

REGIONE BASILICATA
PROVINCIA DI POTENZA

Comuni di :
Castelgrande - Muro Lucano - Rapone - San Fele
LOCALITA' "Toppo Macchia"

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE - 16 AEROGENERATORI (potenza totale 88,2 MW)

Sezione A :
PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

Titolo elaborato:
A.3.0 - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

N. Elaborato: **A.3.0**

Scala:

Proponente

MIA WIND Srl

Via della Tecnica, 18 - 85100 - Potenza (PZ)

Amministratore Unico
Donato Macchia

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	DICEMBRE 2018	GAS sigla	PM sigla	NF sigla	RICHIESTA A.U.
Nome File sorgente		GE.AGB01.P3.PD.A.3.0.docx	Nome file stampa	GE.AGB01.P3.PD.A.3.0.pdf	Formato di stampa A4

Sommaro

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO.....	5
2.1	Generalità.....	5
2.2	Caratteristiche tecniche delle strade da realizzare.....	8
2.3	Caratteristiche tecniche Piazzole di montaggio.....	9
2.4	Caratteristiche tecniche cavidotto interno.....	10
2.5	Anemometro di campo.....	11
3	IMPOSTAZIONI DELLO STUDIO.....	11
4	AREA DI INTERVENTO E PERIMETRAZIONE DEL P.A.I. DELL'ADB DELLA PUGLIA	
	13	
4.1	Premessa.....	13
4.2	Ambito territoriale delle Autorità di Bacino.....	13
4.3	Sintesi delle Norme tecniche di attuazione del PAI dell'AdB Puglia.....	13
4.4	Pericolosità idraulica e geomorfologica delle NTA del PAI.....	14
4.5	Compatibilità idraulica degli interventi.....	14
5	INTERFERENZE DELLE OPERE IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO	
	ESISTENTE.....	15
5.1	Interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico individuato dalla carta IGM 1:25000.....	15
5.2	Aerogeneratori.....	15
5.3	Viabilità a servizio del parco eolico.....	16
5.4	Ulteriori considerazioni in merito al reticolo idrografico.....	18
6	BACINI IDROGRAFICI SOTTESI AI PUNTI D'INTERFERENZA DELLE OPERE IN	
	PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO.....	19
6.1	Analisi morfologica e morfometrica dei bacini idrografici.....	19
6.2	Caratteristiche dei bacini idrografici.....	20
6.3	Caratteristiche geolitologiche delle aree di intervento e dei bacini idrografici.....	22
6.4	Assetto Idro-Geomorfologico dell'areale di progetto.....	24
6.5	Assetto geomorfologico e geologico-tecnico dell'areale di progetto.....	25
7	STUDIO IDROLOGICO.....	25
7.1	Premessa.....	25
7.2	Generalità VAPI Puglia.....	26
7.3	Analisi idrologica VAPI Puglia.....	27
7.4	Analisi regionale delle piogge in Puglia.....	27
7.5	Determinazione delle curve di possibilità pluviometrica.....	31

	<p style="text-align: center;">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 2 di 53</p>
---	--	---	--

8	COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI INTERVENTI	33
8.1	Stima della piena indice: modello razionale AdB Puglia	33
8.2	Valutazione del fattore probabilistico di crescita delle portate AdB Puglia	34
8.3	Valutazione delle piene indice e delle portate di piena dei bacini sottesi alle sezioni di calcolo AdB Puglia	35
8.4	Metodologia utilizzata per le verifiche idrauliche	36
8.5	Descrizione interferenze e verifiche idrauliche	37
	<i>8.5.1 Verifica idraulica attraversamento Int1 e Int2</i>	<i>37</i>
	<i>8.5.2 Verifica idraulica attraversamento Int3</i>	<i>40</i>
	<i>8.5.3 Verifica idraulica interferenza Int4 e attraversamento Int5</i>	<i>43</i>
	<i>8.5.4 Verifica idraulica interferenze Int6 e Int7</i>	<i>45</i>
	<i>8.5.5 Verifica idraulica attraversamenti Int8</i>	<i>47</i>
8.6	Calcolo erosione	49
8.7	Attraversamenti del cavidotto interno ed esterno la linea elettrica interrata in corrispondenza delle aree tutelate connesse a reticoli cartografati su IGM - scavi con TOC	51
9	CONCLUSIONI	53

ALLEGATO 3.1 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti da carta IGM 1:25000

ALLEGATO 3.2 - Layout di progetto su carta IGM con individuazione dei bacini Idrografici

ALLEGATO 3.3 - 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

ALLEGATO 3.4 – Particolari dei punti di attraversamento dei reticoli idrografici, con indicazione dell'area allagabile determinata con $Tr=200a$ anni, sezioni morfologiche, indicazione delle modalità di attraversamento e foto

ALLEGATO 3.5 - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras in corrispondenza di ogni sezione di calcolo

ALLEGATO 3.6 -Layout di progetto con individuazione delle aree allagabili con $Tr=200$ anni e sezioni di calcolo nel sistema UTM WGS 84 su supporto digitale (Cd room)

ALLEGATO 3.7 - Output dei risultati ottenuti con il software Hec-Ras in corrispondenza di ogni sezione di calcolo - Modello Hec-Ras su supporto digitale (Cd room)

1 PREMESSA

Obiettivo dell'iniziativa imprenditoriale a cui è legato il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico costituito da 16 aerogeneratori denominati B01, B02, B03, B04, B05, B06, B07, B08, B09, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16 tutti di modello Vestas V150 (diametro rotore 150 m e altezza al mozzo 105 m).

, tranne che per l'aerogeneratore B14 per il quale si prevede l'utilizzo del modello Vestas V136 (altezza al mozzo 112 m, diametro rotore pari a 136 m e potenza pari a 4,2 MW)

Il progetto sviluppa il parco eolico nella parte nord della Basilicata, in provincia di Potenza nell'area posta a cavallo tra le zone di competenza dell' A.d.B. della Puglia e dell' A.d.B Campania Sud ed interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele e che interessa il territorio dei comuni di Castelgrande, Muro Lucano, Rapone, e San Fele tutti comuni della Provincia di Potenza.

Il collegamento dell'impianto alla rete elettrica di trasmissione nazionale avviene mediante un cavidotto interrato che si collegherà ad una sottostazione di trasformazione e consegna. In progetto sono previste due ipotesi di cavidotto MT. Il cavidotto interno segue la viabilità esistente o di progetto. Il cavidotto esterno parte nei pressi dell'aerogeneratore B01 e si estende per circa 10,6 km fino a giungere alla sottostazione.

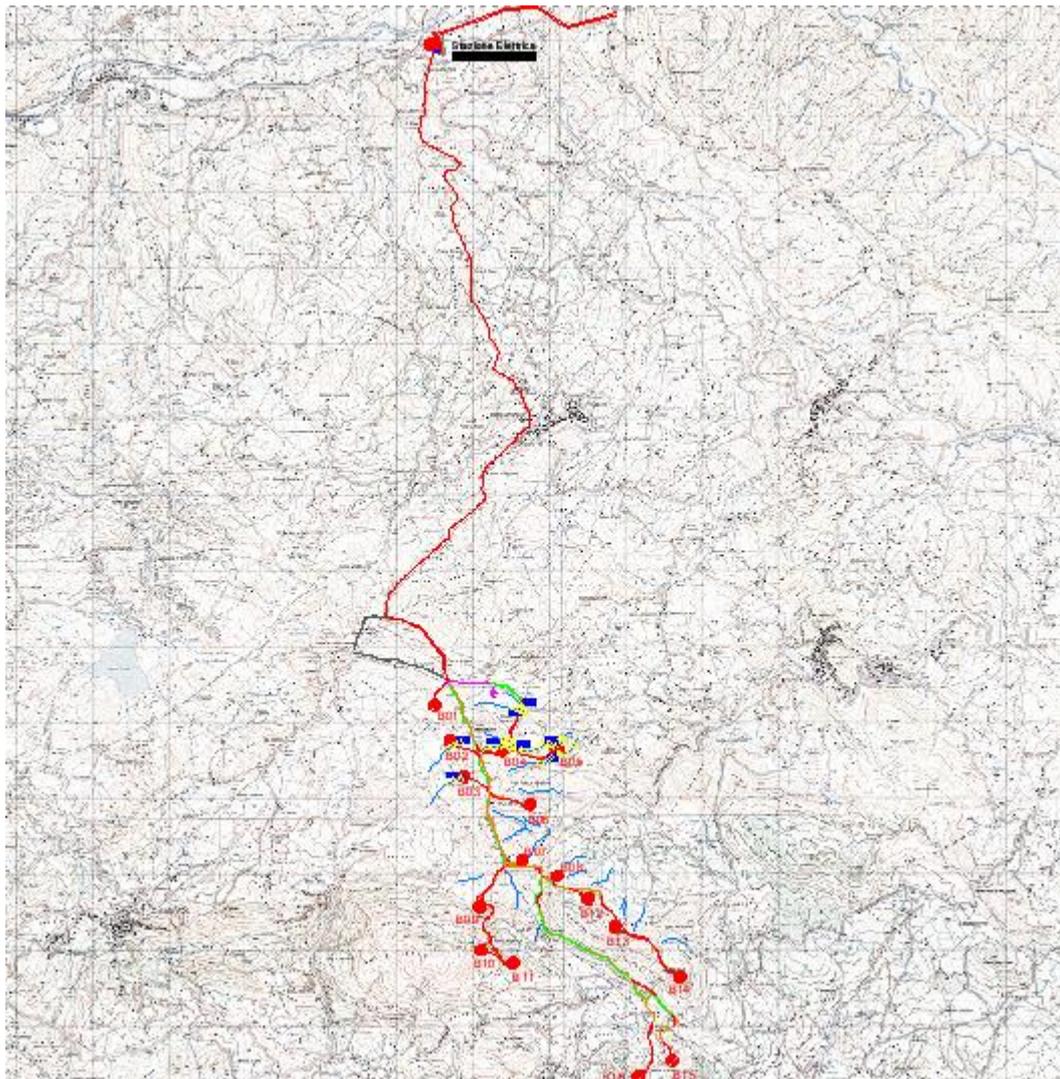
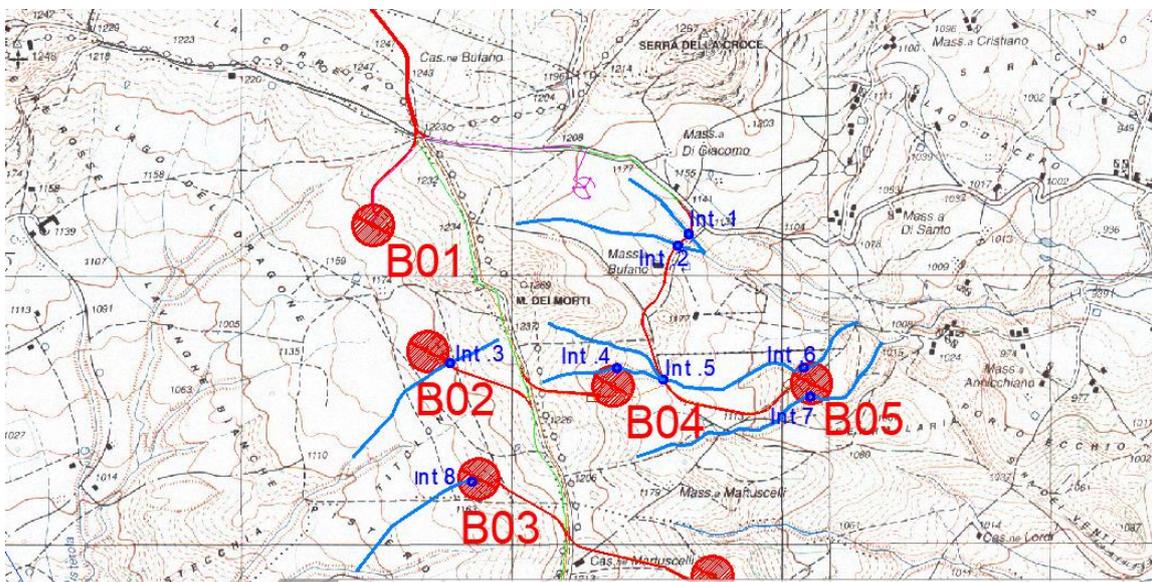


Figura 1 Layout di progetto su scala IGM 1:25000

Ai fini del presente studio idraulico sono state individuate le interferenze con il reticolo idrografico considerando la soluzione di progetto dell'impianto (figura 1). Per l'individuazione delle interferenze dei reticoli idrografici con le opere in progetto si sono considerati le indicazioni idrauliche fornite dalla Carta I.G.M. 1:25000, fonte ufficiale per l'individuazione del reticolo idrografico. 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. Gli studi effettuati sono stati eseguiti con tempo di ritorno di 200 anni in regime di moto permanente e sono volti a caratterizzare le relazioni che si possono stabilire tra le opere in progetto e l'assetto idraulico delle aree, in modo da renderli reciprocamente compatibili secondo quanto prescrive il criterio di conformità al PAI vigente, in relazione alle condizioni di "sicurezza idraulica". L'immagine a seguire mostra l'inquadramento delle opere in progetto su cartografia IGM 1:25000 dove in ciano sono individuati i reticoli idrografici e con l'indicazione **Intx** (blu) i punti di interferenza. Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola allegata (elb.rif. A.3.3).


Figura 2 Stralcio Layout di progetto su scala IGM 1:25000 con individuazione reticoli idrografici e interferenze delle opere in progetto

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 5 di 53
---	---	---	--

2 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

2.1 Generalità

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto eolico costituito da sedici aerogeneratori (per una potenza complessiva di 88,2 MW da installare nella parte nord occidentale della Basilicata, in provincia di Potenza, in un'area posta a confine dei comuni di Castelgrande, Muro Lucano, Rapone e San Fele.

L'intervento, che nella sua completezza verrà illustrato nel capitolo A.1.c, sinteticamente prevede:

- L'installazione di n. 16 aerogeneratori di cui 15 di Modello Vestas V150 di potenza di 5.6 MW ed altezza al mozzo (a seguire hub) pari a 105 m ed 1 (individuato come B14) Modello Vestas V136 di potenza di 4.2 MW ed hub 112 m.;
- L'installazione 16 di cabine di trasformazione poste all'interno della base della torre e realizzazione delle opere di fondazione degli aerogeneratori;
- La realizzazione di 16 piazzole di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio, per un'occupazione complessiva di circa 7000 mq per singolo aerogeneratore (comprensivi di movimenti terra) **di cui circa 4000 mq per ciascun aerogeneratore saranno da ripristinare a fine cantiere** (le piazzole di montaggio, comprensive di plinto di fondazione, occupano un'area praticabile di 50x55 m di lato, mentre le piazzole di stoccaggio mediamente occupano un'area di 20x75 m, entrambe al netto delle scarpate e dei rilevati di raccordo morfologico;
- La realizzazione di nuova viabilità per una lunghezza complessiva di circa 10 Km **(di cui 2000 m circa vanno intese come opere temporanee soggette a totale dismissione a fine cantiere)**;
- L'adeguamento di circa 8 Km di strade esistenti (l'adeguamento consiste in miglioramenti delle pendenze e del fondo stradale e allargamenti della carreggiata, laddove necessario, per garantire il passaggio dei mezzi di cantiere e di trasporto degli aerogeneratori);
- La realizzazione di un'area di cantiere **(temporanea da ripristinare a fine lavori)** di superficie pari a circa 4500 mq, da allocare in prossimità dell'aerogeneratore B07;
- La realizzazione di un cavidotto interrato in media tensione per il collegamento delle turbine di lunghezza pari a circa 17,3 Km di cui circa 9 Km lungo viabilità esistente (detto cavidotto interno) da **realizzare con TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) nei tratti interferenti con il reticolo idrografico e con la rete dei tratturi, Beni Paesaggistici tutelati ai sensi del D.lgs 42/2004**; tale tecnica non produrrà alterazioni morfologiche né esteriori dello stato dei luoghi e sarà necessaria per l'attraversamento del tratturo "Della Correa" da parte del cavidotto in uscita dalle WTG B01 e B02, e per l'attraversamento di un impluvio lungo la strada di servizio della WTG B05.;
- La realizzazione di un cavidotto interrato in media tensione per il collegamento delle turbine alla sottostazione di trasformazione di lunghezza pari a circa 10,6 Km (detto cavidotto esterno);
- La realizzazione di una stazione elettrica di trasformazione MT/AT da collegare in antenna alla futura stazione elettrica di smistamento AT autorizzata sul territorio del comune di Rapone (all'interno dell'area PIP) con DD 150c.2141/D.00579 del 19/06/2014;

- La realizzazione di un cavidotto AT interrato lungo circa 100 m per il collegamento tra la stazione di trasformazione e la stazione di smistamento;
- L'installazione di un anemometro di campo, ubicato in territorio di San Fele.

Dei sedici aerogeneratori in progetto, 3 ricadono in comune di Castelgrande (contrassegnati dal codice B01, B02, B03), 2 in comune di San Fele (B04 e B05) mentre tutti gli altri ricadono in comune di Muro Lucano; l'elettrodotta di collegamento dell'impianto alla Stazione Elettrica di collegamento alla RTN, lungo circa 10,6 Km, si sviluppa principalmente in comune di Rapone e per solo 500 m circa ricade comune di San Fele.

La sottostazione di trasformazione è prevista all'interno dell'area PIP del territorio comunale in prossimità della futura stazione di smistamento Terna (opera già autorizzata con DD 150c.2141/D.00579 del 19/06/2014).

Ubicazione dell'opera

Per ciò che riguarda l'ubicazione cartografica, le opere (aerogeneratori, anemometro, strade, cavidotti, stazione elettrica) ricadono nei seguenti fogli della sezione 50 e 25 dell'Istituto Geografico Militare (IGM):

IGM 50000 Foglio n.451 _Melfi;

IGM 50000 Foglio n. 469 _ Muro Lucano

IGM 25000 Foglio n. 451 III _ Pescopagano (ivi ricadono 4 WTG - wind turbin generator);

IGM 25000 Foglio n. 451 II _ San Fele (ivi ricade una WTG) :

IGM 25000 Foglio 469 IV _ Muro Lucano (ivi ricadono 6 WTG);

IGM 25000 Foglio 469 I _ Bella (ivi ricadono 5 WTG).

