



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15235.00.030.00

PAGE

1 di/of 28

TITLE: *Relazione idrologica*

AVAILABLE LANGUAGE: IT

**STAZIONE ELETTRICA RTN 380/150 KV MONTECILFONE E RACCORDI ALLA LINEA 380KV "LARINO-GISSI" (Comuni di Palata (CB) e Montecilfone (CB))**

**Relazione idrologica**

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido



File: GRE.EEC.R.73.IT.W.15235.00.030.00\_Relazione idrologica.pdf

00	20/03/2024	PRIMA EMISSIONE	E.lemma	A. Scalercio	L.Sblendido
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

**GRE VALIDATION**

COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY
---------------	-------------	--------------

ACQUAVIVA COLLECROCE EO - OPERE DI RETE	<b>GRE CODE</b>																	
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION						
	<b>GRE</b>	<b>EEC</b>	<b>R</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>I</b>	<b>T</b>	<b>W</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

CLASSIFICATION: COMPANY	UTILIZATION SCOPE
-------------------------	-------------------

This document is property of Enel Green Power Italia S.r.l. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power Italia S.r.l.



Green Power

Engineering & Construction



WE ENGINEERING

GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15235.00.030.00

PAGE

2 di/of 28

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	3
<b>2</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE CLIMATICA DELL'AREA DI INTERVENTO</b> .....	4
<b>2.1</b>	<b>TERRITORIO COMUNALE DI MONTECILFONE</b> .....	4
<b>2.2</b>	<b>TERRITORIO COMUNALE DI PALATA</b> .....	7
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b> .....	10
<b>3.1</b>	<b>IDROGRAFIA</b> .....	11
<b>3.2</b>	<b>INDIVIDUAZIONE DEI SOTTOBACINI IDROGRAFICI DI DI INTERESSE</b> .....	13
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO NORMATIVO DI SETTORE</b> .....	14
<b>4.1</b>	<b>PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)</b> .....	14
<b>5</b>	<b>DATI IDROLOGICI DISPONIBILI</b> .....	17
<b>5.1</b>	<b>STAZIONE DI RIFERIMENTO</b> .....	17
<b>5.2</b>	<b>DATI DI PIOGGIA DISPONIBILI</b> .....	18
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI DATI IDROLOGICI DISPONIBILI</b> .....	19
<b>6.1</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA VAPI</b> .....	19
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	28

## 1 INTRODUZIONE

Nell'ultimo piano di sviluppo di Terna (PdS) sono inclusi interventi atti a favorire la produzione degli impianti alimentati dalle fonti rinnovabili situati nel Sud Italia. In particolare, sono previsti rinforzi della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) finalizzati a migliorare la dispacciabilità degli impianti esistenti ed a consentire la connessione di ulteriori impianti futuri.

In correlazione allo sviluppo del parco eolico molisano e quindi al fine di raccogliere la produzione di diversi impianti di generazione siti lungo l'Appennino Molisano, è prevista la realizzazione di una nuova stazione elettrica (S.E.) di trasformazione 380 / 150 kV, da inserire in entrata - esce sull'elettrodotto della RTN a 380 kV "Larino - Gissi".

La presente relazione si riferisce all'analisi idraulica dell'area interessata dalla realizzazione delle opere di rete (Stazione RTN e relativi raccordi alla linea elettrica esistente, Larino-Gissi), localizzate all'interno dei territori comunali di Montecilfone e Palata, in Provincia di Campobasso.

L'area interessata dalle opere in progetto risulta individuabile sulla cartografia IGM in scala 1:25000 relativa al quadrante n. 154\_I\_SO "Palata", del quadro d'unione consultabile al portale dell' [Istituto Geografico Militare](http://www.igmi.it).

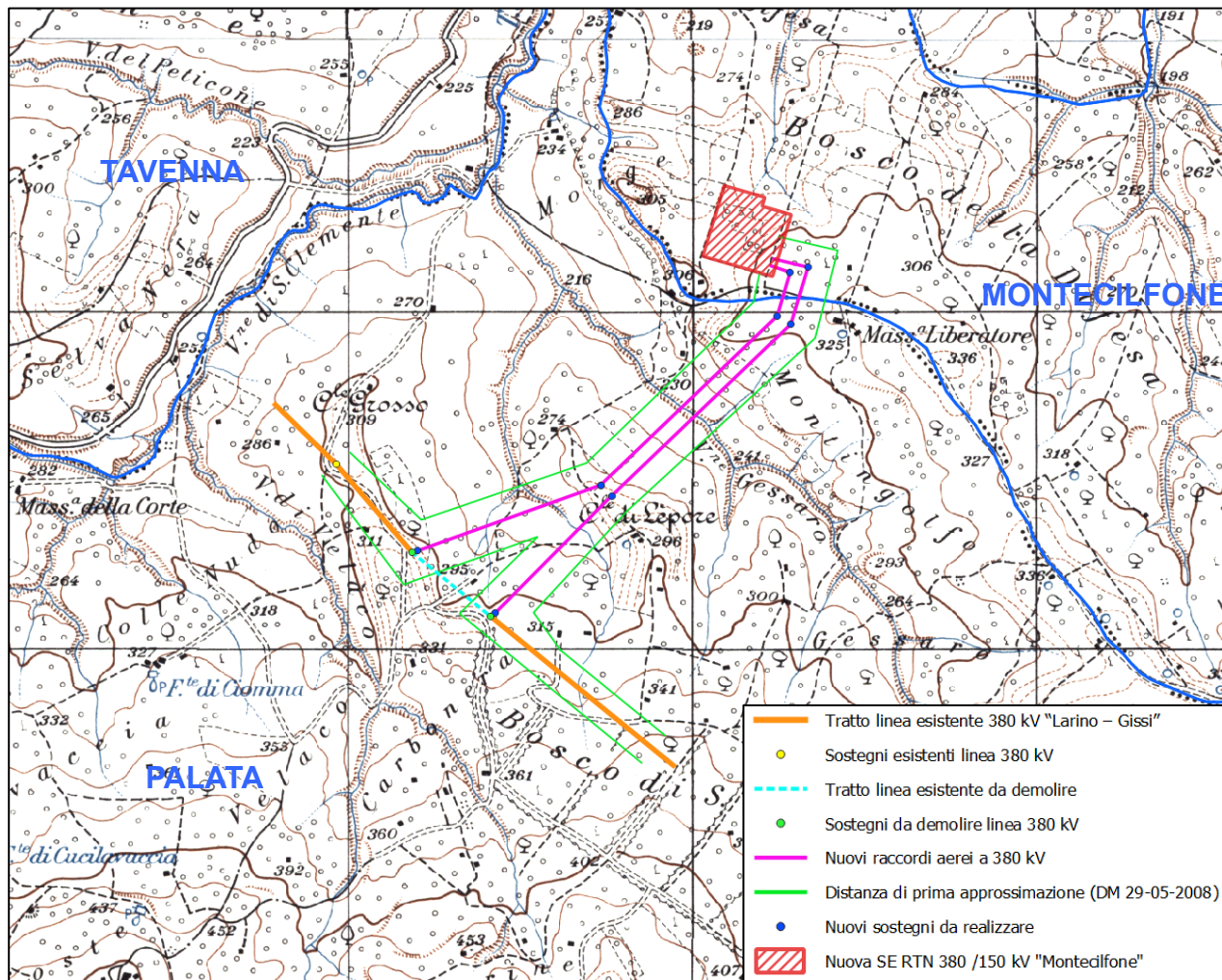


Figura 1 – Inquadramento delle opere di rete (Stazione RTN e relativi raccordi alla linea elettrica esistente, Larino-Gissi) su cartografia IGM 1:25000.

## 2 CARATTERIZZAZIONE CLIMATICA DELL'AREA DI INTERVENTO

### 2.1 Territorio comunale di Montecilfone

Il territorio comunale di Montecilfone è caratterizzato da una *stagione calda* che dura dal *14 giugno* all' *11 settembre*, con una temperatura giornaliera massima oltre 25 °C. Il mese più caldo dell'anno è *agosto*, con una temperatura media massima di 29 °C e minima di 21 °C.

Mentre la *stagione fresca* dura dal *23 novembre* al *19 marzo*, con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 14 °C. Il mese più freddo dell'anno è *febbraio*, con una temperatura media minima di 4 °C e massima di 10 °C.

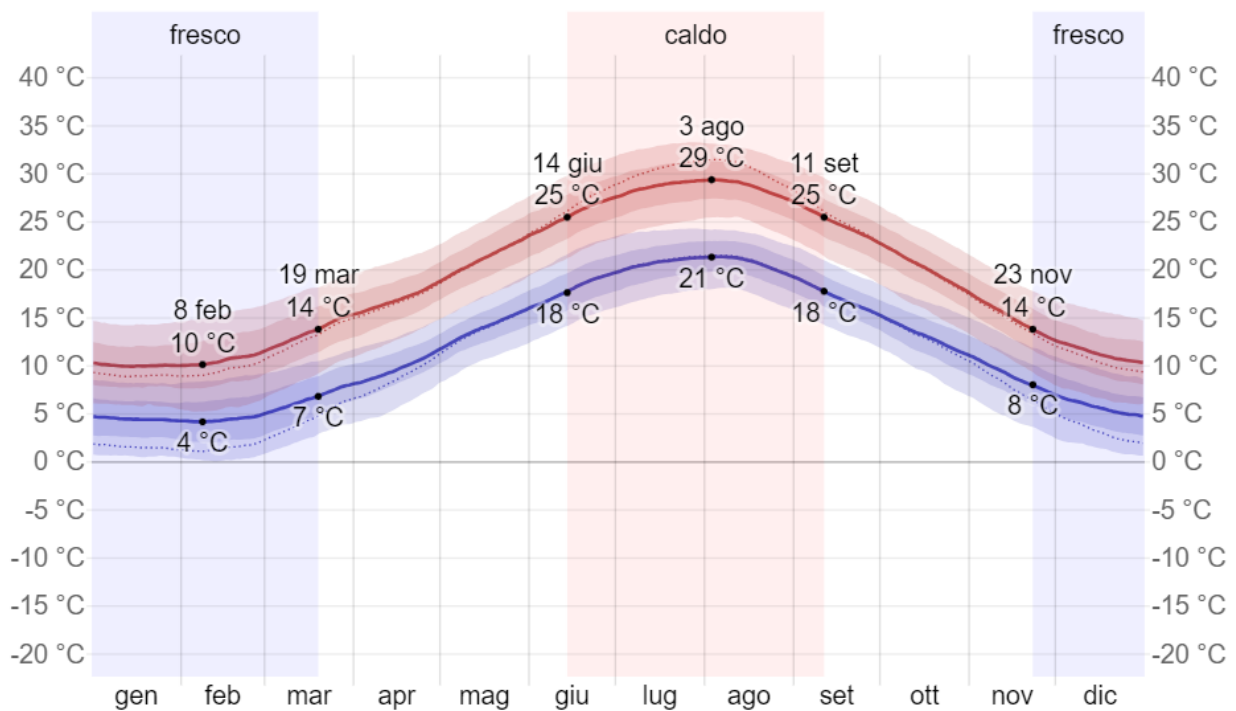


Figura 2 - La temperatura massima (riga rossa) e minima (riga blu) giornaliere medie (Fonte: <https://it.weather-spark.com/>).

