



REGIONE
BASILICATA



COMUNE DI
MASCHITO



COMUNE DI
VENOSA



COMUNE DI
MONTEMILONE



PROVINCIA DI
POTENZA

PROGETTO DEFINITIVO

Costruzione ed esercizio di impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Venosa" di potenza in massima immissione pari a 39,6 MW e relative opere connesse da realizzarsi nei comuni di Venosa, Maschito e Montemilone (Pz).

Titolo elaborato

Relazione idrologico-idraulica

Codice elaborato

F0624AR03A

Scala

-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Progettazione



F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
(ing. Giovanni DI SANTO)



Gruppo di lavoro

Dott. for. Luigi ZUCCARO
Ing. Giuseppe MANZI
Ing. Angelo CORRADO
Ing. Mariagrazia PIETRAFESA
Geom. Nicola DEMA
Ing. Gerardo Giuseppe SCAVONE
Ing. Federica COLANGELO
Arch. Gaia TELESCA
Ing. Jr. Maria CARLEO
Sig. Vito PIERRI



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

Consulenze specialistiche

Committente



Venosa S.r.l.

Via Dante 7, 20123 Milano

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Gennaio 2024	Prima emissione	GDS	PFZ	MMA

Sommario

1	Premessa	3
2	Normativa di riferimento	6
3	Interferenze idrauliche del progetto	8
3.1	Analisi idraulica semplificata	9
4	Analisi idrologica	11
4.1	Bacini idrografici	11
4.2	Portate al colmo di piena	11
4.2.1	Bacino – interferenza idraulica 6	13
4.2.2	Bacino – interferenza idraulica 7	15
4.2.3	Bacino – interferenza idraulica 8	17

1 Premessa

L'impianto in progetto, denominato "Venosa" di potenza complessiva di 39.6MW, composto da n. 6 aerogeneratori con annesse piste, piazzole di stoccaggio e cavidotto; interesserà diversi territori comunali della Provincia di Potenza.

In particolare, i comuni di Venosa, Maschito saranno interessati dall'installazione dei sei aerogeneratori (di potenza unitaria pari a 6.6 MW) mentre il comune di Montemilone verrà interessato dalle opere di connessione alla RTN.

Il modello di aerogeneratore attualmente previsto dalla proposta progettuale in esame è caratterizzato da un diametro massimo del rotore pari a 170 m, da un'altezza al mozzo di 135 m e da un'altezza complessiva al tip (punta) della pala di 220 m; quindi.

Il futuro parco eolico interesserà una fascia altimetrica compresa tra 200 e 400 m s.l.m., destinata principalmente a colture agrarie (seminativi in aree non irrigue e sistemi colturali e particellari complessi).

Il territorio interessato dall'intervento non presenta nuclei abitativi estesi ma è costituito da piccoli centri urbani ed è inoltre caratterizzato da piccoli insediamenti formati da masserie (case coloniche con i relativi fabbricati rustici di servizio necessari alla coltivazione di prodotti agricoli locali ed all'allevamento zootecnico) ed edifici a destinazione produttiva (aziende agricole, impianti di trasformazione dei prodotti agricoli, agriturismi, bed and breakfast); poste comunque ad una distanza di almeno 500 m dagli aerogeneratori previsti in progetto.

La scelta del **sito di impianto** in esame è ricaduta su un'area a destinazione agricola, classificate come: **zone agricole E** dai P.R.G. dei comuni di Venosa e Maschito.

Di seguito si riporta l'inquadramento territoriale dell'area di progetto su carta IGM (Copertura regioni zona WGS84-UTM33).

Nella figura seguente è mostrata la planimetria della posizione dell'area di interesse con l'indicazione del reticolo idrografico desunto dalla cartografia IGM in scala 1:25'000.

Le analisi idrologiche, illustrate in dettaglio nel seguito, sono state condotte mediante l'utilizzo del metodo VAPI Lazio (come previsto all'interno del citato PAI) al fine di stabilire le portate al colmo di piena per eventi con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Nel caso di specie, inoltre, è stata effettuata una analisi idraulica semplificata basata su una verifica di erosione che ha determinato la profondità massima di escavazione della corrente in piena mediante l'utilizzo del modello HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*.

Costruzione ed esercizio di impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Venosa" di potenza
in massima immissione pari a 39,6 MW e relative opere connesse da realizzarsi nei comuni di Venosa,
Maschito e Montemilone (Pz).
Relazione idrologico-idraulica