Gli aerogeneratori si dispongono al confine dei fogli IGM 25000 mentre l'intero tracciato del cavidotto esterno e la stazione elettrica ricadono interamente nel foglio IGM 25000 n. 451 III _ Pescopagano.

A seguire si riporta un quadro riepilogativo con l'identificazione del numero degli aerogeneratori, le coordinate secondo i sistemi di georeferenziazione UTM WGS 84 e Gauss Boaga, il modello di aerogeneratore previsto, l'altezza al mozzo e la quota altimetrica di riferimento della base torre.

ID WTG	UTM WGS84 Lon. Est [m]	UTM WGS 84 Lat. Nord [m]	Gauss Boaga Lon. Est [m]	Gauss Boaga Lat. Nord [m]	Modello aerogeneratore	Potenza [KW]	Altitudine s.l.m. [m]	Altezza mozzo s.l.t. [m]
B01	540427	4517990	2560432	4517999	VESTAS V150	5600	1194,7	105,0
B02	540629	4517520	2560634	4517529	VESTAS V150	5600	1191,3	105,0
B03	540817	4517044	2560822	4517053	VESTAS V150	5600	1181,2	105,0
B04	541313	4517391	2561318	4517400	VESTAS V150	5600	1183,7	105,0
B05	542048	4517400	2562053	4517409	VESTAS V150	5600	1070,0	105,0
B06	541683	4516681	2561688	4516690	VESTAS V150	5600	1159,5	105,0

B07	541576	4515942	2561581	4515951	VESTAS V150	5600	1172,3	105,0
B08	542036	4515734	2562041	4515743	VESTAS V150	5600	1152,8	105,0
B09	541019	4515323	2561024	4515332	VESTAS V150	5600	1182,1	105,0
B10	541036	4514757	2561041	4514766	VESTAS V150	5600	1133,6	105,0
B11	541452	4514586	2561457	4514595	VESTAS V150	5600	1100,0	105,0
B12	542443	4515433	2562448	4515442	VESTAS V150	5600	1168,5	105,0
B13	542789	4515064	2562794	4515073	VESTAS V150	5600	1192,9	105,0
B14	543646	4514404	2563651	4514413	VESTAS V136	4200	1190,0	112,0
B15	543547	4513296	2563552	4513305	VESTAS V150	5600	1027,4	105,0
B16	543105	4513092	2563110	4513101	VESTAS V150	5600	954,0	105,0

Per quanto riguarda l'inquadramento catastale, gli aerogeneratori ricadono con la base delle torri sui seguenti fogli mappali e particelle:

- Aerogeneratore B01: comune di Castelgrande, Fg. 4, P.IIe 1-48;
- Aerogeneratore B02: comune di Castelgrande, Fg. 4, P.IIa 22;
- Aerogeneratore B03: comune di Castelgrande, Fg. 4, P.IIa 34;
- Aerogeneratore B04: comune di San Fele, Fg. 38, P.IIa 35;
- Aerogeneratore B05: comune di San Fele, Fg. 38, P.IIa 165;
- Aerogeneratore B06: comune di Muro Lucano, Fg. 1, P.IIa 59;
- Aerogeneratore B07: comune di Muro Lucano, Fg. 5, P.IIa 55;
- Aerogeneratore B08: comune di Muro Lucano, Fg. 6, P.IIa 22;
- Aerogeneratore B09: comune di Muro Lucano, Fg. 4, P.IIa 43;
- Aerogeneratore B10: comune di Muro Lucano, Fg. 9, P.IIa 377;
- Aerogeneratore B11: comune di Muro Lucano, Fg. 9, P.IIa 388;
- Aerogeneratore B12: comune di Muro Lucano, Fg. 6, P.IIa 93;
- Aerogeneratore B13: comune di Muro Lucano, Fg. 6, P.IIa 130;
- Aerogeneratore B14: comune di Muro Lucano, Fg. 11, P.IIa 1;
- Aerogeneratore B15: comune di Muro Lucano, Fg. 15, P.IIa 140;
- Aerogeneratore B16: comune di Muro Lucano, Fg. 15, P.IIa 111.

L'area di cantiere ricade sulle particelle 44-46-47 del foglio 1 del comune di Muro Lucano.

L'anemometro di campo, ricade in comune di San Fele, Foglio 38, P.IIa 94.

Il cavidotto esterno, nel suo tracciato che parte dall'area di impianto e raggiunge la sottostazione, attraversa i seguenti fogli catastali:

- Comune di San Fele: Fogli 38; 27;
- Comune di Rapone: fogli 27; 25; 24; 19; 18; 13; 8; 7; 5; 4; 1; 2.

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 8 di 53
---	---	---	--

La sottostazione di trasformazione e il cavidotto AT ricadono sulla particella 469 del foglio 2 del comune di Rapone.

L'elenco dettagliato e completo delle particelle interessate dall'opera è riportato anche nell'elaborato descrittivo del particellare di esproprio allegato al progetto

2.2 Caratteristiche tecniche delle strade da realizzare

Si prevede di realizzare tratti di nuova viabilità per una lunghezza complessiva di circa 10 Km (**di cui 2000 m circa vanno intese come opere temporanee soggette a totale dismissione a fine cantiere**) e di adeguare circa 8 Km m di strade asfaltate o sterrate esistenti.

L'intera area è servita da una viabilità secondaria (comunale) che si sovrappone spesso a percorsi tratturali e rurali e collega i vari centri abitati circostanti al Toppo di Castelgrande; per assicurare il trasporto degli aerogeneratori e per consentire le attività di cantiere, l'area di impianto è accessibile partendo dalla SS 401 Dir ofantina, da cui è possibile raggiungere il centro di Rapone, alternativamente attraverso le SP 219 o la SP 2; prima del centro abitato, una bretella della SP 2 consente di bypassare l'abitato e di percorrere una strada comunale recentemente asfaltata in direzione del Toppo di Castelgrande.

A circa 1 Km dall'Osservatorio, dalla strada comunale si distacca la viabilità a servizio dell'impianto, che in alcuni tratti ripercorre il tracciato di viabilità esistente da adeguare.

A partire dalla viabilità esistente è prevista la realizzazione di nuova viabilità per raggiungere il punto di installazione degli aerogeneratori.

In alcuni casi è previsto l'adeguamento di piste esistenti.

In particolare, a partire della viabilità esistente, per raggiungere le posizioni della maggior parte degli aerogeneratori sono previsti brevi tratti di viabilità di servizio di lunghezze comprese tra i 150 m e i 400 m e gli unici tratti di una certa lunghezza sono riferite ai tratti stradali che congiungono gli aerogeneratori B05 (1300 m), B06 (540 m), B09 (660 m), B11 (1658 m), B14 (1480 m), B16 (730 m).

Le opere connesse alla viabilità di cantiere saranno costituite dalle seguenti attività:

- Tracciamento stradale: pulizia del terreno consistente nello scoticamento per uno spessore medio di 50 cm;
- Formazione della sezione stradale: comprende opere di scavo e rilevati nonché opere di consolidamento delle scarpate e dei rilevati nelle zone di maggiore pendenza;
- Formazione del sottofondo: è costituito dal terreno, naturale o di riporto, sul quale viene messa in opera la soprastruttura, a sua volta costituita dallo strato di fondazione e dallo strato di finitura;
- Posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni;
- Realizzazione dello strato di fondazione: è il primo livello della soprastruttura, ed ha la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Lo strato di fondazione, costituito da un opportuno misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, deve essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40 cm.

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 9 di 53
---	---	---	--

- Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli poiché non è previsto il manto bituminoso, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 3 cm, mentre natura e caratteristiche del misto, modalità di stesa e di costipamento, rimangono gli stessi definiti per lo strato di fondazione.

Complessivamente il pacchetto formato da fondazione e strato di finitura sarà pari a circa 50 cm. Si precisa che l'effettivo spessore del pacchetto potrà subire modifiche in base agli approfondimenti geologici e progettuali da effettuarsi in fase di realizzazione dell'impianto.

Ove le pendenze supereranno il 12/15% si prevederà di cementare localmente i tratti stradali più acclivi per permettere il transito degli automezzi senza ricorrere ad eccessive alterazioni morfologiche. Al termine dei lavori, verrà ripristinata la pavimentazione stradale con finitura in massicciata.

Una volta eseguiti i lavori si ridisegnerà la viabilità definitiva ovvero quella che servirà l'impianto durante la gestione. Per ottimizzare l'intervento e limitare i ripristini dei terreni interessati, si farà coincidere la viabilità di cantiere con quella di esercizio.

Al termine dei lavori si provvederà alla sistemazione della carreggiata e delle cunette laterali, ove necessario, nonché alla rimozione degli eventuali materiali e inerti accumulati provvisoriamente. In ultimo si provvederà al raccordo della sede stradale con le aree contigue.

Preservandone l'andamento e la consistenza, la viabilità interna all'impianto potrà essere funzionale anche alla coltivazione dei fondi e alla fruibilità delle aree.

2.3 Caratteristiche tecniche Piazzole di montaggio

L'installazione degli aerogeneratori richiede in fase di cantiere la realizzazione di una piazzola di montaggio le cui caratteristiche dimensionali dipendono dalla turbina di progetto.

Nel caso in esame, sarà necessaria la realizzazione di una piazzola rettangolare di dimensioni 50 m x 55m (superficie di 2750 mq) necessaria per il montaggio dell'aerogeneratore. In adiacenza alla piazzola di montaggio è prevista una piazzola di stoccaggio temporaneo di dimensioni 20m x 75m. Saranno altresì previste delle piazzole temporanee ausiliarie per il montaggio del braccio gru.

In fase esecutiva, la forma e le dimensioni delle piazzole potranno subire delle lievi modifiche in base all'esecuzione di rilievi di maggior dettaglio. Le piazzole saranno collegate alla viabilità esistente tramite nuovi raccordi viari.

La piazzola di montaggio, ove è previsto l'appoggio della gru principale, verrà realizzata secondo le seguenti fasi:

- Asportazione di un primo strato di terreno dello spessore di circa 50 cm che rappresenta l'asportazione dello strato di terreno vegetale;
- Asportazione dello strato inferiore di terreno fino al raggiungimento della quota del piano di posa della massicciata stradale;
- Qualora la quota di terreno scoticato sia ad una quota inferiore a quella del piano di posa della massicciata stradale, si prevede la realizzazione di un rilevato con materiale proveniente da cave di prestito o con materiale di risulta del cantiere;
- Compattazione del piano di posa della massicciata;

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 10 di 53
---	---	---	---

- Posa di eventuale geotessuto e/o geogriglia da valutare in base alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni;
- Realizzazione dello strato di fondazione o massicciata di tipo stradale, costituito da misto granulare di pezzatura fino a 15 cm, che dovrà essere messo in opera in modo tale da ottenere a costipamento avvenuto uno spessore di circa 40 cm.
- Realizzazione dello strato di finitura: costituisce lo strato a diretto contatto con le ruote dei veicoli, al di sopra dello strato di base deve essere messo in opera uno strato di finitura per uno spessore finito di circa 10 cm, che si distingue dallo strato di base in quanto caratterizzato da una pezzatura con diametro massimo di 3 cm.

Le piazzole di stoccaggio temporaneo verranno realizzate seguendo le stesse modalità realizzative. Per tali piazzole non sarà prevista la posa di geotessuto/geogriglia, sempre che le caratteristiche geotecniche del terreno non lo richiederanno, e la finitura potrà essere anche in terra battuta.

Perimetralmente all'area di cantiere, nei casi in cui sarà necessario, sarà disposto un sistema di canalizzazione delle acque meteoriche mediante la realizzazione di cunette in terra.

Al termine dei lavori di montaggio degli aerogeneratori e del cablaggio della parte elettrica, si procederà alla totale rinaturalizzazione delle piazzole di stoccaggio ed ausiliarie. La piazzola di montaggio verrà mantenuta durante la fase di esercizio dell'impianto

2.4 Caratteristiche tecniche cavidotto interno

Il collegamento tra gli aerogeneratori e tra questi e la sottostazione elettrica, opera già autorizzata, avverrà mediante la posa di cavi in media tensione direttamente interrati. Si individua un "cavidotto interno" che collega le turbine tra di loro ed ha una lunghezza complessiva di 17666 m, ed un cavidotto detto "esterno" che collega le turbine alla sottostazione ed ha una lunghezza complessiva di circa 10630 m.

Laddove il tracciato del cavidotto attraversa corsi d'acqua e linee di impluvio o attraversa a rete dei tratturi, la viabilità esistente o i sottoservizi, le modalità di realizzazione prevederanno la TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata), tecnica di posa che garantisce il mantenimento della morfologia e dello stato esteriore dei luoghi.

Il cavidotto MT seguirà le modalità di posa riportate nella norma CEI 11-17, sarà costituito da cavi unipolari direttamente interrati con protezione meccanica supplementare, ovvero modalità di posa tipo M, utilizzando una tipologia di cavi idonei e riconosciuti dalla norma.

Salvo situazioni puntuali, legati alla risoluzione delle interferenze, la posa verrà eseguita ad una profondità di 1.20 m in uno scavo di larghezza minima di 0.45 m. La sequenza di posa dei vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, sarà la seguente:

- Strato di sabbia di 10 cm;
- Cavi posati a trifoglio di sezione 95, 185, 300 e 630 direttamente sullo strato di sabbia;
- Posa della lastra di protezione supplementare;
- Ulteriore strato di sabbia per complessivi 30 cm;
- Posa di tritubo in PEAD del diametro esterno di 50 mm per inserimento di una linea in cavo di

	<p align="center">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 11 di 53</p>
---	---	---	---

telecomunicazione (Fibra Ottica);

- Riempimento con il materiale di risulta dello scavo di 70÷90 cm;
- Nastro segnalatore (a non meno di 20 cm dai cavi);
- Riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale ove necessario, secondo le indicazioni riportate nelle concessioni degli enti proprietari.

Lungo tutto lo scavo dei collegamenti tra gli aerogeneratori sarà posata una corda in rame nudo di sezione 50 mm² per la messa a terra dell'impianto.

Nel dettaglio le sezioni di posa del cavidotto sono riportate nell'elaborato di progetto "A.16.a.19.1_16" e nella Relazione Tecnica del Progetto, elaborato A.09

2.5 Anemometro di campo

E' prevista l'installazione di un anemometro di campo per monitorare il funzionamento dell'impianto durante la fase di esercizio. L'anemometro previsto è di tipo amovibile, tralicciato con stralli.

L'anemometro ha un'altezza di 90 m e sarà collegato elettricamente all'aerogeneratore B01 attraverso un cavo BT interrato, laddove coincidente nel tracciato, nella medesima trincea di scavo dei cavi interrati MT, opportunamente protetto da un tubo in HDPE.

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. Non saranno trattati i tratti di strade esistenti che saranno utilizzati esclusivamente per il transito dei mezzi per il trasporto delle strutture degli aerogeneratori su cui saranno effettuati esclusivamente adeguamenti temporanei con ripristino dello stato dei luoghi alle condizioni ex ante a trasporti avvenuti e non si eseguiranno variazioni delle livellette e delle opere idrauliche esistenti.

Dalla consultazione degli elaborati grafici (allegato 2 - rif. elab.A.3.1) si può notare la presenza di un diffuso reticolo idrografico nelle aree interessate dal progetto del parco eolico. Come si evince dalla figura 3 (allegato 2 - rif.elab. A.3.2) gli aerogeneratori A1-A2-A3-A4-A5-A6 sono ricadenti all'interno del territorio di competenza dell'AdB Puglia e dell'AdB Sele

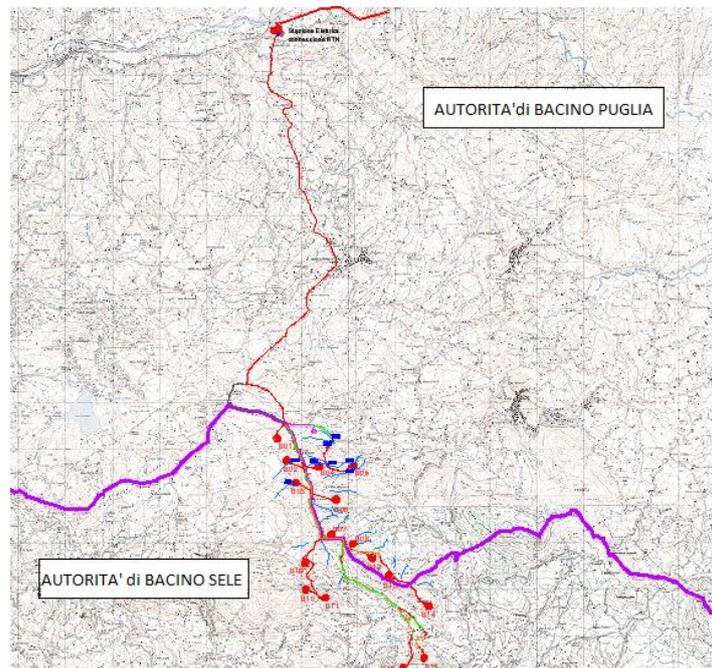


Figura 3 - Layout delle opere in progetto su IGM scala 1:25000 con individuazione confine tra le zone di competenza dell' AdB Puglia e dell' AdB Sele (color magenta)

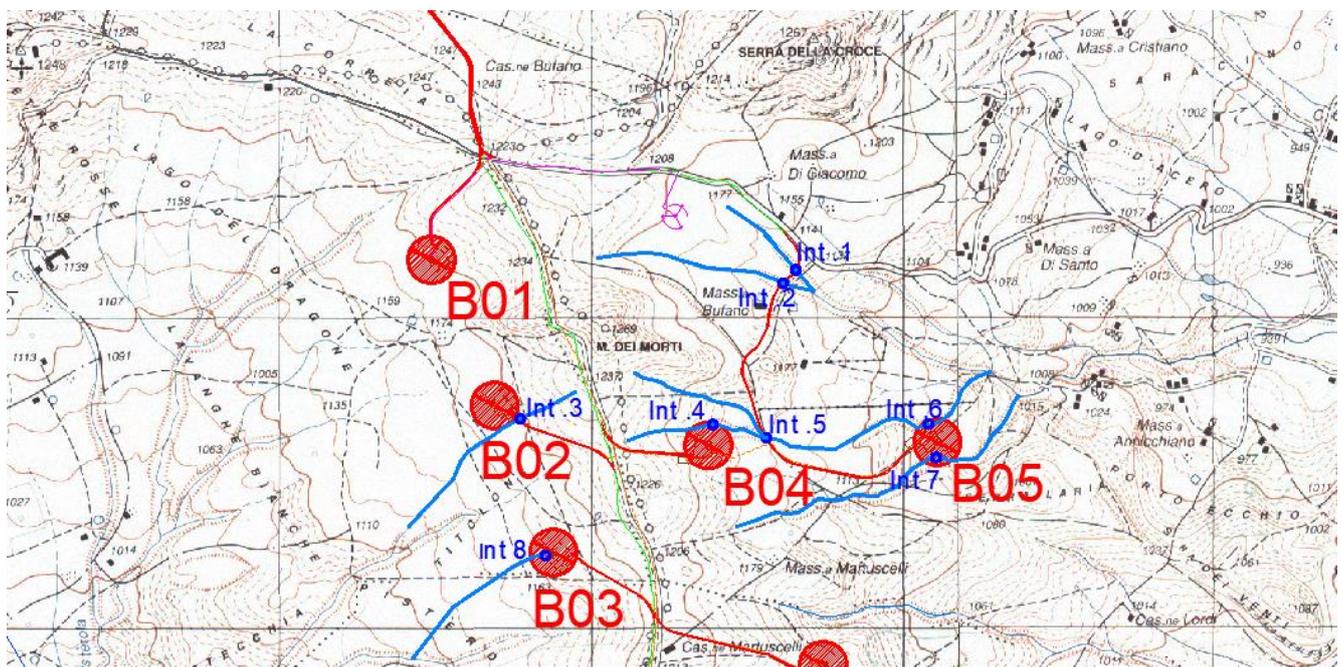


Figura 4 Layout delle opere in progetto su IGM scala 1:25000 con individuazione delle interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico (in blu).

