



# REGIONE BASILICATA



## PROVINCIA DI POTENZA



COMUNE DI PIETRAGALLA



COMUNE DI POTENZA



COMUNE DI  
VAGLIO BASILICATA

Committente:

**EX**ENERGY s.r.l.

**GR**value

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO  
"PARCO EOLICO POGGIO D'ORO"

Titolo:

Relazione idrologica e  
idraulica

Tavola:

**A.3**

-Progettista Architettonico/Elettromecc.:

Ing. Paolo Battistella

-Consulenza Geologica:

Dott. Geologo Viviani

-Responsabile V.I.A.:

Arch. Antonio De Maio

-Studio Paesaggistico:



N°	REVISIONE	DATA	RED.	APPR.
1	Ottimizzazione	05/2021	-	-
0	Emissione	06/2019	-	-

Data:

Maggio 2021

## SOMMARIO

	1
1. PREMESSA	.2
2. IDENTIFICAZIONE DELL'AREA INTERESSATA.....	2
2.1. BACINO IDROGRAFICO BRADANO.....	3
2.2. BACINO DEL FIUME BASENTO.....	4
3. PLUVIOMETRIA.....	6
4. CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA (1-3-6-12-24 ORE).....	9
4.1. CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA (MODELLO PROBABILISTICO SU BASE REGIONALE TCEV). .9	
4.1.1. TERZO LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE.....	12
S. IDROMETRIA.....	17

## 1. PREMESSA

Nella presente relazione vengono riportati i dati idrologici raccolti per caratterizzare l'ambito in cui verrà realizzato un parco eolico nei comuni di Pietragalla - Potenza - Vaglio in Località "Barrata - Cozzo Staccata". I comuni interessati dal progetto ricadono all'interno del territorio dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale sede Basilicata e, nello specifico gli aerogeneratori saranno ubicati all'interno dei bacini idrografici del Fiume Bradano a N-NE e del Fiume Basento a S-SW.

Il bacino del fiume Bradano (sup.circa 3000 kmq) ricade per circa il 66% della sua estensione nella Regione Basilicata e per il restante 34% nella Regione Puglia mentre il bacino del fiume Basento (sup. circa 1535 kmq), è incluso totalmente nel territorio della Regione Basilicata.

## 2. IDENTIFICAZIONE DELL'AREA INTERESSATA

L'area in cui si intende realizzare il parco eolico in progetto ricade nella regione Basilicata, entro la provincia di Potenza e specificatamente si svilupperà in una zona che ricade nei territori dei comuni di Potenza e di Pietragalla mentre le sottostazioni saranno ubicate nel comune di Vaglio di B.

Nella tabella seguente si riportano le ubicazioni degli aerogeneratori che si intende installare.

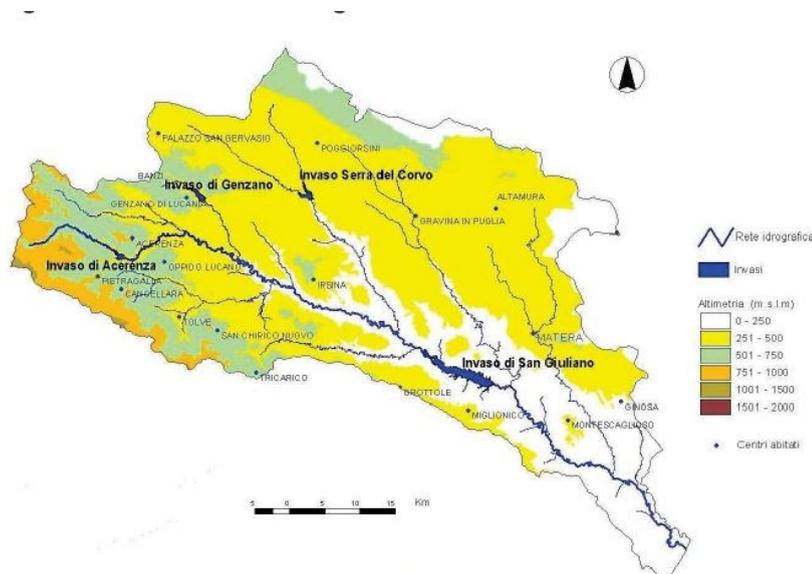
Numero WTG	Comune	Catasto		WGS84 UTM 33		Gauss-Boaga fuso est		Quota base torre	Quota TIP
		Fg	P.IIa	X	y	x	y		
1	Pietragalla	59	169	570981	4508756				
2	Pietragalla	54	85	570849	4509536				
3	Pietragalla	60	277	571932	4508712				
6	Pietragalla	59	401	571511	4509088				
7	Pietragalla	62	292	572684	4508286				
8	Potenza	7	114	571200	4505872				
9	Potenza	3	2270	568452	4508099				
10	Potenza	3	173	568224	4507468				
11	Potenza	3	671	568839	4507504				
12	Potenza	6	1290	570115	4507600				
Sottostazione	Vaio Basilicata	3	234	5774171	4504664				
Stazione Terna	Vaio Basilicata	3	261	577449	4504571				

Tabella 1: Identificazione dei punti in cui si intende ubicare gli aerogeneratori del parco eolico in progetto

Dal punto di vista idrologico, l'area si posiziona all'interno del territorio dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale sede Basilicata e, nello specifico gli aerogeneratori e la stazione del Parco ricadranno all'interno dei bacini idrografici del Fiume Bradano a N-NE e del Fiume Basento a S-SW.

## 2.1. BACINO IDROGRAFICO BRADANO

E' uno dei bacini maggiori detta Basilicata, avente superficie di 2735 Km<sup>2</sup> ed è il più a Nord di tutti quelli tu cani. E' separato da quello dei Basento dalle pendici meridionali dei monti Li Foi, Grande e Capoticchio, che, seguendosi l'un l'altro da Ovest verso Est, formano una catena continua, e dalla Puglia dal tavolato dette Murge.



Il vertice del bacino si trova sull'altura detta "Mandria Piano del Conte" a quota 828 m s.l.m. e da qui sulla destra lo spartiacque con direzione Nord - Sud, passando dal poggio Limitorio (788 m) raggiunge la "Toppa La Taverna" (1212 m), vetta comune con i bacini del

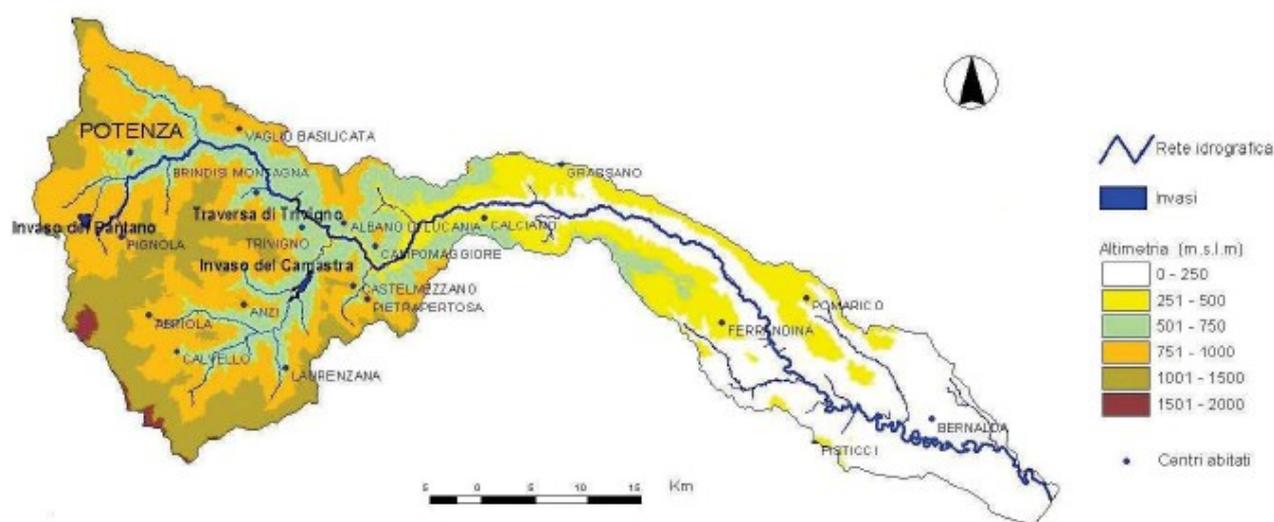
Basento, dei Sete e dett'Ofanto. Detto spartiacque acquista quindi un andamento verso Sud.Est e raggiunge subito la vetta di Monte S.Angeto (1126 m); percorre inseguito una lunga schiera di monti man mano degradanti te cui vette principati sono: la Serra Lappese (1014 m), i monti Pazzano (910 m) e Portigtione (806 m), il paese di Tricarico (698 m) te Serre Gravenese (474 m), il Pizzo Cotabarite (469 m), te alture et Tinto (273 m) di Buffatara (130 m) e di Campagnolo (110 m). Declina quindi verso la pianura e va asfociare netto Ionio.