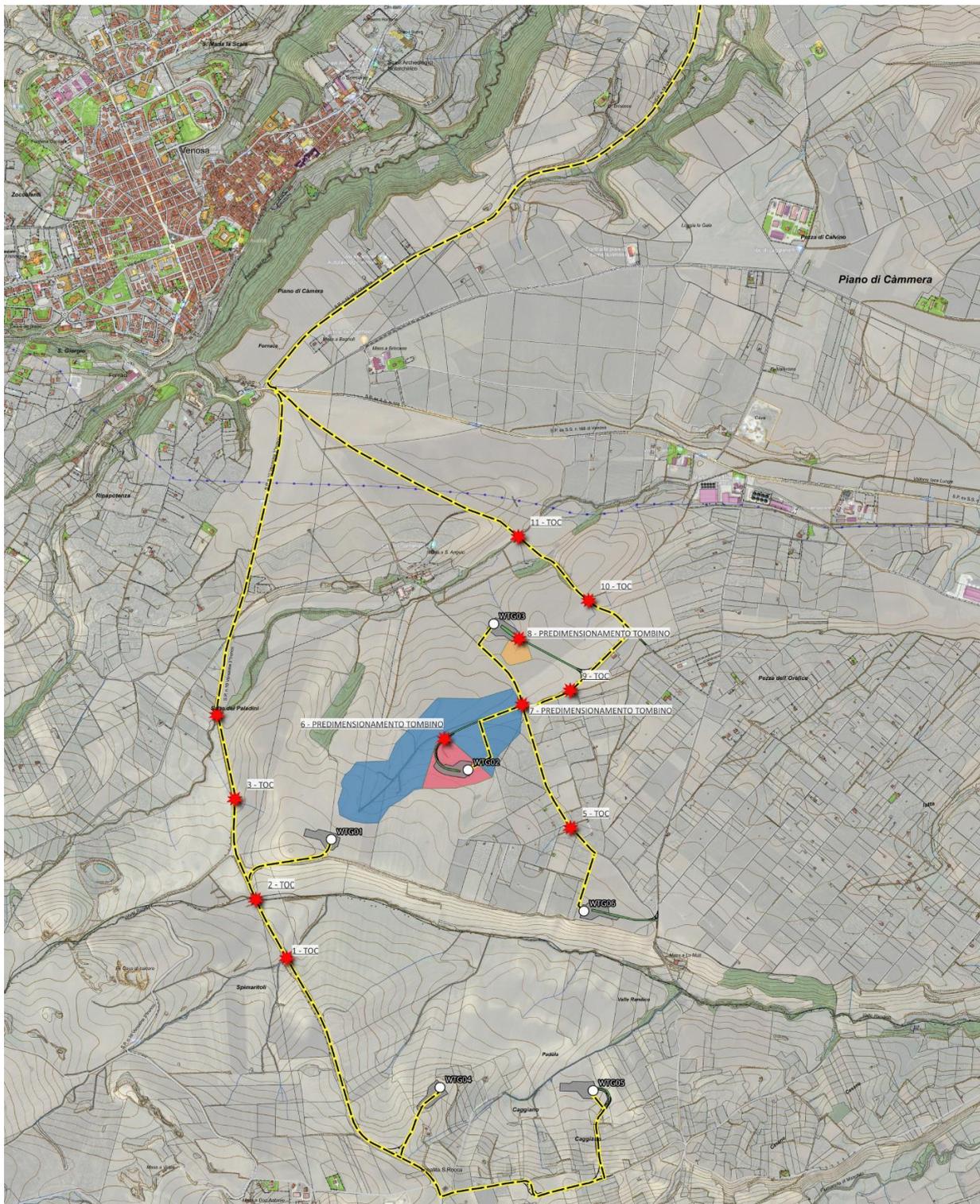


Figura 1 – Inquadramento su ortofoto interferenze idrauliche area parco

Costruzione ed esercizio di impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Venosa" di potenza
in massima immissione pari a 39,6 MW e relative opere connesse da realizzarsi nei comuni di Venosa,
Maschito e Montemilone (Pz).
Relazione idrologico-idraulica



Figura 2 - Inquadramento su ortofoto interferenze idrauliche cavidotto

2 Normativa di riferimento

L'area oggetto di intervento non risulta classificata come area ad "Alta, Media o Bassa Pericolosità idraulica" (AP) dal vigente Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino Distrettuale (AdBD, ex Autorità di Bacino della Regione Puglia).

Per il presente caso, le Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAI prevedono, all'art. 6:

1. Al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, il PAI individua il reticolo idrografico in tutto il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità.
2. Nelle aree di cui al comma 1 è consentita la realizzazione di opere di regimazione idraulica;
3. In tali aree può essere consentito lo svolgimento di attività che non comportino alterazioni morfologiche o funzionali ed un apprezzabile pericolo per l'ambiente e le persone.
All'interno delle aree in oggetto non può comunque essere consentito:
 - l'impianto di colture agricole, ad esclusione del prato permanente;
 - il taglio o la piantagione di alberi o cespugli se non autorizzati dall'autorità idraulica competente, ai sensi della Legge 112/1998 e s.m.i.;
 - lo svolgimento delle attività di campeggio;
 - il transito e la sosta di veicoli se non per lo svolgimento delle attività di controllo e di manutenzione del reticolo idrografico o se non specificatamente autorizzate dall'autorità idraulica competente;
 - lo svolgimento di operazioni di smaltimento e recupero di cui agli allegati b) e c) del Dlgs 22/97 nonché il deposito temporaneo di rifiuti di cui all'art.6, comma 1, lett. m) del medesimo Dlgs 22/97.
4. All'interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, possono essere consentiti l'ampliamento e la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino.
5. I manufatti e i fabbricati esistenti all'interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, ad esclusione di quelli connessi alla gestione idraulica del corso d'acqua, sono da considerare in condizioni di rischio idraulico molto elevato e pertanto le Regioni, le Province e i Comuni promuovono e/o adottano provvedimenti per favorire, anche mediante incentivi, la loro rilocalizzazione.
6. Sui manufatti e fabbricati posti all'interno delle aree di cui al comma 1 sono consentiti soltanto:
 - interventi di demolizione senza ricostruzione;
 - interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R.