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 dell'autorità di Bacino dell'AdB Puglia e dell'autorità di Bacino regionale della Campania Sue ed Interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele, per cui, è uso consolidato presso le Autorità di Bacino, 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.

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 13 di 53
---	---	---	---

Si anticipa che al fine di ridurre al minimo le interferenze tra le opere in progetto e i reticoli idrografici che insistono sul territorio, si è ritenuto in prima istanza di dover procedere alla individuazione puntuale dei reticoli, alla definizione dei relativi bacini e delle portate con tempo di ritorno pari a 200 anni nelle sezioni di chiusura.

Da queste informazioni sono state individuate le modalità di attraversamento. Si sottolinea che le interferenze con il reticolo idrografico sono state valutate esclusivamente per le opere di nuova realizzazione consistenti in tratti di strada di nuova realizzazione, piazzole di montaggio aerogeneratori, cavidotto MT di collegamento.

Per i tratti di strada esistenti da adeguare non è stata eseguita alcuna considerazione in quanto non si andranno ad eseguire interventi sulle opere idrauliche già esistenti e non si varierà il regime idraulico attuale.

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

- reperimento della cartografia di base (I.G.M. in scala 1:25.000);
- individuazione e caratterizzazione dei bacini idrografici che abbracciano i rami del reticolo idrografico che interferiscono con le opere di progetto;
- 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 di 200 anni.

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

4.1 Premessa

Lo studio idraulico del progetto ha permesso di evidenziare le interferenze che le opere di nuova realizzazione hanno con i reticoli idrografici rinvenuti su IGM 1:25000. Le interferenze individuate e di cui si è svolto uno studio approfondito e riportato nel seguito, sono otto. Sei di queste (**Int1, Int2, Int4, Int5, Int6, Int7**) ricadono nella zona di competenza dell'AdB Puglia e due (**Int3 e Int8**) nella zona dell' AdB Regionale Campania Sud ed Interregionale del bacino idrografico del fiume Sele. Per tale motivo, vista anche la estrema prossimità delle interferenze Int3 e Int8 con la zona di competenza dell'AdB Puglia si ritiene ai fini dell'analisi e del calcolo idraulico di poter fare riferimento al VAPI Puglia.

4.2 Ambito territoriale delle Autorità di Bacino

L'area di impianto interessa una porzione di territorio posto a confine dei perimetri di competenza delle Autorità di bacino della Puglia e della Campania Sud.

4.3 Sintesi delle Norme tecniche di attuazione del PAI dell'AdB Puglia

Le norme Tecniche di attuazione (NTA) del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Puglia N.39 del 30/11/2005. Le Norme Tecniche di Attuazione (NTA), in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, dettano norme per le aree di cui ai seguenti articoli:

- Art.6: Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali;
- Art.7: aree ad alta pericolosità idraulica;

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 14 di 53
---	---	---	---

- Art.8: aree a media pericolosità idraulica;
- Art.9: aree a bassa pericolosità idraulica;
- Art.10: fasce di pertinenza fluviale (metri 75 in destra e in sinistra idraulica così come definito dal com.3).

Le aree a diversa pericolosità idraulica (A.P., M.P., B.P.) risultano arealmente individuate nelle “Carte delle aree soggette a rischio idrogeologico” allegata al PAI, mentre la individuazione delle aree definite “Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali” (art. 6) e “Fasce di pertinenza fluviale” (art. 10) segue i criteri riportati rispettivamente negli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI.

In merito alle aree “Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali” l'art. 6 definisce che 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 consentono 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;

Per quanto riguarda le “Fasce di pertinenza fluviale”, l'art. 10 definisce che 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 nell'art. 6, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

Il reticolo idrografico e le relative fasce di pertinenza non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI. Attualmente l'Autorità di Bacino della Puglia intende per “reticolo idrografico” tutto quanto rappresentato come tale su cartografia IGM in scala 1:25000.

Considerando la vetustà della cartografia IGM in ordine all'evoluzione sia morfologica dei siti, sia antropica che naturale, l'individuazione dei reticoli idrografici interessati dalle opere in progetto sono stati ottenuti considerando la cartografia IGM 1:25000 e successivamente per definire l'andamento planimetrico del reticolo idrografico si è considerata la cartografia CTR e le ortofoto della Regione Basilicata. Inoltre, le informazioni sono state integrate da sopralluoghi e rilievi in sito per individuare l'effettiva entità dei reticoli idrografici interessati.

4.4 Pericolosità idraulica e geomorfologica delle NTA del PAI

Dalla perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica e geomorfologica del PAI dell' AdB Puglia si evince che le opere in progetto non interessano ambiti perimetrati.

4.5 Compatibilità idraulica degli interventi

Le NTA dell'AdB della Puglia, all'art. 10 “Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale” sanciscono che è necessario verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica; il comma 2 dell'art. 10 così recita:

2. All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino.

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 IN PROGETTO CON IL RETICOLO IDROGRAFICO ESISTENTE

5.1 Interferenza delle opere in progetto con il reticolo idrografico individuato dalla carta IGM 1:25000

Alcune delle opere e porzioni di esse, previste nel progetto in esame, interferiscono con alcuni elementi del reticolo idrografico e relative fasce di pertinenza fluviale di cui agli artt. 6 e 10 della NTA del PAI.

L'allegato 1 (rif. elab.A.3.1) mostra il layout della opere in progetto su carta IGM e l'individuazione dei reticoli idrografici rinvenuti per le opere ricadenti all'interno del territorio di competenza dell'AdB e l'allegato 3 (rif. elab.A.3.3) mostra il 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 così come definito dagli artt. 6 e 10 delle N.T.A. del P.A.I. dell'AdB Puglia.

Di seguito sono descritte le interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico.

5.2 Aerogeneratori

A seguire si riporta un quadro riepilogativo con l'identificazione del numero degli aerogeneratori, le coordinate secondo i sistemi di georeferenziazione UTM WGS 84 e Gauss Boaga, il modello di aerogeneratore previsto, l'altezza al mozzo e la quota altimetrica di riferimento della base torre.

ID WTG	UTM WGS84 Lon. Est [m]	UTM WGS 84 Lat. Nord [m]	Gauss Boaga Lon. Est [m]	Gauss Boaga Lat. Nord [m]	Modello aerogeneratore	Potenza [KW]	Altitudine s.l.m. [m]	Altezza mozzo s.l.t. [m]
B01	540427	4517990	2560432	4517999	VESTAS V150	5600	1194,7	105,0
B02	540629	4517520	2560634	4517529	VESTAS V150	5600	1191,3	105,0
B03	540817	4517044	2560822	4517053	VESTAS V150	5600	1181,2	105,0
B04	541313	4517391	2561318	4517400	VESTAS V150	5600	1183,7	105,0
B05	542048	4517400	2562053	4517409	VESTAS V150	5600	1070,0	105,0
B06	541683	4516681	2561688	4516690	VESTAS V150	5600	1159,5	105,0
B07	541576	4515942	2561581	4515951	VESTAS V150	5600	1172,3	105,0
B08	542036	4515734	2562041	4515743	VESTAS V150	5600	1152,8	105,0
B09	541019	4515323	2561024	4515332	VESTAS V150	5600	1182,1	105,0
B10	541036	4514757	2561041	4514766	VESTAS V150	5600	1133,6	105,0
B11	541452	4514586	2561457	4514595	VESTAS V150	5600	1100,0	105,0

B12	542443	4515433	2562448	4515442	VESTAS V150	5600	1168,5	105,0
B13	542789	4515064	2562794	4515073	VESTAS V150	5600	1192,9	105,0
B14	543646	4514404	2563651	4514413	VESTAS V136	4200	1190,0	112,0
B15	543547	4513296	2563552	4513305	VESTAS V150	5600	1027,4	105,0
B16	543105	4513092	2563110	4513101	VESTAS V150	5600	954,0	105,0

Tabella 1: - Indicazione delle coordinate degli aerogeneratori di progetto.

5.3 Viabilità a servizio del parco eolico

L'impianto è servito in parte da viabilità esistente e in parte da nuova viabilità, quest'ultima interferisce con il reticolo idrografico nei punti di interferenza **Int1-Int2-Int3-Int4-Int5** e riportati nell'allegato 3 (rif. elab.A.3.3). Per gli alvei fluviali in modellamento attivo e le relative fasce di pertinenza su cui gravano le interferenze sono state condotte verifiche idrauliche in modo da accertarsi della compatibilità dell'opera in progetto. 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. Si tiene a precisare che dei 10 km di nuova viabilità da realizzare, 2000 m sono da intendersi come opere temporanee soggette a totale dismissione a fine cantiere.

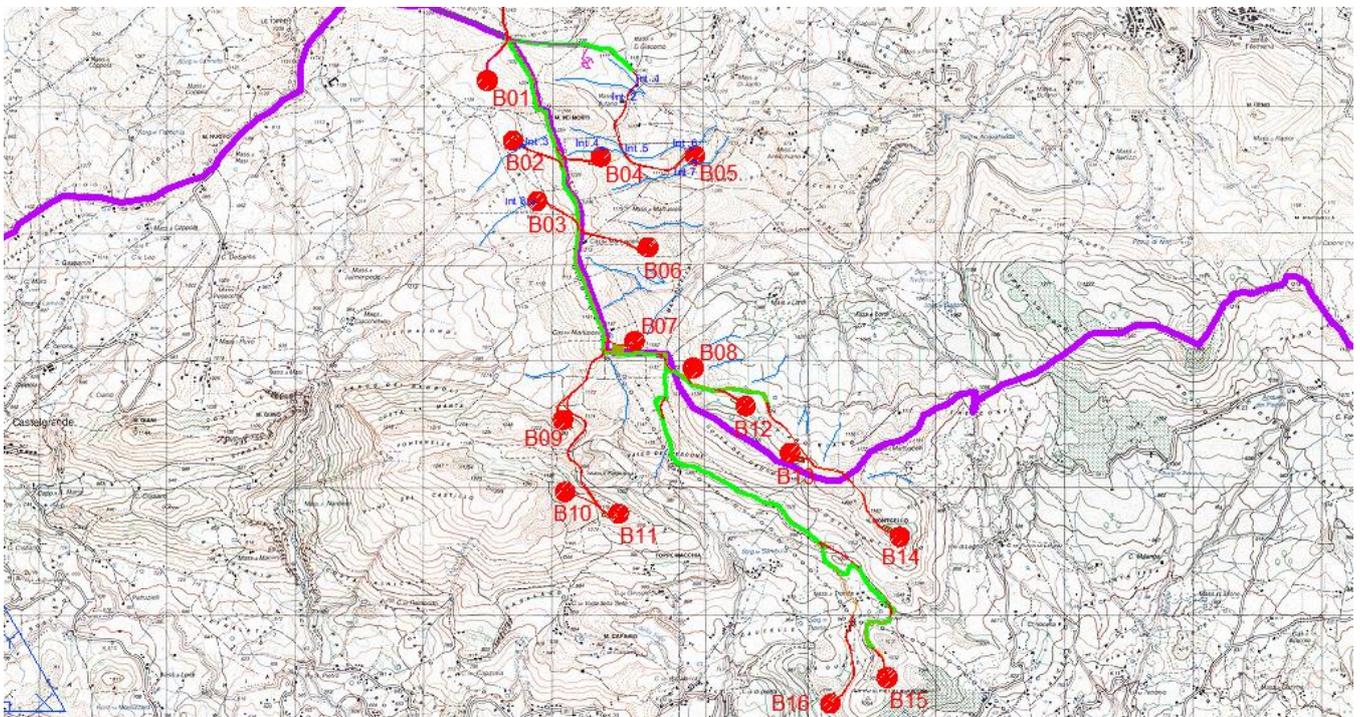


Figura 5 stralcio del Layout delle opere in progetto su IGM scala 1:25000 con individuazione dei tratti di viabilità da adeguare (colore Verde)

L'immagine di Figura 5 viene riportata per esplicitivi ed evidenza in colore verde la viabilità da adeguare e in rosso la viabilità da realizzare. Si precisa che a fine lavori resterà comunque il cavidotto realizzato in TOC nei tratti interferenti con i tratturi e con i corsi d'acqua per tutta la fascia di rispetto.

In fase di progettazione, per la linea elettrica MT per il collegamento degli aerogeneratori alla stazione di trasformazione, si è tenuto in debito conto delle fasce di rispetto fluviale pervenendo alla individuazione di un tracciato della linea MT che interferisce il meno possibile con il reticolo idrografico esistente. Tuttavia, il cavidotto interessa in più punti il reticolo idrografico rinvenuto da carta IGM 1:25000 (rif. elab. A.3.3 - rif.elab. A.3.4).

Gli attraversamenti del cavidotto sul reticolo idrografico verranno eseguiti in TOC prevedendo i punti di infissione del cavo all'esterno della fascia di pertinenza fluviale. In fase di progettazione esecutiva verrà ridefinita la lunghezza della TOC a seguito del calcolo della fascia di esondazione con periodo di ritorno $T_r=200$ anni. In alternativa, in corrispondenza di attraversamenti esistenti (ponti, tombini, e manufatti simili), il cavidotto verrà posato in staffaggio o interrato nel corpo stradale sempre che, sulla base delle verifiche idrauliche che verranno eseguite, risulterà che le opere esistenti siano in sicurezza idraulica.

Lungo le sezioni ove il cavidotto segue parallelamente le linee di impluvio essi verranno messi in opera sempre a quote superiori tali da assicurare la sicurezza nei confronti di fenomeni di esondazione.

Le tabella seguente riportata le interferenza con il reticolo idrografico le aree di tutela interessate.

CODICE Interferenza/ attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	AdB interessata e area di tutela interessata
Int1	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Viabilità da realizzare	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 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
Int2	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Viabilità da realizzare	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 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
Int3	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Viabilità da realizzare, Cavidotto interrato interno	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 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
Int4	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Viabilità da realizzare, piazzola di montaggio, Parte della piazzola stoccaggio, Cavidotto interrato interno	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 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

CODICE Interferenza/ attraversamento	tipologia alveo	Denom.	parte opera che interferisce	AdB interessata e area di tutela interessata
Int1	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Viabilità da realizzare	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 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
Int2	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Viabilità da realizzare	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 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
Int5	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Viabilità da realizzare, Cavidotto interrato interno	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 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
Int6	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Viabilità da realizzare, piazzola di montaggio, piazzola stoccaggio, Cavidotto interrato interno	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 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
Int7	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Viabilità da realizzare, piazzola di montaggio, piazzola stoccaggio, Cavidotto interrato interno	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 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).
Int8	Linea di impluvio rinvenuta da carta IGM scala 1:25000	Linea di impluvio	Viabilità da realizzare, piazzola di montaggio, piazzola stoccaggio, Cavidotto interrato interno	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 150 metri in destra e sinistra contermini all'area golenale morfologicamente individuata (artt. 6 e 10).

Tabella 2: - Individuazione delle interferenze

5.4 Ulteriori considerazioni in merito al reticolo idrografico

Osservando le opere di progetto e il reticolo idrografico si osserva che il buffer di 150 m intorno al reticolo lambisce alcune porzioni delle opere di progetto che sono tuttavia ubicate a quote ben superiori dagli stessi e per i quali non risulta possibile l'instaurarsi di fenomeni di piena tali da interessare le opere.

In particolare per il reticolo idrografico si osserva che il buffer relativo al reticolo interessa, oltre che le interferenze sopra ampiamente descritte, anche altri reticoli idrografici.

Tuttavia le quote a cui si attestano le opere sono ben superiori rispetto al letto degli alvei del reticolo pertinente (le opere sono almeno 25 m sopra il reticolo) , pertanto non sarà possibile alcun tipo di interferenza tra l'opera e il reticolo, e le eventuali fasce di allagamento per qualsivoglia periodo di ritorno.

Pertanto le reali interferenze restano quelle indicate nel precedente paragrafo.

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

6.1 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.

La figura 6 mostra i bacini idrografici individuati ed aventi la medesima numerazione dei punti di interferenza ricadenti all'interno del territorio di competenza di ciascuna AdB per i quali si sono determinate le portate per un $T_r=200$ anni (Allegato 3-rif.elab.A.3.3).

