

REGIONE  
PUGLIA



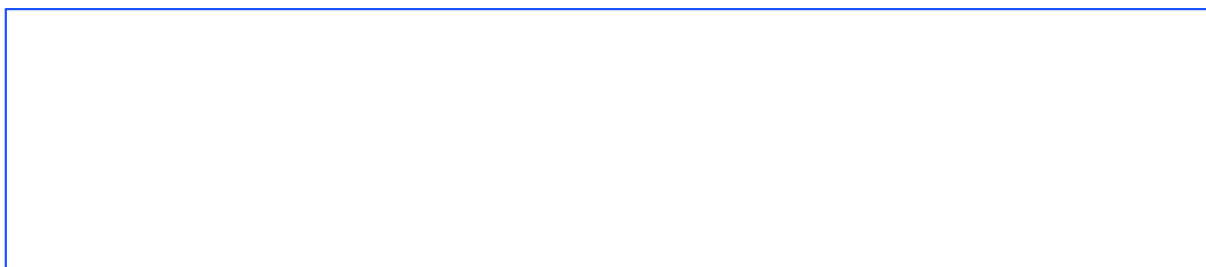
Comune  
di Sant'Agata di Puglia



Comune  
di Candela



Comune  
di Deliceto



Committente:

# RWE

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.  
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma  
P.IVA/C.F. 06400370968

Titolo del Progetto:

## PARCO EOLICO "SERRA PALINO"

CODICE PRATICA  
PDDIDD8

Documento:

### PROGETTO DEFINITIVO

Richiesta Autorizzazione Unica ai sensi del D. Lgs. 387 del 29/09/2003

N° Documento:

### PESPA-P08

ID PROGETTO:	PESPA	DISCIPLINA:	C	TIPOLOGIA:	RT	FORMATO:	A4
--------------	-------	-------------	---	------------	----	----------	----

Elaborato:

### RELAZIONE IDROLOGICA

FOGLIO:	1 di 24	SCALA:	/	Nome file:	PESPA-P08-1
---------	---------	--------	---	------------	-------------

Progettazione:



**Hydro Engineering s.s.**  
di Damiano e Mariano Galbo  
via Rossotti, 39  
91011 Alcamo (TP) Italy

Progettisti:

(Ing. Mariano Galbo)



Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0	Novembre 2019	PRIMA EMISSIONE	EG	VF	MG
1	Novembre 2021	MODIFICA POSIZIONI WTG	EG	VF	MG



<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b> .....	<b>4</b>
<b>3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1. ANALISI IDROGRAFICA NELL'AREA DELL'IMPIANTO</b> .....	<b>9</b>
1.1.1 <i>Interazione tra la viabilità ed i bacini idrografici</i> .....	<i>11</i>
<b>4. INFORMAZIONE IDROLOGICA</b> .....	<b>13</b>
<b>4.1. METODO TCEV PUGLIA</b> .....	<b>13</b>
<b>4.2. CALCOLO DELLA C.P.P.</b> .....	<b>18</b>
<b>4.3. PIOGGE BREVI</b> .....	<b>20</b>

## 1. PREMESSA

La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata, dalla società RWE RENEWABLES ITALIA SRL, di redigere il progetto definitivo relativo alla costruzione di un parco eolico, composto da n. 8 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6,00 MW, per una potenza complessiva di 48,00 MW, da ubicarsi in località "Serra Palino" del Comune di Sant'Agata di Puglia e in località "Ischia dei Mulini" del Comune di Candela con opere di connessione in località "La Marana" del Comune di Deliceto in Provincia di Foggia.

L'aumento delle emissioni di anidride carbonica e sostanze inquinanti, legato allo sfruttamento delle fonti energetiche convenzionali, connesso anche alla disponibilità limitata delle riserve di combustibili fossili, ha creato negli operatori del settore energetico una crescente attenzione per lo sfruttamento delle fonti energetiche, cosiddette rinnovabili, per la produzione di elettricità. A seguito di approfonditi studi è stato individuato nell'area denominata "Serra Palino" un sito di interesse eolico. Saranno pertanto realizzate le infrastrutture necessarie alla costruzione del parco stesso e per lo sfruttamento dell'energia elettrica prodotta.

La **presente relazione** ha come obiettivo

- (i) l'analisi dell'interazione tra le opere in progetto ed il reticolo idrografico esistente
- (ii) la redazione dello studio idrologico propedeutico alla progettazione delle opere idrauliche per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche dalle superfici stradali e dalle piazzole del parco eolico in oggetto.

La relazione in oggetto, oltre il presente capitolo, è composta da ulteriori n°3 capitoli, di cui di seguito un breve riepilogo:

- *Capitolo 2 – Inquadramento territoriale:* vengono riportate le informazioni necessarie per l'individuazione cartografica del sito.
- *Capitolo 3 – Inquadramento idrografico:* illustra la posizione del parco rispetto ai bacini idrografici esistenti e le caratteristiche principali di tali bacini.
- *Capitolo 4 – Informazione idrologica:* analisi dei dati esistenti per la stima della curva di probabilità pluviometrica di progetto.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto insisterà nei territori dei Comuni di Sant'Agata di Puglia, Candela e Deliceto.

