

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO "CE DELICETO"
CON POTENZA DI 60 MW RICADENTE NEL COMUNE DI ASCOLI
SATRIANO (FG) IN LOCALITA' SANTA CROCE ED OPERE DI
CONNESSIONE NEL COMUNE DI DELICETO (FG)**



Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Tecnico
ing. Danilo POMPONIO

Collaborazioni
ing. Milena Miglionico
ing. Antonio Crisafulli
ing. Tommaso Mancini
ing. Giovanna Scuderi
ing. Dionisio Staffieri
ing. Giuseppe Federico Zingarelli

Responsabile Commessa
ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
V21		RELAZIONE IDROLOGICA	21022	D		
REVISIONE			CODICE ELABORATO			
00			DC21022D-V21			
REVISIONE		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA		
00			-	-		
REV			DATA	NOME FILE	PAGINE	
			MODIFICA	DC21022D-V21.doc	21 + copertina	
			Elaborato	Controllato	Approvato	
00	25/05/21	Emissione	Pierri	Miglionico	Pomponio	
01						
02						
03						
04						
05						
06						



INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
4. STUDIO IDROLOGICO.....	7
4.1 Analisi morfologica.....	8
4.2 Analisi pluviometrica	11
4.3 Metodo SCS-CN per il calcolo della pioggia netta o efficace.....	15
4.4 Metodo di trasformazione afflussi-deflussi per il calcolo delle portate di piena	18
5. DISCIPLINA DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO E DI PRIMA PIOGGIA	20
6. CONCLUSIONI.....	21

1. PREMESSA

La presente Relazione Idrologica è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione di parco eolico proposto dalla società **BLUE STONE Renewable VIII S.r.l.**, Via Vincenzo Bellini n. 22, 00198 Roma (RM).

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 10 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6.0 MW per una potenza complessiva di 60.0 MW, da realizzarsi nella Provincia di Foggia, nel territorio comunale di Ascoli Satriano, in cui ricadono gli aerogeneratori e parte dell'elettrodotto esterno. La restante parte dell'elettrodotto esterno attraversa il territorio comunale di Candela e di Deliceto, in quest'ultimo comune ricadono anche le opere di connessione alla RTN.

Lo studio idrologico ed idraulico, redatto in conformità ai criteri dettati dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia, istituita con L. R. n. 19 del 9 dicembre 2002, la quale ha approvato il Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), di cui alla Legge 183/89, il 30 novembre 2005.

In essa è stato condotto lo studio idrologico per i diversi tempi di ritorno, necessario a definire le portate di piena transitive nei corsi d'acqua per un tempo di ritorno di 200 anni, al fine di determinare le condizioni di sicurezza idraulica delle opere a farsi.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30.11.2005 e pubblicato il 30.12.2005. Esso è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti ed a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso, e rappresenta la disciplina che più particolarmente si occupa delle tematiche proprie della difesa del suolo.

Il P.A.I. costituisce il Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dell'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n° 183; ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Le finalità del P.A.I. (art. 1) sono realizzate, dall'Autorità di Bacino della Puglia e dalle altre Amministrazioni competenti, mediante:

- la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del terreno;
- l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di difesa esistenti;
- la definizione degli interventi per la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione di nuovi sistemi di difesa, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo della evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Il PAI (art. 4), in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, disciplina le aree agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10. In particolare, le aree di cui sopra sono definite:

- Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali (art. 6);
- Aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.) (art. 7);
- Aree a media pericolosità idraulica (M.P.) (art. 8);
- Aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.) (art. 9);
- Fasce di pertinenza fluviale (art. 10).

Relativamente alle zone a diversa pericolosità idraulica (A.P., M.P., B.P.), individuate in rapporto a eventi alluvionali, queste risultano arealmente individuate nelle "Carte delle aree soggette a rischio idrogeologico" allegate al PAI, mentre, per i restanti reticoli idrografici per i quali non sono state definite le aree a pericolosità idraulica, ai sensi delle NTA del PAI si applicano i contenuti dell'art. 6 per "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" e dell'art. 10 per le "Fasce di pertinenza fluviale", la loro delimitazione e tutela segue i seguenti criteri:

- (art. 6 comma 8) quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI 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 comma 3) quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato al PAI, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermina all'area golenale, come individuata dall'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

Laddove esistono perimetrazioni delle aree AP, MP e BP così definite:

- area ad alta pericolosità idraulica (A.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni;
- area a media pericolosità idraulica (M.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni;
- area a bassa pericolosità idraulica (B.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni;

trovano applicazione le norme contenute negli art. 7, 8 e 9.

Gli obiettivi del PAI sono definiti dall'art. 17 e consistono nel perseguire il raggiungimento delle condizioni di sicurezza idraulica e della qualità ambientale come definite dall'art. 36.

L'art. 36 definisce per sicurezza idraulica la "condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e legata alla non inondabilità per eventi con tempo di ritorno assegnati". *Agli effetti del PAI, infatti, si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.*

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il parco eolico, denominato "CE DELICETO" si estende nel territorio comunale di Ascoli Satriano, in provincia di Foggia, ed è costituito da 10 aerogeneratori del tipo Siemens Gamesa SG 6.0 – 170, ciascuno della potenza di 6.0 MW per una potenza complessiva di 60.0 MW.

Per quanto riguarda il collegamento alla RTN, le opere di connessione ricadono nei comuni di Ascoli Satriano, Candela e di Deliceto, dove sarà ubicata la sottostazione utente di trasformazione AT/MT, in prossimità della Stazione Terna Deliceto.

L'area interessata dal parco eolico di progetto si sviluppa in località "Santa Croce" nell'area a sud-est dell'abitato di Ascoli Satriano e a nord-est dal centro abitato di Candela, rispettivamente a circa 1.5 e 6.5 km.

I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessa una superficie di circa 270 ettari, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore e limitato alle aree di piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori, come visibile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto.

Nella seguente immagine, si riporta uno stralcio aerofotogrammetrico dell'area del parco eolico oggetto del presente studio.



Figura 1 - Inquadramento dell'opera su ortofoto (scala 1:80.000)

Di seguito, si riporta la tabella riepilogativa in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate (WGS84 – UTM zone 33N) e le particelle catastali, con riferimento al catasto dei terreni del Comune di Ascoli Satriano.

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84		COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	LATITUDINE	LONGITUDINE	NORD (Y)	EST (X)	Comune	foglio n.	part. n.
A1	41° 12' 4.2536"	15° 35' 47.4500"	4561262	550015	Ascoli Satriano	66	300
A2	41° 11' 41.7316"	15° 36' 9.3554"	4560571	550530	Ascoli Satriano	66	39
A3	41° 11' 27.2874"	15° 36' 30.4299"	4560129	551024	Ascoli Satriano	75	160
A4	41° 11' 40.0530"	15° 35' 17.6934"	4560511	549327	Ascoli Satriano	66	80
A5	41° 11' 22.8254"	15° 35' 6.5495"	4559978	549071	Ascoli Satriano	74	122
A6	41° 11' 13.7680"	15° 35' 27.5459"	4559702	549562	Ascoli Satriano	74	18
A7	41° 10' 59.7588"	15° 35' 14.8861"	4559268	549270	Ascoli Satriano	74	77
A8	41° 10' 46.3692"	15° 34' 42.1888"	4558850	548511	Ascoli Satriano	79	58
A9	41° 10' 47.4535"	15° 34' 19.8789"	4558880	547991	Ascoli Satriano	79	46
A10	41° 10' 48.1787"	15° 33' 57.8232"	4558899	547477	Ascoli Satriano	79	43

Secondo le perimetrazioni del P.A.I. della Regione Puglia, aggiornate in data 19-11-2019 su cartografia ufficiale consultabile tramite il WebGis dell'AdB Puglia, gli aerogeneratori di progetto risultano tutti esterni alle aree a pericolosità idraulica AP, MP e BP, come definite agli artt. 7, 8 e 9, e alle aree a pericolosità geomorfologica PG1, PG2 e PG3, come definite agli artt. 13, 14 e 15 delle NTA del PAI. Solo il cavidotto interessa aree PG1 e in un breve tratto anche un'area PG2, per le quali per maggior dettagli si rimanda alle relazioni "DC21022D-V17 Relazione Geologica", "DC21022D-V19 Relazione Sismica e Geotecnica" e "DC21022D-V20 Relazione Analisi Stabilità Pendii Naturali".