La figura a seguire mostra una caratterizzazione compatta delle temperature medie orarie per tutto l'anno. L'asse orizzontale rappresenta il giorno dell'anno, l'asse verticale rappresenta l'ora del giorno, e il colore rappresenta la temperatura media per quell'ora e giorno.

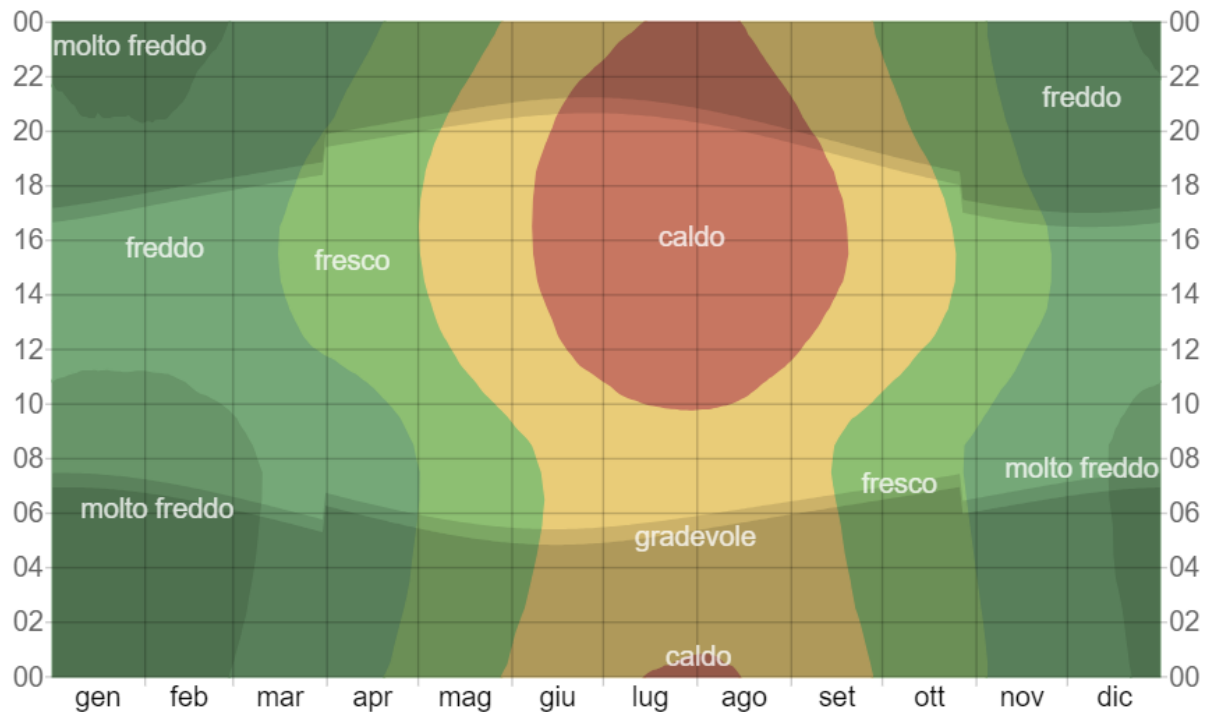


Figura 3 - La temperatura oraria media, con fasce di diversi colori. L'ombreggiatura indica la notte e il crepuscolo civile. (Fonte: <https://it.weatherspark.com/>).

Per quanto riguarda invece le precipitazioni, la possibilità di giorni piovosi a Montecilfone varia durante l'anno.

La stagione *più piovosa* dura dal 3 settembre al 1° maggio, con una probabilità di oltre 19% che un dato giorno sia piovoso. Il mese con il maggior numero di giorni piovosi è *novembre*.

La stagione *più asciutta* dura dal 2 maggio al 2 settembre. Il mese con il minor numero di giorni piovosi è *luglio*.

Fra i giorni piovosi, facciamo la differenza fra giorni con *solo pioggia*, *solo neve*, o un *misto* dei due. In base a questa categorizzazione, la forma più comune di precipitazioni durante l'anno è *solo pioggia*, con la massima probabilità di 28% il 21 novembre.

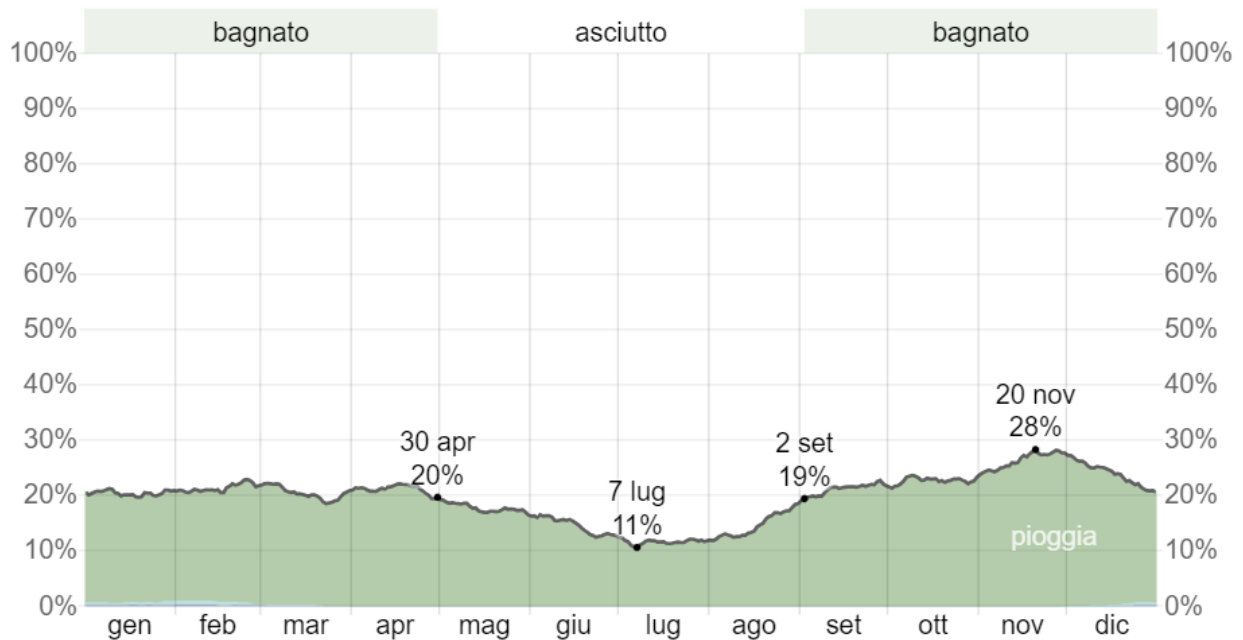


Figura 4 – Probabilità giornaliera di precipitazioni (Fonte: <https://it.weatherspark.com/>).

Per mostrare le variazioni nei mesi e non solo il totale mensile, mostriamo la pioggia accumulata in un periodo mobile di 31 giorni centrato su ciascun giorno. Montecilfone ha alcune variazioni stagionali di piovosità mensile.

La pioggia cade in tutto l'anno a Montecilfone. Il mese con il maggior numero di giorni piovosi è *novembre* con piogge medie di *56 millimetri*.

Il mese con la minore quantità di pioggia è *luglio* con piogge medie di *20 millimetri*.

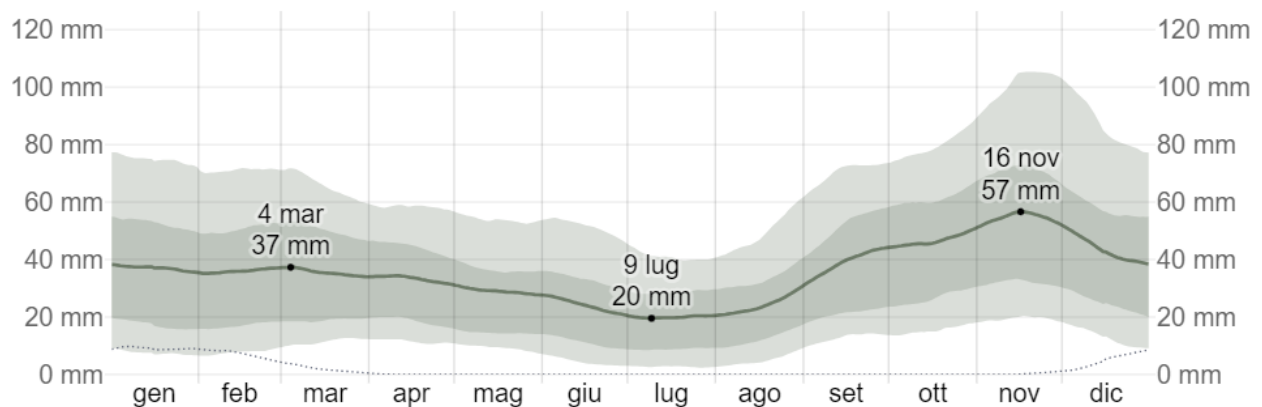


Figura 5 – Precipitazioni mensili medie (Fonte: <https://it.weatherspark.com/>).

## 2.2 Territorio comunale di Palata

Il territorio comunale di Palata è caratterizzato da una *stagione calda* che dura dal *13 giugno* all' *11 settembre*, con una temperatura giornaliera massima oltre 25 °C. Il mese più caldo dell'anno è *agosto*, con una temperatura media massima di 29 °C e minima di 20 °C.

Mentre la *stagione fresca* dura dal *22 novembre* al *19 marzo*, con una temperatura massima giornaliera media inferiore a 13 °C. Il mese più freddo dell'anno è *febbraio*, con una temperatura media minima di 4 °C e massima di 9 °C.