Sulla sponda sinistra, dal predetto vertice dei bacino, lo spartiacque si inoltra a Nord passando per te Serre Carriere (1047 m) ed i monti Mezzomo fino al cotte Renara (794 m), dirigendosi poi a Sud - Est sul cotte dei paese di Forenza (762 m). Con un ampio arco ritorna verso Nord e prosegue sugli altopiani di S. Leonardo (500 m), raggiungendo il cotte a ponente di Palazzo San Gervasio (483 m); da questo scende al basso crinale che separa il Basentetto, affluente dei Bradano, dalla fiumara Matinetta, affluente dett'Ofanto. Da qui ascende te alture dette Murge, fino a quota 680 m dei M.te Caccia, per poi degradare man mano verso la pianura alluvionale e fiancheggiare l'alveo dei fiume stesso, terminando in mare La zona si presenta montuosa e di aspetto piuttosto aspro verso monte e sul versante destro, divenendo, poi, meno tormentata, regolare e con cotti tondeggianti, quindi quasi piana avvicinandosi atta foce. Sul versante sinistro, invece, dominano fin dal principio te zone pianeggianti, anche a quota piuttosto elevata, ma con il caratteristico andamento dette Murge di

declinare quasi di un tratto, costituendo sponde abbastanza ripide che in qualche punto sembrano tagliate artificialmente a gradini regolari. L'asta fluviale del Bradano ha una lunghezza di 116 Km e sottende uno dei bacini maggiori della Basilicata, il suo deflusso avviene quasi del tutto in territorio lucano, tranne un piccolo segmento, verso la foce che attraversa la Puglia a Sud di Ginosa.

## 2.2. BACINO DEL FIUME BASENTO

Il fiume Basento si sviluppa per 149 Km di lunghezza ed è il corso d'acqua più lungo a sud del Volturno. È un tipico corso d'acqua mediterraneo a carattere torrentizio. Presenta una morfologia caratterizzata da zone montuose e collinari e nella parte terminale è pianeggiante.



Ad occidente lo spartiacque in comune con quello del Sele, parte dalla Timpa d'Albano (1652 m s.l.m.) e tocca Serra della Criva (1368 m s.l.m.), i monti di Pignola (1004 m s.l.m.), dove sono situate le sorgenti del Basento (Fossa Cupa), i Monti S. Maria del Carmine (1070 m s.l.m.) e la Timpa La Taverna (1212 m s.l.m.), che rappresenta il punto di incontro degli spartiacque dei bacini del Sele, dell'Ofanto, del Bradano e del Basento. Procedendo verso est lo spartiacque comune tra Basento e Bradano passa per Monte S. Angelo (1126 m s.l.m.), la Serra Lappese (1014 m s.l.m.), il Monte Portiglione (806 m s.l.m.), per la Serra Gravenese (474 m s.l.m.), le alture del Tinto (273 m s.l.m.) digradando poi verso la costa ionica. Partendo dalla Timpa d'Albano lo spartiacque comune con il bacino dell'Agri, tocca le vette dei Monti Serra di Calvello (1568 m s.l.m.), Volturino (1835 m s.l.m.) fino a quello dell'Impiso (1310 m s.l.m.) che è comune agli spartiacque dei tre bacini Agri, Basento e Cavone. Da questo punto esso scende dolcemente verso il mare mantenendosi parallelo allo spartiacque di sinistra separando il bacino del fiume Basento da quello del Cavone. Il Basento presenta caratteristiche morfologiche diverse lungo il suo percorso. Infatti nella parte iniziale (Alto Basento) scorre tra le rocce modellate dall'erosione, attraversa la Città di Potenza per giungere fino alla

confluenza con il Torrente Camastra (Medio Basento), che rappresenta il maggiore affluente, e in corrispondenza dello Scalo di Grassano l'alveo si espande acquisendo caratteri morfologici alluvionali. Più a valle si giunge nella valle del Basento (Basso Basento) attraversando la zona industriale di Ferrandina e Pisticci, per poi giungere in corrispondenza della foce situata nel comune di Bernalda dove grazie alla realizzazione di impianti idrovori e tramite canali di bonifica, si ha il convogliamento delle acque verso il mare. Dal punto di vista geologico le formazioni affioranti sono poche. Si ritrovano rocce permeabilissime come i calcari madreporici a noduli di selce, del trias, calcari compatti cretacei e qualche lembo di dolomia. Nella tabella seguente si riporta l'ubicazione dei suddetti aerogeneratori nei rispettivi bacini idrografici.

NOME	Bacino idrografico	Vallone di riferimento	Affluente
WTG 1	BRADANO	Vallone Incornella	TORRENTE ROSSO
WTG 2	BRADANO	Vallone Incornella	TORRENTE ROSSO
WTG 3	BRADANO	Vallone Incornella	TORRENTE ROSSO
WTG 6	BRADANO	Vallone del Tomasiello/Vallone del Fico	TORRENTE ALVO
WTG 7	BRADANO	Vallone del Tomasiello/Vallone del Fico	TORRENTE ALVO
WTG 8	BASENTO	Vallone Carpine/ S. Gerardo	TORRENTE TIERA
WTG 9	BASENTO	Torrente Tiera	TORRENTE TIERA
WTG 10	BASENTO	Torrente Tiera	TORRENTE TIERA
WTG 11	BASENTO	Vallone Corrado	TORRENTE TI ERA
WTG 12	BASENTO	Vallone S. Gerardo	TORRENTE TI ERA
S.S.RE	BRADANO	Torrente Viggianello	TORRENTE ALVO

*Tabella 2: identificazione dei bacini idrografici e delle aste idriche di riferimento per ciascun cereo generatore.*

Nelle immagini seguenti si identifica l'area in cui si intende ubicare gli aereogeneratori sulla mappa redatta dall'Autorità di Bacino di Basilicata.