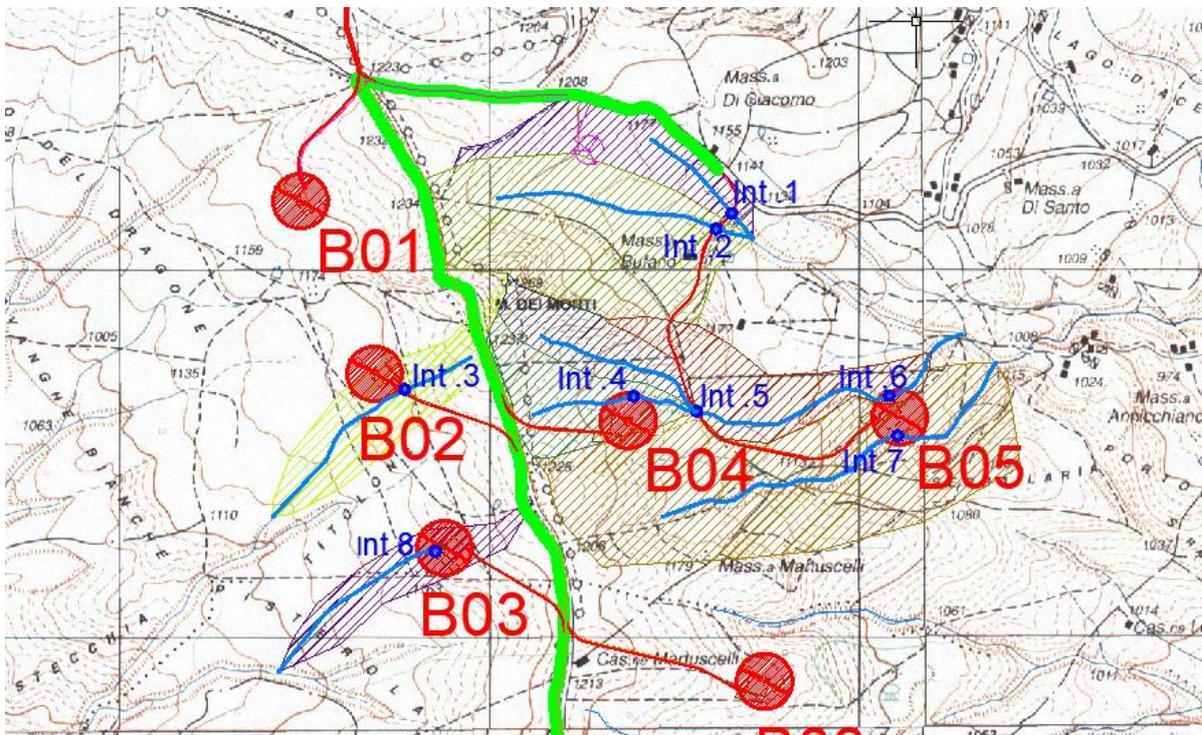


Figura 6 - Inquadramento dei bacini idrografici sottesi ai punti di interferenza su carta IGM 1:25000

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 .Le superfici sottese dai bacini, ancorché scelti in maniera più ampia di quelli strettamente riguardanti le aree di interesse, risultano assai modeste, nell'ordine massimo dei 3 Km².

6.2 Caratteristiche dei bacini idrografici

Tabella 3: – Parametri geomorfologici del bacino Int1.

Bacino idrografico Int1		
Superficie	0.1038	Kmq
Quota max	1177	m
Quota sez. chiusura	1124	m
Quota media	1150.5	m
Lunghezza asta principale	389	m
Dislivello	53	m
Pendenza media	0.136	

Tabella 4: Parametri geomorfologici del bacino Int2.

Bacino idrografico Int2		
Superficie	0.275	Kmq
Quota max	1206	m
Quota sez. chiusura	1124	m
Quota media	1165	m
Lunghezza asta principale	710	m
Dislivello	82	m
Pendenza media	0.115	

Tabella 5: – Parametri geomorfologici del bacino Int3.

Bacino idrografico Int3		
Superficie	0.12	Kmq
Quota max	1230	m
Quota sez. chiusura	1140	m
Quota media	1185.0	m
Lunghezza asta principale	703	m
Dislivello	90	m
Pendenza media	0.128	

Tabella 6: – Parametri geomorfologici del bacino Int4.

Bacino idrografico Int4		
Superficie	0.071	Kmq
Quota max	1220	m
Quota sez. chiusura	1146	m
Quota media	1183	m
Lunghezza asta principale	486	m
Dislivello	74	m
Pendenza media	0.152	

Tabella 7: – Parametri geomorfologici del bacino Int5.

Bacino idrografico Int5		
Superficie	0.096	Kmq
Quota max	1216	m
Quota sez. chiusura	1146	m
Quota media	1181	m
Lunghezza asta principale	453	m
Dislivello	70	m
Pendenza media	0.15	

Tabella 8: – Parametri geomorfologici del bacino Int5.

Bacino idrografico Int6		
Superficie	0.122	Kmq
Quota max	1146	m
Quota sez. chiusura	1078	m
Quota media	1112	m
Lunghezza asta principale	743	m
Dislivello	68	m
Pendenza media	0.09	

Tabella 9: – Parametri geomorfologici del bacino Int4.

Bacino idrografico Int7		
Superficie	0.43	Kmq
Quota max	1170	m
Quota sez. chiusura	1050	m
Quota media	1110	m
Lunghezza asta principale	1080	m
Dislivello	120	m
Pendenza media	0.11	

Tabella 10: – Parametri geomorfologici del bacino Int4.

Bacino idrografico Int8		
Superficie	0.08	Kmq
Quota max	1173	m
Quota sez. chiusura	1130	m
Quota media	1151	m
Lunghezza asta principale	550	m
Dislivello	43	m
Pendenza media	0.08	

6.3 Caratteristiche geolitologiche delle aree di intervento e dei bacini idrografici

Il territorio in cui è previsto l'insediamento del parco eolico, rientra nel Foglio n. 187 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, denominato "MELFI", redatto dal Servizio Geologico d'Italia, nonché nel foglio n. 470 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 denominato "POTENZA", il quale ultimo, rilevato negli anni 1996-2000 è lo studio più recente e presenta in tal senso notevoli approfondimenti rispetto al foglio in scala 1:100.000 ed è stato pertanto adottato nel presente studio.

La ubicazione dell'areale di progetto nel settore centro-settentrionale della Basilicata, lo colloca geologicamente in contesto geodinamico di "catena".

Nell'area oggetto di intervento risulta pertanto tipico e caratterizzante un elevato disturbo tettonico-strutturale delle unità litoidi presenti, ad opera della spinta operata in ambito di catena appenninica verso i quadranti orientali e con formazione di pieghe e faglie di entità variabile e con frequenti e locali inversioni nelle successioni litostratigrafiche affioranti, con presenza di numerose formazioni di origine marina di età dal Cretacico inferiore all'attuale in facies fliscioide, che nell'area risultano fortemente disturbate e scompagnate ad opera dell'elevato regime di stress tettonico caratterizzante il settore geodinamico di interesse. Nello specifico, nell'area investigata, i rilevamenti effettuati hanno evidenziato la presenza di una serie di unità litologico-formazionali che si riportano di seguito a partire dalle unità più recenti a quelle più antiche.

Sono state rilevate nell'area oggetto di intervento le formazioni seguenti.

Deposito alluvionale attuale

Deposito ghiaioso-sabbioso-limoso a stratificazione incrociata concava o obliqua attualmente in evoluzione in alveo. Sono comprese anche litofacies di conoide alluvionale. Risulta ubicato in corrispondenza del torrente Arcidiaconata. Tale deposito viene intersecato lungo il torrente arcidiaconata lungo una sezione di cavidotto che corre in adiacenza a sede stradale.

La sua formazione è attribuibile all'Olocene

CZC – Argille siltose

Argille siltose grigio-azzurrocon intercalazioni sabbiose con presenza di lenti sabbiose e ghiaiose (Pleistocene medio-sup.)

RVM – Ghiaie e sabbie

	<p align="center">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 23 di 53</p>
---	---	---	---

Ghiaie e sabbie clasto e fango sostenute di colore rosso passanti al tetto ad argille e silt sottilmente laminati (Plio-pleistocene)

Unità preplioceniche

Le sotto rappresentate unità presentano ordine cronologico generale come descritto di seguito ma presentano locali inversioni di sequenza e sovrascorrimenti ad opera tettonica e sono pertanto tra di esse variamente alternate con inversioni cronologiche.

PAA - Formazione di Serra Palazzo

Successione arenaceo pelitica, con prevalenza verso il basso di arenarie torbiditiche grigie arcose, medio-grossolane, in strati e banchi spesso amalgamati (o con sottili intercalazioni di argille siltose grigio-verdi e marne), spessi fino a qualche metro, gradati, ricchi di inclusi argillosi, con laminazione piano-parallela e incrociata al tetto. Verso l'alto la successione passa ad un alternanza di strati centimetrici marnosi, arenacei e pelitici, talora con livelli a slump. Contatto inferiore graduale su FYN. Depositi torbiditici e pelagici. Spessore massimo affiorante: circa 135 mtm.

Su tale deposito ricade limitata parte del cavidotto e una cabina di sezionamento.

FYN - Flisch Numidico

Quarzareniti medio-grossolane e moderatamente cementate, di colore grigio o giallo arancio, con granuli di quarzo arrotondato a grana media e grossa e con cemento siliceo e più bruno verso il sottostante FYR, in strati decimetrici e metrici spesso a base erosiva. Sono presenti a luoghi intercalazioni pelitiche laminate brune o grigio-scure, più frequenti verso il basso dell'unità Contatto inferiore graduale concordante su FYR. Successioni bacinali marine terrigene formate da flussi gravitativi e torbiditici e subordinate emipelagiti. Spessore massimo affiorante: circa 30 metri

Su tale deposito ricade limitata parte del cavidotto.

MIOCENE INFERIORE

FYR - Flysh Rosso

Alcune decine di metri di marne grigie, calcari marnosi e calcareniti in strati sottili, e nella parte bassa da argille marnose di colore grigio, marrone o rosse laminate, con intercalazioni di calcareniti massive e gradate, in strati dello spessore variabile da 10 cm a 50 cm (depositi torbiditici e pelagici). Spessore massimo affiorante alcune decine di metri.

Su tale deposito ricade un aerogeneratore (WTG02) e parte del cavidotto.

EOCENE-OLIGOCENE

STS – Scisti

Scisti silicei di colore rosso o verde.

OLIGOCENE

AV – Argille varicolori

Alternanza di argille marnose e silt, per lo più in assetto caotico e con elevata deformazione.

CRETACICO INFERIORE

CVT – Arenare

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 24 di 53
---	---	---	---

Arenarie da grossolane a medie di colore beige in stratie banchi a gradazione diretta con presenza di lenti di conglomerato poligenico.

MIOCENE MEDIO-SUP.

6.4 Assetto Idro-Geomorfologico dell'areale di progetto

La collocazione degli aerogeneratori è prevista principalmente in corrispondenza di settori di alto morfologico e/o prossimali alle medesime presenti nell'area di progetto, ciò al fine di utilizzare al meglio i venti predominanti dell'area. La dislocazione preferenziale degli impianti in aree di alto morfologico rende i siti di installazione delle torri privi di particolari fenomeni di "disturbo" idraulico e/o geomorfologico, ciò anche nella eventualità di fenomeni meteorici intensi. Tale elemento risulta di particolare rilevanza in riferimento alla stabilità dei siti, in quanto la stabilità geologico-geomorfologica dei medesimi, per le caratteristiche litologiche e morfologiche dell'area, impone particolare attenzione proprio alla componente idrica dei suoli, sia essa di tipo meteorico superficiale, e/o sotterraneo di falda. Nell'area sono risultati presenti terreni a componente granulometrica limosa ed argillosa, calcarea, marnosa, e limitatamente arenacea-sabbiosa, tutti in componente fliscioide e quindi fortemente disturbati e spesso invertiti nella successione rispetto alla loro diaposizione originaria. Trattasi di suoli caratterizzati da una tipologia di permeabilità per porosità e fratturazione laddove il forte disturbo tettonico spesso localizzato riveste importanza primaria nella raccolta e deflusso delle acque sotterranee, mentre in riferimento al loro grado di permeabilità primaria trattasi di unità a permeabilità assai bassa o nulla. La spiccata eterogenia litologica e stratigrafica consente tuttavia l'infiltrazione in corrispondenza delle aree fortemente tratturate e lungo le direttrici tettoniche oltre che attraverso i corpi detritici posti alla base dei rilievi dando luogo a corpi acquiferi localizzati nelle unità a grado di permeabilità relativo maggiore ed in condizioni idrostatiche. Va altresì detto che le litologie a granulometria argillosa e limosa presenti in maniera preponderante nell'area hanno fisiologica ed intrinseca suscettività alla presenza e contenuto percentuale d'acqua, che incide in maniera diretta sulla stabilità gravitativa del materiale. Pur non avendo accertato rilevanze idriche degne di nota risulta possibile ed attesa nei periodi piovosi la presenza di una circolazione idrica sotterranea emisuperficiale, di entità volumetrica modesta ma di elevata importanza ai fini geotecnici e geomorfologici nella presente progettazione. L'acqua sotterranea risulta in tali casi potenzialmente presente in forma di sottili livelli dotati di quota piezometrica attestata a profondità comprese entro i primi 30-40 metri dalla superficie. In base alle caratteristiche litostratigrafiche e geologico-strutturali rilevate nell'area risulta possibile effettuare una schematizzazione idrogeologica delle formazioni geologiche presenti in base al grado di permeabilità relativo delle stesse; risulta pertanto possibile differenziare almeno tre unità idrogeologiche in base alla loro potenziale risposta alla infiltrazione e circolazione delle acque, esse sono le seguenti:

- Unità permeabili;
- Unità a permeabilità bassa o solo localmente permeabili;
- Unità impermeabili.

Le unità (a) permeabili sono essenzialmente composte da accumuli detritici derivanti dallo smantellamento dei versanti, da corpi di frana antichi o recenti fortemente scompaginati ed infine da unità formazionali composte essenzialmente da sabbie e parzialmente conglomerati; le unità (b) a permeabilità bassa o solo localmente

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 25 di 53
---	---	---	---

permeabili sono unità a prevalente componente arenacea, quarzarenitica, calcarenitica, calcarea e limitatamente argillosa laddove la permeabilità è essenzialmente di tipo fessurativo e strutturale; infine le unità (c) impermeabili sono composte da argille e marne e quindi fisiologicamente assai poco predisposte al trasferimento idrico sotterraneo. Siffatte caratteristiche conferiscono peraltro alla falda carattere idraulico confinato e semiconfinato, con risalita piezometrica variabile in base al carico idrostatico ed alla quota topografica relativa. La falda, in tali tipi di terreni, risulta essere in connessione, più o meno diretta, con le precipitazioni meteorologiche, le quali generano una ricarica della stessa, in alcuni casi anche immediata. Tali caratteristiche idrogeologiche areali risultano dotate di elevata importanza relativa in riferimento alla qualità geotecnica dei litotipi presenti, in quanto la presenza di acqua di falda in condizioni idrostatiche genera incremento delle tensioni neutre del terreno, generando un parallelo decremento della componente tensionale efficace e predisposizione alla mobilitazione del materiale, in particolare se in concomitanza con assetti morfotopografici superficiali acclivi. Non si è rilevata nella attuale fase investigativa, con ogni probabilità a causa della appena trascorsa stagione estiva e inerente scarsità di precipitazioni, la presenza di venute idriche importanti nelle aree investigate che risultano evidentemente limitati agli eventi climatici intensi in corrispondenza delle incisioni meteorologiche morfologiche naturali; il deflusso delle acque meteoriche diffuse sui suoli di progetto dovrà essere adeguatamente canalizzato e regimentato in corrispondenza dei singoli siti di realizzazione degli aerogeneratori ed accompagnato a valle nei recettori naturali esistenti per non sollecitare oltremodo la vulnerabilità idraulico-idrogeologica dei terreni presenti a componente limoso-argillosa.

6.5 Assetto geomorfologico e geologico-tecnico dell'areale di progetto

La ubicazione degli aerogeneratori, per quanto detto, in siffatto contesto morfologico risulta generalmente prevista nelle aree di maggiore quota relativa, al fine di meglio sfruttare le potenzialità anemometriche di tali aree; ciò comporta, quale diretto vantaggio, che gli impianti si collochino in aree generalmente stabili sotto l'aspetto geomorfologico seppure in taluni casi collocate a ridosso di aree segnalate a rischio geomorfologico elevato PG3 da parte delle AdB competenti. Il contesto geologico di inserimento e l'elevato regime di stress tettonico caratterizzante l'area di progetto rende il territorio generalmente fragile sotto l'aspetto geomorfologico come peraltro fisiologico in contesto geografico appenninico, risultano pertanto presenti nell'areale di progetto numerosi fenomeni di instabilità gravitativa ma di entità dimensionale e volumetrica generalmente modesta e dotati in tal senso di superfici di scorrimento superficiali principalmente legati a fenomeni di lento scivolamento di coltri litoidi in condizioni di sovrassaturazione idrica connessa alle precipitazioni meteorologiche come spiegato dianzi. La geomorfologia del territorio risulta essere stata rilevata circa le instabilità gravitative di vario genere e grado presenti.

7 STUDIO IDROLOGICO

7.1 Premessa

Lo studio idraulico del progetto ha permesso di evidenziare le interferenze che le opere di nuova realizzazione hanno con i reticoli idrografici rinvenuti su IGM 1:25000. Le interferenze individuate e di cui si è svolto uno studio approfondito e riportato nel seguito, sono otto. Sei di queste (**Int1, Int2, Int4, Int5, Int6, Int7**) ricadono nella zona di competenza dell'AdB Puglia e due (**Int3 e Int8**) nella zona dell' AdB Regionale Campania Sud ed Interregionale

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 26 di 53
---	---	---	---

del bacino idrografico del fiume Sele. Per tale motivo, vista anche la estrema prossimità delle interferenze Int3 e Int8 con la zona di competenza dell'AdB Puglia si ritiene corretto ai fini dell'analisi e del calcolo idraulico poter fare riferimento al VAPI Puglia.

7.2 Generalità VAPI Puglia

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 stata 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 utilizzate i risultati rivenienti 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.

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 27 di 53
---	---	---	---

7.3 Analisi idrologica VAPI Puglia

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.

7.4 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 $\Lambda = 1$. 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 15) 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 6: 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:

$$K_T = \frac{X_{d,T}}{\mu(X_{d,T_R})}$$

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 29 di 53
---	---	---	---

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 Λ 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 Λ 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 7: 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:

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 30 di 53
---	---	---	---

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

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 $\mu(Xg)$ e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori $\mu(Xg)$ e le quote sul mare h :

ZONA 1-3	$\mu(h,t) = at^{(ch+D+\ln a - \ln a)/\ln 24}$
ZONA 2-4	$\mu(h,t) = at^n$

Tabella 8: Correlazione tra $\mu(Xg)$ 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 - 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:

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:

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

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 (tabella 18).

