

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI FOGGIA

Comune:
Bovino -Deliceto - Castelluccio dei Sauri
Località "Monte Livagni"

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA E RELATIVE
OPERE DI CONNESSIONE - 10 AEROGENERATORI -

Sezione 0:

RELAZIONI GENERALI

Titolo elaborato:

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA -
ALLEGATO 8 - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras in corrispondenza di ogni
sezione di calcolo

N. Elaborato: 0.7.8

Scala: -

Committente

WINDERG S.r.l.

Via Trento, 64
Vimercate (MB)
P.IVA 04702520968

Amministratore Unico
Michele GIAMBELLI

Progettazione



sede legale e operativa
San Giorgio Del Sannio (BN) via de Gasperi 61
sede operativa
Lucera (FG) S.S.17 loc. Vaccarella snc c/o Villaggio Don Bosco
P.IVA 01465940623
Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873



Progettista
Dott. Ing. Nicola FORTE



Rev.	Data	Elaborazione	Approvazione	Emissione	DESCRIZIONE
00	OTTOBRE 2018	LR sigla	NF sigla	NF sigla	Emissione Progetto Definitivo
Nome File sorgente		GE.BOV01.PD.0.7.8.dwg	Nome file stampa	GE.BOV01.PD.0.7.8.pdf	Formato di stampa A4

Sommario

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO	8
2.1 Generalità.....	8
2.2 Ubicazione.....	8
2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto	9
3. IMPOSTAZIONI DELLO STUDIO	11
4. AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DELLA PUGLIA.....	12
4.1 Ambito territoriale della AdB	12
4.2 Pericolosità idraulica e NTA del PAI.....	12
4.3 Compatibilità idraulica degli interventi.....	12
5. INTERFERENZE DELLE OPERE A REALIZZARSI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO INDIVIDUATO SU CARTA IGM SCALA 1:25000	14
5.1 Aerogeneratori	14
5.2 Viabilità a servizio del parco eolico	15
5.3 \.....	15
5.4 Linea elettrica cavo MT per il collegamento della cabina di raccolta alla sottostazione di trasformazione (cavidotto MT esterno)	16
5.5 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT	17
5.6 Ulteriori considerazioni in merito al reticolo idrografico per le opere relative alla proposta alternativa 17	
6 BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO	19
6.1 Inquadramento generale dell'assetto dell'area	19
6.2 Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici	20
6.3 Geolitologia dei bacini idrografici	24
6.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI BACINI IDROGRAFICI.....	25
6.5 USO DEL SUOLO DELLE AREE INTERESSATE DAI BACINI IDROGRAFICI	25
7 STUDIO IDROLOGICO.....	27
7.1 Generalità.....	27
7.2 ANALISI IDROLOGICA.....	28
7.3 Analisi regionale delle piogge in Puglia	28
7.4 DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....	33



Studio di compatibilità idrologica e idraulica -
Relazione idrologica

Codice
Revisione
Data
Pagina

GE.BOV01.PD.0.5
00
16/04/2018
2 di 33

ALLEGATO 1 - Layout di progetto su carta IGM 1:25000

ALLEGATO 2 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000 e carta idrogeomorfologica

ALLEGATO 3 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei bacini idrografici

ALLEGATO 4 - Confronto tra carta IGM scala 1:25000, ortofoto e carta tecnica regionale al fine di evidenziare le discordanze del percorso del reticolo idrografico tra carta IGM e carta idrogeomorfologica

ALLEGATO 5 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM e carta idrogeomorfologica

ALLEGATO 6 – Tabella coordinate aerogeneratori

ALLEGATO 7 – Planimetria su CTR con l'individuazione delle aree allagabili determinate considerando un $Tr=200$ anni

ALLEGATO 8 - Particolari dei punti di attraversamento dei reticoli idrografici con modalità di attraversamento e foto

ALLEGATO 9 - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras con modellazione delle aree allagabili per ogni sezione di calcolo

ALLEGATO 10 - Layout di progetto e individuazione delle aree allagabili determinate in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni e individuazione delle sezioni di calcolo nel sistema UTM WGS 84 su supporto digitale (file dwg)

1. PREMESSA

Obiettivo dell'iniziativa imprenditoriale a cui è legato il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico denominato "Valle Verde" costituito da n.10 aerogeneratori del tipo Vestas V136. Le torri da A1 ad A7 sono di potenza 3MW, le altre tre torri sono di potenza 3.45 MW per una potenza complessiva di 31.35 MW. Le turbine saranno installate nel comune di Bovino (FG) in località "Monte Livagni" e con opere di connessione ricadenti anche nei Comuni di Castelluccio dei Sauri (FG) e Deliceto (FG). Proponente dell'iniziativa è la società WINDERG Srl.

Il collegamento dell'impianto alla rete elettrica di trasmissione nazionale avviene mediante un cavidotto interrato in media tensione che si collegherà ad una sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 KV. In progetto sono previste due ipotesi per il collegamento MT.

La soluzione di progetto prevede un collegamento elettrico interno tra gli aerogeneratori con cabina di raccolta ubicata in prossimità dell'aerogeneratore A10. Il cavidotto interno segue la viabilità esistente o di progetto. Il cavidotto esterno parte dalla cabina di raccolta, e per un primo tratto si sviluppa lungo la SP106, segue la SP104 per circa 4 km, dopo di che segue piste locali, percorre la SP120 per circa 600m, percorre la viabilità a servizio di impianti eolici esistenti, attraversa la strada comunale "Deliceto Ascoli Satriano" e segue la viabilità locale (contrada Piano d'Amendola) fino alla sottostazione.

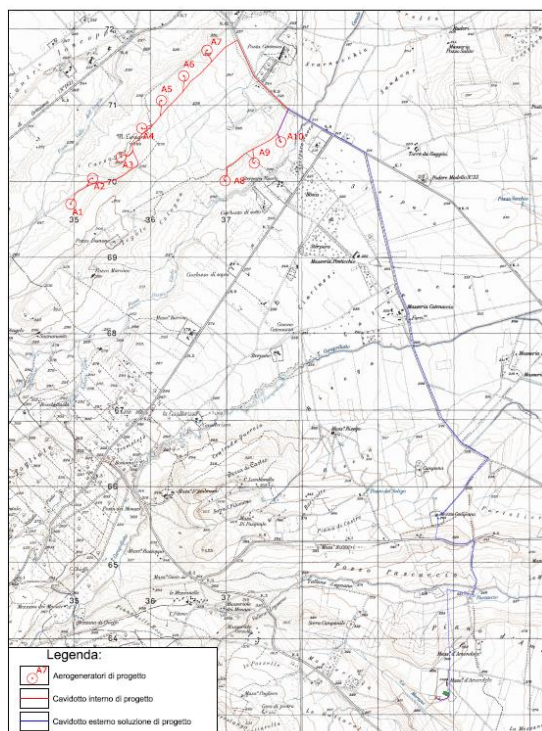


Figura 1 - Layout con ipotesi di progetto del cavidotto: in rosso il cavidotto interno; in blu il cavidotto esterno

E' prevista una soluzione alternativa che è costituita da un collegamento elettrico interno tra gli aerogeneratori con cabina di raccolta ubicata come in figura.

La soluzione alternativa diventerà unica soluzione di progetto solo a seguito della stipula di un accordo tra la società WINDERG Srl e la società proprietaria del cavo esistente.

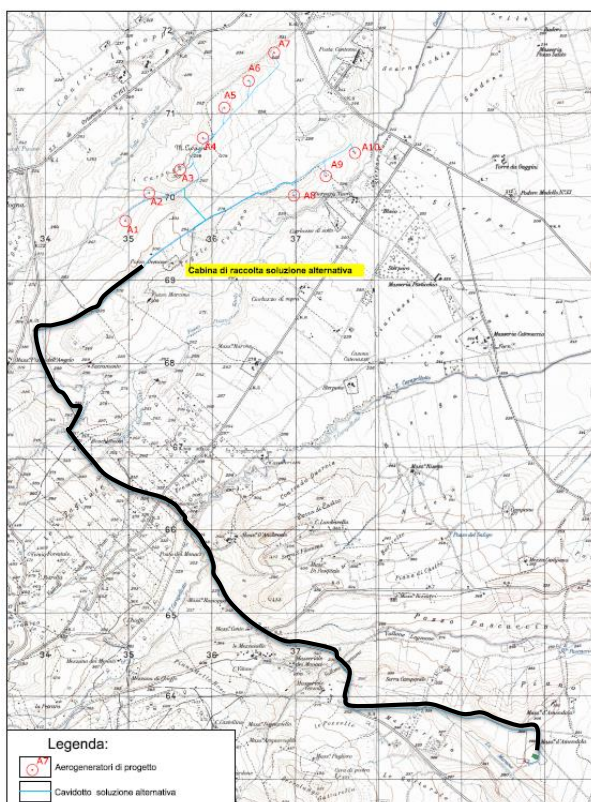


Figura 2 - Layout con ipotesi alternativa del cavidotto: in ciano il cavidotto da realizzare; in nero il tratto di cavidotto esistente di proprietà di altra società.

La sottostazione di trasformazione è prevista in prossimità della stazione elettrica RTN "Deliceto" esistente e, tramite un cavidotto interrato in alta tensione, si collegherà allo stallo condiviso previsto all'interno della sottostazione di trasformazione della società ATS ENERGIA PE SANT'AGATA srl (attualmente in iter autorizzativo). In alternativa è previsto il collegamento AT diretto tra la stazione di trasformazione e il futuro ampliamento della stazione RTN "Deliceto".

Per il presente studio di compatibilità idrologica ed idraulica, non sono state verificate le interferenze del tratto di cavidotto MT esistente previsto nella soluzione alternativa (tratto in nero in figura 2) in quanto, essendo già realizzato, non necessita di autorizzazioni.

Tutte le verifiche sono state eseguite in condizione di moto permanente.