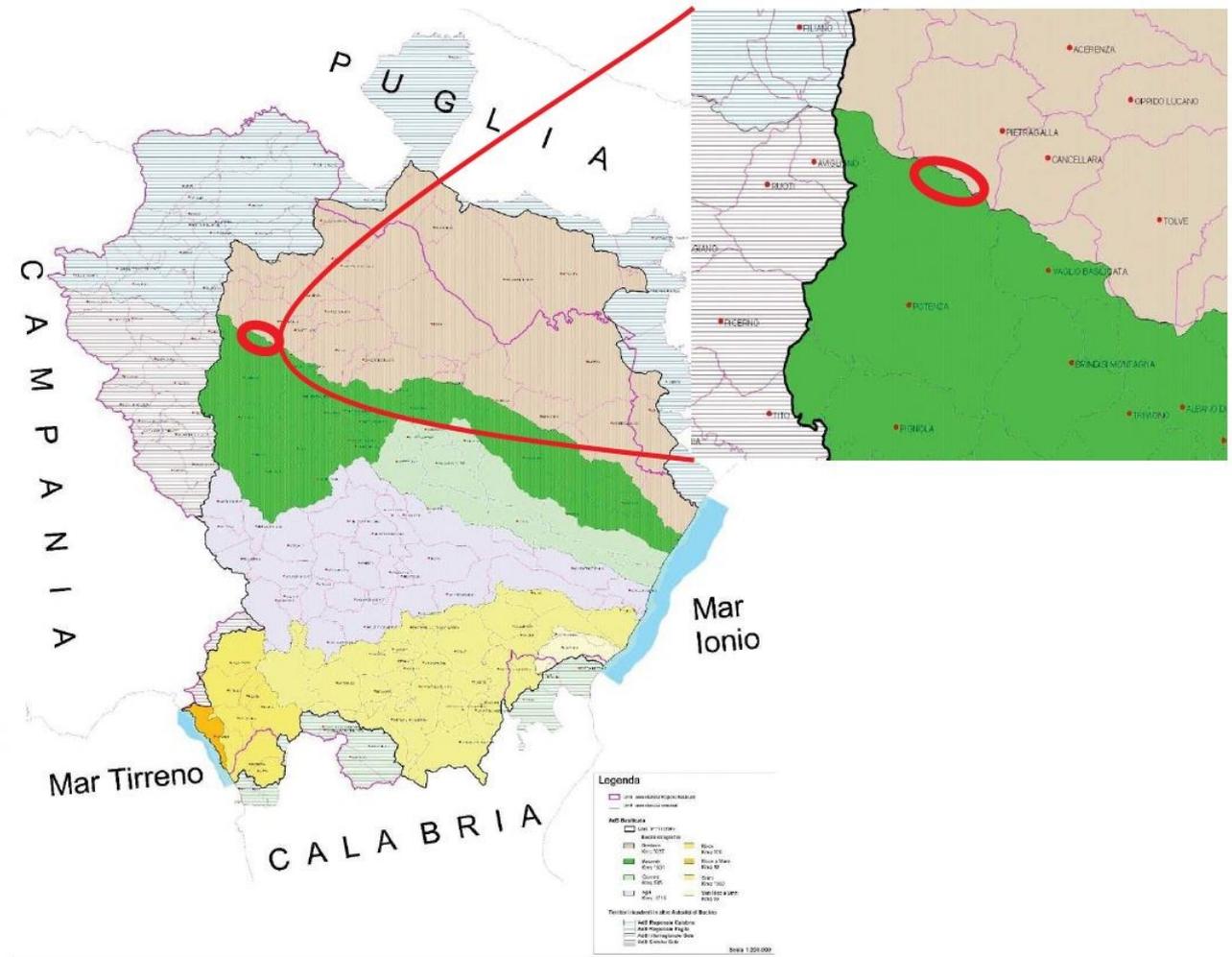
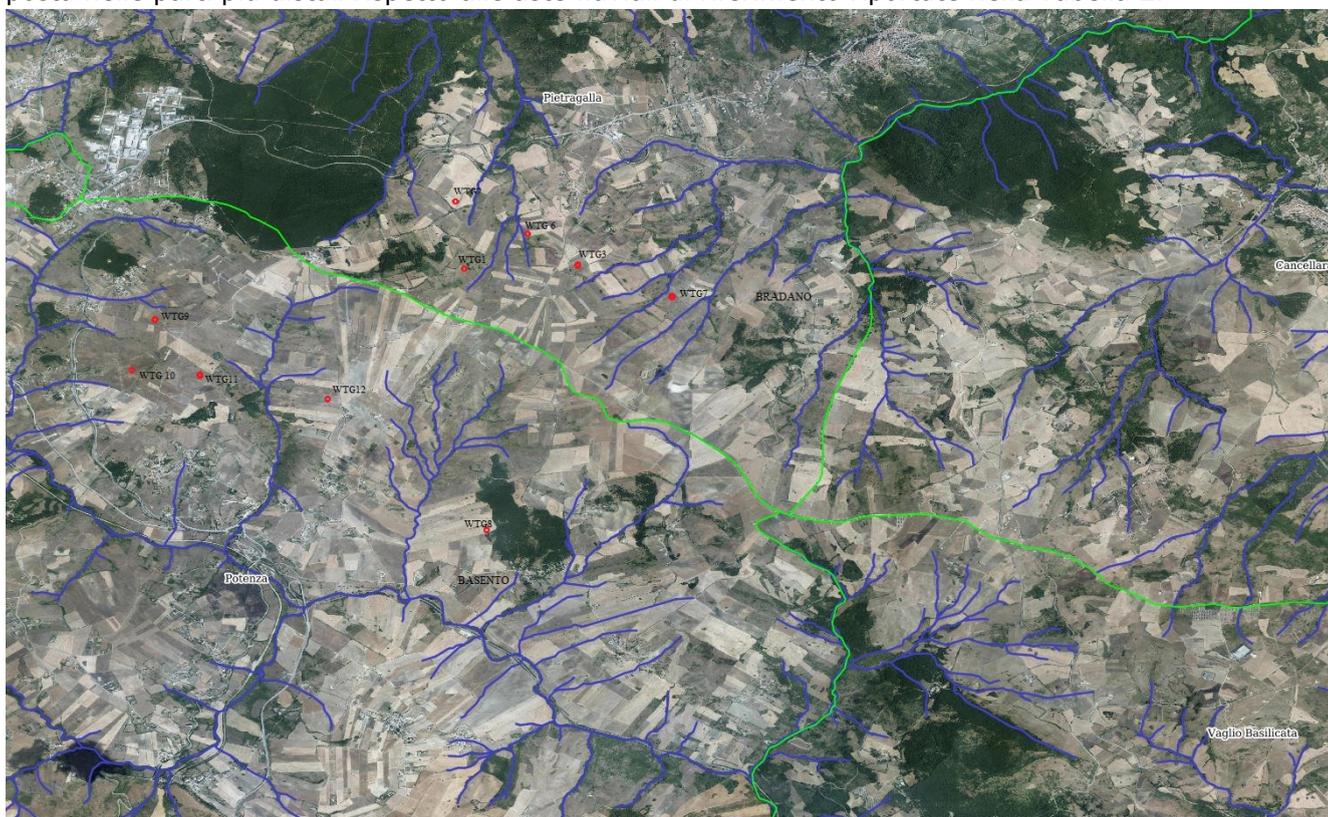


Figura 1: Area di ubicazione degli aerogeneratori sulla carta di identificazione dei bacini idrografici

Come si può evincere dalla seguente immagine satellitare, l'ubicazione degli aerogeneratori è posta nelle parti più distali rispetto alle aste fluviali di riferimento riportate nella Tabella 2.



*Figura 3: Identificazione degli aerogeneratori rispetto all'idrografia locale su foto satellitare*

### 3. PLUVIOMETRIA

La presente relazione idrologica è stata redatta sulla scorta dei dati idrologici presenti negli annali redatti dal **DIPARTIMENTO PER I SERVIZI TECNICI NAZIONALI SERVIZIO IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO NAZIONALE UFFICIO IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO DI CATANZARO** relativi al periodo 1988-1999.

Il comune di Vaglio di Basilicata e di Pietragalla purtroppo non sono dotati di una stazione termo pluviometrica storica e quindi gli annali idrologici non riportano dati relativi alle precipitazioni mensili e giornaliere e soprattutto non prevedono gli eventi estremi con ricorrenza temporale a 1, 3, 6, 12 e 24 ore. Gli unici dati in ingresso relativamente alla città di Pietragalla e Vaglio di Basilicata sono quelli relativi ad un lavoro sugli aspetti climatici e zone fitoclimatiche della Basilicata redatto da Cantore V. - Iovino E. - Pontecorvo G. da cui è possibile estrapolare, sulla base storica dei dati presenti, i valori medi delle precipitazioni annue e mensili nonché i giorni piovosi per ciascun mese.

