

Regione Umbria



Provincia di Perugia



Comune di Foligno

Committente:



RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.

via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma

P.IVA/C.F. 06400370968

PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZADI 72 MW
DENOMINATO "MONTE BURANO" E UBICATO NEL COMUNE DI FOLIGNO (PG)**

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI

N° Documento:

PEFO - 05

ID PROGETTO:	PEFO	DISCIPLINA:		TIPOLOGIA:	R	FORMATO:	
--------------	------	-------------	--	------------	---	----------	--

Elaborato:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

FOGLIO:		SCALA:		Nome file:	PEFO - 05_RELAZ_IDROLOGICA_IDRAULICA		
---------	--	--------	--	------------	--------------------------------------	--	--

Progettazione:



EGM PROJECT S.R.L.
VIA VERRASTRO 15/A
85100- POTENZA (PZ)
P.IVA 02094310766
REA PZ-206983

Progettista:

Ing. Carmen Martone
Iscr. n. 1872
Ordine Ingegneri Potenza
C.F. MRTCMN73D56H703E

Geol. Raffaele Nardone
Iscr. n. 243
Ordine Geologi Basilicata
C.F. NRDRFL71H04A509H

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato

INDICE

1	RELAZIONE IDRAULICA ED IDROLOGICA	3
2	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ	3
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
3.1	ANALISI VINCOLISTICA.....	6
3.1.1	<i>Confronto con Piano stralcio per l'assetto idrogeologico.....</i>	<i>6</i>
3.1.2	<i>Interferenze con aree a potenziale rischio alluvionale (APSFR).....</i>	<i>8</i>
3.1.3	<i>Valutazione dell'interazione delle opere di fondazione con ammassi acquiferi</i>	<i>9</i>
4	ANALISI GEOMORFOLOGICA	10
4.1	DIGITAL TERRAIN MODEL	10
4.2	SLOPE MODEL	11
4.3	FLOW ACCUMULATION	11
4.4	INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI.....	13
5	ANALISI IDROLOGICA	14
5.1	CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA	15
6	ANALISI IDRAULICA.....	19
6.1	IPOTESI DI CALCOLO.....	19
6.2	METODO DI CALCOLO	19
7	CONCLUSIONI	21

Figura 1: Inquadramento geografico dell'area di ubicazione del parco eolico	5
Figura 2: Inquadramento area parco su base catastale.....	6
Figura 3: Carta dei vincoli PAI (area parco).....	7
Figura 4: Carta dei vincoli PAI (cavidotto e sottostazione)	8
Figura 5: Stralcio Carta delle aree a potenziale rischio alluvionale (APSFR).....	9
Figura 6. Bacini idrografici.....	14

1 RELAZIONE IDRAULICA ED IDROLOGICA

Lo studio idrologico-idraulico è stato condotto a corredo del progetto per la costruzione e l'esercizio dell'impianto eolico denominato "Monte Burano" e ubicato nel comune di Foligno (PG).

Tale studio è stato finalizzato all'analisi dell'interazione tra i corpi idrici e le opere da realizzare.

L'analisi idraulica è stata condotta riferendosi a condizioni di moto uniforme per la portata di piena Q_{30} relativa a periodo di ritorno T pari a 30 anni.

Le verifiche idrauliche relative alle opere previste nell'area del parco eolico e in corrispondenza delle intersezioni con i corpi idrici sono state finalizzate all'analisi:

- **dell'interazione tra le correnti di piena e gli attraversamenti esistenti e di progetto;**
- **degli effetti idraulici indotti dalla realizzazione dell'attraversamenti progettato ex novo.**

Nelle simulazioni numeriche la lunghezza dei tronchi da analizzare, a monte e a valle delle sezioni di interferenza, è stata valutata in modo da poter meglio controllare la congruenza dei risultati con la fisicità dei fenomeni evitando che, situazioni locali alquanto singolari (del tipo ad esempio contropendenze), inficiassero in modo significativo le elaborazioni.

Il progetto cui la presente relazione fa riferimento, riguarda la realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica per una potenza di **72 MW** costituito da n. 10 aerogeneratori di potenza pari a **7,2 MW** ciascuno, dalle piazzole a servizio degli aerogeneratori e dalle relative piste di accesso.

E' previsto l'adeguamento di tratti di strade esistenti e la realizzazione di una nuova viabilità a servizio degli aerogeneratori di progetto, ossia di una rete viaria interna al parco che ricade interamente nel territorio comunale di Foligno.

2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

In sintesi le attività svolte per la redazione del presente documento sono:

- analisi morfometrica finalizzata alla costruzione del DTM e alla delimitazione dei bacini idrografici;

- analisi morfologica di bacino mediante software Quantum GIS 3.18 e GRASS 7.8.5;
- analisi idrologica;
- calcolo delle portate di piena per tempi di ritorno T_{30} per ogni sotto-bacino individuato nell'analisi morfometrica;
- verifica in condizione di moto uniforme dei manufatti di attraversamento con l'ausilio dei software di calcolo GeoStru;

Tutte le analisi condotte sono state riferite alla Cartografia Tecnica Regionale nel sistema di riferimento UTM33 WGS84.

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in cui è ubicato il parco eolico in oggetto viene inquadrata nelle seguenti figure.

