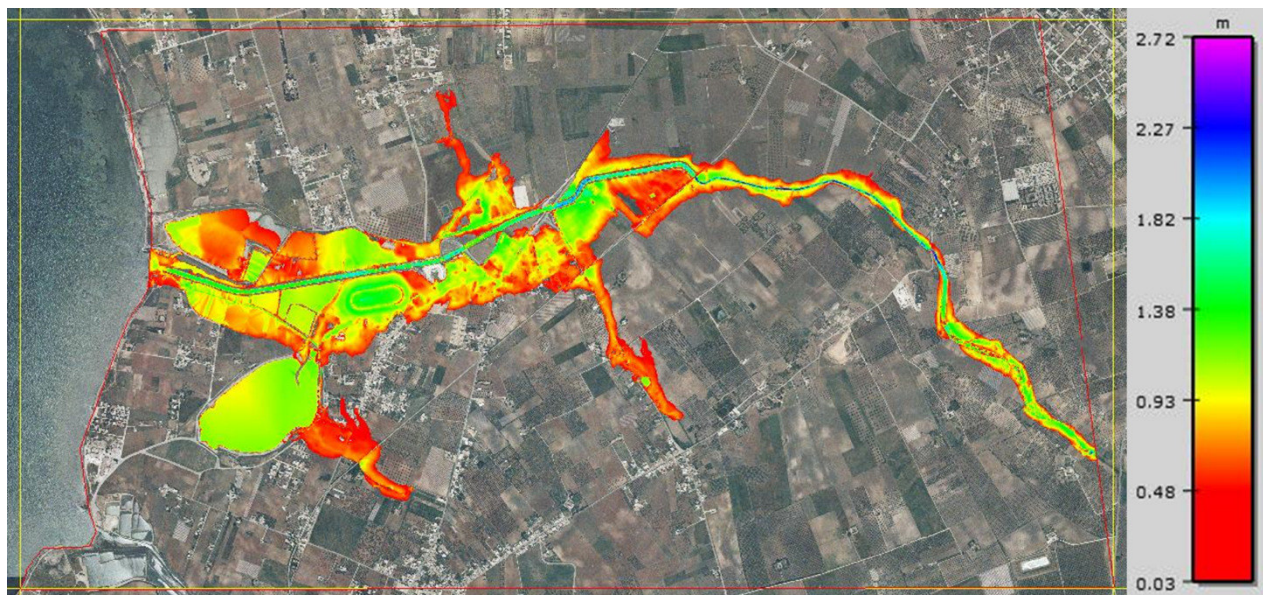


Figura 2 – Mappa dei tiranti di massimo allagamento per T=50 anni