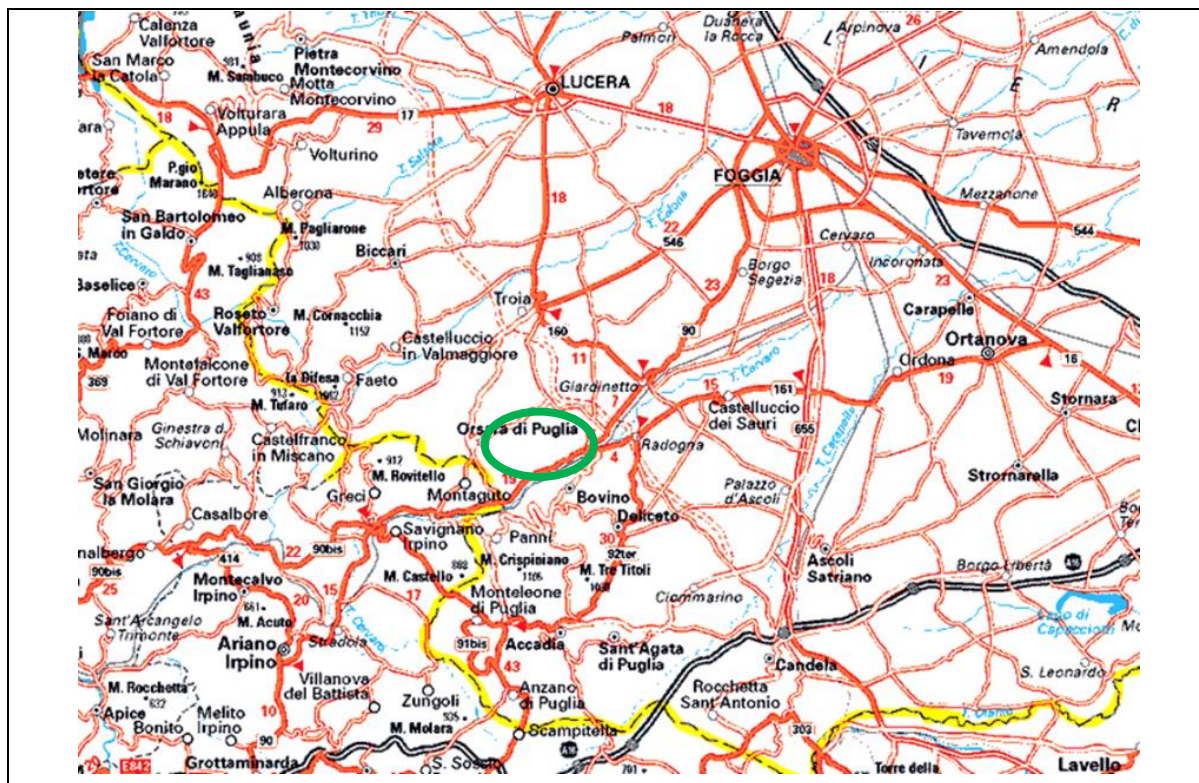


Fig.1 Inquadramento dell'impianto eolico in progetto

In particolare,

- nel Comune di Sant'Agata di Puglia saranno installati 4 aerogeneratori, recanti le seguenti sigle PESPA04, PESPA05, PESPA06 e PESPA07,
- nel Comune di Candela saranno installati 4 aerogeneratori, recanti le seguenti sigle, PESPA01, PESPA02, PESPA03 e PESPA08.
- nel Comune di Deliceto sarà ubicata la sottostazione elettrica

Dal punto di vista cartografico, le opere ricadono all'interno delle seguenti cartografie e Fogli di Mappa:

- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, di cui alle seguenti codifiche "175IV-S-175III-NO".
- Carta tecnica regionale CTR, scala 1:10.000, fogli n° fogli n. 421142, 434021, 434022, 434033, 434034;
- Sant'Agata di Puglia – Fogli di mappa catastali n.11-12-13-14
- Candela – Foglio di mappa catastale n. 2,3,4,5.
- Deliceto - Foglio di mappa catastale n. 42.

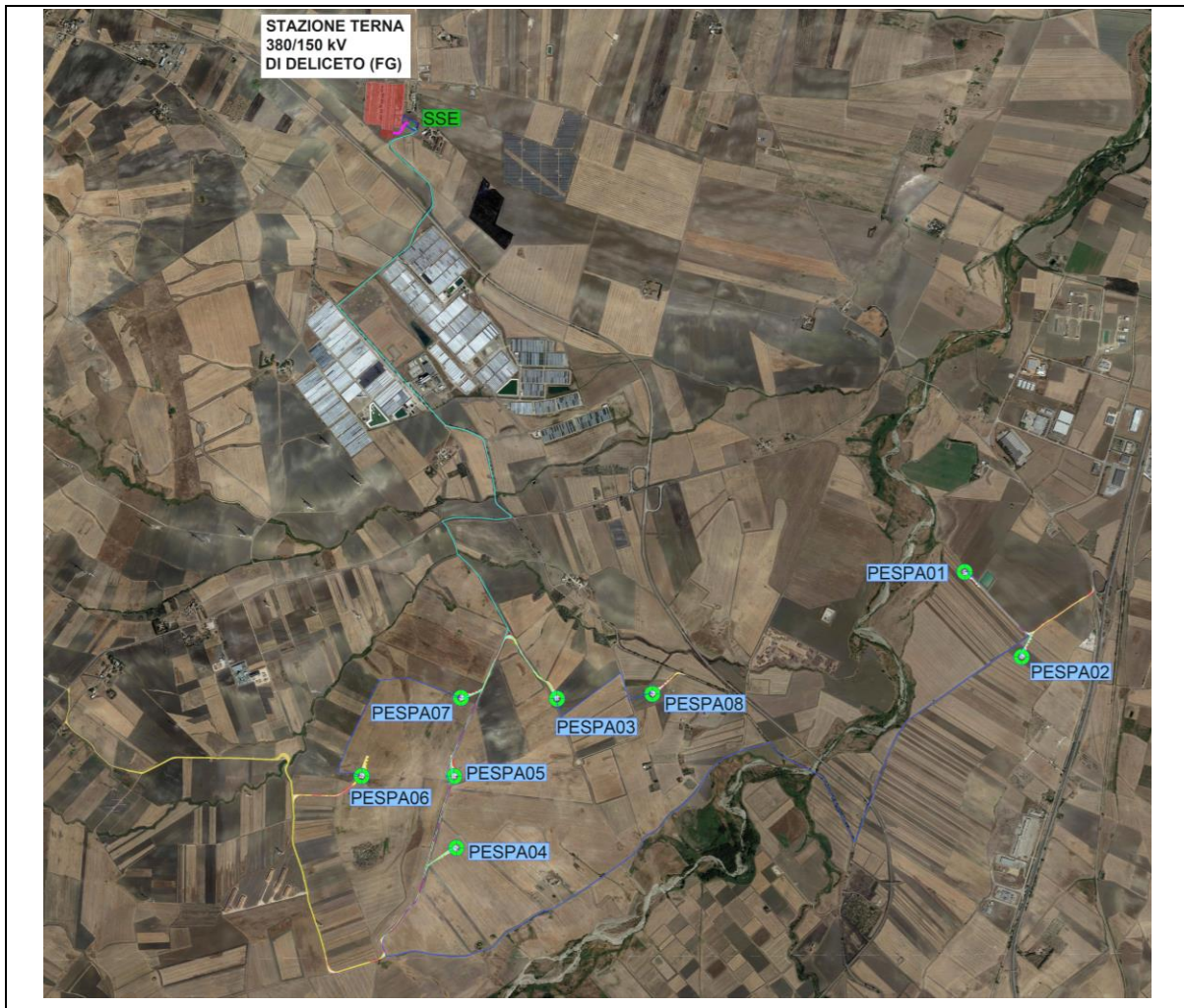


Fig.2 Inquadramento viario

Solamente per il sorvolo dell'aerogeneratore PESPA01 e per modesti allargamenti provvisori viene interessato il Comune di Ascoli Satriano.

