

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 85,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N. DA REALIZZARE NEL COMUNE DI CERIGNOLA, NELLE LOCALITA' LA MOSCHELLA E BELLAVEDUTA

RELAZIONE IDROLOGICA

COD. ELABORATO

CRE-CIV-REL-024_01

PROPONENTE



Edison Rinnovabili Spa

Sede legale: Milano (MI),
Foro Buonaparte, 31 - 20121
P.IVA 12921540154
PEC: rinnovabili@pec.edison.it

PROGETTISTI



PHEEDRA
Our passion, your expression.

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

Direttore Tecnico: Dott. Ing. Angelo Micolucci



Consulenti esterni

Dott. Agr. Luigi Lupo

Dott. Ing. Marcello Latanza

Dott. Archeol. Fabio Fabrizio

Dott. Geol. Antonio Fusco

COORDINATORE DEL PROGETTO



PHEEDRA
Our passion, your expression.

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

| | | | | | |
|----------|----------|---------|------------|-----------|---------------------|
| | | | | | |
| 1 | DIC 2023 | MS | AM | VS | Progetto Definitivo |
| EM / REV | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO | DESCRIZIONE |

| | | |
|---|---|---|
| Committente: Edison Rinnovabili S.p.A. Foro Buonaparte 31 20121 Milano (MI) | PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) NELLE LOCALITA' "LA MOSCHELLA" E "BELLAVEDUTA" | Nome del file: CRE-CIV-REL-024_01 |
|---|---|---|

SOMMARIO

| | |
|--|-----------|
| 1. PARCO EOLICO | 2 |
| 1.1. Premessa..... | 2 |
| 2. INQUADRAMENTO INTERVENTO | 5 |
| 2.1. Individuazione del bacino imbrifero | 9 |
| 2.2. Calcolo delle portate di piena | 10 |
| 2.3. Metodo del Curve Number..... | 14 |
| 3. CONCLUSIONI | 20 |

| | | |
|---|---|---|
| Committente: Edison Rinnovabili S.p.A. Foro Buonaparte 31 20121 Milano (MI) | PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) NELLE LOCALITA' "LA MOSCHELLA" E "BELLAVEDUTA" | Nome del file: CRE-CIV-REL-024_01 |
|---|---|---|

1. PARCO EOLICO

1.1. PREMESSA

La presente relazione espone gli aspetti tecnici idrologici relativi alla progettazione di un "Parco Eolico" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di tipo eolica, e la conseguente immissione dell'energia prodotta, attraverso la dedicata rete di connessione, sino alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico composto da 13 aerogeneratori ognuno da 6,6 MW per un totale di 85,8 MW, da installare nel comune di Cerignola (FG) nelle località "La Moschella" e "Bellaveduta" con opere di connessione ricadenti nel medesimo comune, commissionato dalla società Edison Rinnovabili S.p.A.

Gli aerogeneratori saranno collegati tra di loro mediante un cavidotto in alta tensione interrato che collegherà l'impianto alla futura Stazione Elettrica SE 36/380 kV nel Comune di Cerignola (FG).

L'aerogeneratore preso in considerazione per tale progetto (SG 155 – 6,6 della Siemens Gamesa) fa parte di una classe di macchine che possono essere dotate di generatore diversa potenza, in funzione delle esigenze progettuali.

La seguente relazione espone gli aspetti idrologici legati al territorio; in quanto, l'Autorità di Bacino della Puglia, attraverso la Carta Idrogeomorfologica, ha definito l'andamento e lo sviluppo del reticolo idrografico dell'area in esame.

La Carta Idrogeomorfologica, a partire dalle informazioni di ordine idrologico contenute in cartografie più antiche (I.G.M. in scala 1: 25.000) ed utilizzando dati topografici e morfologici di più recente acquisizione, fornisce un quadro conoscitivo di elevato dettaglio inerente al reale sviluppo del reticolo idrografico nel territorio di competenza dell'AdB Puglia. Tale strumento è utilizzato come elemento conoscitivo essenziale anche per la redazione dei P.U.G. e costituisce una delle cartografie di riferimento del PPTR.

In assenza di studi idraulici che definiscano in dettaglio gli sviluppi planimetrici degli *alvei in modellamento attivo* e delle *aree golenali* di ciascuna linea di deflusso, per il reticolo idrografico identificato dalla Carta Idrogeomorfologica vigono **le misure di salvaguardia**, ai sensi dell'art.6 comma 8 e dell'art.10 comma 3 delle NTA del P.A.I. Inoltre, il reale comportamento idraulico del reticolo idrografico dell'area, così come definito dalla carta Idrogeomorfologica, è stato per lunghi tratti studiato attraverso specifica modellazione sino a definire perimetrazioni di dettaglio (aree AP, MP e BP) riportate sul P.A.I vigente. Come indicato in precedenza, l'Autorità di Bacino della Puglia, attraverso la Carta Idrogeomorfologica, ha definito l'andamento e lo sviluppo del reticolo idrografico dell'area in esame, rispetto a quanto riportato sulle vecchie cartografie I.G.M., riducendo la frammentazione del reticolo osservabile sulle cartografie degli anni '60.

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 a verifiche cartografiche, eseguite su due livelli di scala sulla cartografia IGM e sulla CTR regionale e ortofoto.

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 - euUoMCode ITR161I020 bacino idrografico Ofanto, già bacino interregionale; bacini idrografici della Puglia, già bacini regionali.

| | | |
|---|----------------------|--------------|
| 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 IDROLOGICA | Pag. 2 di 20 |
|---|----------------------|--------------|