Valori medi precipitazioni annue e mensili e giorni piovosi - Potenza (65 anni di osservazione)																													
Gen.		Feb		Mar		Aor		Mag		Giu		Lug		Ago		Set		Ott		Nov		Dic		TOTALE					
mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.		
93	11	77	10	67	10	66	9	60	8	42	6	24	3	33	4	56	6	74	10	101	10	97	11	790	98				
Valori medi precipitazioni annue e mensili e giorni piovosi - Pietragalla (30 anni di osservazione)																													
Gen.		Feb		Mar		Apr		Mag		Giu		Lug		Ago		Set		Ott		Nov		Dic		TOTALE					
mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.		
84	9	76	8	67	8	54	7	51	6	38	4	23	3	27	3	52	5	62	7	87	8	94	10	715	78				
Valori medi precipitazioni annue e mensili e giorni piovosi - Vaglio di Basilicata (64 anni di osservazione)																													
Gen.		Feb		Mar		Apr		Mag		Giu		Lug		Ago		Set		Ott		Nov		Dic		TOTALE					
mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.	mm	G.P.
84	10	75	8	64	8	56	7	52	6	43	5	26	3	29	3	55	5	73	8	89	9	93	11	739	83				
Precipitazioni medie mensili																													
Gen.	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Stazione																	
93	77	67	66	60	42	24	33	56	74	101	97	Potenza																	
84	76	67	54	51	38	23	27	52	62	87	94	Pietragalla																	
84	75	64	56	52	43	26	29	55	73	89	93	Vaglio di B.																	
Giorni piovosi mensili																													
Gen.	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Stazione																	
11	10	10	9	8	6	3	4	6	10	10	11	Potenza																	
9	8	8	7	6	4	3	3	5	7	8	10	Pietragalla																	
10	8	8	7	6	5	3	3	5	8	9	11	Vaglio di B.																	

Tabella 3: Identificazione dei dati pluviometrici storici per le stazioni di Potenza, Pietragalla, Vaglia di Basilicata

Come è possibile verificare dalle tabelle e dai grafici seguenti, seppure i valori medi di precipitazione ed il numero di giorni piovosi annui registrati per la stazione di Potenza siano maggiori rispetto a quelli registrati per le altre due stazioni, i trend tra le due stazioni sono confrontabili tra loro.

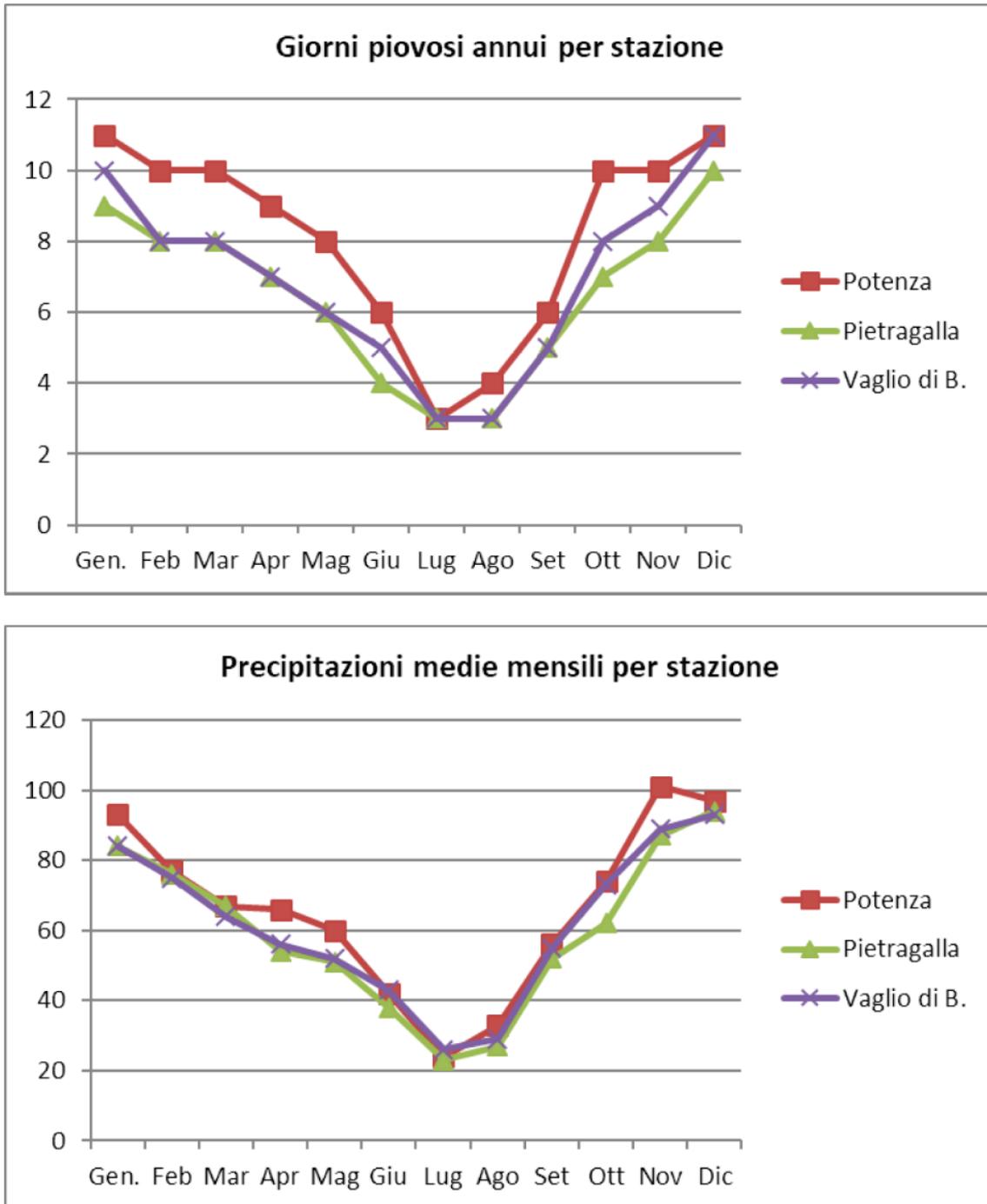


Figura 4: Giorni piovosi e precipitazioni medie mensili delle tre stazioni di riferimento

Sono stati oggetto di studio le criticità idrauliche che potrebbero manifestarsi in occasione di precipitazioni di forte intensità e per periodi di riferimento fino a 200 anni. Infatti il rischio idraulico

associato a fenomeni di esondazione attiene alle portate di piena che possono formarsi in occasione di eventi meteorici di particolare intensità, persistenza ed estensione territoriale.

Le situazioni di rischio sono pertanto riferite ad un concetto di probabilità di accadimento, normalmente misurata in termini di "tempo di ritorno" definito come il numero medio di anni per il quale la variabile considerata è statisticamente uguagliata o superata almeno una volta.

Per la valutazione delle curve di possibilità pluviometrica, si riporta la seguente metodologia:

**1) metodologia V.A.P.I sviluppata dal GNDCI (Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) Gruppo Nazionale di Difesa.**

Nell'ambito di tale metodo si è utilizzata l'informazione pluviografica raccolta dal Servizio Idrografico italiano elaborando tecniche di analisi statistica in scala regionale ed applicando la legge di distribuzione a doppia componente su tre livelli successivi di regionalizzazione.

**4.1. CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA (MODELLO PROBABILISTICO SU BASE REGIONALE TCEV)**

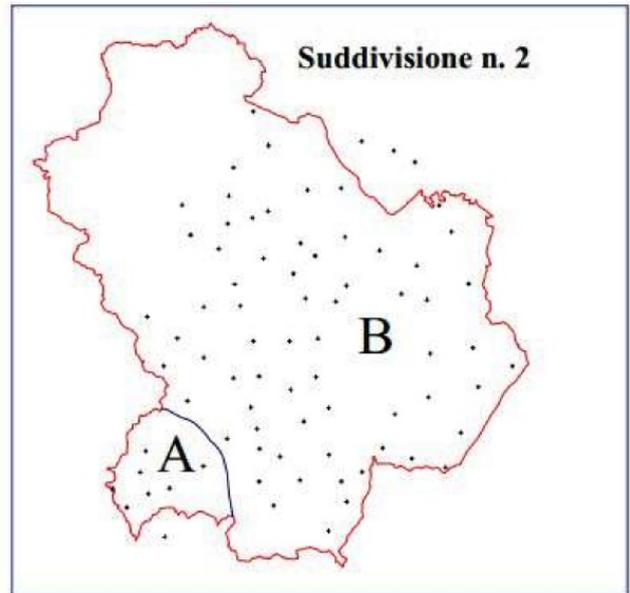
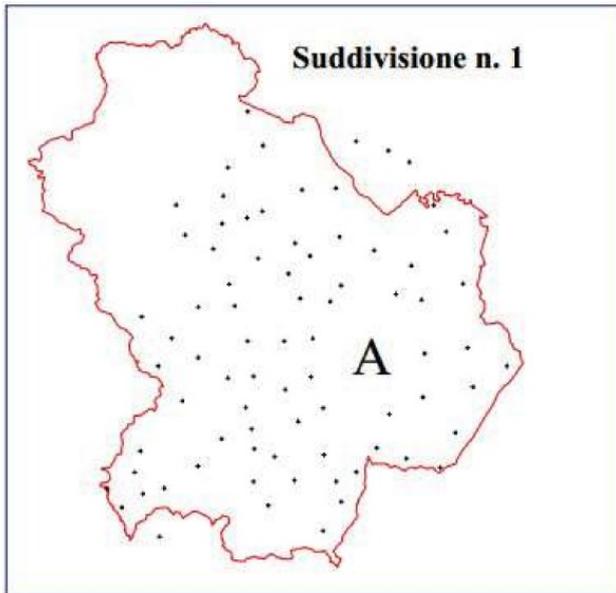
Nel primo livello di regionalizzazione, nell'ipotesi che la Basilicata fosse una zona pluviometrica omogenea si è testata l'applicabilità della legge di distribuzione TCEV (Two Component Extreme Value Distribution) o legge di distribuzione a doppia componente.