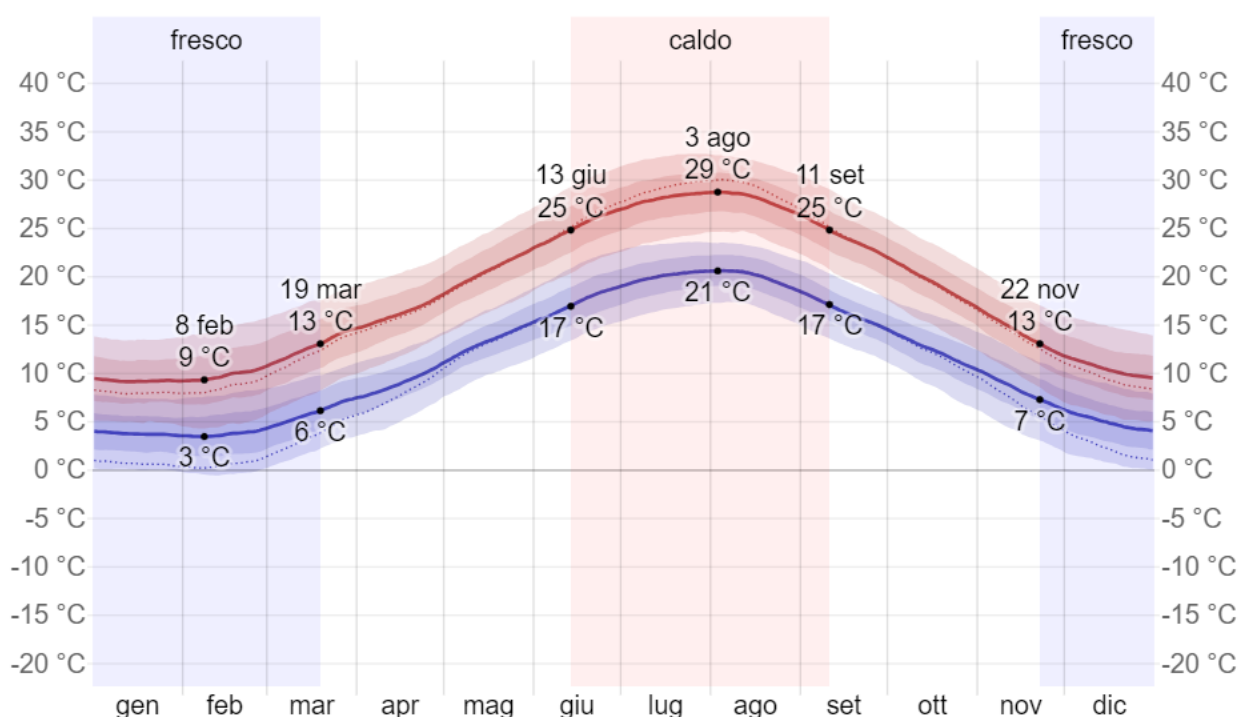
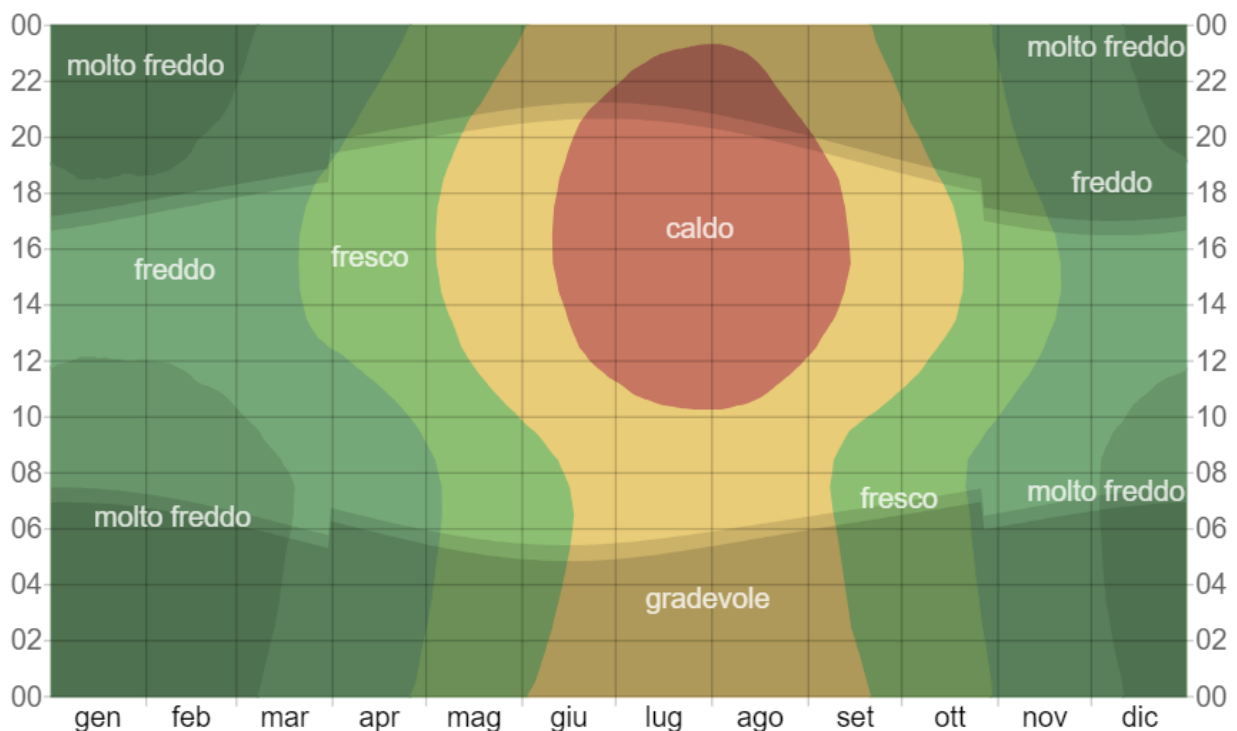


Figura 5 - La temperatura massima (riga rossa) e minima (riga blu) giornaliere medie (Fonte: <https://it.weather-spark.com/>).

La figura a seguire mostra una caratterizzazione compatta delle temperature medie orarie per tutto l'anno. L'asse orizzontale rappresenta il giorno dell'anno, l'asse verticale rappresenta l'ora del giorno, e il colore rappresenta la temperatura media per quell'ora e giorno.



**Figura 6 - La temperatura oraria media, con fasce di diversi colori. L'ombreggiatura indica la notte e il crepuscolo civile (Fonte: <https://it.weatherspark.com/>).**

Per quanto riguarda invece le precipitazioni, la possibilità di giorni piovosi a Palata varia durante l'anno.

La stagione *più piovosa* dura dal *4 settembre* al *30 aprile*, con una probabilità di oltre *20%* che un dato giorno sia piovoso. Il mese con il maggior numero di giorni piovosi è *novembre*.

La stagione *più asciutta* dura dal *1° maggio* al *3 settembre*. Il mese con il minor numero di giorni piovosi è *luglio*.

Fra i giorni piovosi, facciamo la differenza fra giorni con *solo pioggia*, *solo neve*, o un *misto* dei due. In base a questa categorizzazione, la forma più comune di precipitazioni durante l'anno è *solo pioggia*, con la massima probabilità di *29%* il *20 novembre*.



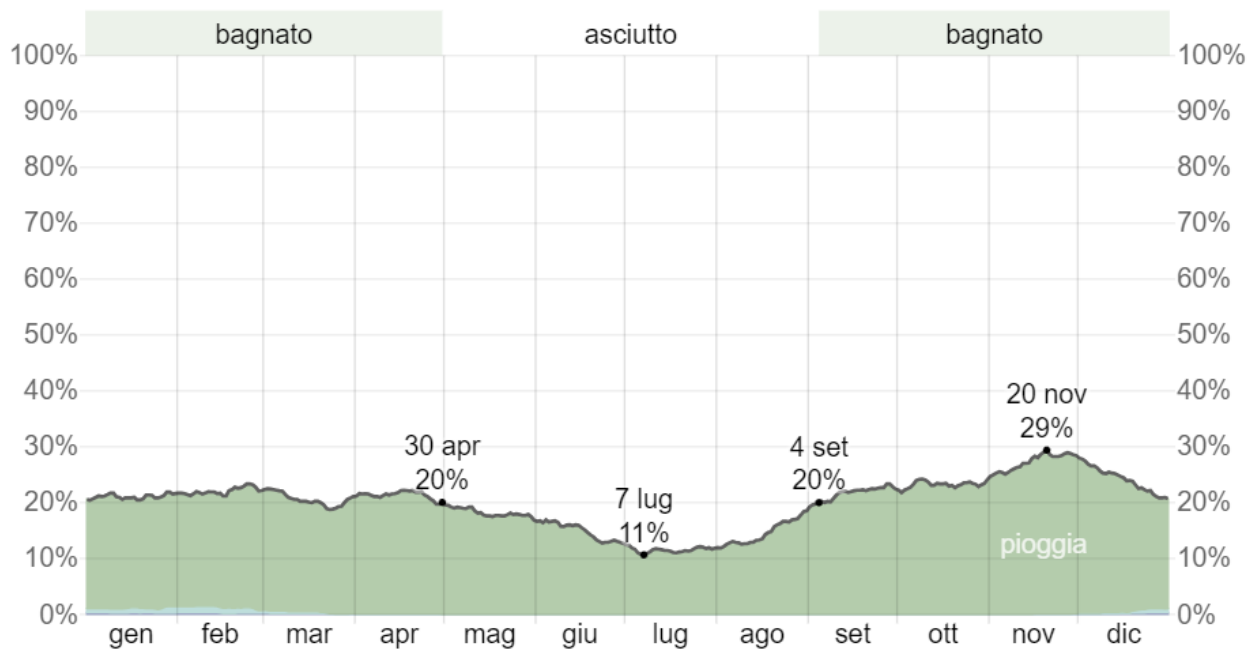


Figura 7 – Probabilità giornaliera di precipitazioni (Fonte: <https://it.weatherspark.com/>).

Per mostrare le variazioni nei mesi e non solo il totale mensile, mostriamo la pioggia accumulata in un periodo mobile di 31 giorni centrato su ciascun giorno. Palata ha alcune variazioni stagionali di piovosità mensile.

La pioggia cade in tutto l'anno a Palata. Il mese con il maggior numero di giorni piovosi è *novembre* con piogge medie di *58 millimetri*.

Il mese con la minore quantità di pioggia è *luglio* con piogge medie di *20 millimetri*.