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 9: - 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:

$$h = K_T \cdot \mu(X_d)$$

I bacini idrografici determinati ricadono all'interno della zona 4.

7.5 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.

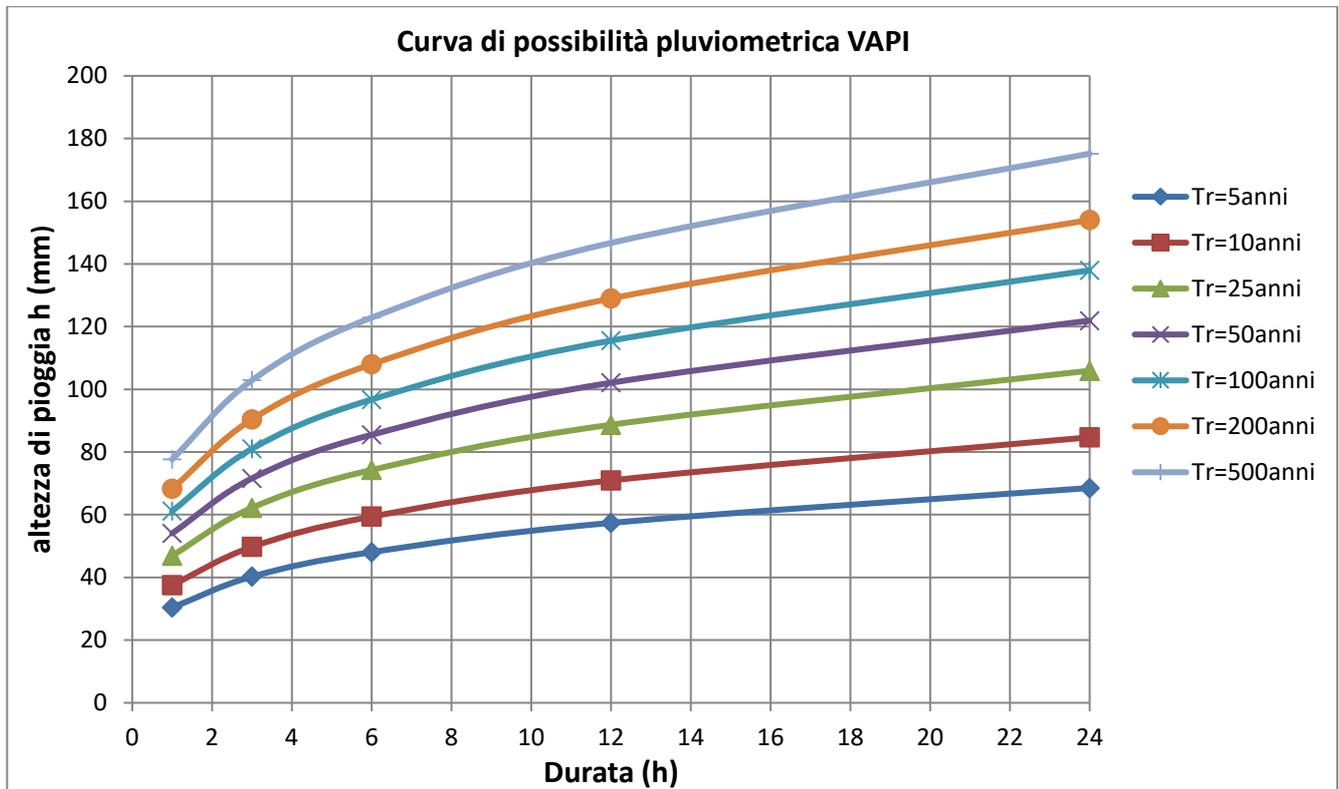
In particolare tutti i bacini ricadono nella Zona 4.

Il rapporto VAPI Puglia assegna alla Zona 4 la seguente legge di variazione dei valori medi delle altezze di pioggia dei massimi annuali in funzione della durata dell'evento:

ZONA 4

$$\mu(X_d) = 24,70 \cdot d^{0.256}$$

Nelle figura seguente (figura 16) è riportata la curva di possibilità pluviometrica relativa alla zona 4.


Figura 9 - Curve di possibilità pluviometrica zona 4

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 33 di 53
---	---	---	---

8 COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI INTERVENTI

Per la verifica idraulica delle opere descritte nei paragrafi precedenti è stata seguita la procedura sintetizzata di seguito. Per ciascuna delle sezioni di attraversamento si è determinato:

- il bacino idrografico sotteso da ogni sezione di attraversamento;
- il valore della portata media secondo la metodologia suggerita dal rapporto GNDC – VAPI Puglia - utilizzando il Modello Razionale;
- il valore della portata per periodi di ritorno di 200 anni;
- il tirante idrico nella sezione attraversata in corrispondenza degli eventi di piena con $T_r = 200$ anni utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS in regime di moto permanente.

Si precisa che le sezioni di calcolo sono state ricavate dalla cartografia CTR della Regione Basilicata che meglio fornisce la morfologia del territorio rispetto alla cartografia IGM 25000. Le sezioni ottenute dal DTM sono state integrate ed associate con rilievi metrici eseguiti in sito necessari per individuare più in particolare l'effettiva entità del reticolo idrografico. Si è fatto riferimento al CTR 1:5.000 della Regione Basilicata per approfondimenti specifici. Tutte le informazioni acquisite sono state sintetizzate nei paragrafi seguenti per ogni attraversamento. L'allegato 6 - rf.elab. A.3.6 riporta per ogni interferenza con il reticolo idrografico la modalità di attraversamento, la geometria del reticolo idrografico attraversato, lo stato dei luoghi e le modalità di attraversamento.

8.1 Stima della piena indice: modello razionale AdB Puglia

In genere ad eventi di pioggia brevi ed intensi corrispondono, di solito, deflussi di piena, nella sezione terminale del bacino, dovuti essenzialmente allo scorrimento delle acque sui versanti e nei canali della rete idrografica. Il bilancio idrologico del bacino, durante i fenomeni di piena, può pertanto essere schematizzato considerando che fra i volumi di ingresso e quelli di uscita si stabilisce una relazione per effetto della concomitante trasformazione subita dai due sottosistemi che costituiscono il bacino: sui versanti, un'aliquota delle precipitazioni totali viene persa a causa del fenomeno dell'infiltrazione; nella rete idrografica l'aliquota delle piogge efficaci derivanti dai versanti viene invasata e trasportata nella sezione di sbocco a costituire l'idrogramma di piena, che si manifesta con un certo ritardo nei confronti del pluviogramma che lo ha generato.

Il rapporto tra tali volumi (volume di piena e precipitazioni totali), in un prefissato intervallo di tempo, si definisce coefficiente probabilistico di piena C^* . Tale coefficiente può essere assunto a caratterizzare la risposta del bacino nei riguardi delle perdite per infiltrazione nelle seguenti ipotesi:

- la formazione del deflusso superficiale avviene per eccesso di infiltrazione ovvero con prevalente meccanismo hortoniano, non lineare ma a soglia alla scala puntuale;
- la capacità di infiltrazione è fortemente variabile, in maniera casuale, da un punto all'altro del bacino; ciò rende la trasformazione globale del bacino, da pioggia totale a pioggia efficace più lineare;
- il coefficiente C^* schematizza, con una relazione di proporzionalità diretta, la relazione capacità di infiltrazione areale - intensità di pioggia areale, che viene linearizzata nel campo dei valori di intensità di pioggia di interesse.

Il comportamento della rete idrografica, considerata alla stregua di un operatore lineare, è noto quando si conosca la risposta ad un ingresso impulsivo unitario detto anche IUH (Instantaneous Unit Hydrograph). Nell'ipotesi di adottare un pluviogramma rettangolare, l'idrogramma di piena corrispondente ha ordinata al colmo proporzionale

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 34 di 53
---	---	---	---

all'intensità di pioggia per mezzo di un coefficiente di attenuazione di piena $S(d)$ (Wood & Hebson, 1986) che ha la seguente espressione analitica:

$$S(d) = \int_{t_p-d}^d u(\tau) d\tau$$

ove $\mu(\tau)$ è IUH del bacino, mentre t_p l'istante in cui avviene il picco, misurato a partire dal momento di inizio della pioggia.

La portata al colmo di piena per ciascuna unità di area risulta, quindi, proporzionale al prodotto tra il coefficiente di attenuazione della piena e il valore dell'intensità di pioggia al variare della durata d . Va evidenziato che, all'aumentare della durata d , mentre il valore dell'intensità di pioggia tende a diminuire, quello del coefficiente di attenuazione tende ad aumentare, per cui esiste un valore della durata che rende massimo tale prodotto e definisce il valore t_r che ha il significato di tempo di ritardo del bacino.

Il tempo di ritardo di un evento di piena rappresenta quindi la distanza temporale tra i baricentri dell'idrogramma di piena superficiale e lo ietogramma efficace che lo ha generato.

Ne rinviene che la piena indice può essere definita come segue:

$$\mu(Q) = \frac{C^* K_A(t_r) \mu[I_A(t_r)] A}{3.6}$$

ove A la superficie del bacino espressa in Km^2 e il fattore 3.6 tiene conto delle unità di misura normalmente utilizzate nella valutazione delle grandezze di interesse.

I parametri del modello, cioè il coefficiente di piena C^* e il tempo di ritardo del bacino t_r possono essere valutati in base alle seguenti espressioni valide su base regionale:

$$C^* = 0.09 + 0.47 (1 - PE)$$

$$t_r = 0.344 A^{0.5}$$

nelle quali PE è la percentuale di superficie del bacino caratterizzata da permeabilità medioelevata.

La valutazione dell'intensità della pioggia media sull'intero bacino viene effettuata attraverso il coefficiente di riduzione areale $K_A(d)$ che ha espressione:

$$K_A(d) = 1 - \left[1 - e^{-c_1 d} \right] e^{-c_2 d^{c_3}}$$

ove i coefficienti c_1 , c_2 e c_3 valgono rispettivamente 0.0021, 0.53 e 0.25.

8.2 Valutazione del fattore probabilistico di crescita delle portate AdB Puglia

Alla stregua di quanto già condotto in merito alle precipitazioni, è necessario al fine di valutare le portate di piena al variare del tempo di ritorno, stimare il valore assunto dal fattore probabilistico al variare dei parametri individuati nella stima dei due primi livelli di regionalizzazione. In particolare per la Puglia, l'analisi regionale delle portate

conduce all'individuazione di un'unica zona omogenea ai primi due livelli. Essa è caratterizzata dai seguenti valori dei parametri della TCEV:

$$\theta^*=2.654 \qquad \Lambda^*=0.350 \qquad \Lambda_1=5 \qquad \eta=2.937$$

Tali valori permettono, attraverso la (1), di ottenere numericamente i valori dei coefficienti probabilistici di piena al variare del tempo di ritorno. Alcuni di essi sono riportati a seguire.

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T(Q)	0.83	1.39	1.85	2.37	2.55	2.95	3.15	3.76	4.39	5.22	5.84

Analogamente a quanto già effettuato con le piogge, il fattore probabilistico di crescita delle portate può essere approssimati con una relazione avente espressione:

$$K_T(Q) = -0.4007 + 0.904 \ln T \quad (1)$$

che determina errori nella stima di K_T(Q) sempre inferiori al 10%.

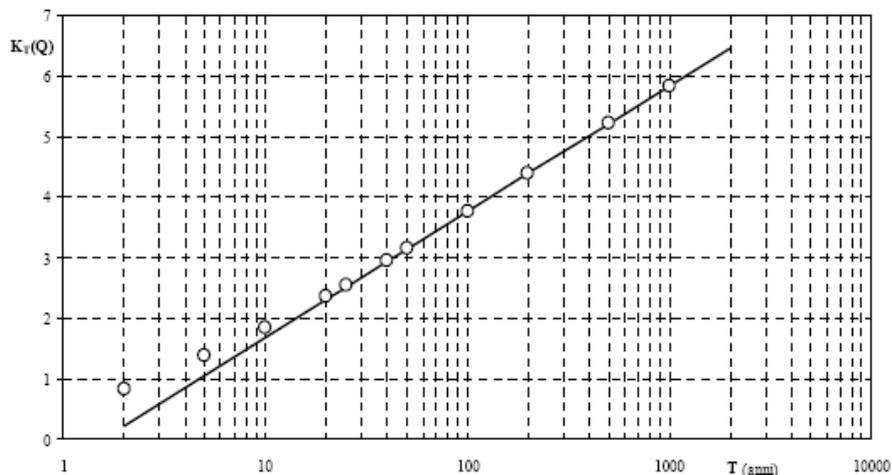


Figura 10 -- Fattore probabilistico di crescita delle portate

8.3 Valutazione delle piene indice e delle portate di piena dei bacini sottesi alle sezioni di calcolo AdB Puglia

I valori delle portate massime così calcolate hanno costituito la base per le verifiche successive.

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 36 di 53
---	---	---	---

In particolare, si è scelto di fare riferimento, nei calcoli idraulici, al **modello razionale**. Va osservato che l'informazione geomorfologia del bacino in esame è stata derivata, in via informatica, avvalendosi della base cartografica.

MODELLO RAZIONALE

Q_T	$k_T Q_m$	
Q_m	$C \cdot k_A(t_r) I(t_r) A^{3,6}$	mc/s
C	$0,09 + 0,47(1 - PE)$	
PE	rapporto tra area ad elevata-media permeabilità e area totale del bacino	
t_r	tempo di ritardo del bacino, valutato secondo la relazione	
t_r	$0,344 A^{0,5}$	
A	area del bacino in kmq	
k_A	coefficiente di riduzione areale, variabile di A (kmq) e t_r (durata dell'evento di pioggia)	
k_A	$1 - (1 - e^{-(0,021A)}) e^{-(0,53t_r^{0,25})}$	
$I(t_r)$	intensità di pioggia da ricavare come rapporto tra $h(t_r)/t_r$	
$h(t_r)$	legge di variazione pluviometrica valida per il bacino	
k_T	fattore di crescita dipendente dal tempo di ritorno T dell'evento di piena	
k_T	$-0,4007 + 0,904 \ln T$	

Di seguito vengono riportate le portate determinate con $T_r=200$ anni.

CODICE Interferenza	Area Bacino (kmq)	Qt=200anni (m³/s)
Int1	0.1038	4.924527605
Int2	0.275	10.36771828
Int3	0.12	5.69100176
Int4	0.071	3.937333797
Int5	0.096	4.96003806
Int6	0.122	5.089351624
Int7	0.43	14.94955655
Int8	0.08	3.390890833

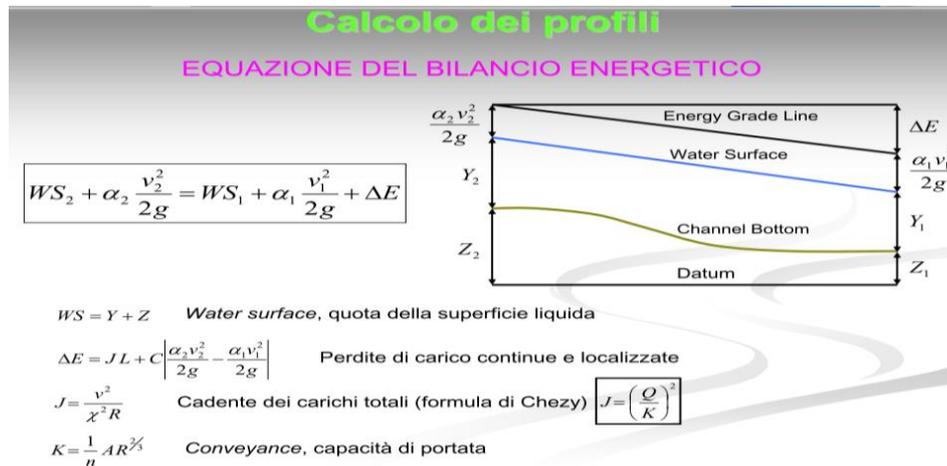
8.4 Metodologia utilizzata per le verifiche idrauliche

Al precedente paragrafo sono state valutate le portate indice e le portate massime per fissati tempi di ritorno sui sottobacini di interesse adottando il modello razionale.

Per le opere in progetto che interessano aree tutelate come definite dagli art. 6 e 10 delle NTA del PAI, sono state eseguite verifiche idrauliche in regime di moto permanente utilizzando il programma di calcolo HEC-RAS, ai sensi dell'art. 36 delle NTA del PAI.

Il software HEC-RAS è il frutto di una lunga evoluzione dei codici di calcolo, finalizzati allo studio della propagazione delle piene nei corsi d'acqua del HEC. Il software HEC-RAS permette di modellare la propagazione di una corrente lungo un corso d'acqua utilizzando uno schema unidimensionale sia in condizioni di moto permanente che in condizioni di moto vario. Il sistema di calcolo è concepito per applicazioni nella sistemazione dei corsi d'acqua e delle pianure alluvionali e per gli studi finalizzati alla determinazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno in caso di esondazioni dai corsi d'acqua, determinando la variazione del pelo libero per condizioni di moto

permanente o gradualmente variato. La procedura di calcolo è basata sulla soluzione delle equazioni dell'energia secondo lo schema monodimensionale. Le perdite di energia considerate sono dovute alla scabrezza (eq. di Manning) ed alla contrazione e/o espansione della vena fluida, attraverso un coefficiente moltiplicatore della variazione dell'energia cinetica.



8.5 Descrizione interferenze e verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche sono state eseguite per tutti le intersezioni delle opere in progetto con i reticoli idrografici. Di seguito sono riportati, per ciascuna interferenza con il reticolo idrografico, le descrizioni degli attraversamenti e le verifiche idrauliche eseguite e la modalità di attraversamento.

8.5.1 Verifica idraulica attraversamento Int1 e Int2

La strada di nuova realizzazione che mette in collegamento l'anemometro di campo con l'aerogeneratore B05 interseca in punti i reticoli idrografici riportati su carta IGM 1:25000 (allegato 4 – rif. elab. A.3.4). Per tale interferenza si è proceduto alla valutazione dell'area allagabile nello stato ante-operam e post-operam, prevedendo nel post-operam l'installazione di una tubazione tipo Armco o in PeAD opportunamente dimensionata che garantirà il normale deflusso per la piena bicentenaria in condizioni di sicurezza idraulica.