Il modello probabilistico su base regionale T.C.E.V. ipotizza la serie dei massimi annuali come provenienti da due diverse popolazioni di dati legati a due differenti fenomenologie meteorologiche. I valori estremamente più elevati degli altri (Outliers) ma rari e una componente base o ordinaria che assume valori non elevati ma frequenti. In pratica, per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della Legge TCE.V di ordine superiore al primo si è rappresentata la legge  $F(X_t)$  della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata  $X_t$  come prodotto tra il suo valor medio  $\mu(X_t)$  ed una quantità  $K(t)$ , detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno  $T$  e della durata  $t$  definito dal rapporto:

$$Kt, T = \frac{X_t, T}{\mu(X_t)}$$

La variabilità del fattore di crescita con la durata  $t$ , legata alla variabilità dei parametri della T.C.E.V. di ordine superiore al primo, è praticamente trascurabile, come segnalato in NERC (1975).

Al II livello sono invece presenti due sottostazioni omogenee (nord e sud-ovest) nelle quali è costante anche il valore del parametro  $\Lambda_1$ .



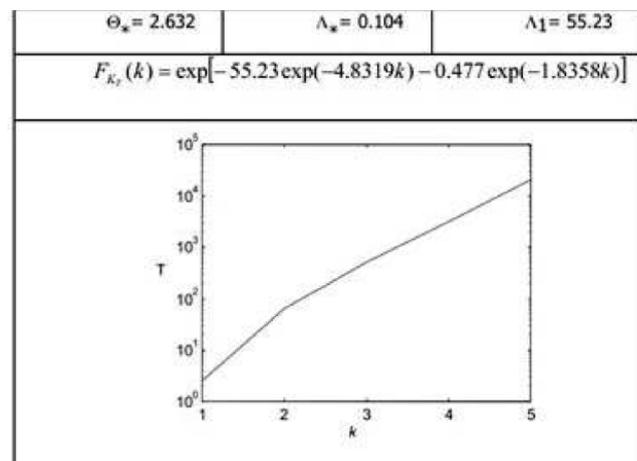
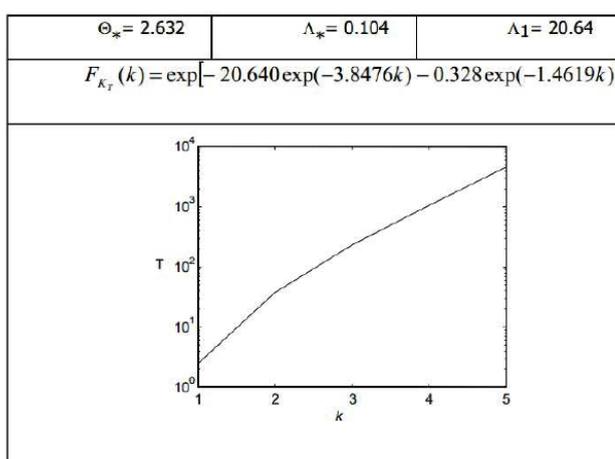
$$F_{kt}(K) = \exp \left[ -\Lambda_1 \exp \left( \frac{k}{\Theta} \right) \right] \quad \text{---}$$

in cui  $\Theta_2 = \Theta^* \Theta_1$  e  $\Lambda_2 = \Lambda^* \Lambda_1 t / \Theta^*$ , mentre il valore di  $\Theta_1$ , si ricava dalla relazione

$$\mu = E[K_T] = \Theta_1 \left[ \ln \Lambda_1 + 0.57722 \right] - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda_1^j}{j!} \Gamma(j / \Theta_1)$$

imponendo  $E(K_t) = 1$

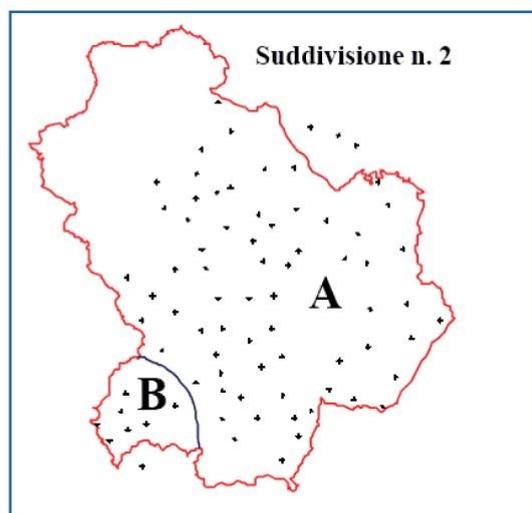
La relazione  $F=1-1/T$  tra probabilità cumulata di ritorno consente di determinare  $K_T = K_T(T)$ .



In pratica, la dipendenza dal periodo di ritorno è assegnata mediante la distribuzione di  $K_T$ , mentre i coefficienti della legge intensità-durata sono caratteristici della specifica zona in cui si trova il bacino.

La distribuzione del fattore di crescita è alla base della metodologia adottata nel progetto VAPI, che

fa riferimento ad un approccio di tipo probabilistico per la valutazione dei massimi annuali delle piogge e delle portate al colmo. Facendo riferimento all'informazione idrologica disponibile sul territorio, in termini di densità spaziale di stazioni di misura e di numerosità campionaria delle serie storiche, le altezze di precipitazione giornaliere, rilevate alle stazioni pluviometriche, il VAPI ha individuato due sottozone: una sottozona Nord composta da 70 (Sottostazione A) stazioni e ed una sottozona Sud-Ovest comprendente le rimanenti 8 (Sottostazione B).



Parametri regionali

Sottozona	L*	q*	L1	h
A	0.104	2.632	20.64	3.841

Tabella 3: Parametri della distribuzione di probabilità de/massimi annuali delle piogge in Basilicata

Tabella 4: Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge in Basilicata

Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata (DPC) all'interno della SZO pluviometrica omogenea previamente identificata, le elaborazioni del VAPI Basilicata hanno consentito di attribuire, per assegnato tempo di ritorno, a ciascuna sottozona valori costanti del fattore di crescita KT

T(anni)	2	5	10	20	25	30	40	50	100	200	500
KT (SZOA)	0.92	1.25	1.49	1.74	1.83	<b>1.90</b>	2.03	2.14	2.49	<b>2.91</b>	<b>3.50</b>
KT (SZOB)	0.97	1.10	1.20	1.30	1.34	1.37	1.42	1.46	1.61	1.78	2.02

Tabella 4: valori di crescita per sottozona e per tempi di ritorno

Il bacino idrografico di interesse ricade nella sottozona A, per cui, utilizzando il VAPI Basilicata, il coefficiente di crescita KT (funzione del periodo di ritorno) è stato così valutato:

**K30 = 1.90, K200 = 2.91 e K500 = 3.50.**

#### 4.1.1. TERZO LIVELLO DI REGIONALIZZAZIONE

Obiettivo del terzo livello di regionalizzazione dei massimi annuali delle piogge brevi è la definizione di relazioni utili alla stima di un parametro di posizione della distribuzione di probabilità

(generalmente la media) in un generico sito o come valore caratteristico di un'area. In assenza delle indicazioni su eventuali aree omogenee al III livello, l'analisi delle medie delle piogge brevi è stata effettuata identificando le isoiete  $x_t$ , per le diverse durate, utilizzando un metodo geostatico, il *kriging*.