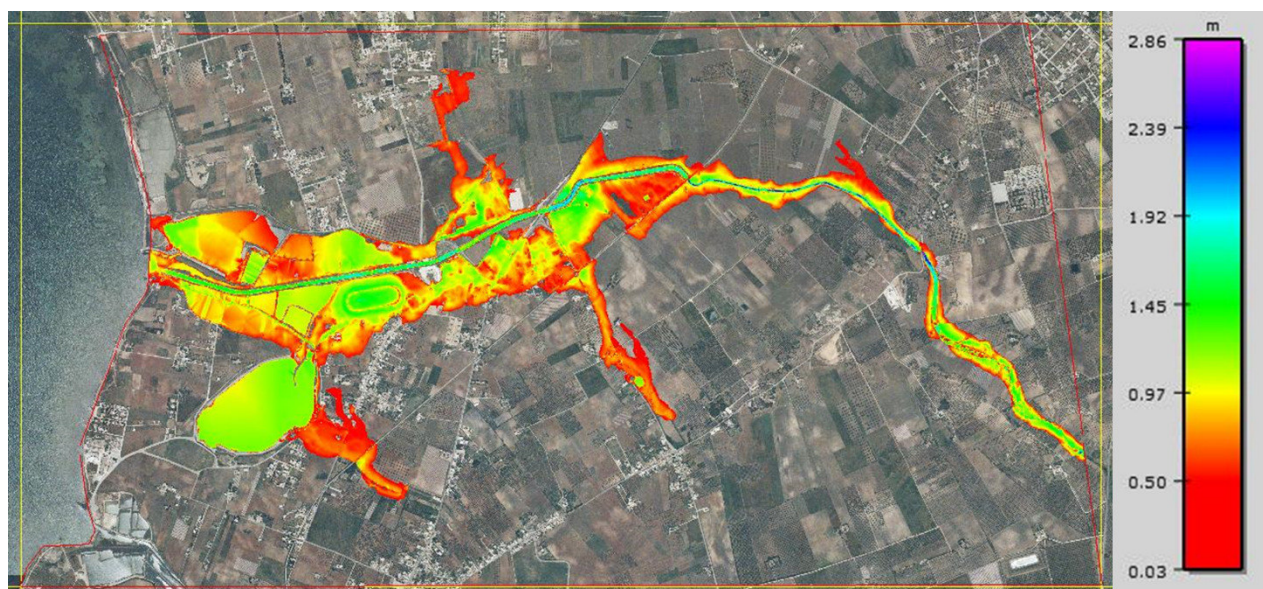
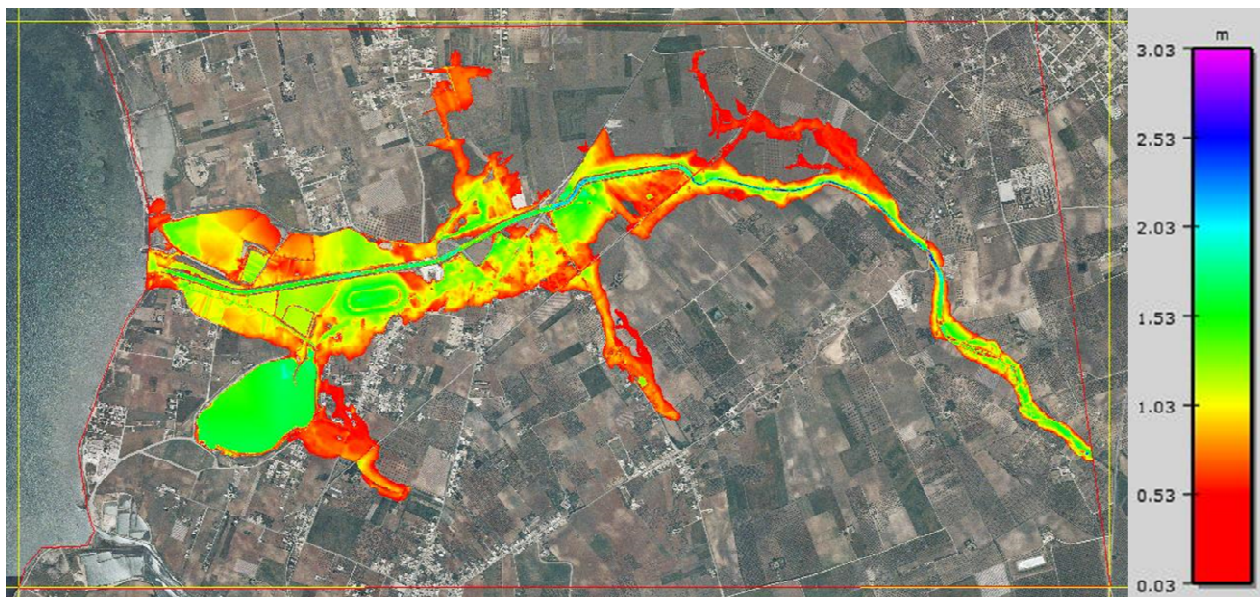