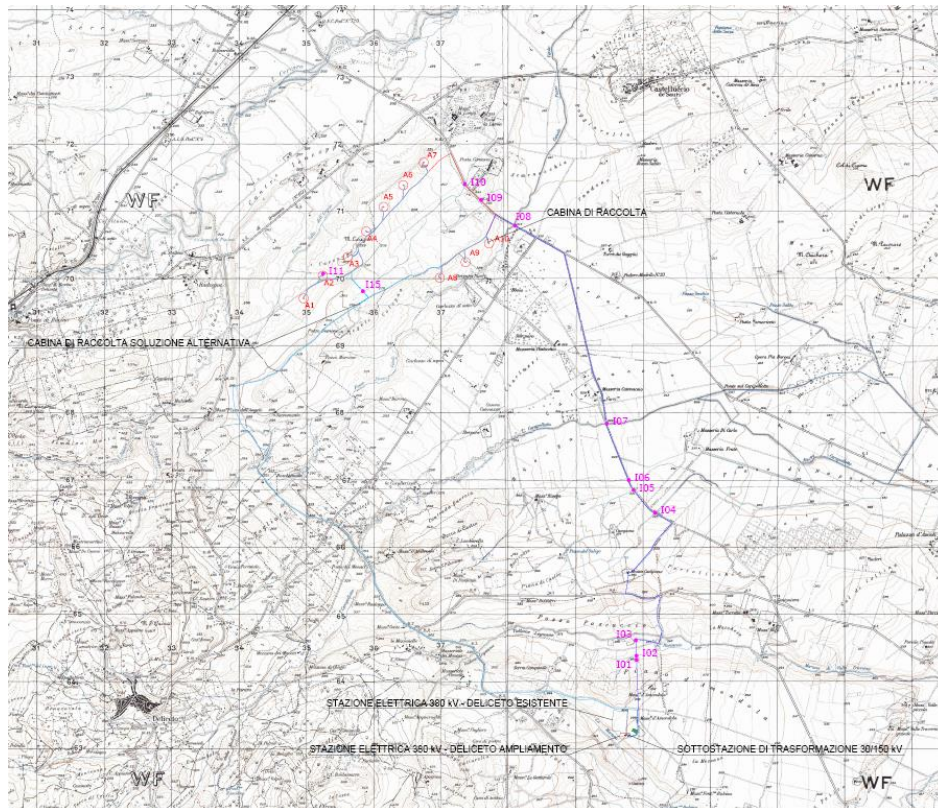
Di seguito sono dapprima descritte le varie fasi del lavoro di ricostruzione del quadro conoscitivo, con particolare riferimento all'uso del suolo, alla permeabilità e alla determinazione dei bacini idraulici afferenti le sezioni di chiusura in corrispondenza degli attraversamenti per la valutazione delle relative portate e quindi della verifica degli stessi.

In particolare, si forniranno approfondimenti utili a chiarire alcuni aspetti progettuali in rapporto all'assetto idraulico del territorio, come l'insistenza di alcune opere nelle aree golenali e nelle fasce di pertinenza fluviale del reticolo idrografico e si descriveranno le modalità di attraversamento.

In fase di impostazione dello studio, per l'individuazione dei reticoli idrografici si è fatto riferimento alla cartografia I.G.M. 1:25000. Successivamente per meglio definire la morfologia delle aree interessate dalle opere in progetto e dei reticoli idrografici individuati, sono state prese in considerazione la Carta idrogeomorfologica dell'AdB Puglia e la Carta tecnica Regione Puglia, in quanto rappresentano meglio lo stato dei luoghi.

Gli studi idraulici eseguiti con tempo di ritorno di 200 anni in regime di moto permanente, sono volti a caratterizzare le relazioni che si possono stabilire tra le opere in progetto e l'assetto idraulico delle aree, in modo da poter valutare la sussistenza delle condizioni di "sicurezza idraulica" prescritte dalle NTA del PAI dell'AdB Puglia.

L'immagine a seguire mostra l'inquadramento delle opere in progetto su cartografia IGM 1:25000 dove in blu sono individuati i reticoli idrografici e con l'indicazione **Ixx** i punti di interferenza. Si fa presente che le interferenze da I01 a I11 riguardano la soluzione di progetto. L'interferenza I15 riguarda esclusivamente la soluzione alternativa, che viene calcolata in quanto non interessa il tratto di cavidotto esistente, che come indicato in precedenza non è valutato ai fini idraulici essendo di fatto esistente.












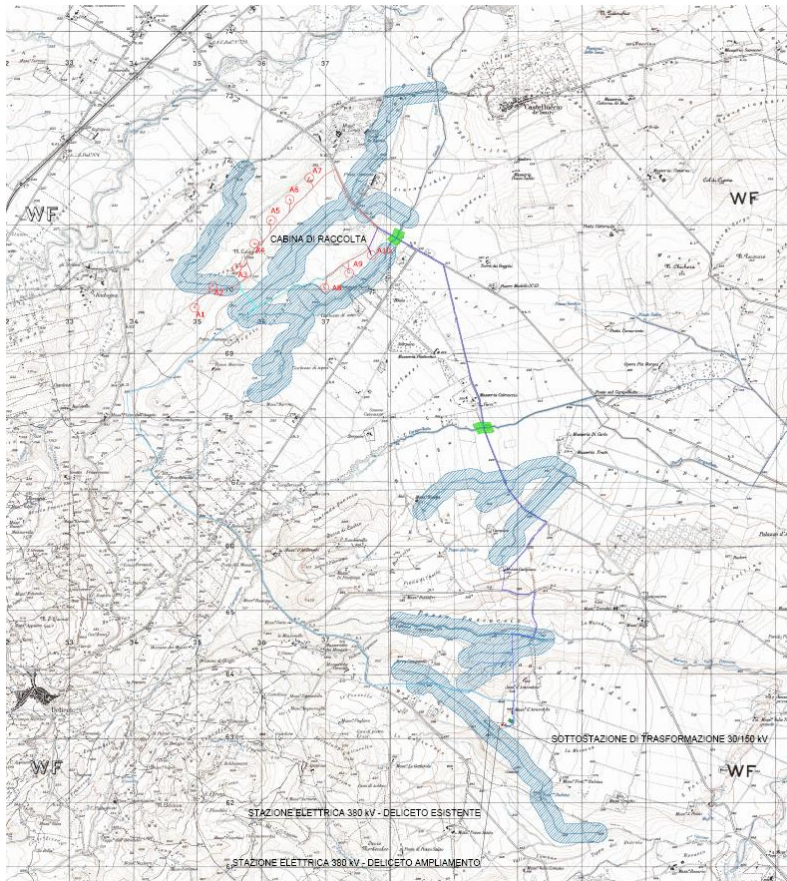
LEGENDA	
	AEROGENERATORI DI PROGETTO
	CAVIDOTTO INTERNO
	CAVIDOTTO ESTERNO
	STRADA DA REALIZZARE
	STRADA DA ESISTENTE DA ADEGUARE
	PIAZZOLA DEFINITIVA
	PIAZZOLA DI STOCCAGGIO
	RETICOLO IDROGRAFICO IGM SERIE 25K
	PUNTI DI INTERFERENZA RETICO IDROGRAFICO

Figura 3 - Individuazione del layout di progetto su carta IGM 1:25000 e individuazione dei punti d'interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico

La figura 3 mostra il layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e delle fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM scala 1:25000 e da carta idrogeomorfologica.

Commentato [T1]: Riportare immagine con anche interferenza I14 su alternativa












LEGENDA	
	AEROGENERATORI DI PROGETTO
	CAVIDOTTO INTERNO
	CAVIDOTTO ESTERNO
	STRADA DA REALIZZARE
	STRADA ESISTENTE DA ADEGUARE
	PIAZZOLA DEFINITIVA
	RETICOLO IDROGRAFICO
	ALVEO IN MODELLAMENTO ATTIVO 75m BUFFER DA AREE GOLENALI
	BUFFER 150mt RETICOLO IDROGRAFICO

Figura 4 - Layout delle opere in progetto su IGM scala 1:25000 con individuazione dell'alveo in modellamento attivo e della fascia di pertinenza fluviale buffer in ciano Individuata con 150 metri contermini all'area golenale morfologicamente individuata artt. 6 e 10.

Commentato [T2]: Riportare immagine aggiornata anche con buffer relativi a tratto cavidotto alternativo di nuova realizzazione

2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

2.1 Generalità

Obiettivo dell'iniziativa imprenditoriale a cui è legato il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico denominato "Valle Verde" costituito da dieci aerogeneratori del tipo Vestas V136. Le torri da A1 ad A7 sono di potenza 3MW, le altre tre torri sono di potenza 3.45 MW.

L'impianto sarà realizzato nel comune di Bovino (FG) in località "Monte Livagni" e con opere di connessione ricadenti anche nei Comuni di Castelluccio dei Sauri (FG) e Deliceto (FG). Proponente dell'iniziativa è la società WINDERG Srl. Nell'area strettamente interessata dall'impianto i terreni sono esclusivamente di tipo agricolo con l'assoluta prevalenza di colture di cereali.

2.2 Ubicazione

Gli aerogeneratori di progetto ricadono tutti sul territorio comunale di Bovino in località Monte Livagni, su un'area posta a Nord-Est del centro urbano ad una distanza di circa 8 km in linea d'aria. Il tracciato del cavidotto esterno attraversa il territorio di Bovino, Castelluccio dei Sauri e Deliceto, sviluppandosi per alcuni tratti in prossimità del confine con il territorio di Ascoli Satriano.

La sottostazione di trasformazione ricade sul territorio di Deliceto.

Dal punto di vista cartografico l'intervento nella sua complessità (soluzione di progetto ed alternativa) si inquadra sui seguenti fogli IGM in scala 1:25000:

- 174-I-NE (Bovino)
- 174 I-SE (Deliceto)
- 175 IV-NO (Castelluccio dei Sauri)
- 175 IV-SO (Ascoli Satriano)

Rispetto alla cartografia dell'IGM in scala 1:50000, l'intervento si inquadra sul foglio:

- 421 Ascoli Satriano

Dal punto di vista catastale, la base degli aerogeneratori ricade sulle seguenti particelle del comune di Bovino:

- Aerogeneratore A1 foglio 13 p.34
- Aerogeneratore A2 foglio 13 p. 380
- Aerogeneratore A3 foglio 12 p. 9 e 21
- Aerogeneratore A4 foglio 12 p. 32 e 31
- Aerogeneratore A5 foglio 12 p. 165
- Aerogeneratore A6 foglio 12 p. 165
- Aerogeneratore A7 foglio 12 p. 121
- Aerogeneratore A8 foglio 14 p. 38
- Aerogeneratore A9 foglio 14 p. 118 e 142
- Aerogeneratore A10 foglio 14 p. 136

Il cavidotto esterno nell'ipotesi di progetto attraversa i seguenti fogli catastali:

- Comune di Bovino: foglio 14
- Comune di Castelluccio dei Sauri: foglio 18
- Comune di Deliceto: fogli 3 – 4 – 28 - 42

La sottostazione di trasformazione ricade su foglio 42 particella 533 del comune di Deliceto.