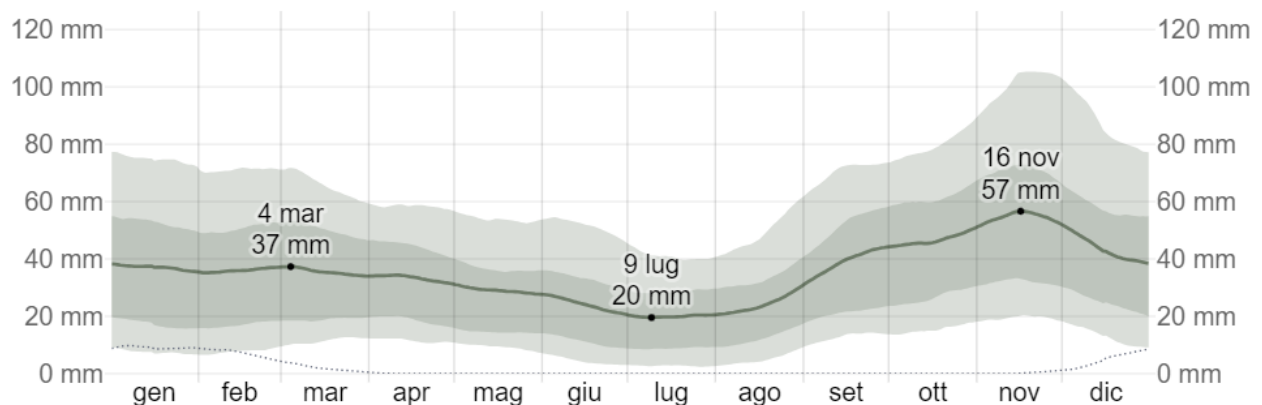
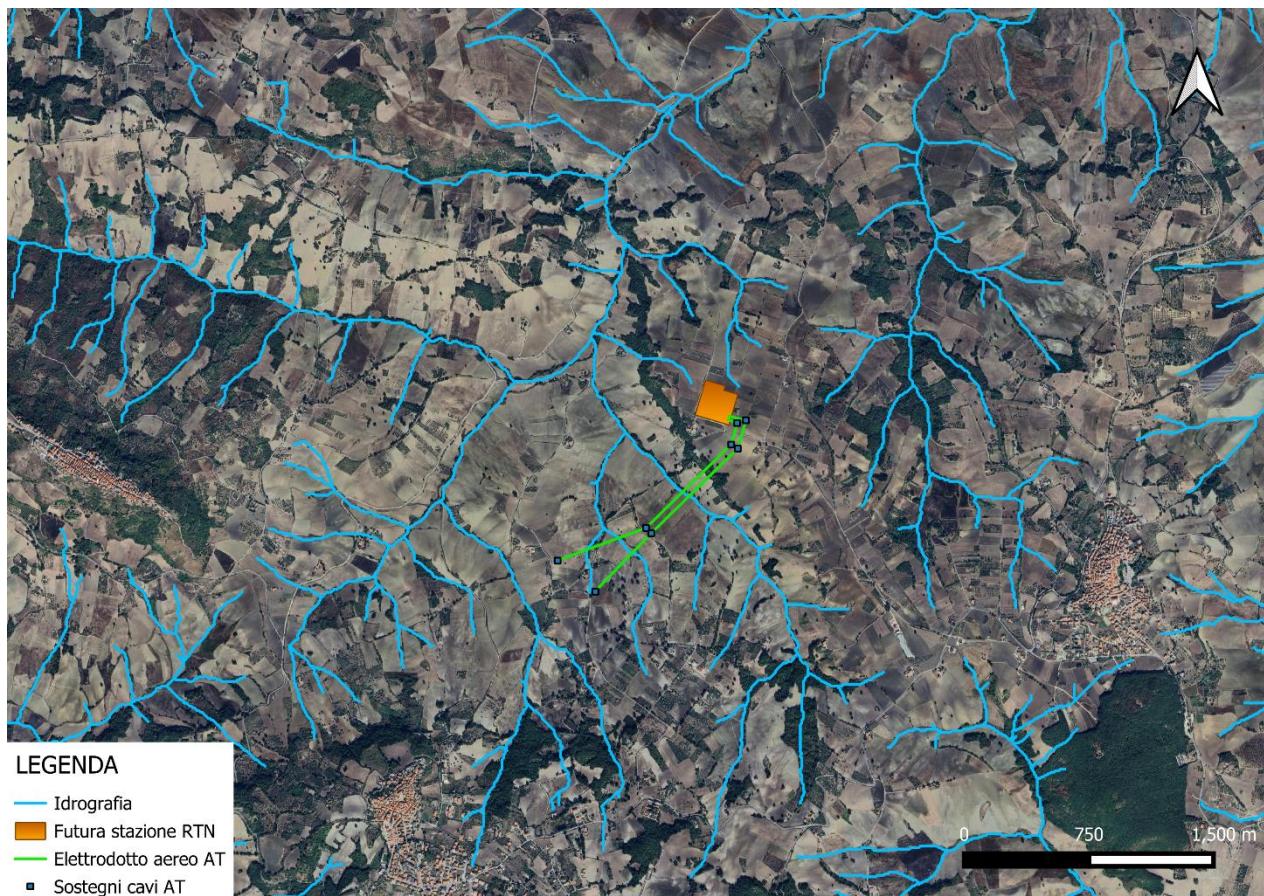


Figura 8 – Precipitazioni mensili medie (Fonte: <https://it.weatherspark.com/>).

### 3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto di analisi idrologica ricade interamente all'interno del bacino idrografico del fiume Biferno.



**Figura 6 - Inquadramento dell'area oggetto di intervento all'interno del bacino del Biferno con l'idrografia (Fonte: Elaborazione GIS).**



Figura 6 - Inquadramento delle opere in progetto su base satellitare.

### 3.1 Idrografia

Il Bacino del Fiume Biferno è quasi interamente compreso nel territorio regionale del Molise per una superficie totale pari a 1.316,1 kmq. All'interno di tale Bacino sono stati perimetrati 116 sottobacini di secondo ordine o superiore di cui 25 con superficie maggiore di 10 kmq.

Il Fiume Biferno, con una lunghezza pari a circa 92 km ed una estensione planimetrica del Bacino idrografico pari a 1.316 km<sup>2</sup>, ha origine in corrispondenza del massiccio montuoso del Matese dal gruppo sorgivo di Pietre Cadute in agro di Bojano; il corso d'acqua si snoda per pochi chilometri all'interno della valle alluvionale di Bojano e, in corrispondenza della confluenza con il Torrente Quirino, si immette nella valle del Biferno.



**Figura 7 – Bacini idrografici principali della regione Molise e inquadramento dell'area di intervento (Fonte: Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale).**

Il Bacino idrografico in esame fa parte di un settore dell'Appennino centro-meridionale che ricade quasi interamente nella regione molisana al confine con la regione Campania e comprende i territori di diversi comuni della provincia di Isernia e di Campobasso. Più precisamente l'area dell'alto bacino del Biferno comprende la fascia montuosa localizzata al bordo orientale della dorsale appenninica, rappresentata dai rilievi dei Monti del Matese, estendendosi verso Nord e NE fino all'allineamento definito dal limite territoriale dei comuni di Vinchiatturo-Cercemaggiore. Le successioni stratigrafiche in affioramento, esclusivamente sedimentarie, sono riconducibili a un paleo-ambiente deposizionale di transizione tra una Piattaforma Carbonatica, cui sono riferibili le successioni calcareo-dolomitiche mesozoiche del massiccio montuoso del Matese, ed i depositi flyschoidi tardo-miocenici prevalentemente terrigeni, riferibili al Bacino Molisano-Sannitico che caratterizzano le aree immediatamente a Nord di Isernia-Frosolone. La piana alluvionale di Bojano è caratterizzata da depositi alluvionali riconducibili all'attività fluvio-lacustre del Biferno stesso; la valle del Biferno, almeno fino all'invaso del Liscione, si articola nell'ambito delle unità terrigene sin orogenetiche che conferiscono ai versanti un aspetto tipicamente collinare. Dall'invaso del Liscione fino alla foce il corso d'acqua si sviluppa in una piana alluvionale costiera costituita dai depositi continentali e marini, talvolta terrazzati, dell'Avanfossa PlioPleistocenica; il Biferno assume la tipica morfologia di un corso d'acqua di pianura con la formazione di numerosi meandri.

### 3.2 Individuazione dei sottobacini idrografici di di interesse

La delimitazione dei sottobacini di interesse è stata ottenuta attraverso gli strumenti offerti dal software QGIS. A partire dal Modello Digitale del Terreno (DTM) con risoluzione a 10 metri è stata dapprima individuata la mappa delle direzioni di drenaggio e attraverso quest'ultima le sezioni di chiusura dei corsi d'acqua. La sezione di chiusura definisce il sottobacino idrografico o imbrifero relativo alla sezione considerata, ossia il luogo dei punti della superficie terrestre che raccoglie le acque che scorrendo in superficie raggiungono tale sezione. Di seguito si riporta la configurazione dei sottobacini idrografici ottenuta e le principali caratteristiche di ognuno di essi.

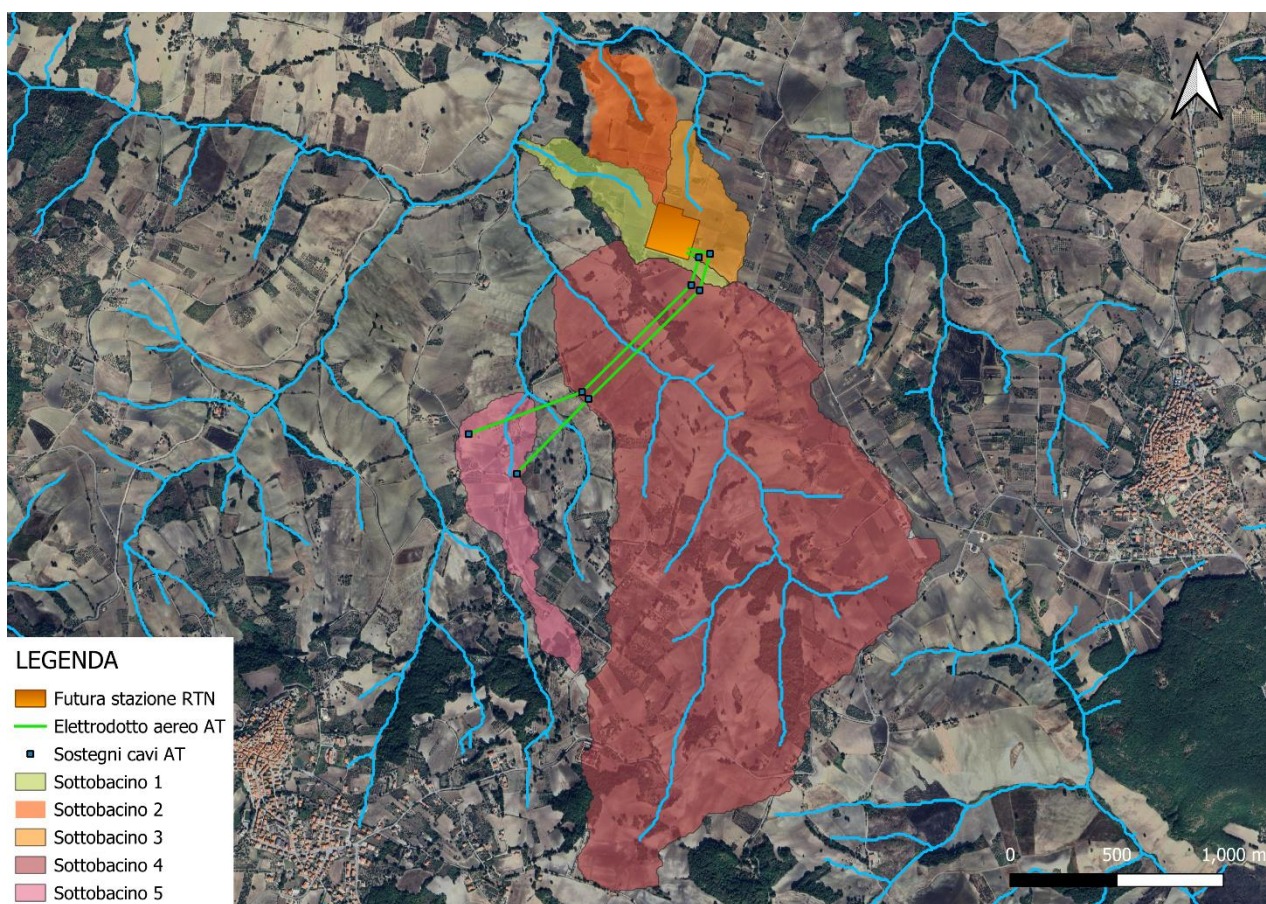


Figura 8 Tracciamento sottobacini idrografici

CARATTERISTICHE PRINCIPALI	SOTTOBACINI IDROGRAFICI				
	1	2	3	4	5
Area (km <sup>2</sup> )	0.178	0.205	0.177	3.146	0.274
Quota media (m s.l.m.)	278.57	253.21	293.06	342.9	324.33
Lunghezza asta principale (km)	0.736	0.432	0.457	3.567	0.437
Pendenza media asta principale (%)	11.69	9.64	4.63	7.66	14.12