- n.380/2001 e s.m.i. a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;
- interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio senza che essi diano origine ad aumento di superficie o volume.
7. Per tutti gli interventi consentiti nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai commi 2, 4 e 6.
 8. Quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m.
- Art. 10:
1. Ai fini della tutela e dell'adeguamento dell'assetto complessivo della rete idrografica, il PAI individua le fasce di pertinenza fluviale.
 2. All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino.
 3. Quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermina all'area golenale, come individuata all'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

3 Interferenze idrauliche del progetto

Il cavidotto in progetto presenta alcune interferenze con il reticolo idrografico.

Nel dettaglio si evidenziano 18 interferenze:

Tabella 1 – Interferenze idrauliche

id	Tipologia di risoluzione	num. Terne
1	TOC	1
2	TOC	1
3	TOC	1
4	TOC	1
5	TOC	1
6	Nuovo Tombino	1
7	Nuovo Tombino	1
8	Nuovo Tombino	1
9	TOC	1
10	TOC	1
11	TOC	1
12	TOC	2
13	TOC	2
14	TOC	2
15	TOC	2
16	TOC	2
17	TOC	2
18	TOC	2

Riportate planimetricamente all'interno dell'elaborato F0624BT04A.

Per ciascun attraversamento risolto con la realizzazione di una TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) è stata predisposta un'analisi idraulica "semplificata", preceduta da una idraulica in moto permanente, mediante l'utilizzo del modello monodimensionale HEC-RAS dello *US Army Corps of Engineers*, con lo scopo di determinare le caratteristiche idrodinamiche necessarie per la valutazione della massima profondità di erosione.

L'analisi idraulica semplificata è rivolta infatti principalmente ai punti di intersezione degli impluvi esistenti ed è caratterizzata dalle seguenti fasi:

- AS1) analisi idrologica in base al metodo VAPI Lazio;
- AS2) **verifica di erosione dell'intersezione a guado** finalizzata alla determinazione della profondità di posa in opera del cavidotto in progetto.

Il cavidotto in progetto verrà quindi posizionato ad una profondità pari a quella massima di escavazione più un franco di sicurezza di 1.00m.

3.1 Analisi idraulica semplificata

Per dimensionare adeguatamente la quota di posa del cavidotto, pertanto, è stata calcolata la profondità massima di escavazione da parte della corrente e, per tali scopi, sono stati utilizzati i risultati dell'analisi idraulica per l'evento con tempo di ritorno di 200 anni sopra descritti.

Il calcolo della massima profondità di erosione viene effettuato mediante l'utilizzo della seguente formula di Meyer-Peter e Müller espressa nell'ipotesi di "alveo largo" ed esplicitata da Chien (Montuori, "Complementi di Idraulica", Liguori, 1997):

$$\Psi = 8 \cdot (\Theta - 0.047)^{\frac{3}{2}}$$

dove:

- " Ψ " (-): parametro di trasporto;
- " Θ " (-): parametro di stabilità.

Tali parametri sono definiti dalle espressioni seguenti:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Psi = \frac{q_s}{\sqrt{g \cdot d^3 \cdot \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}}} \\ \Theta = \frac{\gamma \cdot R \cdot j}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d} \end{array} \right.$$

dove:

- " q_s " (m^2/s): portata solida (volumetrica) per unità di larghezza;
- " g " (m/s^2): accelerazione di gravità;
- " d " (m): diametro caratteristico del sedimento;
- " γ_s " (N/m^3): peso specifico del sedimento;
- " γ " (N/m^3): peso specifico dell'acqua;
- " R " (m): raggio idraulico;
- " j " (-): cadente piezometrica.

Grazie a tale formula è possibile calcolare la portata solida trasportabile dalla corrente una volta noti:

- alcuni parametri caratteristici del deflusso come la portata liquida, il raggio idraulico, la larghezza del pelo libero e la cadente piezometrica che sono stati calcolati nella precedente analisi idraulica;
- alcuni parametri caratteristici del sedimento come il diametro e il peso specifico.

Dopo aver determinato il valore della portata solida, infine, è possibile calcolare la concentrazione volumetrica del sedimento dividendo la portata solida per quella liquida.

Per i parametri caratteristici del sedimento si è scelto di considerare il diametro di separazione tra "limo a grana grossa" e "limo a grana media", pari a 0.02 mm, ed un peso specifico di 25'000 N/m^3 , date le caratteristiche del terreno.