L'elenco completo delle particelle interessate dalle opere e dalla relative fasce di asservimento è riportato nel Piano Particellare di Esproprio allegato al progetto.

2.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto

L'impianto eolico di Bovino, denominato "Valle Verde", è costituito da 10 aerogeneratori del tipo Vestas V136. Le torri da A1 ad A7 sono di potenza 3MW, le altre tre torri sono di potenza 3.45 MW.

Nel dettaglio, il progetto prevede la realizzazione/installazione di:

- 10 aerogeneratori;
- 10 cabine di trasformazione poste all'interno della torre di ogni aerogeneratore;
- Opere di fondazione degli aerogeneratori;
- 10 piazzole di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio;
- Opere temporanee per il montaggio del braccio gru;
- Due aree temporanee di cantiere e manovra;
- Nuova viabilità per una lunghezza complessiva di circa 3410 m;
- Viabilità esistente da adeguare per una lunghezza complessiva di 8285 m
- Una cabina di raccolta che nell'ipotesi di progetto è prevista in prossimità della torre A10 mentre nell'ipotesi alternativa è prevista in prossimità della strada comunale "Tratturo di Tegola" parallelamente all'aerogeneratore A3;
- Un cavidotto interrato interno in media tensione per il trasferimento dell'energia prodotta dagli aerogeneratori alla cabina di raccolta (il cavidotto interno nell'ipotesi progettuale presenta una lunghezza di 7430 m mentre nell'ipotesi alternativa una lunghezza di 7655 m);
- Un cavidotto interrato esterno in media tensione per il trasferimento dell'energia prodotta dalla cabina di raccolta alla stazione di trasformazione di utenza 30/150 kV da realizzarsi nel comune di Deliceto (FG) (il cavidotto esterno nell'ipotesi progettuale presenta una lunghezza di circa 10615 m mentre nella soluzione alternativa presenta una lunghezza di circa 11765 m)
- Una sottostazione di trasformazione da realizzarsi in prossimità della Stazione RTN "Deliceto";
- Un cavidotto interrato AT a 150 kV lungo 250 m per il collegamento della sottostazione di trasformazione allo stallo condiviso previsto nella sottostazione di trasformazione della società ATS ENERGIA PE SANT'AGATA srl (attualmente in iter autorizzativo). In alternativa è previsto il collegamento AT diretto tra la stazione di trasformazione e il futuro ampliamento della stazione RTN "Deliceto" (lunghezza cavo interrato 30 m).

L'energia elettrica viene prodotta da ogni singolo aerogeneratore a bassa tensione trasmessa attraverso una linea in cavo alla cabina MT/BT posta alla base della torre stessa, dove è trasformata a 30kV. Le linee MT in cavo interrato collegheranno fra loro i gruppi di cabine MT/BT e quindi proseguiranno dapprima alla cabina di raccolta ed in seguito alla stazione di Trasformazione 30/150 kV (di utenza) da realizzare.

Secondo la soluzione di progetto, il cavidotto MT per il collegamento del parco eolico alla cabina di raccolta segue la viabilità esistente e la viabilità di progetto. La viabilità esistente interessata dal tracciato del cavidotto MT è costituita dalla strada comunale "Tratturo di Cologna", dalla strada comunale "Tratturo di Tegola", e da un tratto della SP106. Il cavidotto esterno parte dalla cabina di raccolta, prevista in prossimità



della torre A10, e per un primo tratto si sviluppa lungo la SP106, poi segue la SP104 per circa 4 km, dopo di che attraversa terreni, segue piste locali, e giunge sulla SP120 sulla quale è prevista una percorrenza di circa 600m. Successivamente, il cavidotto percorre la viabilità a servizio di impianti eolici esistenti, attraversa la strada comunale "Deliceto Ascoli Satriano" e segue la viabilità locale (contrada Piano d'Amendola) che si raccorda alla SP102.

L'immagine a seguire riporta il layout d'impianto con l'ipotesi di progetto per il collegamento MT.

3. IMPOSTAZIONI DELLO STUDIO

Gli approfondimenti sull'assetto idraulico delle aree in esame saranno svolti con riferimento a tutte le opere elencate al paragrafo precedente, ad eccezione dei tratti di strada esistenti, in quanto consentiranno il solo transito dei mezzi per il trasporto speciale in fase di montaggio dell'aerogeneratore e ove necessario saranno solo oggetto di sistemazione senza incidere sul regime idraulico preesistente.

A tutt'oggi, diversamente dalle aree a pericolosità idraulica, il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI, per cui è uso consolidato presso l'Autorità di Bacino della Puglia intendere "reticolo idrografico", al quale applicare i relativi articoli delle NTA del PAI stesso, tutto quanto rappresentato come tale su cartografia IGM in scala 1:25000.

Gli articoli 6 e 10 delle N.T.A. del PAI, si riferiscono, rispettivamente, ad "Alvei fluviali in modellamento attivo ed aree golenali" ed a "Fasce di pertinenza fluviale", elementi associati al reticolo idrografico.

L'allegato 2 riporta l'ubicazione degli interventi da realizzare con l'individuazione dei punti d'interferenza dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000 e da carta idrogeomorfologica.

Al fine di definire il grado di interferenza tra le opere in progetto e le linee di impluvio che insistono sul territorio, si è ritenuto di dover procedere con uno studio idraulico, a scala di bacino, volto non soltanto a caratterizzarne il regime idraulico, ma, soprattutto, a definirne con la maggiore accuratezza possibile l'andamento sul territorio in relazione agli eventi che stabiliscono le condizioni di "sicurezza idraulica" secondo quanto stabilito dalle N.T.A. del PAI.

Pertanto, si è scelto di pervenire alla completa definizione dell'assetto idraulico per eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

Di seguito si illustrano le fasi previste per la redazione dello studio:

- Reperimento della cartografia di base (I.G.M. in scala 1:25.000, carta idrogeomorfologica, rilievi aerofotogrammetrici della nuova cartografia CTR 1:5.000 della Regione Puglia, ortofoto) e del modello digitale del terreno (DTM) della Regione Puglia a maglia 8x8 m;
- Integrazione dei dati con un rilievo metrico in sito necessario per definire la geometria del reticolo indagato, come da traccia delle sezioni riportate nell'elaborato grafico allegato 6;
- Individuazione e caratterizzazione dei bacini idrografici che abbracciano i rami del reticolo idrografico oggetto di approfondimento;
- Studio della pluviometria con i tempi di ritorno di 200 anni, di riferimento per le condizioni di sicurezza idraulica, tramite procedure di regionalizzazione proprie del progetto VAPI Puglia in modo da determinare il valore delle portate per tempi di ritorno che vanno da 5 a 200 anni;
- Individuazione delle aree interessate dal transito dei deflussi bicentenari in regime di moto permanente con tempo di ritorno di 200 anni utilizzando il software Hec-Ras.

4. AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DELLA PUGLIA

4.1 Ambito territoriale della AdB

L'intervento progettato ricade nei comuni di Bovino (FG), Castelluccio dei Sauri (FG) e Deliceto (FG); inseriti nell'elenco dei comuni di competenza della AdB interregionale Puglia. I reticoli idrografici oggetto di studio sono quelli ricadenti nel bacino del Torrente Cervaro.

4.2 Pericolosità idraulica e NTA del PAI

Dalla perimetrazione dell'AdB della Puglia e come mostra la figura successiva si evince che le opere in progetto ricadono in aree perimetrate a Pericolosità geomorfologica PG1.

Si precisa che ai sensi dell'art.4 comma 1 della L.R. 19/2013 il parere tecnico di cui al comma 1 dell'art. 9 e al comma 1 art.15 delle NTA del PAI è espresso dagli Uffici Tecnici Comunali, salvo che il comune interessato non richieda l'adempimento alla stessa AdB con adeguata motivazione.

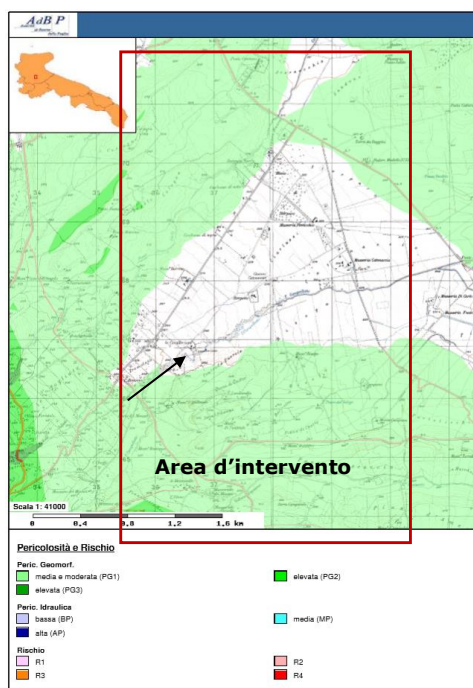


Figura 5 - Inquadramento dell'area di intervento con le aree a pericolosità individuate dal PAI dell'AdB Puglia

4.3 Compatibilità idraulica degli interventi

Ai sensi delle NTA del PAI dell'AdB Puglia ed in particolare dell'art. 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" è necessario verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica; il comma 2 dell'art. 10 così recita: "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".

L'art. 36 delle NTA definisce la sicurezza idraulica come:

Condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Agli effetti del PAI si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.

5. INTERFERENZE DELLE OPERE A REALIZZARSI CON IL RETICOLO IDROGRAFICO INDIVIDUATO SU CARTA IGM SCALA 1:25000

5.1 Aerogeneratori

L' aerogeneratore in progetto A8 è interni all'alveo in modellamento attivo e alla fascia di pertinenza fluviale del reticolo idrografico esistente così come definito nelle Norme tecniche di attuazione del PAI artt. 6 e 10. L'allegato 4, riporta il layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM SCALA 1:25000 e carta idrogeomorfologica.