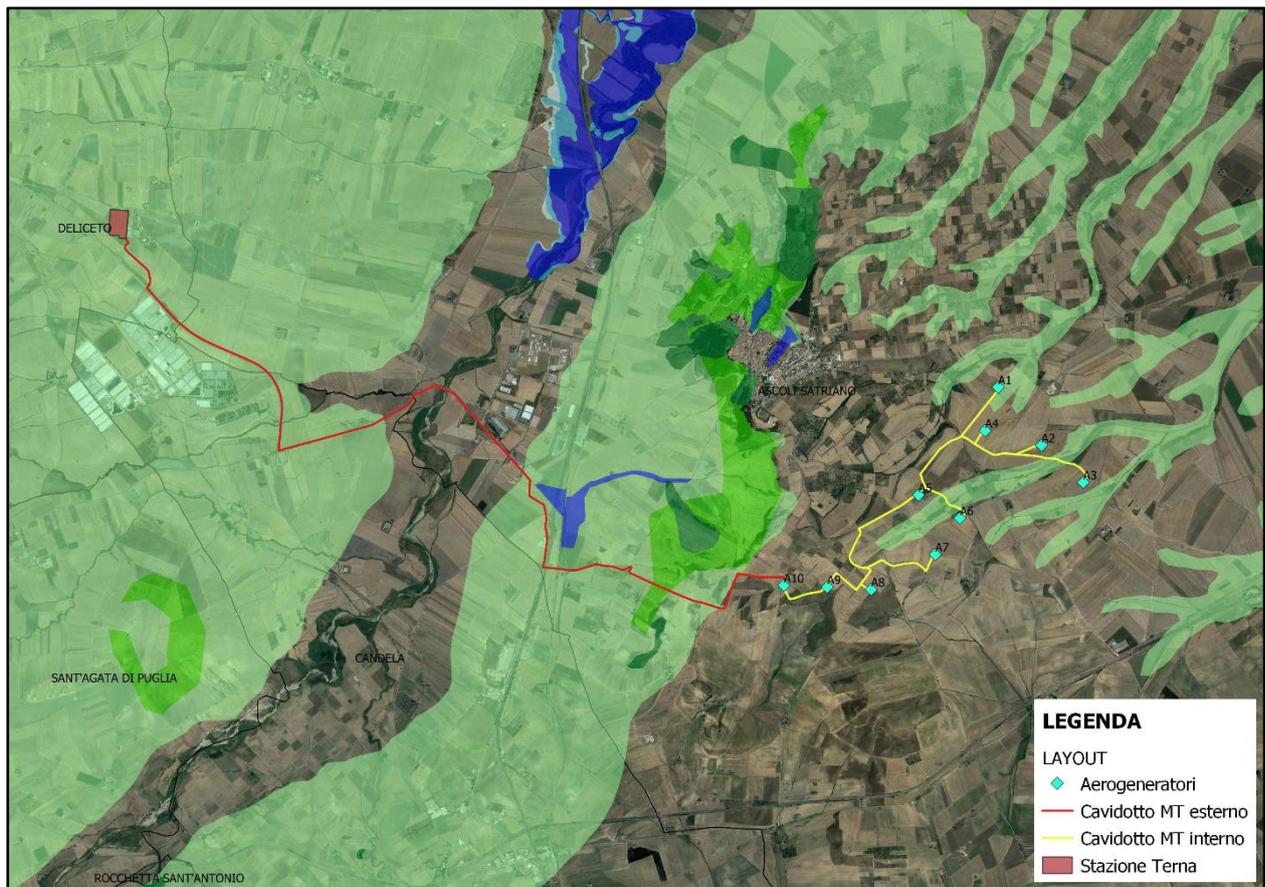


Figura 2 – Stralcio perimetrazioni PAI dell'AdB Puglia (scala 1:50.000)

Relativamente alla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, redatta dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia, risultano delle interferenze dell'impianto con dei corsi d'acqua.

In merito all'impatto sulla risorsa idrica superficiale, alcune delle torri costituenti il parco eolico di progetto ricadono a distanza maggiore di 150 m dall'asse del reticolo, mentre gli aerogeneratori A4 e A5 che rientrano nell'area golenale, area di rispetto di 75 m a destra e sinistra idraulica dall'asse del reticolo, come definita all'art. 6 delle NTA del PAI, mentre gli aerogeneratori A1, A2, A9 e A10 rientrano nella fascia di pertinenza fluviale di 150 m a destra e sinistra idraulica dell'asse del reticolo, come definita all'art. 10 delle NTA del PAI.

Nel rispetto di quanto prescritto all'art. 10 comma 2 delle N.T.A. del P.A.I., sono state redatte le seguenti relazioni di compatibilità idrologica ed idraulica, al fine di analizzare il regime idraulico per tempi di ritorno di 200 anni e, quindi, di verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36 delle N.T.A.

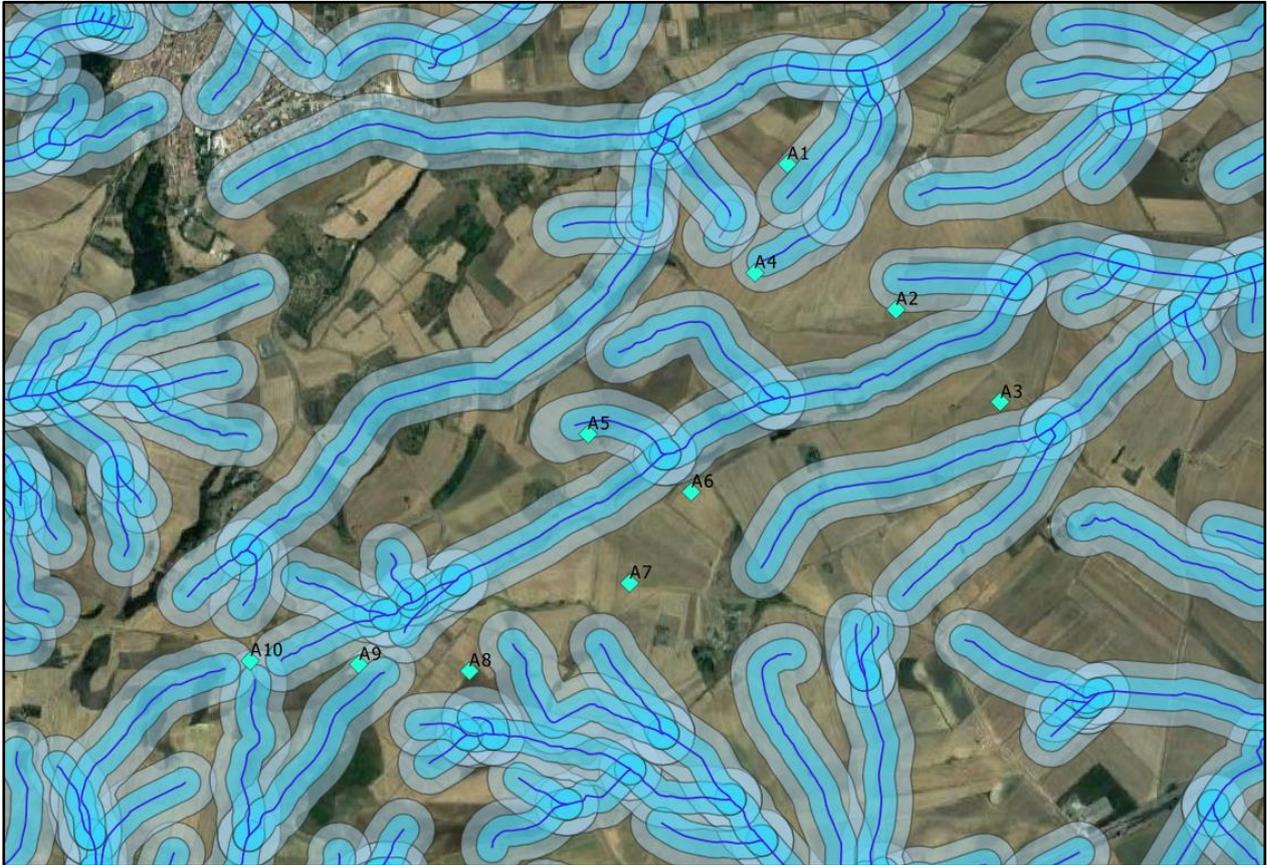


Figura 3 – Stralcio della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia con buffer di rispetto secondo l'art. 6 e 10 del P.A.I. (scala 1:30.000)

4. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico ha la finalità di definire le portate generate da un bacino idrografico in conseguenza ad eventi meteorici con prefissato tempo di ritorno. Nello specifico, l'Autorità di Bacino della Puglia ha individuato i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, per la definizione degli scenari rispettivamente di alta, media e bassa probabilità, assumendo altresì come riferimento per la condizione di sicurezza idraulica e, quindi, per la compatibilità idraulica lo scenario con tempo di ritorno di 200 anni. Lo studio idrologico si compone delle seguenti fasi:

1. analisi morfologica per la determinazione delle caratteristiche morfometriche dei bacini idrografici;
2. analisi pluviometrica per la definizione dell'altezza totale di precipitazione;

3. definizione della precipitazione netta o efficace, ovvero la componente di precipitazione che partecipa al ruscellamento superficiale, pari alla pioggia totale depurata da quella persa in conseguenza a perdite idrologiche (immagazzinamento superficiale, vegetazione, evaporazione, infiltrazione);
4. trasformazione afflussi - deflussi per il calcolo della portata di piena.

4.1 Analisi morfologica

L'analisi morfologica consiste nella delimitazione dei bacini idrografici affluenti e nella determinazione delle caratteristiche morfometriche degli stessi. I bacini sono determinati sulla base del modello digitale del terreno (Digital Elevation Model – DEM), mediante procedure automatiche in ambiente GIS. È stato utilizzato il DTM 8x8 m disponibile sul SIT della Puglia.

Per poter stimare gli afflussi meteorici e valutare le portate di piena, sono stati calcolati i contributi dei vari sottobacini idrografici. L'analisi idrologica è, quindi, rivolta ai diversi bacini di studio:

Basin	Area (Kmq)	Lasta (Km)	H _{max} (m.s.l.m)	H _{min} (m.s.l.m)	H _{mean} (m.s.l.m)	Dislivello (m)	i _{media} bacino (%)	i _{lasta} (%)
Basin 1	0.15	0.85	377.84	315.97	352.51	61.87	13.21	7.28
Basin 2	0.35	1.04	387.59	316.31	358.41	71.28	13.24	6.85
Basin 3	0.25	0.80	376.50	308.92	347.27	67.58	13.36	8.45
Basin 4	0.15	0.60	425.71	368.73	402.38	56.98	13.12	9.50
Basin 5	3.26	4.90	493.12	289.04	382.14	204.08	14.24	4.16
Basin 6	2.51	2.65	440.63	288.66	349.13	151.97	10.98	5.73
Basin 7	2.00	3.31	502.61	334.61	416.98	168.00	17.73	5.08
Basin 8	0.17	0.70	387.05	335.59	370.6	51.46	14.68	7.35
Basin 9	0.50	1.13	502.60	337.36	417.5	165.24	26.20	14.62
Basin 10	0.15	0.80	496.15	354.51	427.5	141.64	26.90	17.71
Basin 11	0.40	1.03	495.19	355.71	428.65	139.48	28.56	13.54
Basin 12	0.68	1.40	463.30	314.08	377.92	149.22	15.23	10.66
Basin 13	0.70	1.60	494.84	313.99	414.88	180.85	18.08	11.30
Basin 14	2.57	4.30	527.58	225.05	317.93	302.53	8.61	7.04
Basin 15	10.12	4.80	527.87	215.52	309.19	312.35	10.25	6.51
Basin 16	9.59	6.90	723.19	215.76	407.06	507.43	14.07	7.35
Basin 17	20.09	8.30	723.19	195.12	353.66	528.07	11.81	6.36
Basin 18	1.53	1.95	265.52	197.54	228.73	67.98	4.68	3.49
Basin 19	0.60	1.60	452.85	234.25	319.99	218.60	20.61	13.66
Basin 20	8.61	3.50	498.53	224.43	291.74	274.10	8.97	7.83
Basin 21	12.75	5.40	498.38	203.48	295.51	294.90	6.05	5.46
Basin 22	91.84	16.50	719.08	330.40	187.10	388.68	6.55	2.36