Tabella 2 – interferenze idrauliche cavidotto

id	soluzione	Escavazione massima prevista (m)
1	Trivellazione Orizzontale	1
2	Trivellazione Orizzontale	1
3	Trivellazione Orizzontale	1
4	Trivellazione Orizzontale	1
5	Trivellazione Orizzontale	1
9	Trivellazione Orizzontale	1
10	Trivellazione Orizzontale	1
11	Trivellazione Orizzontale	1
12	Trivellazione Orizzontale	1
13	Trivellazione Orizzontale	1
14	Trivellazione Orizzontale	1
15	Trivellazione Orizzontale	1
16	Trivellazione Orizzontale	1
17	Trivellazione Orizzontale	1
18	Trivellazione Orizzontale	1

In corrispondenza di ciascuna interferenza, dato che la profondità massima di escavazione è stimata pari a 1.0m si prevede di realizzare delle Trivellazioni Orizzontali Controllate (T.O.C.) di profondità minima pari a 2m.

4 Analisi idrologica

Nella presente analisi idrologica sono state determinate le portate al colmo di piena mediante l'utilizzo del metodo VAPI Puglia come illustrato all'interno della Relazione di Piano del PAI, redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia.

Per tali scopi, sono state individuate le caratteristiche dei bacini idrografici che, successivamente, sono state utilizzate per la definizione dei tempi di corrivazione. Grazie al metodo VAPI, infine, sono state calcolate le massime altezze della precipitazione critica per i bacini individuati e, mediante l'utilizzo del metodo razionale, sono state valutate le portate al colmo di piena.

4.1 Bacini idrografici

Per ciascun impluvio è stato identificato il corrispondente bacino idrografico sotteso alle sezioni di chiusura.

Le delimitazioni dei bacini idrografici sono state effettuate utilizzando sia la cartografia IGM in scala 1:25'000 che il Modello Digitale del Terreno (*Digital Terrain Model, DTM*).

4.2 Portate al colmo di piena

Ai fini del calcolo delle portate al colmo di piena è stato utilizzato il metodo VAPI Puglia così come consigliato dalla Relazione di Piano del PAI (redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia).

Nella figura seguente è mostrata una corografia della Puglia con l'individuazione delle zone pluviometriche omogenee del metodo VAPI. Il sito di interesse, in particolare, è situato nella "zona pluviometrica omogenea 4".

Il metodo scelto prevede il calcolo delle altezze di precipitazione critica utilizzando le seguenti espressioni:

$$\text{zona 4: } x = 24.70 \cdot t^{0.256}$$

dove:

- "t" (h): tempo di corrivazione del bacino;
- "z" (mslm): quota caratteristica del bacino.

A seconda del tempo di ritorno considerato, poi, l'altezza di pioggia deve essere moltiplicata per un coefficiente di crescita dato dalla seguente espressione:

$$\text{zona 4: } K_T = 0.1599 + 0.5166 \cdot \ln(T)$$

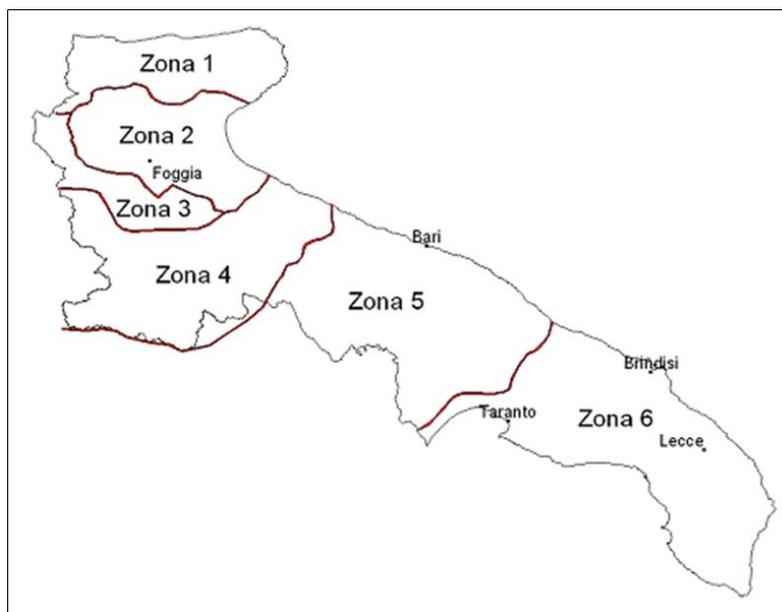


Figura 3. Corografia della Puglia con la delimitazione delle zone pluviometriche omogenee del VAPI

Nella seguente tabella, pertanto, sono stati calcolati sia i parametri delle curve di possibilità pluviometrica che le altezze di precipitazione critiche per i tempi di ritorno di riferimento di 30, 200 e 500 anni secondo la seguente espressione:

$$h_T = a_T \cdot t^n = K_T \cdot a' \cdot t^n$$

Utilizzando il metodo razionale, infine, è possibile valutare le portate di piena da utilizzare come riferimento per l'analisi idraulica. Tale metodo calcola la portata al colmo di piena mediante la formula di Turazza:

$$Q_T = \frac{K \cdot S \cdot c \cdot i_T}{3.6} = \frac{K \cdot S \cdot c \cdot h_T}{3.6 \cdot t} = \frac{K \cdot S \cdot c \cdot a_T \cdot t^{n-1}}{3.6} = \frac{K \cdot S \cdot c \cdot K_T \cdot a' \cdot t^{n-1}}{3.6}$$

dove:

- "K" (-): fattore di riduzione areale;
- "S" (km²): superficie del bacino;
- "i" (mm/h): intensità di precipitazione;
- "c" (-): coefficiente di deflusso.