Di seguito sono riportati in tabella le coordinate degli aerogeneratori nel sistema UTM-WGS84 FUSO 33, in allegato alla presente relazione si fornisce il layout delle opere in progetto con l'indicazione delle aree allagabile determinate in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni

IDWTG	WGS84 Est [m]	WGS 84 Nord [m]	Modello aerogeneratore	Potenza [KW]
A01	534894	4569512	VESTAS V136 3.000	3000
A02	535180	4569850	VESTAS V136 3.000	3000
A03	535553	4570129	VESTAS V136 3.000	3000
A04	535825	4570509	VESTAS V136 3.000	3000
A05	536083	4570874	VESTAS V136 3.000	3000
A06	536375	4571197	VESTAS V136 3.000	3000
A07	536681	4571535	VESTAS V136 3.000	3000
A08	536919	4569819	VESTAS V136-3.450	3450
A09	537303	4570052	VESTAS V136-3.450	3450
A10	537652	4570330	VESTAS V136-3.450	3450
MEAN VALUES				
TOTAL				31350

Di seguito si riporta la tipologia d'interferenza dell' aerogeneratore A08 con il reticolo idrografico e le relative fasce tutelate.

CODICE Interferenza	tipologia alveo	Denom.	Tipologia di opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I11	Linea di impluvio rinvenuto da carta IGM scala 1:25000 e carta idrogeomorfologica	Linea di impluvio	Aerogeneratore A2 con piazzola, strada e cavidotto	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale

5.2 Viabilità a servizio del parco eolico

L'impianto è servito in parte da viabilità esistente e in parte da nuova viabilità; le opere di nuova viabilità, ad eccezione di brevi tratti indicati nella tabella precedente, non interferiscono con l'alveo in modellamento attivo e fasce di pertinenza fluviale, così come definito nelle Norme tecniche di attuazione del PAI artt. 6 e 10.

Per quanto riguarda la viabilità esistente non è stata eseguita alcuna verifica idraulica in quanto non si prevede la realizzazione di nessun intervento, se non quelli relativi alla sistemazione della sede stradale esistente, in quanto consentiranno il solo passaggio delle macchine che trasporteranno gli aerogeneratori in fase di montaggio.

Per quanto riguarda i tratti di viabilità di progetto interferente con l'alveo di modellamento attivo e le fasce di pertinenza fluviale, si rimanda al paragrafo 4.5 della relazione idraulica.

5.3 \

Il cavidotto interno MT interato interferisce con l'alveo in modellamento attivo e fasce di pertinenza fluviale, così come definito nelle Norme tecniche di attuazione del PAI artt. 6 e 10.

Dall'allegato 5 si evince che il cavidotto interno interferisce in più punti con il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale.

Per le interferenze rilevate è stato eseguito studio idraulico per determinare l'area allagabile determinata con tempo di ritorno di 200 anni.

In particolare, per tutti gli attraversamenti del cavidotto in corrispondenza sia delle aree perimetrate, sia delle aree allagabili connesse a reticoli risalenti alla cartografia IGM, si utilizzerà la tecnica della trivellazione orizzontale controllata TOC.

Le interferenze del cavidotto interno da realizzare con il reticolo idrografico sono di seguito elencate:

CODICE Interferenza/Attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I9	Linea di impluvio rinvenuta da IGM scala 1:25000	Canale	Cavidotto MT interno	<p>alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).</p> <p>fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).</p>
I10	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT interno	<p>alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).</p> <p>fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).</p>
I11	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Cavidotto MT interno	<p>alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6).</p> <p>fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra con termine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).</p>

Commentato [T3]: E' presente solo sull'IGM

5.4 Linea elettrica cavo MT per il collegamento della cabina di raccolta alla sottostazione di trasformazione (cavidotto MT esterno)

Il cavidotto esterno MT interrato interferisce con l'alveo in modellamento attivo e fasce di pertinenza fluviale, così come definito nelle Norme tecniche di attuazione del PAI artt. 6 e 10.

Dall'allegato 5 (rif.elab.0.7.5) si evince che il cavidotto esterno interferisce in più punti con il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale.

Per le interferenze rilevate è stato eseguito studio idraulico per determinare l'area allagabile determinata con tempo di ritorno di 200 anni.

In particolare, per tutti gli attraversamenti del cavidotto in corrispondenza sia delle aree perimetrate, sia delle aree allagabili connesse a reticoli risalenti alla cartografia IGM, si utilizzerà la tecnica della trivellazione orizzontale controllata TOC. Le interferenze del cavidotto esterno da realizzare con il reticolo idrografico sono di seguito elencate:

CODICE Interferenza/Attraversamen	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I1	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000. Ai fini dello studio idraulico si è fatto riferimento al tracciato riportato sulla carta idrogeomorfologica in quanto rispondente allo stato dei luoghi (rif tavola 0.7.4)	Linea di impluvio	Cavidotto MTesterno	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contemine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I2	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000. Ai fini dello studio idraulico si è fatto riferimento al tracciato riportato sulla carta idrogeomorfologica in quanto rispondente allo stato dei luoghi (rif tavola 0.7.4)	Canale	Cavidotto MTesterno	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contemine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I3	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000. Ai fini dello studio idraulico si è fatto riferimento al tracciato riportato sulla carta idrogeomorfologica in quanto rispondente allo stato dei luoghi (rif tavola 0.7.4)	Vallone Legnano	Cavidotto MTesterno	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contemine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I4	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000	Canale	Cavidotto MTesterno	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contemine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I5	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000	Canale	Cavidotto MTesterno	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contemine all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

Commentato [T4]: Ho precisato per le Interferenze I1-I2-I3 si è fatto riferimento alla carta idrogeomorfologica

CODICE Interferenza/Attraversamen	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	Aree di tutela interessate
I6	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000	Canale	Cavidotto MTesterno	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. Individuata con 75 metri in destra e sinistra dell'asse del corso d'acqua (art. 6). fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I7	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000	Torrente Carapellotto	Cavidotto MTesterno	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. morfologicamente individuato fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
I8	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000	Canale Pozzo Vitolo	Cavidotto MTesterno	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. morfologicamente individuato fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

5.5 Stazione di trasformazione a 150 kV e cavidotto AT

Già in fase di progettazione definitiva si è tenuto in debito conto delle fasce di rispetto fluviale scegliendo la posizione della stazione di trasformazione in modo da non interferire con il reticolo idrografico esistente e da non interessare le relative fasce di rispetto fluviale. Dall'allegato 5 (rif. elab. 0.7.5) si evince che la stazione di trasformazione non interessa il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza fluviale. Anche il cavidotto AT ricade al di fuori di tali **ambiti**.

Commentato [T5]: Sulla tavola 0.7.5 disegnare la fascia di pertinenza fluviale relativa all'impluvio la Marana.

5.6 Ulteriori considerazioni in merito al reticolo idrografico per le opere relative alla proposta alternativa

Osservando le opere di progetto della possibile alternativa sono state valutate le fasce solo per la porzione di cavidotto di nuova realizzazione.

In particolare solo in un punto si ha una reale interferenza che è identificata come I15.

Per il reticolo idrografico si osserva che il buffer di 150 m intorno al reticolo lambisce inoltre altre due porzioni di cavidotto (proposta alternativa) come indicato nell'immagine successiva.

Tali impluvi sono ubicati a quote inferiori alla posa del cavidotto, per gli stessi tuttavia sono comunque state calcolate le fasce con periodo di ritorno pari a 200 anni, dimostrando che le stesse non interferiscono con le opere.

I15	Linea di impluvio rinvenuta da carta idrogeomorfologica e IGM scala 1:25000	Canale	Cavidotto MT esterno per alternativa di progetto	alveo in modellamento attivo ed aree golenali. morfologicamente individuato fascia di pertinenza fluviale. Individuata con 75 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
-----	---	--------	--	---

Si precisa che i tratti successivi di cavidotto della soluzione alternativa sono già esistenti, tuttavia qualora necessario se verrà scelta la soluzione alternativa saranno effettuate le opportune verifiche anche sul tratto esistente ai fini idraulici.

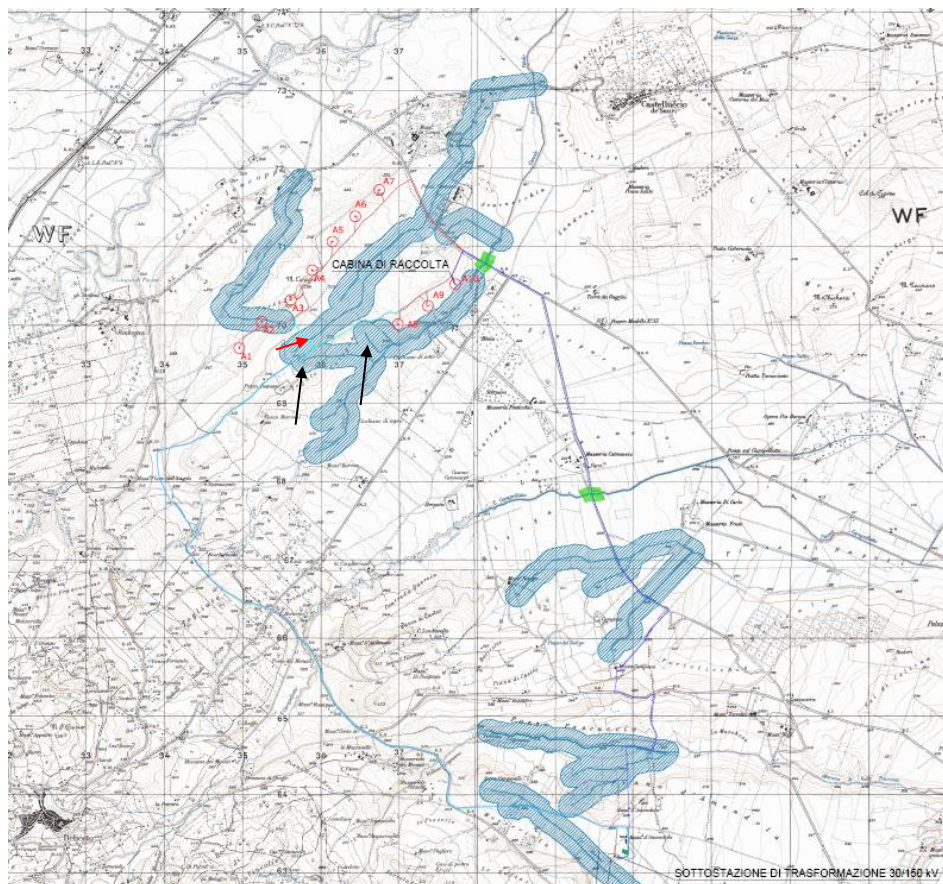


Figura 6 Layout di progetto su carta IGM con individuazione dell'alveo in modellamento attivo ed aree golenali e fasce di pertinenza fluviale dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM e indicazione dei punti d'interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico. La reale interferenza si ha solo con il punto indicato con freccia in rosso (I15)

