



REGIONE BASILICATA
 PROVINCIA DI POTENZA
 COMUNI DI VENOSA E MONTEMILONE



AUTORIZZAZIONE UNICA EX. D. LGS. 387/03

Progetto Definitivo Parco Eolico "Tre mani"

Titolo elaborato

A.3 - Relazione idrologica e idraulica

Codice elaborato

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0359	B	R02	A

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Scala

—

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Luglio 2020	Prima emissione	CGU	FMO	GDS

Proponente



GR VALUE DEVELOPMENT S.r.l.
 C.so Venezia, 37 - 20121 Milano
 Tel: +39 02 50043159
 www.grvalue.com - grvaluedevelopment@pec.it

Progettazione



F4 ingegneria srl
 Via Di Giura - Centro Direzionale, 85100 Potenza
 Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
 www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
 (ing. Giovanni Di SANTO)




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





Sommario

1 Premessa	2
2 Inquadramento territoriale	3
3 Interventi in progetto	6
4 Analisi idrologica	8
4.1 Bacini idrografici	8
4.2 Tempi di corrivazione	9
4.3 Portate al colmo di piena	9
5 Tombini idraulici	12
6 Cavidotti MT	13



1 Premessa

La presente relazione idrologico-idraulica, presentata dalla società GR Value Development (Green Resources Value) Srl, con sede legale in Corso Venezia 37 Milano, in qualità di proponente, è stata redatta in riferimento al progetto di realizzazione di un nuovo parco eolico di proprietà, denominato "Tre mani", localizzato nei territori comunali di Venosa e Montemilone, in provincia di Potenza.

Il parco in oggetto è costituito da n. 6 aerogeneratori (siglati VEN1, VEN2, VEN3, VEN4, VEN5 e MON6) della potenza unitaria di 5.6 MW, per una potenza complessiva di 33.6 MW, cinque dei quali ricadenti in agro di Venosa ed uno in agro di Montemilone.

Dal punto di vista amministrativo, il presente intervento ricade all'interno dell'area di competenza del Distretto Idrografico dell'Appennino Meridionale e, precisamente, dell'area della ex Autorità di Bacino (AdB) della Regione Puglia, pertanto, nel documento si è tenuto conto delle Norme di Attuazione (NA) del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dalla succitata AdB.

Come discusso in seguito, nel caso in esame, gli aerogeneratori e la viabilità a loro servizio (comprese le piazzole di montaggio e definitive) interferiscono con il reticolo idrografico presente nell'area in un solo punto nel quale verrà realizzato un tombino idraulico per garantire la continuità del deflusso idrico. Nello stesso punto, il passaggio del cavidotto MT avverrà mediante scavo sulla strada da realizzare, grazie allo spessore sufficiente di terreno tra estradosso del tombino e piano strada.

2 Inquadramento territoriale

Come anticipato in premessa, l'area individuata per la realizzazione della presente proposta progettuale interessa i territori comunali di Venosa e Montemilone, nella provincia di Potenza. Nello specifico, il primo comune sarà interessato dall'installazione di cinque degli aerogeneratori costituenti il parco eolico e dalla realizzazione di parte del cavidotto di interconnessione; mentre il comune di Montemilone ospiterà un altro aerogeneratore e l'ultimo tratto del cavidotto di trasporto dell'energia oltre alla Sottostazione Elettrica di Trasformazione (SET) per la connessione dell'impianto eolico alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), da realizzare in adiacenza ad una cabina primaria Terna, non ancora esistente.

Il nuovo parco eolico e le opere connesse interessano una fascia altimetrica compresa tra i 300 ed i 400 m circa sul livello del mare, situata nella zona nord orientale del territorio comunale di Venosa, al confine con quello di Montemilone, attualmente interessata da seminativi.

L'aerogeneratore attualmente previsto dalla presente proposta progettuale è il modello Vestas V150 da 5.6 MW caratterizzato da un diametro massimo del rotore pari a 150 m, da un'altezza della torre al mozzo di 125m ed un'altezza massima di 200 m; si tratta, quindi, di macchine di grande taglia.