Tabella Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.-1 Caratteristiche principali dei sottobacini idrografici



Green Power

Engineering & Construction



WE ENGINEERING

GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15235.00.030.00

PAGE

14 di/of 28

## 4 INQUADRAMENTO NORMATIVO DI SETTORE

### 4.1 Piano di Assetto Idrogeologico (PAI)

Il Piano Stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (di seguito definito PAI) dei fiumi Biferno e Minori, redatto ai sensi dell'art. 63, comma 10, lett. a), del decreto legislativo 152/2006 e s.m.i., come sostituito dall'art. 51, comma 2, della legge 221/2015 (cd collegato ambientale), riguarda il settore funzionale della pericolosità e del rischio idrogeologico, come richiesto dagli artt. 63 e 68 del d.lgs. 152/2006.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto idrogeologico del bacino idrografico. Il PAI definisce norme atte a favorire il riequilibrio dell'assetto idrogeologico del bacino idrografico dei fiumi Biferno e Minori, nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso del territorio, in modo da garantire il corretto sviluppo del territorio dal punto di vista infrastrutturale-urbanistico e indirizzare gli ambiti di gestione e pianificazione del territorio.

Il PAI si articola in Piano per l'assetto idraulico e Piano per l'assetto di versante e contiene la individuazione e perimetrazione delle aree a pericolosità e a rischio idrogeologico, le norme di attuazione, le aree da sottoporre a misure di salvaguardia e le relative misure. Il PAI contiene, in particolare, secondo le indicazioni del D.P.R. 18 luglio 1995:

a) l'attuale stato delle conoscenze relative:

- al sistema fisico;
- al sistema antropico;
- al sistema normativo e di programmazione territoriale;

b) l'individuazione e la quantificazione delle situazioni di degrado sotto il profilo idrogeologico, nonché delle relative cause;

c) le direttive alle quali deve uniformarsi la sistemazione idrogeologica;

d) l'indicazione delle opere necessarie per garantire il corretto assetto idrogeologico;

e) la normativa e gli interventi rivolti a regolamentare l'estrazione dei materiali litoidi dal demanio fluviale e lacuale e le relative fasce di rispetto, che debbono essere individuate per garantire la tutela dell'equilibrio geomorfologico dei terreni e dei litorali;

f) l'indicazione delle zone da assoggettare a speciali vincoli e prescrizioni in rapporto alle specifiche condizioni idrogeologiche, al fine della conservazione del suolo, della tutela dell'ambiente e della prevenzione contro presumibili effetti dannosi di interventi antropici;



Green Power

Engineering & Construction



WE ENGINEERING

GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15235.00.030.00

PAGE

15 di/of 28

g) i criteri per la definizione delle priorità degli interventi.

Il PAI individua e perimetra a scala di bacino le aree inondabili per eventi con tempo di ritorno assegnato e le classifica in base al livello di pericolosità idraulica.

Per le aree studiate su base idraulica:

a) aree a pericolosità idraulica alta (PI3): aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni;

b) aree a pericolosità idraulica moderata (PI2): aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 e minore o uguale a 200 anni;

c) aree a pericolosità idraulica bassa (PI1): aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 200 e minore o uguale a 500 anni.

Per le aree studiate su base geomorfologica:

a) aree a pericolosità idraulica alta (PI3): alveo attivo, aree golenali ed alluvioni di fondovalle inserite nella dinamica fluviale di breve periodo;

b) aree a pericolosità idraulica moderata (PI2): alveo attivo, aree golenali ed alluvioni di fondovalle inserite nella dinamica fluviale di medio periodo;

c) aree a pericolosità idraulica bassa (PI1): alveo attivo, aree golenali ed alluvioni di fondovalle inserite nella dinamica fluviale di lungo periodo.

#### **4.2 Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA)**

La Direttiva 2007/60/CE del Parlamento europeo, recepita in Italia con D.lgs 49/2010, introduce un nuovo strumento di Pianificazione e Programmazione denominato Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, da predisporre in ciascuno dei distretti idrografici individuati nell'art.64 del D.Lgs 152/2006. Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è riferito alle zone ove possa sussistere un rischio potenziale significativo di alluvioni o dove si ritenga che questo si possa generare in futuro, nonché alle zone costiere soggette ad erosione. Il D.Lgs 23 febbraio 2010 n. 49, nel tener conto delle Direttive comunitarie collegate e della vigente normativa nazionale riguardante sia la pianificazione dell'assetto idrogeologico sia il sistema di Protezione Civile, affida alle Autorità di Bacino distrettuali la redazione dei Piani di Gestione del Rischio Alluvioni, ed alle Regioni, per la parte di propria competenza, in coordinamento tra loro e con il Dipartimento nazionale della Protezione Civile, la parte relativa al sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di protezione civile. Ai fini della predisposizione degli strumenti di pianificazione, le Autorità di bacino di rilievo nazionale svolgono la funzione di coordinamento nell'ambito del distretto idrografico di appartenenza.

Il governo e la gestione del sistema di allerta nazionale, così come riportato nella DPCM del 27

febbraio 2004 e confermato dalla Legge 100/2012 art. 3 bis, sono assicurati dal Dipartimento della Protezione Civile, dalle Regioni attraverso la rete dei Centri Funzionali, dai Presidi territoriali, dai Centri di Competenza e da ogni altro soggetto chiamato a concorrere funzionalmente ed operativamente a tale rete. La Regione Molise, per il territorio ricadente nel bacino del fiume Sangro, è inclusa nel Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, il cui coordinamento è affidato all'Autorità di bacino del Fiume Tevere, mentre, per il territorio restante, è inclusa nel Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale, il cui coordinamento è affidato all'Autorità di bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno.

Il sistema di allertamento per il rischio idraulico ai fini di Protezione Civile della Regione Molise, così come previsto dalla Direttiva 2007/60/CE e dall'art. 7 del Decreto Legislativo n. 49 del 23.02.2010 è articolato nei seguenti punti:

- previsione, monitoraggio, sorveglianza ed allertamento posti in essere attraverso la rete dei centri funzionali;
- presidio territoriale idraulico posto in essere attraverso adeguate strutture e soggetti interregionali, regionali e provinciali;
- regolazione dei deflussi posta in essere anche attraverso i piani di laminazione;
- supporto all'attivazione dei piani urgenti di emergenza predisposti dagli organi di protezione civile ai sensi dell'articolo 67, comma 5, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e della normativa precedente;
- sintesi dei contenuti dei piani urgenti di emergenza;
- obiettivi e misure per il miglioramento della gestione del rischio alluvioni attraverso l'adozione di misure non strutturali.

Gli obiettivi di riduzione del rischio d'alluvioni con misure non strutturali saranno raggiunti attraverso:

- implementazione nei principali corsi d'acqua della Regione di modelli idrologico-idraulico di previsione delle piene che elaborano risultati possibilmente in tempo reale;
- potenziamento/manutenzione della rete di monitoraggio idro-pluviometrico;
- realizzazione di campagne di misura delle portate;
- adeguamento delle procedure di allertamento regionali alle disposizioni di omogeneizzazione promosse dal Dipartimento della Protezione Civile Nazionale;
- costituzione dei Presidi territoriali idraulici;
- supporto all'adeguamento dei piani comunali di protezione civile al nuovo quadro delle conoscenze delineato dalle mappe della pericolosità e del rischio prodotte nell'ambito di applicazione



della Direttiva, attraverso l’emanazione di linee guida;

- predisposizione dei piani di laminazione delle grandi Dighe e i rispettivi Piani di Emergenza;
- formazione degli operatori di Protezione Civile che dovranno coordinarsi con tutte le strutture di Protezione Civile operanti sul territorio.

## 5 DATI IDROLOGICI DISPONIBILI

L’analisi statistica degli estremi idrologici è stata condotta partendo innanzitutto dalla ricerca e dalla modellazione dei dati idrologici disponibili, effettuata scegliendo le stazioni di riferimento e analizzando le serie storiche collezionate. In particolare, come sarà possibile vedere nel seguito, le serie storiche a cui si è fatto riferimento sono quelle che contenevano le altezze massime di pioggia cadute ogni anno in occasione di eventi di durata pari a 1h, 3h, 6h, 12h e 24h, per il bacino di interesse.

### 5.1 Stazione di riferimento

La stazione meteorologica di Palata con i suoi dati pluviometrici rappresenta l’unica presa come riferimento per lo svolgimento dell’analisi idrologica. Tale scelta è da imputare alla grande vicinanza della suddetta stazione meteorologica rispetto ai sottobacini di interesse, come viene mostrato nella figura seguente.