6 BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

6.1 Inquadramento generale dell'assetto dell'area

L'impianto eolico ricade nel bacino del Torrente Cervaro (figura 6)

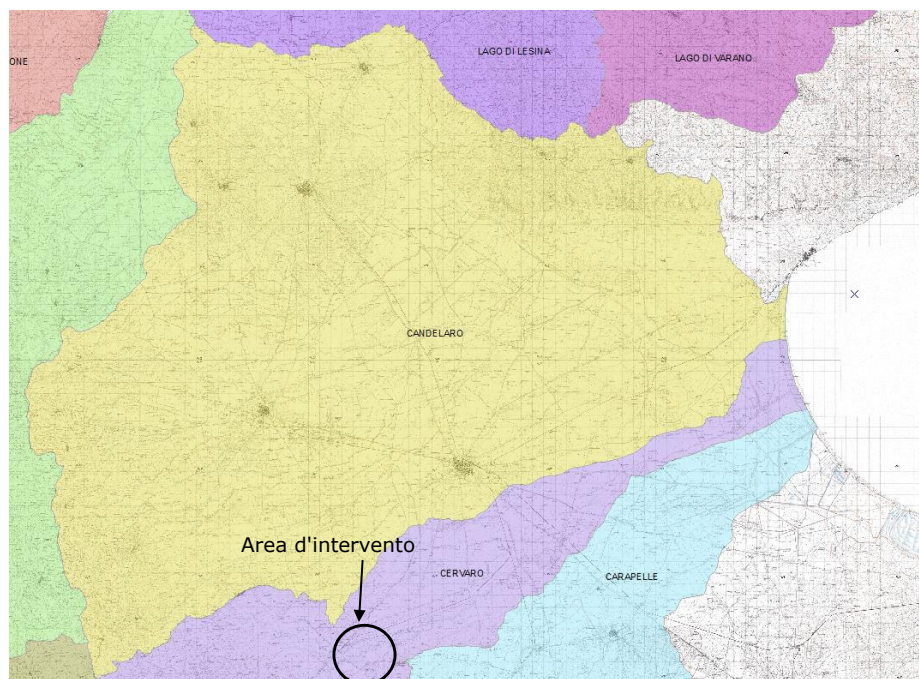


Figura 7 - Individuazione dell'area d'impianto con individuazione del bacino del Torrente Cervaro

La valle del Cervaro, è situata tra l'Appennino Campano e il Subappennino Dauno, a cavallo fra le province di Avellino e Foggia. La valle deve il suo nome all'omonimo fiume, il quale nasce dalle pendici del monte Monte Grossateglia (987 m s.l.m.) nel territorio di Monteleone di Puglia per poi sfociare, dopo aver attraversato dapprima la stessa valle e quindi il Tavoliere delle Puglie, nel Golfo di Manfredonia. La valle del Cervaro è percorsa dalla strada statale 90 delle Puglie (tra la sella di Ariano e il passo di Segezia) e dalla ferrovia Roma-Bari (tra la stazione di valico di Pianerottolo d'Ariano e il posto di movimento Cervaro). La parte alta della valle scorre, con direzione sudest-nordovest, stranamente vicina e parallela alla linea spartiacque, marcando a tratti il confine tra Puglia e Campania. Quest'area, oltre a Monteleone di Puglia, interessa anche i territori comunali di Zungoli e Ariano Irpino e si caratterizza per le colture cerealicole e i pascoli che solo lungo i pendii più ripidi lasciano il campo a boschi e incolti. Nell'alta valle del Cervaro re Ruggero II d'Altavilla tenne nel 1140 e poi ancora nel 1142 le Assise di Ariano (la prima sul pianoro di Camporeale, la seconda sull'altipiano della Ferrara nel territorio di Savignano Irpino).

Il territorio della parte mediana della valle risulta invece particolarmente impervio, assumendo in molti tratti la forma di una stretta gola che taglia i monti della Daunia. Qui la valle del Cervaro vira, assumendo direzione sudovest–nordest, tra i comuni di Greci, Montaguto e Savignano Irpino nell'Irpinia e quelli di Bovino, Orsara di Puglia, Bovino, Deliceto e Panni nella Capitanata. I comuni che rientrano nella provincia di Avellino aderiscono alla Comunità montana dell'Ufita, mentre quelli della provincia di Foggia facevano parte della Comunità montana dei Monti Dauni Meridionali. La bassa valle si addentra quindi definitivamente nel territorio pugliese rasentando Castelluccio dei Sauri ove il Subappennino dauno digrada sensibilmente verso la pianura. In questo settore la valle diviene sempre più ampia e piatta (oltreché intensamente coltivata) fino a confondersi con il Tavoliere delle Puglie.

La zona in cui si prevede la realizzazione del parco rientra nel comprensorio subito a monte delle aree a pendenza modesta, è stata pertanto interessata da interventi di bonifica che tramite l'apertura di canali colatori e di drenaggio superficiale, hanno consentito lo scolo naturale nei recettori di valle, in ordine sempre crescente fino al recapito finale rappresentato dai torrenti.

Gli aspetti antropici via via più presenti ed esigenti al crescere della possibilità di utilizzare con agricoltura intensiva i terreni prima poco fruibili, le tecniche agricole sempre più meccanizzate, la gestione del territorio ad opera dell'attento Consorzio per la Bonifica della Capitanata pronto a migliorare le soluzioni operate a seguito di sopraggiunte evidenze, la presenza di infrastrutture viarie e le scelte progettuali vincolanti, e quant'altro possa identificarsi quale fattore di mutamento del territorio, hanno modificato l'assetto del reticolo di bonifica rendendolo efficiente per l'attuale configurazione dei siti.

L'assetto idraulico del Torrente Cervaro e del reticolo a questo afferente non è stato completamente definito, a meno delle aree su cui vigono le perimetrazioni del PAI a vario grado di pericolosità idraulica, stabilite in parte in base a criteri storici, in parte sulla scorta di studi di dettaglio.

6.2 Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici

A partire da un ampio territorio, si sono delimitati i bacini di studio, in maniera tale da ricomprendere tutto il reticolo che potesse avere influenza sull'assetto idraulico delle aree di interesse e sulle opere previste. Tale posizione, in considerazione della presenza di infrastrutture stradali esistenti che, pur non interessando direttamente i siti di intervento, possono condizionare il regime idraulico del reticolo che le interseca, in quanto gli attraversamenti avvengono a raso, in assenza di qualunque manufatto di scavalco.

La morfologia dell'area interessata dai bacini idrografici è variabile con l'alternanza di ampie distese pianeggianti ad aree con andamento collinare. Le pendenze, che in taluni casi si azzerano quasi, raggiungono anche valori superiori al 15%. Le opere di progetto sono tutte previste su aree con pendenze relativamente basse.

L'idrografia superficiale è costituita da impluvi superficiale e valloni che drenano verso il Torrente Cervaro che si sviluppa a Nord dell'area d'impianto e che costituisce il corso d'acqua principale dell'area prossima a quell'area d'installazione degli aerogeneratori.

Dal punto di vista geomorfologico generale l'area si trova nella fascia, di medio-bassa collina, di raccordo tra i rilievi appenninici e la vasta pianura del Tavoliere tra i rilievi collinari a NE di Bovino e Deliceto, sulle pendici dei Monti della Daunia, ai margini orientali dell'Appennino meridionale.

La morfologia dei luoghi è tipica delle aree collinari caratterizzate da sagome dolci, in relazione alla natura prevalentemente argillosa dei terreni (con litologia facilmente erodibile), associate a forme più aspre in corrispondenza dei rilievi formati da formazioni più resistenti (arenarie, calcari e brecce), in relazione alla natura dei terreni e alle azioni subite dagli agenti geodinamici, primo fra tutti quello tettonico.

In dettaglio la zona in oggetto è contraddistinta dalla presenza di una serie di dorsali, allungate in direzione all'incirca SSO-NNE interessate dall'azione erosiva di alcuni corsi d'acqua, facenti parte del bacino idrografico del T. Carapellotto e del Vallone Legnano, e dei Canali Fosso Valle dell'Angelo e Fosso Pozzo Vitolo, affluenti di sinistra del T. Carapelle.

I corsi d'acqua, attivi soprattutto nella stagione invernale, presentano un profilo delle valli a forma di "V" ampia, dai fianchi alti e poco inclinati.

Le quote più alte sono dell'ordine di 500 m, rispetto ai fondo valle ove queste si aggirano intorno a 200 m s.l.m., con pendenze tra i 5° e i 15°, con quote comprese tra i 500 m ed i 200 m s.l.m..

Le operazioni cartografiche sono state effettuate attraverso l'applicazione di software GIS, costruendo il DEM (Digital Elevation Model) successivamente integrato da rilievi metrici in modo da definire la geometria del reticolo idrografico interessato. La figura 6 mostra i bacini idrografici individuati ed aventi la medesima numerazione dei Punti di interferenza I per i quali sono stati eseguite le verifiche idrauliche (rif. Allegato 3).

