

REPOWERING DI UN IMPIANTO EOLICO DI POTENZA PARI A 62,00 MW, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI POGGIO IMPERIALE E APRICENA (FG) IN LOCALITÀ ZANCARDI



Via Degli Arredatori, 8
70026 Modugno (BA) - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel (+39) 0805046361

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. Giulia CARELLA
ing. Valentina SAMMARTINO
ing. Alessia NASCENTE
ing. Roberta ALBANESE
ing. Marco D'ARCANGELO
ing. Alessia DECARO
geol. Lucia SANTOPIETRO
ing. Tommaso MANCINI
ing. Fabio MASTROSERIO
ing. Martino LAPENNA
per. ind. Lamberto FANELLI
ing. Mariano MARSEGLIA
ing. Giuseppe Federico ZINGARELLI
ing. Dionisio STAFFIERI

Responsabile Commessa
ing. Danilo Pomponio

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
V19		RELAZIONE IDROLOGICA	23048	D		
			CODICE ELABORATO			
			DC23048D-V19			
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			-	-		
			NOME FILE	PAGINE		
			DC23048D-V19.doc	23 + copertina		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato	
00	27/10/23	Emissione	Nascente	Miglionico	Pomponio	
01						
02						
03						
04						
05						
06						

INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
4. STUDIO IDROLOGICO	14
4.1 Analisi morfologica	14
4.2 Analisi pluviometrica.....	15
4.3 Metodo SCS-CN per il calcolo della pioggia netta o efficace.....	18
4.4 Metodo di trasformazione afflussi-deflussi per il calcolo delle portate di piena	21
5. DISCIPLINA DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO E DI PRIMA PIOGGIA.....	23
6. CONCLUSIONI	24

1. PREMESSA

La presente relazione descrive l'ammmodernamento complessivo (repowering) di un impianto eolico esistente sito nel Comune di Poggio Imperiale (FG), in località "Zanardi" e delle relative opere ed infrastrutture connesse e necessarie da realizzarsi, proposto dalla società ERG Wind Energy.

Si evidenzia che nel Documento relativo alla Strategia Energetica Nazionale (SEN 2017) del 10 novembre 2017 si fa riferimento ai progetti di repowering, quali occasione per attenuare l'impatto degli impianti eolici esistenti, considerata la possibilità di ridurre il numero degli aerogeneratori a fronte di una maggiore potenza prodotta dall'installazione di nuove macchine, con ciò garantendo comunque il raggiungimento degli obiettivi assegnati all'Italia.

In particolare, il progetto di integrale ricostruzione prevede la dismissione del vecchio impianto e l'installazione nelle stesse aree di 10 aerogeneratori di grande taglia, aventi diametro del rotore fino a 175 m, altezza al mozzo fino a 132,5 m e altezza totale fino a 220 m, ed una potenza nominale fino a 6,2 MW ciascuno, per una potenza totale di 62 MW.

Il nuovo impianto eolico che ne deriva sarà collegato nello stesso punto di connessione del precedente denominato "Centrale Eolica Poggio Imperiale (FG)". La rete di cavi elettrici interrati a servizio del parco esistente sarà rinnovata lì dove necessario, è importante sottolineare che lì dove possibile si preferirà utilizzare gli scavi già esistenti.

Il progetto proposto, dunque, prevede l'installazione di nuove turbine eoliche in sostituzione delle esistenti, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, e consentirà di ridurre il numero di macchine, per una nuova potenza installata prevista pari a 62 MW, diminuendo in questo modo l'impatto visivo, in particolare il cosiddetto "effetto selva". Inoltre, la maggior efficienza dei nuovi aerogeneratori comporterà un aumento considerevole dell'energia specifica prodotta, riducendo in maniera proporzionale la quantità di CO2 equivalente.

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 finalizzato alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica (C.P.P.), necessarie a definire le portate al colo di piena transitori nei canali per i diversi tempi di ritorno.

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

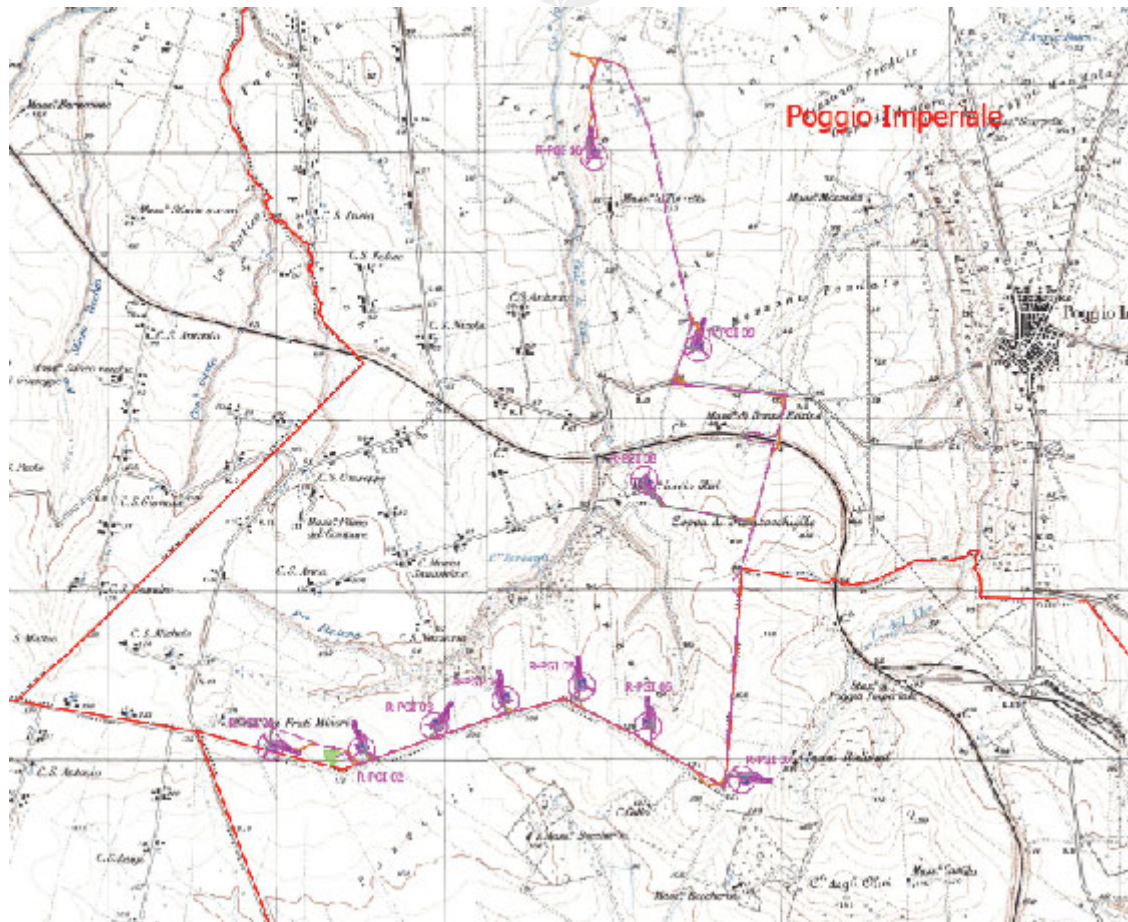
Il parco eolico di progetto sarà ubicato a ridosso del confine comunale tra Poggio Imperiale (FG) ed Apricena (FG)), rispettivamente a distanza di 1,7 km e 8,1 km dai centri urbani. I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessa una superficie vasta, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore e limitato alle aree di piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori, come visibile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto. L'area di progetto, intesa come quella occupata dai 10 aerogeneratori di progetto con annesso piazzole, dai cavidotti e dalla sottostazione elettrica interessa i territori comunali di Poggio Imperiale (FG).