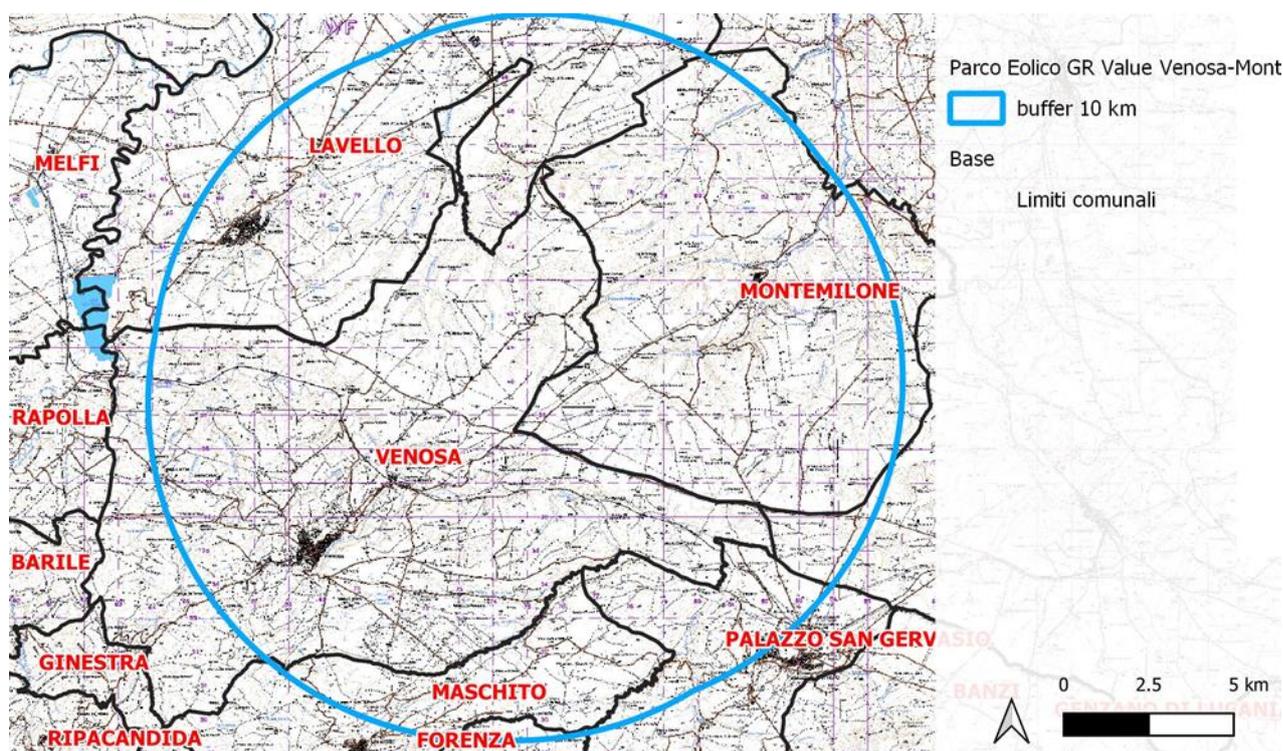


Figura 1: inquadramento territoriale su base IGM 1:50000 con indicazione dell'area di intervento

I comuni limitrofi a quelli di Venosa e Montemilone, dove si localizzano gli aerogeneratori, sono i seguenti: Lavello (PZ) a nord, Genzano di Lucania (PZ) a est, Palazzo San Gervasio (PZ), Maschito (PZ) e Ginestra (PZ) a sud, Rapolla (PZ) e Barile (PZ) a ovest.

L'area del parco eolico insiste in una zona in cui non sono presenti agglomerati abitativi permanenti, se si esclude un agriturismo, situato a ovest dell'aerogeneratore VEN3, posto ad una distanza di oltre 450 m, ed alcuni fabbricati sparsi e masserie.