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 dei nuovi aerogeneratori:

**Tabella 1** Coordinate assolute degli aerogeneratori nel sistema UTM WGS84

WTG	E	N
PESPA01	543.743	4.559.906
PESPA02	544.147	4.559.303
PESPA03	540.855	4.559.007
PESPA04	54.0142	4.557.950
PESPA05	540.126	4.558.458
PESPA06	539.470	4.558.459
PESPA07	540.174	4.559.014
PESPA08	541.531	4.559.041

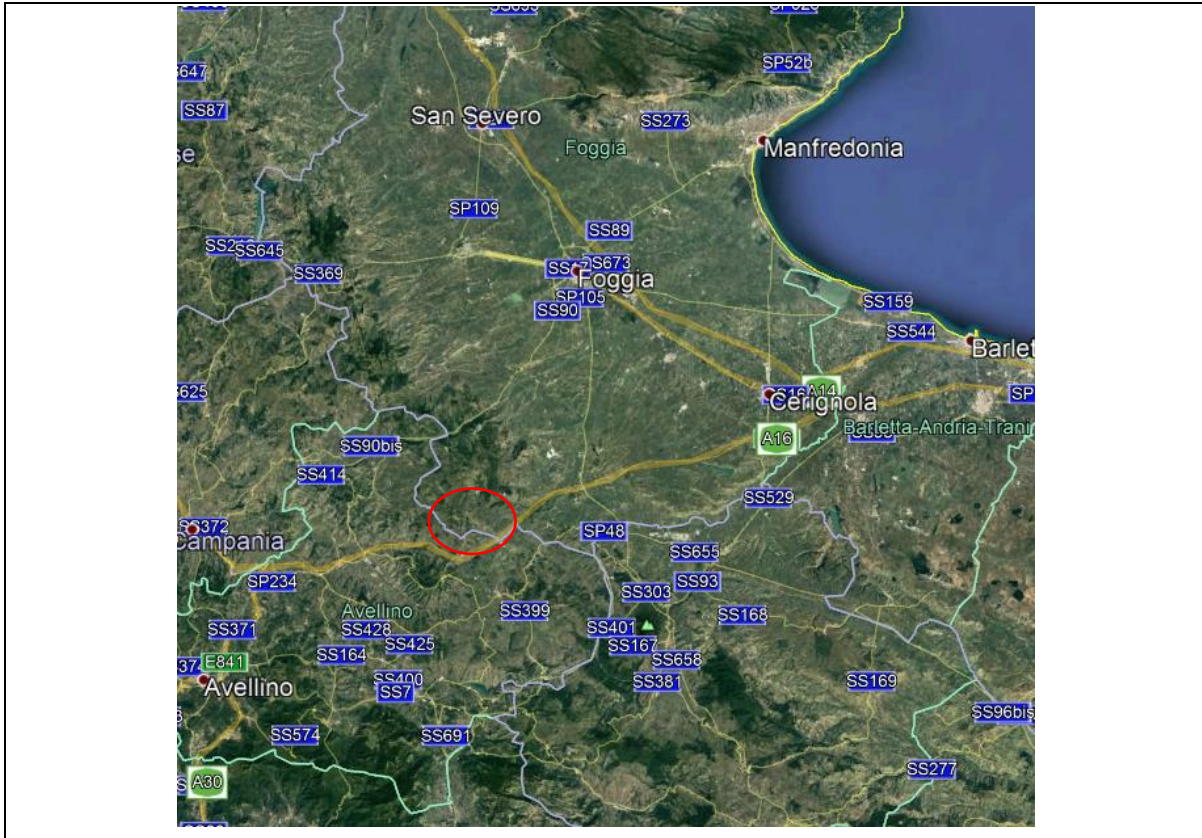


Fig.3 Inquadramento satellitare del sito

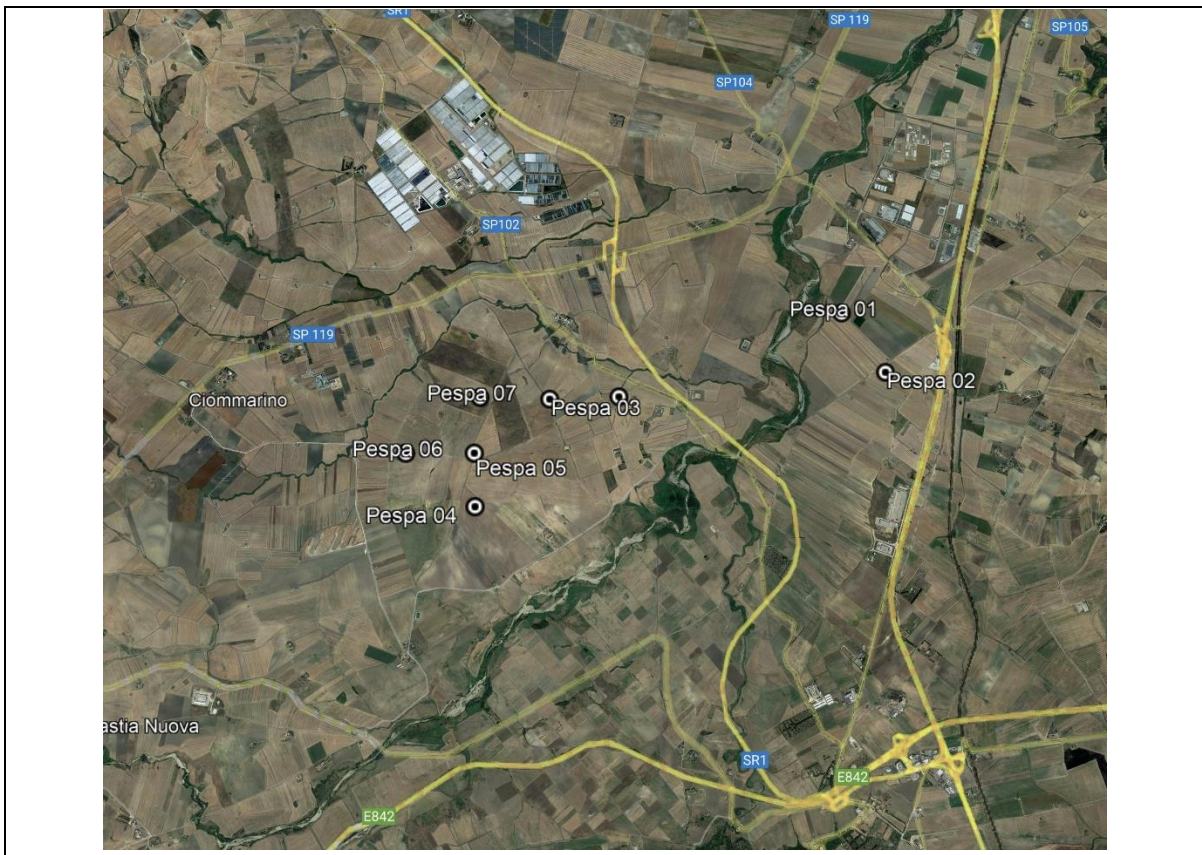


Fig.4 Inquadramento satellitare delle torri

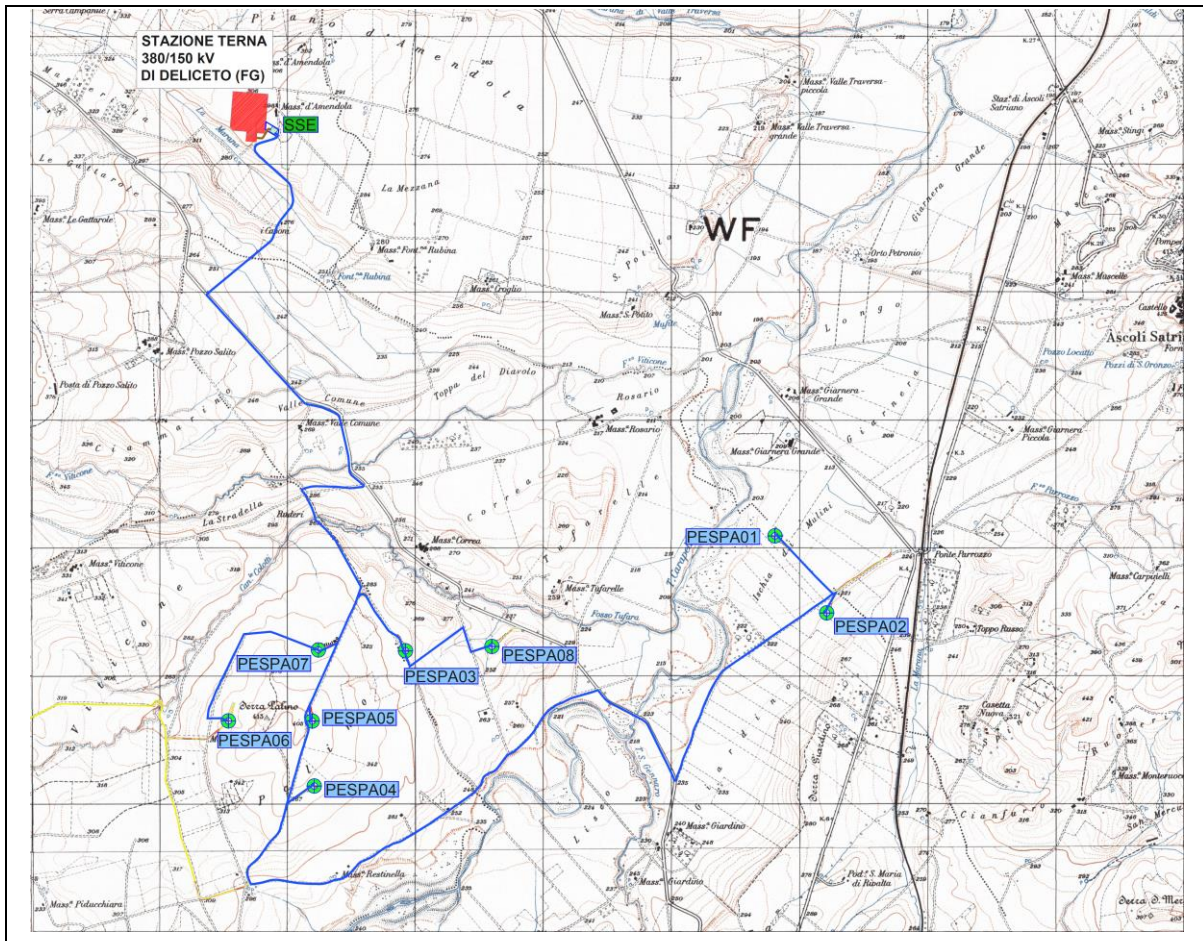


Fig.5- Inquadramento impianto su IGM 1:25.000



Fig.6a- Inquadramento impianto su ortofoto





*Fig.6b- Inquadrimento impianto su ortofoto*

### 3. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

#### 3.1. ANALISI IDROGRAFICA NELL'AREA DELL'IMPIANTO

L'Autorità di Bacino della Puglia ha redatto, su incarico della Regione Puglia, la nuova Carta Idrogeomorfologica, con il compito tra gli altri di individuare il reticolo idrografico dei corsi d'acqua presenti sulla porzione pugliese del proprio territorio di competenza. Il territorio della Regione Puglia presenta un assetto idrogeomorfologico fortemente eterogeneo, caratterizzato dalla presenza di pochi corsi d'acqua a carattere perenne o effimero e di numerosi solchi erosivi di origine fluvio-carsica ('lame' e 'gravine') o reticoli di drenaggio di difficile individuazione che, solo in seguito ad eventi pluviometrici eccezionalmente intensi, danno origine ad un deflusso superficiale concentrato il cui recapito finale