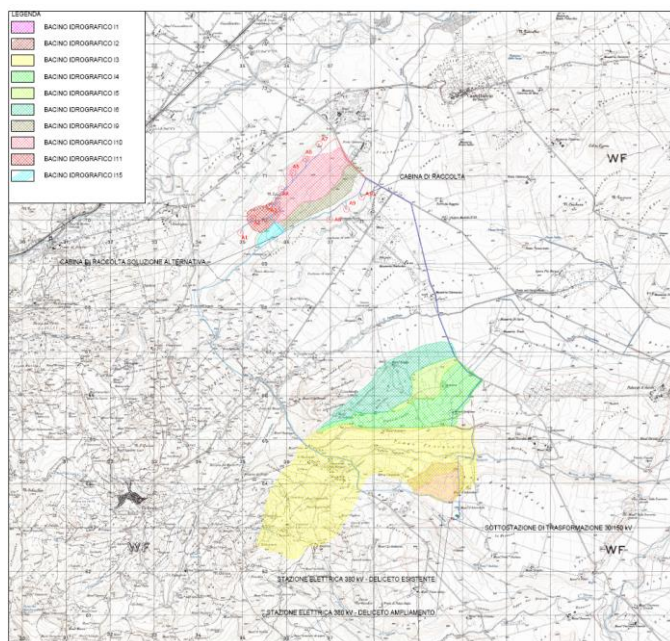


Figura 8 - Inquadramento dei bacini idrografici sottesi ai punti di interferenza su carta IGM 1:25000

Le caratteristiche fisiografiche dei bacini così definiti (nell'ordine: superficie, pendenza media dei versanti, quota minima, massima e media s.l.m., lunghezza totale dell'asta alla cresta spartiacque) sono riportate nelle tabelle a seguire.

Bacino idrografico I1		
Superficie	0,29	Kmq
Quota max	321,20	m
Quota sez. chiusura	260,30	m
Quota media	290,75	m
Lunghezza asta principale	960,00	m
Dislivello	60,90	m
Pendenza media	0,06	%

Tabella 1 – Parametri geomorfologici del bacino I1.

Bacino idrografico I2		
Superficie	0,81	Kmq
Quota max	321,20	m
Quota sez. chiusura	252,50	m
Quota media	286,85	m
Lunghezza asta principale	1236,00	m
Dislivello	68,70	m
Pendenza media	0,06	%

Tabella 2 – Parametri geomorfologici del bacino I2.

Bacino idrografico I3		
Superficie	8,26	Kmq
Quota max	691,40	m
Quota sez. chiusura	243,90	m
Quota media	467,65	m
Lunghezza asta principale	5830,00	m
Dislivello	447,50	m
Pendenza media	0,08	%

Tabella 3 – Parametri geomorfologici del bacino I3.

Bacino idrografico I4		
Superficie	1,88	Kmq
Quota max	431,30	m
Quota sez. chiusura	228,60	m
Quota media	329,95	m
Lunghezza asta principale	3950,00	m
Dislivello	202,70	m
Pendenza media	0,05	%

Tabella 4 – Parametri geomorfologici del bacino I4.

Bacino idrografico I5		
Superficie	0,63	Kmq
Quota max	370,00	m
Quota sez. chiusura	228,00	m
Quota media	299,00	m
Lunghezza asta principale	1982,00	m
Dislivello	142,00	m
Pendenza media	0,07	%

Tabella 5 – Parametri geomorfologici del bacino I5.

Bacino idrografico I6		
Superficie	1,80	Kmq
Quota max	431,30	m
Quota sez. chiusura	226,00	m
Quota media	328,65	m
Lunghezza asta principale	3771,00	m
Dislivello	205,30	m
Pendenza media	0,05	%

Tabella 6 – Parametri geomorfologici del bacino I6.

Bacino idrografico I9		
Superficie	0,78	Kmq
Quota max	306,00	m
Quota sez. chiusura	238,00	m
Quota media	272,00	m
Lunghezza asta principale	2850,00	m
Dislivello	68,00	m
Pendenza media	0,02	%

Tabella 7 – Parametri geomorfologici del bacino I9.

Bacino idrografico I10		
Superficie	1,38	Kmq
Quota max	291,70	m
Quota sez. chiusura	239,80	m
Quota media	265,75	m
Lunghezza asta principale	2270,00	m
Dislivello	51,90	m
Pendenza media	0,02	%

Tabella 8 – Parametri geomorfologici del bacino I10.

Bacino idrografico I11		
Superficie	0,34	Kmq
Quota max	297,00	m
Quota sez. chiusura	248,00	m
Quota media	272,50	m
Lunghezza asta principale	760,00	m
Dislivello	49,00	m
Pendenza media	0,06	%

Tabella 9 – Parametri geomorfologici del bacino I11.

Bacino idrografico I15		
Superficie	0,13	Kmq
Quota max	306,00	m
Quota sez. chiusura	289,60	m
Quota media	297,80	m
Lunghezza asta principale	320,00	m
Dislivello	16,40	m
Pendenza media	0,05	%

Tabella 10 – Parametri geomorfologici del bacino I15.

Le superfici sottese dai bacini, ancorché scelti in maniera più ampia di quelli strettamente riguardanti le aree di interesse, risultano assai modeste, nell'ordine dei 2 Km² ad eccezione del bacino idrografico I3.

6.3 Geolitologia dei bacini idrografici

Dal punto di vista geologico generale, il sito in esame è parte integrante dei terreni situati tra i rilievi collinari a NE di Bovino e Deliceto, sulle pendici dei Monti della Daunia, ai margini orientali dell'Appennino meridionale.

L'area interessata dall'intervento si trova in un contesto geologico generale essenzialmente formato dai sedimenti miocenici, in facies di flysch, poggiati su un complesso caotico in prevalenza costituito da argille e marne varicolori scagliose.

Su tali terreni sono depositati: breccie, brecciole e calcareniti del Paleogene; arenarie, sabbie e sabbie argillose, arenarie con livelli di conglomerati, del Miocene; sabbie del Pliocene, depositi alluvionali terrazzati e alluvioni recenti e attuali dell'Olocene.

In particolare, nell'area del territorio comunale di Bovino - Deliceto, sono presenti, dal termine più recente, i seguenti terreni:

- Q Alluvioni recenti e attuali. (Olocene)
- Qe=Qt3 alluvioni terrazzate recenti poco superiori agli alvei attuali, con terre nere e, a volte, con crostini calcarei evaporatici. (Olocene)
- Qc1 conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie e arenarie. (fine Calabriano)
- Pa=PQa argille e argille marnose grigio-azzurrognole, localmente sabbiose. Pliocene- Calabriano

- Ps sabbie di colore giallo bruno con lenti ciottolose. Pliocene-Calabriano
- Pp conglomerati di base poligenici, fortemente cementati, con ciottoli costituiti in prevalenza di arenarie e di calcari marnosi ed a volte di ciottoli di rocce eruttive. (Pliocene-Calabriano)
- bcD Formazione Della Daunia: calcari organogeni, microgranulari, arenarie e puddinghe poligeniche. (Miocene).

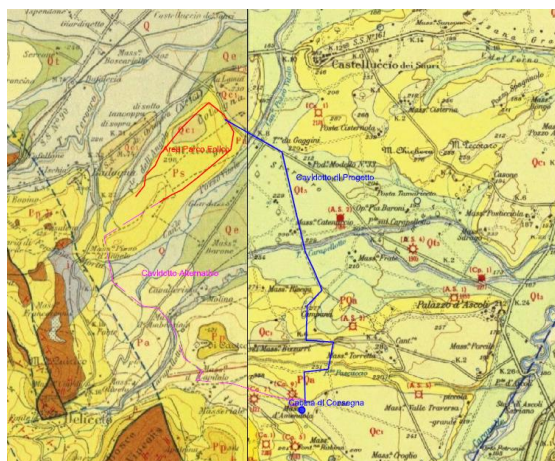


Figura 9 - Inquadramento stralcio carta geologica foglio 174 Ariano Irpino e 175 Cerignola

Commentato [T6]: Mettiamo la carta con il solo cavidotto di progetto

6.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI BACINI IDROGRAFICI

La zona è incisa dal T. Carapellotto e dal Vallone Legnano, e dai canali Fosso Valle dell'Angelo e Fosso Pozzo Vitolo, corsi d'acqua facenti parte del bacino idrografico del T. Carapelle e da una serie di tributari minori (fossi e canali), dal profilo a forma di "V" ampia, dai fianchi alti e poco inclinati, solitamente attivi soprattutto nella stagione invernale.

Dal punto di vista idrogeologico, le alluvioni recenti e attuali (Q), i depositi fluviali terrazzati (Qt3), i conglomerati (Qc1) e le sabbie (Ps) presentano solitamente una discreta permeabilità per porosità. Considerato che questi terreni poggiano in generale sulle sottostanti argille marnose (PQa), praticamente impermeabili, si ha la formazione di falde acquifere e sorgenti di emergenza o di sbarramento sparse un po' ovunque. Le falde più superficiali si possono rinvenire a profondità variabili da - 3.00 metri dal p.c. fino a profondità superiori a - 22.00 metri dal p.c.. Nell'area dell'impianto in progetto non esistono zone interessate da rischio idraulico, così come è rilevabile, anche dalla cartografia del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) dell'AdB della Puglia.

6.5 USO DEL SUOLO DELLE AREE INTERESSATE DAI BACINI IDROGRAFICI

Dalla carta dell'uso del suolo del territorio interessato dai bacini idrografici si evince che le aree sono utilizzate per la maggior parte per scopi agricoli (figura 9). In particolare i principali utilizzi sono rappresentati da insediamenti produttivi agricoli discontinui, seminativi semplici in aree non irrigue e uliveti. Solo piccole porzioni di territorio sono interessate da boschi e macchie.