Inoltre al fine di convogliare le acque nella tubazione a monte e a valle dell'attraversamento, per un tratto sufficientemente lungo verrà realizzata una riprofilatura realizzando una sezione trapezoidale di altezza pari alla condotta e base inferiore di 1.00m.

La verifica idraulica è stata condotta con valore di portata relativa al tempo di ritorno $Tr=200$ anni e definita in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura. Il valore della portata così determinata è stato inserito nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione dell'attraversamento sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,136;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,136.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra.

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 38 di 53
---	---	---	---

DIMENSIONAMENTO TUBAZIONE DI ATTRAVERSAMENTO INTERFERENZA 1

Sapendo che il reticolo idrografico in oggetto ha portata di massima bicentenaria valutata con metodo VAPI pari a $Q=4.92\text{mc/s}$ e che la pendenza, per seguire il naturale percorso della topografia è fissata a 13.6% si procede al dimensionamento di una tubazione in grado di smaltire, con opportuno franco idraulico la portata di bicentenaria. La tubazione che si vuole mettere in opera presenta un diametro pari a 1500mm, a assumendo un grado di riempimento $(y/D)=0.80$ avremo secondo la teoria di Chezy:

Grado di riempimento y/D	alfa(Y/D) (radianti)	Diametro D (m)	Area sez. liquida (mq)	Perimetro bagnato pb(y/D) (m)	Raggio idraulico $Ri=Asezliq/pb$ (m)	pendenza (adimension alizzata)	K_s scabrezza	$X=K_s \cdot Ri^{1/6}$ Chezy	Portata Q (mc/s)
0.8	4.4286	1.00	0.673575	2.2143	0.30419328	0.136	70	57.40587081	7.864781232

Poiché la portata valutata con Chezy è superiore alla portata bicentenaria l'opera sarà in grado di smaltire il fenomeno di piena in totale sicurezza idraulica.

Inoltre al fine di convogliare adeguatamente le acque entro la condotta, a monte e a valle dell'opera verrà realizzata una riprofilatura dell'alveo dell'impluvio, realizzando una sezione trapezoidale di altezza pari alla condotta e base inferiore di 1.00m.

DIMENSIONAMENTO TUBAZIONE DI ATTRAVERSAMENTO INTERFERENZA 2

Sapendo che il reticolo idrografico in oggetto ha portata di massima bicentenaria valutata con metodo VAPI pari a $Q=10.36\text{mc/s}$ e che la pendenza, per seguire il naturale percorso della topografia è fissata a 11.5% si procede al dimensionamento di una tubazione in grado di smaltire, con opportuno franco idraulico la portata di bicentenaria. La tubazione che si vuole mettere in opera presenta un diametro pari a 1500mm, a assumendo un grado di riempimento $(y/D)=0.80$ avremo secondo la teoria di Chezy:

Grado di riempimento y/D	alfa(Y/D) (radianti)	Diametro D (m)	Area sez. liquida (mq)	Perimetro bagnato pb(y/D) (m)	Raggio idraulico $Ri=Asezliq/pb$ (m)	pendenza (adimension alizzata)	K_s scabrezza	$X=K_s \cdot Ri^{1/6}$ Chezy	Portata Q (mc/s)
0.8	4.4286	1.20	0.969948	2.65716	0.365031936	0.115	70	59.17703256	11.76023776

Poiché la portata valutata con Chezy è superiore alla portata bicentenaria l'opera sarà in grado di smaltire il fenomeno di piena in totale sicurezza idraulica.

Inoltre al fine di convogliare adeguatamente le acque entro la condotta, a monte e a valle dell'opera verrà realizzata una riprofilatura dell'alveo dell'impluvio, realizzando una sezione trapezoidale di altezza pari alla condotta e base inferiore di 1.00m.

Nel seguito sono riportate la planimetria dell'area allagabile nella situazione ANTE-OPERAM e POST-OPERAM per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente.

Si fa osservare che le opere sono esterne alle aree allagabili calcolate con periodo di ritorno a 200 anni.

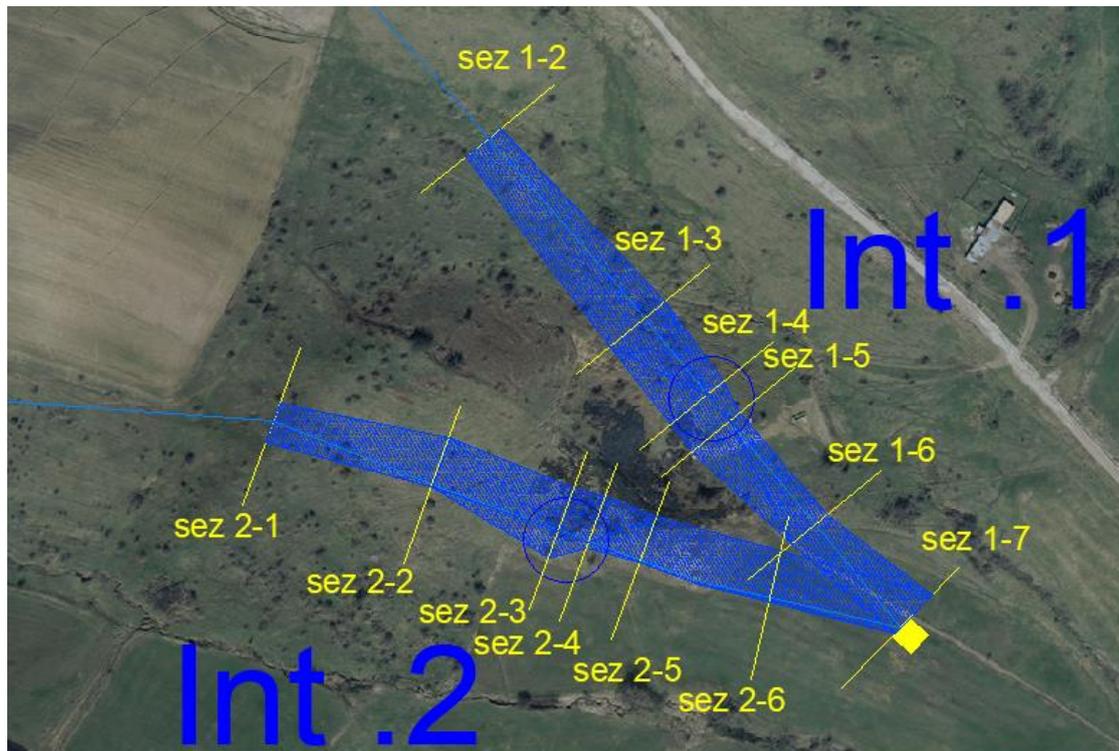


Figura 11 - individuazione dell'area allagabile nella situazione di ANTE-OPERAM

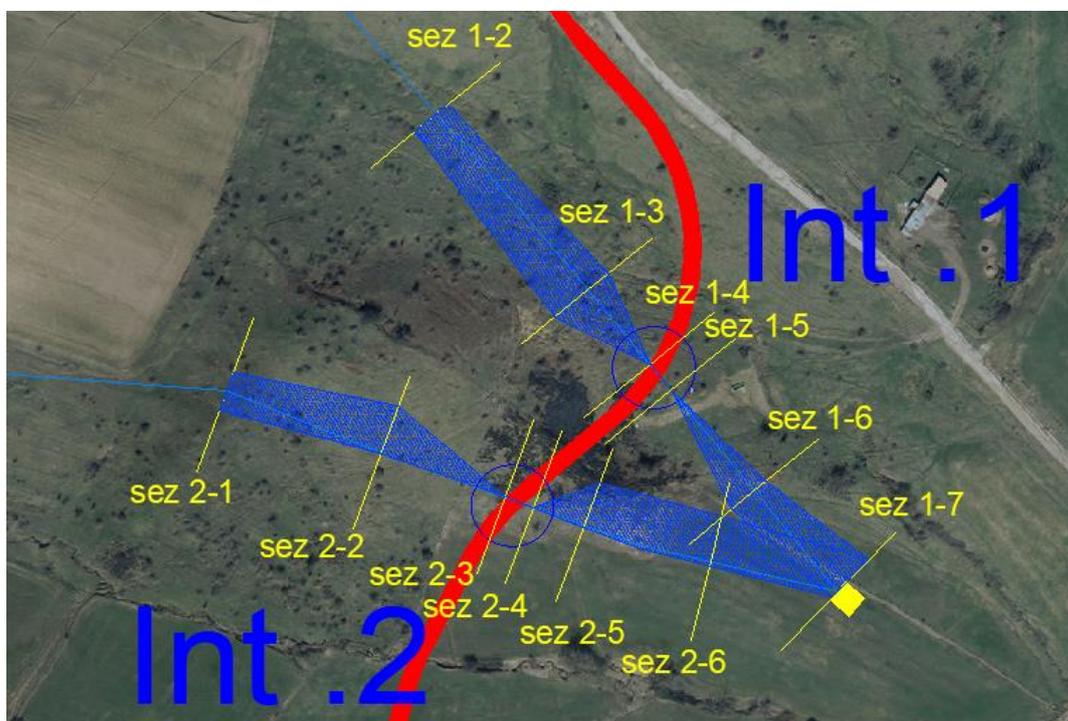


Figura 12 - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con la strada di nuova realizzazione per l'interferenza 1 e 2 nella situazione POST OPERAM

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 40 di 53
---	---	---	---

La strada di nuova realizzazione interseca in due punti il reticolo idrografico.

Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto MT per l'interferenza Int1 e Int2:

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
1-4	4.92	0,136	0,03	0.15
1-5	4.92	0,136	0,03	0.10
2-3	10.36	0.115	0.03	0.24
2-3	10.36	0.115	0.03	0.18

L'allegato 6 - rif.elab. A.3.6 – Interferenza Int1 e Int2, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico.

L'allegato 5 - rif.elab. A.3.5 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

8.5.2 Verifica idraulica attraversamento Int3

La strada di nuova realizzazione e il cavidotto MT interrato di collegamento tra gli aerogeneratori B02 e B01, intersecano un reticolo idrografico rinvenuto su IGM 1:25000. La sono interessati dall'alveo in modellamento attivo di una linea d'impluvio priva di denominazione riportata su carta IGM 1:25000 (allegato 4 – rif. elab. A.3.4). Per tale interferenza si è proceduto alla valutazione dell'area allagabile nello stato ante-operam e post-operam, prevedendo nel post-operam l'installazione di una tubazione tipo Armco o in PeAD opportunamente dimensionata che garantirà il normale deflusso per la piena bicentenaria in condizioni di sicurezza idraulica.

Inoltre al fine di convogliare le acque nella tubazione a monte e a valle dell'attraversamento, per un tratto sufficientemente lungo verrà realizzata una riprofilatura realizzando una sezione trapezoidale di altezza pari alla condotta e base inferiore di 1.00m.

La verifica idraulica è stata condotta con valore di portata relativa al tempo di ritorno $T_r=200$ anni e definita in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura. Il valore della portata così determinata è stato inserito nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione dell'attraversamento sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,115;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,115.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra.

DIMENSIONAMENTO TUBAZIONE DI ATTRAVERSAMENTO INTERFERENZA 3

Sapendo che il reticolo idrografico in oggetto ha portata di massima bicentenaria valutata con metodo VAPI pari a $Q=5.7 \text{ mc/s}$ e che la pendenza, per seguire il naturale percorso della topografia è fissata a 11.5% si procede al

dimensionamento di una tubazione in grado di smaltire, con opportuno franco idraulico la portata di bicentenaria. La tubazione che si vuole mettere in opera presenta un diametro pari a 1500mm, a assumendo un grado di riempimento $(y/D)=0.80$ avremo secondo la teoria di Chezy:

Grado di riempimento y/D	alfa(Y/D) (radianti)	Diametro D (m)	Area sez. liquida (mq)	Perimetro bagnato $pb(y/D)$ (m)	Raggio idraulico $Ri=Asezliq/pb$ (m)	pendenza (adimension alizzata)	Ks scabrezza	$X=Ks*Ri^{(1/6)}$ Chezy	Portata Q (mc/s)
0.8	4.4286	1.20	0.969948	2.65716	0.365031936	0.115	70	59.17703256	11.76023776

Poiché la portata valutata con Chezy è superiore alla portata bicentenaria l'opera sarà in grado di smaltire il fenomeno di piena in totale sicurezza idraulica.

Inoltre al fine di convogliare adeguatamente le acque entro la condotta, a monte e a valle dell'opera verrà realizzata una riprofilatura dell'alveo dell'impluvio, realizzando una sezione trapezoidale di altezza pari alla condotta e base inferiore di 1.00m.

Nel seguito sono riportate la planimetria dell'area allagabile nella situazione ANTE-OPERAM e POST-OPERAM per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente.

Si fa osservare che le opere sono esterne alle aree allagabili calcolate con periodo di ritorno a 200 anni.

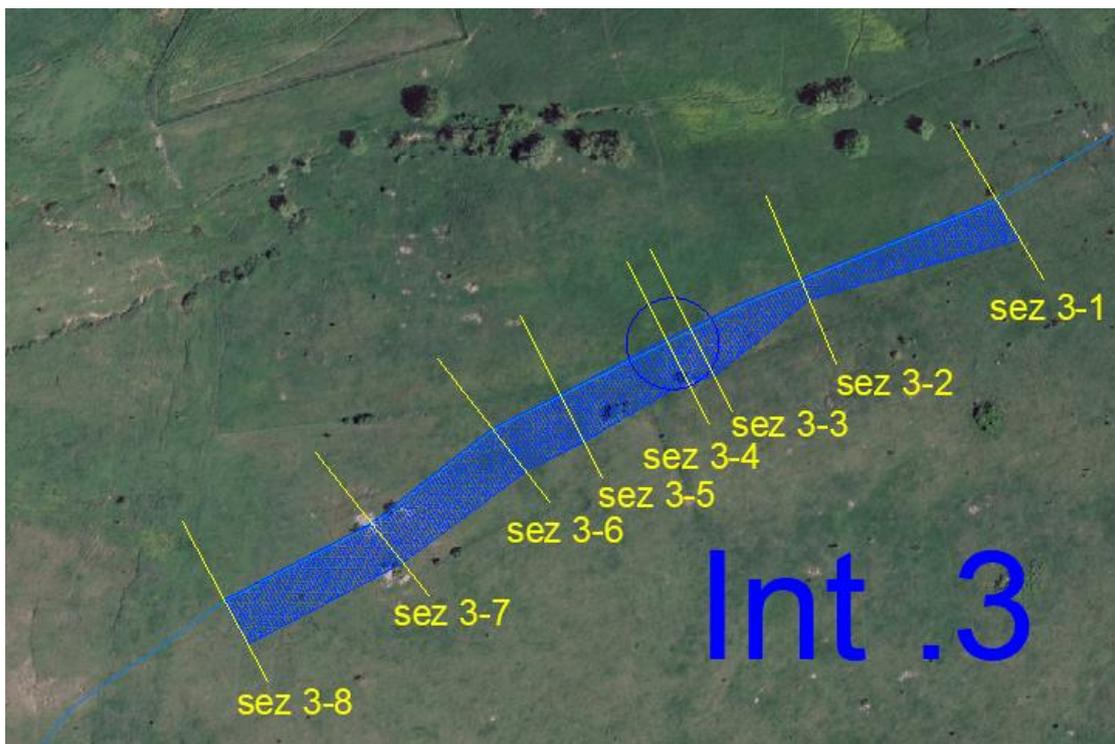


Figura 11 - individuazione dell'area allagabile nella situazione di ANTE-OPERAM

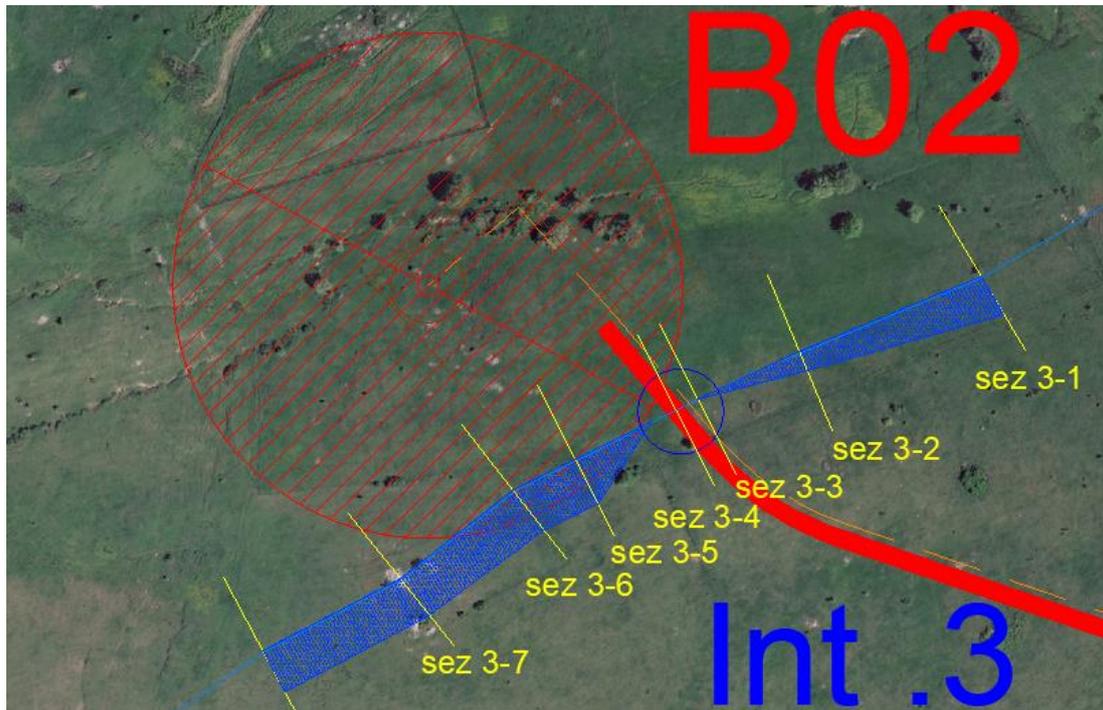


Figura 12 - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con la strada di nuova realizzazione per l'interferenza Int3 nella situazione POST OPERAM

Dalla verifica idraulica eseguita si evince che il cavidotto MT interrato interessa l'area allagabile calcolata con tempo di ritorno di 200 anni. La posa del cavo verrà effettuata con T.O.C. ad una profondità di 2,50 m in corrispondenza dell'area allagabile avendo calcolato una profondità di escavazione di 0.45 m per i reticoli idrografici più importanti dell'area; in tal modo il cavo non sarà interessato da fenomeni erosivi e non modificherà il regime idraulico attuale. La profondità di posa è compatibile con eventuali future opere di miglioramento idraulico dell'impiuvio.