Nell'area di intervento sono presenti le seguenti reti infrastrutturali:

- Di tipo viario:
 - La SS 655 che si sviluppa ad oltre 300 metri circa a sud rispetto all'area di intervento;
 - La Strada Provinciale 18 Ofantina, a ovest della quale si trovano gli aerogeneratori VEN1, VEN2, VEN3, VEN4 e VEN5 e ad est l'aerogeneratore MON6 (a distanza di circa 360 m);
 - La Strada Provinciale 47 Venosa Montemilone, a circa 500 m ad est da MON6;
 - La Strada Provinciale 86 della Lupara ad oltre 700 m ad ovest ed a nord dell'impianto;
 - Diverse strade interpoderali;
- Elettrodotti: l'area di intervento è attraversata, pur senza interferenze dirette con l'impianto, da:
 - Due linee in AT che convergono a sud ovest dell'impianto;
 - Diverse linee MT che si sviluppano longitudinalmente e trasversalmente al layout, alcune delle quali palesemente in disuso;
 - Linee BT;
- Rete telefonica su palo.

Si rimanda agli elaborati di progetto per gli approfondimenti relativi ai dettagli tecnici dell'opera proposta.

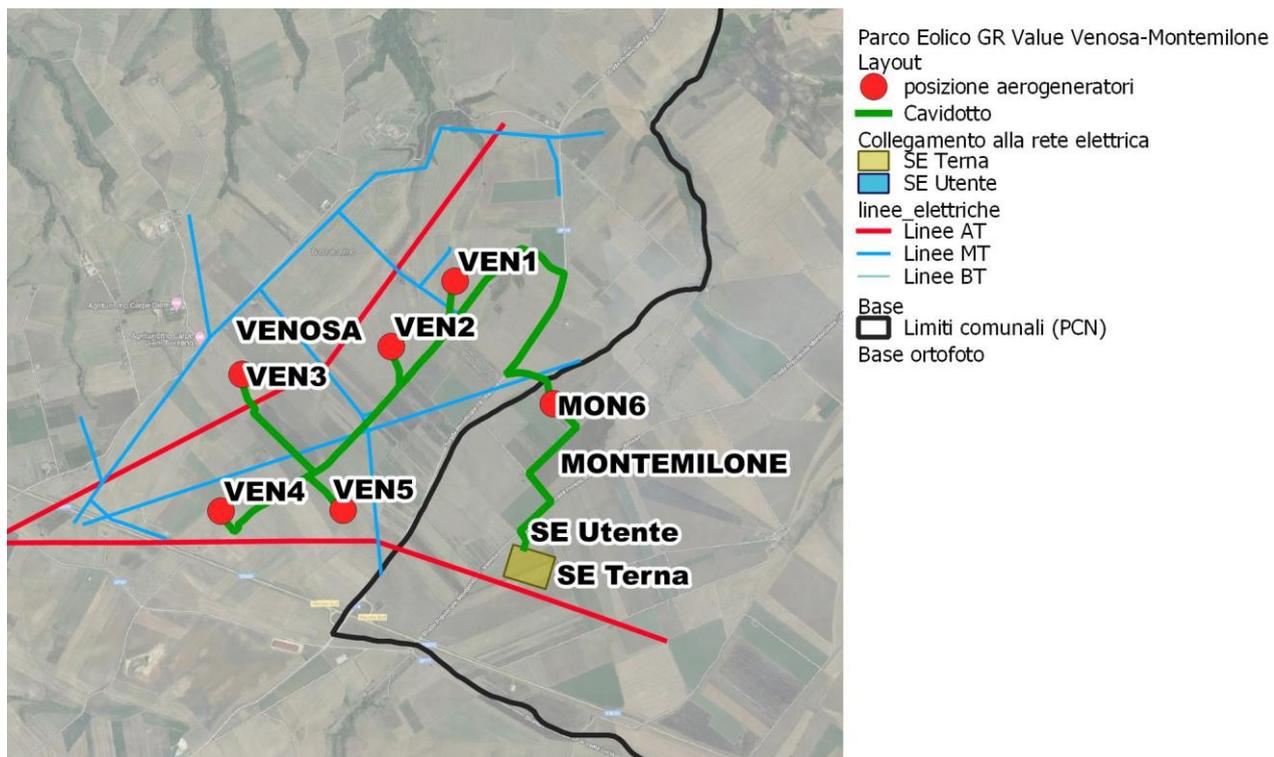


Figura 2: layout di impianto su base ortofoto

3 Interventi in progetto

Come anticipato in premessa, il parco eolico in progetto è costituito da una serie di interventi così sintetizzabili (cfr. le figure seguenti):

- realizzazione di **6 aerogeneratori**;
- realizzazione di **6 piazzole provvisorie** per il montaggio degli aerogeneratori;
- modifica delle piazzole definitive e loro trasformazione in **6 piazzole definitive**;
- realizzazione di **5 tratti di viabilità di servizio** per consentire l'accesso agli aerogeneratori (VEN1, VEN2, VEN4, VEN5 e MON6) a partire dalla viabilità esistente;
- adeguamento di 1 tratto di viabilità esistente per consentire l'accesso all'aerogeneratore VEN3;
- realizzazione di **1 Sottostazione Elettrica di Trasformazione (SET o stazione utente)**;
- posa in opera di **cavidotti MT** lungo la viabilità esistente o di progetto per il collegamento elettrico sia tra gli aerogeneratori che tra essi e la stazione utente.