può essere nel mare per i bacini esoreici o in depressioni carsiche (doline, voragini, inghiottitoi, ecc.) ovvero antropiche (cave, vasche di raccolta) per i bacini endoreici. La natura prevalentemente calcarea dei terreni è all'origine dello scarso sviluppo del reticolo idrografico superficiale nel territorio pugliese, tranne che nella zona pedegarganica e del Tavoliere, dove la minore permeabilità dei suoli consente la formazione dei principali corsi d'acqua non episodici ovvero quelli relativi ai bacini regionali dei torrenti Candelaro, Carapelle e Cervaro e al bacino interregionale dell'Ofanto.

Il torrente Carapelle nasce dall'appennino campano, in provincia di Benevento; ha origine dall'unione del torrente Calaggio con il torrente San Gennaro. Canalizzato verso il suo sfocio in mare, dà origine al canale Carapellotto ed al canale Regina. Sfocia, dopo circa 85 km di percorso, nel golfo di Manfredonia a Nord di Torre Rivoli. Affluente di sinistra è il torrente Carapellotto; di destra il canale Marana La Pidocchiosa e il canale Pozzo Pascuccio.

I sottobacini del 1° ordine sono, da Nord a Sud, per il Carapelle:

- Torrente Carapellotto;
- Vallone Legnano;
- Fosso Viticoni;
- Canale Colotti;
- Torrente Frugno;
- Torrente Calaggio.

L'analisi dei dati idrometrografici, rilevabili per il torrente Carapelle alla stazione di Ponte Ortona Castelluccio dei Sauri, evidenzia un regime torrentizio.

L'area interessata dall'impianto si sviluppa prevalentemente lungo un crinale principale ubicato all'interno del bacino Carapelle relativo al Torrente Carapelle.