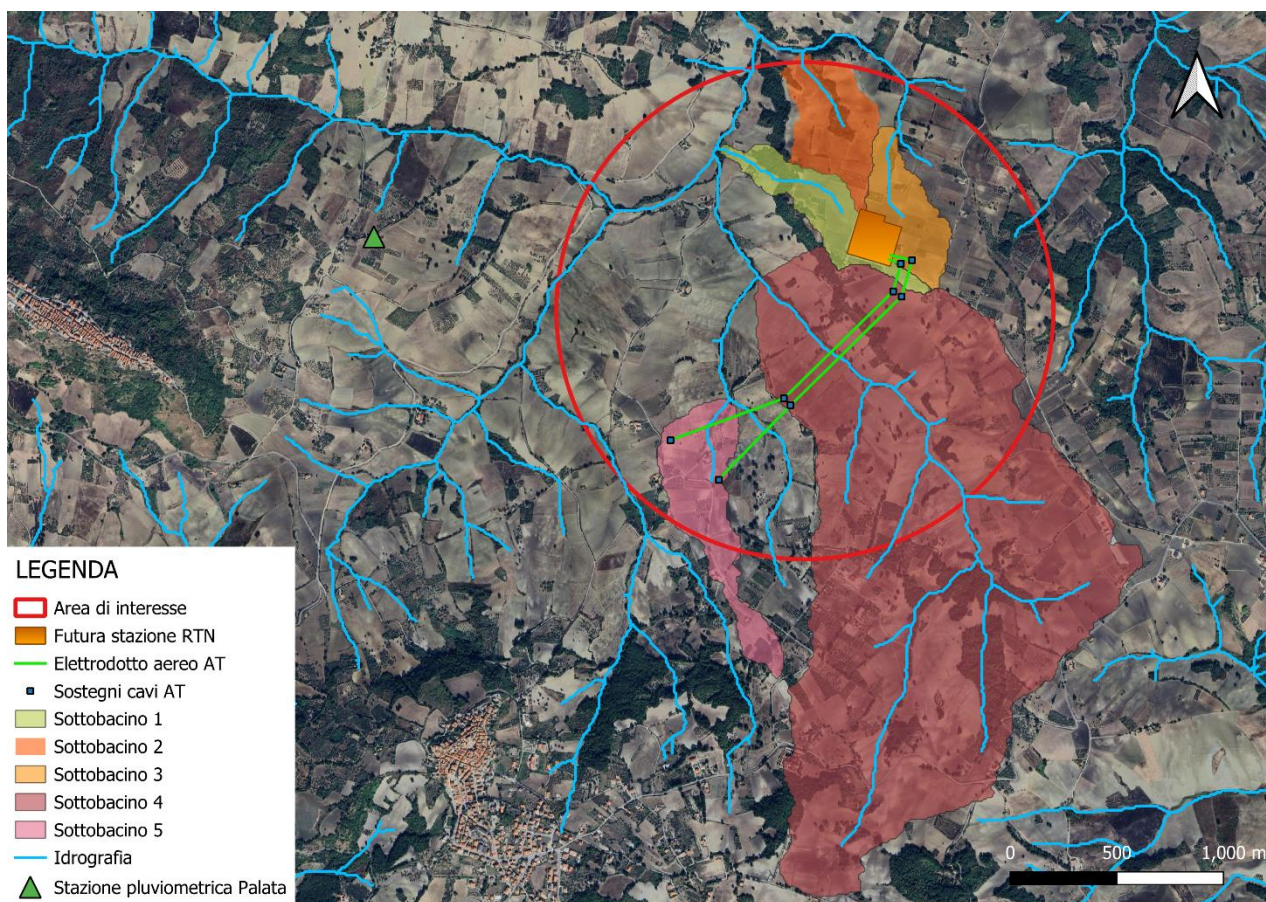


Figura 9 – Stazione pluviometrica di riferimento e area di interesse

## 5.2 Dati di pioggia disponibili

La tabella seguente riporta le serie storiche rilevate presso la stazione di riferimento di Palata e registrate negli annali idrologici della regione Abruzzo, in relazione ad eventi di pioggia di massima intensità, registrati in termini di altezze massime di pioggia cadute negli anni di cui si dispone la registrazione, in occasione di eventi di durata pari a 1h, 3h, 6h, 12h e 24h.

Anno	Palata (CB)				
	1h	3h	6h	12h	24h
1974	12.4	21.6	31	36	50.2
1975					
1976					
1977					
1978					
1979					
1980	22.4	22.4	22.4	27.4	45.8
1981	26	34.4	51.6	65.6	74
1982					

Anno	Palata (CB)				
	1h	3h	6h	12h	24h
1983					
1984					
1985					
1986					
1987	27	32	47.6	55.8	55.8
1988					
1989	21	57	95	115.4	117.8
1990	29.4	30	37	55	76.6
1991	18	25.6	31.2	38.8	44
1992	12.6	27.8	47.4	78.8	92.6
1993					
1994	19.8	34.8	57.8	77.4	85.4
1995	40.8	59.2	62.2	62.2	65.2
1996	45	45	69.6	69.8	69.8
1997	30	32.8	32.8	33	36
1998	14.2	26	26.2	38.8	42
1999	25	37.6	37.6	43.6	59.8
2000	53	72	105	187	189
2001					
2002	20	33.6	42	68.8	91.8
2003	23	36	48.2	70.8	117.4
2004					
2005					
2006	22.8	37.6	40.8	59	91.8

Tabella 1 - Altezze di pioggia (mm) corrispondenti ad eventi di pioggia di massima intensità per durate di 1h, 3h, 6h, 12h, 24h registrate presso la stazione di Palata (CB), consultabili negli annali idrologici dell'archivio della Protezione Civile della regione Abruzzo

## 6 ANALISI DEI DATI IDROLOGICI DISPONIBILI

L'analisi statistica degli estremi idrologici è stata condotta attraverso il metodo VAPI (Valutazione delle Piene in Italia), sviluppato secondo i criteri sviluppati dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, tramite analisi statistica TCEV.

### 6.1 Descrizione della metodologia VAPI

Il Progetto VAPI sulla Valutazione delle Piene in Italia ha come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali. La metodologia adottata nel progetto VAPI fa riferimento ad un approccio di tipo probabilistico per

la valutazione dei massimi annuali delle portate di piena e quindi non esiste un valore massimo assoluto, ma ad ogni valore della portata di piena viene associata una probabilità che si verifichino eventi di piena con valori superiori. Per ridurre le incertezze legate alla presenza di eventi estremi molto rari, si adotta una metodologia di analisi regionale che consente di utilizzare non solo tutta l'informazione idrometrica ma anche tutta quella pluviometrica posseduta su un dato territorio.

Nell'ambito di tale studio si è utilizzata l'informazione pluviografica raccolta dal Servizio Idrografico Italiano e, in particolare, sono stati utilizzati i risultati dell'analisi statistica a scala regionale ed applicando la legge di distribuzione a doppia componente su tre livelli successivi di regionalizzazione, basato sulla seguente formula:

$$F_X(x) = \exp\left\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} \exp\left[-x/(\theta_* \theta_1)\right]\right\} \quad x \geq 0$$

Il modello a doppia componente appena citato è denominato TCEV (acronimo di Two Components Extreme Value): i parametri della TCEV sono 4 ed è quindi molto elevata l'incertezza della stima ottenuta con le serie storiche disponibili la cui dimensione campionaria è in genere inferiore a 80. Per ridurre tale incertezza, si utilizzano tecniche di analisi regionale che consentono di stimare almeno alcuni dei parametri sulla base di tutte le serie storiche ricadenti all'interno di vaste aree indicate come zone e sottozone omogenee. In particolare:

- al I livello di regionalizzazione per i due parametri di forma  $\theta_*$  e  $\Lambda_*$  si può assumere un valore costante all'interno di ampie zone omogenee;
- al II livello di regionalizzazione, oltre ai valori costanti dei parametri  $\theta_*$  e  $\Lambda_*$  nelle zone omogenee, all'interno di queste è possibile identificare sottozone omogenee, entro cui si può ritenere costante anche il parametro di scala  $\Lambda_1$ ;
- al III livello di regionalizzazione, oltre ai parametri  $\theta_*$ ,  $\Lambda_*$  e  $\Lambda_1$  di cui si può assumere un valore regionale, si persegue in modo regionale anche la stima del quarto parametro che sia  $\theta_1$  o  $\mu$  in relazione all'approccio che si intende adottare.

### I risultati ottenuti per la Regione Molise

Il modello TCEV è stato impiegato nel progetto VAPI (Valutazione delle Piene in Italia) sviluppato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Nel rapporto VAPI Lazio – Umbria – Abruzzo – Molise, al primo e al secondo livello di regionalizzazione, sono state identificate tre regioni omogenee, in cui l'ipotesi della costanza del coefficiente di variazione e del coefficiente di asimmetria può essere accettata, indicate come:

- zona A (Tirrenica), che interessa la fascia del litorale tirrenico e si protende all'interno lungo le valli dei principali corsi d'acqua;
- zona B (Appenninica), che interessa l'ampia fascia dell'Appennino propriamente detto, con le propaggini dei colli Albani, e i monti Lepini, Ausoni e Aurunci, nonché, separati da questa zona, i gruppi montuosi nell'entroterra tirrenico a nord-ovest del Tevere (i massicci dell'Amiata e del Cetona con i monti Vulsini; e i monti Cimini con i monti della Tolfa e i monti Sabatini);
- zona C (Adriatica), che interessa una ristretta fascia del litorale adriatico e si protende con ristrette lingue lungo le valli dei corsi d'acqua.

Dal momento che è stato necessario effettuare analisi idrologiche per i sottobacini di interesse, data la misura campionaria dei dati storici, è apparso ragionevole adattare alla stessa il modello probabilistico della TCEV al II livello di regionalizzazione che ritiene costanti per la zona pluviometrica omogenea C in cui ricadono le aree di intervento, i parametri  $\theta^*$  e  $\Lambda^*$  nonché il parametro di scala  $\Lambda_1$ .

Per il compartimento di Pescara, e in particolare per l'area oggetto di tale studio idrologico, si ottengono i seguenti risultati:

Parametri TCEV	
$\theta^*$	2.402
$\Lambda^*$	0.795
$\Lambda_1$	27.81
$\eta$	5.301

Tabella 2 - Parametri TCEV ottenuti al II livello di regionalizzazione

Al secondo livello di regionalizzazione la stima di  $x_T$ , nel modello TCEV, può essere effettuata con il metodo del valore indice. Con tale metodo si analizza in luogo di  $X$  una variabile adimensionale  $X/X_1$  dove  $X_1$  è un valore caratteristico della distribuzione di  $X$  ed assume il nome di valore indice. Nelle applicazioni quasi sempre si utilizza come valore indice la media  $\mu$  e si analizza la variabile  $X'=X/\mu$  che viene indicata come fattore di crescita.

In generale seguendo tale approccio, la stima di  $x_T$  si ottiene con due passi distinti:

- stima del fattore di crescita  $x'_T$ , relativo al periodo di ritorno  $T$ ;
- stima del valore indice,  $\mu$ .

In definitiva la stima di  $x_T$  si ottiene con il prodotto:

$$X_T = x'_T \cdot \mu$$

La stima del fattore di crescita, riferita al periodo di ritorno imposto dal problema in esame, è ovviamente una stima probabilistica. La distribuzione di probabilità (curva di crescita) di tale variabile interpretata con la legge probabilistica TCEV assume espressione:

$$F_{X'}(x') = \exp \left[ -\Lambda_1 \exp(-\eta x') - \Lambda_* \Lambda_1^{\frac{1}{\theta_*}} \exp \left( -\frac{\eta x'}{\theta_*} \right) \right]$$

Dove:

$$\eta = \frac{\mu}{\theta_1}$$

È importante sottolineare che la curva di crescita, come si può notare facilmente dalle espressioni riportate, dipende dai soli parametri  $\Lambda_*$ ,  $\theta_*$  e  $\Lambda_1$ . In definitiva, utilizzando l'approccio del valore indice, è possibile ottenere una stima di  $x_T$  dalla conoscenza dei parametri  $\theta_*$ ,  $\Lambda_*$ ,  $\Lambda_1$  (mediante i quali si stima la curva di crescita) e di  $\mu$  (portata indice).

È opportuno sottolineare che per il secondo livello di regionalizzazione il valore indice può essere considerato pari alla media aritmetica della serie campionaria della variabile idrologica considerata. Si riportano di seguito i valori delle altezze di pioggia necessarie per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica per i vari tempi di ritorno per ciascuno dei sottobacini considerati.