Per il calcolo del fattore di riduzione areale, come consigliato dalla Relazione di Piano del PAI, è stata utilizzata la formula dello *US Weather Bureau* che esprime tale fattore in funzione della superficie "S" e del tempo di corrivazione del bacino "t":

$$K = 1 - (1 - e^{-0.0021 \cdot S}) \cdot e^{-0.53 \cdot t^{0.25}}$$

Nel presente caso, tuttavia, si è preferito trascurare tale fattore per ragioni cautelative (quindi è stato considerato K = 1).

4.2.1 Bacino – interferenza idraulica 6

Caratteristiche Bacino										
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)	Puglia Settentrionale									
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)	Area 4									
Definire l'area e la quota del bacino idrografico										
A (Kmq) =	0.22 kmq									
Z (m s.l.m.) =	470 m s.l.m.									
Si assume l'ipotesi che il fattore probabilistico di crescita sia costante al variare della durata.										
Calcolo del fattore di crescita										
d (ore)	1									
APRI PARAMETRI DISTRIBUZIONE	$T = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta K_T} - \Lambda_2 \Lambda_1^{1/b_2} e^{-\eta K_T / b_2})}$ Valida per tutti i compartimenti									
T (anni)	200									
K _T (giornaliere)	2.77									
T (anni)	2	5	10	30	50	100	200	300	500	1000
K _T (giornaliere)	0.91	1.26	1.53	1.98	2.19	2.48	2.77	2.93	3.15	3.43
Calcolo della pioggia indice										
Parametri	a (mm/ora)	n								
	24.70	0.256								
m(h _d) = a · d ⁿ =	24.70	mm								
Calcolo del fattore di riduzione areale										
ARF [1] = 1 - e ^(-1.1d^{1/4}) + e ^(-1.1d^{1/4} - 0.01A)	ARF [2] = 1 - (1 - e ^(-c₁·A)) · e ^(-c₂·d^{0.5})	ARF [3] = a + (1 - a) · e ^(-b·A)								
Parametri	c ₁	c ₂	c ₃							
	0.0021	0.53	0.25							
ARF [2]	1.00									
Massima altezza di pioggia annuale										
T (anni)	200									
h _d (T,d) (mm)	68.29									
T (anni)	2	5	10	30	50	100	200	300	500	1000
h _d (T,d) (mm)	22.50	31.13	37.82	48.85	54.07	61.17	68.29	72.45	77.69	84.80
Curva di possibilità pluviometrica										
d (ore)	0	1	3	6	9	12	15	18	21	24
m[h _d] (mm)	0.00	24.70	32.72	39.08	43.35	46.66	49.41	51.77	53.85	55.72

Costruzione ed esercizio di impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Venosa" di potenza
 in massima immissione pari a 39,6 MW e relative opere connesse da realizzarsi nei comuni di Venosa,
 Maschito e Montemilone (Pz).
Relazione idrologico-idraulica

Caratteristiche Bacino										
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)					Puglia			ESEGUI		
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)					Puglia settentrionale			APRI IMMAGINE SZO		
Definire l'area, la quota e la lunghezza dell'asta principale del bacino idrografico					Note					
A (Kmq) =	0.22		kmq							
Z (m s.l.m.) =	470		m s.l.m.							
L _{ap} (Km) =	1		Km							
Calcolo del tempo di corrivazione										
$T_c [1] = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L_{ap}}{0.8\sqrt{Z}}$ Formula di Giandotti					$T_c [2] = 0.35\sqrt{A}$					
T _c [1] (ore) =	0									
Calcolo del fattore di crescita										
APRI PARAMETRI DISTRIBUZIONE			$T = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\tau K_T} - \Lambda_2 \Lambda_1^{1/6} e^{-\tau K_T / 6})}$ Valida per tutti i compartimenti				$T = \frac{1}{1 - \exp\left\{-\left[1 - \frac{k}{\alpha}(K_T - \epsilon)\right]^{-1/k}\right\}}$ Valida solo per Italia Nord Occidentale			
T (anni)	200									
K _T	4.39									
T (anni)	5	10	30	50	100	200	300	500	1000	
K _T	1.39	1.85	2.71	3.15	3.76	4.39	4.75	5.21	5.84	
Piena media annua										
Definire il metodo di calcolo della piena indice					Metodo razionale					
Calcolo del coefficiente di piena/afflusso/deflusso										
$C_{(t)}^{(*)}[1] = C_{(t)_1}^{(*)} \frac{A_1}{A} + C_{(t)_2}^{(*)} \frac{A_2}{A}$					$C^*[2] = 0.09 + 0.47(1 - p.p.)$				$\psi = \frac{9 \cdot 25}{p \cdot p}$	
Parametri	p.p.									
	0.90									
C*[2] (Coefficiente di piena) =	0.137									
Calcolo del tempo di ritardo										
$T_r [1] = \frac{C_{(t)_1}^{(*)} \cdot A_1 \cdot 1.25\sqrt{A_1}}{C_{(t)}^{(*)} \cdot A \cdot 3.6 \cdot c_1} + \frac{C_{(t)_2}^{(*)} \cdot A_2 \cdot 1.25\sqrt{A_2}}{C_{(t)}^{(*)} \cdot A \cdot 3.6 \cdot c_2}$					$T_r [2] = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1 + S)^{0.13}$				$T_r [3] = 0.344\sqrt{A}$	
Parametri										
T _r [3] (ore) =	0									
Calcolo della piena indice										
Parametri	m[h(T _r)] (mm)		K _s (T _r)							
	20.68		0.90							
m(Q) = (C*·K _s (T _r)·m[h(T _r)]·A)/3.6 =	0.97		mc/s							
Portate al Colmo di Piena										
T (anni)	200									
Q (mc/s)	4.24									
T (anni)	5	10	30	50	100	200	300	500	1000	
Q (mc/s)	1.34	1.78	2.61	3.04	3.63	4.24	4.59	5.04	5.64	