A valle del gruppo di aerogeneratori di progetto, il territorio si presenta inciso da diversi impluvi che convogliano le acque verso torrenti affluenti del Torrente Carapelle. Tali incisioni hanno caratteristiche "miste", con pendenze medio-alte (almeno nei tratti iniziali) e sezioni fluviali incise e poco regolari. In corrispondenza del versante principale dell'area di progetto

sono presenti impluvi di sviluppo modesto (200-500 m) che recapitano i deflussi direttamente al torrente Carapelle.

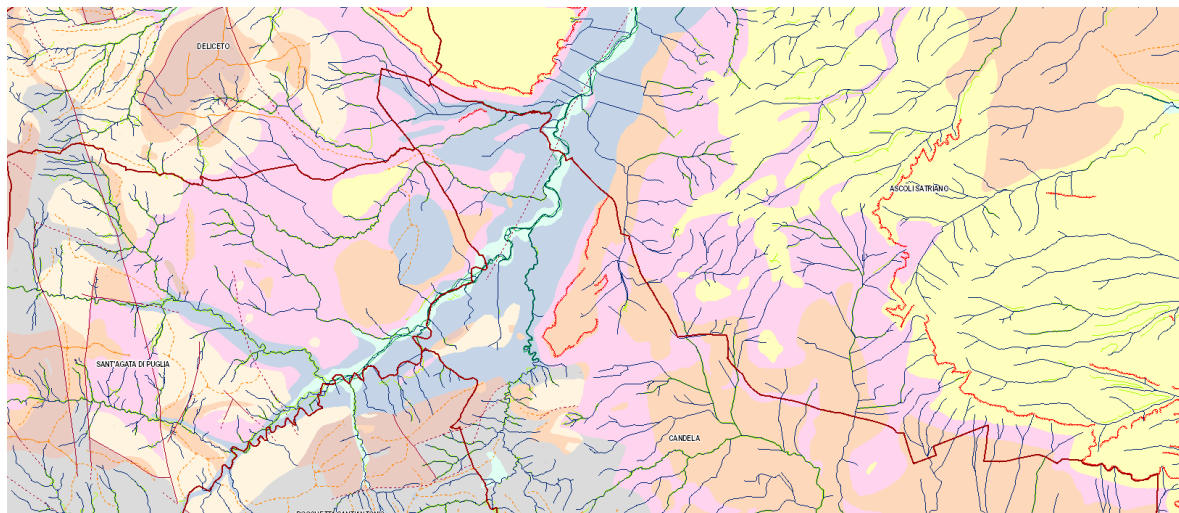
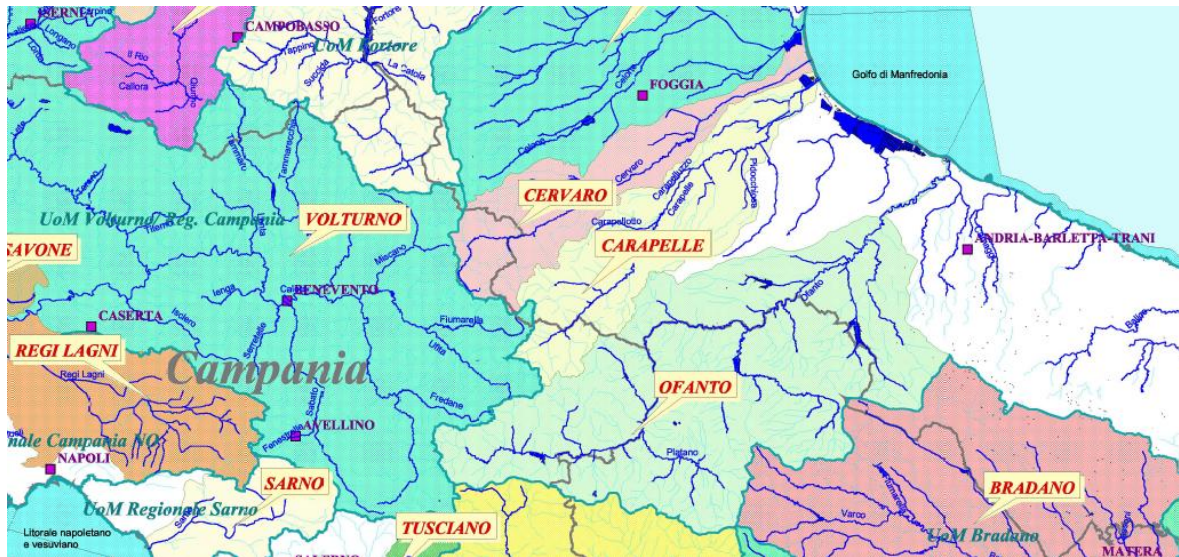


Fig. 6 Stralcio della carta del reticolo idraulico e dei bacini idrografici regione Puglia

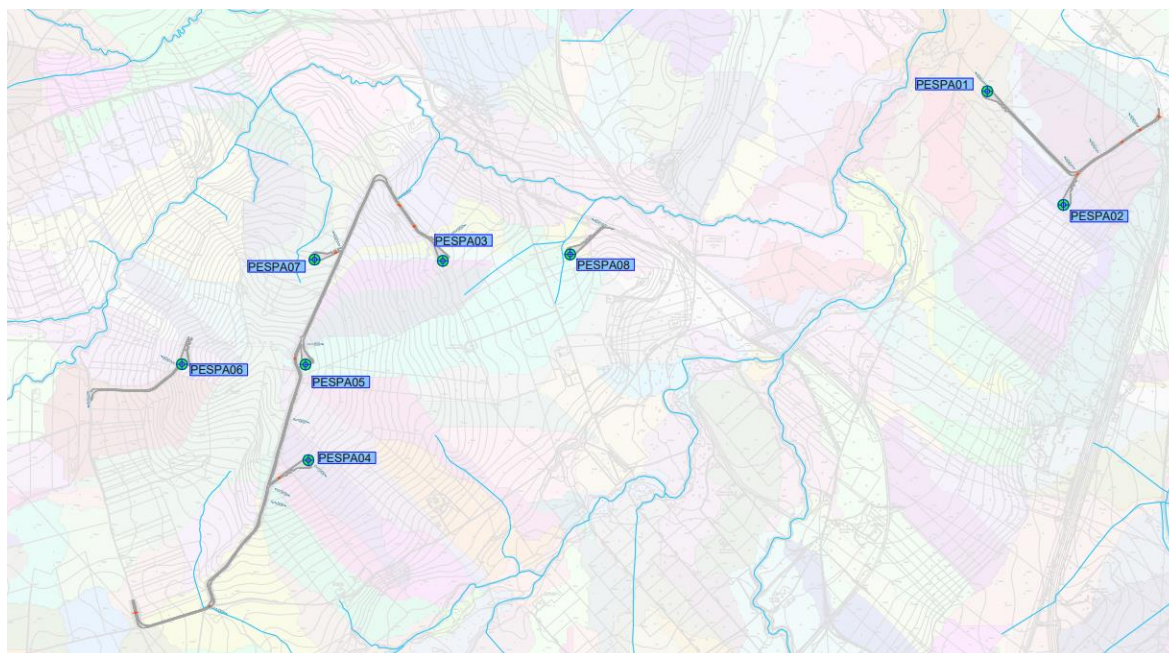


Fig. 7 Estratto tavola PESPA-P57 – Tracciamento bacini idraulici nell'area di Parco

Per maggiori dettagli sulla distribuzione dei bacini sull'area del Parco si rimanda all'elaborato PESPA-P57.