Sottobacino 1	Altezze di pioggia (mm)				
	TR (anni)	1h	3h	6h	12h
10	34.3	52.27	67.29	86.24	110.28
25	43.21	65.85	84.77	108.65	138.93
50	50.04	76.26	98.18	125.83	160.9
100	56.9	86.71	111.64	143.08	182.95
200	63.75	97.16	125.09	160.32	204.99

Tabella 3 - Altezze di pioggia [mm] calcolate per diverse durate e diversi periodi di ritorno per il sottobacino 1

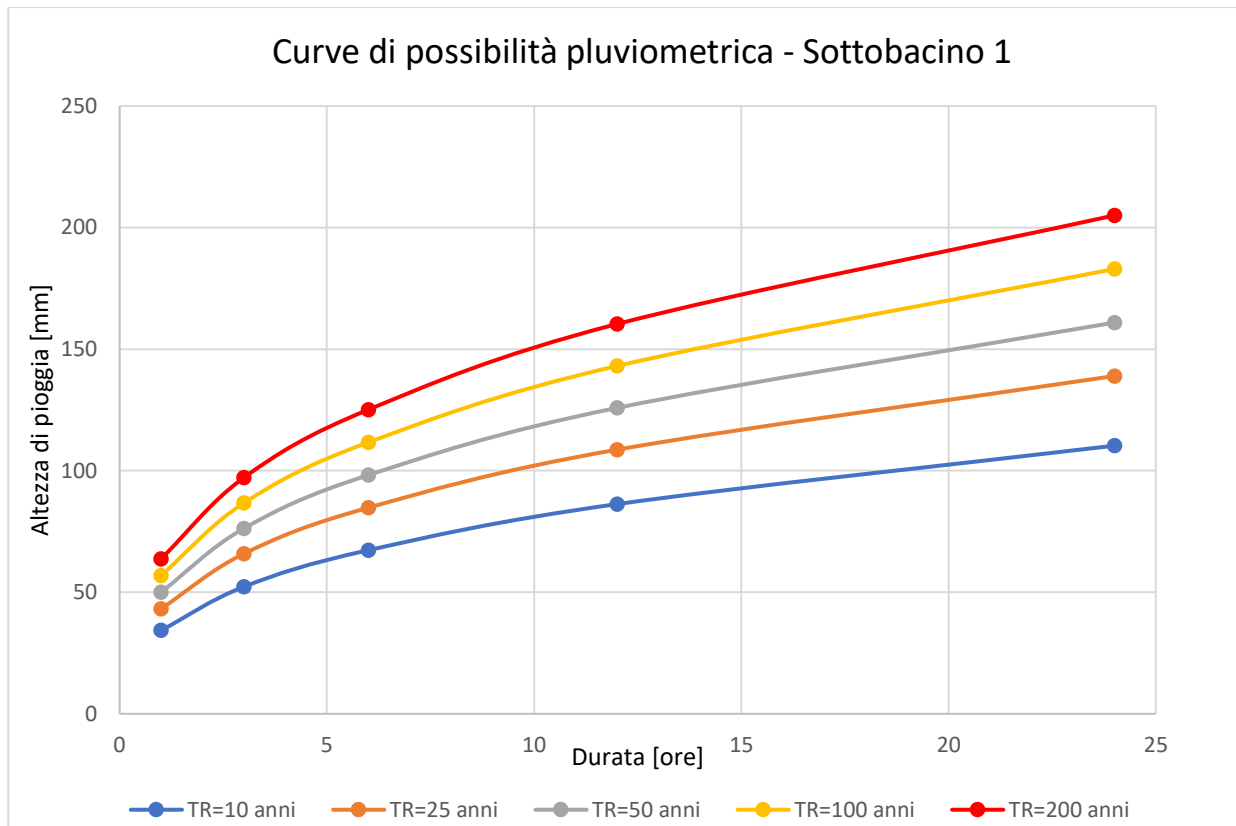


Figura 10 - Curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno stimati con l'approccio VAPI al II livello di regionalizzazione per il sottobacino 1

	TR (anni)				
	10	25	50	100	200
a	34.614	43.606	50.499	57.421	64.337
n	0.367	0.3671	0.3671	0.3671	0.3671

Tabella 4 - Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometriche ottenute con la distribuzione di tipo TCEV per il sottobacino 1

Sottobacino 2	Altezze di pioggia (mm)				
	1h	3h	6h	12h	24h
TR (anni)					
10	34.29	52.26	67.29	86.24	110.27
25	43.20	65.84	84.77	108.65	138.92
50	50.04	76.26	98.18	125.83	160.90
100	56.89	86.70	111.63	143.07	182.94
200	63.75	97.15	125.08	160.31	204.99

Tabella 5 - Altezze di pioggia [mm] calcolate per diverse durate e diversi periodi di ritorno per il sottobacino 2

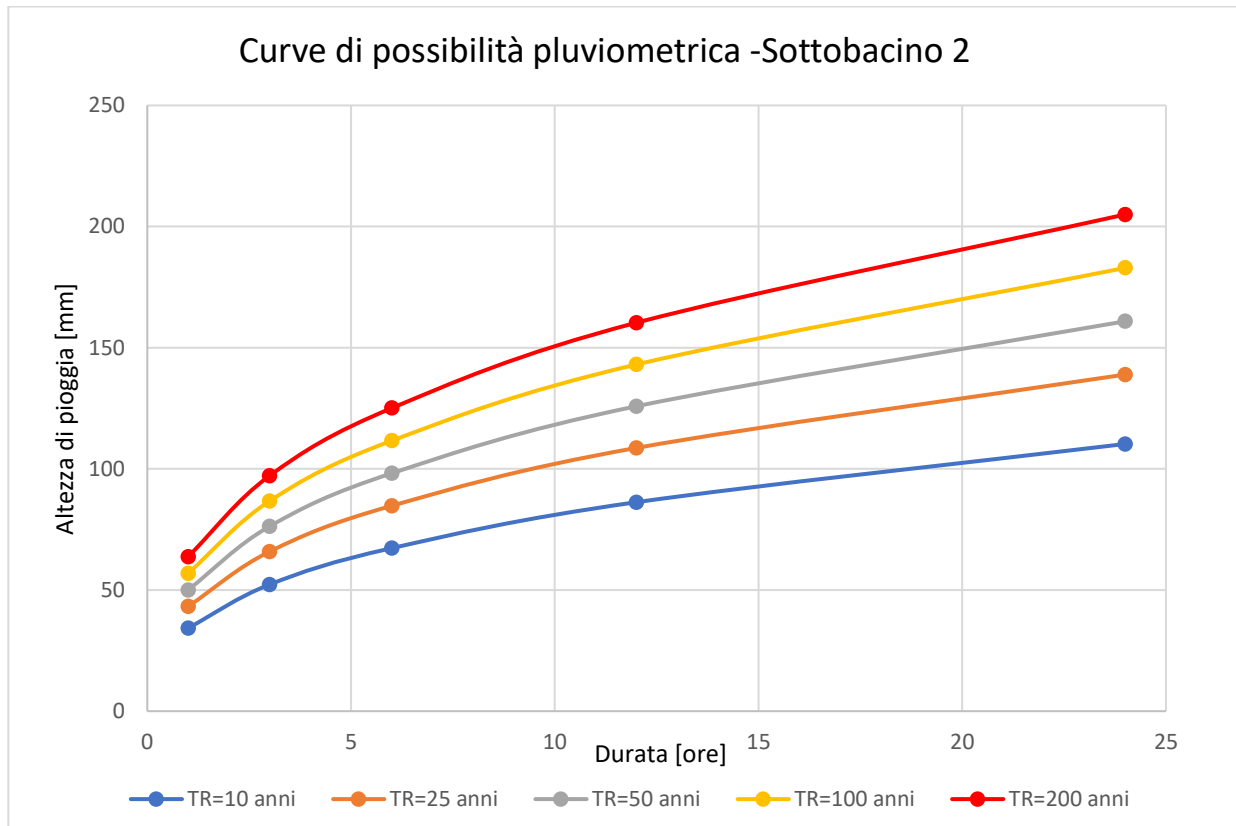


Figura 11 - Curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno stimati con l'approccio VAPI al II livello di regionalizzazione per il sottobacino 2

	TR (anni)				
	10	25	50	100	200
<b>a</b>	32.984	41.553	50.496	57.414	64.333
<b>n</b>	0.7061	0.7061	0.3671	0.3671	0.3671

Tabella 6 - Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometriche ottenute con la distribuzione di tipo TCEV per il sottobacino 2

Sottobacino 3	Altezze di pioggia (mm)				
	1h	3h	6h	12h	24h
10	34.30	52.27	67.29	86.24	110.28
25	43.21	65.85	84.77	108.65	138.93
50	50.04	76.26	98.18	125.83	160.90
100	56.90	86.71	111.64	143.08	182.95
200	63.75	97.16	125.09	160.32	204.99

Tabella 7 - Altezze di pioggia [mm] calcolate per diverse durate e diversi periodi di ritorno per il sottobacino 3



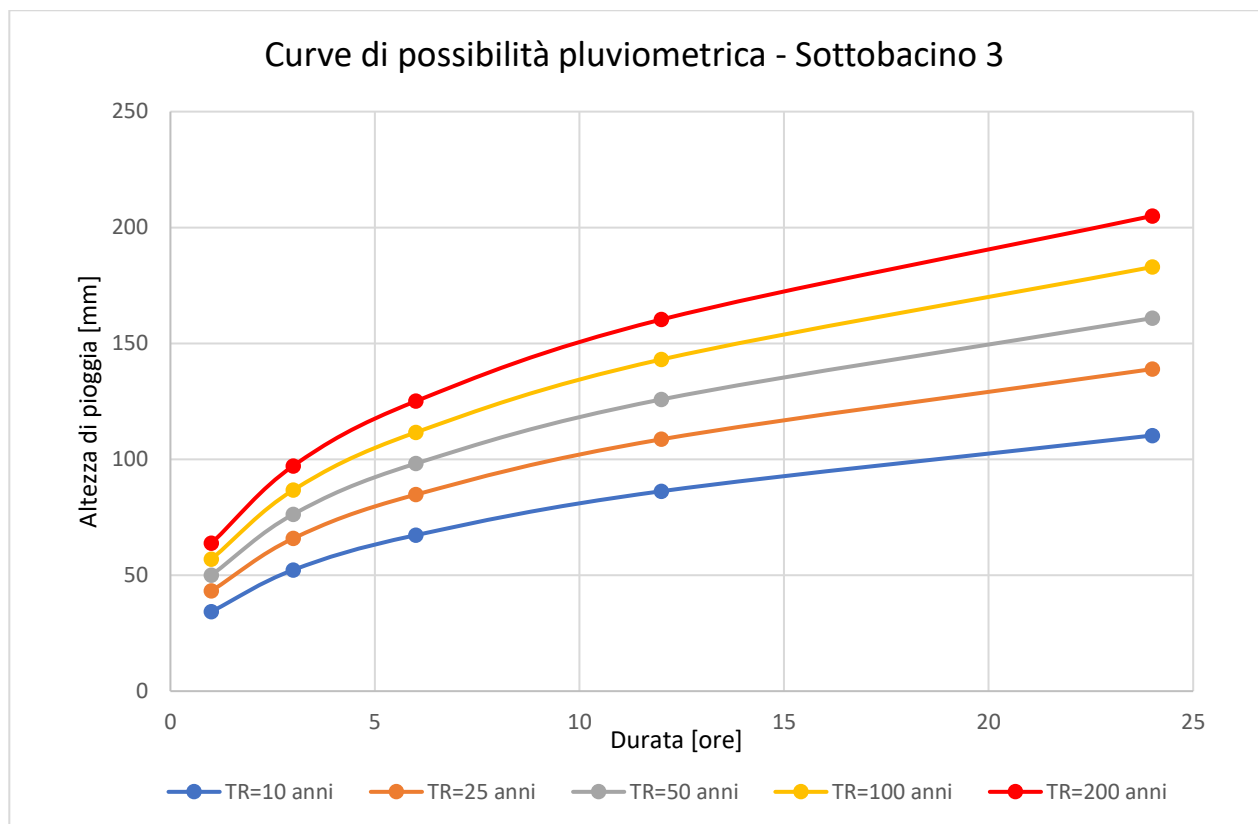


Figura 12 - Curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno stimati con l'approccio VAPI al II livello di regionalizzazione per il sottobacino 3