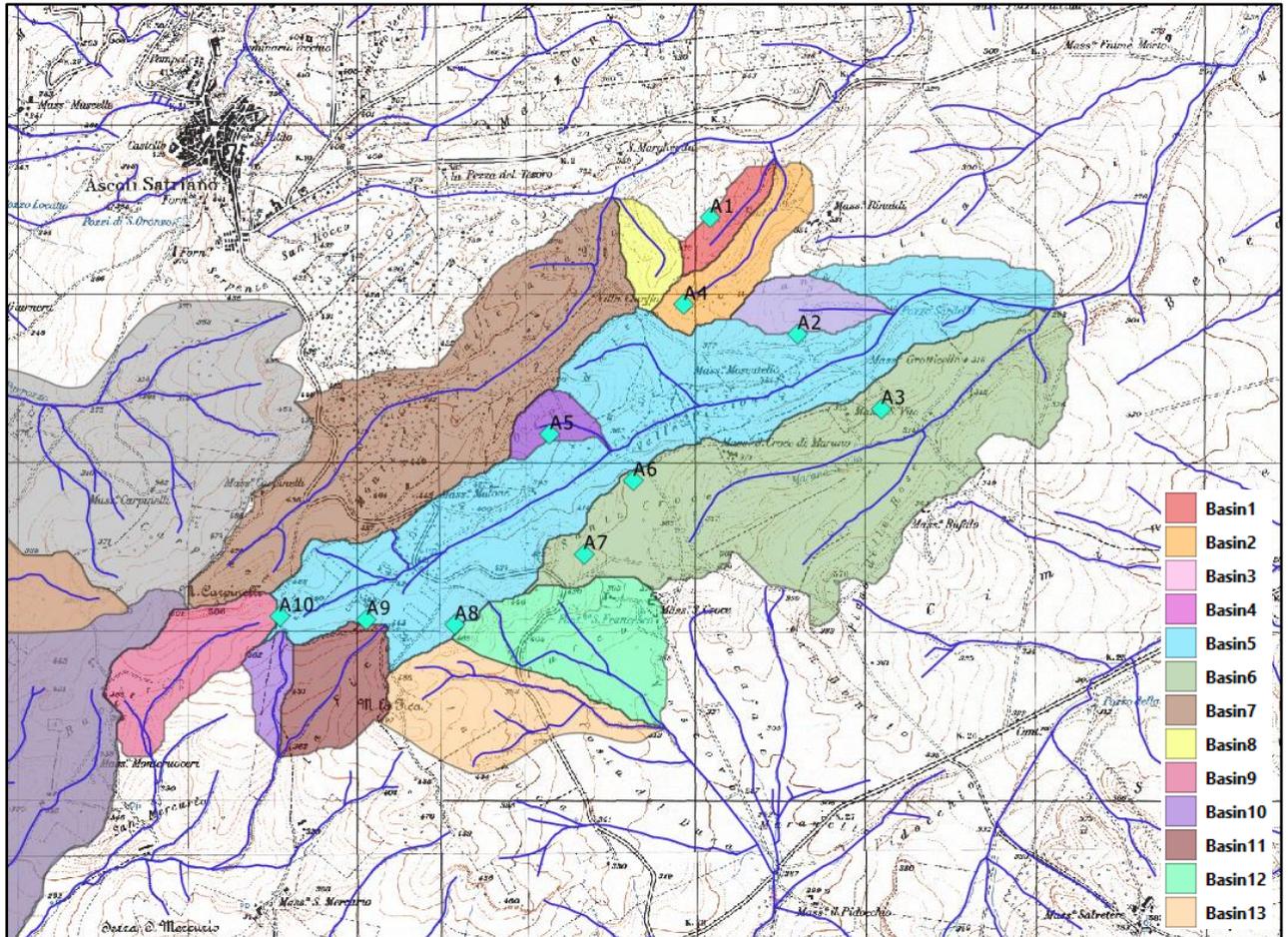


Figura 4 - Bacini idrografici area impianto eolico

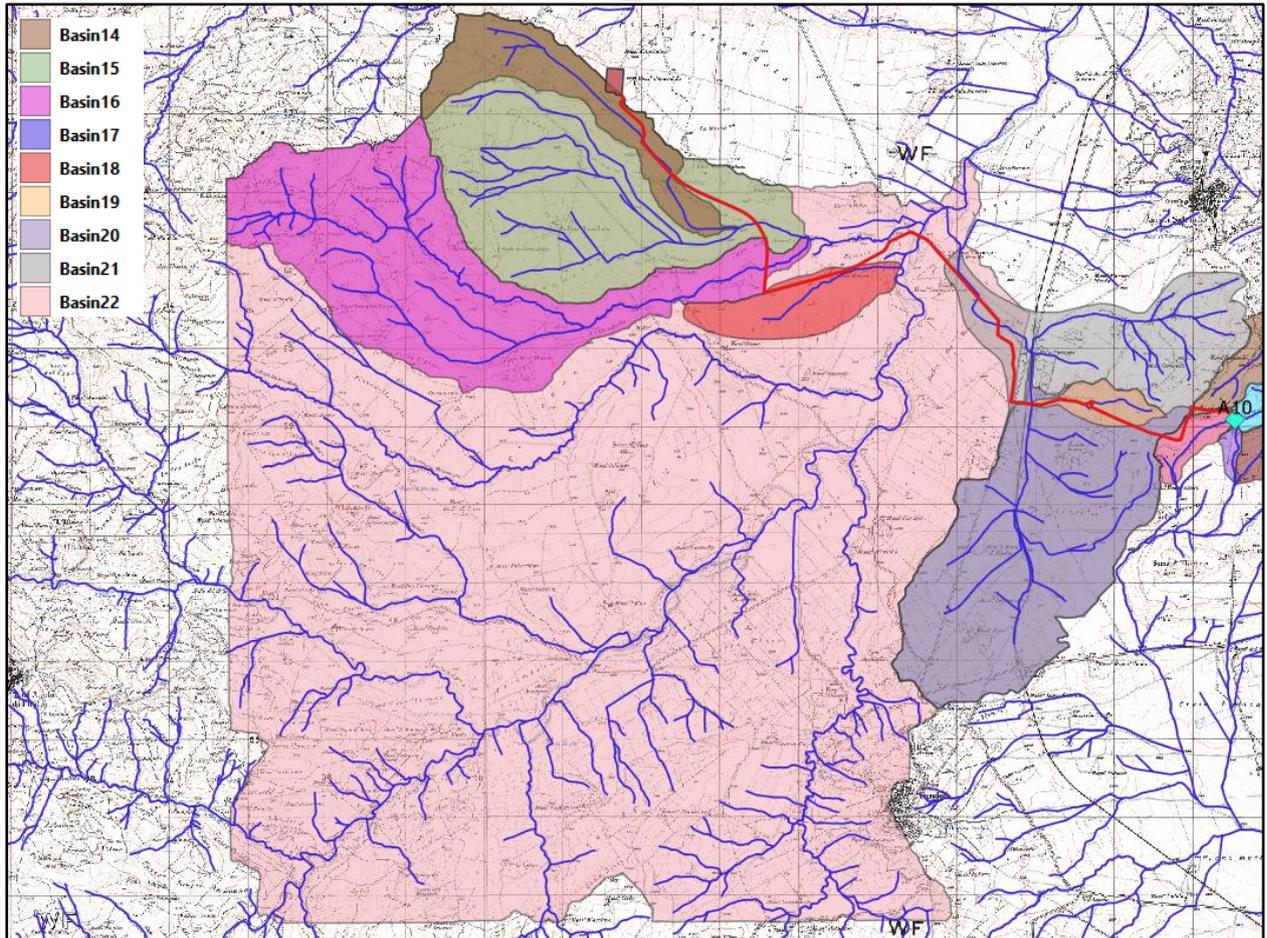


Figura 5 - Bacini idrografici area cavidotto esterno

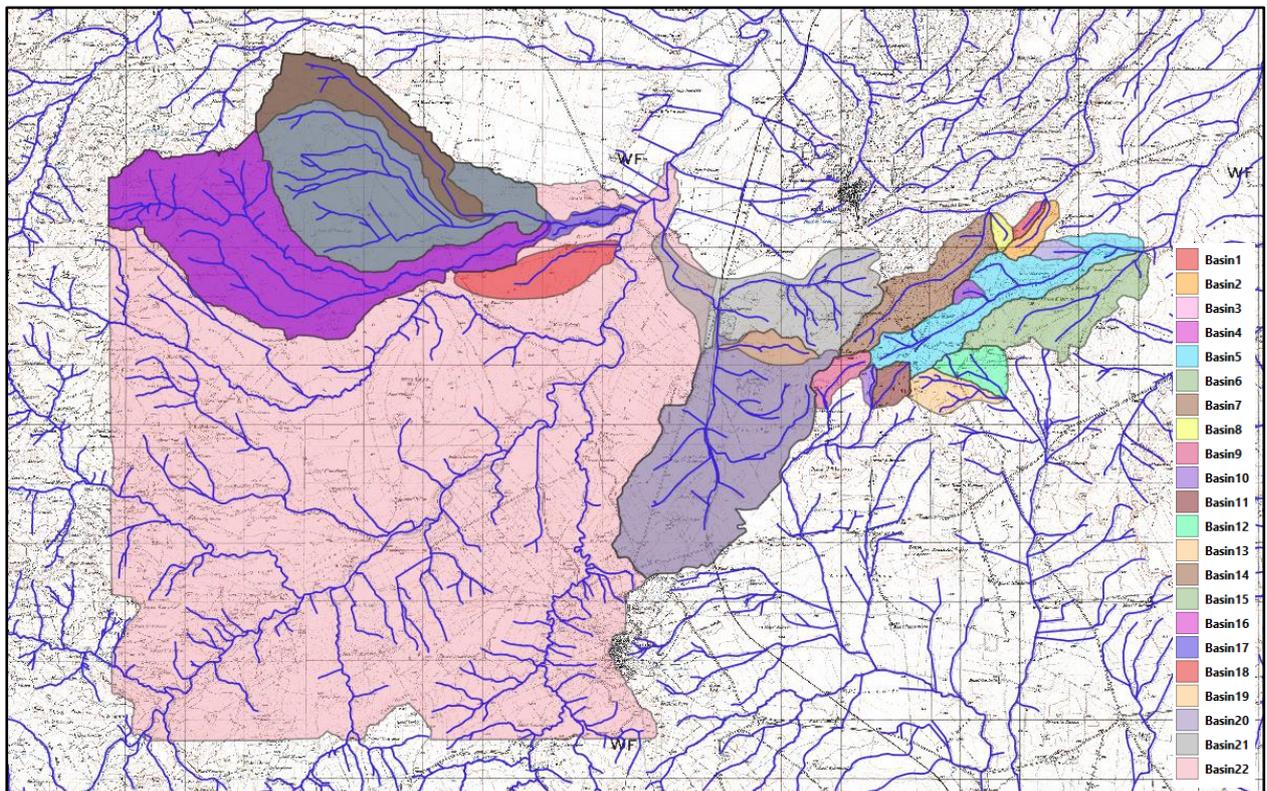


Figura 6 – Inquadramento dei bacini idrografici

4.2 Analisi pluviometrica

La determinazione delle curve di possibilità pluviometrica (C.P.P.) dei bacini idrografici è stata determinata attraverso la procedura propria del progetto Valutazione Piene (VaPi) del Gruppo Nazionale di Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI), metodologia di riferimento delle N.T.A. del P.A.I. dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Nel VaPi l'analisi idrologica è basata sulla legge di distribuzione statistica TCEV (Two Components Extreme Value). La particolarità di questo modello è quella di riuscire a considerare gli estremi idrologici, che sono di fatto gli eventi che inducono un livello di pericolosità più elevato, riconducendosi al prodotto di due funzioni di distribuzione di probabilità di tipo Gumbel, una che riproduce l'andamento degli eventi ordinari e l'altra che riproduce l'andamento degli eventi eccezionali.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, con due zone omogenee al primo e secondo livello, ovvero Puglia Settentrionale e Puglia Centro – Meridionale, e sei zone omogenee al terzo livello, dove si indaga la variabilità spaziale del valor medio dell'altezza di pioggia, con formulazioni diverse per ognuna di esse.



Figura 7 - Zone omogenee al III livello del VaPi Puglia

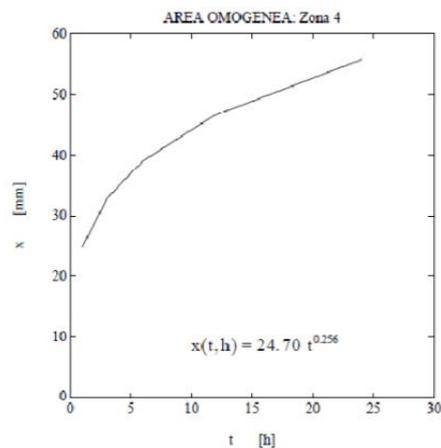


Figura 8 - Zone omogenee del VaPi con indicazione dell'area di progetto

Come si può notare dalla figura 8, i bacini idrografici di studio rientrano nella zona omogenea 4 della Puglia Settentrionale, pertanto l'equazione da applicare è la seguente:

$$ZONA 4: h = x(t) = 24.70 * t^{0.256}$$

dove la durata di progetto t delle curve pluviometriche si assume pari al tempo di ritardo del bacino espresso in ore, definito come la distanza tra il baricentro dello ietogramma e il baricentro dell'onda di piena.



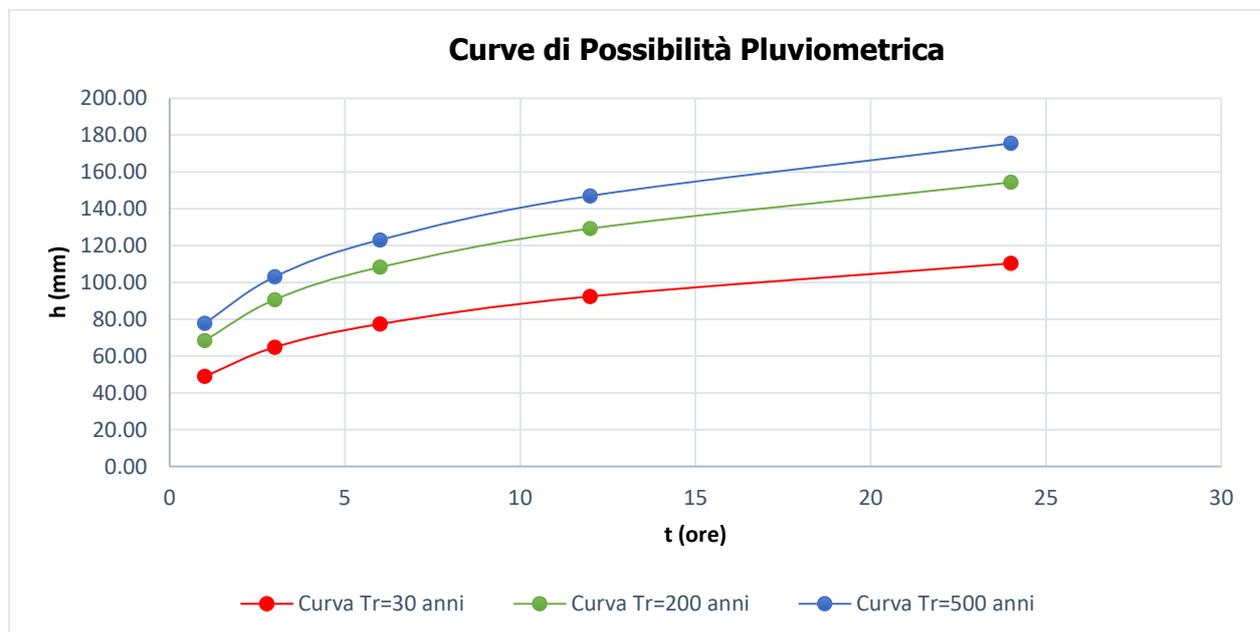
Per quanto concerne il fattore di crescita K_t per la Puglia Settentrionale, esso è espresso dalla seguente espressione: $K_T = 0.5648 + 0.415 \cdot \ln T$.

		Tempo di Ritorno (anni)											
		2	5	10	20	25	30	40	50	100	200	500	1000
Tabella	K_T	0.91	1.26	1.53	1.81	1.9		2.1	2.19	2.48	2.77	3.15	3.43
Formula	K_T	0.85	1.23	1.52	1.81	1.90	1.98	2.10	2.19	2.48	2.76	3.14	3.43

La curva di possibilità climatica esprime il legame esistente tra l'altezza di pioggia (espressa in mm) e la sua durata (espressa in ore), per un assegnato valore del tempo di ritorno (si considerano T_r di 30, 200 e 500 anni). L'altezza di pioggia è stata determinata applicando l'analisi regionale propria del VaPi Puglia.

t (ore)	h (mm)	K_t 30	h30 (mm)	K_t 200	h200 (mm)	K_t 500	h500 (mm)
1	24.70	1.98	48.91	2.77	68.42	3.15	77.81
3	32.72	1.98	64.79	2.77	90.64	3.15	103.07
6	39.08	1.98	77.37	2.77	108.24	3.15	123.09
12	46.66	1.98	92.39	2.77	129.25	3.15	146.99
24	55.72	1.98	110.33	2.77	154.35	3.15	175.53

T_r (anni)	30	200	500
t (ore)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1	48.91	68.42	77.81
3	64.79	90.64	103.07
6	77.37	108.24	123.09
12	92.39	129.25	146.99
24	110.33	154.35	175.53



Per i bacini pugliesi, in accordo con il VaPi Puglia, per il calcolo del tempo di ritardo si considera la seguente formula empirica in funzione dell'area del bacino in Km²: $t = tr = 0,344 A^{0,5}$.