La portata al colmo di piena, corrispondente ad un T=200 anni, utilizzata per il dimensionamento e la verifica della sezione idraulica del tombino è pari a 4.24 m³/s.

4.2.2 Bacino – interferenza idraulica 7

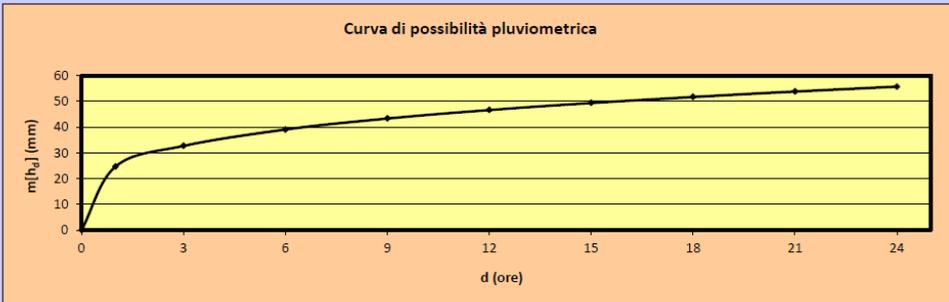
Caratteristiche Bacino										
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)	Puglia Settentrionale									
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)	Area 4									
Definire l'area e la quota del bacino idrografico										
A (Kmq) =	0.1 kmq									
Z (m s.l.m.) =	470 m s.l.m.									
Si assume l'ipotesi che il fattore probabilistico di crescita sia costante al variare della durata.										
ESEGUI										
APRI IMMAGINE SZO										
Calcolo del fattore di crescita										
d (ore)	1									
APRI PARAMETRI DISTRIBUZIONE	$T = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\tau/K_T} - \Lambda_2 \Lambda_1^{1/\alpha} e^{-\tau/K_T/\alpha})}$ Valida per tutti i compartimenti									
	$T = \frac{1}{1 - \exp\left\{-\left[1 - \frac{k}{\alpha}(K_T - \varepsilon)\right]^{1/k}\right\}}$ Valida solo per Italia Nord Occidentale									
T (anni)	200									
K _T (giornaliere)	2.77									
T (anni)	2	5	10	30	50	100	200	300	500	1000
K _T (giornaliere)	0.91	1.26	1.53	1.98	2.19	2.48	2.77	2.93	3.15	3.43
Calcolo della pioggia indice										
Parametri	a (mm/ora)	n								
	24.70	0.256								
m(h _d) = a · d ⁿ =	24.70	mm								
Calcolo del fattore di riduzione areale										
ARF [1] = 1 - e ^(-1.1d^{1/4}) + e ^(-1.1d^{1/4} - 0.01A)	ARF [2] = 1 - (1 - e ^(-c₁·A)) · e ^(-c₂·d^{ε3})	ARF [3] = a + (1 - a) · e ^(-b·A)								
Parametri	c ₁	c ₂	c ₃							
	0.0021	0.53	0.25							
ARF [2]	1.00									
Massima altezza di pioggia annuale										
T (anni)	200									
h _d (T,d) (mm)	68.30									
T (anni)	2	5	10	30	50	100	200	300	500	1000
h _d (T,d) (mm)	22.50	31.13	37.82	48.86	54.08	61.18	68.30	72.46	77.70	84.82
Curva di possibilità pluviometrica										
d (ore)	0	1	3	6	9	12	15	18	21	24
m[h _d] (mm)	0.00	24.70	32.72	39.08	43.35	46.66	49.41	51.77	53.85	55.72