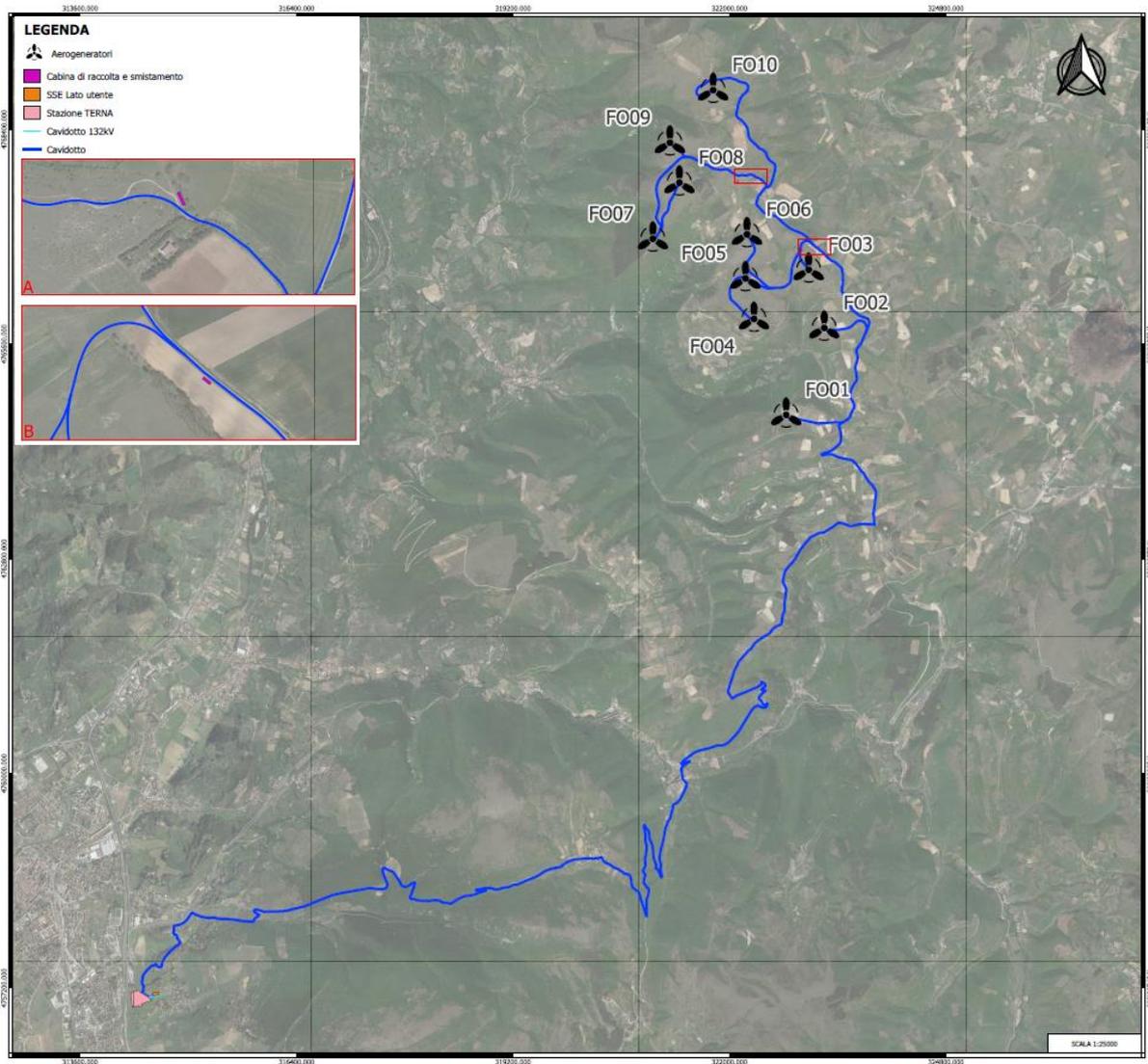


Figura 1: Inquadramento geografico dell'area di ubicazione del parco eolico

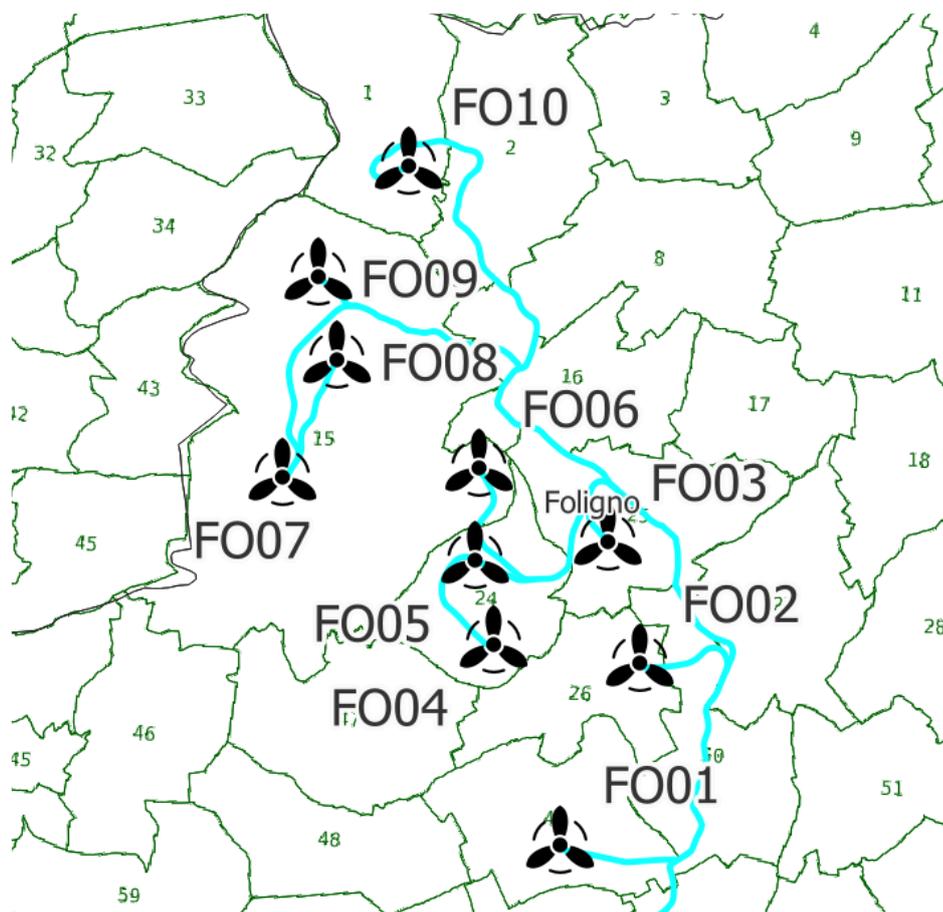


Figura 2: Inquadramento area parco su base catastale

3.1 ANALISI VINCOLISTICA

3.1.1 Confronto con Piano stralcio per l'assetto idrogeologico

Il progetto in esame è stato confrontato con il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico di Bacino redatto dall'Autorità di Bacino Interregionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.

Il piano stralcio è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, le norme d'uso del suolo e gli interventi riguardanti l'assetto