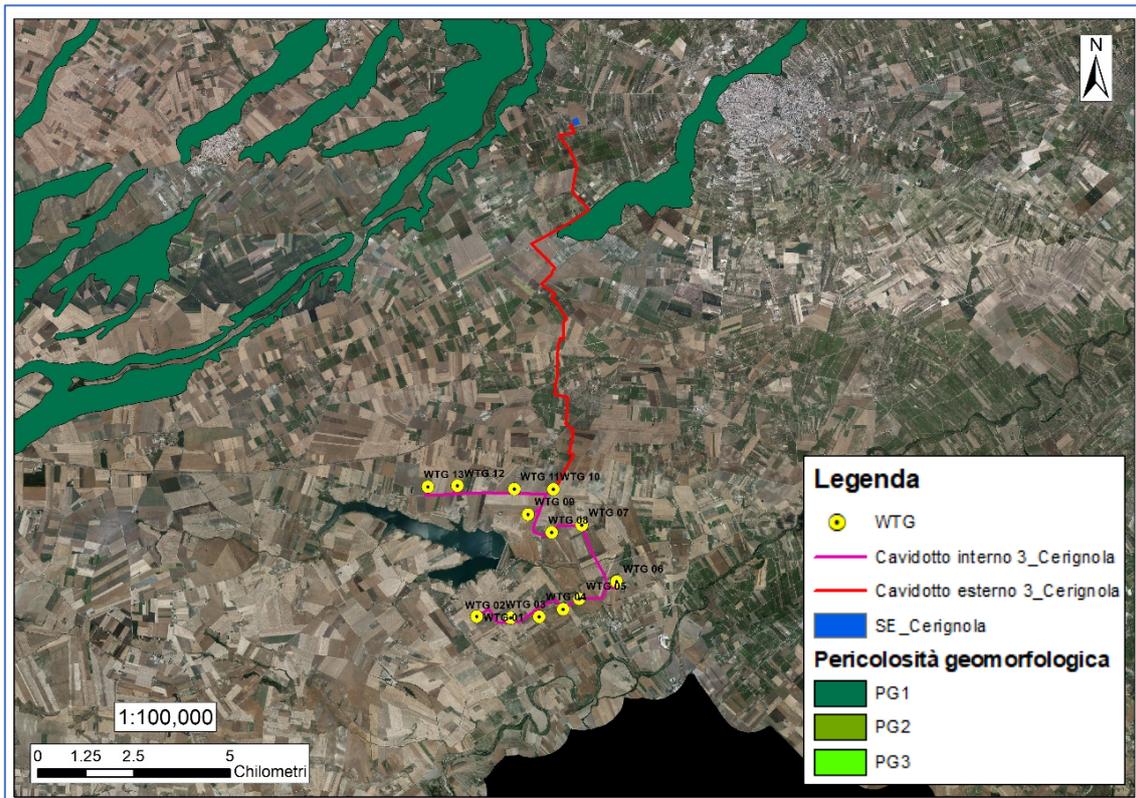
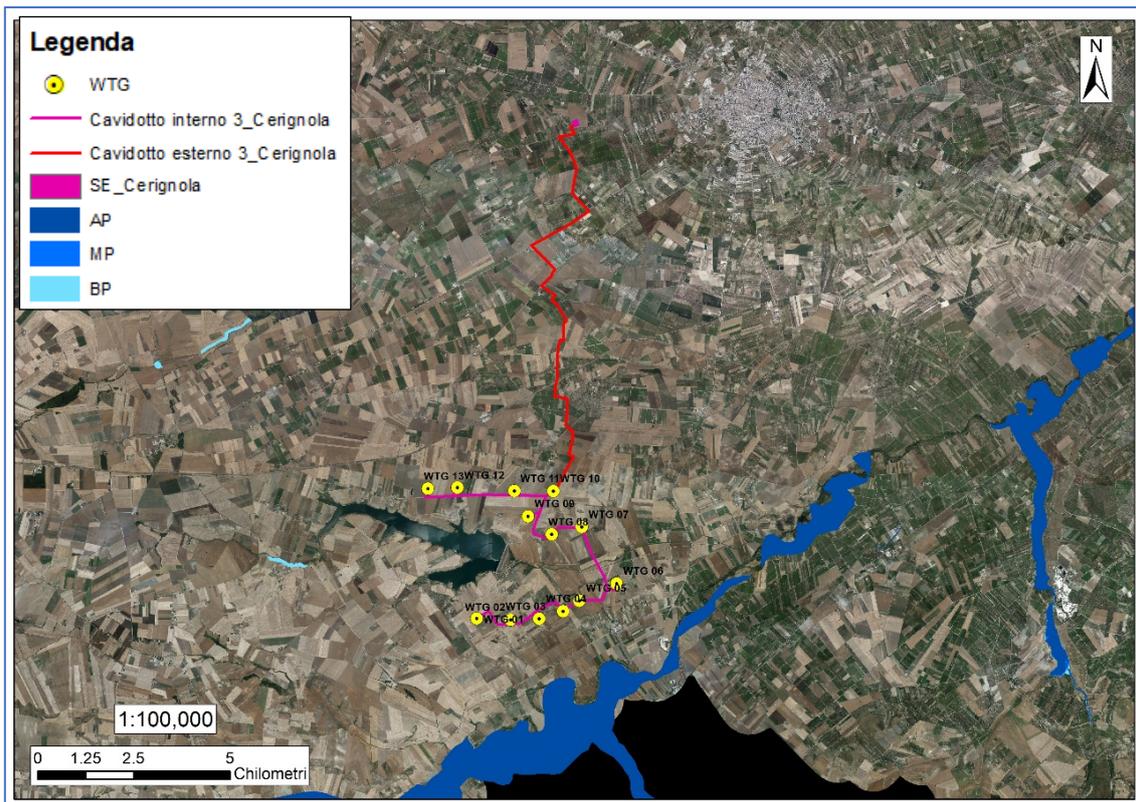


Figura 1 - Inquadramento su P.A.I.

| | | |
|---|---|---|
| Committente: Edison Rinnovabili S.p.A. Foro Buonaparte 31 20121 Milano (MI) | PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) NELLE LOCALITA' "LA MOSCHELLA" E "BELLAVEDUTA" | Nome del file: CRE-CIV-REL-024_01 |
|---|---|---|

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

| TURBINA | E (WGS84) [°] | N (WGS84) [°] |
|---------|---------------|---------------|
| WTG01 | 15.8094 | 41.1445 |
| WTG02 | 15.8200 | 41.1441 |
| WTG03 | 15.8288 | 41.1443 |
| WTG04 | 15.8363 | 41.1460 |
| WTG05 | 15.8413 | 41.1484 |
| WTG06 | 15.8529 | 41.1524 |
| WTG07 | 15.8423 | 41.1659 |
| WTG08 | 15.8329 | 41.1641 |
| WTG09 | 15.8256 | 41.1685 |
| WTG10 | 15.8335 | 41.1744 |
| WTG11 | 15.8214 | 41.1745 |
| WTG12 | 15.8038 | 41.1754 |
| WTG13 | 15.7947 | 41.1752 |