Costruzione ed esercizio di impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Venosa" di potenza
 in massima immissione pari a 39,6 MW e relative opere connesse da realizzarsi nei comuni di Venosa,
 Maschito e Montemilone (Pz).
Relazione idrologico-idraulica

Caratteristiche Bacino										
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)					Puglia			ESEGUI		
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)					Puglia settentrionale			APRI IMMAGINE SZO		
Definire l'area, la quota e la lunghezza dell'asta principale del bacino idrografico										
A (Kmq) =		0.1		kmq						
Z (m s.l.m.) =		470		m s.l.m.						
L _{ap} (Km) =		0.3		Km						
Calcolo del tempo di corrivazione										
$T_c[1] = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L_{ap}}{0.8\sqrt{Z}}$ Formula di Giandotti					$T_c[2] = 0.35\sqrt{A}$					
T _c [1] (ore) =		0								
Calcolo del fattore di crescita										
APRI PARAMETRI DISTRIBUZIONE			$T = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\gamma K_T} - \Lambda_2 \Lambda_1^{1/6} e^{-\gamma K_T / 6})}$ Valida per tutti i compartimenti			$T = \frac{1}{1 - \exp\left\{-\left[1 - \frac{k}{\alpha}(K_T - \varepsilon)\right]^{1/k}\right\}}$ Valida solo per Italia Nord Occidentale				
T (anni)		200								
K _T		4.39								
T (anni)		5	10	30	50	100	200	300	500	1000
K _T		1.39	1.85	2.71	3.15	3.76	4.39	4.75	5.21	5.84
Piena media annua										
Definire il metodo di calcolo della piena indice					Metodo razionale					
Calcolo del coefficiente di piena/afflusso/deflusso										
$C_{(f)}^{(*)}[1] = C_{(f)_1}^{(*)} \frac{A_1}{A} + C_{(f)_2}^{(*)} \frac{A_2}{A}$					$C^*[2] = 0.09 + 0.47(1 - p.p.)$			$\psi = \frac{9.25}{p \cdot p}$		
Parametri		p.p.		0.90						
C*[2] (Coefficiente di piena) =		0.137								
Calcolo del tempo di ritardo										
$T_r[1] = \frac{C_{(f)_1}^{(*)} \cdot A_1}{C_{(f)}^{(*)} \cdot A} \cdot \frac{1.25\sqrt{A_1}}{3.6 \cdot c_1} + \frac{C_{(f)_2}^{(*)} \cdot A_2}{C_{(f)}^{(*)} \cdot A} \cdot \frac{1.25\sqrt{A_2}}{3.6 \cdot c_2}$					$T_r[2] = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1 + S)^{0.13}$			$T_r[3] = 0.344\sqrt{A}$		
Parametri										
T _r [3] (ore) =		0								
Calcolo della piena indice										
Parametri		m[h(T _r)] (mm)		K _s (T _r)						
		24.70		0.90						
m(Q) = (C* · K _s (T _r) · m[h(T _r)] · A) / 3.6 =		0.78		mc/s						
Portate al Colmo di Piena										
T (anni)		200								
Q (mc/s)		3.41								
T (anni)		5	10	30	50	100	200	300	500	1000
Q (mc/s)		1.08	1.44	2.10	2.45	2.93	3.41	3.70	4.06	4.54

La portata al colmo di piena, corrispondente ad un T=200 anni, utilizzata per il dimensionamento e la verifica della sezione idraulica del tombino è pari a 3.41 m³/s.

4.2.3 Bacino – interferenza idraulica 8

Caratteristiche Bacino										
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)				Puglia Settentrionale				ESEGUI		
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)				Area 4				APRI IMMAGINE SZO		
Definire l'area e la quota del bacino idrografico										
A (Kmq) =	0.1		kmq		Si assume l'ipotesi che il fattore probabilistico di crescita sia costante al variare della durata.					
Z (m s.l.m.) =	450		m s.l.m.							
Calcolo del fattore di crescita										
d (ore)	1									
APRI PARAMETRI DISTRIBUZIONE			$T = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\tau K_T} - \Lambda_r \Lambda_1^{1/b} e^{-\tau K_T / b})}$ Valida per tutti i compartimenti				$T = \frac{1}{1 - \exp\left\{-\left[1 - \frac{k}{\alpha} (K_T - \epsilon)\right]^{1/k}\right\}}$ Valida solo per Italia Nord Occidentale			
T (anni)	200									
K _T (giornaliere)	2.77									
T (anni)	2	5	10	30	50	100	200	300	500	1000
K _T (giornaliere)	0.91	1.26	1.53	1.98	2.19	2.48	2.77	2.93	3.15	3.43
Calcolo della pioggia indice										
Parametri		a (mm/ora)	n							
		24.70	0.256							
m(h _d) = a · d ⁿ =		24.70	mm							
Calcolo del fattore di riduzione areale										
ARF [1] = 1 - e ^(-1.1d^{1/4}) + e ^(-1.1d^{1/4}-0.01A)			ARF [2] = 1 - (1 - e ^(-c₁·A)) · e ^(-c₂·d^{1.3})				ARF [3] = a + (1 - a) · e ^(-b·A)			
Parametri		c ₁	c ₂	c ₃						
		0.0021	0.53	0.25						
ARF [2]		1.00								
Massima altezza di pioggia annuale										
T (anni)	200									
h _d (T,d) (mm)	68.30									
T (anni)	2	5	10	30	50	100	200	300	500	1000
h _d (T,d) (mm)	22.50	31.13	37.82	48.86	54.08	61.18	68.30	72.46	77.70	84.82
Curva di possibilità pluviometrica										
d (ore)	0	1	3	6	9	12	15	18	21	24
m[h _d] (mm)	0.00	24.70	32.72	39.08	43.35	46.66	49.41	51.77	53.85	55.72
										

