



**COMUNE DI TROIA**

*PROVINCIA DI FOGGIA*



**COMUNE DI ORSARA DI PUGLIA**

*PROVINCIA DI FOGGIA*

**Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica di 6 aerogeneratori con potenza di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nei comuni di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG), in località "Cancarro"**

## PROGETTO DEFINITIVO

Regimentazione delle acque meteoriche

COD. ID.				
Livello prog.	Tipo documentazione	N. elaborato	Data	Scala
PD	Definitiva	4.2.6.11	12/2022	

Nome file	
-----------	--

REVISIONI					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	DICEMBRE 2022	PRIMA EMISSIONE		MAGNOTTA	MAGNOTTA

COMMITTENTE:



**Italgen S.p.A**

Via Kennedy,37  
24020 Villa di Serio (BG), Italia  
P.IVA 02605580162

PROGETTAZIONE:



**MAXIMA INGEGNERIA S.R.L.**


via Marco Partipilo n.48 - 70124 BARI  
pec: gpsd@pec.it  
P.IVA: 06948690729

## MODALITÀ DI REGIMENTAZIONE E STIMA DELLE ACQUE METEORICHE

### INDICE

---

1	PREMESSA.....	2
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	2
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	2
4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO .....	6
5	STUDIO IDROLOGICO.....	9
5.1	Metodologia utilizzata .....	9
5.2	Analisi morfologica.....	9
<b>5.3</b>	<b>Analisi pluviometrica</b> .....	10
5.4	Stima delle portate al colmo di piena.....	13
6	DRENAGGIO PIATTAFORMA STRADALE .....	17
6.1	Descrizione delle opere.....	17
6.1.1	Drenaggio acque di piattaforma stradale in rilevato .....	18
6.1.2	Drenaggio acque di piattaforma stradale in trincea .....	19
6.2	Componenti del sistema stradale.....	19
6.2.1	Criteri di dimensionamento delle opere costituenti il sistema di drenaggio .....	19
6.2.2	Cunetta .....	20
7	INVARIANZA IDRAULICA DEL TERRITORIO.....	21
8	CONCLUSIONI.....	22

	<p>Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 6 aerogeneratori con potenza complessiva di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"</p>	<p>Dicembre 2022</p>
---	--	----------------------

## 1 PREMESSA

La presente Relazione è parte integrante della proposta progettuale avanzata dalla società Italgen S.p.A, con sede legale in via Kennedy, 37 a Villa Di Serio (BG), promotrice del progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica con potenza complessiva di 36 MW e delle relative opere di connessione alla stazione RTN con sezione di raccolta 36 kV e trasformazione 150/36 kV ubicata nei comuni di Troia e Orsara di Puglia, in provincia di Foggia (FG), in località "Cancarro".

Il futuro impianto sarà costituito da un numero complessivo di 6 aerogeneratori del tipo Siemens Gamesa SG 6.0-170 o similari, per una potenza nominale complessiva dell'impianto eolico pari a 36 MW. L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori sarà convogliata, tramite linee MT dedicate, alla stazione RTN con sezione di raccolta 36 kV e trasformazioni 150/36 kV.

La presente relazione si propone di analizzare il deflusso delle acque meteoriche.

## 2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La progettazione del sistema di trattamento è stata effettuata secondo i criteri imposti dalla normativa nazionale e regionale nel settore ambientale relativo alla disciplina delle acque meteoriche.

In particolare:

- D.Lgs N° 152 del 03 aprile 2006 "Norme in materia ambientale" e successive modifiche ed integrazioni;
- REGOLAMENTO REGIONALE 28 settembre 2017, n. 3 "Regolamento di tutela e gestione sostenibile del patrimonio forestale regionale";
- Norme Tecniche Attuazione PAI Puglia;
- Piano di Tutela delle Acque, redatto ai sensi dell'art.121 del D.Lgs. 152/2006, adottato nel 2007.

## 3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto per la realizzazione del parco eolico in oggetto prevede l'installazione di 6 aerogeneratori del tipo Siemens Gamesa SG 6.0-170, ciascuno della potenza nominale pari a 6,0 MW, per una potenza nominale complessiva pari a 36 MW, sito in località "Cancarro" nel territorio comunale di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG).

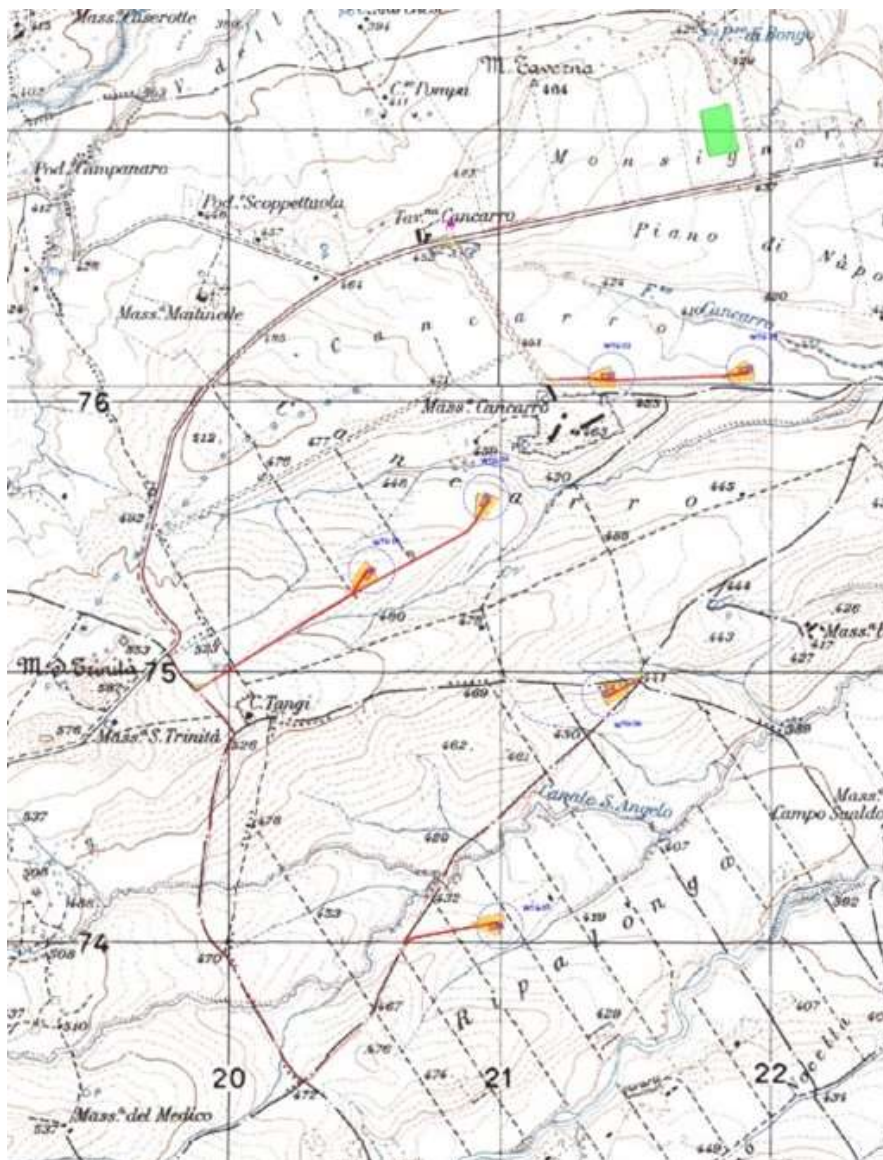
Il modello di turbina che si intende adottare è del tipo SG 6.0 – 170 o similari. Tale aerogeneratore possiede una potenza nominale nel range di 6.0 MW ed è allo stato attuale una macchina tra le più avanzate tecnologicamente; sarà inoltre fornito delle necessarie certificazioni rilasciate da organismi internazionali.

Le dimensioni di riferimento della turbina proposta sono le seguenti: D (diametro rotore) fino a 170 m, H<sub>mozzo</sub> (altezza torre) fino a 115 m, H<sub>max</sub> (altezza della torre più raggio pala) fino a 200 m.

Lo sfruttamento dell'energia del vento è una fonte naturalmente priva di emissioni: la conversione in elettricità avviene infatti senza alcun rilascio di sostanze nell'atmosfera. La tecnologia utilizzata consiste nel trasformare l'energia del vento in energia meccanica attraverso degli impianti eolici, che riproducono il funzionamento dei vecchi mulini a vento. La rotazione prodotta viene utilizzata per azionare gli impianti aerogeneratori. Rispetto alle configurazioni delle macchine, anche se sono state

sperimentate varie soluzioni nelle passate decadi, attualmente la maggioranza degli aerogeneratori sul mercato sono del tipo tripala ad asse orizzontale, sopravvento rispetto alla torre. La potenza è trasmessa al generatore elettrico attraverso un moltiplicatore di giri o direttamente utilizzando un generatore elettrico ad elevato numero di poli.

Gli aerogeneratori si trovano in media a più di 4 km dal centro abitato di Troia, a poco più di 4,5 km dal centro abitato di Orsara di Puglia, a poco più di 4,8 km dal centro abitato di Celle San Vito e a poco più di 3 km dal centro abitato di Castelluccio Valmaggiore, compatibilmente con l'art. 5.3. "Misure di mitigazione" dell'Allegato IV del DM 10 settembre 2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", secondo il quale la minima distanza di ciascun aerogeneratore dai centri abitati individuati dagli strumenti urbanistici vigenti non deve essere inferiore a 6 volte l'altezza massima dell'aerogeneratore, nel caso in esame pari a 1,2 km (6 \*200m).

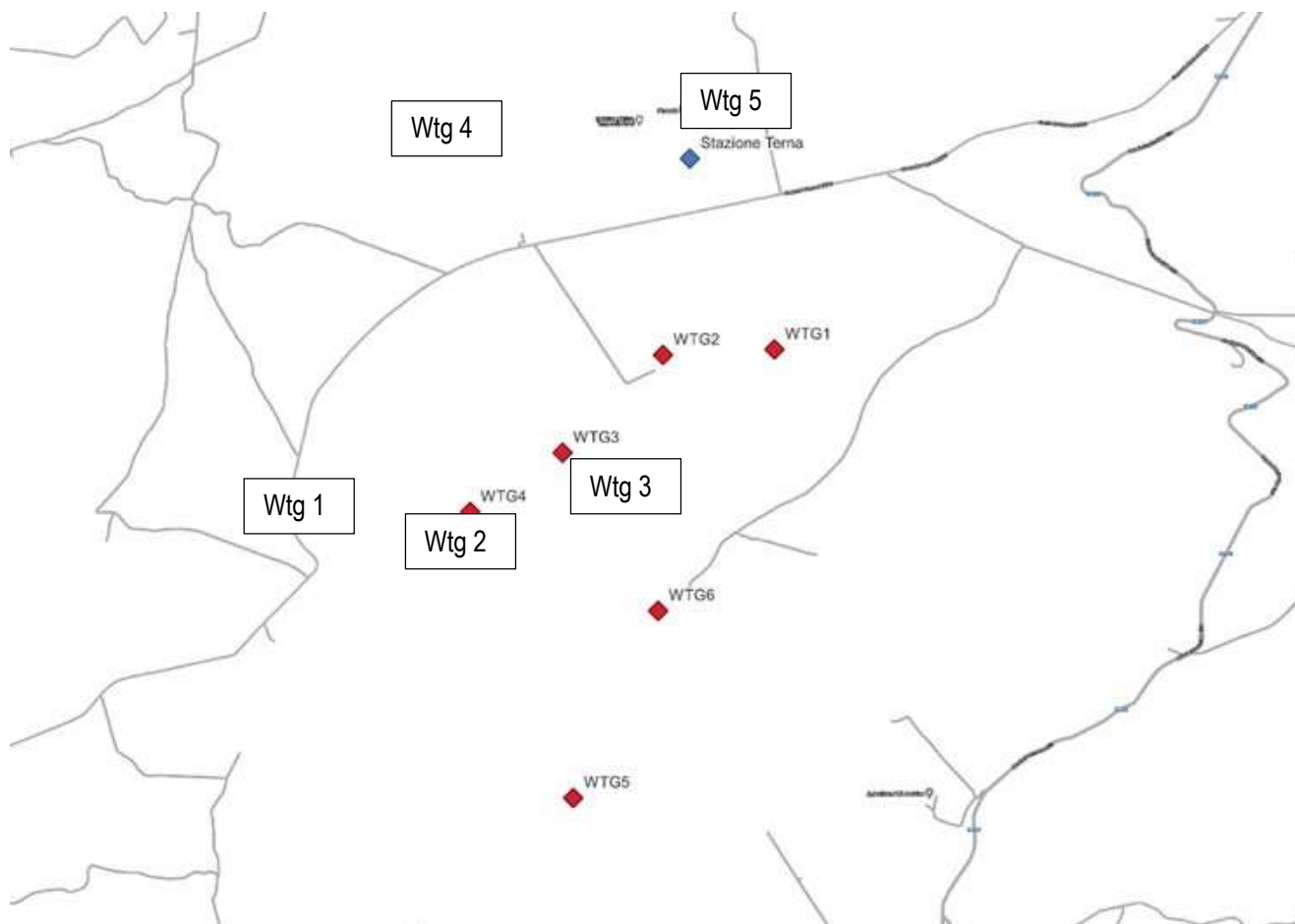


Inquadramento del parco eolico su IGM

Il sito è facilmente raggiungibile dalla Autostrada A16 Napoli – Canosa, uscendo al casello autostradale di Candela e proseguendo per la SP95, poi per la SS655, per la SP106 e per la SP123 si può raggiungere un accesso del parco in corrispondenza della Wtg01.

Uscendo al casello di Grottaminarda, invece, e proseguendo verso la SS90, poi per la SP58, si può raggiungere un secondo accesso in corrispondenza degli aerogeneratori Wtg04 e Wtg05.


Tutte le strade di collegamento all'area di impianto sono idonee al transito dei mezzi speciali di trasporto.



Carta della viabilità – Google Maps

Dal punto di vista catastale, l'asse dell'aerogeneratore ricade sulle seguenti particelle del Nuovo Catasto Terreni:

WTG	Foglio	Particella	Comune
WTG1	8	156	Troia
WTG2	8	270	Troia
WTG3	8	149	Troia
WTG4	8	407	Troia
WTG5	2	148	Orsara di Puglia
WTG6	2	42	Orsara di Puglia

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 6 aerogeneratori con potenza complessiva di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"	Dicembre 2022
---	---	---------------

Dal punto di vista cartografico l'asse degli aerogeneratori è collocato alle seguenti coordinate in WGS 84-UTM 33N:

WTG	E	N
WTG1	521850.75	4575926.55
WTG2	521339.11	4575901.08
WTG3	520878.51	4575452.99
WTG4	520453.85	4575181.39
WTG5	520927.31	4573869.89
WTG6	521316.76	4574727.76

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori sarà convogliata, tramite linee MT dedicate, alla stazione RTN con sezione di raccolta 36 kV e trasformazioni 150/36 kV.

Le suddette opere si possono suddividere in:

- Rete di media tensione dell'impianto eolico, costituita dalle linee in media tensione 36 kV che connettono gli aerogeneratori alla stazione RTN con sezione di raccolta 36 kV e trasformazioni 150/36 kV;
- Impianto di Rete per la connessione alla RTN.

L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore viene trasformata da bassa a media tensione attraverso il trasformatore installato all'interno dell'aerogeneratore medesimo per essere poi convogliata al quadro di media tensione a 36 kV, posto alla base della torre di sostegno.

Lo schema proposto per il collegamento degli aerogeneratori alla stazione RTN con sezione di raccolta 36 kV e trasformazioni 150/36 kV consiste in una soluzione mista di linee radiali e ad albero, in funzione della disposizione degli aerogeneratori stessi, dell'orografia del territorio e della viabilità interna del parco.

Il cavidotto interno al parco di collegamento tra i 6 aerogeneratori di progetto ha una lunghezza pari a circa 9.2 km, di cui 3.9 km nel territorio di Troia, di cui 1.4 km nel territorio di Celle San Vito, 0.5 km al confine tra il territorio di Celle San Vito e Orsara di Puglia, di cui 0.6 km nel territorio di Castelluccio Valmaggiore e 2.8 km nel territorio di Orsara di Puglia.

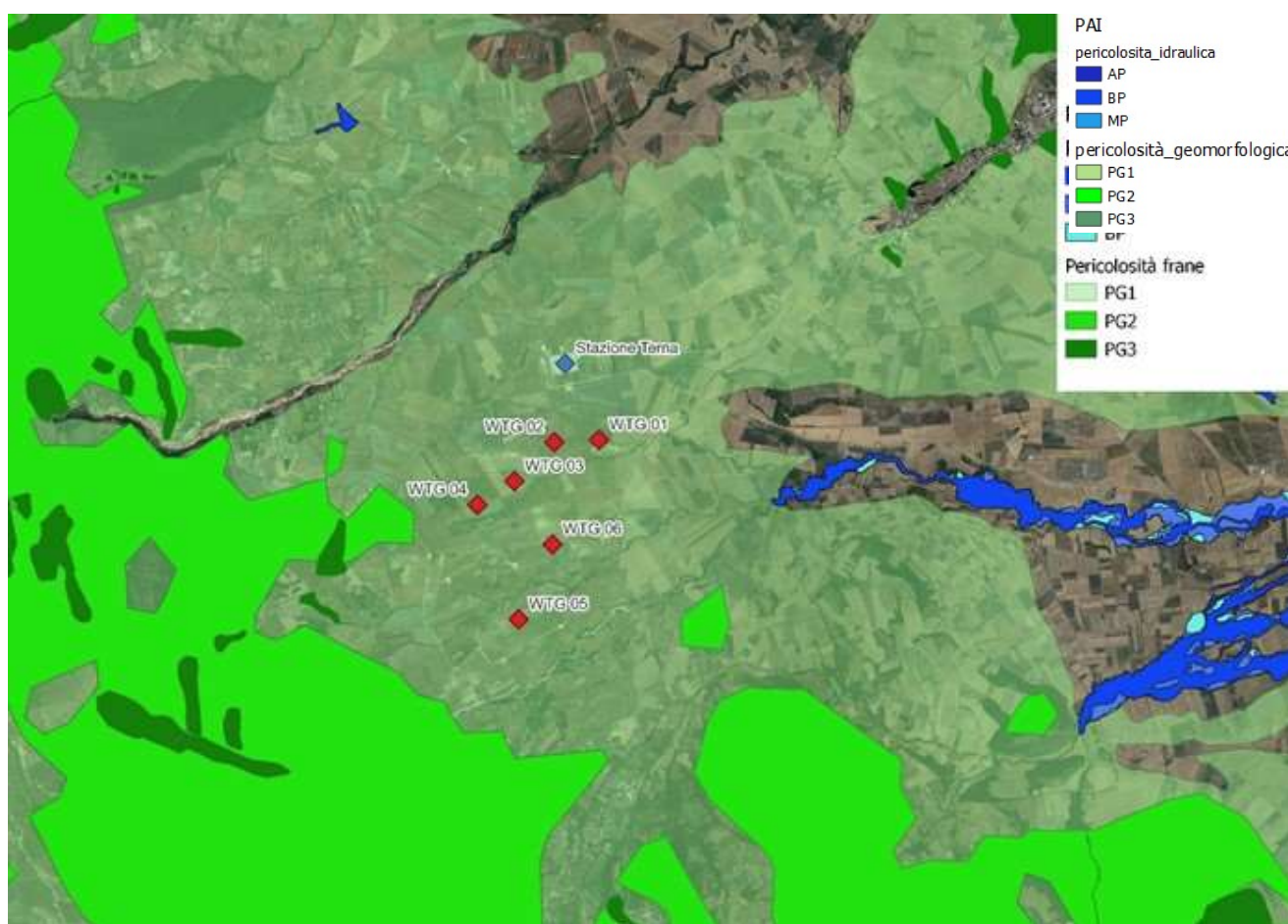


*Planimetria Ampliamento Stazione Terna*

## 4 INQUADRAMENTO IDROGEOMORFOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

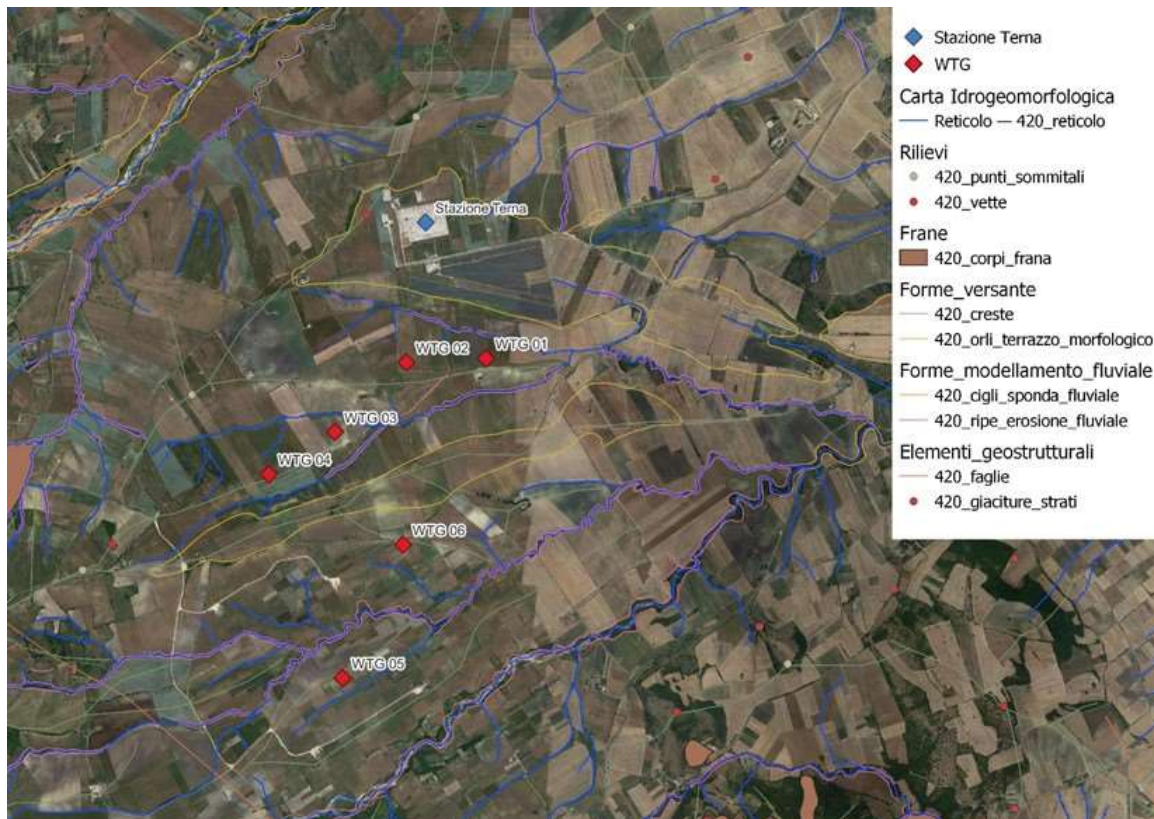
Le aree interessate dagli interventi **sono esterne alle aree a pericolosità idraulica AP, MP e BP**, come si può dedurre dalla cartografia del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI), approvato dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia.

Inoltre, le aree interessate dall'installazione degli aerogeneratori **sono esterne alle aree a pericolosità geomorfologica PG3**, ma risultano **interne alle aree a pericolosità geomorfologica PG1** e un **breve tratto di cavidotto risulta interno alle aree a pericolosità geomorfologica PG2**, per cui sarà necessario uno studio di compatibilità geologica e geotecnica, al fine della valutazione della compatibilità dell'intervento ai sensi delle NTA del PAI.



Inquadramento su PAI

Relativamente alla Carta Idrogeomorfologica redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia, l'elemento più significativo è quello dei corsi d'acqua, intendendo con tale terminologia l'insieme dei percorsi lineari dei deflussi, che costituiscono il reticolo idrografico di un territorio. Dallo studio della carta, si evince che le aree di intervento per l'ubicazione degli aerogeneratori sono lambite da alcuni reticoli idrografici, come si può evincere dal seguente stralcio planimetrico e dagli elaborati grafici in allegato.



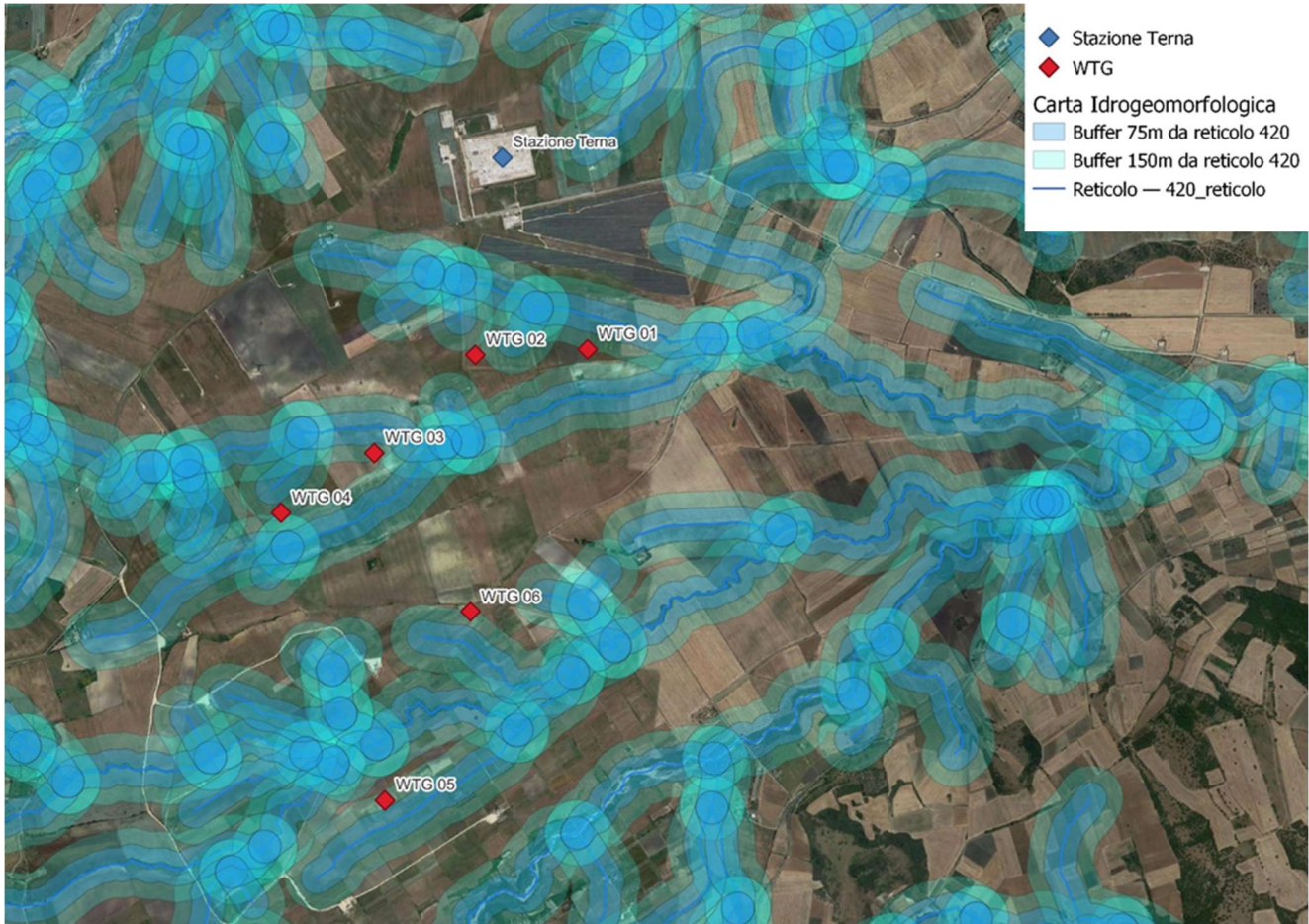
*Inquadramento sui reticoli della Regione Campania*

L'aerogeneratore WTG02 è l'unico a risultare **esterno sia alla fascia di rispetto di 75 m in destra e sinistra idraulica dall'asse fluviale, che alla fascia di pertinenza fluviale di 150 m in destra e sinistra idraulica dall'asse fluviale**, come definita all'art. 10 delle NTA del PAI.


I rimanenti WTG01, WTG03, WTG04, WTG05 e WTG06 risultano **esterni alla fascia di rispetto di 75 m in destra e sinistra idraulica dall'asse fluviale, ma interni alla fascia di pertinenza fluviale di 150 m in destra e sinistra idraulica dall'asse fluviale**.

Per tutti gli aerogeneratori, ad esclusione della WTG02, è necessario uno studio di compatibilità idrologia e idraulica, comprensivo di analisi idrologica e modellazione idraulica per individuare l'impronta allagabile per un evento meteorico con tempo di ritorno di 200 anni, al fine di valutare le condizioni di sicurezza per le opere da farsi, per il quale si rimanda alla Relazione Idraulica.





*Reticolo idrografico con relativi buffer di rispetto*

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 6 aerogeneratori con potenza complessiva di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"	Dicembre 2022
---	---	---------------

## 5 STUDIO IDROLOGICO

### 5.1 Metodologia utilizzata

Nel rispetto delle N.T.A. del P.A.I. dell'Autorità di Bacino della Puglia, che attribuiscono ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni la verifica per il requisito della "sicurezza idraulica", lo studio idrologico a livello di bacino è finalizzato alla determinazione della portata di piena e lo studio idraulico a valutare l'effetto al suolo della propagazione di tale piena.

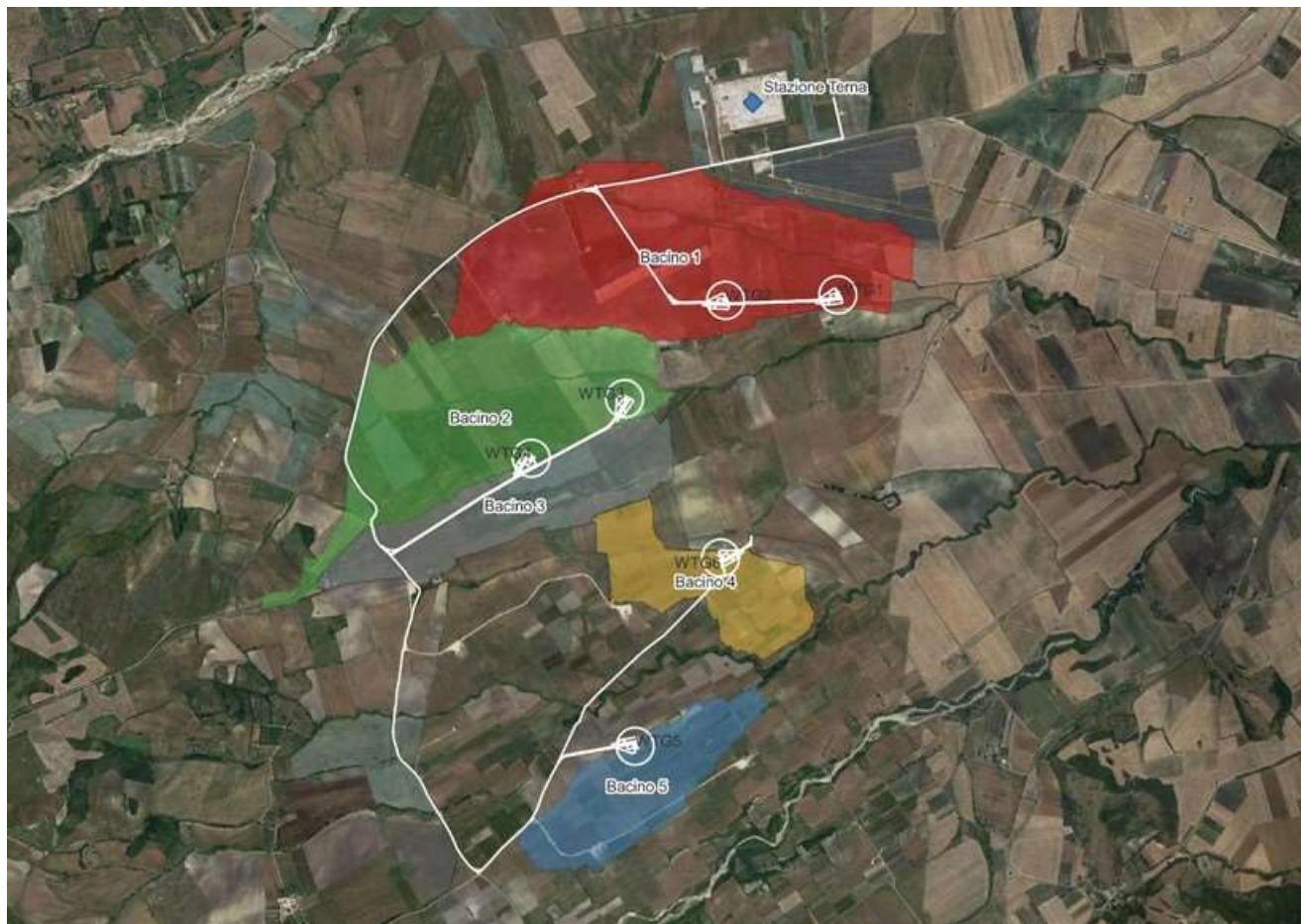
Lo studio idrologico è condotto secondo le seguenti 5 fasi:

1. reperimento della cartografia di base (I.G.M. in scala 1:25.000, rilievi aerofotogrammetrici in scala 1:5000 ed ortofoto) e del modello digitale del terreno (DTM e dati LIDAR);
2. analisi morfologica per l'individuazione dei bacini idrografici di interesse;
3. definizione delle caratteristiche morfometriche dei bacini di studio (superficie, quota media, lunghezza dell'asta principale e pendenza media del bacino);
4. analisi della piovosità sulla base delle curve di possibilità pluviometrica relative alle zone omogenee in cui ricadono i bacini, definite negli studi del "VaPi - Puglia" attraverso l'analisi di regionalizzazione dei dati osservati delle precipitazioni intense, ed indicata come metodologia di riferimento nel PAI;
5. determinazione della portata di piena con tempo di ritorno pari a 30, 200 anni e 500 anni.

### 5.2 Analisi morfologica

Dopo la consultazione del WebGIS dell'Autorità di Bacino per una definizione grossolana del bacino di interesse, si è proceduto all'acquisizione del modello digitale del terreno LIDAR 1x1 m.

I dati a disposizione sono stati elaborati tramite il software GIS. La delimitazione dei bacini tributari e l'estrazione del reticolo, per il successivo calcolo della portata idrologica al colmo di piena, è stata eseguita sulla base del modello digitale del terreno Lidar 1x1, utilizzando il tool Hydrology del software ESRI- ArcGIS 10.2 con le funzioni di Fill, Flow direction e Flow accumulation.



Determinati i bacini tributari, si è effettuato lo studio morfologico dei bacini idrografici al fine di determinare le caratteristiche morfometriche principali, necessarie all'elaborazione idrologica:

	Area di corrivazione	Lunghezza asta principale	Hmax	Hmin	Hmean	Dislivello	Pendenza media del bacino	Pendenza media dell'asta principale
	Km <sup>2</sup>	Km	m.s.l.m	m.s.l.m	m.s.l.m	m	%	%
<b>Bacino 1</b>	1,21	2,58	501,6	393,7	448,9	107,9	10,2%	4,2%
<b>Bacino 2</b>	0,91	2,22	598,1	432,7	485,5	165,4	14,6%	7,4%
<b>Bacino 3</b>	0,49	2,00	570,9	436,2	496,4	134,7	13,6%	6,7%
<b>Bacino 4</b>	0,35	1,47	490,6	400,3	439,6	90,4	11,8%	6,2%
<b>Bacino 5</b>	0,38	1,10	472,2	439,8	410,6	32,3	10,5%	2,9%

### 5.3 Analisi pluviometrica

La determinazione della curva di possibilità pluviometrica dei bacini idrografici in esame è stata determinata attraverso la metodologia propria del progetto VaPi Puglia, metodologia di riferimento delle N.T.A. del P.A.I. dell'Autorità di Bacino della Puglia. Il metodo VaPi effettua la regionalizzazione delle piogge su sei zone omogenee, in cui è stata suddivisa la Puglia, con formulazioni diverse per ognuna di esse.



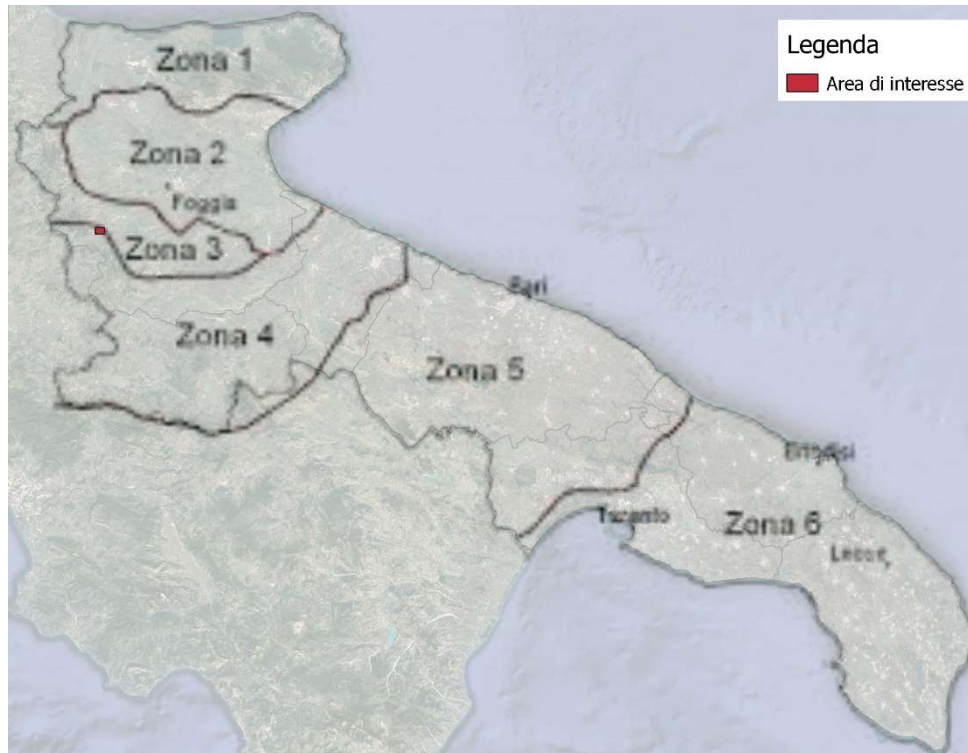
Zona 1:  $x(t,z) = 26.8 t^{\{(0.720+0.00503 z)/3.178\}}$   
 Zona 2:  $x(t) = 22.23 t^{0.247}$   
 Zona 3:  $x(t,z) = 25.325 t^{\{(0.0696+0.00531 z)/3.178\}}$   
 Zona 4:  $x(t) = 24.70 t^{0.256}$   
 Zona 5:  $x(t,z) = 28.2 t^{\{(0.638+0.0002 z)/3.178\}}$   
 Zona 6:  $x(t,z) = 33.7 t^{\{(0.488+0.0022 z)/3.178\}}$

Nel VAPI, l'analisi idrologica è basata sulla legge di distribuzione statistica TCEV (two components extreme value); la particolarità di questo modello è quella di riuscire a considerare gli estremi idrologici, che sono di fatto gli eventi che inducono un livello di pericolosità più elevato, riconducendosi al prodotto di due funzioni di distribuzione di probabilità di tipo Gumbel, una che riproduce l'andamento degli eventi ordinari e l'altra che riproduce l'andamento degli eventi eccezionali. L'identificazione dei parametri della distribuzione TCEV consente di costruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, con due zone omogenee al primo e secondo livello, ovvero Puglia Settentrionale e Centro – Meridionale, e sei zone omogenee al terzo livello, dove si indaga la variabilità spaziale del valor medio dell'altezza di pioggia.

I bacini in esame rientrano nella *zona omogenea 4 della Puglia Settentrionale* pertanto l'equazione da applicare è la seguente:

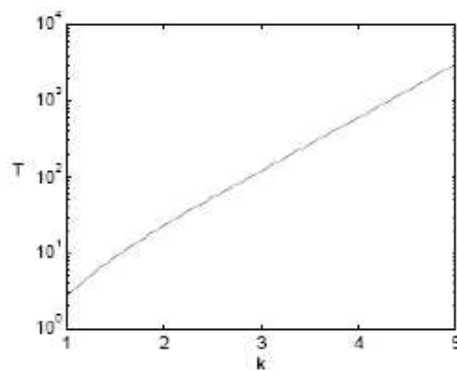
$$ZONA 4: x(t) = 24.70 * t^{0.256}$$

dove t delle curve pluviometriche si assume pari al tempo di ritardo; per i bacini pugliesi si considera la seguente formula empirica, in funzione dell'area del bacino in Km<sup>2</sup>:  $t = 0.344 * A^{0.5}$ .



*Zone omogenee del VaPi Puglia*

L'altezza di pioggia totale è pari a  $X(t, T) = x(t, z) * K_T$ , con  $K_T$  fattore di crescita che dipende dal tempo di ritorno. È possibile rappresentare graficamente la funzione  $K_T = K_T(T)$  al variare del tempo di ritorno  $T$ . Per quanto concerne il fattore di crescita esso è espresso per la Puglia Settentrionale con tale espressione:  $K_T = 0.5648 + 0.415 \ln T$ .



*Fattore di crescita al variare del tempo di ritorno*

Di seguito si riporta il calcolo del tempo di ritardo, preliminare al calcolo dell'altezza di pioggia critica:

	Area	t
	km <sup>2</sup>	(ore)
<b>Bacino 1</b>	1,21	0,38
<b>Bacino 2</b>	0,91	0,33
<b>Bacino 3</b>	0,49	0,24
<b>Bacino 4</b>	0,35	0,20
<b>Bacino 5</b>	0,38	0,21

Conoscendo il valore del tempo di ritardo è possibile determinare il valore h dell'altezza di pioggia, ed applicando a quest'ultima i coefficienti relativi al fattore probabilistico di crescita  $K_t$  pari a 1.98 per  $Tr = 30$  anni, a 2.76 per  $Tr = 200$  anni e pari a 3.14 per  $Tr = 500$  anni.

	h	$K_t$	h30	$K_t$	h200	$K_t$	h500
	mm	Tr = 30	mm	Tr = 200	mm	Tr = 500	mm
<b>Bacino 1</b>	19,26	1,98	38,06	2,76	53,23	3,14	60,55
<b>Bacino 2</b>	18,57	1,98	36,70	2,76	51,32	3,14	58,38
<b>Bacino 3</b>	17,16	1,98	33,90	2,76	47,41	3,14	53,93
<b>Bacino 4</b>	16,43	1,98	32,47	2,76	45,41	3,14	51,66
<b>Bacino 5</b>	16,61	1,98	32,82	2,76	45,89	3,14	52,21

#### 5.4 Stima delle portate al colmo di piena

La portata di piena viene calcolata con il metodo del "Soil Conservation Service" (S.C.S.).

Per la stima della pioggia netta, tale da determinare deflusso superficiale, al fine del calcolo della portata di piena, si è utilizzata la metodologia che prevede la determinazione del Curve Number (CN), parametro adimensionale che indica l'attitudine del bacino a produrre deflusso e si stima sulla base delle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale. La sua determinazione è effettuata determinando il gruppo idrologico di appartenenza (A, B, C, D) e, all'interno di ciascun gruppo, valutando la copertura d'uso del suolo; alle sottoclassi così determinate viene associato un valore di CN.

I valori del CN, quindi, rappresentano la capacità di risposta dei bacini analizzati, in termini di infiltrazione e ruscellamento superficiale a fronte di un evento meteorico. Le caratteristiche geolitologiche sono state determinate facendo riferimento alla carta dei suoli redatta dall'IRSA CNR in scala 1:100.000, ed è stato possibile caratterizzare i suoli dal punto di vista della permeabilità secondo la classificazione SCS (Carta litologica).

<b>Gruppo A</b>	Suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde, con scarsissimo limo ed argilla e ghiaie profonde, molto permeabili. Capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.
<b>Gruppo B</b>	Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
<b>Gruppo C</b>	Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.
<b>Gruppo D</b>	Potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressochè impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione.

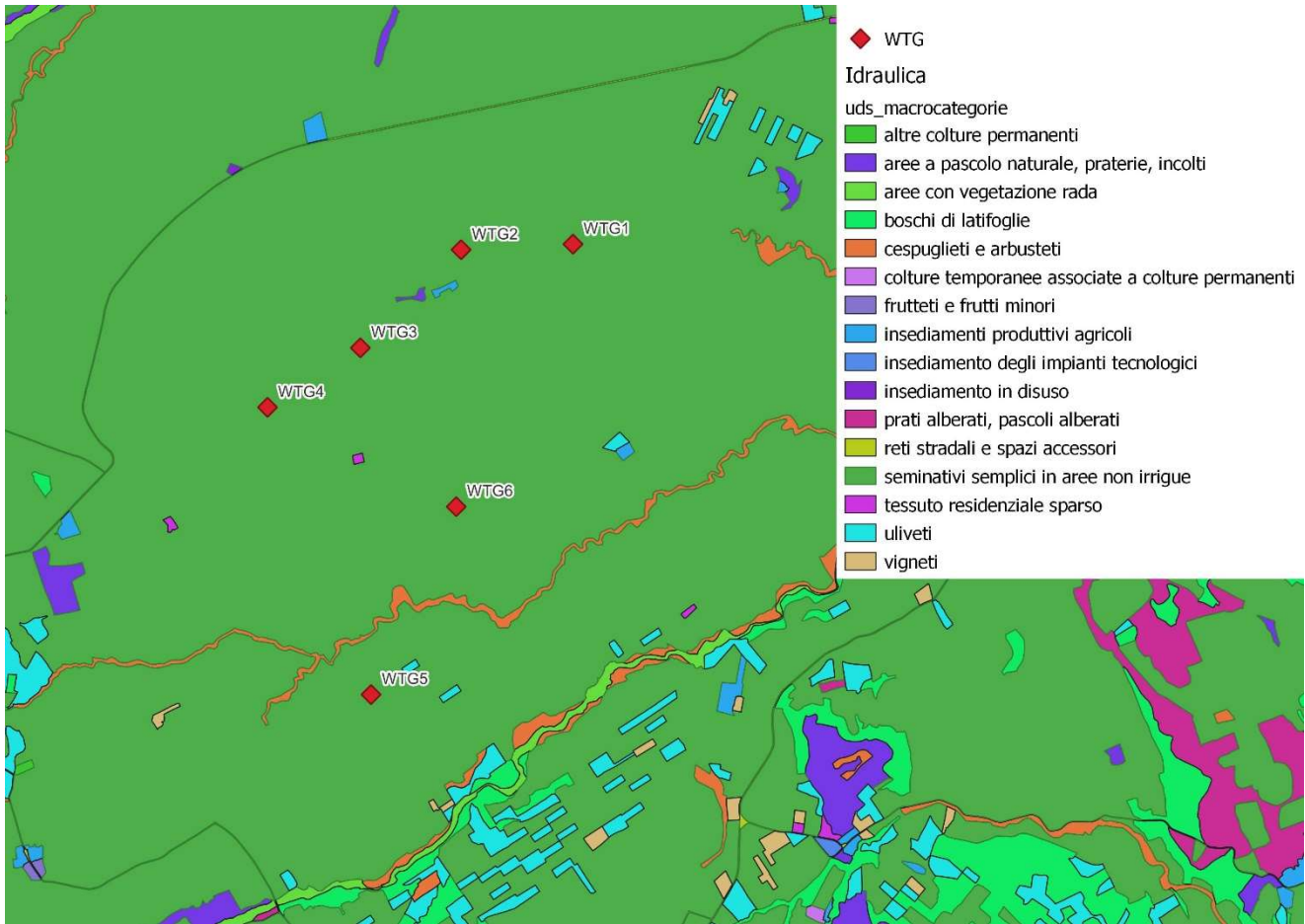
*Gruppi geolitologici*



*Carta Litologica*

La suddivisione in base al tipo di copertura o uso del suolo comprende, invece, aree caratterizzate da differenti morfologie (pascoli, terrazzamenti, etc.), varie coperture vegetali (boschi, praterie, parchi) e diverse condizioni di conservazione e destinazione d'uso (coltivazioni, parcheggi, distretti industriali o altro).

Dall'analisi della Carta dell'Uso del Suolo, si evince che gli aerogeneratori sono ubicati in zone caratterizzate dalla presenza di **seminativi semplici in aree non irrigue**.



*Carta Uso del Suolo*

Nell'applicazione del metodo sono previste tre classi, rispettivamente la I, la II, e la III del grado di umidità del terreno, in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento esaminato (Antecedent Moisture Condition): molto asciutto (<50 mm), standard (tra 50 e 110 mm) e molto umido (oltre 110 mm).

Poiché lo studio è rivolto al calcolo delle portate di piena e considerato che in occasione di queste il terreno del bacino si presenta in condizioni di elevato imbibimento, considerata l'entità degli interventi, si è preferito adottare a vantaggio di sicurezza un valore del Curve Number pari al CN III, in quanto trattasi di aree non urbanizzate.

Il CN III si calcola a partire dal CN II corrispondente alla classe AMC-tipo II, come di seguito tabellato:



Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree Urbane	98	98	98	98
Area residenziale	77	85	90	92
Cava	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini di acqua	100	100	100	100
Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanenti	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

Definito il parametro del CN III ( $CN\ III = CN\ II/0.43 + 0.0057 \cdot CN\ II$ ) è possibile determinare il valore di altezza di pioggia netta  $P_n$ , mediante la seguente relazione:

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

con  $S = 254 \cdot (100/CN - 1)$  che rappresenta il massimo volume di invaso al suolo, in funzione del CN e P è l'altezza di pioggia totale, precedentemente calcolata con il metodo VaPi Piogge, in corrispondenza di un evento con assegnato tempo di ritorno.

	CN II medio	CN III	S	P30	Pn30	P200	Pn200	P500	Pn500
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
<b>Bacino 1</b>	75,63	87,83	35,20	38,06	14,53	53,23	26,21	60,55	32,28
<b>Bacino 2</b>	74,96	87,44	36,49	36,70	13,12	51,32	24,07	58,38	29,80
<b>Bacino 3</b>	73,45	86,55	39,48	33,90	10,33	47,41	19,77	53,93	24,78
<b>Bacino 4</b>	71,00	85,06	44,61	32,47	8,14	45,41	16,42	51,66	20,91
<b>Bacino 5</b>	71,00	85,06	44,61	32,82	8,34	45,89	16,75	52,21	21,32

Secondo il metodo SCS, il tempo di ritardo del bacino idrografico viene calcolato con la formula di Mockus, per cui:

$$t_l = 0.342 \cdot \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \cdot \left( \frac{1000}{CNIII} - 9 \right)^{0.7}$$

$t_l$  = tempo di ritardo in ore con la formula di Mockus;

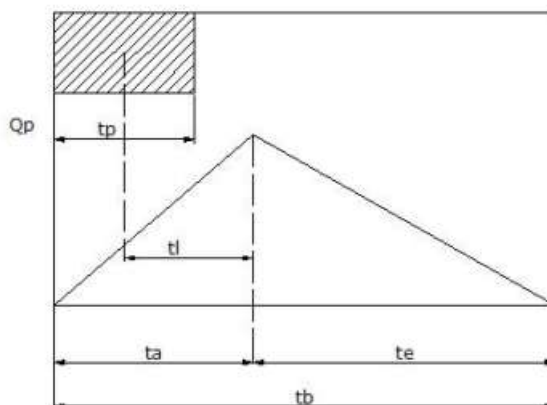
s: pendenza media del bacino, espressa in %;

L: lunghezza dell'asta principale estesa sino allo spartiacque, espressa in km.

Il passaggio dal tempo di ritardo al tempo di corrivazione del bacino avviene attraverso la seguente formula:  $t_c = t_l / 0.6$ .

Per il calcolo della portata al colmo si considera un diagramma di piena triangolare "Idrogramma di Mockus", che ha una fase crescente di durata  $t_a$  (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata  $t_e$  (tempo di esaurimento).

Il tempo di accumulo è pari a  $t_a = 0.5 t_c + t_l$



L'area sottesa da tale triangolo definisce la portata al colmo di piena, che, pertanto, assume la formulazione seguente:

$$Q_p = 0.208 * \frac{P_n * A}{t_a}$$

L'ascissa e l'ordinata del picco dell'onda di piena rappresentano, rispettivamente, il tempo di risposta del bacino e la portata al colmo.

	L	s	t <sub>l</sub>	t <sub>p</sub>	t <sub>a</sub>	A	P <sub>n30</sub>	Q (Tr=30)	P <sub>n200</sub>	Q (Tr=200)	P <sub>n500</sub>	Q (Tr=500)
	Km	%	ore	ore	ore	km <sup>2</sup>	mm	m <sup>3</sup> /s	mm	m <sup>3</sup> /s	mm	m <sup>3</sup> /s
<b>Bacino 1</b>	2,58	10,19%	0,42	0,70	0,77	1,21	14,53	4,75	26,21	8,56	32,28	10,54
<b>Bacino 2</b>	2,22	14,57%	0,32	0,53	0,58	0,91	13,12	4,28	24,07	7,85	29,80	9,72
<b>Bacino 3</b>	2,00	13,62%	0,31	0,52	0,57	0,49	10,33	1,84	19,77	3,53	24,78	4,43
<b>Bacino 4</b>	1,47	11,81%	0,27	0,46	0,50	0,35	8,14	1,18	16,42	2,37	20,91	3,02
<b>Bacino 5</b>	1,10	10,46%	0,23	0,39	0,43	0,38	8,34	1,54	16,75	3,10	21,32	3,95

## 6 DRENAGGIO PIATTAFORMA STRADALE

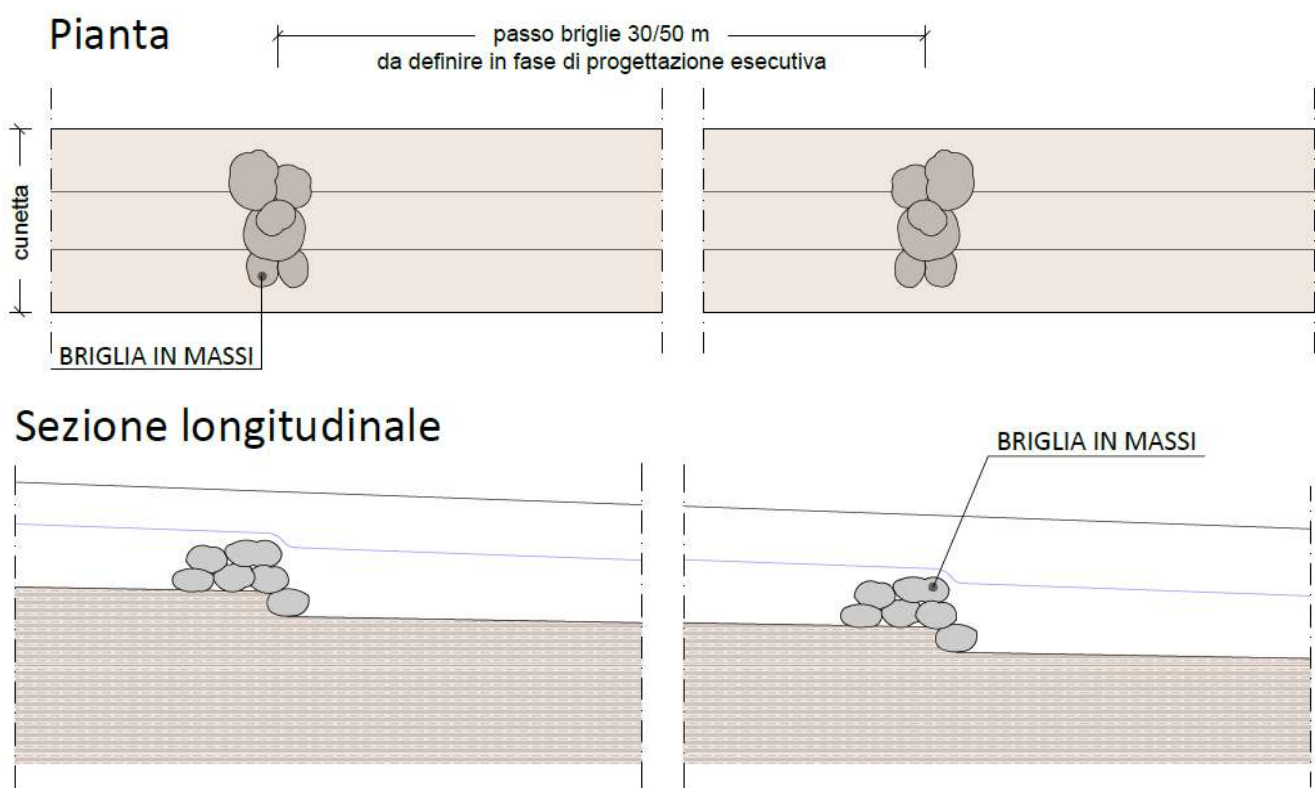
### 6.1 Descrizione delle opere

La viabilità di progetto di nuova realizzazione sarà realizzata con l'utilizzo di materiali drenanti, in particolare il pacchetto stradale sarà così costituito:

- telo di geotessuto tessuto-non-tessuto a separazione del terreno di fondo scavo con i soprastanti strati;
- strato di fondazione stradale in massiccata dello spessore di 40 cm;
- strato di finitura in misto stabilizzato dello spessore di 15 cm.

Per la realizzazione delle piazzole sarà utilizzato materiale proveniente dagli scavi, adeguatamente selezionato e compattato e ove necessario arricchito con materiale proveniente da cava, per assicurare la stabilità ai mezzi di montaggio delle torri.

Per garantire il corretto deflusso delle acque meteoriche è stato previsto un sistema di drenaggio delle acque di piattaforma stradale, attraverso l'utilizzo di cunette trapezoidali ai margini della carreggiata che faranno confluire le acque meteoriche della piattaforma stradale e delle piazzole degli aerogeneratori nelle cunette delle strade esistenti a cui si collegherà la nuova viabilità, previa opportuna sistemazione e adeguamento delle stesse. Avendo così un sistema di immissione puntiforme e non più diffuso, **al fine di mantenere il tempo di corrivazione dell'acqua pressoché simile a quello dello stato ante operam, si prevede la sistemazione idraulica delle cunette mediante l'utilizzo di briglie in massi. Tale sistemazione consente di ridurre la velocità della corrente e, quindi, di aumentare il tempo di corrivazione e di limitare l'eventuale fenomeno di trasporto solido ed erosione.**




Poiché il materiale utilizzato per la realizzazione della piazzola restituisce una permeabilità pressoché simile allo stato ante-operam, sarà comunque garantita l'**invarianza idraulica**, ragion per cui non sarà necessario prevedere opere di allontanamento delle acque. Nel caso in cui si riscontreranno delle criticità in questo senso in fase di progetto esecutivo, si potrà prevedere l'immissione di queste acque in impluvi naturali, attraverso l'utilizzo di opere idrauliche quali drenaggi sub-orizzontali e tubazioni disperdenti.

### 6.1.1 Drenaggio acque di piattaforma stradale in rilevato

Nei tratti in rilevato lo smaltimento delle acque meteoriche delle viabilità stradali avviene per mezzo di cunette trapezoidali in terra.

La pendenza trasversale convoglia le acque ai margini dove vengono contenute mediante il cordolo della canaletta, prevedendo lo scarico dell'acqua nelle cunette della viabilità esistente, previa opportuna sistemazione delle stesse.

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 6 aerogeneratori con potenza complessiva di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"	Dicembre 2022
---	---	---------------

### 6.1.2 Drenaggio acque di piattaforma stradale in trincea

Per quanto riguarda la piattaforma stradale in trincea il drenaggio è costituito da cunette trapezoidali poste al lato della strada. L'acqua della cunetta della viabilità di nuova realizzazione, seguendo la pendenza longitudinale della strada, sarà convogliata nella cunetta della viabilità esistente, a cui la nuova viabilità si collega, provvedendo all'adeguamento della cunetta esistente. Le direzioni di deflusso delle acque meteoriche raccolte nelle cunette sono rappresentate nell'elaborato "Layout di progetto su Carta tecnica regionale – Smaltimento acque meteoriche", relative allo smaltimento delle acque meteoriche della viabilità di nuova costruzione per l'accesso agli aerogeneratori e delle piazzole degli aerogeneratori, corredate dalle sezioni dei tipologici delle sistemazioni idrauliche previste.

## 6.2 Componenti del sistema stradale

### 6.2.1 Criteri di dimensionamento delle opere costituenti il sistema di drenaggio

Il dimensionamento di un sistema di drenaggio stradale, come di ogni opera idraulica, dipende in prima analisi dalla definizione del cosiddetto rischio d'insufficienza che dovrà caratterizzare l'opera stessa durante la fase di esercizio; tale rischio fissa la frequenza probabile che si possano manifestare eventi estremi più gravosi di quelli compatibili con le caratteristiche idrauliche dell'opera, e quindi con portate e/o volumi complessivi maggiori di quelli previsti, con conseguenti esondazioni, ristagni d'acqua ed in ultima analisi danni a cose e persone. Di conseguenza nei calcoli di verifica e/o dimensionamento occorre preliminarmente stabilire quale rischio di insufficienza si voglia accettare. In altri termini occorre fissare il valore del tempo di ritorno T di progetto, definito come il numero di anni che mediamente intercorre tra due eventi di entità uguale o superiore a quella di progetto.

La definizione del tempo di ritorno dell'evento pluviometrico di progetto è effettuata generalmente sulla base del compromesso fra due obiettivi:

- contenere la frequenza attesa delle insufficienze funzionali del sistema di drenaggio, rappresentata, nel caso in esame, dagli allagamenti dell'infrastruttura;
- contenere l'impronta delle opere entro i vincoli progettuali e territoriali ed i costi di costruzione/manutenzione.

Detto compromesso deriva in linea teorica da analisi tipo costi-benefici, nella prassi però l'assunzione del valore del tempo di ritorno viene fatta in base a considerazioni dovute sia all'esperienza del progettista, sia a riferimenti normativi.

Il concetto di rischio idraulico è quantificato dal tempo di ritorno  $T_r$ , definito come l'inverso della frequenza media probabile del verificarsi di un evento maggiore, ossia il periodo di tempo nel quale un certo evento è mediamente eguagliato o superato.


$$T_r = 1 / [1 - P(h \leq H)]$$

Per il dimensionamento della rete di drenaggio a servizio della viabilità è stato assunto un tempo di ritorno pari a 25 anni. Gli elementi di raccolta (cunette bordo banchina, caditoie) sono dimensionati con tempi di ritorno pari a 25 anni, in quanto un loro malfunzionamento comporta disfunzioni locali.

Gli elementi di convogliamento (fossi di guardia e collettori) sono dimensionati con tempo di ritorno maggiore, pari a 50 anni, in quanto un loro malfunzionamento comporta disfunzioni che si ripercuotono anche a monte.

Gli elementi di recapito (tombini) sono dimensionati con tempo di ritorno ancora maggiore, pari a 100 anni in quanto possono supplire, in parte, all'insufficienza idraulica del sistema di convogliamento.

Il tempo di corrvazione relativo ad una determinata sezione della rete idraulica è l'intervallo di tempo necessario affinché

	Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 6 aerogeneratori con potenza complessiva di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"	Dicembre 2022
---	---	---------------

nella sezione considerata giungano insieme i contributi di tutte le parti che formano il bacino. Come noto in letteratura il tempo di corrivazione è dato da:  $\tau_c = \tau_e + \tau_r$

Dove:

$\tau_e$  è il tempo di entrata in rete, ovvero il tempo di scorrimento nei bacini elementari di ingresso al manufatto di captazione;

$\tau_r$  è tempo di rete, ovvero il tempo di transito all'interno del collettore di raccolta.

Gli eventi di pioggia più onerosi dal punto di vista della portata prodotta sono risultati essere quelli di durata inferiore all'ora (scrosci).

Applicando la metodologia VAPI, il Comune di Troia e Ortanova e in particolar modo l'area di tutti gli aerogeneratori ricadono nella zona pluviometria omogenea n.4 per cui la curva di probabilità pluviometrica relativa a periodo di ritorno di 25 anni è:

$$h(t, T_R) = x(t) * K_T = (24.70 * t^{0.256}) * K_T$$

dove

- $x(t)$  = Altezza media di pioggia [mm];
- $t$  = durata dell'evento di progetto pari a 15 minuti [h];
- $K_T$  = coefficiente moltiplicativo relativo al Fattore di Crescita [-] pari a 1,901 per un TR (tempo di ritorno) di 25 anni;
- $h(t, T_R)$  = Altezza totale di pioggia [mm].

Il calcolo della portata è stato effettuato seguendo il metodo della corrivazione:

$$Q = \varphi * i * S = [mc/s]$$

dove

$\varphi$  = coefficiente di afflusso pari a 0,6 per superfici sterrate compatte;

$i$  = intensità di pioggia che può essere ricavata dalla legge di probabilità pluviometrica; nel caso in esame, in modo cautelativo, si è fatto riferimento all'intensità di pioggia relativa ad un evento di durata pari a 15 minuti per cui l'intensità di pioggia di progetto risulta:

$$i = h/t = [mm/h];$$

$h$  è l'altezza di pioggia ricavata attraverso il metodo VAPI relativo alla zona pluviometrica n. 4

$S$  = superficie risultante della superficie relativa alla viabilità di nuova costruzione (lunghezza della viabilità di accesso alla WTG moltiplicata per la larghezza pari a 5 m) e della superficie relativa alla piazzola della WTG [mq].

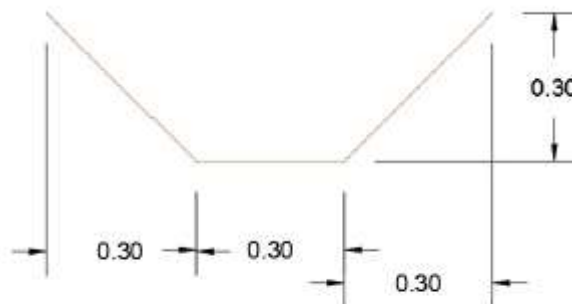
### 6.2.2 Cunetta

La verifica idraulica delle cunette è eseguita utilizzando le formule di moto uniforme con riferimento alla portata  $Q$  che compete alla sezione terminale del tratto della viabilità di nuova realizzazione.

La portata massima  $Q$  transitante nella cunetta può essere calcolata mediante la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A$$

dove  $K_s$  è il coefficiente di scabrezza della cunetta (pari a 30 m<sup>1/3</sup>/s per i fossi di guardia non rivestiti e per i fossi naturali),  $R_H$  il raggio idraulico,  $i$  la pendenza longitudinale della strada ed  $A$  è l'area liquida della cunetta.



Tipica cunetta trapezoidale, dimensioni in m

La portata "Qc" calcolata in questo modo dovrà essere maggiore o uguale alla portata "Q(T=25anni)" che defluisce dalla carreggiata, calcolata con il metodo della corrivazione:

$$Q = \varphi \cdot i \cdot S = [\text{mc/s}]$$

dove

$\varphi$  = coefficiente di afflusso pari a 0,6 per superfici sterrate compatte;

$i$  = intensità di pioggia che può essere ricavata dalla legge di probabilità pluviometrica; nel caso in esame, in modo cautelativo, si è fatto riferimento all'intensità di pioggia relativa ad un evento di durata pari a 15 minuti per cui l'intensità di pioggia di progetto risulta:

$$i = h/t = [\text{mm/h}];$$


$S$  = superficie risultante della superficie relativa alla viabilità di nuova costruzione (lunghezza della viabilità di accesso alla WTG moltiplicata per la larghezza della piattaforma stradale pari a 5m) e della superficie relativa alla piazzola della WTG [mq].

	Q (T=25 anni)	Qcanaletta	Qcanaletta > Q (T=25 anni)
	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	
<b>WTG 1-2</b>	0,10392	0,32169	VERO
<b>WTG 3</b>	0,07893	0,37179	VERO
<b>WTG 4</b>	0,09636	0,35239	VERO
<b>WTG 5 - Ovest</b>	0,01398	0,27815	VERO
<b>WTG 5 - Est</b>	0,03486	0,30397	VERO
<b>WTG 6</b>	0,02708	0,26313	VERO

## 7 INVARIANZA IDRAULICA DEL TERRITORIO

La realizzazione dell'opera stradale in progetto necessita un sistema di smaltimento delle acque meteoriche.

Il presente progetto si prefigge perciò di garantire l'invarianza idraulica del territorio, nel caso specifico dell'opera in progetto l'incremento di portata dovuto alla nuova impermeabilizzazione viene assorbito dal sistema di drenaggio attraverso l'invaso

	<p>Progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica costituita da 6 aerogeneratori con potenza complessiva di 36 MW e opere di connessione alla RTN, sito nel Comune di Troia (FG) e Orsara di Puglia (FG) in località "Cancarro"</p>	<p>Dicembre 2022</p>
---	--	----------------------

nelle cunette, esse infatti hanno una sezione idraulica dimensionata per la loro funzione di invaso delle acque. L'invarianza idraulica sarà garantita sia per la superficie delle viabilità di nuova realizzazione, sia per le piazzole degli aerogeneratori.

## 8 CONCLUSIONI

In definitiva, è possibile concludere che l'intervento in progetto:

- non peggiora le condizioni di funzionalità idraulica dell'area;
- non pregiudica le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
- limita l'impermeabilizzazione superficiale del suolo, impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio.

Alla luce delle considerazioni appena svolte, si ritiene che nel complesso per l'intervento proposto sussistano condizioni di invarianza idraulica, ai sensi del Piano di Tutela delle Acque, redatto il 6 Luglio 2007, con Deliberazione n.1220.