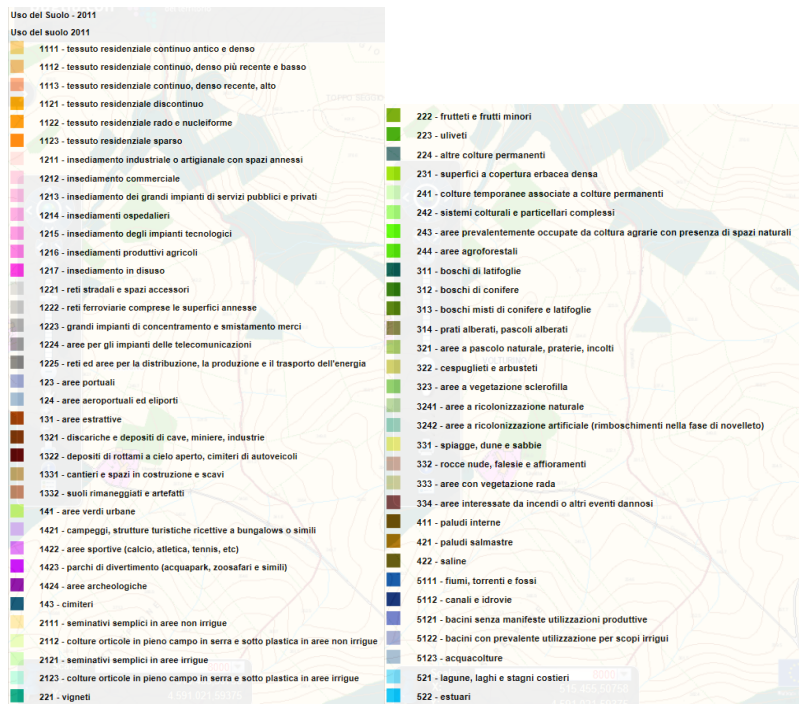
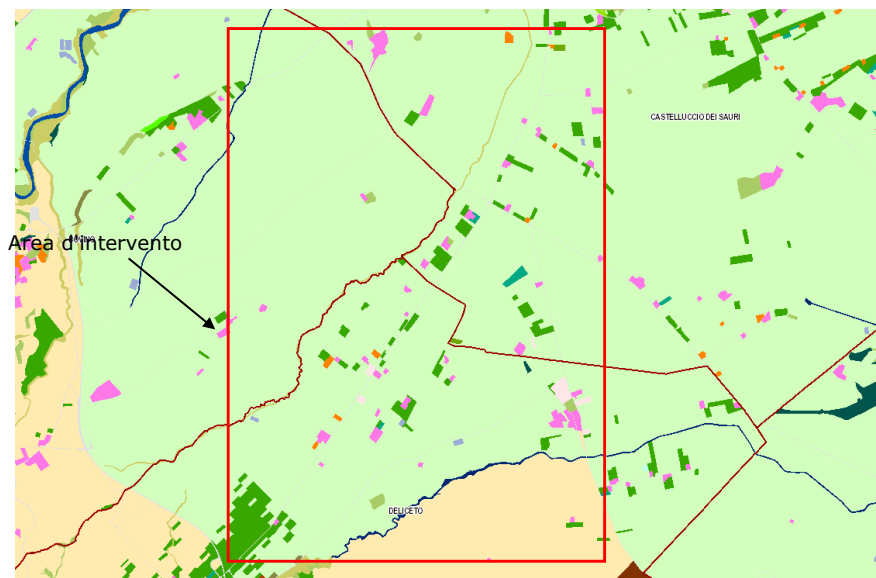


Figura 10 - Carta uso del suolo

7 STUDIO IDROLOGICO

7.1 Generalità

Effettuato lo studio morfologico, la metodologia da utilizzare per le analisi idrologiche deve essere individuata in base alle peculiarità del bacino e del reticolo idrografico che lo drena.

L'analisi idrologica ha come obiettivo la valutazione delle portate di piena e dei relativi volumi che, per prefissati tempi di ritorno, interessano il bacino idrografico e, di conseguenza, il territorio e tutti gli elementi vulnerabili in esso presenti.

In congruenza con le finalità dello studio, volto a definire un assetto idraulico dei luoghi di interesse adeguato allo stato di fatto, si deve fare riferimento ad eventi con tempi di ritorno di 200 anni, attraverso i quali si stabiliscono le condizioni di sicurezza idraulica.

Il D.P.C.M. 29.09.1998, in materia di difesa del suolo, stabilisce che "*Ove possibile è consigliabile che si traggano i valori di riferimento della portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, dalle elaborazioni eseguite dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, oppure dai rapporti tecnici del progetto Va. Pi. messo a disposizione dal G.N.D.C.I. - C.N.R.*".

Il progetto VAPI sulla valutazione delle piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, si prefigge l'obiettivo di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali. Scopo di tale rapporto è quello di fornire uno strumento ed una guida ai ricercatori ed ai tecnici operanti sul territorio, per comprendere i fenomeni coinvolti nella produzione delle portate di piena naturali e per effettuare previsioni sui valori futuri delle piene in una sezione di un bacino naturale con il minimo possibile di incertezza.

La metodologia propria del progetto Va.Pi. effettua la regionalizzazione delle piogge su sei zone omogenee, in cui è stata suddivisa la Puglia, con formulazioni diverse per ognuna di esse.

Il presente studio idrologico è stato condotto rifacendosi alle procedure individuate dal Gruppo Nazionale Difesa della Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per la "*Valutazione delle Piene in Puglia*" (a cura di Vito Antonio Copertino e Mauro Fiorentino, 1994), nel seguito, denominato "**VAPI Puglia**", che, nella sua stesura originaria, era concentrato al territorio a nord del fiume Ofanto e che, in fase successiva, è stato allargato all'intero territorio regionale nell'ambito degli studi per l'**Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale** (a cura del Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica del Politecnico di Bari, 2001). La procedura adottata e i calcoli effettuati sono ampiamente descritti nei paragrafi successivi.

Per quanto concerne, invece, la valutazione dei deflussi naturali del corso d'acqua in esame si è fatto ricorso all'analisi comparata dei risultati derivati dall'applicazione di alcuni modelli di trasformazione afflussi-deflussi. In particolare si sono utilizzati i risultati rinvenuti dall'applicazione a scala regionale di due diversi approcci che si sono sinteticamente definiti con il nome di modello empirico e modello razionale e le cui peculiarità e limiti di applicabilità saranno dettagliatamente illustrati nel seguito.

I valori derivati dall'applicazione delle due metodologie su descritte sono stati successivamente confrontati con i risultati ottenuti dall'applicazione di formule semplificate basate sulla stima, di carattere geomorfologico, dei tempi di concentrazione propri del bacino.

7.2 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica dell'area in oggetto è stata condotta utilizzando il metodo VAPI elaborato dal Gruppo Nazionale Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per l'**Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale** (a cura del Dipartimento di Ingegneria delle Acque del Politecnico di Bari, 2001).

I valori dei tempi di ritorno (**TR**) utilizzati per la definizione delle curve di possibilità climatica e, di conseguenza, per la stima degli eventi di piena sono 5, 10, 25, 50, 100, 200 e 500 anni.

7.3 Analisi regionale delle piogge in Puglia

L'approccio più moderno per lo studio degli eventi estremi in idrologia viene condotto con un insieme di procedure atte a trasferire l'informazione idrologica, è noto come "*analisi regionale*".

Alla base di un modello di regionalizzazione vi è la preventiva individuazione del meccanismo fisico-stocastico, che spiega la distribuzione della variabile idrologica di interesse nello spazio e nel dominio di frequenza statistica.

La scelta del tipo di modello richiede la conoscenza di alcuni aspetti fondamentali legati alle risorse dedicabili allo studio, alla qualità dell'informazione disponibile e alla precisione richiesta dai risultati. Pertanto, la struttura del modello richiede la costruzione del risolutore numerico e un'attenta identificazione dei parametri di taratura.

Numerosi studi sono stati condotti in Inghilterra, negli Stati Uniti ed in Italia su questi modelli a più parametri, noti in letteratura con gli acronimi GEV (Jenkinson, 1955), Wakeby (Houghton 1978) e TCEV (Rossi e Versace, 1982; Rossi et al. 1984).

Quest'ultima sigla deriva dall'espressione inglese *Two Component Extreme Value*, che rappresenta la distribuzione di probabilità corrispondente ad un certo evento estremo, sia che provenga dalla distribuzione statistica di eventi ordinari sia che provenga da quella degli eventi straordinari. A tal fine occorre sottolineare che la principale fonte di incertezza deriva proprio dagli eventi estremamente intensi che hanno caratteristiche di rarità in ogni sito e aleatorietà per quel che riguarda il sito ove potranno verificarsi nel futuro. Ciò implica che, se in un punto eventi straordinari di un certo tipo non si siano verificati storicamente, questo non è garanzia di sicurezza sulla loro non occorrenza nel futuro.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, che utilizza tre differenti livelli di scala spaziale per la stima dei parametri del modello probabilistico utilizzato, in modo da ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati disponibili e dal numero di stazioni della rete di misura.

In seguito, dopo una breve indicazione circa i dati disponibili per lo studio, si procede a fornire i risultati delle varie fasi della procedura di regionalizzazione del territorio pugliese settentrionale, territorio nel quale ricade il bacino oggetto di studio.

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del compartimento di Bari del S.I.I., le cui stazioni formano la rete di misura delle precipitazioni su tutto il territorio regionale con un'elevata densità territoriale.

Le osservazioni pluviometriche, utilizzate per la regionalizzazione, interessano il periodo dal 1940 al 2000 in tutte le stazioni di studio, con almeno quindici anni di misure, dei massimi annuali delle precipitazioni

giornaliere ed orarie. Le serie sono variabili da un minimo di 19 ad un massimo di 47 dati per un numero totale di stazioni pari a 66, tutte appartenenti alla Puglia centromeridionale.

Per i massimi annuali delle precipitazioni giornaliere, è stato adottato un modello di regionalizzazione basato sull'uso della distribuzione di probabilità TCEV (legge di distribuzione di probabilità del Valore Estremo a Doppia Componente), che rappresenta la distribuzione del massimo valore conseguito, in un dato intervallo temporale, da una variabile casuale distribuita secondo la miscela di due leggi esponenziali, nell'ipotesi che il numero di occorrenze di questa variabile segua la legge di Poisson. Il modello proposto ammette che le due componenti, quella straordinaria e ordinaria, appartengano a popolazioni diverse, anche se è ammessa la loro interferenza attraverso un processo poissoniano.

L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV ha consentito di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, grazie a cui è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria, quindi risultano costanti i due parametri θ^* e Λ^* ad esso legati (primo livello di regionalizzazione), e sottoregioni di queste, più limitate, in cui sia costante anche il coefficiente di variazione, e quindi il parametro Λ_1 che da esso dipende (secondo livello di regionalizzazione). Il terzo livello è poi finalizzato alla ricerca di eventuali relazioni esistenti, all'interno di più piccole aree, tra il parametro di posizione della distribuzione di probabilità e le caratteristiche morfologiche. In particolare si nota che, all'interno di dette aree, i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata sono o costanti o strettamente correlati alla quota del sito di rilevamento.