Dal punto di vista cartografico, le opere di progetto ricadono nelle seguenti tavolette e fogli di mappa catastale:

- Foglio I.G.M. scala 1:25000 – Tavolette n. 155 II-NO "Coppa di Rose", e n. 155 II-NE "Apricena"
- CTR scala 1:5.000 – Tavolette nn. 382162, 383133 e 383134
- F.M. 7, 9 e 10 del comune di Poggio Imperiale.
- F.M. 15 del comune di Apricena.

Di seguito, si riporta la tabella riepilogativa in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate e le particelle catastali dei Comuni di Poggio Imperiale e Apricena (FG).

R-PGI	COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	NORD (Y)	EST (X)	Comune	foglio	p.lla
R-PGI 01	4627872	525905	POGGIO IMPERIALE	9	229
R-PGI 02	4627852	526446	POGGIO IMPERIALE	9	229
R-PGI 03	4627993	526873	POGGIO IMPERIALE	9	226
R-PGI 04	4628147	527298	POGGIO IMPERIALE	10	375
R-PGI 05	4628229	527748	POGGIO IMPERIALE	10	359
R-PGI 06	4627992	528136	POGGIO IMPERIALE	10	311
R-PGI 07	4627678	528692	APRICENA	15	105/104
R-PGI 08	4629456	528117	POGGIO IMPERIALE	10	232/186
R-PGI 09	4630231	528436	POGGIO IMPERIALE	7	171
R-PGI 10	4631368	527819	POGGIO IMPERIALE	7	867/789



LEGENDA









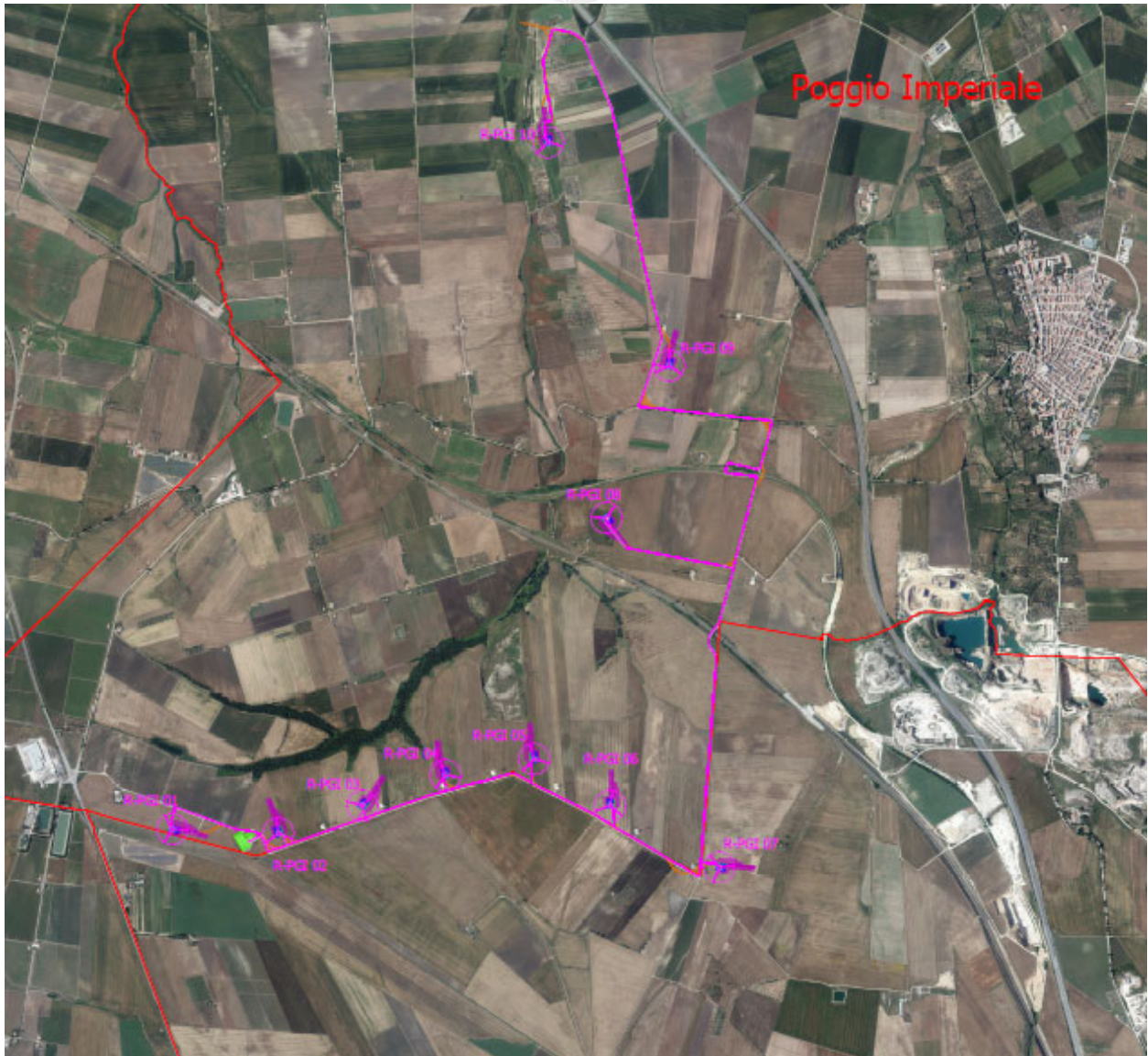
-  Aerogeneratori e piazzola definitiva
-  Piazzola di montaggio
-  Viabilità da realizzare
-  Viabilità da adeguare
-  Adeguamenti stradali temporanei
-  Cavidotto
-  Stazione ERG esistente oggetto di adeguamento
-  Limiti comunali

Figura 1: Ubicazione dell'area di impianto su IGM



LEGENDA









-  Aerogeneratori e piazzola definitiva
-  Piazzola di montaggio
-  Viabilità da realizzare
-  Viabilità da adeguare
-  Adeguamenti stradali temporanei
-  Cavidotto
-  Stazione ERG esistente oggetto di adeguamento
-  Limiti comunali

Figura 2: Ubicazione dell'area di impianto su ortofoto

Secondo le perimetrazioni del P.A.I. dell’Autorità di Bacino della Regione Puglia, consultabili tramite il WebGis dell’AdB Puglia, tutti gli aerogeneratori di progetto con relative piazzole, il cavidotto e la sottostazione elettrica esistente risultano essere 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.