Basin	Area (Kmq)	t (ore)
Basin 1	0.15	0.13
Basin 2	0.35	0.20
Basin 3	0.25	0.17
Basin 4	0.15	0.13
Basin 5	3.26	0.62
Basin 6	2.51	0.54
Basin 7	2.00	0.49
Basin 8	0.17	0.14
Basin 9	0.50	0.24
Basin 10	0.15	0.13
Basin 11	0.40	0.22
Basin 12	0.68	0.28
Basin 13	0.70	0.29
Basin 14	2.57	0.55
Basin 15	10.12	1.09
Basin 16	9.59	1.07
Basin 17	20.09	1.54
Basin 18	1.53	0.43
Basin 19	0.60	0.27
Basin 20	8.61	1.01
Basin 21	12.75	1.23
Basin 22	91.84	3.30

Di seguito si riporta l'altezza di pioggia totale che è pari a $X(t, T) = x(t) * K_T$, con K_T fattore di crescita che dipende dal tempo di ritorno.

Basin	h (mm)	Kt (TR = 30)	h30 (mm)	Kt (TR = 200)	h200 (mm)	Kt (TR = 500)	h500 (mm)
Basin 1	14.7	1.98	29.19	2.77	40.84	3.15	46.44
Basin 2	16.4	1.98	32.54	2.77	45.52	3.15	51.76
Basin 3	15.7	1.98	31.16	2.77	43.60	3.15	49.58
Basin 4	14.7	1.98	29.19	2.77	40.84	3.15	46.44
Basin 5	21.9	1.98	43.29	2.77	60.57	3.15	68.87
Basin 6	21.1	1.98	41.87	2.77	58.57	3.15	66.61
Basin 7	20.5	1.98	40.67	2.77	56.89	3.15	64.70
Basin 8	15.0	1.98	29.66	2.77	41.50	3.15	47.19
Basin 9	17.2	1.98	34.06	2.77	47.64	3.15	54.18

Basin 10	14.7	1.98	29.19	2.77	40.84	3.15	46.44
Basin 11	16.7	1.98	33.10	2.77	46.30	3.15	52.65
Basin 12	17.9	1.98	35.42	2.77	49.56	3.15	56.35
Basin 13	18.0	1.98	35.55	2.77	49.74	3.15	56.56
Basin 14	21.2	1.98	41.99	2.77	58.75	3.15	66.81
Basin 15	25.3	1.98	50.05	2.77	70.02	3.15	79.62
Basin 16	25.1	1.98	49.70	2.77	69.54	3.15	79.08
Basin 17	27.6	1.98	54.64	2.77	76.44	3.15	86.93
Basin 18	19.8	1.98	39.30	2.77	54.98	3.15	62.52
Basin 19	17.6	1.98	34.86	2.77	48.77	3.15	55.46
Basin 20	24.8	1.98	49.02	2.77	68.58	3.15	77.99
Basin 21	26.0	1.98	51.55	2.77	72.12	3.15	82.01
Basin 22	33.5	1.98	66.37	2.77	92.85	3.15	105.59

4.3 Metodo SCS-CN per il calcolo della pioggia netta o efficace

La portata idrologica di piena viene calcolata con il metodo del "Soil Conservation Service" (S.C.S.). Per la stima della pioggia netta o efficace, ovvero la componente di precipitazione che partecipa al ruscellamento superficiale pari alla pioggia totale depurata dalla parte di pioggia persa in conseguenza a perdite idrologiche (immagazzinamento superficiale, vegetazione, evaporazione, infiltrazione) si è utilizzata la metodologia del Soil Conservation Service (SCS) che prevede la determinazione del Curve Number (CN).

Il Curve Number è un parametro di fondamentale importanza nelle valutazioni idrologiche, in quanto viene usato per determinare l'aliquota di precipitazione netta, ovvero l'aliquota di precipitazione totale che contribuisce alla formazione del deflusso, indicando l'attitudine del bacino a produrre ruscellamento.

Tale parametro assume valori compresi tra 0 (terreni permeabili) e 100 (terreni impermeabili) e si stima in funzione delle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale.

La stima del CN è effettuata determinando il gruppo idrologico di appartenenza di ciascun suolo e, all'interno di ciascun gruppo, valutando la copertura d'uso del suolo; alle sottoclassi così determinate viene associato un valore di CN. Gli strati informativi utili alla definizione del Curve Number sono quindi rappresentati dalla Carta Geolitologica e dalla Carta di Uso del Suolo, disponibili sul SIT Puglia.

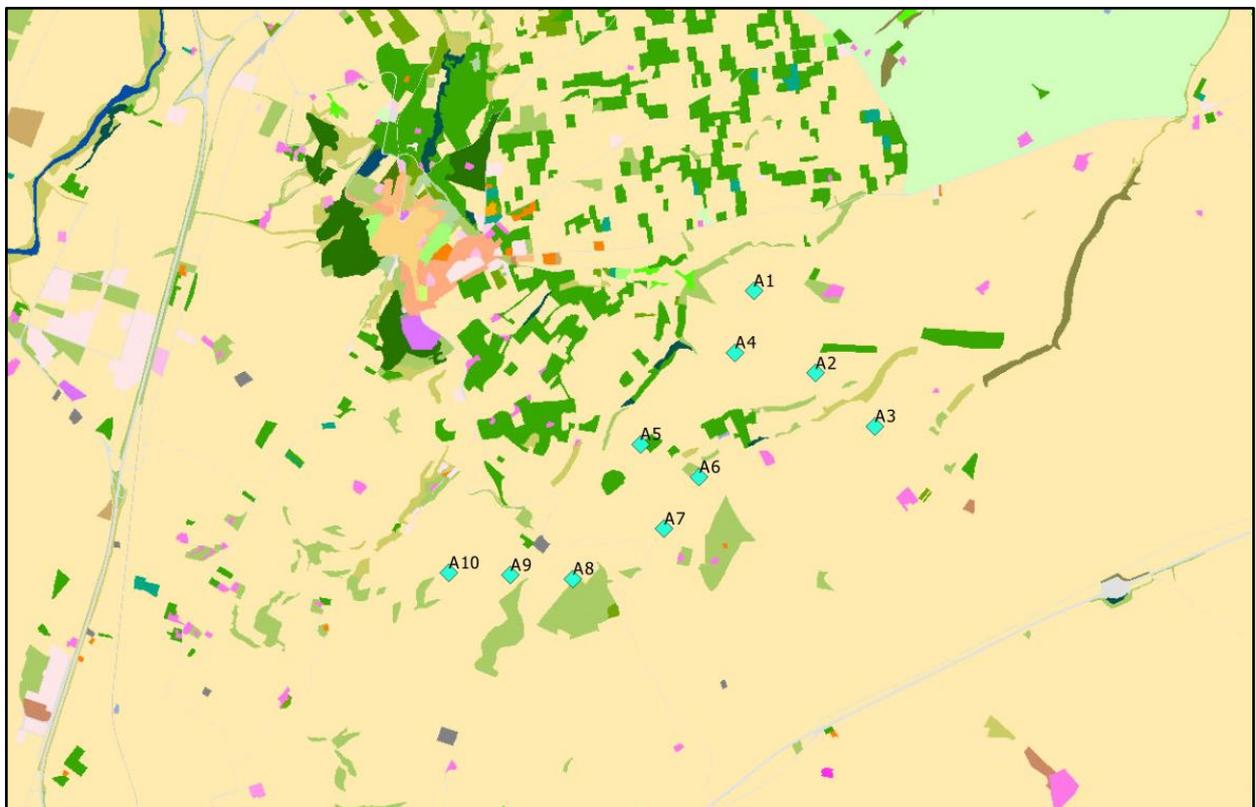
L'attribuzione delle 4 classi di permeabilità (A, B, C, D,) del metodo SCS-CN è operata avendo come base cartografica la carta geolitologica della Puglia 1: 250.000. È associato un livello di

permeabilità a ciascuna unità geolitologica, valutando in maniera qualitativa porosità, fessurazione, carsismo e pendenza.

Gruppo A	Suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde, con scarsissimo limo ed argilla e ghiaie profonde, molto permeabili. Capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.
Gruppo B	Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
Gruppo C	Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.
Gruppo D	Potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressochè impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione.