La preventiva suddivisione dell'area di studio in zone e sottozone omogenee è stata effettuata in base all'analisi delle massime precipitazioni giornaliere, di cui si dispone del maggior numero di informazioni. La procedura prevede che si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali possano ritenersi costanti i valori dei parametri θ^* e Λ^* . Questi parametri non possono essere stimati da un numero ristretto di serie di dati, per cui l'analisi parte dalla possibilità di considerare le 66 stazioni come appartenenti ad un'unica zona al primo livello. I risultati ottenuti dall'analisi del I° livello e II° livello di regionalizzazione sono stati ricavati con riferimento ad un'ipotesi di invarianza dei parametri θ^* e Λ^* .

L'analisi del primo livello suggerisce la presenza di un'unica zona omogenea comprensiva di tutte le stazioni della regione.

Analogamente alla procedura operata al primo livello di regionalizzazione, la successiva verifica dell'ipotesi di un'unica zona omogenea è stata effettuata attraverso il confronto delle distribuzioni di frequenza cumulata dei valori osservati del coefficiente di variazione CV e di quelli generati, ottenendo un ottimo risultato che convalida ulteriormente l'ipotesi di intera regione omogenea con un valore costante di Λ_1 . Alla luce di tali risultati, è stato possibile assumere realistica l'ipotesi di un'unica zona omogenea al primo e al secondo livello di regionalizzazione.

Nel riquadro a seguire (tabella 13) si riportano i valori numerici dei parametri di interesse per lo studio.

	θ^*	Λ^*	Λ_1
Puglia settentrionale	2.3515	0.7721	44.629

Tabella 11 – Parametri d'interesse.

La distribuzione regionale della probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata $X_{d,TR}$ viene espressa in funzione di una quantità K_{TR} , detta *fattore probabilistico di crescita*, funzione del periodo di ritorno T_R e indipendente dalla durata.

Tale fattore è, in generale, funzione del tempo di ritorno T_R ed è definito dal rapporto seguente:

$$K_T = \frac{X_{dT}}{\mu(X_{dT_R})}$$

essendo $X_{d,TR}$ il massimo annuale di precipitazione per assegnata durata e tempo di ritorno. La curva di distribuzione di probabilità di tale rapporto ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della distribuzione di probabilità della $X_{d,TR}$. Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea previamente identificata, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno T_R ed il fattore di crescita K_{TR} , potendo ritenere trascurabile la variabilità del fattore di crescita con la durata. Infatti, calcolando, nelle stazioni disponibili, le medie pesate dei coefficienti di asimmetria e dei coefficienti di variazione alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria.

L'indipendenza dalla durata di K_{TR} autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione. Sulla scorta dei valori regionali dei parametri θ^* , Λ^* e $\Lambda 1$, è possibile calcolare la curva di crescita per la Puglia settentrionale, anche se tale fattore può essere calcolato in funzione di T_R attraverso la approssimazione asintotica della curva di crescita, che ha la seguente forma:

$$K_{TR} = a + b * \ln(T_R)$$

in cui i parametri a e b sono esprimibili in funzione dei valori regionali di θ^* , Λ^* e $\Lambda 1$.

Per la Puglia settentrionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, quindi, la seguente:

$$K_T = 0.5648 + 0.415 * \ln T_R$$

Per la Puglia centro-meridionale, l'espressione della curva di crescita approssimata attraverso la relazione precedente è, invece, la seguente:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 * \ln T_R$$

anche se va rimarcato come l'utilizzo di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per $T < 50$ anni e superiori al 5% per $T < 100$ anni.

I valori di K_T utilizzati nel caso in esame sono riportati nella tabella seguente:

Tempo di ritorno (anni)	50	200	500	5	10	25	100
K(T) Zona 1-2-3-4	2,188	2,764	3,144	1,233	1,520	1,901	2,476
K(T) Zona 5-6	2,181	2,897	3,370	0,991	1,349	1,823	2,539

Tabella 12. Valori di K_T al variare della zona e del tempo di ritorno.



Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali. Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio $\mu(X_t)$ dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$\mu(X_d) = ad^n$$

essendo **a** ed **n** due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di *curva di probabilità pluviometrica*. Per l'intera regione pugliese si hanno le seguenti zone omogenee di 3° livello:

- nell'area della Puglia settentrionale, il VAPI Puglia fornisce l'individuazione di 4 aree omogenee dal punto di vista del legame fra altezza di precipitazione giornaliera $\mu(X_g)$ e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori $\mu(X_g)$ e le quote sul mare *h* (tabella 15):

ZONA 1-3	$\mu(h,t) = a t^{(C+D+lna)/ln24}$
ZONA 2-4	$\mu(h,t) = at^n$

Tabella 13. Correlazione tra $\mu(X_g)$ e la durata di precipitazione

in cui *C* e *D* sono parametri che dipendono dall'area omogenea;

- nell'area centro-meridionale della Puglia, il VAPI fornisce l'individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota sul livello medio mare per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese - Murgia Centrale e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale (figura 8).

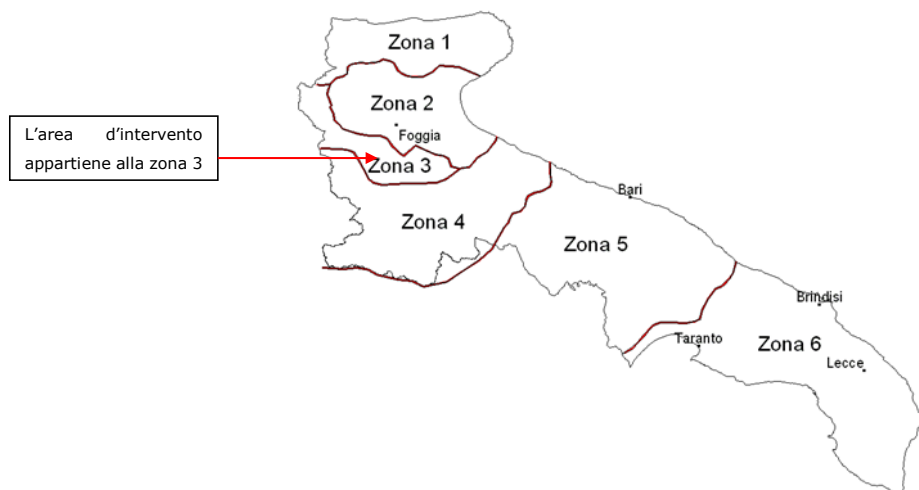


Figura 11 - Regione Puglia: zone omogenee al 3° livello.

Alla luce di quanto fin qui esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, è generalizzata nella forma:

$$\mu(X_d) = a d^{(C h + D + \ln \alpha - \ln \alpha) / \ln 24}$$

in cui a è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di $\mu(X_d)$ relativi alle serie con $N \geq 10$ anni ricadenti in ciascuna zona omogenea e $\alpha = x_g/x_{24}$ è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e quelle di durata 24 ore per serie storiche di pari numerosità. Per la Puglia il valore del coefficiente α è risultato praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89; C e D rappresentano invece i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare. Per le zone individuate, i valori dei parametri sono riportati nel riquadro a seguire.

Zona	α	a	C	D	N
1	0,89	28,66	0,000503	0,720	-
2	0,89	22,23	-	-	0,247
3	0,89	25,325	0,000531	0,696	-
4	0,89	24,7	-	-	0,256
5	0,89	28,2	0,0002	0,628	-
6	0,89	33,7	0,0022	0,666	-

Tabella 14. - Coefficienti del terzo livello di regionalizzazione

Quindi, per ottenere l'altezza di precipitazione della zona di interesse si deve moltiplicare il fattore di crescita (K_T) per la precipitazione media:

$$\hat{h} = K_T \cdot \mu(X_d)$$

I bacini idrografici determinati ricadono all'interno della zona 3.

7.4 DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Le procedure di regionalizzazione descritte in precedenza hanno consentito, quindi, di determinare le curve di possibilità climatiche al variare del tempo di ritorno.

In particolare ricadono i bacini idrografici ricadono interamente nella Zona 3. Il rapporto VAPI Puglia assegna alla Zona 3 la seguente legge di variazione dei valori medi delle altezze di pioggia dei massimi annuali in funzione della durata dell'evento:

$$\text{ZONA 3} \quad \mu(X_d) = 25.325d \frac{0.696 + 0.000531 Z}{3.178}$$

Il metodo precedentemente spiegato porta all'individuazione delle seguenti curve di possibilità climatiche.

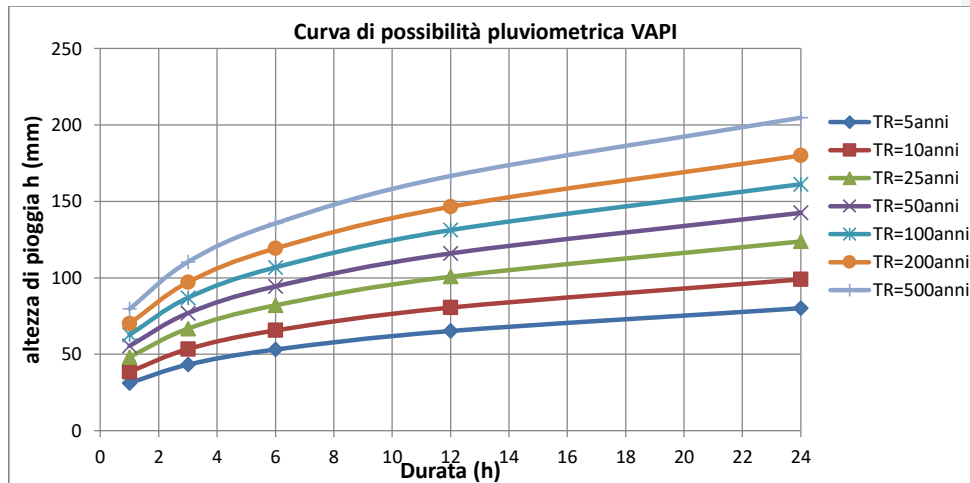


Figura 12 – Legge probabilità pluviometrica zona