Le opere in progetto presentano un'interferenza con il reticolo idrografico esistente: nel dettaglio trattasi di un'**intersezione puntuale tra il reticolo idrografico e la viabilità di progetto ed il cavidotto, in un punto localizzato lungo il tratto compreso tra la SP18 Ofantina e l'aerogeneratore MON6. Sussiste quindi la necessità di realizzazione ex novo un attraversamento idraulico (Tombino) con la posa in opera di una tubazione tipo ARMCO con DN di 1600 mm.**



Figura 3- Intersezioni tra il reticolo idrografico e le opere viabilità in progetto

4 Analisi idrologica

Nella presente analisi idrologica sono state determinate le portate al colmo di piena mediante l'utilizzo del metodo VAPI Puglia, in quanto le opere ricadono all'interno del bacino idrografico del fiume Ofanto, in coerenza con quanto illustrato all'interno della Relazione di Piano del PAI, redatto dall'Autorità di Bacino della Puglia.

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

4.1 Bacini idrografici

Come sezioni di chiusura di riferimento è stata scelta quella situate in corrispondenza dell'intersezione tra il reticolo idrografico e l'opera in progetto.

La delimitazione è stata effettuata utilizzando sia la cartografia IGM in scala 1:25'000 che il Modello Digitale del Terreno (Digital Terrain Model, DTM) della CTR della Regione Basilicata. Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è mostrata la delimitazione del bacino idrografico.

Nella tabella seguente sono indicate le caratteristiche fisiografiche dei bacini ricavate dal DTM-CTR della Regione Basilicata con dimensioni di cella di 5x5 m.

Caratteristiche fisiografiche									
Bacino idrografico	S (km ²)	Hmax (mslm)	Hmed (mslm)	Hmin (mslm)	L (km)	i (%)	y (%)	CN (-)	c (-)
Zona 4	1.081	379.00	363.74	342.00	2.01	1.84	2.32	55	0.30

Tabella 1

Nella precedente tabella sono state indicate le seguenti grandezze:

- "S" (km²): superficie del bacino;
- "Hmax" (mslm): quota massima;
- "Hmed" (mslm): quota media;
- "Hmin" (mslm): quota minima;
- "L" (km): lunghezza dell'asta principale;
- "i" (%): pendenza dell'asta principale;
- "y" (%): pendenza media di versante;
- "c" (-): coefficiente di deflusso.