Tale metodo, a differenza di altri, consente di interpolare tenendo conto della relazione fra la varianza campionaria e la varianza spaziale dei dati, secondo un approccio di tipo statistico. Utilizzando tale tecnica, conoscendo i dati relativi alle 55 stazioni pluviografiche considerate nella regione in esame, sono stati calcolati i valori della funzione casuale  $x_t$  in corrispondenza dei nodi di una griglia regolare. Tramite questi valori si sono tracciate le isolinee di  $x_t$ , per le durate  $d = 1, 3, 6, 12$  e  $24$  ore.

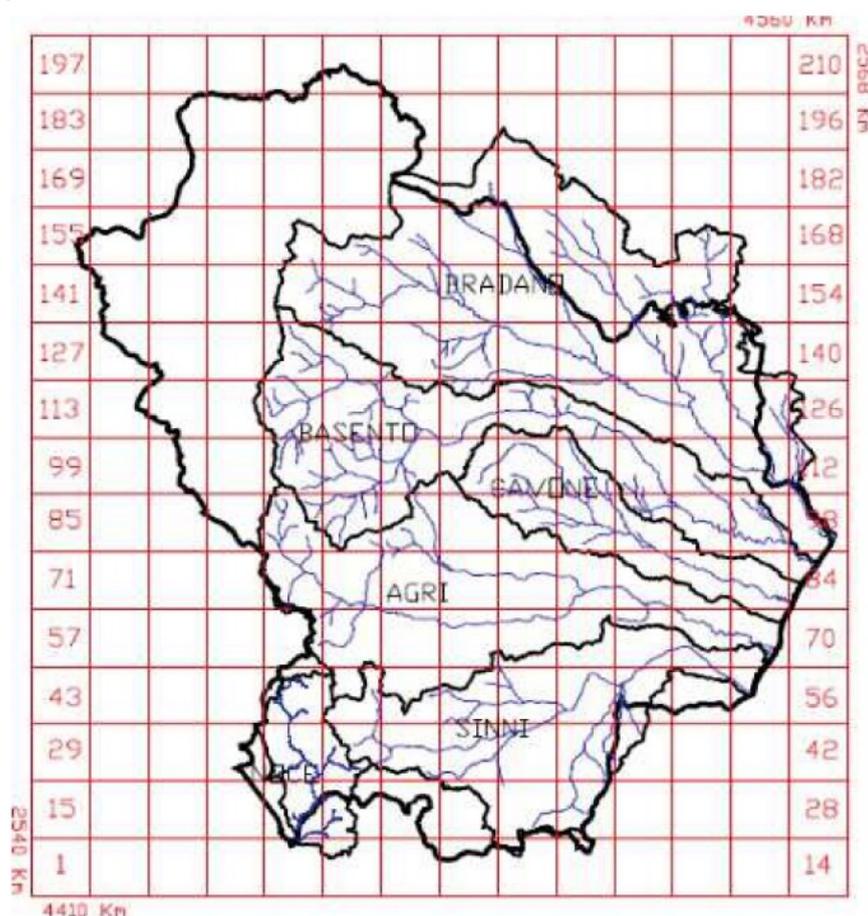


Figura 5: Divisione in celle del territorio regionale

$$x = a \cdot t^n$$

Per la determinazione del valore massimo di precipitazione di durata  $t$  per fissato periodo di ritorno  $T$  relativo all'intera area  $A$  del bacino sono necessari i seguenti elementi:

- il fattore di crescita  $K_t$  delle precipitazioni con il periodo di ritorno riferito all'area di esame;

- la legge di probabilità pluviometrica  $x$ ;
- il fattore empirico di riduzione delle piogge all'area (*fattore di riduzione areale*)

La curva di probabilità pluviometrica di un bacino viene quindi determinata a seguito di una operazione di media sui parametri  $a$  ed  $n$  della legge di pioggia, rappresentati attraverso curve isopara metriche.

Per effettuare la media spaziale in campo lineare è possibile passare ai logaritmi considerando Che:

Si è effettuata la media spaziale  $E[\log(\bar{x}_i)] = E[\log(a)] + \log(t)E[n]$

per tutti i bacini monitorati in passato dal SIMN in Basilicata, incluse le aree comprese tra sezioni successive lungo il corso d'acqua e per celle di 10 Km di lato che ricoprono l'intero territorio lucano.

Per i bacini sottesi dalle sezioni monitorate dal SIMN e le aree comprese tra successivi sottobacini vengono forniti, nel rapporto VAPI, i valori dei parametri  $a$  ed  $n$  relativi alle curve di probabilità pluviometriche medie areali. Sono invece riportati, sempre all'interno del rapporto VAPI, i valori medi di  $\log(a)$  e di  $n$  relativi alle celle rappresentate della griglia di suddivisione del territorio regionale ed identificate da una numerazione che procede da Ovest verso Est e da Sud verso Nord. Usando i valori medi di  $\log(a)$  e di  $n$  relativi alle celle, si può ottenere l'espressione della legge di pioggia ottenuta attraverso la media pesata dei suddetti valori tra le celle che ricoprono l'area stessa.

I valori dei coefficienti  $a$  ed  $n$  riportati sono relativi a medie spaziali degli stessi parametri calcolati in base alle registrazioni di pioggia puntuali nei siti di misura. Questa operazione di media non tiene però conto delle modificazioni che intervengono nel fenomeno di precipitazione in rapporto alla sua scala spaziale. Di fatto, andrebbe considerato che con l'aumentare dell'area del bacino aumenta la probabilità di non contemporaneità dell'evento di pioggia sulla sua superficie.

Di questo aspetto si tiene conto introducendo un fattore di riduzione (fattore di riduzione areale) direttamente dipendente dall'area  $A$  e che rappresenta il rapporto:

$$K(A,t,T) = \frac{I_A(t,T)}{I_p(t,T)}$$

tra  $I_A(t,T)$  il valore dell'intensità di pioggia areale, per assegnata durata  $t$  e fissato periodo di ritorno  $T$ , ed il corrispondente valore  $I_p(t,T)$  dell'intensità di pioggia puntuale o da esso direttamente derivato.

Da alcune analisi svolte sull'argomento (v.es. U.S. Weather Bureau, 1975-60), risulta che la dipendenza, valida in generale, tra il fattore di riduzione areale (ARF) ed il periodo di ritorno  $T$  non è particolarmente evidente, per cui nella pratica progettuale può essere trascurata.

Per tale motivo, l'espressione che lega l'A.R.F all'area del bacino  $A$  alla durata  $t$  della pioggia potrà essere del tipo:

$$K(A,t) = i - f_1(A)f_2(t)$$

in cui le funzioni  $f_1$  e  $f_2$  vanno specificate in modo empirico ma devono essere tali da soddisfare le uguaglianze  $f_1(A) = 0$  per  $A = 0$  e  $f_2(t) = 1$  per  $t = 0$

Adottando la formula del U.S Weather Bureau con i coefficienti ricavati per la Basilicata si ha:

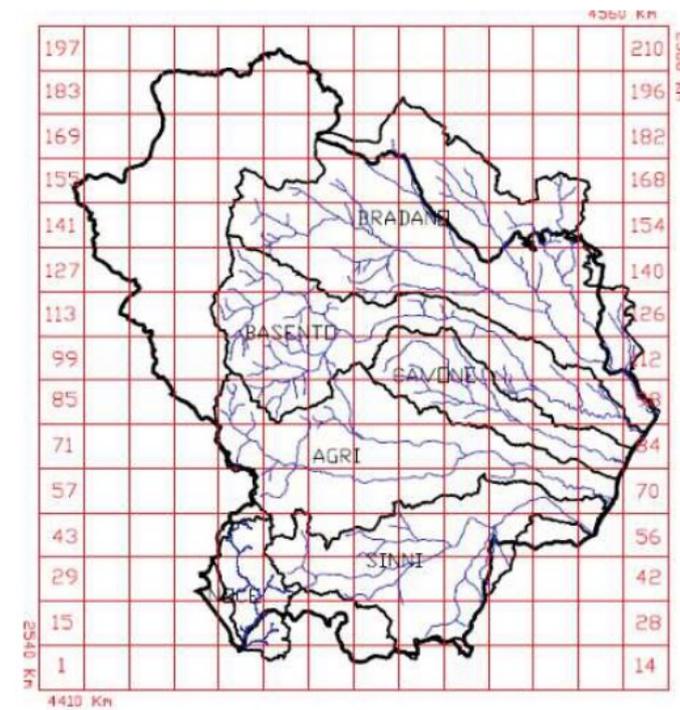
$$K(A,t) = 1 - \left(1 - e^{-A \cdot 2.1 \cdot 10^{-3}}\right) \left(e^{-0.53 \cdot t^{0.25}}\right)$$