Di seguito si riportano i parametri idraulici delle sezioni più vicine alla posa del cavidotto MT per l'interferenza Int1 e Int2:

Sezione di controllo	Q(m ³ /s)	I pendenza	C coefficiente di Manning	T (m) Tirante idrico
3-3	5.7	0,115	0,03	0.16
3-4	5.7	0,115	0,03	0.19

L'allegato 6 - rif.elab. A.3.6 – Interferenza Int3, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico.

L'allegato 5 - rif.elab. A.3.5 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 43 di 53
---	---	---	---

8.5.3 Verifica idraulica interferenza Int4 e attraversamento Int5

La strada di nuova realizzazione che porta all'aerogeneratore B04, il cavidott MT interrato, la piazzola di montaggio, quella di stoccaggio e la fondazione dell'aerogeneratore B04 sono interni all'alveo in modellamento attivo. Tale interferenza è indicata con Int4, inoltre la strada per raggiungere l'aerogeneratore B05 interseca in un punto un reticolo idrografico privo di denominazione rinvenuto da carta IGM 1:25000.

L'interferenza è indicata con il nome Int5. Il reticolo idrografico è riportato su carta IGM 1:25000 (allegato 4- rif. elab. A.3.4).

Il valore delle portate dei due reticoli è relativa al tempo di ritorno $T_r=200$ anni ed è definita in funzione della superficie del bacino individuato per ciascuna sezione di chiusura ed è stata inserita nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Per tali interferenze si è proceduto alla valutazione delle aree allagabili nello stato ante-operam e post-operam, prevedendo nel post-operam, l'installazione di un tubazione di tipo Armco o in PeAD, opportunamente dimensionata che garantirà il normale deflusso per la piena bicentenaria in condizioni di sicurezza idraulica. Inoltre al fine di convogliare le acque nella tubazione a monte e a valle dell'attraversamento, per un tratto sufficientemente lungo verrà realizzata una riprofilatura realizzando una sezione trapezoidale di altezza pari alla condotta e base inferiore di 1.00m.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione per l'interferenza Int4 sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,152;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,152.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione per l'interferenza Int5 sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,154;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,154.

DIMENSIONAMENTO TUBAZIONE DI ATTRAVERSAMENTO INT5

Sapendo che per il reticolo idrografico in oggetto ha portata di massima bicentenaria valutata con metodo VAPI pari a $Q=4.96 \text{ mc/s}$ e che la pendenza, per seguire il naturale percorso della topografia è fissata a 21% si procede al dimensionamento di una tubazione in grado di smaltire, con opportuno franco idraulico la portata di bicentenaria. La tubazione che si vuole mettere in opera presenta un diametro pari a 1200mm, a assumendo un grado di riempimento $(y/D)=0.75$ avremo secondo la teoria di Chezy:

Gado di riempimento y/D	DIAMETRO (mm)	Area sezione liquida(mq)	Perimetro bagnato pb(y/D) (m)	Raggio idraulico Ri (m)	pendenza i (adimensionale)	Ks scabrezza	$X=K_s \cdot R_i^{1/6}$ Chezy	Portata Q (mc/s)
0,75	1200	0,8478	2,512	0,3375	0,145	70	58,40862772	10,95447

Poiché la portata valutata con Chezy è superiore alla portata bicentenaria l'opera sarà in grado di smaltire il fenomeno di piena in totale sicurezza idraulica.

Inoltre al fine di convogliare adeguatamente le acque entro la condotta, a monte e a valle dell'opera verrà realizzata una riprofilatura dell'alveo dell'impluvio, realizzando una sezione trapezoidale di altezza pari alla condotta e base inferiore di 1.00m.

Nel seguito sono riportate la planimetria dell'area allagabile nella situazione ANTE-OPERAM e POST-OPERAM per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente.

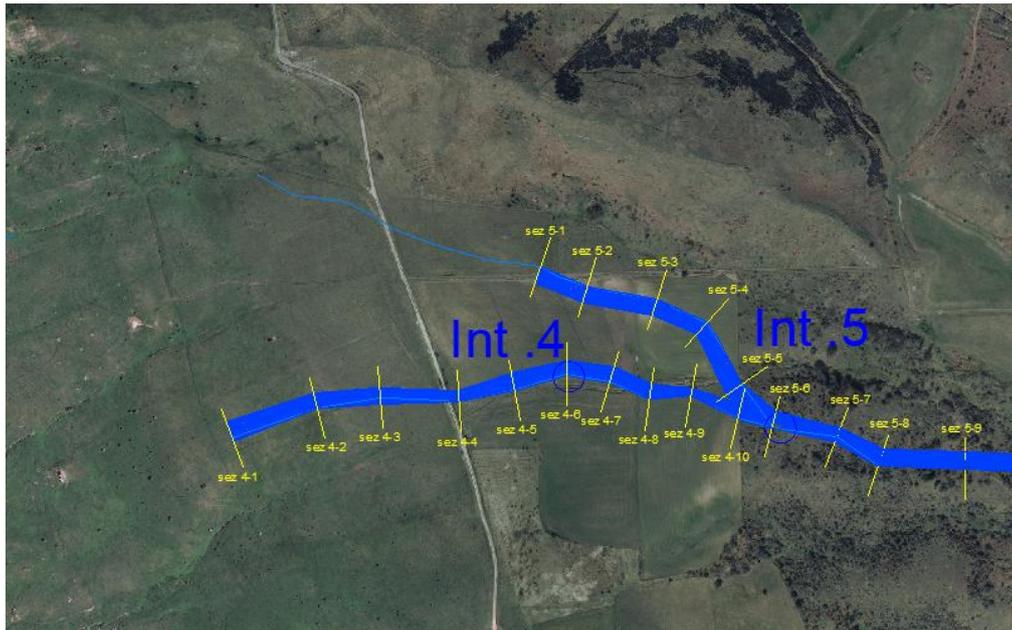


Figura 14 - individuazione dell'area allagabile nello stato ANTE-OPERAM

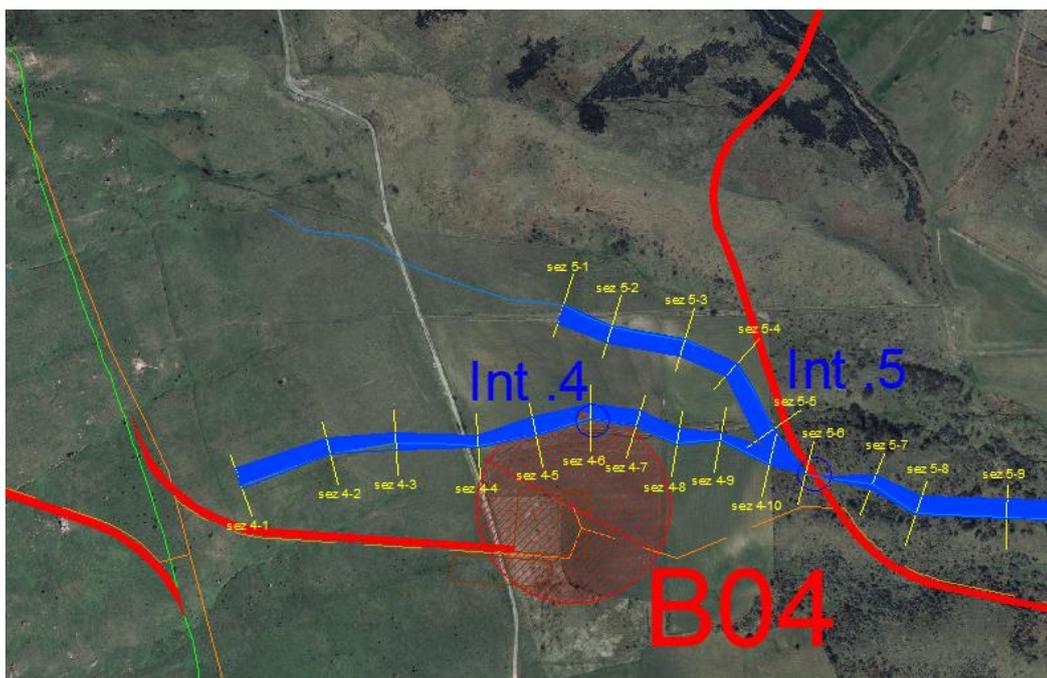


Figura 15 - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con la strada di nuova realizzazione e il cavidotto MT interrato, la piazzola di montaggio, la piazzola di stoccaggio e la fondazione dell'aerogeneratore B04 nonché l'attraversamento Int5 nella situazione POST OPERAM

	<p align="center">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 45 di 53</p>
---	---	---	---

L' aerogeneratore B04 è ubicato fuori l' area di allagamento. Anche il cavidotto MT interrato, le piazzole e la fondazione dell'aerogeneratore sono esterni all'area allagabile calcolata con tempo di ritorno di 200 anni.

L'allegato 6 - rif.elab. A.3.6 - mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $T_r=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico attraversato e le modalità di attraversamento nelle fasi Ante e Post operam

L'allegato 5 - rif.elab. A.3.5 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $T_r=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

8.5.4 Verifica idraulica interferenze Int6 e Int7

La strada di nuova realizzazione e il cavidotto MT interrato, la piazzola di montaggio, la piazzola di stoccaggio e la fondazione dell'aerogeneratore B05 sono interni all'alveo in modellamento attivo di un reticolo idrografico rinvenuto su IGM 1:25000 e privo di denominazione. (allegato 4 – rif. elab. A.3.4). Per tale interferenza si è proceduto alla valutazione dell'area allagabile nello stato ante-operam e post-operam al fine di accertarsi che nelle condizioni post-operam le opere da realizzare siano esterne alle aree allagabili.

La verifica idraulica è stata condotta con valore di portata relativa al tempo di ritorno $T_r=200$ anni e definita in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura. Il valore della portata così determinata è stato inserito nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione dell'interferenza Int6 sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,0914;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,0914.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione dell'interferenza Int7 sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,11;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,11.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra.

Nel seguito sono riportate la planimetria dell'area allagabile nella situazione ANTE-OPERAM e POST-OPERAM per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente.

Si fa osservare che le opere sono esterne alle aree allagabili calcolate con periodo di ritorno a 200 anni.

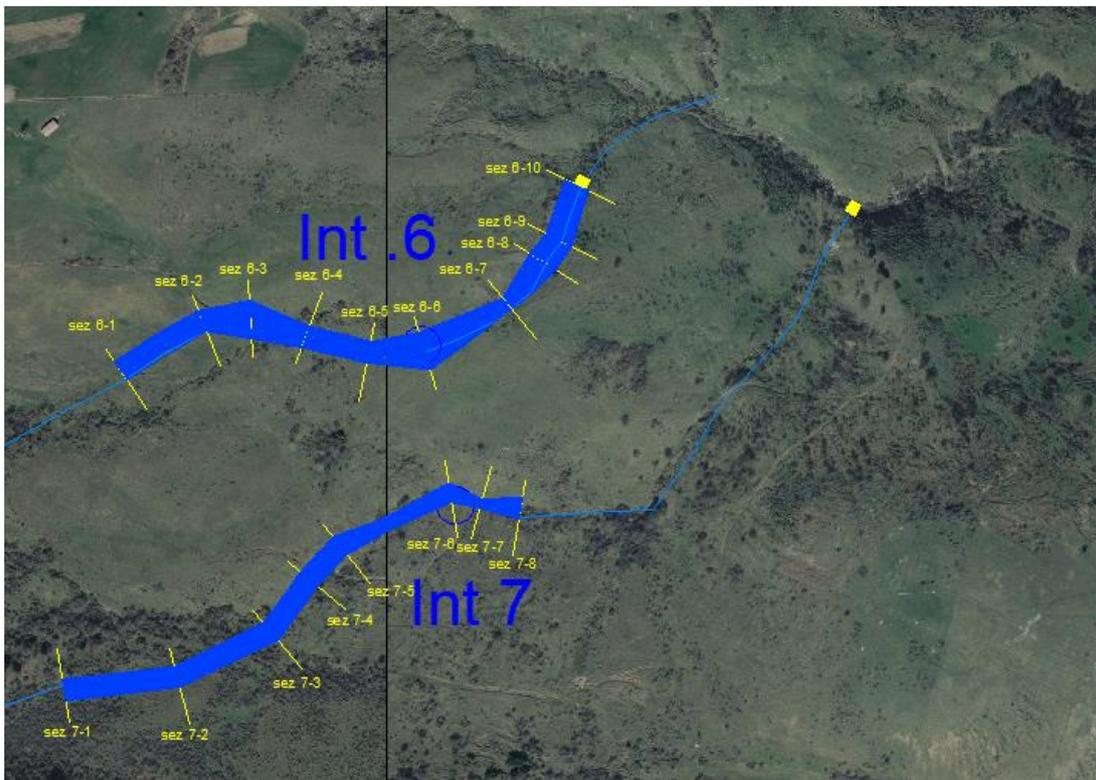


Figura 16 - individuazione dell'area allagabile nella situazione di ANTE-OPERAM

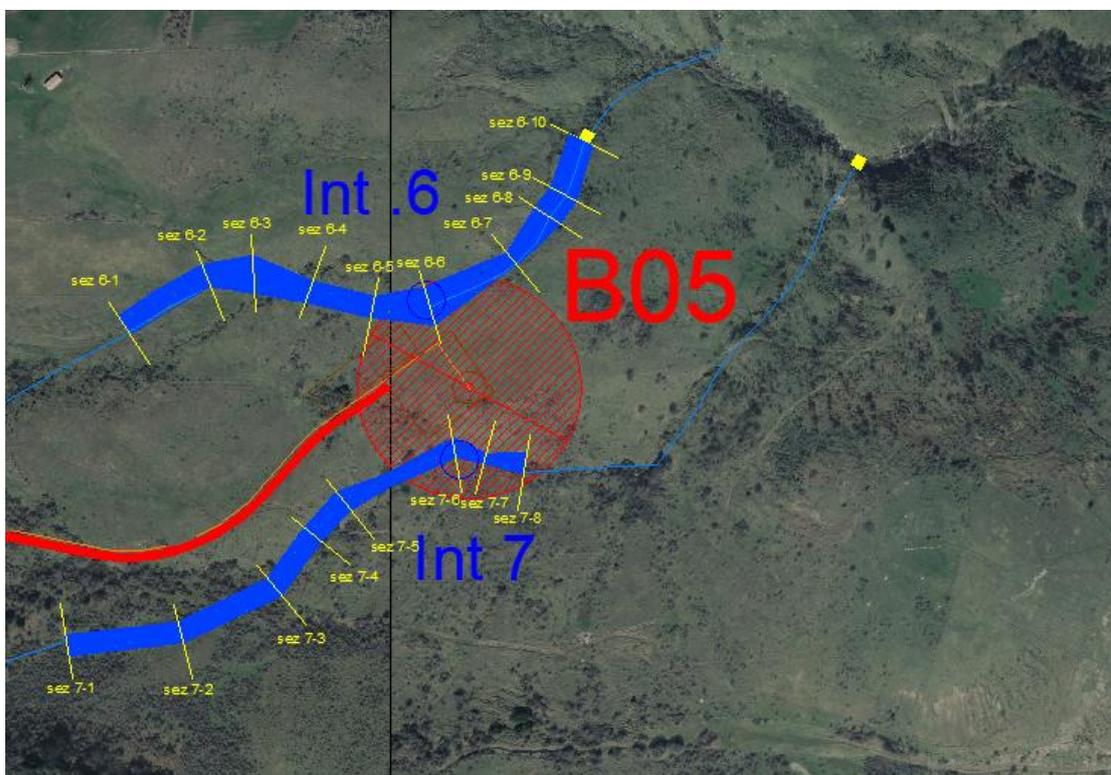


Figura 17 - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con la strada di nuova realizzazione, il cavidotto MT interrato, le piazzole di stoccaggio e montaggio per l'interferenza Int6 e Int7 nella situazione POST OPERAM

	<p align="center">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 47 di 53</p>
---	---	---	---

Dalla verifica idraulica eseguita si evince che l'aerogeneratore B05 è esterno all'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$, le piazzole, e il cavidotto MT interrato sono anch'esse esterne all'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$.

L'allegato 6 - rif.elab. A.3.6 , mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico. L'allegato 5 - rif.elab. A.3.5 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $Tr=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

8.5.5 Verifica idraulica attraversamenti Int8

La strada di nuova realizzazione e il cavidotto MT interrato, la piazzola di montaggio, la piazzola di stoccaggio e la fondazione dell'aerogeneratore B05 sono interni all'alveo in modellamento attivo di un reticolo idrografico rinvenuto su IGM 1:25000 e privo di denominazione. (allegato 4 – rif. elab. A.3.4). Per tale interferenza si è proceduto alla valutazione dell'area allagabile nello stato ante-operam e post-operam al fine di accertarsi che nelle condizioni post-operam le opere da realizzare siano esterne alle aree allagabili.

La verifica idraulica è stata condotta con valore di portata relativa al tempo di ritorno $Tr=200$ anni e definita in funzione della superficie del bacino individuato per la sezione di chiusura. Il valore della portata così determinata è stato inserito nella sezione di monte rispetto a quella di calcolo, aumentando il criterio di sicurezza.

Le condizioni al contorno fissate per la modellazione dell'interferenza Int8 sono:

- condizioni di monte = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,078;
- condizioni di valle = pendenza dell'alveo in condizioni di moto uniforme pari a 0,078.

Alle sezioni trasversali si è assegnato un valore di scabrezza, definito a seguito di sopralluoghi e valutato secondo le tabelle di Manning pari a $0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ per l'alveo in terra.

Nel seguito sono riportate la planimetria dell'area allagabile nella situazione ANTE-OPERAM e POST-OPERAM per la piena bicentenaria, con indicazione delle sezioni utilizzate per la modellazione idraulica monodimensionale di moto permanente.

Si fa osservare che le opere sono esterne alle aree allagabili calcolate con periodo di ritorno a 200 anni.