Le turbine sono identificate ai seguenti estremi catastali:

| TURBINA | COMUNE | FOGLIO | PARTICELLA |
|---------|-----------|--------|------------|
| WTG01 | CERIGNOLA | 441 | 335 |
| WTG02 | CERIGNOLA | 441 | 4 |
| WTG03 | CERIGNOLA | 441 | 113 |
| WTG04 | CERIGNOLA | 441 | 116 |
| WTG05 | CERIGNOLA | 431 | 11 |
| WTG06 | CERIGNOLA | 433 | 118 |
| WTG07 | CERIGNOLA | 438 | 11 |
| WTG08 | CERIGNOLA | 439 | 58 |
| WTG09 | CERIGNOLA | 419 | 21 |
| WTG10 | CERIGNOLA | 419 | 91 |
| WTG11 | CERIGNOLA | 419 | 197 |
| WTG12 | CERIGNOLA | 418 | 7 |
| WTG13 | CERIGNOLA | 407 | 2 |

La Futura Stazione Elettrica RTN 150/380/36 kV è invece localizzabile alle seguenti coordinate: 570498 E, 4568102 N, identificabile a livello catastale al Foglio 196 – Particelle 4 e 135 del Comune di Cerignola (FG).

| | | |
|---|-----------------------------|--------------|
| 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 IDROLOGICA | Pag. 4 di 20 |
|---|-----------------------------|--------------|

| | | |
|---|---|---|
| Committente: Edison Rinnovabili S.p.A. Foro Buonaparte 31 20121 Milano (MI) | PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) NELLE LOCALITA' "LA MOSCHELLA" E "BELLAVEDUTA" | Nome del file: CRE-CIV-REL-024_01 |
|---|---|---|

2. INQUADRAMENTO INTERVENTO

Il progetto prevede l'installazione di 13 aerogeneratori di potenza nominale unitaria pari a 5 MW, per una capacità complessiva di 85,8 MW.

Gli aerogeneratori ricadono su un'area posta a Sud – Ovest del centro urbano del Comune di Cerignola ad una distanza di circa 10,51 km, a Sud – Est del Comune di Stornarella ad una distanza di circa 10,13 km e a Nord – Est del Comune di Lavello ad una distanza di circa 10,05 km in linea d'aria.

Il tracciato del cavidotto collega gli aerogeneratori tra loro fino a connettersi alla cabina di raccolta per poi, a sua volta, allacciarsi alla futura stazione elettrica sempre sul territorio di Cerignola (FG).

Il parco eolico è circoscritto dalle seguenti strade provinciali, regionali e statali:

- SP 91 – Strada Provinciale 91
- SP 83 – Strada Provinciale 83
- A16 – Autostrada dei due mari
- Strade comunali

L'accesso alle torri è garantito in particolare dalle Strade Provinciali SP 91 e SP 83 e strade comunali. La viabilità da realizzare non prevede opere di impermeabilizzazione. Sono inoltre previste piazzole in prossimità degli aerogeneratori.

Per la costruzione degli aerogeneratori è prevista la realizzazione di piazzole temporanee per lo stoccaggio e il montaggio. Tali aree saranno dismesse e ripristinate nella condizione ante-operam.

La precisa localizzazione del sito si evince dagli allegati elaborati cartografici CRE-CIV-TAV-003 - Inquadramento geografico e CRE-CIV-TAV-004 - Inquadramento territoriale.

| | | |
|---|----------------------|--------------|
| 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 IDROLOGICA | Pag. 5 di 20 |
|---|----------------------|--------------|

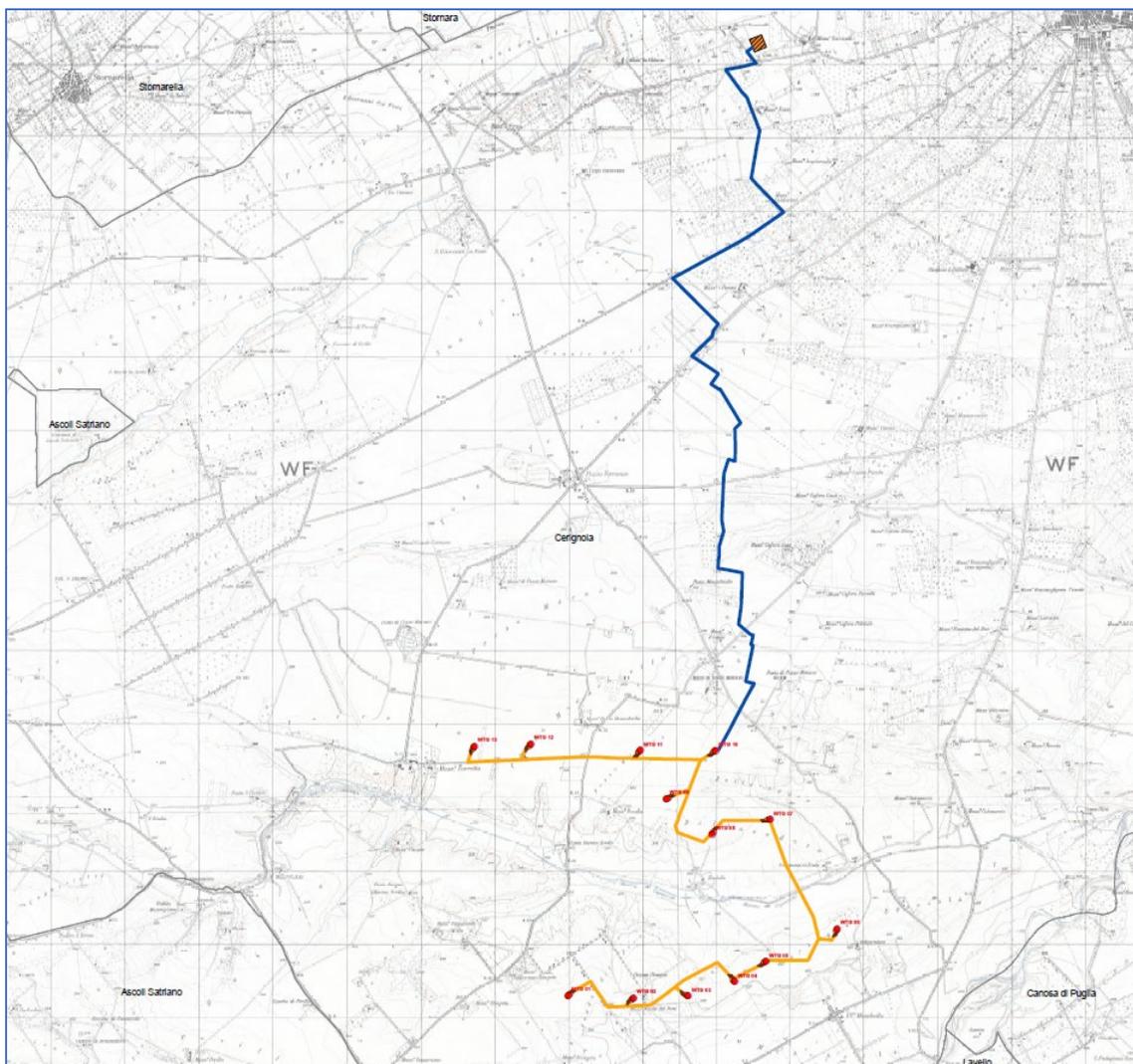


Figura 2 - Inquadramento impianto su Stralcio IGM 1:25.000

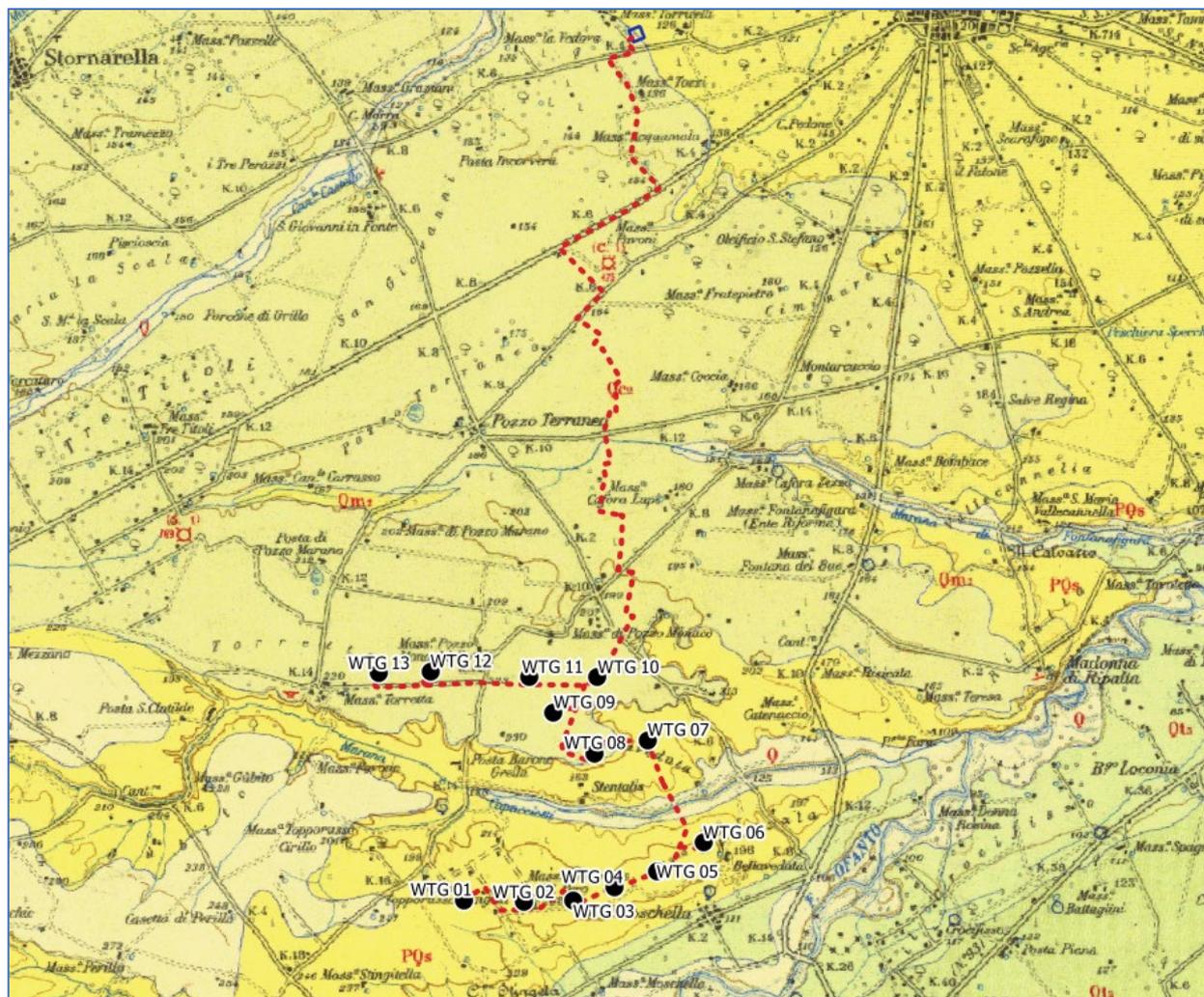


Figura 3 - Inquadramento su Carta geologica FG.175

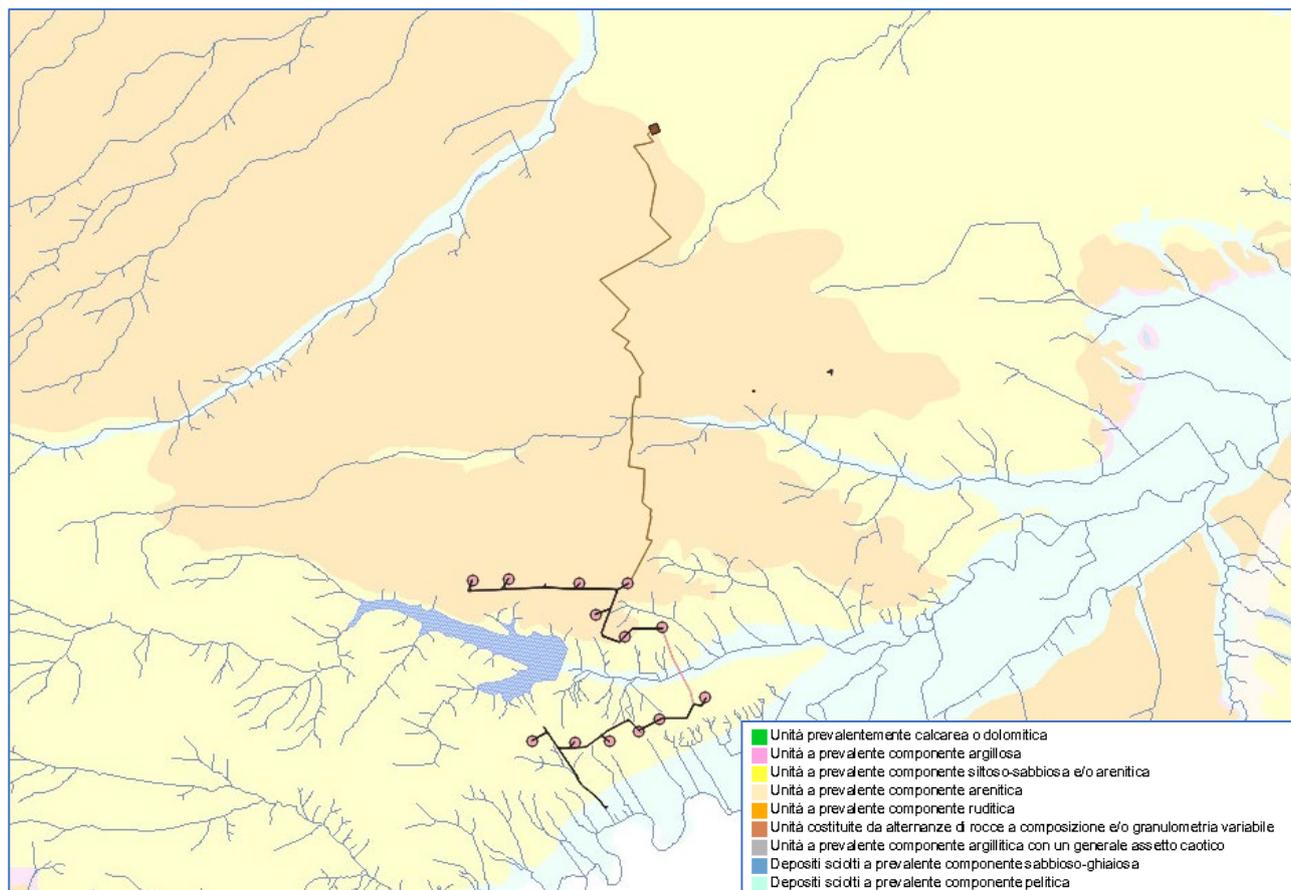


Figura 4 - Inquadramento su Idrogeomorfologica

Come indicato in precedenza, l'Autorità di Bacino della Puglia, attraverso la Carta Idrogeomorfologica, ha definito l'andamento e lo sviluppo del reticolo idrografico dell'area in esame.

Al fine di non creare squilibri alla rete idrografica esistente, si sono effettuati degli studi idrologici, atti a computare le portate al colmo di piena e dimensionare le opere idrauliche, di attraversamento stradale di nuova realizzazione, interferenti con l'idrografia superficiale.

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.

Con riferimento all'intervento oggetto di studio, nessuna nuova strada interessa il reticolo idrografico. Si specifica che le nuove strade e l'adeguamento delle strade esistenti, 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 l'impianto in esame non si sono riscontrate interferenze tra le strade di nuova realizzazione e il reticolo idrografico come definito dalla cartografia ufficiale. Per lo studio dell'area si sono comunque definiti i riferimenti idrologici, Bacini e Curva di possibilità pluviometrica.

Per ciò che concerne il cavidotto intercetta il reticolo idrografico in più punti di intersezione, tuttavia, si evidenzia che tutte le intersezioni avvengono su strada esistente, già provviste quindi di strutture di attraversamento

| | | |
|---|---|---|
| Committente: Edison Rinnovabili S.p.A. Foro Buonaparte 31 20121 Milano (MI) | PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) NELLE LOCALITA' "LA MOSCHELLA" E "BELLAVEDUTA" | Nome del file: CRE-CIV-REL-024_01 |
|---|---|---|

(tombini circolari, scatolari, ecc), che tutte le modalità di superamento dell'Intersezione saranno affrontate tramite tecnologia TOC come evidenziato nella tavola CRE-CIV-TAV-017 – Studio delle interferenze.

2.1. INDIVIDUAZIONE DEL BACINO IMBRIFERO

Dopo l'acquisizione dei dati territoriali e cartografici di base, si è proceduto alla delimitazione e caratterizzazione dei bacini di interesse con l'ausilio di QGIS, sistema geografico informatizzato che consente di ottenere carte tematiche interattive utili al fine della valutazione del rischio.

Con l'utilizzo di QGIS è stato possibile tracciare i confini geografici (linea di displuvio) del bacino in base ad una prefissata sezione di chiusura e determinare le relative informazioni geometriche (area, perimetro, altitudine), geologiche e di uso del territorio.

È necessario individuare e caratterizzare il bacino per determinare la portata che defluisce attraverso la sezione in esame. Si elencano le operazioni eseguite, attivando, di volta in volta, l'ultimo tema creato:

- 1) si è caricato il DEM per la zona interessata, ottenuto dal SIT puglia;
- 2) ottenuto il DEM si è attivata la funzione Fill sinks, che permette di eseguire l'interpolazione dei dati altimetrici immessi attraverso il grid, in maniera da ottenere continuità nel modello del terreno;
- 3) attraverso la funzione Catchment area si sono individuate le flow direction (direzioni di scorrimento delle acque superficiali: fiumi, torrenti, lame etc.) e le flow accumulation (aree contribuenti);
- 4) si è applicata la funzione Channel network che permette di determinare il reticolo idrografico, con diversi gradi di risoluzione;
- 5) con la funzione Watershed basins si sono determinati tutti i bacini della mappa;
- 6) Infine, con la funzione Upslow area, inserendo le coordinate del punto appartenente alla sezione di chiusura di interesse per la lama, si è determinato bacino sotteso alla sezione di chiusura; infatti scegliendo come sezione di chiusura la foce del corso d'acqua si ottiene il bacino principale; se invece la sezione di chiusura è una qualunque sezione fluviale posta a monte della foce, si individua il bacino secondario o sottobacino;
- 7) Con la funzione Raster Layer statistic si sono determinate le caratteristiche morfologiche, area, perimetro e altitudine media del sottobacino sotteso alla sezione di chiusura.

| | | |
|---|----------------------|--------------|
| 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 IDROLOGICA | Pag. 9 di 20 |
|---|----------------------|--------------|

| | | |
|---|---|---|
| Committente: Edison Rinnovabili S.p.A. Foro Buonaparte 31 20121 Milano (MI) | PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) NELLE LOCALITA' "LA MOSCHELLA" E "BELLAVEDUTA" | Nome del file: CRE-CIV-REL-024_01 |
|---|---|---|