idrogeologico del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino. Il Piano stralcio individua le aree a rischio idraulico e di frana del territorio in funzione delle caratteristiche di dissesto del territorio, le aree caratterizzate da diverso grado di suscettività al dissesto, rispetto alle quali si sono impostate le attività di programmazione contenute nel Piano.

Dall'esame della cartografia si evince che l'area di impianto in progetto non ricade in zone areali segnalate per rischio da frana dall'Autorità di Bacino, come si evince dalle Figure che seguono.

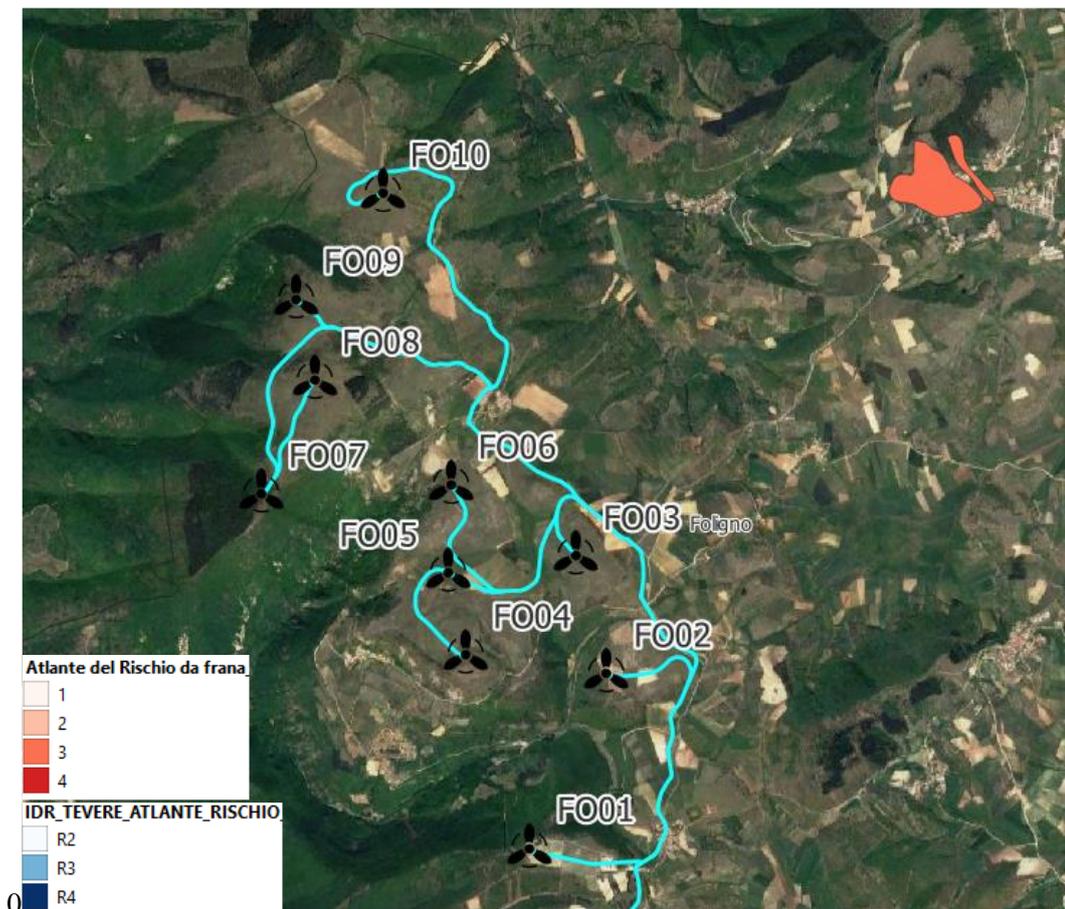


Figura 3: Carta dei vincoli PAI (area parco)