Gruppi geolitologici

La copertura del suolo è valutata attraverso la Carta di Uso del Suolo (Land Use), pubblicata sul portale del SIT Puglia. Ad ognuna delle 67 tipologie di uso del suolo è associata una macrocategoria di copertura, che comprende diverse situazioni di aree caratterizzate da differenti morfologie (pascoli, terrazzamenti, etc.) varie coperture vegetali (boschi, praterie, parchi), condizioni di conservazione e destinazione d'uso (coltivazioni, parcheggi, distretti industriali o altro). L'area di interesse è classificata come un "Seminativo semplice in aree non irrigue".



- 1111 - tessuto residenziale continuo antico e denso
- 1112 - tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso
- 1113 - tessuto residenziale continuo, denso recente, alto
- 1121 - tessuto residenziale discontinuo
- 1122 - tessuto residenziale rado e nudeiforme
- 1123 - tessuto residenziale sparso
- 1211 - insediamento industriale o artigianale con spazi annessi
- 1212 - insediamento commerciale
- 1213 - insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati
- 1214 - insediamenti ospedalieri
- 1215 - insediamento degli impianti tecnologici
- 1216 - insediamenti produttivi agricoli
- 1217 - insediamento in disuso
- 1221 - reti stradali e spazi accessori
- 1222 - reti ferroviarie comprese le superfici annesse
- 1223 - grandi impianti di concentrazione e smistamento merci
- 1224 - aree per gli impianti delle telecomunicazioni
- 1225 - reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia
- 123 - aree portuali
- 124 - aree aeroportuali ed eliporti
- 131 - aree estrattive
- 1321 - discariche e depositi di cave, miniere, industrie
- 1322 - depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli
- 1331 - cantieri e spazi in costruzione e scavi
- 1332 - suoli rimaneggiati e artefatti
- 141 - aree verdi urbane
- 1421 - campeggi, strutture turistiche ricettive a bungalows o simili
- 1422 - aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc)
- 1423 - parchi di divertimento (acquapark, zoosafari e simili)
- 1424 - aree archeologiche
- 143 - cimiteri
- 2111 - seminativi semplici in aree non irrigue
- 2112 - colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue
- 2121 - seminativi semplici in aree irrigue
- 2123 - colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree irrigue
- 221 - vigneti
- 222 - frutteti e frutti minori
- 223 - uliveti
- 224 - altre colture permanenti
- 231 - superfici a copertura erbacea densa
- 241 - colture temporanee associate a colture permanenti
- 242 - sistemi colturali e particellari complessi
- 243 - aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali
- 244 - aree agroforestali
- 311 - boschi di latifoglie
- 312 - boschi di conifere
- 313 - boschi misti di conifere e latifoglie
- 314 - prati alberati, pascoli alberati
- 321 - aree a pascolo naturale, praterie, incolti
- 322 - cespuglieti e arbusteti
- 323 - aree a vegetazione sclerofilla
- 3241 - aree a ricolonizzazione naturale
- 3242 - aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti nella fase di novelleto)
- 331 - spiagge, dune e sabbie
- 332 - rocce nude, falesie e affioramenti
- 333 - aree con vegetazione rada
- 334 - aree interessate da incendi o altri eventi dannosi
- 411 - paludi interne
- 421 - paludi salmastre
- 422 - saline
- 5111 - fiumi, torrenti e fossi
- 5112 - canali e idrovie
- 5121 - bacini senza manifeste utilizzazioni produttive
- 5122 - bacini con prevalente utilizzazione per scopi irrigui
- 5123 - acquacolture
- 521 - lagune, laghi e stagni costieri
- 522 - estuari

Figura 9 - Carta Uso del Suolo (fonte SIT Puglia)

Nell'applicazione del metodo SCS sono previste tre classi di CN, rispettivamente la I, la II, e la III in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento esaminato (Antecedent Moisture Condition): molto asciutto (<50 mm), standard (tra 50 e 110 mm) e molto umido (oltre 110 mm).

AMC categoria CN	Altezza di precipitazione antecedente di 5 giorni			
	Stagione di riposo		Stagione vegetativa	
	[in]	[mm]	[in]	[mm]
I	< 0,5	< 12,7	< 1,4	< 35,6
II	0,5 - 1,1	12,7 - 27,9	1,4 - 2,1	35,6 - 53,3
III	> 1,1	> 27,9	> 2,1	> 53,3

Nel caso specifico, è stato utilizzato un valore del CN pari alla classe AMC-tipo II legato al CN II, supponendo una condizione standard di umidità del terreno nei 5 giorni precedenti l'evento meteorico. Definito il parametro del CN è possibile determinare il valore di altezza di pioggia netta P_n , mediante la seguente relazione:

$$P_n = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + 0.8 S} \text{ espresso in mm}$$

con $S = 254 * (100/CN - 1)$ che rappresenta il massimo volume di invaso del suolo, in funzione del CN e P rappresenta l'altezza di pioggia totale, precedentemente calcolata con il metodo VaPi, in corrispondenza di un evento con assegnato tempo di ritorno.

Basin	CN II medio	S (mm)	P30 (mm)	P _n 30 (mm)	P200 (mm)	P _n 200 (mm)	P500 (mm)	P _n 500 (mm)
Basin 1	71.20	102.74	29.19	0.67	40.84	3.35	46.44	5.21
Basin 2	71.15	102.99	32.54	1.24	45.52	4.85	51.76	7.24
Basin 3	71.00	103.75	31.16	0.95	43.60	4.12	49.58	6.27
Basin 4	71.00	103.75	29.19	0.64	40.84	3.26	46.44	5.10
Basin 5	71.30	102.24	43.29	4.17	60.57	11.31	68.87	15.56
Basin 6	71.25	102.49	41.87	3.69	58.57	10.31	66.61	14.31
Basin 7	71.00	103.75	40.67	3.21	56.89	9.34	64.70	13.08
Basin 8	71.00	103.75	29.66	0.71	41.50	3.46	47.19	5.37
Basin 9	71.00	103.75	34.06	1.51	47.64	5.54	54.18	8.15
Basin 10	71.10	103.24	29.19	0.65	40.84	3.30	46.44	5.16
Basin 11	71.00	103.75	33.10	1.31	46.30	5.05	52.65	7.50
Basin 12	73.80	90.17	35.42	2.81	49.56	8.16	56.35	11.43
Basin 13	72.30	97.31	35.55	2.28	49.74	7.18	56.56	10.24
Basin 14	79.55	65.30	41.99	8.89	58.75	18.81	66.81	24.27
Basin 15	79.57	65.22	50.05	13.40	70.02	26.56	79.62	33.63
Basin 16	78.35	70.19	49.70	12.02	69.54	24.51	79.08	31.28
Basin 17	79.00	67.52	54.64	15.57	76.44	30.36	86.93	38.25
Basin 18	73.26	92.71	39.30	3.80	54.98	10.28	62.52	14.15
Basin 19	73.64	90.92	34.86	2.58	48.77	7.70	55.46	10.84
Basin 20	73.79	90.22	49.02	7.92	68.58	18.15	77.99	23.93
Basin 21	73.41	92.00	51.55	8.78	72.12	19.80	82.01	26.00
Basin 22	76.54	77.85	66.37	20.06	92.85	38.50	105.59	48.27

4.4 Metodo di trasformazione afflussi-deflussi per il calcolo delle portate di piena

Per il calcolo della portata al colmo di piena si considera, come metodo di trasformazione afflussi – deflussi, l'idrogramma di piena triangolare di Mockus, che ha una fase crescente di durata t_a (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata t_e (tempo di esaurimento).