### 1.1.1 Interazione tra la viabilità ed i bacini idrografici

L'impianto, come detto nel paragrafo precedente, si sviluppa prevalentemente all'interno del bacino idrografico del *torrente Carapelle*.

Tale posizionamento implica che i bacini scolanti "intercettati" dalla viabilità (esistente ed in progetto) siano di piccola estensione, con percorsi di corrivazione spesso dipendenti dal percorso dei fossi di guardia. Nell'elaborato PESPA-P057 è riportata una planimetria con la perimetrazione dei bacini scolanti interessati dal parco eolico (il cui deflusso superficiale deve essere "smaltito" e "restituito", attraverso le opere idrauliche in progetto, presso i corpi idrici ove naturalmente era convogliato nella condizione *ante operam*). La definizione dei bacini è avvenuta mediante l'uso del software Global Mapper®, in uno con il modello tridimensionale del terreno e la CTR (Carta Tecnica Regionale – 1: 10.000). L'analisi è stata condotta a partire dal modello del terreno DTM con maglia 8 m, prodotto dalla Regione Puglia.

Dall'analisi condotta si rileva come, data l'ubicazione dell'impianto (per la quasi totalità in corrispondenza di displuviali) le interferenze con il reticolo idrografico siano minime. Si rilevano infatti n° 2 interferenze con il reticolo idrografico esistente, definito da IGM 1:25000, e relative a impluvi affluenti nel Fosso Tufara e nel Torrente Calaggio.

Si fa presente che il progetto della viabilità interessa quella esistente e già a servizio dei parchi eolici ad oggi presenti in sito. Tale viabilità (come meglio esplicitato nell'elaborato "*Relazione idraulica*" PESPA-P09-1) sarà oggetto di opportune opere idrauliche e sarà dotata di opere di

intercettazione e allontanamento delle acque meteoriche presso gli impluvi più vicini. In modo analogo, le opere idrauliche saranno previste per la viabilità di nuova realizzazione che, comunque, avrà sviluppo limitato rispetto a quella esistente.

Sarà posta particolare cura nella realizzazione delle opere di scarico delle acque intercettate dalla viabilità, prediligendo la realizzazione di più punti di scarico in modo da non alterare il regime idrico superficiale esistente (opere ad "impatto zero"): in questo modo, le incisioni e gli impluvi non saranno interessati da immissioni idriche concentrate. Anche la posa dei cavi MT di potenza non interferirà con il reticolo idrografico, in quanto i cavi correranno al di sotto della viabilità di servizio che, come ricordato, trova propria ubicazione nelle immediate adiacenze delle linee di displuvio di confine tra i bacini idrografici.

## 4. INFORMAZIONE IDROLOGICA

Il presente capitolo ha l'obiettivo di definire la curva di probabilità pluviometrica necessaria alla progettazione delle opere idrauliche per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche dalle superfici stradali e dalle piazzole del parco eolico *Serra Palino (FG)*.

La pioggia è all'origine del processo di formazione delle portate di piena nei bacini idrografici relativi all'area in esame. I fenomeni meteorologici che generano le precipitazioni sono talmente complessi da non potere essere trattati come un processo deterministico a partire da condizioni iniziali e al contorno note. Pertanto, sotto il profilo pratico, lo studio delle piogge si limita ad utilizzare metodologie statistiche basate sulle osservazioni pluviometriche.

Nel caso in esame, la risposta idrologica dei bacini è condizionata da brevi tempi di corrivazione e, pertanto, le precipitazioni rilevanti sono quelle d'intensità elevata e breve durata.

La maggior parte dei metodi che l'idrologia propone per ricostruire eventi di piena sono metodi indiretti, ossia metodi che stimano l'idrogramma di piena utilizzando un modello di trasformazione piogge-portate che prevede, come input, la definizione di un particolare evento di pioggia.

Nel caso in oggetto, infatti, non sono disponibili dati di registrazione delle portate; né, tantomeno, potrebbero essere utilizzati, dal momento che l'obiettivo dell'analisi non è studiare il comportamento idrologico/idraulico dei corsi d'acqua presenti nel territorio, ma approfondire le tematiche idrologiche per il dimensionamento di tutte le opere idrauliche del parco eolico "*Serra Palino*".

In particolare, volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna prima ricostruire l'evento di pioggia di pari tempo di ritorno (assumendo come vera l'ipotesi che un evento di pioggia di tempo di ritorno  $T$  genera un evento di piena con la stessa probabilità di non superamento). Per la determinazione delle curve di probabilità pluviometrica si è utilizzato il modello TCEV.

### 4.1. METODO TCEV PUGLIA

Il modello TCEV (*Two Component Extreme Value Distribution*) permette di determinare le altezze di pioggia  $b$  e le relative intensità  $i$ , seguendo una tecnica di regionalizzazione dei dati pluviometrici messa a punto dal progetto VAPI<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Il Progetto VAPI (VALutazione PIene) sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del *Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche*, ha come obiettivo quello di predisporre una procedura uniforme sull'intero

La regionalizzazione delle piogge mira a superare i limiti relativi alla scarsa informazione pluviometrica (spesso costituita da singole serie di durata limitata e poco attendibili per le elaborazioni statistiche), utilizzando in modo coerente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio, per individuare la distribuzione regionale delle caratteristiche delle precipitazioni.

La peculiarità del modello TCEV è quella di tradurre in termini statistici la differente provenienza degli estremi idrologici, riconducendosi formalmente al prodotto di due funzioni di probabilità del tipo Gumbel. La prima, denominata *componente base*, assume valori non elevati ma frequenti, mentre la seconda (*componente straordinaria*) genera eventi più rari ma mediamente più rilevanti (appartenenti ad una differente fenomenologia meteorologica).

La TCEV rappresenta pertanto la distribuzione del massimo valore di una combinazione di due popolazioni ed ha, quindi, la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (Gumbel, Log-Normale, etc.) riescono a rendere conto.

Per il calcolo delle curve di probabilità pluviometrica si farà pertanto riferimento alla procedura descritta nel progetto VAPI Puglia.