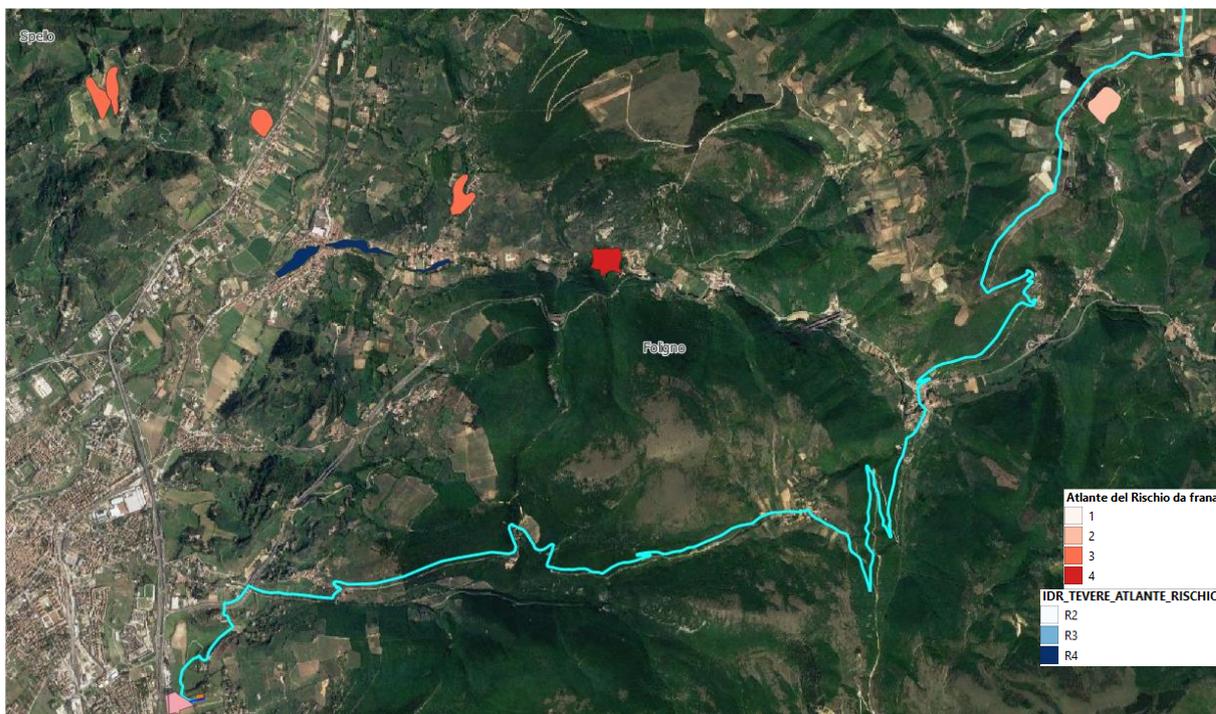


Figura 4: Carta dei vincoli PAI (cavidotto e sottostazione)

3.1.2 Interferenze con aree a potenziale rischio alluvionale (APSFR)

In vista della possibilità che le aree interessate dal progetto dell'impianto eolico in questione possano essere interessate da fenomeni di alluvionamento, si è provveduto all'analisi delle interferenze delle opere in progetto con aree a potenziale rischio alluvione (APSFR). Si è visto che non vi è alcuna interferenza

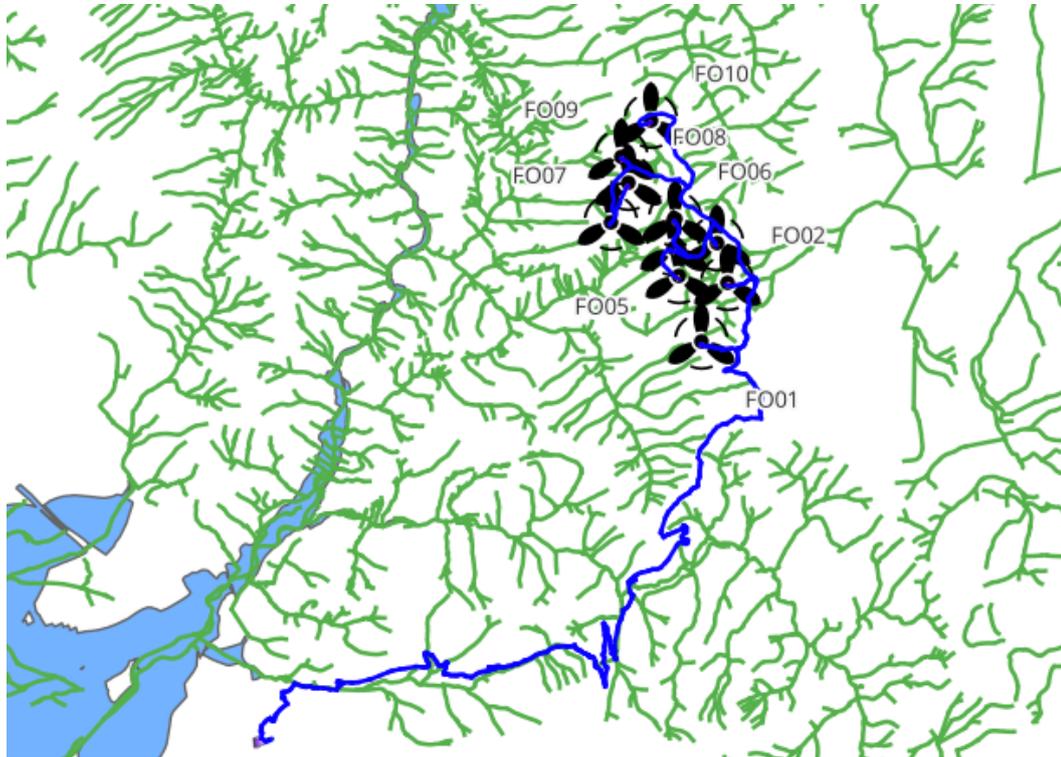


Figura 5: Stralcio Carta delle aree a potenziale rischio alluvionale (APSR)

3.1.3 Valutazione dell'interazione delle opere di fondazione con ammassi acquiferi

Per quanto attiene all'interazione delle opere di fondazione profonda, plinto su pali, con gli ammassi acquiferi occorre specificare che in fase di progettazione, dalle prove condotte in sito, non è stata riscontrata alcuna falda. Inoltre, il progetto delle opere di fondazione, prevede un distanziamento tra i pali tale da garantire il deflusso sotterraneo delle acque di infiltrazione evitando così l'“effetto diga”.