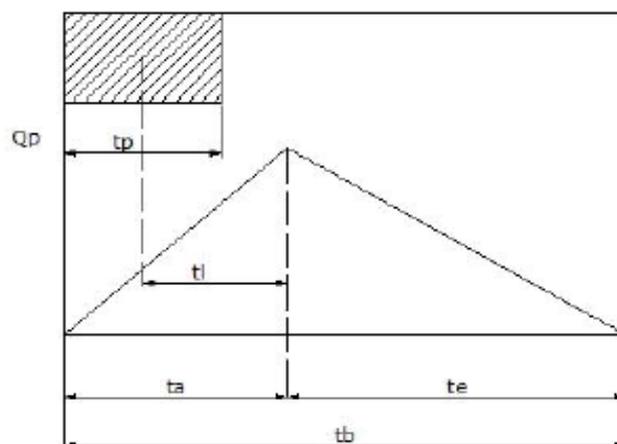


Figura 10 - Idrogramma di Mockus

Secondo il metodo SCS, il tempo di ritardo t_L di Mockus, definito come la distanza tra il baricentro dello ietogramma rettangolare e il picco dell'onda di piena, viene calcolato con la formula di Mockus, per cui: $t_L = 0.342 * (L^{0.8}/s^{0.5}) * (1000 / CN) - 9)^{0.7}$, dove:

- L è la lunghezza dell'asta principale in Km;
- s è la pendenza media in % del bacino;
- CN curve number, pari a CN I, CN II o CN III a seconda se il bacino è secco o umido.

Il passaggio dal tempo di ritardo t_L al tempo di corrivazione t_c del bacino avviene attraverso la seguente espressione: $t_c = t_L/0,6$.

Il tempo di accumulo, espresso in ore, è pari a $t_a = 0.5 t_c + t_L$.

L'area sottesa da tale triangolo definisce la portata idrologica al colmo di piena che, pertanto, assume la formulazione seguente: $Q_p = 0,208 (P_n * A) / t_a$.

L'ascissa e l'ordinata del picco dell'onda di piena rappresentano, rispettivamente, il tempo di risposta del bacino e la portata al colmo di piena.

Basin	L (km)	s (%)	t_L (ore)	t_c (ore)	t_a (ore)	A (kmq)	P_n 30 (mm)	Q (Tr=30) (mc/s)	P_n 200 (mm)	Q (Tr=200) (mc/s)	P_n 500 (mm)	Q (Tr=500) (mc/s)
Bas. 1	0.85	13.21	0.26	0.43	0.47	0.15	0.67	0.04	3.35	0.22	5.21	0.35
Bas. 2	1.04	13.24	0.30	0.50	0.55	0.35	1.24	0.16	4.85	0.64	7.24	0.95
Bas. 3	0.80	13.36	0.24	0.41	0.45	0.25	0.95	0.11	4.12	0.48	6.27	0.73
Bas. 4	0.60	13.12	0.20	0.33	0.36	0.15	0.64	0.06	3.26	0.28	5.10	0.44
Bas. 5	4.90	14.24	1.00	1.67	1.83	3.26	4.17	1.54	11.31	4.18	15.56	5.75
Bas. 6	2.65	10.98	0.70	1.16	1.28	2.51	3.69	1.50	10.31	4.21	14.31	5.84
Bas. 7	3.31	17.73	0.66	1.10	1.21	2.00	3.21	1.10	9.34	3.21	13.08	4.49
Bas. 8	0.70	14.68	0.21	0.35	0.38	0.17	0.71	0.06	3.46	0.32	5.37	0.49
Bas. 9	1.13	26.2	0.23	0.38	0.42	0.50	1.51	0.37	5.54	1.37	8.15	2.01
Bas. 10	0.80	26.9	0.17	0.29	0.31	0.15	0.65	0.06	3.30	0.33	5.16	0.51
Bas. 11	1.03	28.56	0.20	0.34	0.38	0.40	1.31	0.29	5.05	1.12	7.50	1.66
Bas. 12	1.40	15.23	0.33	0.55	0.61	0.68	2.81	0.65	8.16	1.90	11.43	2.66
Bas. 13	1.60	18.08	0.35	0.59	0.65	0.70	2.28	0.51	7.18	1.62	10.24	2.31
Bas. 14	4.30	8.61	0.91	1.52	1.67	2.57	8.89	2.84	18.81	6.01	24.27	7.75
Bas. 15	4.80	10.25	0.91	1.52	1.67	10.12	13.40	16.85	26.56	33.42	33.63	42.31
Bas. 16	6.90	14.07	1.08	1.80	1.98	9.59	12.02	12.10	24.51	24.66	31.28	31.48
Bas. 17	8.30	11.81	1.34	2.24	2.46	20.09	15.57	26.47	30.36	51.60	38.25	65.01
Bas. 18	1.95	4.68	0.79	1.32	1.45	1.53	3.80	0.83	10.28	2.26	14.15	3.11
Bas. 19	1.60	20.61	0.32	0.53	0.58	0.60	2.58	0.55	7.70	1.65	10.84	2.32
Bas. 20	3.50	8.97	0.90	1.50	1.65	8.61	7.92	8.61	18.15	19.72	23.93	26.01
Bas. 21	5.40	6.05	1.56	2.61	2.87	12.75	8.78	8.12	19.80	18.31	26.00	24.04
Bas. 22	16.50	6.55	3.36	5.60	6.16	91.84	20.06	62.22	38.50	119.42	48.27	149.74

Lo studio idrologico, quindi, ha l'obiettivo di stimare le portate di piena all'interno dei bacini idrografici di studio, per i diversi tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Bacino	Q (Tr=30) (mc/s)	Q (Tr=200) (mc/s)	Q (Tr=500) (mc/s)
Basin 1	0.04	0.22	0.35
Basin 2	0.16	0.64	0.95
Basin 3	0.11	0.48	0.73
Basin 4	0.06	0.28	0.44
Basin 5	1.54	4.18	5.75
Basin 6	1.50	4.21	5.84
Basin 7	1.10	3.21	4.49
Basin 8	0.06	0.32	0.49
Basin 9	0.37	1.37	2.01
Basin 10	0.06	0.33	0.51
Basin 11	0.29	1.12	1.66
Basin 12	0.65	1.90	2.66
Basin 13	0.51	1.62	2.31
Basin 14	2.84	6.01	7.75
Basin 15	16.85	33.42	42.31
Basin 16	12.10	24.66	31.48
Basin 17	26.47	51.60	65.01
Basin 18	0.83	2.26	3.11
Basin 19	0.55	1.65	2.32
Basin 20	8.61	19.72	26.01
Basin 21	8.12	18.31	24.04
Basin 22	62.22	119.42	149.74

5. DISCIPLINA DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO E DI PRIMA PIOGGIA

L'impianto eolico sarà realizzato in conformità al R.R. n. 26 del 9 dicembre 2013 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia".

L'opera non rientra fra gli interventi indicati all'art. 8 comma 2 del R.R. n. 26/2013, inoltre, non si avrà movimentazione di sostanze pericolose previste alle tabelle 3/A e 5 dell'Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006.

L'intervento non prevede l'impermeabilizzazione dei terreni agricoli; le piazzole degli aerogeneratori e la viabilità di nuova realizzazione interna all'impianto saranno realizzate con materiale drenante stabilizzato, in modo che le acque meteoriche ricadenti su tali superfici possano infiltrarsi nel sottosuolo senza che ci possa essere deflusso superficiale. Pertanto, non è prevista la raccolta, la depurazione e lo smaltimento delle acque meteoriche.

6. CONCLUSIONI

Sulla base dello studio idrologico svolto, che ha portato alla definizione delle curve di possibilità pluviometrica (CPP) e alle portate di piena transitanti nei corsi d'acqua per tempi di ritorno assegnati, è stato condotto lo studio idraulico consistente nella modellazione idraulica bidimensionale dei corpi idrici interferenti con le opere in progetto, svolta in condizioni di moto non stazionario e per tempo di ritorno di 200 anni (T_r associato alla compatibilità idraulica secondo le N.T.A. del P.A.I.), per la quale si rimanda alla "Relazione Idraulica" allegata al seguente progetto definitivo.