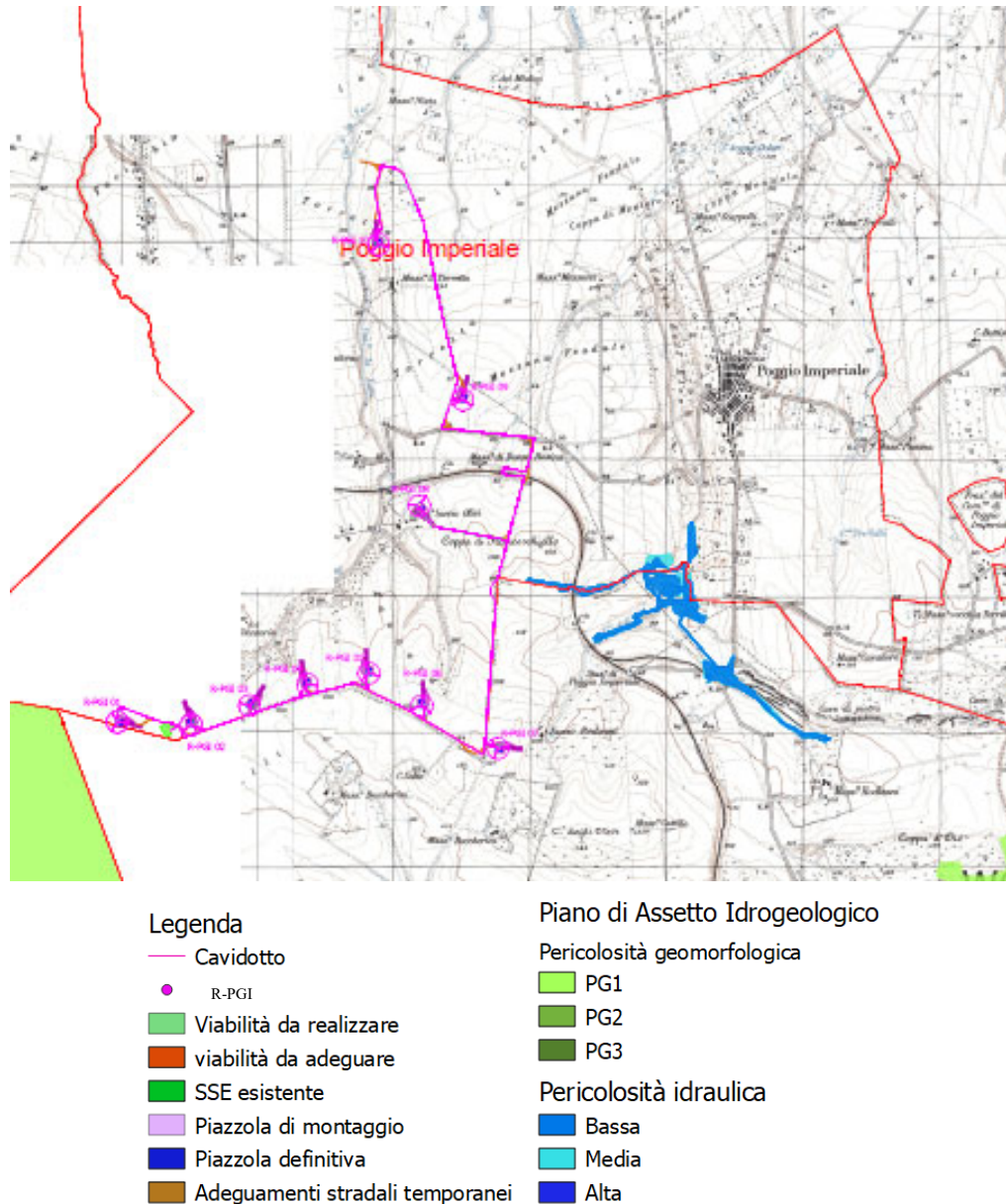
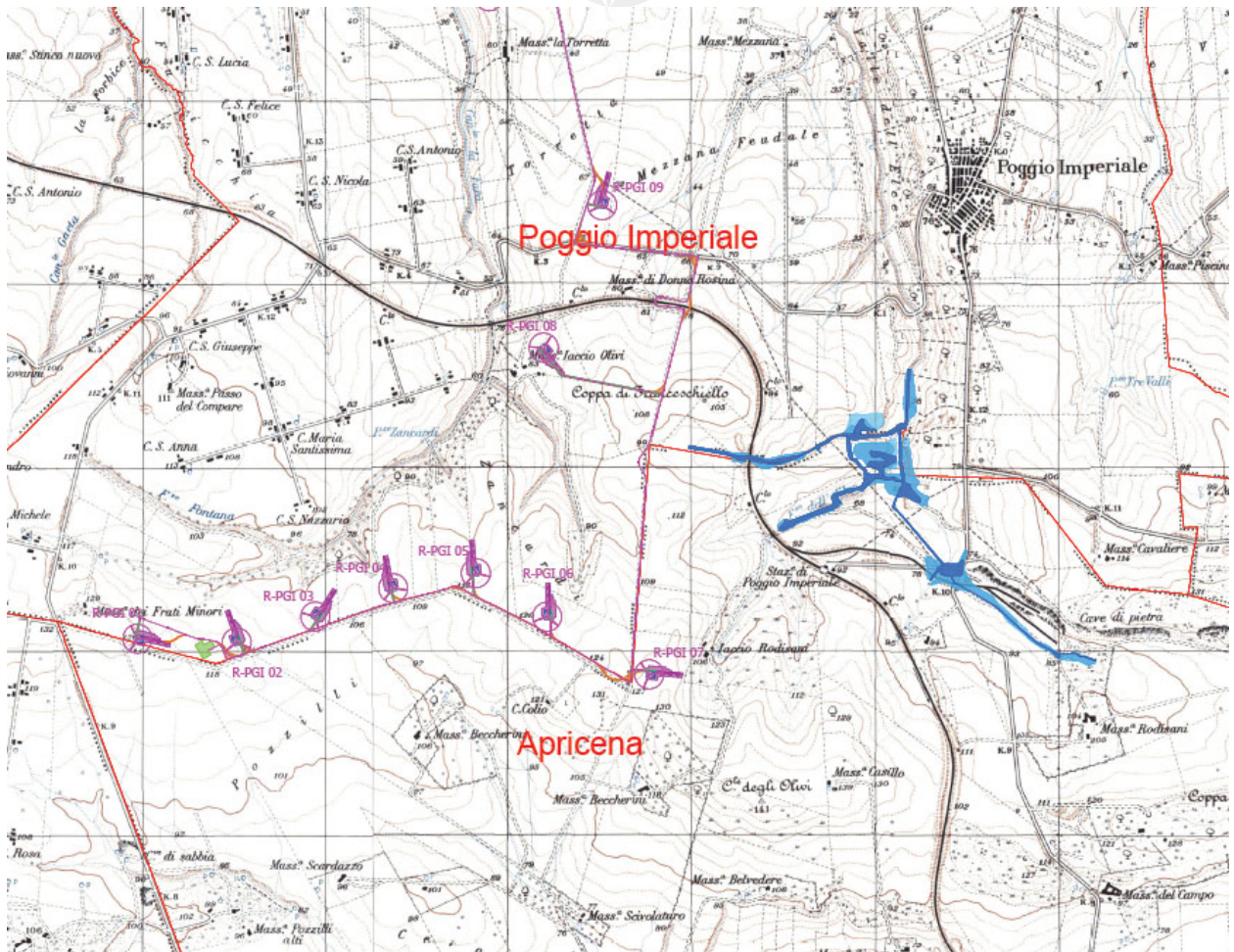


Figura 3 – Stralcio perimetrazioni PAI dell’AdB Puglia

In merito all’aggiornamento e revisione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) redatto ai sensi dell’art. 12 del D. Lgs 49/2010 – II ciclo 2016-2021, gli aerogeneratori di progetto con relative piazzole, il cavidotto e la sottostazione elettrica esistente risultano essere tutti esterni alle aree a pericolosità di alluvione.



Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - PGRA (II Ciclo)

Pericolosità idraulica

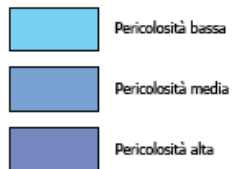


Figura 4: Inquadramento dell'intervento rispetto al PGRA – Mappa della pericolosità di alluvione

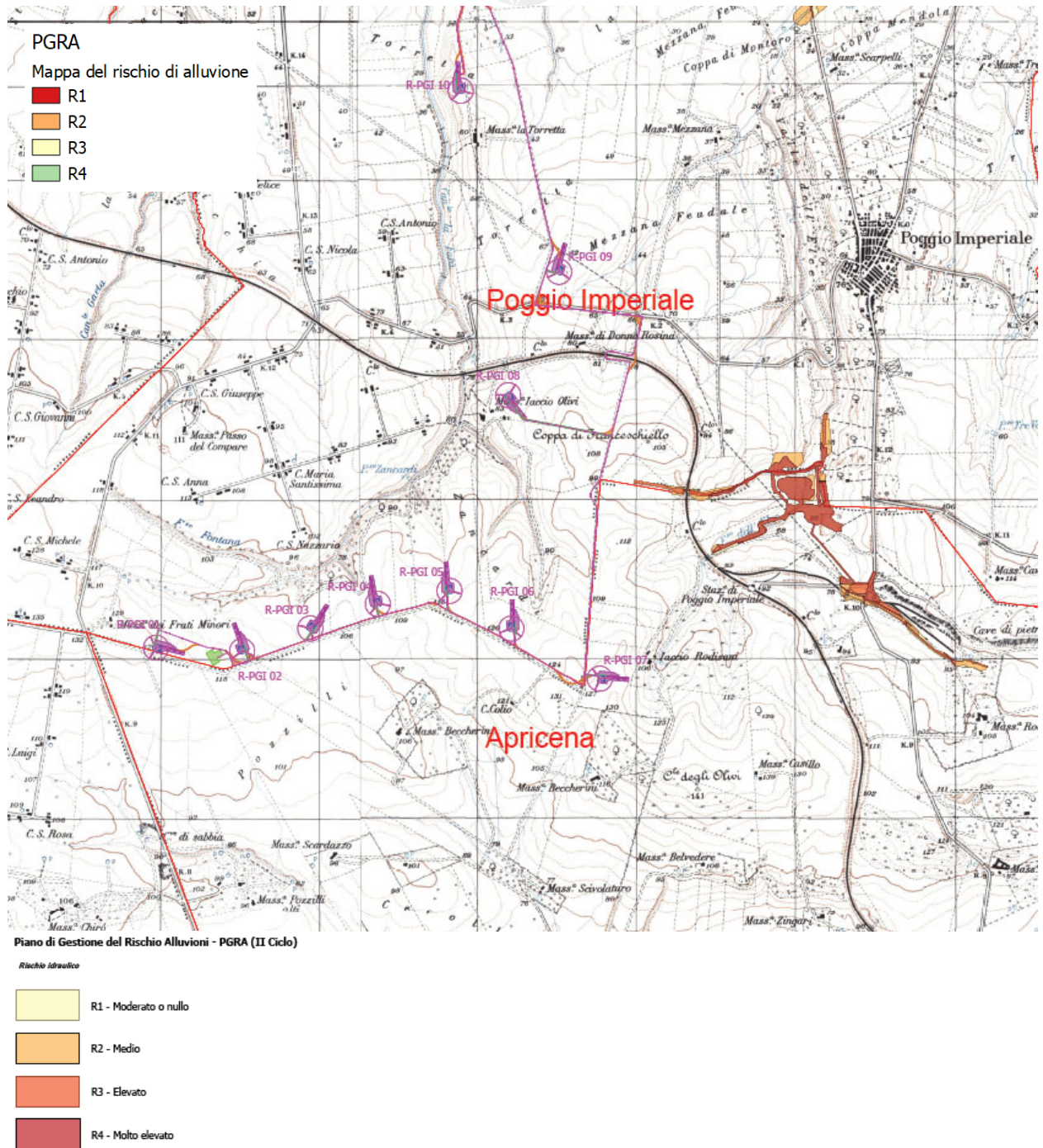
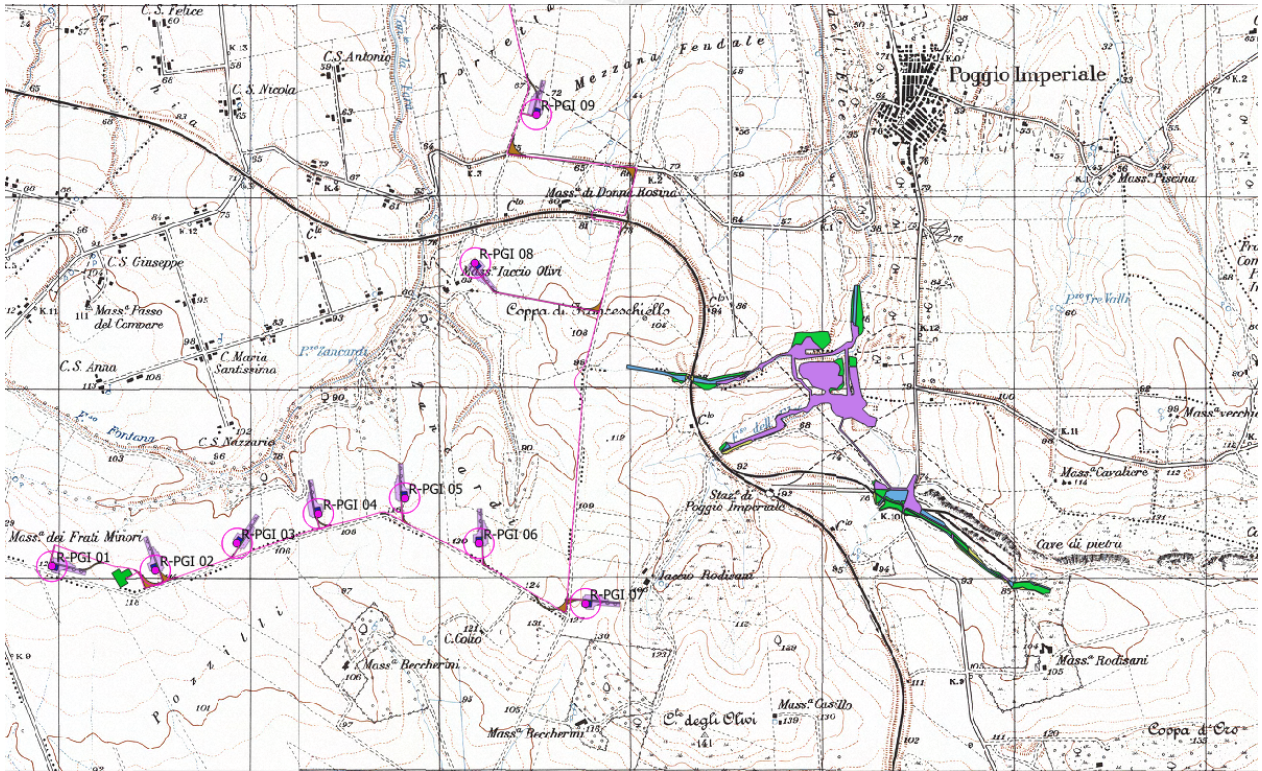


Figura 5: Inquadramento dell'intervento rispetto al PGRA – Mappa del rischio di alluvione