	TR (anni)				
	10	25	50	100	200
a	34.611	43.603	50.501	57.42	64.339
n	0.3671	0.3671	0.3671	0.3671	0.3671

Tabella 8 - Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometriche ottenute con la distribuzione di tipo TCEV per il sottobacino 3

Sottobacino 4	Altezze di pioggia (mm)				
	1h	3h	6h	12h	24h
10	33.96	51.91	66.94	85.92	109.99
25	42.79	65.39	84.33	108.24	138.57
50	49.55	75.74	97.67	125.36	160.49
100	56.34	86.11	111.05	142.54	182.48
200	63.13	96.49	124.43	159.71	204.47

Tabella 9 - Altezze di pioggia [mm] calcolate per diverse durate e diversi periodi di ritorno per il sottobacino 4

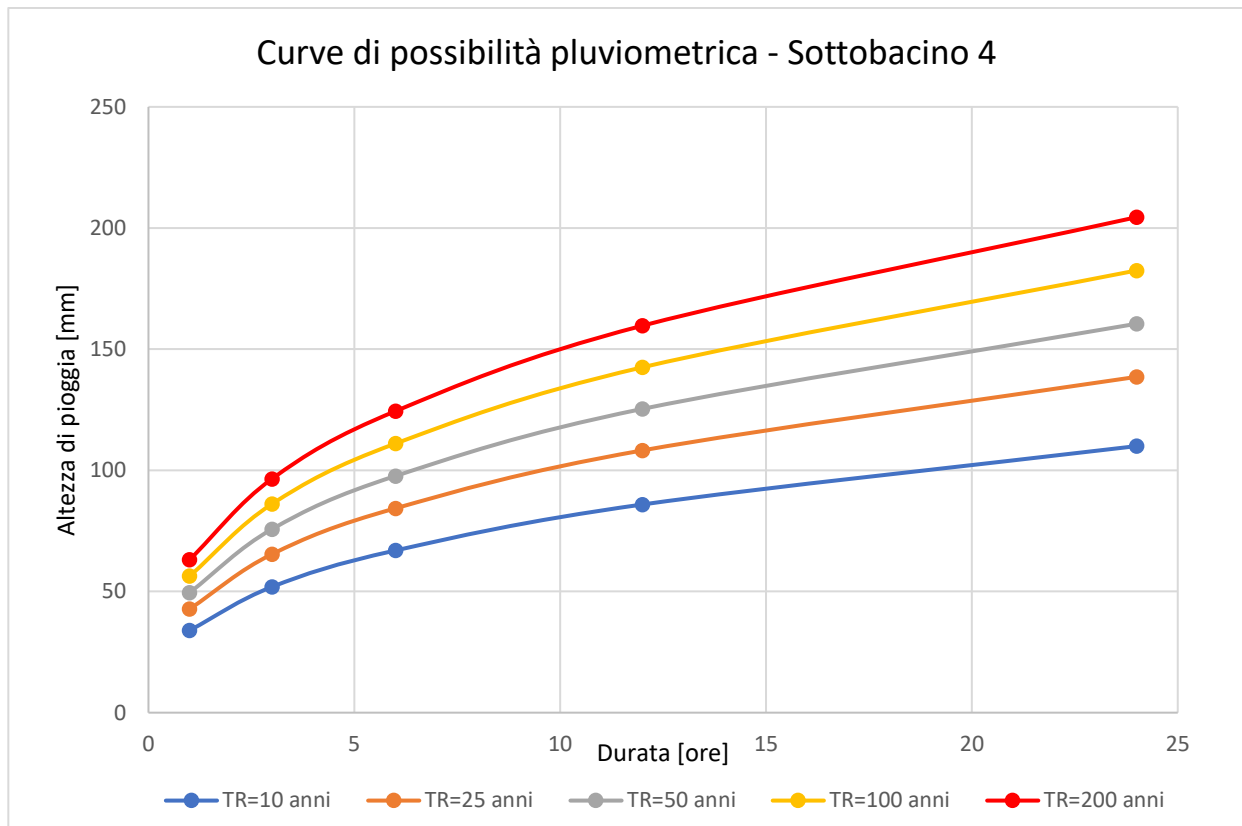


Figura 13 - Curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno stimati con l'approccio VAPI al II livello di regionalizzazione per il sottobacino 4

	TR (anni)				
	10	25	50	100	200
<b>a</b>	34.282	43.189	50.02	56.874	63.727
<b>n</b>	0.3694	0.3694	0.3694	0.3694	0.3694

Tabella 10 - Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometriche ottenute con la distribuzione di tipo TCEV per il sottobacino 4

Sottobacino 5	Altezze di pioggia (mm)				
	1h	3h	6h	12h	24h
10	34.29	52.25	67.28	86.23	110.27
25	43.19	65.83	84.76	108.64	138.92
50	50.03	76.24	98.17	125.82	160.89
100	56.88	86.69	111.62	143.06	182.93
200	63.73	97.14	125.07	160.30	204.98

Tabella 11 - Altezze di pioggia [mm] calcolate per diverse durate e diversi periodi di ritorno per il sottobacino 5

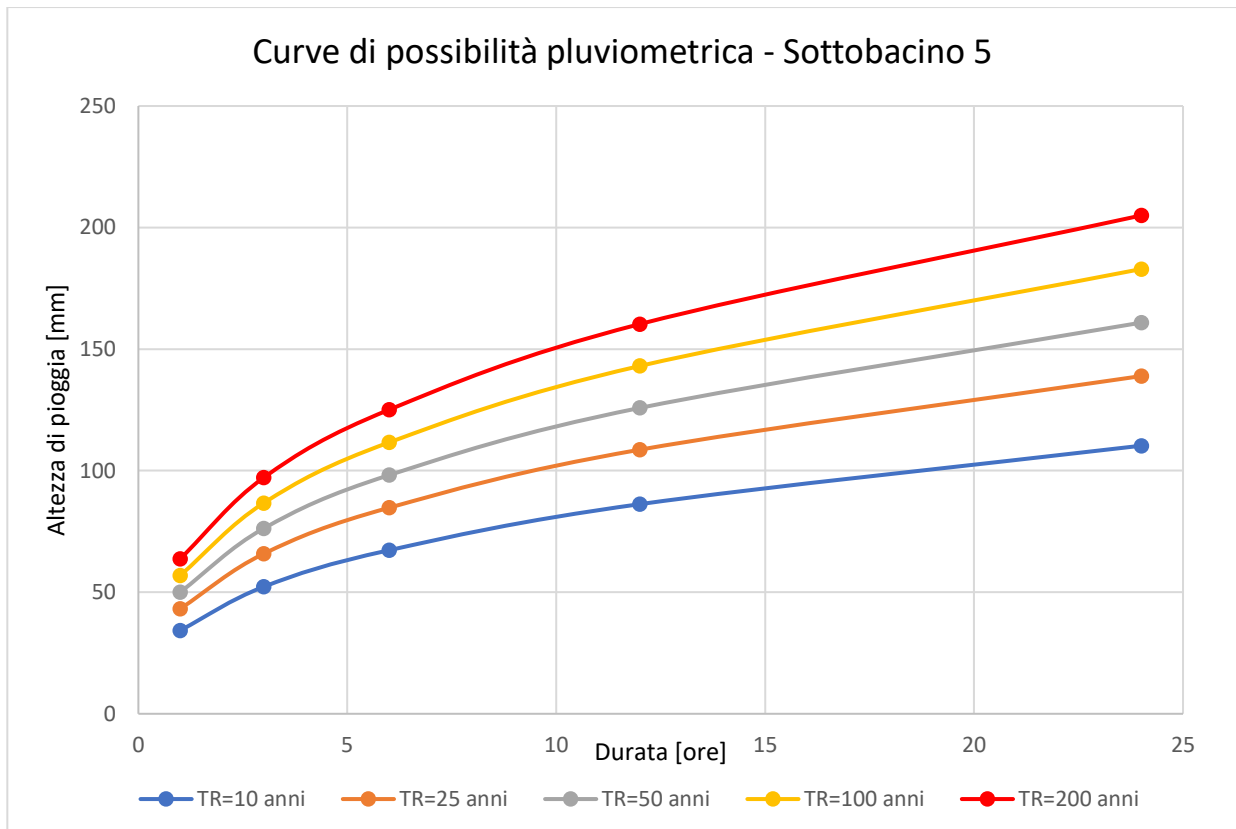


Figura 14 - Curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno stimati con l'approccio VAPI al II livello di regionalizzazione per il sottobacino 5

	TR (anni)				
	10	25	50	100	200
a	34.6	43.59	50.485	57.402	64.319
n	0.3671	0.3671	0.3671	0.3671	0.3671

Tabella 12 - Parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometriche ottenute con la distribuzione di tipo TCEV per il sottobacino 5



Green Power

Engineering & Construction



WE ENGINEERING

GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.15235.00.030.00

PAGE

28 di/of 28

## 7 Conclusioni

Sulla scorta di quanto illustrato nel presente studio è possibile affermare che:

- Le aree di progetto ricadono nel bacino idrografico del Fiume Biferno e in sottobacini idrografici per i quali è possibile stimare afflussi meteorici corrispondenti a diversi tempi di ritorno sulla base di un campione di dati pluviometrici costituito, in particolare, da serie storiche riferite ad eventi di massima intensità e di durata pari a 1, 3, 6, 12, 24 ore, disponibili con riferimento ad un periodo compreso tra il 1974 ed il 2006 nella stazione meteorologica di Palata, situata in prossimità dei sottobacini idrografici di interesse;

- Per quanto concerne l'analisi statistica degli estremi idrologici, essa è stata condotta per i sottobacini attraverso il metodo della TCEV con processo di regionalizzazione al secondo livello tramite VAPI;

- Attraverso il metodo della TCEV sono state calcolate le curve di possibilità pluviometrica e dunque i parametri  $a$  e  $n$  per tempi di ritorno pari a 10, 25, 50, 100, 200 anni per ciascuno dei sottobacini di interesse.

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido