



REGIONE PUGLIA

Provincia di FOGGIA

BOVINO E TROIA



OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEL
COMUNE DI BOVINO E TROIA IN LOCALITA' SERRONE E CONVEGNA

COMMITTENTE

Q-ENERGY RENEWABLES S.r.l.

Via Vittor Pisani, 8/a - 20124 Milano (MI)
PEC: q-energyrenewablesrl@legalmail.com
P.IVA: 12448130968

PROGETTAZIONE

Codice Commessa PHEEDRA: 22_04_EO_BVN



PHEEDRA

PHEEDRA S.r.l. Via Lago di Nemi, 90
74121 - Taranto
Tel. 099.7722302 - Fax 099.9870285
e-mail: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it

Dott. Ing. Angelo Micolucci



Dott. Geol. Antonio Mattia Fusco



1	Luglio 2022	PRIMA EMISSIONE	MS	AM	VS
REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE IDRAULICA

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	BVN	CIV	REL	025	01	BVN-CIV-REL-025_01	

Committente: Q-Energy Renewables S.r.l. Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI BOVINO E TROIA IN LOCALITA' SERRONE E CONVEGNA	Nome del file: BVN-CIV-REL-025_01
---	---	---

SOMMARIO

1. PARCO EOLICO	2
1.1. Premessa	2
2. INQUADRAMENTO INTERVENTO	3
3. ANALISI IDRAULICA	5
Verifica idraulica delle sezioni interferenti	6
4. CONCLUSIONI	10

Committente: Q-Energy Renewables S.r.l. Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI BOVINO E TROIA IN LOCALITA' SERRONE E CONVEGNA	Nome del file: BVN-CIV-REL-025_01
---	---	---

1. PARCO EOLICO

1.1. PREMESSA

La società "Q-Energy Renewables S.r.l." è promotrice di un progetto per l'installazione di un Impianto Eolico nel territorio della Provincia di Foggia (FG) su di un'area che interessa i comuni di Bovino e Troia in un territorio che si è rivelato interessante per lo sviluppo di un impianto eolico.

Gli aerogeneratori saranno collegati tra di loro mediante un cavidotto in media tensione interrato che collegherà l'impianto alla Sottostazione elettrica di progetto prevista sul territorio di Troia (FG).

La sottostazione elettrica 30/150 kV, è oggetto del presente progetto, e sarà realizzata, così come meglio esplicitato negli elaborati specifici allegati, in località Monsignore nel Comune di Troia (FG).

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico composto da 7 aerogeneratori ognuno da 6,0 MW da installare nel comune di Bovino (FG) e Troia (FG) con opere di connessione ricadenti nel comune di Troia (FG), commissionato dalla società **Q-Energy Renewables S.r.l.**

Lo studio è finalizzato ad appurare quali sono le interferenze delle opere in progetto con la rete idrografica dell'area e la compatibilità delle stesse con caratteristiche costruttive, di installazione e di funzionamento degli aerogeneratori eolici che ai sensi dell'**art. 6 comma 4 e 10 comma 2** che si stralcia per facilità di lettura:

"1. Al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, il PAI individua il reticolo idrografico in tutto il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità.

"4. All'interno delle aree e nelle porzioni di terreno di cui al precedente comma 1, possono essere consentiti l'ampliamento e la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino."

Nel caso di specie per la realizzazione degli impianti eolici a Legge **387/03** art. **12** comma **1** prescrive:

"Le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti."

L'individuazione dell'ubicazione degli aerogeneratori è frutto di verifiche sia dal punto di vista geologico ed idrogeologico che dal punto di vista anemologico. Il sito scelto è risultato il più idoneo tra quelli analizzati per qualità e quantità del vento, ridotti impatti ambientali generati, accessibilità per il montaggio degli impianti in prossimità della rete elettrica di alta tensione esistente.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDRAULICA	Pag. 2 di 10
---	---------------------	----------------------------

2. INQUADRAMENTO INTERVENTO

Dal punto di vista cartografico, il sito d'intervento ricade nella Tavoletta n.420 e 421 della Carta I.G.M. in scala 1: 25.000 su di un'area che interessa i comuni di Bovino e Troia; che si è rivelata interessante per lo sviluppo di un impianto eolico.

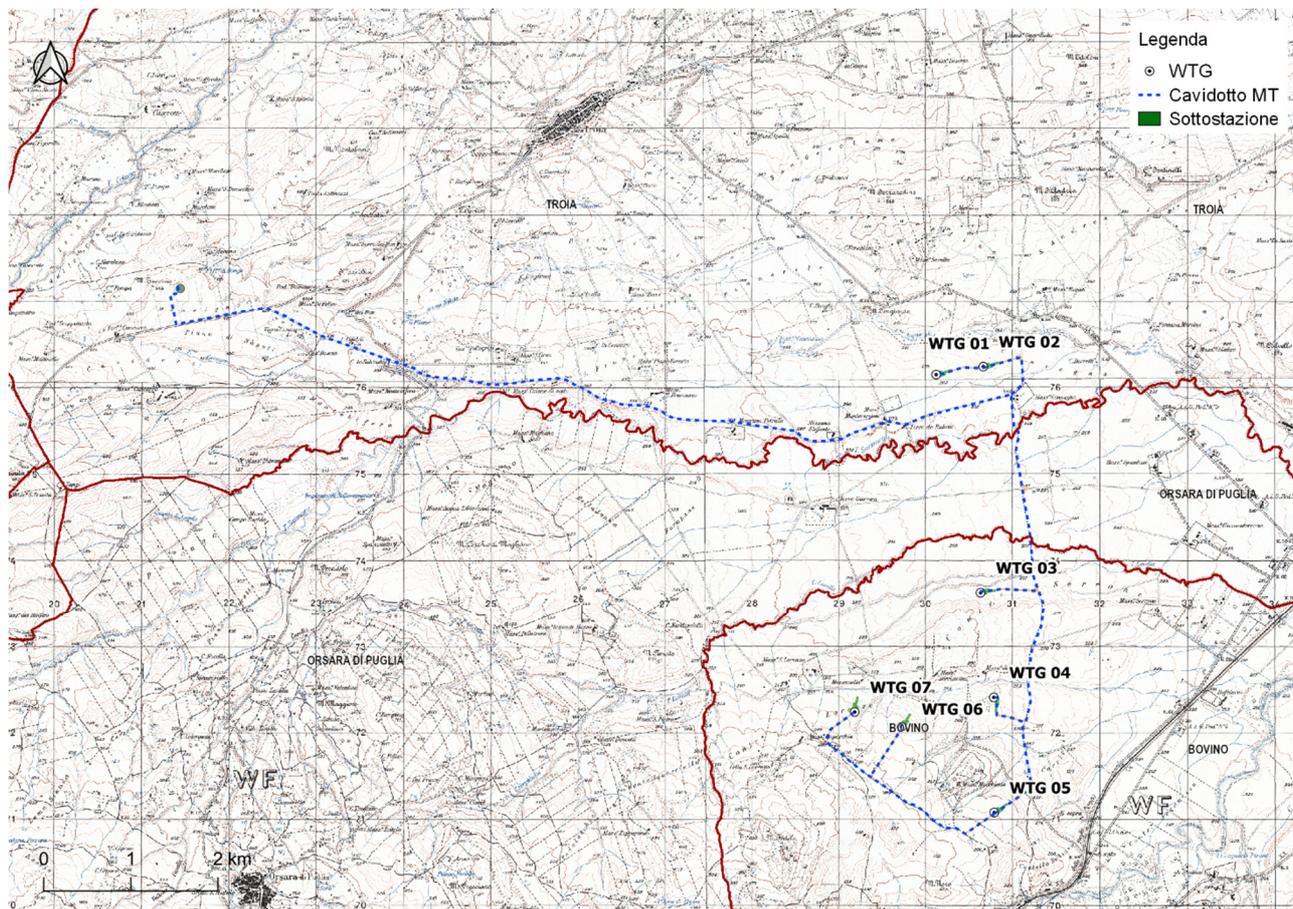


Figura 1 - Inquadramento impianto su Stralcio IGM 1:25.000

L'impianto si estende in direzione nord-sud dal territorio comunale del Comune di Troia a Bovino. Gli aerogeneratori saranno collegati tra di loro mediante un cavidotto in media tensione interrato, per il collegamento dello stesso alla sottostazione di trasformazione e consegna 30/150 KV di progetto.

La sottostazione di trasformazione è prevista in prossimità della stazione elettrica RTN "Troia" esistente. Lo stallo nella SSE sarà connesso, tramite un cavidotto interrato in alta tensione allo stallo AT della SE.

Dal punto di vista geolitologico il territorio presenta complessivamente una matrice sabbiosa e limo-argillosa di origine alluvionale. Si tratta di conglomerati con matrice argillosa e sabbiosa, a stratificazione a volte ben evidente.

Per la definizione delle fasce di rispetto dei reticoli idrografici si è fatto riferimento al reticolo aggiornato dall' Unit of Management Regionale Puglia e interregionale Ofanto - euJoMCode ITR161I020 bacino idrografico Ofanto, già bacino interregionale; bacini idrografici della Puglia, già bacini regionali.

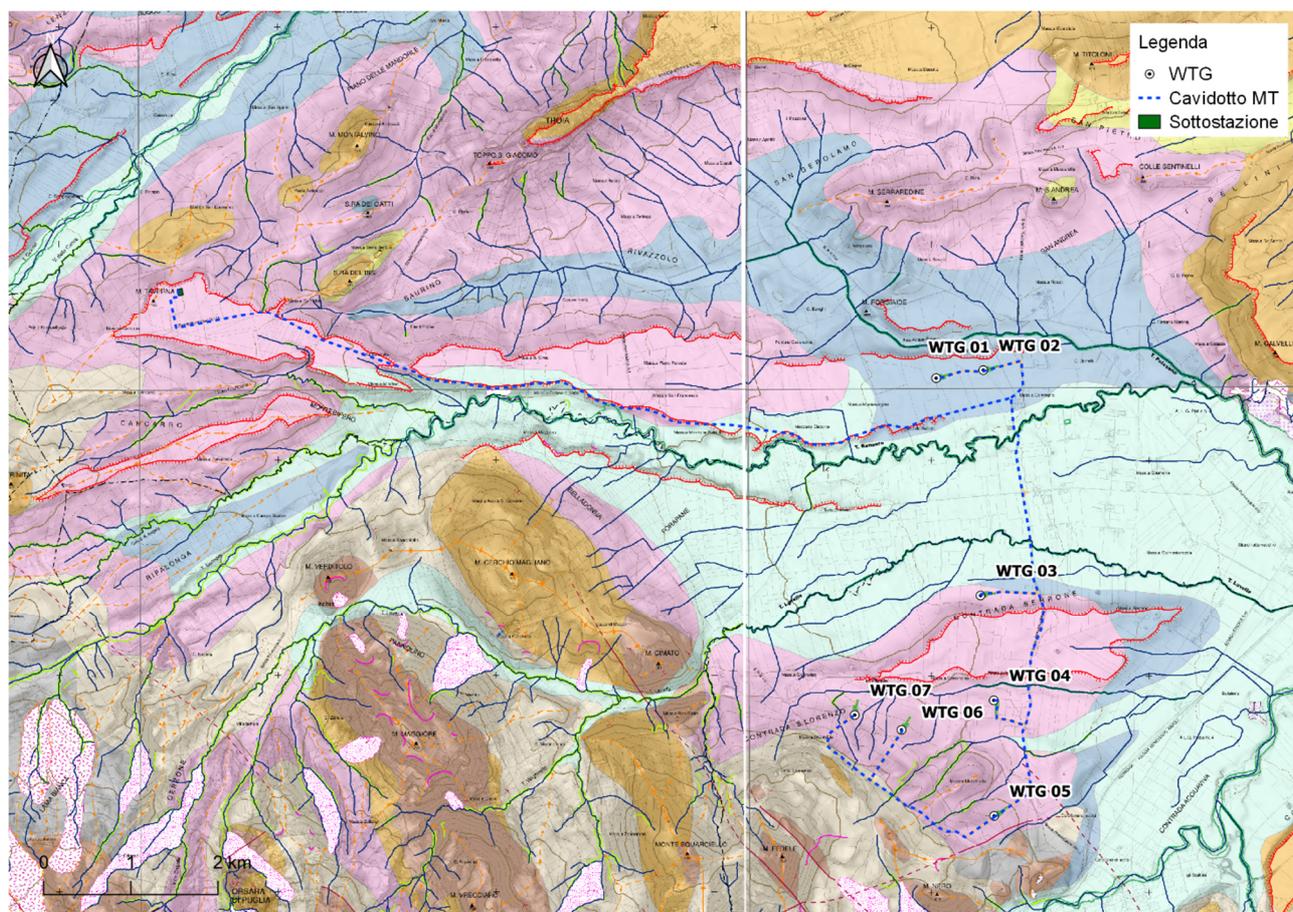


Figura 2 - Inquadramento su Carta Idrogeomorfologica delle Aree a Pericolosità di Alluvione

Gli aerogeneratori sono localizzabili alle seguenti coordinate, espresse con datum WGS84 e proiezione UTM 33 N:

Aerogeneratore	E	N
WTG 01	530051	4575953
WTG 02	530591	4576046
WTG 03	530560	4573440
WTG 04	530713	4572218
WTG 05	530717	4570886
WTG 06	529653	4571878
WTG 07	529116	4572049

Le turbine sono identificate ai seguenti estremi catastali:

Aerogeneratore	Comune	Foglio	Particella
WTG01	Troia	61	46
WTG02	Troia	61	14
WTG03	Bovino	2	286
WTG04	Bovino	2	232

Committente: Q-Energy Renewables S.r.l. Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI BOVINO E TROIA IN LOCALITA' SERRONE E CONVEGNA	Nome del file: BVN-CIV-REL-025_01
---	---	---

WTG05	Bovino	2	11
WTG06	Bovino	2	27
WTG07	Bovino	2	475

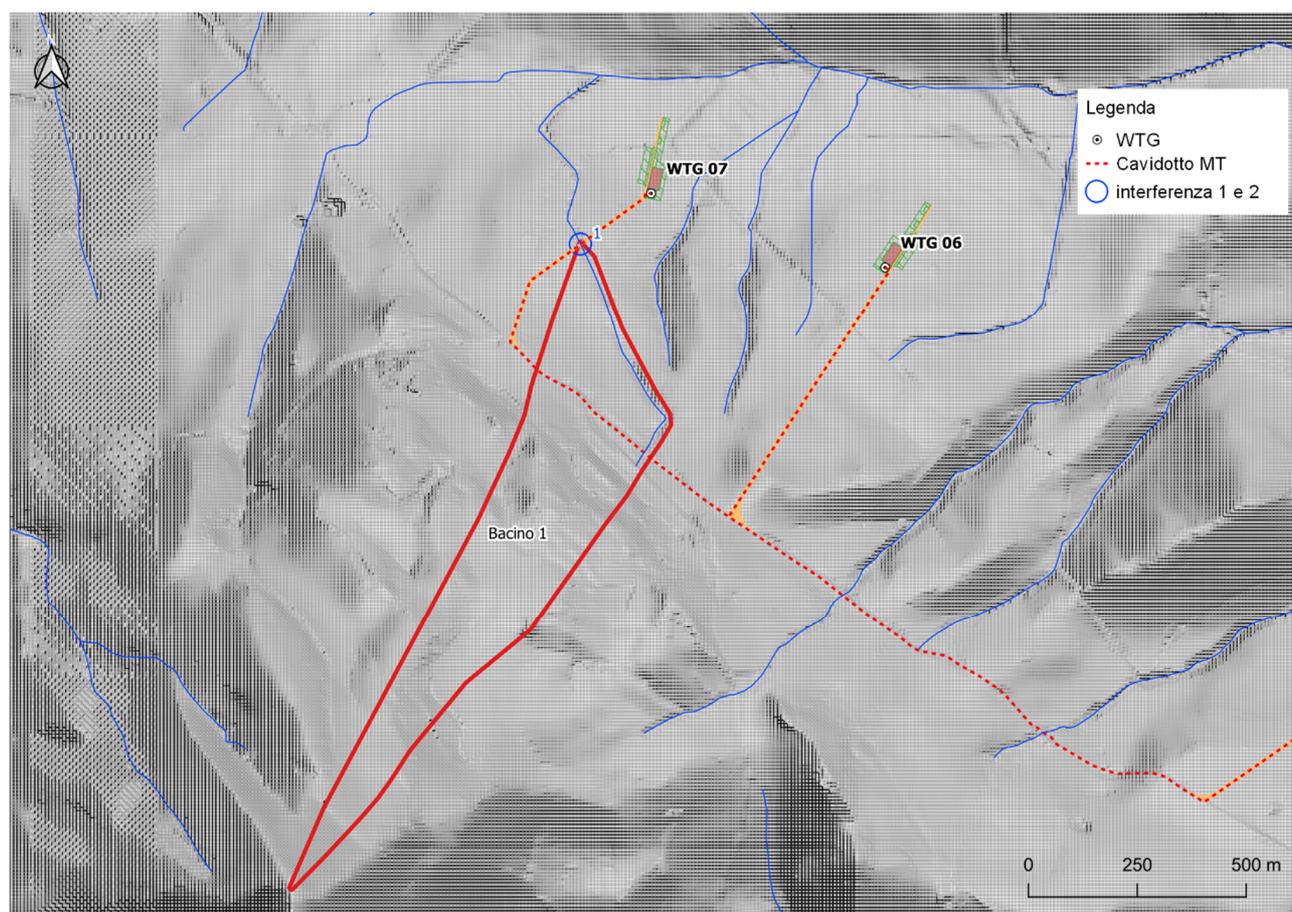
La cabina di raccolta è localizzabile alle seguenti coordinate baricentriche: (41° 20' 38" N, 15° 15' 20" E), in catasto al foglio 6 particella 80 del Comune di Troia (FG).

La Sottostazione 30/150 kV è localizzabile alle seguenti coordinate: (412038 N, 0151520 E), in catasto al Foglio 6 particella 442 del Comune di Troia (FG).

La stazione RTN 380/150 kV è invece localizzabile alle seguenti coordinate: (412033 N, 0151523 E), in catasto al Foglio 6 Particella 480 del Comune di Troia (FG).

3. ANALISI IDRAULICA

Per l'accertamento della posizione delle opere in progetto rispetto alle previsioni delle N.T.A. del P.A.I per la tutela delle aree AP, MP e BP e del reticolo idrografico, si è proceduto ad accertamenti in sito, ed a verifiche cartografiche, eseguite su due livelli di scala sulla cartografia IGM e sulla CTR regionale.



Dall'analisi cartografica si può evincere che 1 strada di nuova realizzazione interferisce con il reticolo idrografico, e per questa sono state opportunamente dimensionate le strutture di attraversamento, mentre il cavidotto di media tensione interferisce con il reticolo idrografico in molteplici punti che, al fine di non interferire con l'idrografia dell'area, sono stati affrontati con tecniche avanzate di superamento quali la **Trivellazione**

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDRAULICA	Pag. 5 di 10
---	---------------------	----------------------------

Committente: Q-Energy Renewables S.r.l. Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI BOVINO E TROIA IN LOCALITA' SERRONE E CONVEGNA	Nome del file: BVN-CIV-REL-025_01
---	---	---

Orizzontale Controllata (TOC) (in inglese *directional drilling* o *horizontal directional drilling, HDD*), o *perforazione teleguidata*, è una tecnologia *no dig* idonea alla installazione di nuove condotte senza effettuare scavi a cielo aperto. A tal proposito si evidenzia che il cavidotto, come evidente nelle immagini successive, percorre le aree a Pericolosità idraulica su strada esistente e le interferenze verranno superate, come da tavola di progetto BOV-CIV-TAV-017_01.

Per l'interferenza del reticolo con la strada di nuova realizzazione, come da relazione idrologica (cfr. BOV-CIV-REL-017) si è determinata la portata al colmo di piena del bacino imbrifero studiato (Bacino 1) ottenendo le seguenti:

Portate al colmo di piena	
Q 30 (mc/s)	3,73
Q 200 (mc/s)	6,88
Q 500 (mc/s)	8,47

In particolare, con riferimento all'intervento oggetto di studio, si è riscontrato che la strada di nuova realizzazione, per l'accesso alla WTG 7, intercetta un reticolo, tuttavia si precisa a tal fine che le strade di nuova realizzazione e le piazzole verranno realizzate in Macadam, costituita da una massicciata di pietrisco sabbia e acqua, costipata e spianata ripetutamente da rullo compressore, integrata da un sottofondo di pietrame di grossa pezzatura, quindi senza ulteriore incremento di superfici impermeabili atte ad aumentare il deflusso idrico superficiale.

Per il dimensionamento idraulico delle opere d'arte a servizio del corpo stradale, come cunette, fossi di guardia, tombini ponticelli e ponti, è di fondamentale importanza l'individuazione delle portate massime che queste devono essere capaci di smaltire, a tal fine si è fatto riferimento a quanto previsto nelle norme tecniche di attuazione previste dal PAI, ovvero si sono dimensionate le opere per una portata al colmo con tempo di ritorno duecentennale per all'invarianza idraulica del sito.

VERIFICA IDRAULICA DELLE SEZIONI INTERFERENTI

Gli attraversamenti hanno la funzione di assicurare la continuità alle opere che non trovano un appoggio diretto e continuo sul terreno per ragioni altimetriche, per la natura e morfologia della valle e per gli ostacoli di varia specie che esse possono incontrare.

Si è dedicata la massima attenzione alla modellazione degli attraversamenti in quanto spesso tale tipologia di strutture costituisce un restringimento di sezione e quindi un ostacolo al normale deflusso.

Un' eventuale ostruzione di un ponte può creare condizioni di estrema pericolosità e la sua tracimazione o il suo sormonto, in aggiunta a una sollecitazione (orizzontale) impropria delle sue strutture, può determinare fenomeni di rigurgito idraulico verso monte non più contenibili entro l'alveo provocando l'allagamento del piano stradale e del territorio circostante.

Inoltre, l'improvvisa rimozione dell'ostruzione (cedimento della struttura) può dar luogo ad un'onda improvvisa che, liberando in brevissimo tempo l'invaso e i materiali accumulati a monte, si propaga verso valle con singolare potenza.

Si sono, progettate le sezioni e verificate in modo da valutare se la portata al colmo di piena, ovvero la portata idrologica per un tempo di ritorno di 200 anni, fosse maggiore della portata che in condizioni critiche la sezione potesse smaltire.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDRAULICA	Pag. 6 di 10
---	---------------------	----------------------------

Committente: Q-Energy Renewables S.r.l. Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI BOVINO E TROIA IN LOCALITA' SERRONE E CONVEGNA	Nome del file: BVN-CIV-REL-025_01
---	---	---

Dopo aver analizzato le aree allagabili si sono quindi analizzate le interferenze fra il reticolo idrografico e le strade a servizio dell'impianto di nuova realizzazione, al fine di consentire un dimensionamento delle opere di attraversamento e il ripristino dell'idrografia preesistente.

Si è proceduto quindi alla individuazione del Bacino scolante relativo alla sezione di chiusura:

DATI GEOMORFOLOGICI BACINO SCOLANTE

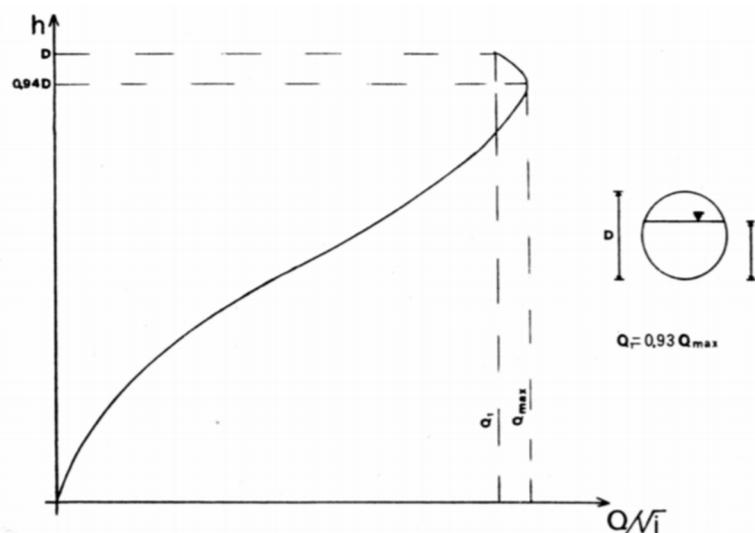
Superficie (kmq)	0,2960
Altezza media del bacino	476
Altezza massima asta principale (m)	701
Altezza minima asta principale (m)	362
Pendenza media del bacino (%)	20,00
Lunghezza asta principale (km)	1,85
Lunghezza asta principale (m)	1850
Pendenza media asta principale	0,18

Sulla base delle portate calcolate si sono infine definite le sezioni idonee a smaltire la portata duecentennale con un franco di sicurezza del 20%.

I tombini sono opere d'arte che hanno la funzione di consentire l'attraversamento del corpo stradale alle acque meteoriche raccolte a monte mediante canalizzazioni naturali (impluvi) ed artificiali (fossi di guardia e cunette); solitamente, essi vengono posizionati in corrispondenza alle linee di impluvio del terreno.

Si presentano sotto varie forme (tubolare a piattabanda, a volta o scatolare) e perciò la scelta va fatta in funzione della natura dei terreni di posa, dei sovraccarichi e della portata di acqua che deve essere smaltita. Per ripartire i notevoli carichi trasmessi dai veicoli moderni è buona norma assicurare che tra il manufatto e la pavimentazione vi sia uno strato di terreno dello spessore di almeno 80 cm. Inoltre, ogni tombino deve avere nella parte a monte un pozzetto per la raccolta delle acque, allo scopo di lasciare depositare i detriti trascinati dalla corrente, ed evitare che venga ostruita la canna. La pendenza da assegnare al fondo del condotto deve essere sufficiente ($1 \div 4\%$) per consentire lo smaltimento delle acque torbide; nel caso in cui la pendenza naturale del terreno superi il $20 \div 25\%$ conviene ridurre la pendenza per mezzo di una gradonatura.

Nel dimensionamento della sezione idraulica, bisogna evitare che essa risulti eccessivamente larga perché in tal caso la sedimentazione dei materiali solidi trasportati dalla corrente potrebbe determinare un'ostruzione della corrente; d'altra parte, un'altezza eccessiva d'acqua a parità di altre condizioni, darebbe luogo a notevoli velocità ed a forti azioni di trascinamento che, in presenza di acque torbide, possono causare erosione nella superficie del manufatto. Solitamente i tombini si dimensionano in modo che la sezione venga occupata solo parzialmente dall'acqua. Infatti, è noto che nelle sezioni chiuse la portata Q, corrispondente alla condizione di riempimento totale, è minore della portata massima che può essere convogliata in condizione di parziale riempimento; tale fenomeno risulta dovuta al fatto, che, in corrispondenza del massimo riempimento è massimo il contorno bagnato.



Nel caso di sezione circolare, la portata massima si ha per un'altezza pari ad $h=0,94 D$; per valori di altezza maggiori, la portata diminuisce gradualmente e raggiunge il valore $Q = 0,93 Q_{max}$ quando la sezione è piena.

Per assicurare il funzionamento a superficie libera occorre prevedere, in sede di calcolo, un opportuno franco tra il pelo libero e la sommità della sezione. Solitamente, esso, per le opere stradali può essere assunto pari al 20 ÷ 30% dell'altezza della sezione.

A tal fine si è proceduto al dimensionamento delle tubazioni verificando che la portata fosse inferiore a quella di progetto con un franco del 20% dell'altezza della sezione.

**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
 SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE**

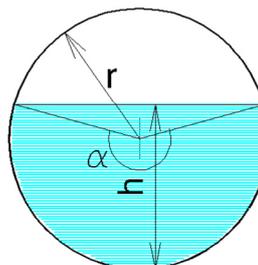
Descrizione = Tombino intersezione 1

Punto di sezione= 1

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

d	⇒	1,00	DIAMETRO [m]
r	⇒	0,5	[m]
h	⇒	0,8	[m]
p	⇒	3%	Pendenza
m	⇒	0,25	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Angolo al centro	α	⇒	253,7 [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ} r\right)$	⇒	2,214 [m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi \alpha}{180^\circ} - \text{sen } \alpha\right)$	⇒	0,6736 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0,304 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,8 m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇒	68,81
V	⇒	6,57 [m/sec]
Q	⇒	4,428 [m ³ /sec]

VERIFICA	2Q		Q 200 anni
2 TUBI DA 1000	8,9	>	6,9 [m ³ /sec]

Committente: Q-Energy Renewables S.r.l. Via Vittor Pisani 8/a 20124 Milano (MI)	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI BOVINO E TROIA IN LOCALITA' SERRONE E CONVEGNA	Nome del file: BVN-CIV-REL-025_01
---	---	---

4. CONCLUSIONI

A seguito di un accurato studio idrologico ed idraulico, affiancato da un'analisi della geomorfologia dell'area in esame, sono state valutate le risoluzioni delle interferenze fra il cavidotto di connessione ed il reticolo idrografico oltre al chiarimento circa le modalità di formazione dei rilevati delle piazzole e delle strade di nuova realizzazione che intercettano aree di pertinenza fluviale, formate in materiale drenante, quindi senza ulteriore incremento di superfici impermeabili atte ad aumentare il deflusso idrico superficiale.

- Dall'analisi del progetto è emersa la necessità di introdurre una tombinatura equivalente in corrispondenza dell'intersezione 1 e son stati inseriti 2 tubi in C.A.V. da 1000 mm.
- L'intervento in progetto prevede, a seguito della intersezione del cavidotto con il reticolo idrografico e di alcune aree a pericolosità idraulica, esclusivamente su viabilità esistente, interventi di attraversamento in T.O.C.

Dalle verifiche effettuate e inserendo le tombinature equivalenti al tratto di strada che intercetta il reticolo idrografico si ha l'invarianza idraulica dell'area studiata.

Si conclude, pertanto, che l'intervento, ai sensi del punto degli art. 6 ed 10 delle NTA del PAI non interferisce all'incremento della pericolosità idraulica così come verificato con il presente studio, l'intervento risulta pertanto essere compatibile con le finalità e le prescrizioni previste dal Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDRAULICA	Pag. 10 di 10
---	---------------------	---------------