PGRA

Classe di rischio

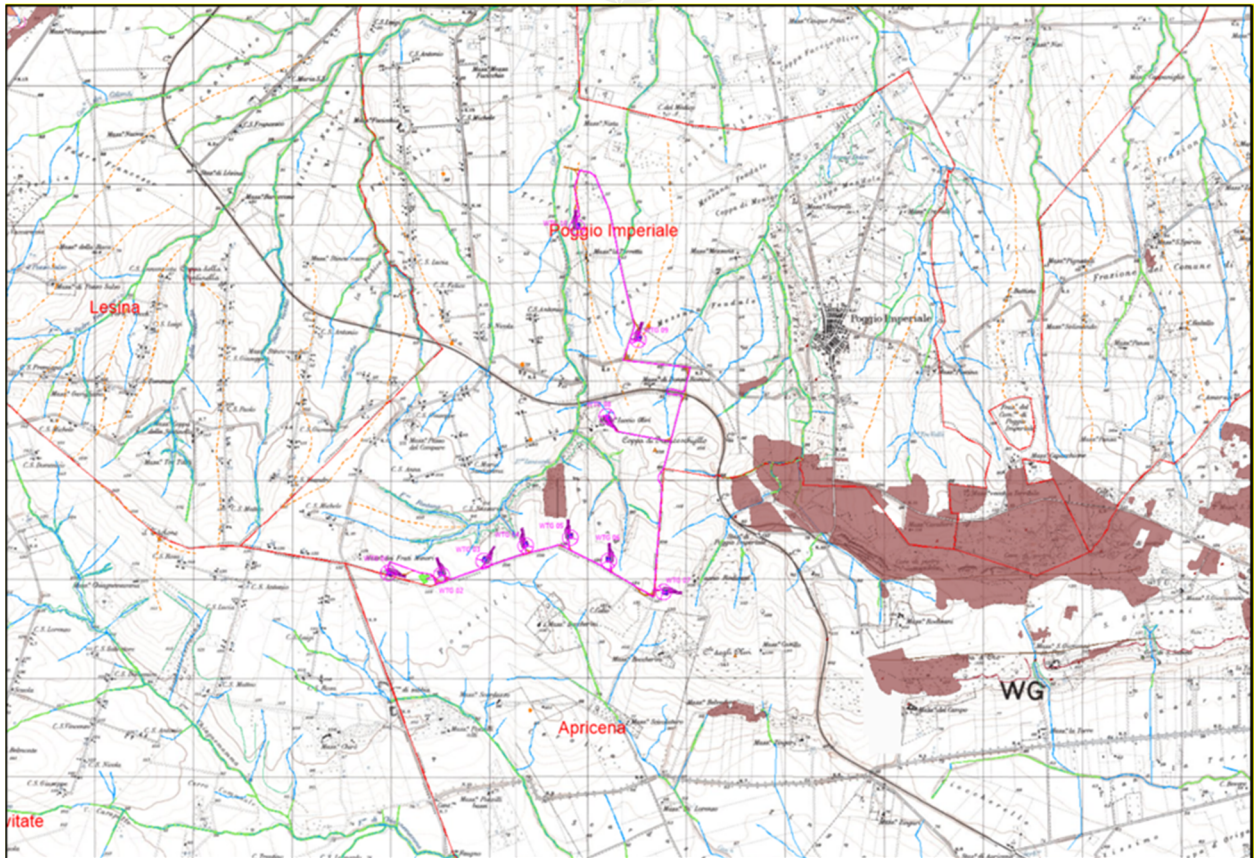


Figura 6: Inquadramento dell'intervento rispetto al PGRA – Elementi a rischio

Relativamente alla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, redatta dall'Autorità di Bacino, in prossimità di alcuni aerogeneratori sono presenti alcuni reticoli idrografici, ripe di erosione fluviale e creste.

Gli aerogeneratori di progetto con relative piazzole e la sottostazione elettrica esistente risultano essere tutti esterni agli elementi della Carta Idrogeomorfologica.

Le uniche interferenze con i reticoli idrografici sono relative al cavidotto e verranno risolte mediante la tecnica della T.O.C..



LEGENDA

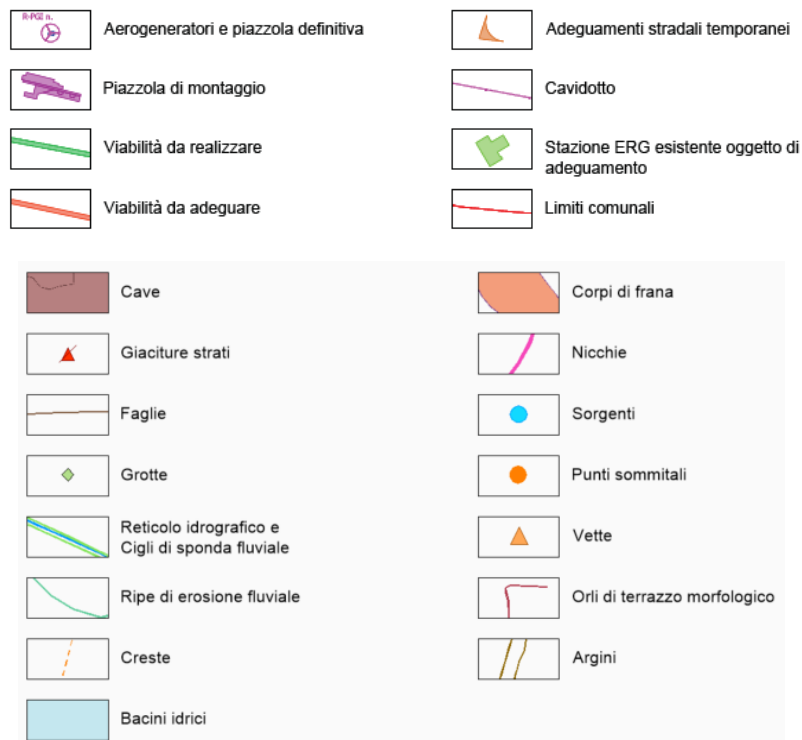


Figura 7 – Stralci della Carta Idrogeomorfologica dell'ADB Puglia

In merito all'impatto sulla risorsa idrica superficiale, alcuni aerogeneratori R-PGI05, R-PGI08 e R-PGI09, ricadono nella fascia di pertinenza fluviale dei 150 m a destra e sinistra idraulica dell'asse del corso d'acqua (art. 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" 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 relazioni 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 NTA.

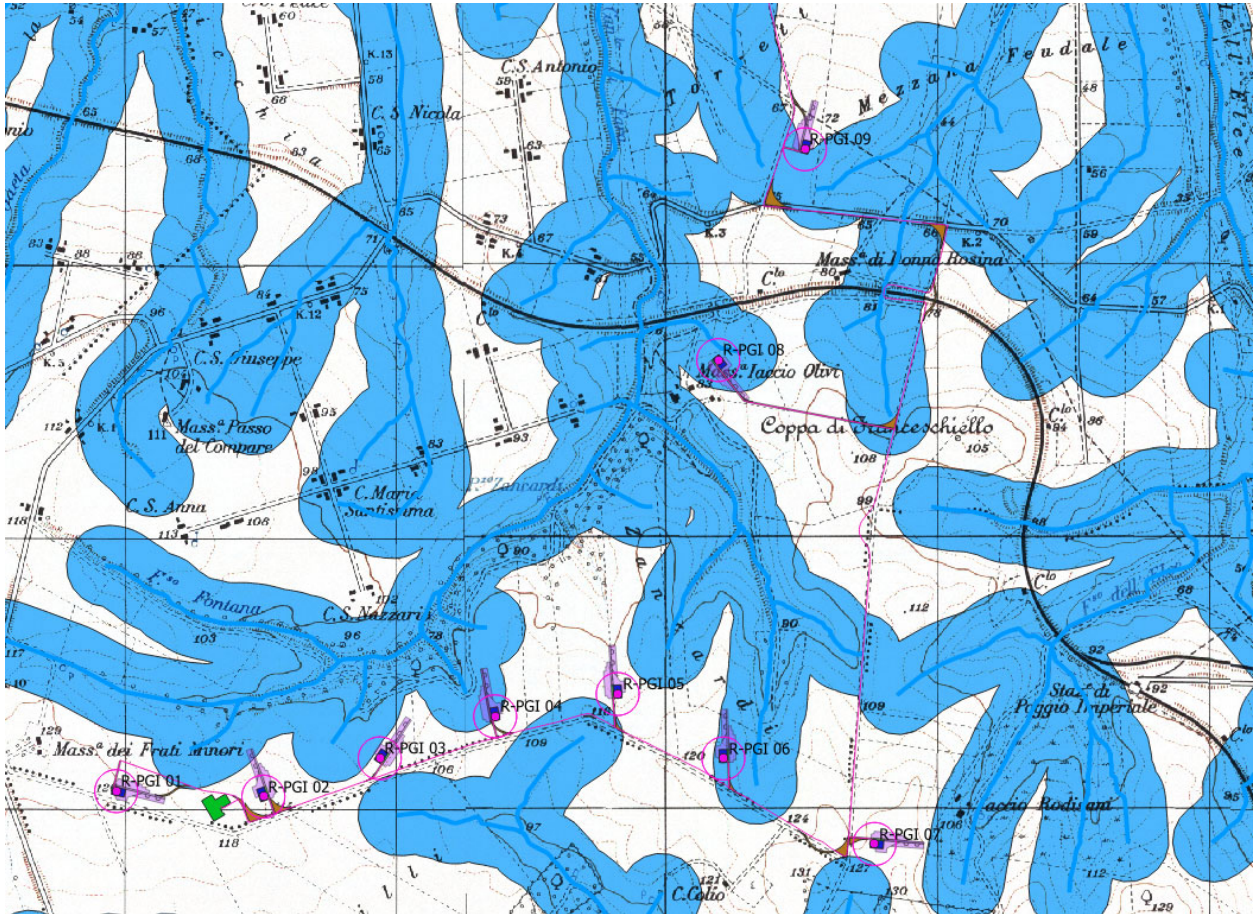


Figura 8 – Reticoli idrografici con buffer di rispetto dei 150 m (art. 10 delle NTA del PAI)



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 bacini idrografici:

Basin	Superficie (Kmq)	L. asta principale (Km)	Hmax (m.s.l.m)	Hmin (m.s.l.m)	Hmean (m.s.l.m)	Dislivello (m)	Pendenza media bacino (%)	Pendenza asta principale	Pendenza (m/m)
Bacino 1	0.65	1.43	80.05	28.31	54.65	51.74	5.18	3.62	0.036
Bacino 2	0.22	0.46	84.17	45.95	68.25	38.22	6.02	8.31	0.083
Bacino 3	0.21	0.40	105.76	56.18	86.24	49.58	7.09	12.40	0.124
Bacino 4	0.30	0.67	128.35	84.88	112.67	43.47	7.62	6.49	0.065

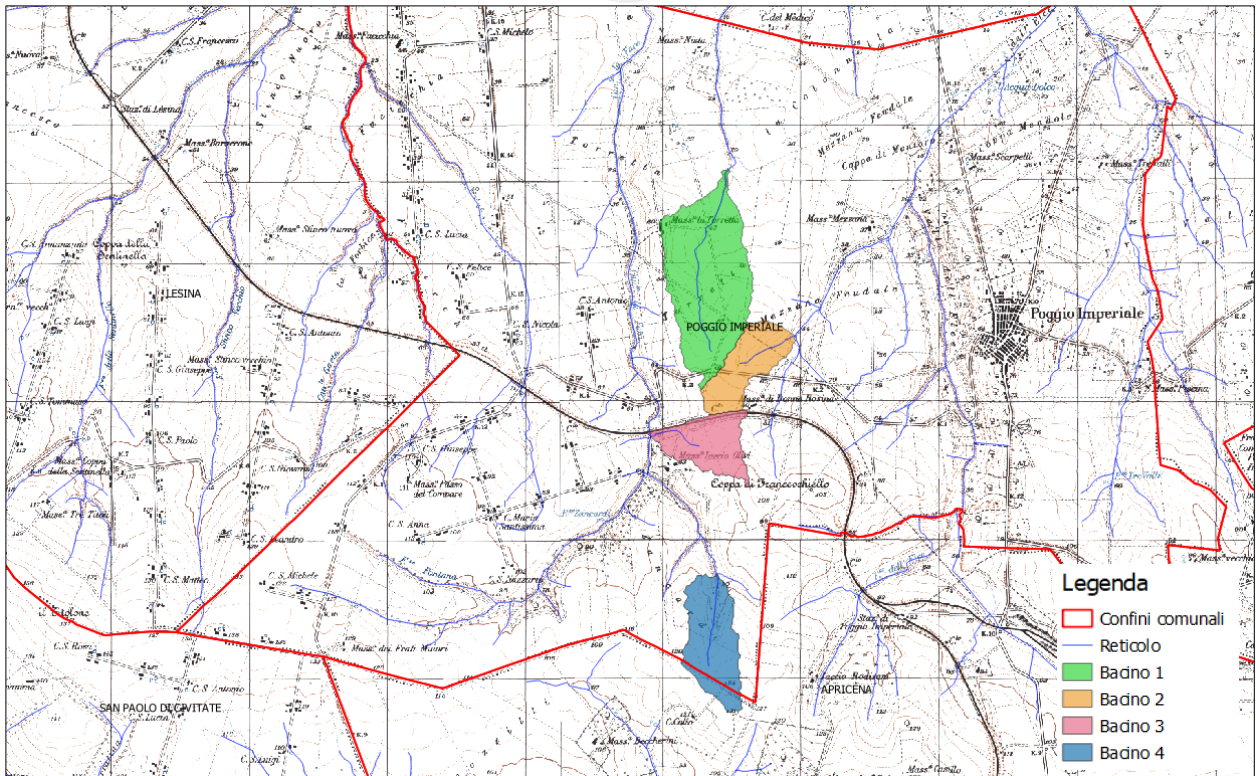


Figura 9 - Bacini idrografici di studio

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 10 - Zone omogenee al III livello del VaPi Puglia