Dove  $t$  è la durata della pioggia in ore,  $A$  è l'area del bacino in  $Km^2$

Adottando i risultati del VARI Basilicata la curva di probabilità pluviometrica relativa alla zona in cui ricade il parco eolico in progetto (**quadrato num 132**) è definito dalla seguente espressione:

a(mm/h)	1.324
n	0.298
N.cella	132

$$h(t,T) = K_T \cdot a \cdot t^n =$$



Atteso ciò, operando in favore di sicurezza, per la valutazione delle curve di possibilità pluviometrica (piogge intense) è stata utilizzata la stazione pluviometrica di Potenza. Come già descritto in precedenza, la stazione termo pluviometrica utilizzata per il calcolo delle portate di piena è quella di POTENZA, ricadente nel bacino idrografico del fiume Basento, posta ad una quota altimetrica di 811 m.s.l.m. alle coordinate: Lat: 40°38'12"; Long: 15°48'06" e, per il calcolo dei

parametri idrologici sono stati utilizzati i dati pluviometrici, riportati negli annali, riferiti a suddetta stazione.

Atteso ciò, si descrive brevemente quanto di seguito sarà esposto in forma numerica.

Nella seguente tabella si riportano i dati relativi alle registrazioni delle precipitazioni mensili nella stazione pluviometrica di riferimento nel periodo di cui sopra:

Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Totale	Anno
80,2	94,4	113,4	26,8	24,6	20		50,4	103,4	41,4	85	75	714,6	1988
12,2	70,4	46,6	56	39,8	38,6	107,2	32,8	62,2	70,4	50,6	66,2	653	1989
8,8	6,8	39,4	97,2	44,8	2,6	24,6	69,6	24	43,6	129	163,2	653,6	1990
54,2	44	15,6	182	40,4	4,4	31,8	39,4	41,4	62,8	113,4	50,4	679,8	1991
19,4	4,6	29,2	69,6	43	59,8	18,8	29,6	40,2	80,8	57	71,6	523,6	1992
21,2	44,6	64,2	69	72,6	18	2	3	57,4	53,8	93,6	106	605,4	1993
104,2	115	1,6	91	46,4	27,6	53,8	14,4	29,4	53,6	55,4	33,2	625,6	1994
39,4	45	135,8	55	37	14,8	36	69,6	75,4	6,2	51,4	107,4	673	1995
43,2	98,8	63,4	53,8	53,8	12,8	56,4	5	98,6	145,8	132,4	84,8	848,8	1996
	33,6	24,4	50,6	17,8	2,8	21,6	35,4	45	135,2	100,8	53,8	521	1997
71,6	78	55	31,6	61,2	24,8	0,8	42,2	115,4	68,2	88,8	68,6	706,2	1998
69,8	87	60,4	74	18,6	7	43,1	21,2	64,4	40,6	109,8	81,8	677,7	1999

Consultando tale tabella è possibile evincere che in alcuni anni i dati pluviometrici non sono completi e pertanto per cercare di rendere compatibile nel periodo temporale i dati, sono stati individuati i valori minimi, massimi e medi oltre alla deviazione standard.

Tali valori sono riportati nella tabella seguente:

Media	47,7	60,2	54,1	71,4	41,7	19,4	36,0	34,4	63,1	66,9	88,9	80,2	656,9
Minimo	8,8	4,6	1,6	26,8	17,8	2,6	0,8	3	24	6,2	50,6	33,2	521
Massimo	104,2	115	135,8	182	72,6	59,8	107,2	69,6	115,4	145,8	132,4	163,2	848,8
Dev. St.	29,7		37,0	38,9	15,7	16,1	28,4	21,0	28,6	37,7	28,5	32,3	83,5

Al fine di calcolare la portata massima di piena in un tempo di ritorno pari a 10 anni, è stato necessario rilevare, all'interno dei suddetti annali idrologici, i dati di precipitazione in intervalli temporali stabiliti (1h, 3h, 6h, 12h e 24h) e di seguito vengono riportati in tabella.

DATI PLUVIOGRAFICI					
(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)					
Stazione di:	Potenza	Latitudine:	40°38'12"	Longitudine	15°48'06"
Quota:	811 (m s.l.m.)		Numero di osservazioni:		N=8
Anno	t = 1 ora	t=3ore	t=6ore	t=12ore	t=24ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1988	25,80	26,40	31,20	48,60	60,00
1991	12,40	14,40	27,40	45,60	69,00
1992	17,60	23,60	31,00	31,80	31,80
1993	15,20	18,60	18,80	19,80	21,20
1994	16,60	28,20	29,80	43,80	48,20
1995	13,80	16,40	18,80	27,00	38,80
1998	28,80	47,00	49,60	52,00	55,80
1999	22,40	23,40	23,60	23,60	27,20

Al fine di regolare le altezze massime di pioggia, è stata effettuata un'analisi statistica dei dati pluviometrici, utilizzando il metodo di calcolo di GUMBEL con cui sono stati ottenuti i parametri seguenti:

<b>Tabella 1</b>		Valori per ciascuna durata $t$ , della media $m(h_t)$ , dello scarto quadratico medio $s(h_t)$ e dei due parametri $a_t$ e $u_t$ della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")				
N =	<b>8</b>	t = 1 ora t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore	
$\mu(h_t)$		19,08	24,75	28,78	36,53	44,00
$\sigma(h_t)$		5,93	10,19	9,81	12,42	16,97
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0,22	0,13	0,13	0,10 0,08	
$U_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		16,40	20,16	24,36	30,93	36,36