Figura 3 – Mappa dei tiranti di massimo allagamento per T=100 anni



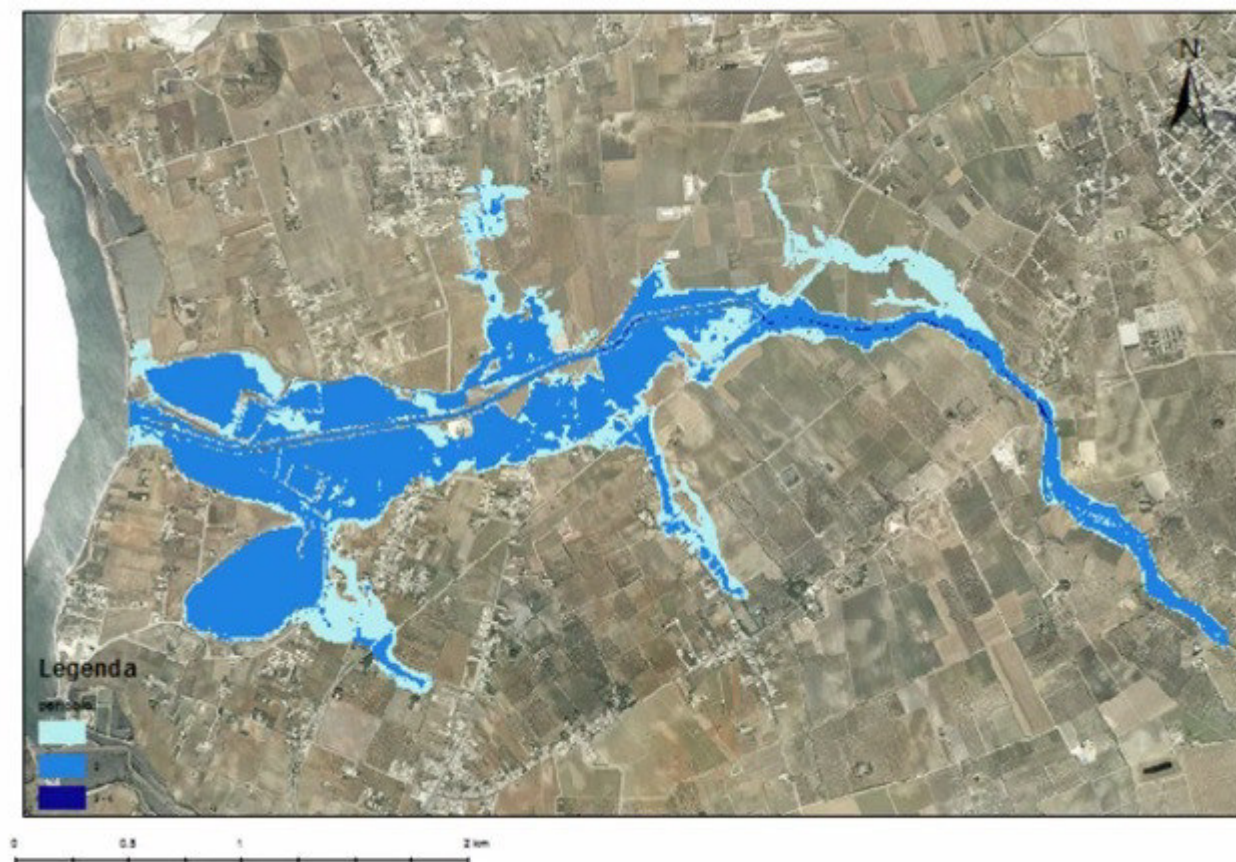
**Figura 4 – Mappa dei tiranti di massimo allagamento per T=300 anni**

Considerato che nel caso in esame i risultati della modellazione idraulica sono supportati da una buona qualità dell'informazione cartografica e morfologica disponibile si può fare ricorso alla metodologia "completa" del PAI che valuta la pericolosità incrociando le informazioni relative al tempo di ritorno alla distribuzione spaziale delle altezze idriche stesse.

La definizione dei livelli di pericolosità fa riferimento all'entità delle inondazioni, valutate in base al valore dei tiranti idrici e del tempo di ritorno. Il calcolo della pericolosità è definito nella Tabella 1, mentre in Figura 5 è riportata la mappa della pericolosità idraulica che si è ottenuta per le condizioni attuali/ante-operam.

Battente Idraulico	Tempo di Ritorno		
	50	100	300
<b>H&lt;0.3 m</b>	P1	P1	P1
<b>0.3&lt;H&lt;1 m</b>	P2	P2	P2
<b>1&lt;H&lt;2 m</b>	P4	P3	P2
<b>H&gt;2 m</b>	P4	P4	P3

**Tabella 1 – Calcolo della pericolosità idraulica secondo la metodologia completa prevista dal PAI**



**Figura 5 - Mappa della pericolosità idraulica nelle condizioni attuali**

Nella seguente tabella sono riportate le informazioni salienti relative agli areali a pericolosità idraulica che aggiornano il Sito d'attenzione di cui al PAI approvato con D.P.Reg. n. 314 del 16/07/2007.

Codice	CTR	Località	Pericolosità	Sup. a Peric. (Ha)	Aggiornamento o nuovo inserimento
050-E01	605020 e 605030	Tratto del Torrente Verderame compreso tra l'attraversamento della S.S. 115 (Ponte Quasarano) e la foce	P1	69,45	Aggiornamento
			P2	146,69	
			P3	13,36	
			P4	0,32	
Totale complessivo superfici a pericolosità idraulica				229,82	

L'area a pericolosità P4 è fondamentalmente limitata all'area arginata dove i tiranti idrici superano i 2 m. Le aree esterne ai limiti arginali si trovano in larga misura entro la fascia P2 con tiranti inferiori a 1 m ma superiori a 0,3 m.

### 1.3 Definizione degli elementi esposti

La definizione degli elementi esposti è stata effettuata sulla base della nuova definizione emanata del D.P.Reg. 6 maggio 2021 e riportata nella tabella *Elementi a rischio*.

Le aree ed i nuclei urbani censiti dall'ISTAT sono stati inseriti in classe E4 così come la rete ferroviaria Palermo – Trapani – Castelvetro.

La viabilità di interesse locale e inter-comunale, esterna ai nuclei urbani, è stata censita in classe E3.