Inoltre, tenendo in considerazione la formazione geologica dei terreni ed i valori di permeabilità riscontrati si deduce che le caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti sono molto differenziate e questo dipende dalle caratteristiche proprie dei litotipi presenti, come la composizione granulometrica, il grado di addensamento o consistenza dei terreni, nonché dal grado di fratturazione dei livelli lapidei o pseudo- lapidei e, più in generale, dalla loro porosità. Sulla base di tali parametri, i terreni affioranti sono stati raggruppati in complessi idrogeologici, in relazione alle proprietà idrogeologiche che caratterizzano ciascun litotipo.

I complessi idrogeologici scaturiti dalle formazioni presenti possono essere così raggruppati:

- **Complesso calcareo e calcareo-marnoso:** Costituito da calcari e calcari marnosi con un aumento del tenore argilloso verso il tetto della formazione. La permeabilità risulta essere variabile e fortemente condizionata dal contenuto argilloso-limoso e dal grado ed intensità di fratturazione del calcare. Infatti, il calcare è permeabile per fessurazione e carsismo e generalmente ospita una falda a profondità variabili limitata alla base da un substrato impermeabile, probabilmente coincidente con la Formazione degli scisti a fucoidi.

4 ANALISI GEOMORFOLOGICA

La base per un'analisi idrologica di dettaglio è rappresentata dalla definizione delle principali caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici di riferimento.

L'analisi geomorfologica, pertanto, precede la fase di analisi in quanto consente la delimitazione dei bacini idrografici sulla base di dati cartografici e topografici disponibili.

4.1 *DIGITAL TERRAIN MODEL*

Per la definizione del modello digitale del terreno dei territori idrograficamente afferenti ai canali oggetto di studio sono stati utilizzati i dati ufficiali del Geoportale Nazionale con una risoluzione orizzontale su maglia di 1x1 m.

Questi dati sono restituiti con una tecnica di telerilevamento che permette di determinare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso laser.

I principali vantaggi di tale cartografia sono: elevata qualità metrica del rilievo, alta densità di campionamento, possibilità di trascurare la vegetazione. Ciò che si ottiene con un rilievo Lidar è un insieme di punti ad ognuno dei quali è associato un dato relativo alle coordinate geografiche (sistema WGS 84), alla quota calcolata sulla base della differenza di tempo intercorsa tra il segnale emesso e quello riflesso ed il valore dell'intensità di segnale riflessa.

Dalla nuvola di punti totali si ottiene un Modello Digitale di Superficie, mentre per elaborazioni successive, che comprendono sia un filtraggio automatico che manuale, si estraggono i soli punti che appartengono al suolo da cui si ottiene un Modello Digitale del Terreno come quello utilizzato in questa sede.

4.2 SLOPE MODEL

Una volta disponibile il DEM, utilizzando la procedura di calcolo descritta nel seguito è stato possibile ottenere un modello distribuito delle pendenze sul quale sono stati applicati successivamente gli algoritmi che hanno consentito di ottenere le informazioni idrauliche del territorio.

Concettualmente la pendenza identifica la massima variazione nel valore di quota di una cella del grigliato rispetto alle celle circostanti.

Uno dei possibili risultati di questo calcolo può essere una matrice di valori che esprime la pendenza in percentuale oppure in gradi.

In pratica l'algoritmo utilizzato esegue una media quadratica della massima variazione di quota nelle quattro direzioni del piano parallele al grigliato considerando le otto celle che contornano la cella in questione.

4.3 FLOW ACCUMULATION

Dallo Slope Model con un opportuno algoritmo, gestito sempre in ambiente GIS, è stato possibile ricavare la griglia delle direzioni di flusso.

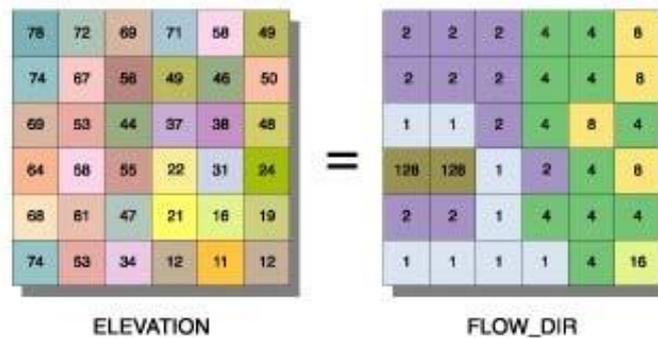
Questa griglia contiene in ogni cella il valore codificato della direzione di massima pendenza tra la cella stessa e le celle circostanti.

Al numero che compare in ogni cella della griglia è associato univocamente una direzione cartesiana secondo lo schema seguente:

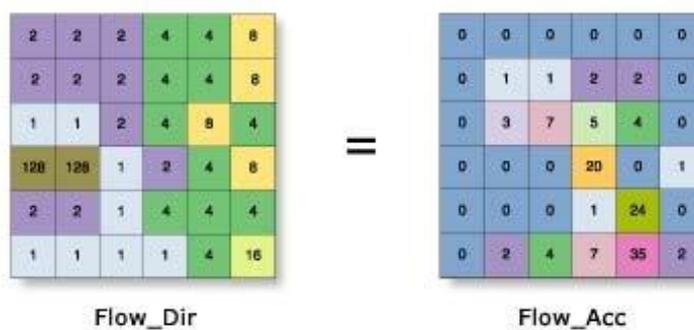
1	Est	2	Sud-Est
4	Sud	8	Sud-Ovest
16	Ovest	32	Nord-Ovest
64	Nord	128	Nord-Est

Di seguito è riportato un esempio di una rappresentazione del passaggio dal DEM ad una griglia costituita dalle direzioni preferenziali dei flussi.

Definita la griglia delle direzioni di flusso un algoritmo gestito in ambiente GIS conta il numero di celle tributarie di ogni singola cella e ne attribuisce il valore alla corrispondente cella in una nuova griglia denominata di accumulo così rappresentata:



Definita la griglia delle direzioni di flusso un algoritmo gestito in ambiente GIS conta il numero di celle tributarie di ogni singola cella e ne attribuisce il valore alla corrispondente cella in una nuova griglia denominata di accumulo così rappresentata:



Grazie alla generazione della griglia di accumulo è possibile successivamente stabilire un numero minimo di celle tributarie e definire in questo modo la linea di compluvio naturale.

Queste tecniche, come si è anticipato, consentono la perimetrazione di un *bacino idrografico* oltre che la determinazione di tutti i parametri morfometrici di esso caratteristici.

4.4 INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

L'individuazione dei bacini imbriferi sulla carta è stata effettuata delimitandoli con linee ortogonali alle isoipse e che passano per punti singolari di dispiuvio, quali le vette, le creste e le selle.

Nel presente studio si ha:

- su viabilità di accesso:
- sei bacini idrografici, individuati in corrispondenza delle interferenze con il corpo idrico.

Lo studio idrologico effettuato a livello di bacino idrografico per la determinazione delle portate di piena è stato effettuato con tempo di ritorno pari a 30 anni.



Figura 6. Bacini idrografici

5 ANALISI IDROLOGICA

Questo lavoro affronta il problema della verifica idraulica di alcuni manufatti che risultano essere parte integrante di infrastrutture stradali, tali manufatti consistono in opere per l'attraversamento di corsi d'acqua o di impluvi; il corretto funzionamento di tali opere idrauliche risulta fondamentale per un'adeguata protezione del corpo stradale.

Per poter effettuare la verifica degli attraversamenti esistenti ed il progetto di quelli da realizzarsi ex novo é necessario determinare la portata afferente a tali manufatti.

A tal fine sono stati individuati, preliminarmente, sulla carta topografica i bacini imbriferi sottesi dalle sezioni di chiusura ed individuati i parametri caratteristici propri di ogni bacino. Risultano presenti otto punti di interferenza, per cui sono stati individuati sei bacini idrografici e così riassumibili:

- 1 interferenza nel tratto di viabilità compreso tra la pala 5 e la pala 4;
- 1 interferenza nel tratto di viabilità di accesso alla pala 6;
- 2 interferenze nel tratto di viabilità di accesso alla pala 7;
- 1 interferenza nel tratto di viabilità di accesso alla pala 8;
- 1 interferenza nel tratto di viabilità di accesso alla pala 9;
- 2 interferenze nel tratto di viabilità di accesso alla pala 10.

La distribuzione delle acque sulla superficie dipende da fattori fisici che risultano avere caratteristiche di particolare disuniformità ed incostanza e che possono essere ascritti ad eventi casuali.

A parità d'intensità e di altre condizioni, è la precipitazione della durata uguale al tempo di corrivazione a determinare la massima portata in un bacino; è possibile stimare il tempo di corrivazione T_c (espresso in ore) mediante delle formule empiriche che sono state messe a punto attraverso l'osservazione diretta di alcuni bacini reali; ognuna ha un campo di validità limitato, in linea di principio, alla tipologia dei bacini osservati.

5.1 CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

Lo scopo dell'analisi idrologica è stata la valutazione delle portate di piena per prefissati tempi di ritorno (30 anni).

Per il calcolo della portata di massima piena sono stati utilizzati i metodi cinematici basati sulla stima del:

- Tempo di corrivazione (T_c), tempo necessario affinché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura;

- Altezza della pioggia critica (h_t), espressa in mm;
- Coefficiente di deflusso (C_d).

Allo stato attuale l'area si presenta completamente verde e non interessata da attività agronomica. In letteratura si rinvengono diverse relazioni per la determinazione del tempo di corrivazione. Di seguito si utilizzerà la formula di GIANDOTTI definita dalla relazione:

$$T_C \text{ (ore)} = \frac{4 (S)^{1/2} + 1.5 L}{0.8 (Hm)^{1/2}}$$

Per la determinazione dell'altezza della pioggia critica vengono utilizzati i dati pluviometrici registrati nella stazione di Foligno, pubblicati negli Annali idrogeologici pubblicati dalla Regione Umbria. La formula di calcolo è quella proposta da GRUMBEL e data dalla relazione:

$$h_t = m_1 \cdot (1 + V \cdot K_t) \cdot d^n$$

Dove:

- m_1 = la media della pioggia caduta nel tempo di riferimento
- V = il coefficiente di variazione globale
- K_t = il fattore di frequenza
- d = la durata della pioggia pari al tempo di corrivazione
- n = l'esponente di scala

Il coefficiente di deflusso è dato dal rapporto tra il volume d'acqua defluito alla sezione di chiusura di un bacino e gli afflussi per precipitazioni.

Tale dato richiede la conoscenza della frazione di pioggia che non partecipa al deflusso perché trattenuta dal terreno o che evapora.

Chiaramente tali valori non sono costanti nel tempo ma dipendono da un lato dalla natura litologica, dallo stato di saturazione dalla copertura vegetale ecc. dall'altro dalla temperatura e umidità atmosferica.

In questo caso si farà riferimento alla tabella sottostante.

Tipologia superficie	ϕ
Verde su suolo profondo, prati, orti, superfici agricole	0,10-0,15
Terreno incolto, sterrato non compattato	0,20-0,30
Superfici in ghiaia sciolta - parcheggi drenanti	0,30-0,50
Pavimentazioni in macadam	0,35-0,50
Superfici sterrate compatte	0,50-0,60
Coperture tetti	0,85-1,00
Pavimentazioni in asfalto o cls	0,85-1,00

Per la situazione attuale che vede la presenza di una superficie verde incolta si adotterà un coefficiente di deflusso $C_d = 0.2$.