I parametri geomorfologici caratteristici dei bacini idrografici sono indicati nelle tabelle seguenti:

| DATI GEOMORFOLOGICI BACINO 1 | |
|-------------------------------------|---------|
| Superficie (kmq) | 7,69 |
| Altezza media del bacino (m) | 141,50 |
| Altezza massima asta principale (m) | 166,60 |
| Altezza minima asta principale (m) | 87,00 |
| Pendenza media del bacino (%) | 1,51 |
| Lunghezza asta principale (km) | 7,21 |
| Lunghezza asta principale (m) | 7211,00 |
| Pendenza media asta principale | 1,10 |

Per completare lo studio del bacino si sono ricavati i dati relativi al tipo di suolo caricando le mappe della permeabilità e dell'uso del suolo. Con il comando geoprocessing intersezione, sono state effettuate le seguenti intersezioni: tema del bacino - mappa della permeabilità, tema del bacino - mappa dell'uso del suolo, tema del bacino – mappa della litologia; tale elaborazione ha fornito, i dati necessari all'applicazione del metodo del Curve Number.

Gli elementi forniti dal programma hanno consentito l'avvio dello studio idrologico volto alla determinazione delle portate al colmo di piena associate a tempi di ritorno di 30, 200 anni.

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; se viene superato il tempo di corrivazione, la pioggia continua a cadere, con la stessa intensità, la portata si mantiene costante sul valore massimo, per poi cominciare a decrescere non appena la pioggia cessa, o comunque, si riduce d'intensità.

Se per contro la durata della precipitazione è inferiore al tempo di corrivazione, l'acqua proveniente dalle zone più lontane del bacino raggiunge la sezione terminale quando già ha avuto inizio la fase decrescente, giacché le aree più vicine hanno già cessato di dare il loro contributo.

2.2. CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

Per il calcolo delle portate di piena, rispetto alle quali verificare le sezioni del canale in prossimità delle opere di progetto, possono essere adottate diverse metodologie di calcolo, tra cui la procedura di calcolo delle portate di piena proposta nel Va.Pi. e la procedura del Curve Number del Soil Conservation Service. Queste metodologie di calcolo sono le più utilizzate per i bacini idrografici della Puglia.

Data l'estensione limitata dei bacini in esame, l'utilizzo del metodo Va.Pi. comporta un sovradimensionamento delle portate, che va comunque a vantaggio di sicurezza nella progettazione e nella verifica delle opere.

La grandezza idrologica di interesse da definire in questo caso è il massimo valore della portata in corrispondenza delle sezioni di chiusura del bacino idrografico.

Per il calcolo delle portate di piena è stato condotto uno studio conforme a quanto prescritto dalle Norme tecniche di attuazione del PAI ed in particolare a quanto previsto dal progetto Valutazione delle Piene (VaPi) del Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). In particolare, le portate sono state stimate sulla base delle curve di possibilità pluviometrica calcolate con il metodo VAPI-Puglia del G.N.D.C.I..

La metodologia adottata nel progetto Vapi. fa riferimento ad un approccio probabilistico a doppia componente (TCEV) che interpreta gli eventi massimi annuali come il risultato di una miscela di due popolazioni distinte: la

| | | |
|---|-----------------------------|----------------------|
| 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 IDROLOGICA | Pag. 10 di 20 |
|---|-----------------------------|----------------------|

| | | |
|---|---|---|
| Committente: Edison Rinnovabili S.p.A. Foro Buonaparte 31 20121 Milano (MI) | PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) NELLE LOCALITA' "LA MOSCHELLA" E "BELLAVEDUTA" | Nome del file: CRE-CIV-REL-024_01 |
|---|---|---|

prima produce gli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi; la seconda produce gli eventi massimi straordinari, meno frequenti ma spesso catastrofici.

I diversi parametri del modello probabilistico sono valutati a scale regionali differenti, in funzione dell'ordine statistico del parametro stesso; in pratica l'analisi regionale degli estremi idrologici massimi (massimi annuali delle precipitazioni e massimi annuali delle portate fluviali) è condotta suddividendo l'area di studio in zone geografiche che possono considerarsi omogenee nei confronti dei parametri statistici della distribuzione di probabilità che si è deciso di adottare, e che sono via via più ampie man mano che l'ordine dei parametri aumenta.

La regionalizzazione che ne consegue è di tipo gerarchico, basata su livelli successivi di indagine, in modo tale da ottimizzare l'informazione ricavabile dai dati e dal numero disponibili di stazioni della zona studiata.

I° Livello: Regione Puglia

II° Livello: Puglia settentrionale Puglia centro – meridionale

III° Livello:

- Zona 1 Gargano
- Zona 2 Tavoliere
- Zona 3 Murge
- Zona 4 Subappennino
- Zona 5 Nord Barese – Murgia centrale
- Zona 6 Penisola salentina

In definitiva il territorio pugliese è stato suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee (fig.9), per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica ottenendo così anche in siti sprovvisti di stazioni di misura o con serie storica di lunghezza ridotta i valori medi dei massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata t.

Per stimare le portate di piena con tempo di ritorno di 200 anni, è necessario valutare gli afflussi meteorici che le generano, desumibili dalla "Curva di possibilità pluviometrica"; tale curva può essere ricavata dai risultati della regionalizzazione eseguita dal CNR-GNDCI, che suddivide il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia in sei aree omogenee pluviometriche, per ognuna delle quali è possibile calcolarla sulla base delle seguenti equazioni:

$$\text{Zona 1: } X(t, z) = 28.66 t^{(0.000503z+0.720 / 3.178)}$$

$$\text{Zona 2: } X(t, z) = 22.23 t^{0.247}$$

$$\text{Zona 3: } X(t, z) = 25.325 t^{(0.696+0.000531z) / 3.178}$$

$$\text{Zona 4: } X(t, z) = 24.70 t^{0.256}$$

$$\text{Zona 5: } X(t, z) = 28.2 t^{(0.628+0.0002z) / 3.178}$$

$$\text{Zona 6: } X(t, z) = 33.7 t^{(0.488+0.0022z) / 3.178}$$

dove t = durata della precipitazione e z = altezza media del bacino considerato.