Come valore per il coefficiente di deflusso, in particolare, è stato scelto 0.30 per via del tipo di uso del suolo dei bacini idrografici considerati che risulta, secondo la Carta CORINE, essenzialmente agricolo (ad esclusione della sola area di interesse) con prevalenza di "seminativi in aree non irrigue".

4.2 Tempi di corrivazione

In funzione delle caratteristiche fisiografiche del bacino individuato, sono stati riportati, nella tabella seguente, differenti valori per i tempi di corrivazione in base a diverse formulazioni.

Tempi di corrivazione						
Bacino idrografico	Giandotti (h)	Kirpich (h)	Ventura (h)	Pezzoli (h)	Pasini (h)	tc (h)
Zona 4	1.92	0.53	0.97	0.81	1.03	0.84

Tabella 2

Viste le caratteristiche del bacino, tuttavia, come valore di riferimento per il tempo di corrivazione si è deciso di utilizzare la media delle sole espressioni di Kirpich, Ventura, Pezzoli e Pasini (escludendo la formula di Giandotti calibrata su bacini di estensione superiore).

4.3 Portate al colmo di piena

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

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

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

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

dove:

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

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

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

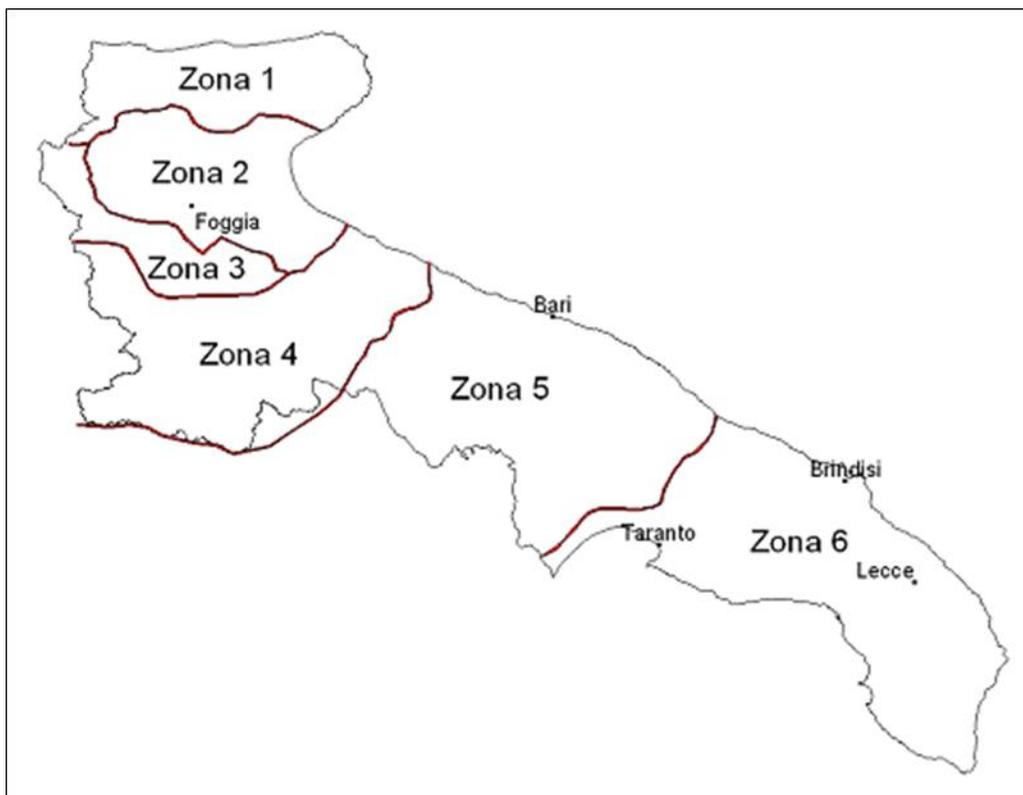


Figura 4: Corografia della Puglia con la delimitazione delle zone pluviometriche omogenee del VAPI

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

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

Curve di possibilità pluviometrica ed altezze di precipitazione (VAPI, zona 4)										
Bacino	K30	K200	K500	a'	n	h10	h30	h200	h500	
idrografico	(-)	(-)	(-)	(mm)	(-)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Zona 4	2.0	2.8	3.1	24.70	0.256	35.9	46.6	65.2	74.2	

Tabella 3

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

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

dove:

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

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

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

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

Nella tabella seguente sono presenti i valori delle portate al colmo di piena.