Per il calcolo della portata di massima piena sono state utilizzate le relazioni cinematiche disponibili in letteratura ed in particolare la formula di TURAZZA o del METODO RAZIONALE espressa dalla relazione:

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = 0.2777 \frac{C_d \cdot h \cdot S}{T_c}$$

Dove:

- Q = portata di massima piena
- C_d = coefficiente di deflusso
- S = superficie del bacino in Km²
- T_c = tempo di corrivazione
- h = altezza delle precipitazioni in mm, riferita ad un tempo di ritorno T e per una durata pari al tempo di corrivazione T_c (ore)

Utilizzando le formule sopra riportate sono stati ricavati i diversi parametri idrologici e la portata di massima piena, come riassunto nelle tabelle seguenti.

BACINO 1											
Tc	ht	Cd	Area	L	Hm	m1	V	Kt	d	n	Q30
h	mm		kmq	km	m						mc/s
0.39645	68.84558	0.2	0.565259	0.822	178.75	31.37	0.49	2.04	0.39645	0.25	5.452

Tabella 1. Parametri idrologici e valore di Q per bacino 1 e T=30 anni

BACINO 2											
Tc	ht	Cd	Area	L	Hm	m1	V	Kt	d	n	Q30
h	mm		kmq	km	m						mc/s
0.55936	68.8455753	0.2	0.997228	0.697	126.85	31.37	0.49	2.04	0.559359722	0.25	6.82

Tabella 2. Parametri idrologici e valore di Q per bacino 2 e T=30

BACINO 3											
Tc	ht	Cd	Area	L	Hm	m1	V	Kt	d	n	Q30
h	mm		kmq	km	m						mc/s
0.350388	68.8455753	0.2	0.805548	1.393	410.54	31.37	0.49	2.04	0.350388216	0.25	1.66

Tabella 3. Parametri idrologici e valore di Q per bacino 3 e T=30

BACINO 4											
Tc	ht	Cd	Area	L	Hm	m1	V	Kt	d	n	Q30
h	mm		kmq	km	m						mc/s
0.479949	68.84558	0.2	2.07455	1.8	485.63	31.37	0.49	2.04	0.479949	0.25	0.88

Tabella 4. Parametri idrologici e valore di Q per bacino 4 e T=30

BACINO 5											
Tc	ht	Cd	Area	L	Hm	m1	V	Kt	d	n	Q30
h	mm		kmq	km	m						mc/s
0.709227	68.8455753	0.2	0.69435	0.81482	64.46	31.37	0.49	2.04	0.709227131	0.25	3.91

Tabella 5. Parametri idrologici e valore di Q per bacino 5 e T=30

BACINO 6											
Tc	ht	Cd	Area	L	Hm	m1	V	Kt	d	n	Q30
h	mm		kmq	km	m						mc/s
0.472925	68.84558	0.2	2.597212	1.86823	597.58	31.37	0.49	2.04	0.472925	0.25	0.70

Tabella 6: Parametri idrologici e valore di Q per bacino 6 e T=30 anni

6 ANALISI IDRAULICA

Il calcolo dell'altezza d'acqua raggiunta nelle sezioni di verifica è stata ricostruita tramite l'ausilio dell'applicativo "calcolo moto uniforme" del software GeoStru.

6.1 IPOTESI DI CALCOLO

Questo applicativo consente la verifica idraulica di sezioni rettangolari, trapezie e circolari in condizioni di moto uniforme a superficie libera. L'applicativo consente la scelta del coefficiente di scabrezza in funzione del tipo di canale o corso d'acqua ed è possibile impostare come parametro incognito l'altezza della corrente, la portata o la pendenza, fornendo in uscita tutti i parametri idraulici e geometrici risultanti dal calcolo.

Il programma è in grado di effettuare l'analisi prevedendo l'inserimento di un attraversamento idraulico del tipo tombino. In questo caso sono stati inseriti otto elementi di tipo tombino con sezione circolare di diametro **1.20 m**.

Per quanto riguarda la scabrezza si è fatto riferimento ad un coefficiente di Manning pari a $0.011 \text{ m}^{-1/3}$ s, valor medio per i canali realizzati in calcestruzzo.

6.2 METODO DI CALCOLO

Sono state considerate le condizioni di moto uniforme, con portata costante nel tronco considerato.

Le condizioni di moto uniforme, calcolate in automatico dal programma mediante le formule di Manning in base alla pendenza della linea di energia che per le ipotesi considerate è equivalente alla pendenza del pelo libero, equivalente a sua volta alla pendenza del fondo del canale.

Successivamente, dall'analisi dei risultati si potrà riconoscere se, il regime che si instaura nel particolare tratto di compluvio verificato, è di corrente lenta o di corrente veloce a seconda che il tirante di stato critico sia maggiore o minore del tirante di moto uniforme.

I risultati dell'analisi, condotta per i valori di portata ricavati dai diversi bacini, sono riportati nell'Appendice che segue.

7 CONCLUSIONI

Per quanto riguarda gli attraversamenti si precisa che gli stessi risultano verificati purchè la sezione idrica venga preservata dall'occlusione da materiali litoidi e vegetali.

Si conclude che:

- Sull'area del Parco Eolico è stata condotta l'analisi morfologica e idrologica superficiale con software GRASS 7.8.5 (Geographic Resources Analysis Support System) per determinare le linee di impluvio e i limiti dei bacini idrografici;
- Per ogni attraversamento sono rispettati i requisiti tecnici richiesti, in particolare il grado di riempimento risulta essere inferiore al 66% (come riportano i risultati illustrati nell'Appendice).