La procedura di regionalizzazione adottata nello studio regionale è di tipo gerarchico strutturata su tre livelli:

### **I livello di regionalizzazione**

Si assume che il coefficiente di asimmetria CA sia costante in una regione molto ampia. Ciò implica, la costanza dei parametri  $\Theta^*$  e  $\Lambda^*$  del modello TCEV nella medesima zona. Inoltre in una regione omogenea rispetto a tali parametri, risulta unica la funzione di probabilità cumulata della variabile standardizzata Y, in quanto essa dipende soltanto dai due suddetti parametri del modello. In assenza di dati sufficienti a mettere in discussione localmente la validità di questa assunzione, si pone che ovunque  $\Theta^*$  e  $\Lambda^*$  assumano i valori calcolati nell'ambito della zona unica.

### **II livello di regionalizzazione**

Al secondo livello di regionalizzazione si assume che la regione omogenea rispetto a  $\Theta^*$  e  $\Lambda^*$  possa suddividersi in sottozone in cui il coefficiente di variazione CV risulti costante, nel senso che vari con piccoli scarti di disturbo spaziale intorno a valori medi differenti da una zona all'altra. Per il modello TCEV questo si traduce nella costanza del parametro  $\Lambda 1$ , nella sottozona omogenea, oltre che di  $\Theta^*$  e  $\Lambda^*$ . Il valore di  $\Lambda 1$  relativo alla sottozona va stimato utilizzando tutti i dati disponibili nella zona. Se si individua una sottozona omogenea rispetto a  $\Lambda 1$  la variabile  $K_{t,T} = X_{t,T}/\mu(X_t)$  risulta identicamente distribuita, si ha cioè una curva di

---

territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali e delle piogge intense secondo criteri omogenei.

crescita unica per l'intera sottozona.

### III livello di regionalizzazione

Nell'analisi delle piogge orarie per ogni sito è possibile legare il valore medio  $\mu(Xt)$  (valore indice) alle caratteristiche fisiche di interesse. Nel seguito si fa riferimento al valore indice di precipitazione  $\mu(Xt)$  in quanto l'ipotesi di aree con caratteristiche morfologiche e climatiche tali da poter definire un valore indice  $\mu(Xt)$  costante è applicabile solo per le piogge e spesso non è verificata.

Nell'analisi delle piogge orarie per ogni sito è possibile legare il valore medio  $\mu(Xt)$  dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata  $t$  alle durate stesse, attraverso la curva di probabilità pluviometrica:

$$\mu(Xt) = at^n$$

La stima delle precipitazioni per fissata durata in corrispondenza di un dato tempo di ritorno avviene tramite il calcolo dei valori della media dei massimi delle precipitazioni stesse  $\mu t$  relative ad una generica durata  $t$ , e la successiva amplificazione delle stesse attraverso il fattore di crescita (della media con il periodo di ritorno)  $K_T$ :

$$h_{eT} = \mu(Xt) K_T$$

L'identificazione dei parametri della TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria ( $G$ ), quindi risultano costanti i due parametri  $\Theta^*$  e  $\Lambda^*$ . Ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sotto-regioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione, e quindi il parametro  $\Lambda_1$  che da esso dipende (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di più piccole aree, tra il parametro di posizione della distribuzione della probabilità della  $X$  e le caratteristiche morfologiche. In particolare, si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento. L'analisi condotta per l'intero territorio pugliese suggerisce la presenza di una unica zona omogenea di primo livello comprensiva di tutte le stazioni della Puglia, e di due sottozone omogenee al secondo livello. L'analisi regionale dei dati di precipitazione al primo e al secondo livello di regionalizzazione è finalizzata alla determinazione delle curve regionali di crescita della grandezza in esame. In particolare, per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della legge TCEV, è utile rappresentare la legge  $F(Xt)$  della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata  $Xt$  come prodotto tra il suo valore medio  $\mu(Xt)$  ed una quantità  $K_{T,t}$ , detta fattore

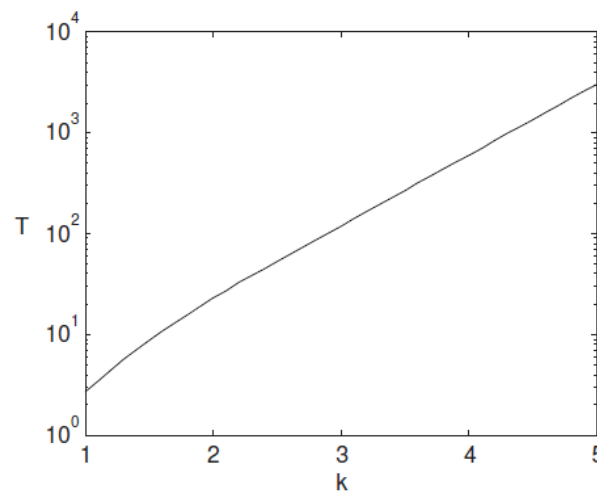


probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno  $T$  e della durata  $t$ , definito dal rapporto:

$$K_{t,T} = X_{t,T} / \mu(X_t)$$

La curva di distribuzione di probabilità di tale rapporto corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali, in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i tre parametri della TCEV.

È possibile rappresentare graficamente la funzione  $K_T = K_T(T)$  al variare del tempo di ritorno  $T$ ; come si riporta nel grafico a seguire:



Fattore di crescita al variare del tempo di ritorno

In alternativa alle rappresentazioni grafiche della curva di crescita, il valore  $K_T$  può essere ricavato direttamente in funzione di  $T$  attraverso una approssimazione asintotica (Rossi e Villani 1995) della legge di crescita. È inutile sottolineare che l'uso di questa approssimazione comporta una leggera sottostima del fattore di crescita. La relazione è la seguente:

$$K_T = a + b \ln T$$

$$a = (\Theta^* \ln \Lambda^* + \ln \Lambda_1) / \eta;$$

$$b = \Theta^* / \eta;$$

$$\eta = \ln \Lambda_1 + C - T_0;$$

Le aree omogenee individuate al primo e al secondo livello di regionalizzazione si parzializzano al terzo livello, nel quale si analizza la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali. Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica per ciascuna stazione è stato possibile correlare il valore medio  $x_t$  dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata  $t$  alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$x_t = a * t^n$$

Essendo a ed n due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica. A seconda delle aree omogenee di riferimento si riporta la relazione tra l'altezza media di precipitazione al variare della durata, in dipendenza con la quota del sito oggetto dello studio:

$$x_t = a * t^{(Ch+D+log\alpha-loga)/log24}$$

dove:

- a è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di x1 relativi alla serie con N>10 anni ricadenti nella zona omogenea;
- $\alpha=x_g/x_{24}$  è il rapporto tra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 h per serie storiche relative ad uno stesso periodo di misura. Per la Puglia il valore del coefficiente  $\alpha$  è risultato in pratica costante sull'intera regione e pari a 0.89;
- C e D sono i coefficienti di regressione lineare fra il valore medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota del sito di riferimento.