I bacini idrografici dell'area di studio ricadono internamente nella **zona omogenea 4**

| | | |
|---|-----------------------------|----------------------|
| 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 IDROLOGICA | Pag. 11 di 20 |
|---|-----------------------------|----------------------|

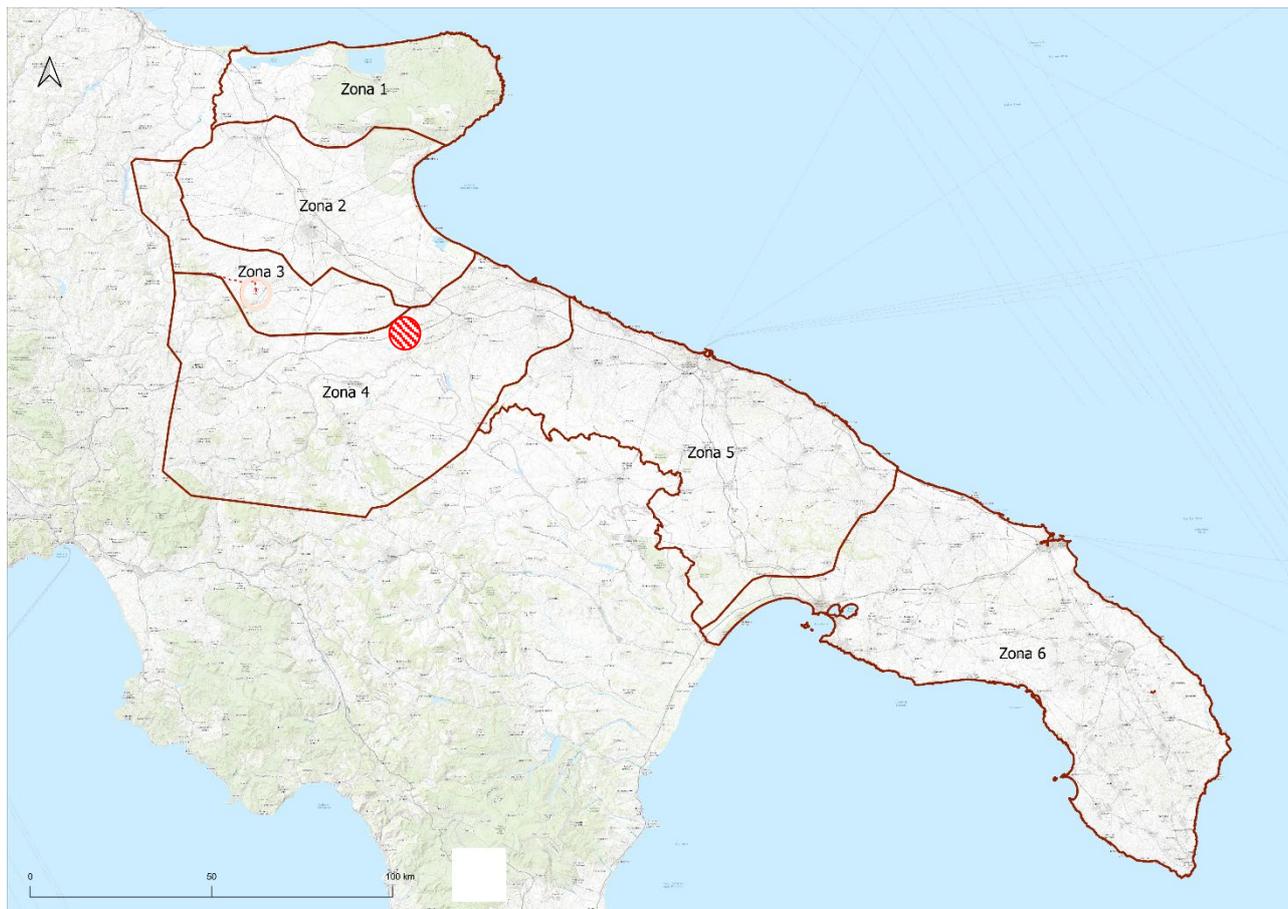


Figura 4 - Livello di regionalizzazione della Regione Puglia

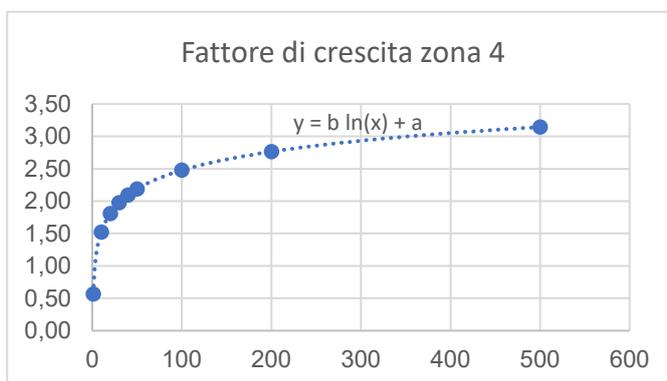
Andando quindi a considerare la formulazione prevista per tale zona:

Zona 4: $X(t, z) = 24.70 t^{0.256}$

Si è determinato il fattore di crescita delle portate Kt funzione del tempo di ritorno che ci consente di differenziare la portata secondo i tempi di ritorno prescelti:

$KT = 0.415 \ln T + 0.5648$ (zone 1-2-3-4)

| fattori di crescita | | |
|---------------------|--------|------|
| K | (T30) | 1,98 |
| K | (T200) | 2,76 |
| K | (T500) | 3,14 |