Costruzione ed esercizio di impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Venosa" di potenza
 in massima immissione pari a 39,6 MW e relative opere connesse da realizzarsi nei comuni di Venosa,
 Maschito e Montemilone (Pz).
Relazione idrologico-idraulica

Caratteristiche Bacino									
Definire la sottozona omogenea di riferimento (2° livello di regionalizzazione)					Puglia		ESEGUI		
Definire l'area di studio (3° livello di regionalizzazione)					Puglia settentrionale		APRI IMMAGINE SZO		
Definire l'area, la quota e la lunghezza dell'asta principale del bacino idrografico					Note				
A (Kmq) =	0.1	Kmq							
Z (m s.l.m.) =	450	m s.l.m.							
L _{ap} (Km) =	0.3	Km							
Calcolo del tempo di corrivazione									
$T_c[1] = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L_{ap}}{0.8\sqrt{Z}}$ Formula di Giandotti			$T_c[2] = 0.35\sqrt{A}$						
T _d [1] (ore) =	0								
Calcolo del fattore di crescita									
APRI PARAMETRI DISTRIBUZIONE			$T = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\alpha T} - \Lambda_2 \Lambda_1^{1/\alpha} e^{-\alpha T/\alpha})}$ Valida per tutti i compartimenti			$T = \frac{1}{1 - \exp\left\{-\left[1 - \frac{k}{\alpha}(K_T - \varepsilon)\right]^{-1/k}\right\}}$ Valida solo per Italia Nord Occidentale			
T (anni)	200								
K _r	4.39								
T (anni)	5	10	30	50	100	200	300	500	1000
K _r	1.39	1.85	2.71	3.15	3.76	4.39	4.75	5.21	5.84
Piena media annua									
Definire il metodo di calcolo della piena indice					Metodo razionale				
Calcolo del coefficiente di piena/afflusso/deflusso									
$C_{(f)}^{(*)}[1] = C_{(f)1}^{(*)} \frac{A_1}{A} + C_{(f)2}^{(*)} \frac{A_2}{A}$			$C^*[2] = 0.09 + 0.47(1 - p.p.)$				$\psi = \frac{9.25}{p \cdot p.}$		
Parametri	p.p.								
	0.90								
C*[2] (Coefficiente di piena) =	0.137								
Calcolo del tempo di ritardo									
$T_r[1] = \frac{C_{(f)1}^{(*)} \cdot A_1 \cdot 1.25\sqrt{A_1}}{C_{(f)}^{(*)} \cdot A \cdot 3.6 \cdot c_1} + \frac{C_{(f)2}^{(*)} \cdot A_2 \cdot 1.25\sqrt{A_2}}{C_{(f)}^{(*)} \cdot A \cdot 3.6 \cdot c_2}$			$T_r[2] = 0.26 \cdot L_{ap}^{0.82} \cdot i_{media}^{-0.20} \cdot (1+S)^{0.13}$				$T_r[3] = 0.344\sqrt{A}$		
Parametri									
T _r [3] (ore) =	0								
Calcolo della piena indice									
Parametri	m[h(T _r)] (mm)		K _a (T _r)						
	24.70		0.90						
m(Q) = [C*·K _a (T _r)·m[h(T _r)]·A]/3.6 =	0.78		mc/s						
Portate al Colmo di Piena									
T (anni)	200								
Q (mc/s)	3.41								
T (anni)	5	10	30	50	100	200	300	500	1000
Q (mc/s)	1.08	1.44	2.10	2.45	2.93	3.41	3.70	4.06	4.54

La portata al colmo di piena, corrispondente ad un T=200 anni, utilizzata per il dimensionamento e la verifica della sezione idraulica del tombino è pari a 3.41 m³/s.

Nella tabella seguente è riportata la verifica, in condizioni di moto uniforme, delle sezioni idrauliche scelte per i vari tombini.

Tabella 3 – Verifica delle sezioni di progetto dei tombini

ID	Q (m ³ /s)	D(m)	Sezione	Coeff. Di scabrezza (Gaukler-Strikler)	Tirante (%)	Pendenza di progetto (%)
6	4.24	1.20	Circolare	70	51	5
7	3.41	1.20	Circolare	70	44	5
8	3.41	1.20	Circolare	70	44	5

Il tirante che si genera si attesta intorno al 50% pertanto la sezione scelta, di diametro pari a 1.20m, risulta correttamente dimensionata.