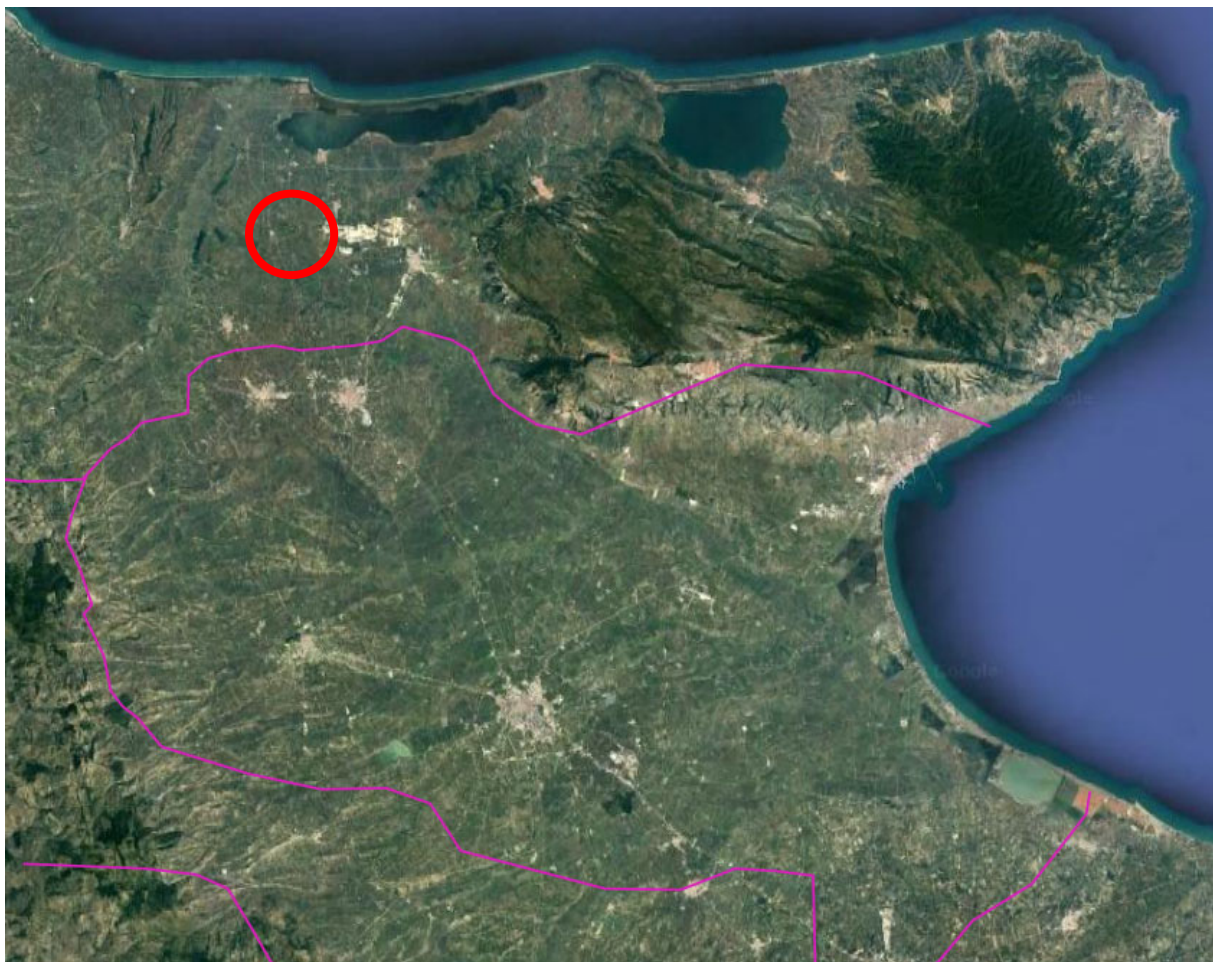


Figura 11 - Zone omogenee del VaPi con indicazione dell'area di progetto

Come si può notare dalla figura 8, i bacini idrografici di studio rientrano nella zona omogenea 1 della Puglia Settentrionale, pertanto l'equazione da applicare è la seguente:

$$ZONA 1: h = x(t, z) = 26.80 * t^{((0.720 + 0.00503 z)/3.178)}$$

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.

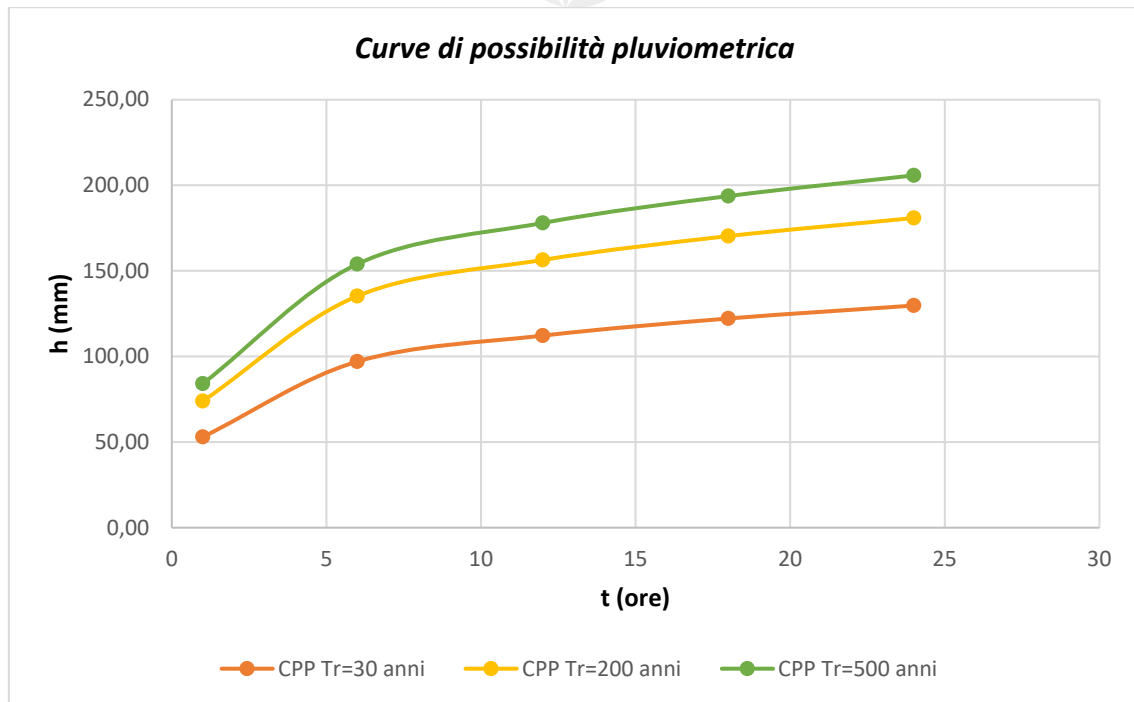
Per quanto concerne il fattore di crescita K_T per la Puglia Settentrionale, esso è espresso dalla seguente espressione: $K_T = 0.5648 + 0.415 \cdot \ln T$.

		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)	z (mslm)	h (mm)	Kt 30	h30 (mm)	Kt 200	h200 (mm)	Kt 500	h500 (mm)
1	80.45	26.80	1.98	53.06	2.76	73.97	3.14	84.15
6	80.45	49.03	1.98	97.08	2.76	135.32	3.14	153.95
12	80.45	56.68	1.98	112.23	2.76	156.44	3.14	177.98
18	80.45	61.70	1.98	122.17	2.76	170.30	3.14	193.74
24	80.45	65.53	1.98	129.75	2.76	180.86	3.14	205.76

Tr (anni)	30	200	500
t (ore)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1	53.06	73.97	84.15
6	97.08	135.32	153.95
12	112.23	156.44	177.98
18	122.17	170.30	193.74
24	129.75	180.86	205.76



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: $t = tr = 0,344 A^{0,5}$.

	Area (Kmq)	t (ore)
Bacino 1	0.65	0.28
Bacino 2	0.22	0.16
Bacino 3	0.21	0.16
Bacino 4	0.30	0.19

Di seguito si riporta l'altezza di pioggia totale che è pari a $X(t, T) = x(t, z) * K_T$, 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)
Bacino 1	17.9	1.98	35.52	2.76	49.5	3.14	56.3
Bacino 2	14.6	1.98	28.82	2.76	40.2	3.14	45.7
Bacino 3	13.7	1.98	27.13	2.76	37.8	3.14	43.0
Bacino 4	13.6	1.98	27.00	2.76	37.6	3.14	42.8

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.