APPENDICE

RISULTATI

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:	0.47	m
PENDENZA:	0.050000	m/m
PORTATA:	5.45	mc/s
VELOCITA':	8.76	m/s
ALTEZZA CINETICA:	3.92	m
ENERGIA SPECIFICA:	4.39	m
ALTEZZA CRITICA:	1.06	m
PENDENZA CRITICA:	0.002119	m/m
AREA BAGNATA:	0.62	mq
CONTORNO BAGNATO:	2.20	m
RAGGIO IDRAULICO:	0.283	m
LARGHEZZA IN SUPERFICIE:	1.90	m
NUMERO DI FROUDE:	4.90	
TIPO ALVEO:	forte pendenza	
GRADO DI RIEMPIMENTO:	19.51	%

RISULTATI

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:	<input type="text" value="0.52"/>	m
PENDENZA:	<input type="text" value="0.050000"/>	m/m
PORTATA:	<input type="text" value="6.81"/>	mc/s
VELOCITA':	<input type="text" value="9.36"/>	m/s
ALTEZZA CINETICA:	<input type="text" value="4.46"/>	m
ENERGIA SPECIFICA:	<input type="text" value="4.99"/>	m
ALTEZZA CRITICA:	<input type="text" value="1.19"/>	m
PENDENZA CRITICA:	<input type="text" value="0.002205"/>	m/m
AREA BAGNATA:	<input type="text" value="0.73"/>	mq
CONTORNO BAGNATO:	<input type="text" value="2.33"/>	m
RAGGIO IDRAULICO:	<input type="text" value="0.312"/>	m
LARGHEZZA IN SUPERFICIE:	<input type="text" value="1.98"/>	m
NUMERO DI FROUDE:	<input type="text" value="4.93"/>	
TIPO ALVEO:	<input type="text" value="forte pendenza"/>	
GRADO DI RIEMPIMENTO:	<input type="text" value="21.79"/>	%

RISULTATI

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:	<input type="text" value="0.26"/>	m
PENDENZA:	<input type="text" value="0.050000"/>	m/m
PORTATA:	<input type="text" value="1.66"/>	mc/s
VELOCITA':	<input type="text" value="6.15"/>	m/s
ALTEZZA CINETICA:	<input type="text" value="1.93"/>	m
ENERGIA SPECIFICA:	<input type="text" value="2.19"/>	m
ALTEZZA CRITICA:	<input type="text" value="0.57"/>	m
PENDENZA CRITICA:	<input type="text" value="0.002039"/>	m/m
AREA BAGNATA:	<input type="text" value="0.27"/>	mq
CONTORNO BAGNATO:	<input type="text" value="1.62"/>	m
RAGGIO IDRAULICO:	<input type="text" value="0.166"/>	m
LARGHEZZA IN SUPERFICIE:	<input type="text" value="1.50"/>	m
NUMERO DI FROUDE:	<input type="text" value="4.63"/>	
TIPO ALVEO:	<input type="text" value="forte pendenza"/>	
GRADO DI RIEMPIMENTO:	<input type="text" value="10.97"/>	%

RISULTATI

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:	<input type="text" value="0.19"/>	m
PENDENZA:	<input type="text" value="0.050000"/>	m/m
PORTATA:	<input type="text" value="0.88"/>	mc/s
VELOCITA':	<input type="text" value="5.08"/>	m/s
ALTEZZA CINETICA:	<input type="text" value="1.32"/>	m
ENERGIA SPECIFICA:	<input type="text" value="1.51"/>	m
ALTEZZA CRITICA:	<input type="text" value="0.42"/>	m
PENDENZA CRITICA:	<input type="text" value="0.002125"/>	m/m
AREA BAGNATA:	<input type="text" value="0.17"/>	mq
CONTORNO BAGNATO:	<input type="text" value="1.39"/>	m
RAGGIO IDRAULICO:	<input type="text" value="0.125"/>	m
LARGHEZZA IN SUPERFICIE:	<input type="text" value="1.31"/>	m
NUMERO DI FROUDE:	<input type="text" value="4.46"/>	
TIPO ALVEO:	<input type="text" value="forte pendenza"/>	
GRADO DI RIEMPIMENTO:	<input type="text" value="8.12"/>	%

RISULTATI

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:	0.40	m
PENDENZA:	0.050000	m/m
PORTATA:	3.90	mc/s
VELOCITA':	7.94	m/s
ALTEZZA CINETICA:	3.21	m
ENERGIA SPECIFICA:	3.61	m
ALTEZZA CRITICA:	0.89	m
PENDENZA CRITICA:	0.002047	m/m
AREA BAGNATA:	0.49	m ²
CONTORNO BAGNATO:	2.01	m
RAGGIO IDRAULICO:	0.244	m
LARGHEZZA IN SUPERFICIE:	1.78	m
NUMERO DI FROUDE:	4.83	
TIPO ALVEO:	forte pendenza	
GRADO DI RIEMPIMENTO:	16.56	%

RISULTATI

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:	0.17	m
PENDENZA:	0.050000	m/m
PORTATA:	0.69	mc/s
VELOCITA':	4.72	m/s
ALTEZZA CINETICA:	1.14	m
ENERGIA SPECIFICA:	1.31	m
ALTEZZA CRITICA:	0.37	m
PENDENZA CRITICA:	0.002171	m/m
AREA BAGNATA:	0.15	mq
CONTORNO BAGNATO:	1.31	m
RAGGIO IDRAULICO:	0.112	m
LARGHEZZA IN SUPERFICIE:	1.24	m
NUMERO DI FROUDE:	4.39	
TIPO ALVEO:	forte pendenza	
GRADO DI RIEMPIMENTO:	7.24	%