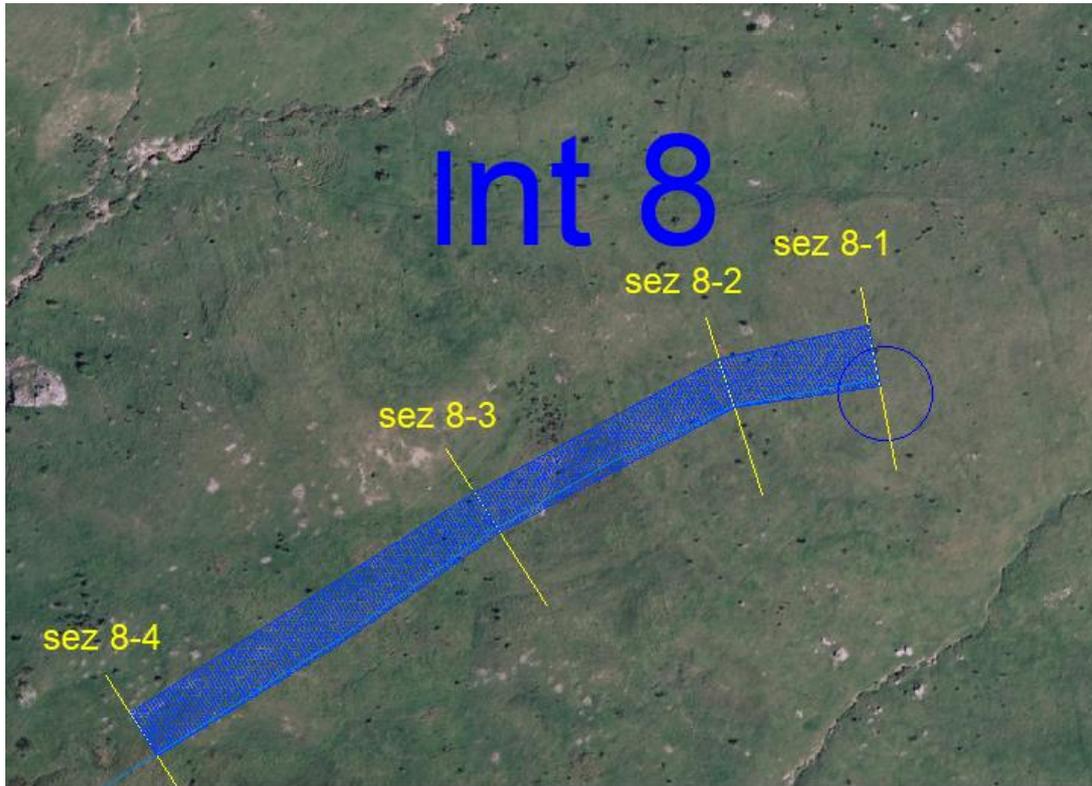


Figura 18 - individuazione dell'area allagabile nella situazione di ANTE-OPERAM

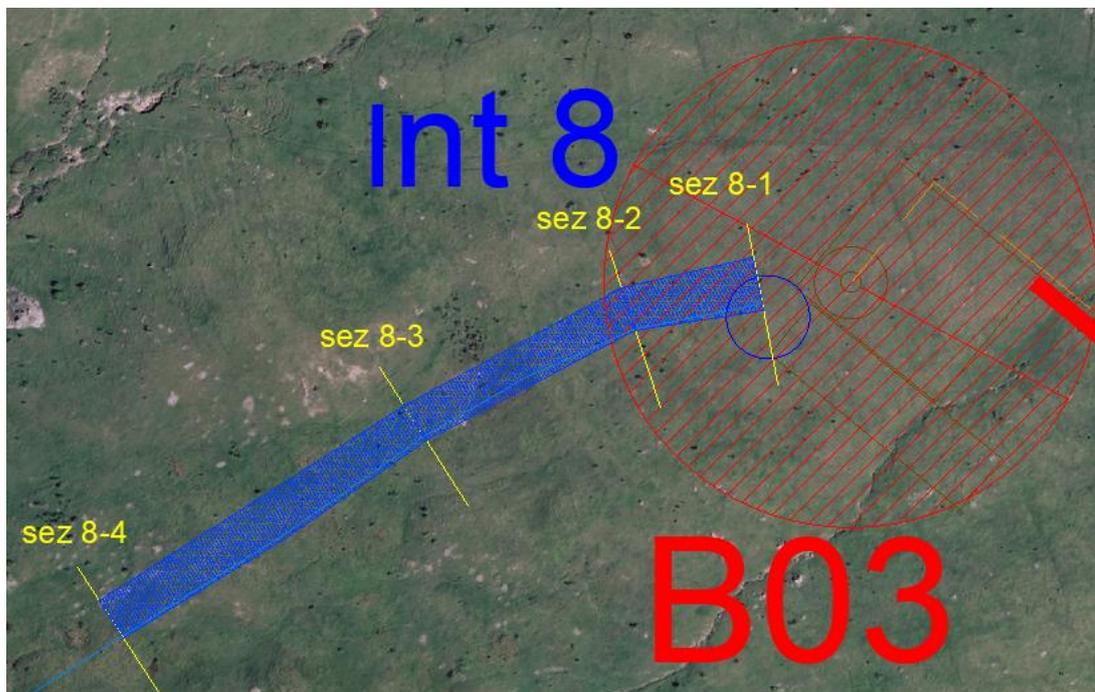


Figura 19 - individuazione dell'interferenza del reticolo idrografico con la strada di nuova realizzazione, il cavidotto MT interrato per l'interferenza Int8 nella situazione POST OPERAM

	<p align="center">STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</p>	<p>Codice Revisione Data revisione Pagina</p>	<p>GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 49 di 53</p>
---	---	---	---

Dalla verifica idraulica eseguita si evince che l'aerogeneratore B03 è esterno all'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$, le piazzole, e il cavidotto MT interrato sono anch'esse esterne all'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$.

L'allegato 6 - rif.elab. A.3.6 – Interferenza Int8, mostra l'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni, l'indicazione delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente e le riprese fotografiche del reticolo idrografico.

L'allegato 5 - rif.elab. A.3.5 mostra la geometria delle sezioni utilizzate per l'analisi in moto permanente per la definizione dell'area allagabile con $Tr=200$ anni e i rispettivi tiranti idrici.

8.6 Calcolo erosione

Il calcolo dell'erosione è stato eseguito per l'interferenza del reticolo idrografico denominata Int6 in quanto è il reticolo di maggiore importanza e per il quale si ha la portata più significativa.

Per avere garanzie sulla bontà della scelta di assicurare 2,50 m di profondità per la posa del cavo al disotto del punto più depresso delle aree allagabili, si sono individuate le azioni di trascinamento che la corrente può esplicare in corrispondenza dei tratti di attraversamento dei reticoli sopra prima indicati, in modo tale da verificare che la relativa profondità di escavazione non possa raggiungere il cavo stesso.

In generale, la corrente idrica esercita un'azione di trascinamento sui grani di materiale disposti sul contorno bagnato e, se questi non sono sufficientemente stabili, li sposta ossia, erode il letto fluviale mobile. L'erosione può provocare l'abbassamento del letto e/o il crollo delle sponde con allargamento e spostamento (migrazione) dell'alveo.

Si distinguono pertanto i seguenti fenomeni:

- Erosione locale, dovuta principalmente ad eventi intensi associati a precipitazioni eccezionali: si esplica in prossimità di singolarità idrauliche, come pile o spalle di ponti, ovvero salti e scivoli che comportano perturbazioni alla corrente, ove la turbolenza risulta particolarmente intensa. Il fenomeno ha decorso rapidissimo e può portare alla rovina dell'opera in alveo nel corso di una sola piena;
- Erosione generalizzata, dovuta alle piene ordinarie: si sviluppa quando la portata di sedimento immessa da monte non è sufficiente a saturare la capacità di trasporto della corrente idrica; la saturazione della capacità di trasporto avviene prelevando materiale d'alveo, ossia erodendo il letto; questa può procedere uniformemente o localmente ma in maniera graduale.

Il caso in esame, dove gli attraversamenti delle aree allagabili sono previsti lungo tratti indisturbati dell'alveo in modellamento attivo, privi di opere puntuali, è da ricondurre all'erosione di tipo generalizzata.

Al fine di garantire il cavidotto dal fenomeno dell'erosione lo stesso sarà posto a 2.50 m al di sotto del fondo dell'alveo, che è una profondità molto cautelativa, infatti dai calcoli speditivi di seguito riportati si hanno abbassamenti del letto inferiori

La profondità della erosione di un tronco d'alveo per carenza di apporto di materiale solido da monte può essere definita con delle formulazioni empiriche.

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 50 di 53
---	---	---	---

Infatti la sezione si deformerà, approfondendosi e/o allargandosi, fino a che l'azione di trascinarsi della corrente non diminuirà al di sotto del valore critico individuato.

Per le valutazioni più speditive si può ricavare la profondità di erosione δ come differenza tra il tirante d'acqua "h" antecedente alla erosione e il tirante d'acqua "he" a fenomeno avvenuto:

$$\delta = h_e - h$$

dove:

he: tirante successivo all'erosione (calcolato con le formule empiriche di Blench)

h: tirante antecedente all'erosione.

Il tirante d'acqua "he" a fenomeno avvenuto si ricava da formule del tutto empiriche e senza giustificazione teorica, dall'equilibrio dei canali a regime.

La formula di Blench (1969) propone:

$$h_e = 0.379 q^{2/3} d_{50}^{-1/6} \quad \text{per sabbia e limo} \quad \text{con } 6 \cdot 10^{-5} < d_{50} \text{ (m)} < 0.002$$

$$h_e = 0.692 q^{2/3} d_{50}^{-1/12} \quad \text{per sabbia e ghiaia} \quad \text{con } 0.002 < d_{50} \text{ (m)}$$

la formula di Maza Alvarez ed Echavarria (1973) propone:

$$h_e = 0.365 q^{0.784} d_{50}^{-0.157} \quad \text{per sabbia e ghiaia con} \quad d_{75} \text{ (m)} < 0.006$$

dove per q = portata nell'unità di larghezza del canale.

Per il calcolo di "q" si utilizza il tirante e velocità forniti dal modello idraulico lungo le sezioni stesse. Si valuta a seguire il fenomeno per l'interferenze Int6. Si è assunto, in maniera cautelativa, che detti valori massimi, misurati in corrispondenza delle sezioni di attraversamento prossime all'interferenza, possano definire le suddette portate per unità di larghezza del canale q se li si considera rappresentativi per tutta la sezione stessa, fissando, in questo modo, una sezione rettangolare per gli alvei. Questa posizione è, di fatto, ampiamente cautelativa in quanto in una sezione mistilinea i valori di tirante e velocità variano dai valori massimi adottati fino a quelli molto più modesti che si ritrovano lungo i bordi delle aree allagabili.

Erosione Interferenza Int6 - sezione di controllo 6-10

Tirante = 0.49 m

Velocità = 2.22 m/sec

d50=0,002 (sabbie e limi)

Portata unitaria q ≈ 0.00759 m²/sec

he= 0.041 m

$$\delta = 0.49 - 0.041 = 0,45 \text{ m}$$

Per quanto appena esposto il cavidotto MT interrato in corrispondenza dei tratti in cui interferisce con l'area allagabile determinata con Tr=200anni verrà messo in opera con tecnica di scavo T.O.C.; per tali tratti la profondità di posa di 2,50 m supera ampiamente la profondità di escavazione esplicabile dalla corrente, quindi a profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi.

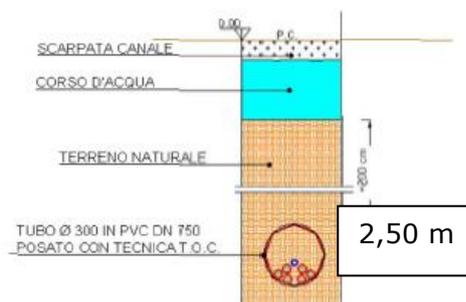
8.7 Attraversamenti del cavidotto interno ed esterno la linea elettrica interrata in corrispondenza delle aree tutelate connesse a reticoli cartografati su IGM - scavi con TOC

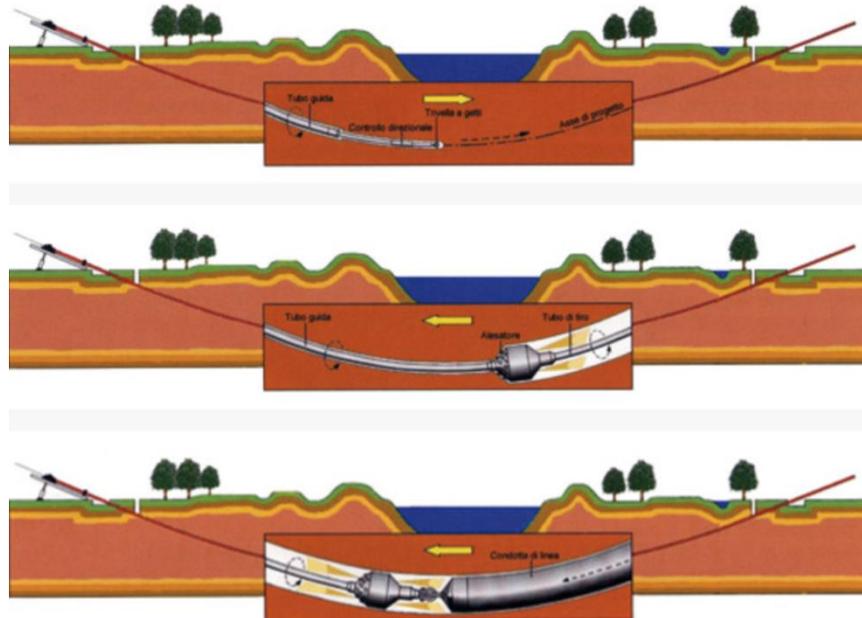
Al fine di assicurare che la posa dei cavi interrati non alteri l'attuale equilibrio dei materiali che costituiscono il fondo delle aree interessate dal transito delle piene bicentinarie, lungo i tratti di intersezione gli attraversamenti saranno realizzati con tecnica T.O.C., che si articola secondo tre fasi operative:

- 1) esecuzione del foro pilota: questo sarà di piccolo diametro e verrà realizzato mediante l'utilizzo dell'utensile fondo foro, il cui avanzamento all'interno del terreno è garantito dalla macchina perforatrice che trasmetterà il movimento rotatorio ad una batteria di aste di acciaio alla cui testa è montato l'utensile fresante. La posizione dell'utensile sarà continuamente monitorata attraverso il sistema di localizzazione;
- 2) trivellazione per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile fondo foro (exit point) verrà montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota, di diametro superiore al precedente, e il tutto viene tirato verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro del sistema di trivellazione, l'alesatore allargherà il foro pilota;
- 3) tiro della tubazione o del cavo del foro: completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point verrà montato, in testa alle condotte da posare già giuntate tra loro, l'utensile per la fase di tiro-posa e questo viene collegato con l'alesatore. Tale utensile ha lo scopo di evitare che durante la fase di tiro, il movimento rotatorio applicato al sistema dalla macchina perforatrice non venga trasmesso alle tubazioni. La condotta viene tirata verso l'exit point. Raggiunto il punto di entrata la posa della condotta si può considerare terminata.

In particolare, in corrispondenza delle interferenze del cavidotto MT interrato con il reticolo idrografico, l'attraversamento dell'area allagabile determinata con $Tr=200$ anni avverrà ad una profondità maggiore di 2,50 m, le operazioni di scavo direzionale inizieranno e termineranno per ogni interferenza minimo a 10,00 m dall'area allagabile determinata in regime di moto permanente con $Tr=200$ anni in maniera tale da lasciarne inalterato il fondo. A seguire si restituiscono alcuni schemi semplificativi della TOC.

SEZIONE TIPICA CAVIDOTTO CON T.O.C.




Figura 20 - Operazioni di scavo direzionali con TOC

	STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA - RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Codice Revisione Data revisione Pagina	GE.AGB01.P3.PD.A.3. 00 19/10/2018 53 di 53
---	---	---	---

9 CONCLUSIONI

Le verifiche idrauliche eseguite in corrispondenza dei punti d'interferenza dei reticoli idrografici hanno permesso di individuare le aree allagabili con tempi di ritorno $Tr=200$ anni, così come richiesto dalla NTA del PAI redatto dall'AdB della Puglia .

Con riferimento alla configurazione alle opere in progetto rispetto all'assetto idraulico sono state segnate le sezioni lungo le quali le opere in progetto interferiscono con le aree tutelate così come definite dagli artt. 6 e 10 delle N.T.A. del P.A.I. dell' AdB Puglia e per tali interferenze si sono valutate le aree allagabili per eventi con tempi di ritorno di 200 anni. Inoltre, come richiesto dall'AdB in corrispondenza dei nuovi tratti di strada da realizzare sono state eseguite opportune modellazioni idrauliche ante-operam e post-operam, con l'indicazione di adeguati manufatti idraulici.

I risultati ottenuti, posti alla base della progettazione, assicurano che le opere in progetto, come rappresentato negli elaborati grafici, sono assolutamente congruenti con l'assetto idraulico del territorio e con le relative condizioni di sicurezza. In sintesi, alla luce delle analisi e delle verifiche effettuate si sono delineate le seguenti conclusioni:

- gli aerogeneratori in progetto sono esterni alle aree allagabili determinate in condizione di moto permanente con $Tr=200$ anni con il software HEC-RAS;
- sono stati opportunamente dimensionate opere idrauliche nella condizione post-operam per tutti i tratti di strada che interferiscono con il reticolo idrografico,
- il cavidotto interrato nel suo percorso interseca in un punto il reticolo (interferenza **Int3**); gli attraversamenti delle aree allagabili così come determinate considerando un tempo di ritorno di 200 anni verranno eseguiti con tecnica di scavo T.O.C.; per tali tratti la profondità di posa di 2,50 m supera ampiamente la profondità di escavazione esplicabile dalla corrente, quindi a profondità tale da non essere interessato da fenomeni erosivi;

Assodato che gli studi condotti hanno interessato un ampio territorio, ed hanno interessato tutte le opere ricadenti all'interno del territorio dell'AdB Puglia e dell' AdB Sele, delimitando 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; che sulla viabilità esistente non si eseguirà nessun intervento che comporti modifiche delle livellette e delle opere idrauliche presenti.

Pertanto, avendo riferito tutte le valutazioni agli eventi bicentenari, definite le fasce di pertinenza fluviale di ogni reticolo idrografico, nella configurazione proposta, l'impianto risulta essere in condizioni di "sicurezza idraulica".