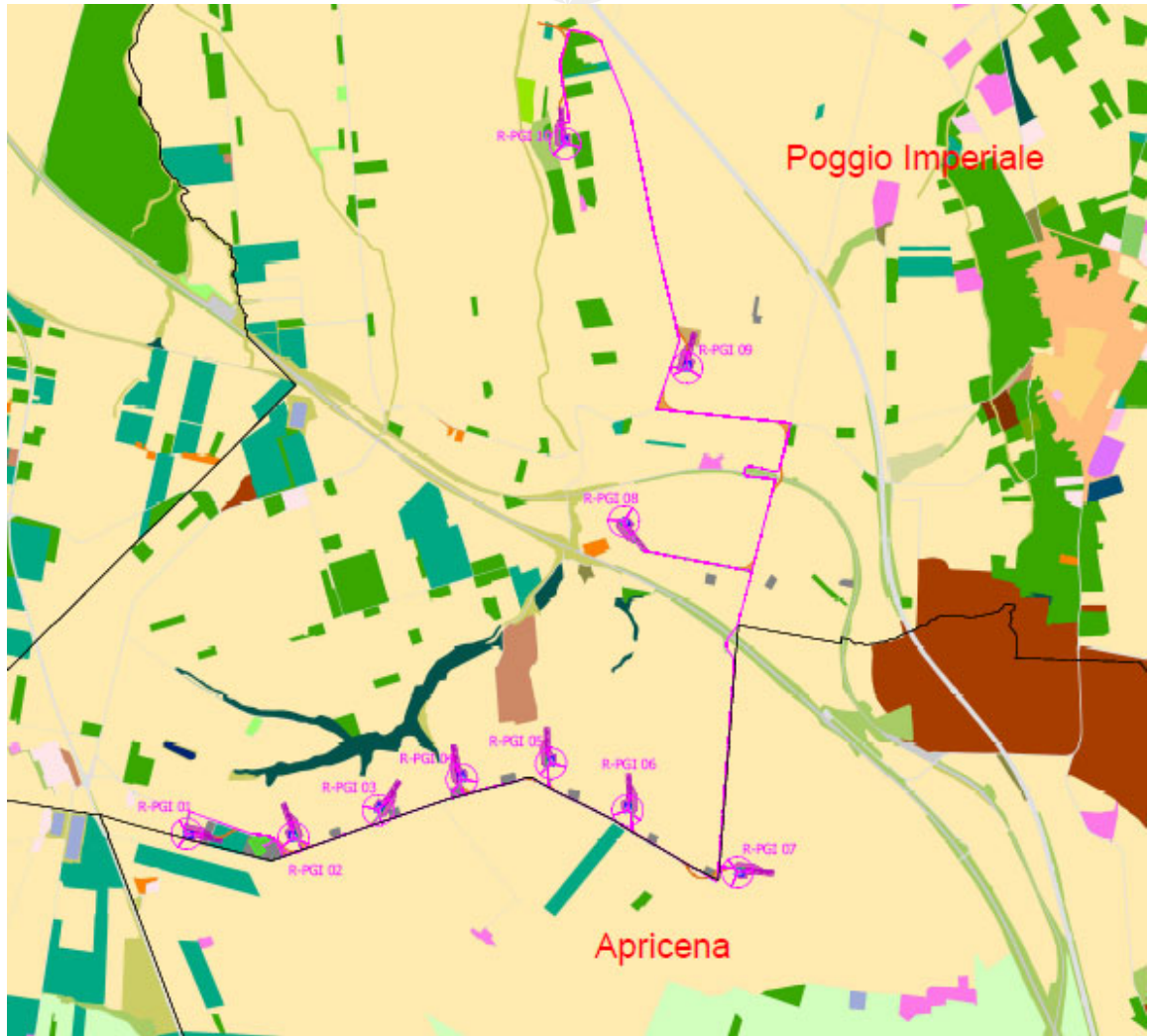
La stima del CN è effettuata determinando il gruppo idrologico di appartenenza di ciascun suolo e, all'interno di ciascun gruppo, valutando la copertura d'uso del suolo; alle sottoclassi così determinate viene associato un valore di CN. Gli strati informativi utili alla definizione del Curve Number sono 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). Gli aerogeneratori ricadono in aree classificate come seminativi semplici in aree non irrigue.



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

Figura 12 - 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:

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

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)	Pn30 (mm)	P200 (mm)	Pn200 (mm)	P500 (mm)	Pn500 (mm)
Bacino 1	71	103.75	35.52	1.84	49.5	6.24	56.3	9.08
Bacino 2	71	103.75	28.82	0.58	40.2	3.06	45.7	4.84
Bacino 3	79.69	64.74	27.13	2.55	37.8	6.91	43.0	9.54
Bacino 4	71.00	103.75	27.00	0.35	37.6	2.36	42.8	3.87

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).

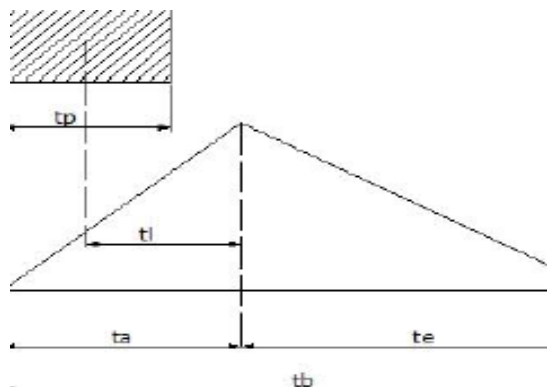


Figura 4 - Idrogramma di Mockus



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 (%)	tl (ore)	tp (ore)	ta (ore)	A (kmq)	Pn30 (mm)	Q (Tr=30) (mc/s)	Pn200 (mm)	Q (Tr=200) (mc/s)	Pn500 (mm)	Q (Tr=500) (mc/s)
Bacino 1	1.43	5.18	0.62	1.04	1.14	0.65	1.84	0.2	6.24	0.7	9.08	1.1
Bacino 2	0.46	6.02	0.23	0.39	0.43	0.22	0.58	0.1	3.06	0.3	4.84	0.5
Bacino 3	0.40	7.09	0.15	0.25	0.27	0.21	2.55	0.4	6.91	1.1	9.54	1.5
Bacino 4	0.67	7.62	0.28	0.47	0.51	0.30	0.35	0.0	2.36	0.3	3.87	0.5

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

Basin	Q (Tr=30) (mc/s)	Q (Tr=200) (mc/s)	Q (Tr=500) (mc/s)
Bacino 1	0.2	0.7	1.1
Bacino 2	0.1	0.3	0.5
Bacino 3	0.4	1.1	1.5
Bacino 4	0.0	0.3	0.5

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 un ulteriore 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 e alle portate al colmo di piena transitanti nei corsi d'acqua per i tempi di ritorno assegnati, è stato condotto lo studio idraulico consistente nella modellazione idraulica del reticolo idrografico di studio, svolta in condizioni di moto non stazionario per tempo di ritorno di 200 anni (Tr associato alla compatibilità idraulica secondo le NTA del PAI), per la quale si rimanda alla "Relazione Idraulica" allegata al progetto definitivo.