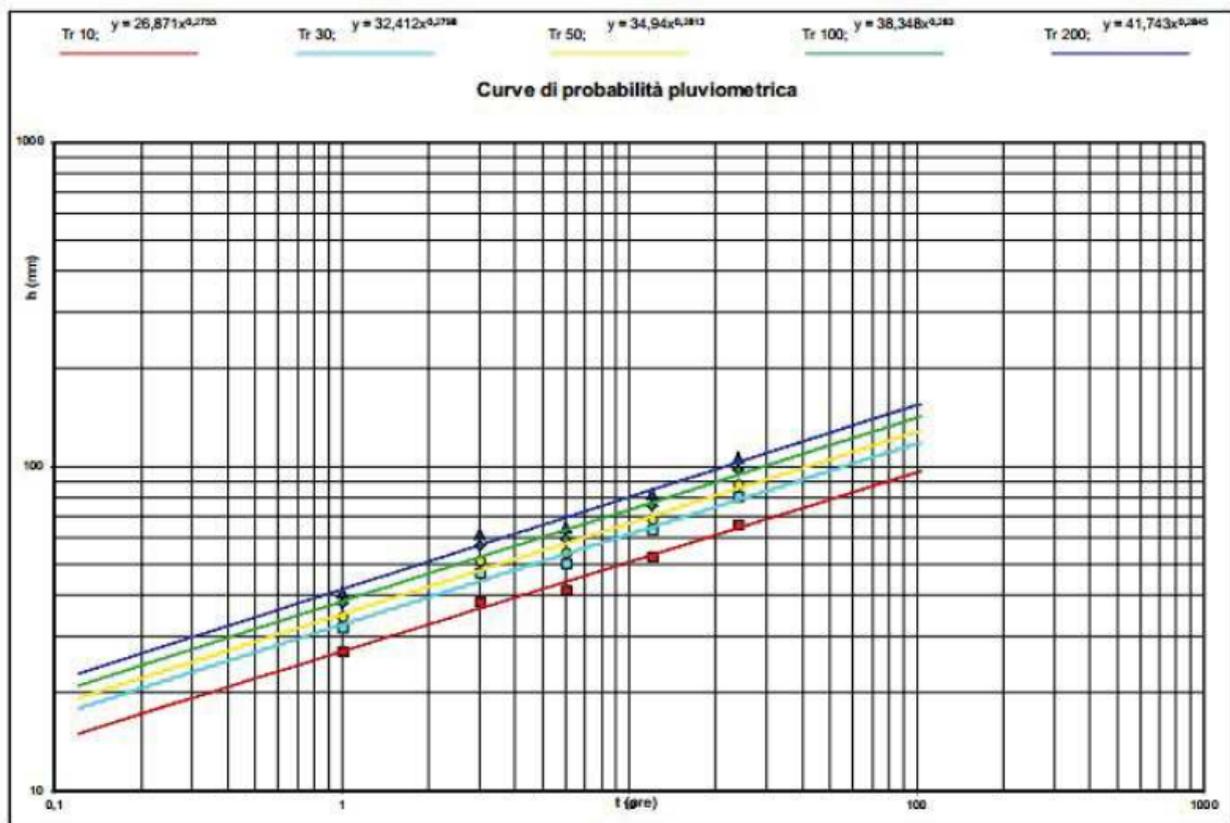
<b>Tabella 2</b>						
Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)						
Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	$h_{max} =$	26,81	38,04	41,56	52,73	66,13
30 anni	$h_{max} =$	32,06	47,05	50,23	63,70	81,13
50 anni	$h_{max} =$	34,45	51,17	54,19	68,72	87,97
100 anni	$h_{max} =$	37,68	56,71	59,52	75,48	97,21
200 anni	$h_{max} =$	40,90	62,24	64,84	82,21	106,41

Fatto questo è stato possibile individuare, mediante la legge di pioggia ed il tempo di ritorno

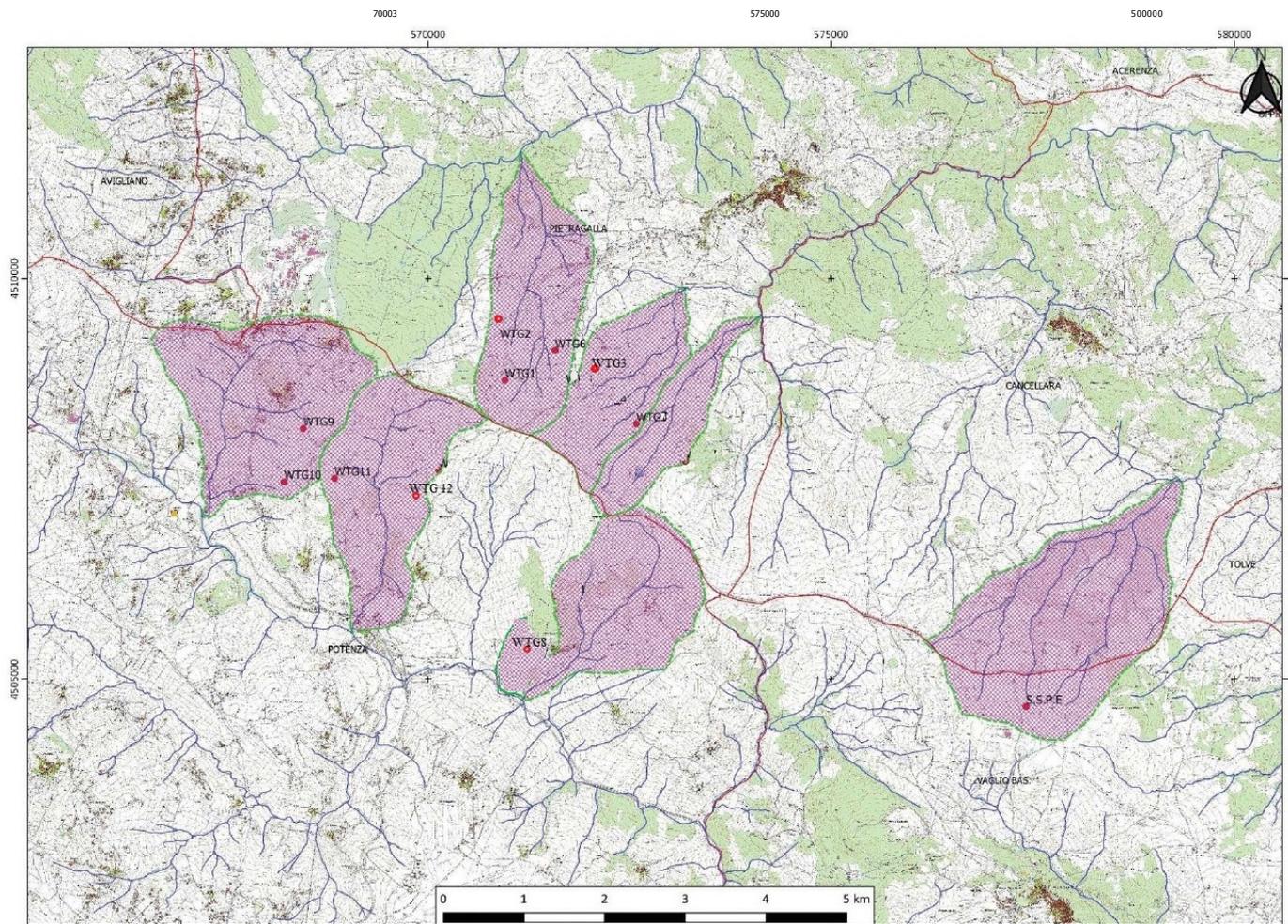
stabilito, le curve di probabilità pluviometrica.5

Tabella 3 -		
Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$	
10 anni	→	$h=26,871xt^{0,2755}$
30 anni →	→	$h=32,412xt^{0,2798}$
50 anni	→	$h=34,94xt^{0,2813}$
100 anni	→	$h=38,348xt^{0,283}$
200 anni	→	$h=41,743xt^{0,2845}$

### 5. IDROMETRIA



Tutti gli aerogeneratori e la stessa stazione sono ubicati all'interno di piccoli bacini idrografici e sono posti a quote prossime a quelle massime dei bacini idrografici di riferimento e pertanto a monte di aste di 1 ordine gerarchico che solo nei periodi di intensa piovosità possono presentare evidenza di acqua.



Nella tabella sottostante si identificano i caratteri morfometrici di ciascun bacino idrografico in cui ricadono gli aerogeneratori e la stazione del parco indicando l'estensione areale del bacino la quota minima e la quota massima dello stesso.

NOME	Quota [m.s.l.m.]	Bacino idrografico	Vallone di riferimento	Area bacino [Km2]	Quota massima [m.s.l.m.]	Quota minima [m.s.l.m.]	Affluente
WTG 1		BRADANO	Vallone Incornela	4,4	1005,9	585	Torrente Rosso
WTG 2							
WTG 3							
WTG 6							
WTG 7		BRADANO	Vallone del Fico	2,0	1015	670	Torrente Alvo
WTG 8		BASENTO	Vallone Carpine	4,2	1031	680 m	Torrente Tiera
WTG 9		BASENTO	Vallone Carpine	4,2	725	982	Torrente Tiera
WTG 10							
WTG11		BASENTO	Vallone Corrado	4,7	1015	705	Torrente Tiera
WTG 12							
S.S.RE.		BRADANO	Torrente Viggianello	4,4	1050	630 m	Torrente Alvo

Tabella 4: identificazione degli aerogeneratori all'interna dei relativi bacini idrografici di riferimento.

Come si evince dalla tabella sovrastante gli aerogeneratori e la stazione sono tutti posizionati ad una quota topografica prossima alla quota massima del bacino idrografico di riferimento e pertanto, non essendo presenti interferenza con la stessa rete idrografica, qualsiasi intersezione con impluvi non determinerebbero portate idriche apprezzabili.

Data :11/05/2021

Il tecnico