Le aree rurali e agricole (compresi gli edifici rurali ad esse funzionali), le aree SIC e ZPS sono state inserite in classe E2.

### 1.4 Stima del rischio idraulico ante-operam

La valutazione del rischio è stata effettuata sulla base di quanto previsto dalla seguente tabella (Rischio – Esposizione – Pericolosità) riportata nella Relazione generale del PAI. In Figura 6 è riportata la mappa del rischio idraulico in condizioni ante-operam.

Rischio	E1	E2	E3	E4
P1	R1	R1	R2	R2
P2	R1	R2	R3	R3
P3	R2	R2	R3	R4
P4	R2	R3	R4	R4

Tabella 2 - Tabella del rischio idraulico sulla base della classe di esposizione (E) e di pericolosità (P) secondo la metodologia completa prevista dal PAI

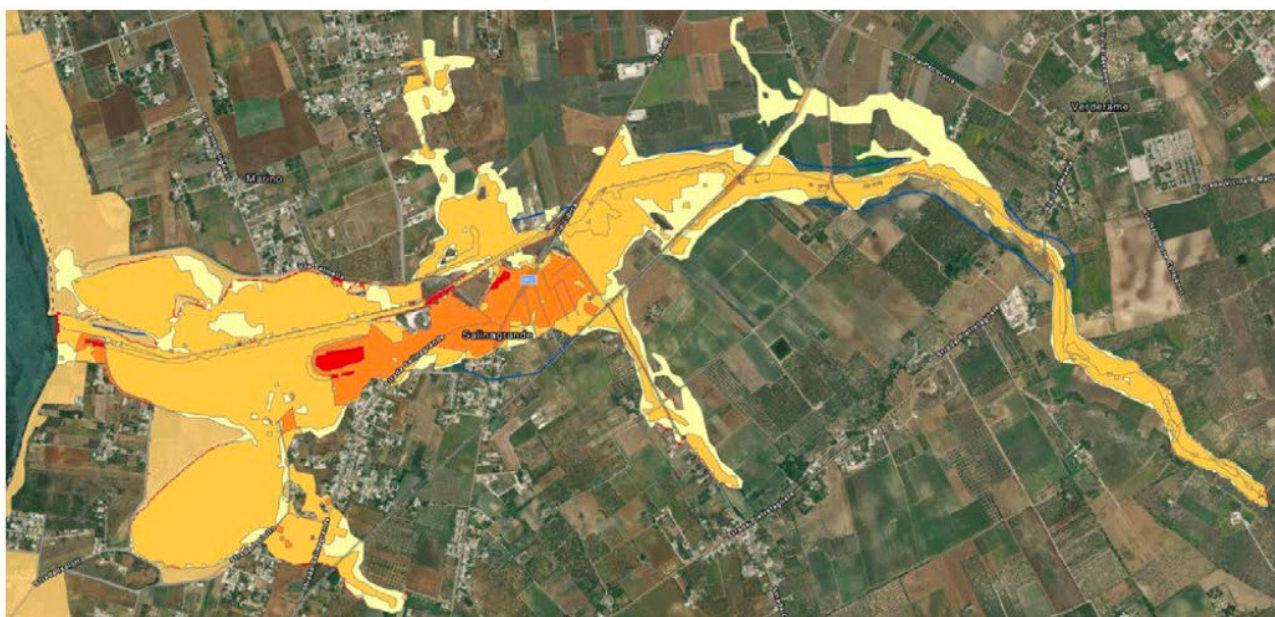


Figura 6 – Mappa del rischio idraulico in condizioni ante-operam



**PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**  
Area territoriale tra i bacini idrografici del Fiume Lenzi e del Fiume Birgi (050)

Gli areali a rischio idraulico così determinati sono riportati nella seguente tabella. Essi aggiornano l'areale a rischio idraulico R4 di cui al PAI approvato con D.P.Reg. n. 314 del 16/07/2007.

Codice	CTR	Località	Rischio	Sup. a Rischio (Ha)	Aggiornamento o nuovo inserimento
050-E01	605020 e 605030	Tratto del Torrente Verderame compreso tra l'attraversamento della S.S. 115 (Ponte Quasarano) e la foce	R1	56,45	Aggiornamento
			R2	147,93	
			R3	23,2	
			R4	2,17	
Totale complessivo superfici a rischio idraulico				229,75	

## 2. Documentazione cartografica allegata all'aggiornamento

Le rappresentazioni cartografiche, in scala 1:10.000, degli areali a pericolosità idraulica e a rischio idraulico sono contenute nei seguenti files (in formato pdf) allegati:

1. Carta della Pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione CTR 605020 e 605030;
2. Carta del Rischio idraulico per fenomeni di esondazione CTR 605020 e 605030.