Tali valori sono tabellati per una semplificata lettura delle formule sopra riportate:

Area omogenea	$\alpha$	a (mm/ora)	C * 10 <sup>4</sup>	D	n
1	0.89	28.7	50.3	3.959	-
2	0.89	22.2	-	-	0.247
3	0.89	25.3	5.31	3.811	-
4	0.89	24.7	-	-	0.256

Tab. 8.6: parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea.

Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata (DPC) all'interno della sottozona pluviometrica omogenea previamente identificata, resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente di crescita K<sub>T</sub>.

$$T = \frac{1}{1 - F_K} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda^* \Lambda_1 \frac{1}{\theta} e^{-\frac{\eta k}{\theta}})}$$

I parametri ottenuti per l'intera regione Puglia sono riportati a seguire:

$\theta^*$  pari a 2.352;

$\Lambda^*$  pari a 0.772;  
 $\Lambda 1$  pari a 45;  
 $\eta$  pari a 5.662.

Più utile dal punto di vista pratico è la formula inversa per cui, fissato un valore del tempo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita  $K_T$ . Per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito, i valori di  $K_T$  ottenuti numericamente per alcuni valori del periodo di ritorno.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
$K_T$ (piogge)	0,91	1,26	1,53	1,81	1,9	2,1	2,19	2,48	2,77	3,15	3,43



*Sottozone pluviometriche omogenee per la regione Puglia*

Sono quindi stati calcolati, per il tempo di ritorno di interesse  $T = 50$  anni i valori delle altezze di pioggia massima di assegnata durata  $h_{t,T}$  e la legge di probabilità pluviometrica.

#### 4.2. CALCOLO DELLA C.P.P.

Le leggi di probabilità pluviometrica definiscono come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia su una fissata durata  $d$ ,  $m[h(d)]$ , con la durata stessa. Per la Puglia è stata

adottata una espressione del tipo:

$$m[h(d)] = ad^n$$

I parametri di tale relazione sono costanti all'interno di singole aree pluviometriche omogenee e variano nel passare dall'una all'altra.

I bacini oggetto del presente studio si trovano nella sottozona pluviometrica omogenea 4: il fattore di crescita è calcolabile attraverso la formula sottoindicata, utilizzando gli appropriati valori dei coefficienti  $a$  e  $b$  (in base ai valori della tabella 8.6 paragrafo 4.1):

$$K_T = 0.415 \ln(T) + 0.5648$$

Fissato il tempo di ritorno della sollecitazione meteorica di progetto - pari a 50 anni è quindi possibile calcolare le altezze di pioggia di data frequenza di accadimento e di fissata durata.

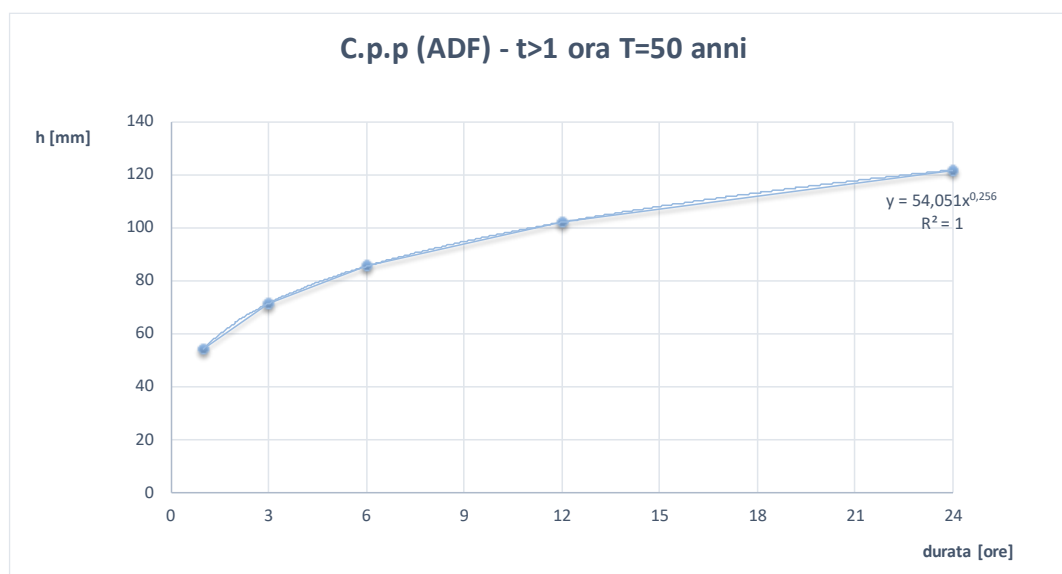
È quindi possibile individuare la curva di probabilità pluviometrica per il sito in esame, corrispondente al tempo di ritorno scelto.

### Valori $h_{t,T}$ [mm]

ore	$\mu(t)$	$h_{d,T}$	$i_{d,T}$
1	24,70	46,93	46,93
3	32,72	62,17	20,72
6	39,08	74,24	12,37
12	46,66	88,66	7,39
24	55,72	105,87	4,41

L'espressione analitica della legge di probabilità pluviometrica è la seguente:

$$T = 50 \text{ anni} \quad h(t) = 54.05 \cdot t^{0.256}$$



### 4.3. PIOGGE BREVI

È necessario inoltre osservare che poiché gli eventi di pioggia brevi e quelli lunghi seguono differenti dinamiche meteorologiche, dai campioni di altezze  $h_t$  aventi durate  $1 \div 2 \text{ ore} \leq t \leq 24$  non può essere tratta alcuna informazione inerente agli eventi brevi.

La curva di probabilità pluviometrica, costruita con riferimento alle piogge aventi durata compresa tra 1 e 24 ore, non può essere pertanto estrapolata per valori della durata  $t$  inferiore ad un'ora. È stato però dimostrato che il rapporto tra l'altezza di pioggia  $h_{t,T}$  con  $t$  minore di 60 minuti, e l'altezza di pioggia  $h_{60,T}$  di durata pari a 60 minuti e pari tempo di ritorno  $T$  è relativamente poco dipendente dalla località e dipendente solo dalla durata  $t$  espressa in minuti. Il legame funzionale, per la regione Puglia, può essere pertanto espresso nella forma seguente, utilizzando la formula di Ferreri-Ferro, in cui il coefficiente  $s$  è stato opportunamente calibrato da Ferro e Bagarello ("*Rainfall depth-duration relationship for South Italy*", 1996).

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = \left(\frac{t}{60}\right)^{0.227}$$