Portate al colmo di piena (VAPI, zona 4)			
Bacino idrografico	Q30 (m ³ /s)	Q200 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)
Zona 4	5.0	7.0	8.0

Tabella 4

Una volta calcolate le portate al colmo è possibile calcolare i coefficienti udometrici dividendo tali portate per la superficie del bacino precedentemente delimitato.

Nella tabella seguente sono presenti i valori dei coefficienti udometrici.

Coefficienti udometrici (VAPI, zona 4)			
Bacino idrografico	u30 (m ³ /s·km ²)	u200 (m ³ /s·km ²)	u500 (m ³ /s·km ²)
Zona 4	4.6	6.5	7.4

Tabella 5

I valori riportati nella tabella precedente sono assolutamente in linea con quelli riscontrabili in caso di bacini idrografici di dimensioni e caratteristiche simili a quelli in esame.

5 Tombini idraulici

In base ai tracciati della viabilità di accesso al parco è stata analizzata l'interferenza tra il reticolo idrografico ed il tracciato stradale.

Opera	Input			
	Pendenza (-)	Scabrezza (m ^{1/2} /s)	Diametro (m)	Riempimento (-)
Tombino 1	0.018	40	1.600	0.80
Opera	Calcoli			
	Angolo al centro (rad)	Tirante idrico (m)	Area (m ²)	Raggio idraulico (m)
Tombino 1	4.43	1.28	1.72	0.49
Opera	Output			
	Velocità media (m/s)	Portata defluita (m ³ /s)	Portata di progetto (m ³ /s)	Numero di Froude (-)
Tombino 1	3.36	5.789	5.000	1.15

Tabella 6- Attraversamenti idraulici dimensionamento/verifica



6 Cavidotti MT

L’infrastruttura di trasporto energia è costituita da cavidotti interrati a profondità dell’ordine di 1.2m che si dipanano in fregio alla viabilità di progetto e/o alla viabilità esistente.

Dal punto di vista dell’interferenza di questi ultimi con i reticoli idrografici presenti nell’area è possibile consultare la tavola A.16.a.20 – Planimetrie con individuazione di tutte le interferenze.

Nella zona del tombino verificato nel presente documento, non si rileva alcuna interferenza poiché il cavidotto può passare mediante scavo sulla strada da realizzare, grazie allo spessore sufficiente di terreno tra estradosso del tombino e piano strada.



DICHIARAZIONE DI ESENZIONE DELLE OPERE PROGETTATE DAL RISCHIO IDRAULICO

In maniera conforme all'art. 4 comma 4 delle Norme di Attuazione del Piano di Bacino Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino della Basilicata; il sottoscritto ing. Giovanni DI SANTO, nato a Potenza (Pz) il 26.04.1973 domiciliato presso il proprio studio in via Di Giura – Centro Direzionale in qualità di responsabile delle verifiche idrologiche e idrauliche del presente progetto,

DICHIARA

che le opere progettate non sono soggette a rischio idraulico in quanto, come descritto all'interno dell'elaborato "Relazione idrologica e idraulica" (rispetto alla quale la presente dichiarazione costituisce l'allegato B), le principali opere in progetto non intersecano le aree a rischio idraulico dei rami del reticolo idrografico desunti dall'RSDI della Regione Basilicata.

Potenza, 25.08.2020

Ing. Giovanni DI SANTO
direttore tecnico di F4 ingegneria srl