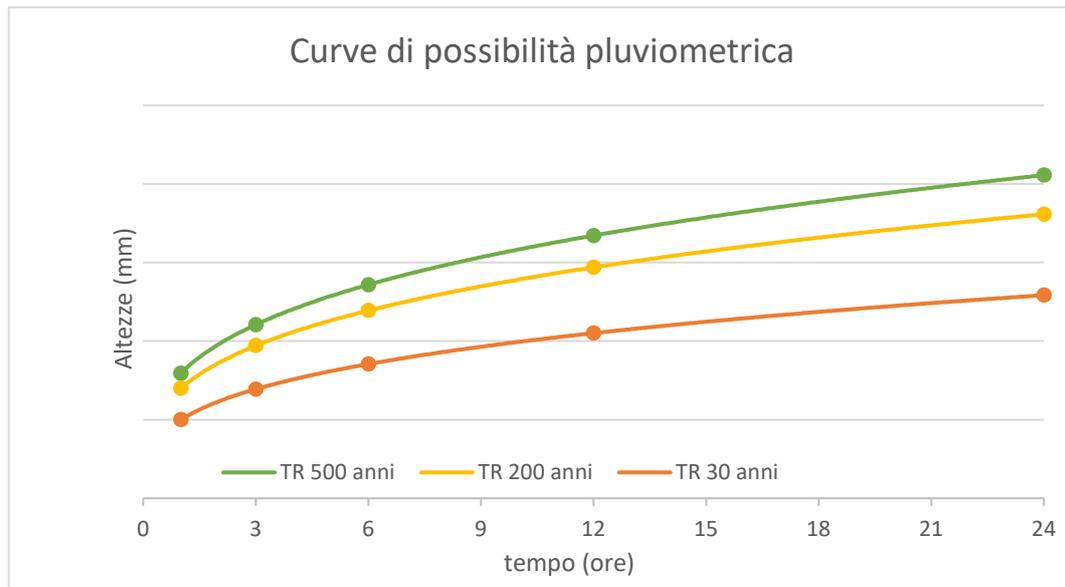


Si sono così determinate le altezze di pioggia relative al tempo di ritorno:

| | | | |
|--------------------|------|------|------|
| KT | 1,98 | 2,76 | 3,14 |
| ALTEZZE DI PIOGGIA | | | |

| Tempo (ore) | TR30 h (mm) | TR200 h (mm) | TR500 h (mm) |
|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 1 | 48,81 | 68,26 | 77,65 |
| 3 | 64,67 | 90,43 | 102,87 |
| 6 | 77,22 | 107,99 | 122,85 |
| 12 | 92,22 | 128,96 | 146,70 |
| 24 | 110,12 | 153,99 | 175,18 |

Da cui derivano le curve di possibilità pluviometriche relative a 30 200 e 500 anni:



| | | |
|---|---|---|
| Committente: Edison Rinnovabili S.p.A. Foro Buonaparte 31 20121 Milano (MI) | PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) NELLE LOCALITA' "LA MOSCHELLA" E "BELLAVEDUTA" | Nome del file: CRE-CIV-REL-024_01 |
|---|---|---|

2.3. METODO DEL CURVE NUMBER

Il calcolo è stato eseguito con il metodo del Curve Number, proposto dal Soil Conservation Service del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti. La formulazione usata permette di ricavare la pioggia netta depurata in base all'espressione:

$$h_{netta} = \frac{(h_{lorda} - I)^2}{(h_{lorda} + S - I)}$$

dove h_{lorda} è la pioggia stimata per assegnata distribuzione di probabilità, S (in mm) rappresenta l'assorbimento del bacino, espresso dalla relazione:

$$S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

ed I è l'assorbimento iniziale, legato empiricamente al parametro S dalla relazione $I_a = 0,2 \cdot S$.

In particolare, il metodo del CN sintetizza le caratteristiche idrologiche di un bacino attraverso un unico parametro CN che definisce la relazione precipitazione-volume di deflusso in bacini idrografici di cui è nota, oltre che la morfologia, la copertura vegetale e il tipo idrologico di suolo presenti nelle carte tematiche.

Il parametro CN, ricavato dall'analisi qualitativa delle carte tematiche, rappresenta la capacità di una porzione di terreno del bacino imbrifero di produrre deflusso ed è stato calcolato sulla base delle caratteristiche geopedologiche e vegetazionali del bacino stesso.

Il valore del CN si ottiene per incrocio delle caratteristiche del suolo (quattro tipi A, B, C, D) a permeabilità decrescente e delle caratteristiche di uso prevalente.

- Gruppo A: suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso e capacità di infiltrazione, in condizioni di saturazione, molto levata; comprende sabbie profonde, con bassa percentuale di limi e argille molto permeabili.
- Gruppo B: suoli aventi moderata potenzialità di deflusso e capacità di infiltrazione, anche in condizioni di saturazione, elevata; comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi rispetto al gruppo A;
- Gruppo C: suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta e scarsa capacità di infiltrazione e saturazione; comprende suoli contenenti considerevoli quantità di argille e colloidali.
- Gruppo D: Suoli aventi potenzialità di deflusso molto elevate e scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione; comprende argille ad elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

I valori del CN normalmente utilizzati per i tipi di suolo A, B, C e D e per una condizione standard di umidità del terreno agli inizi dell'evento di pioggia ("AMC", Antecedent Moisture Condition, di classe II) sono riportati nella seguente tabella.

| | | |
|---|-----------------------------|---------------|
| 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 IDROLOGICA | Pag. 14 di 20 |
|---|-----------------------------|---------------|

| Tipo di suolo | Descrizione |
|--|---|
| A deflusso superficiale potenziale basso | <p>I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) basso, ed è alta la permeabilità. Sono caratterizzati da avere meno del 10% di argilla e oltre il 90% di sabbia e/o ghiaia e la tessitura è sabbiosa o ghiaiosa. La conducibilità idraulica (Ksat) è maggiore di 14,4 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm.</p> <p>Appartengono a questo gruppo anche le rocce con alta permeabilità per fratturazione e/o carsismo</p> |
| B deflusso superficiale potenziale moderatamente basso | <p>I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente basso, e l'acqua attraversa il suolo senza impedimenti. Sono caratterizzati da avere tra il 10% e il 20% di argilla e tra il 50 e il 90% di sabbia e la tessitura è sabbioso-franca, franco-sabbiosa. La conducibilità idraulica (Ksat) varia tra 3,6 e 14,4 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm.</p> <p>Appartengono a questo gruppo anche le rocce con permeabilità, medio-alta e media, per fratturazione e/o carsismo</p> |
| C deflusso superficiale potenziale moderatamente alto | <p>I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente alto, e l'acqua attraversa il suolo con qualche limitazione. Sono caratterizzati da avere tra il 20% e il 40% di argilla e meno del 50% di sabbia e la tessitura è prevalentemente franca, franco-limosa, franco-argilloso-sabbioso, franco-argillosa, e franco-argilloso-limosa.</p> <p>La conducibilità idraulica (Ksat) varia tra 0,36 e 3,6 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm</p> <p>Appartengono a questo gruppo anche le rocce con bassa e medio-bassa permeabilità per fratturazione e/o carsismo</p> |
| D deflusso superficiale potenziale alto | <p>I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) alto, e l'acqua attraversa il suolo con forti limitazioni. Sono caratterizzati da avere oltre il 40% di argilla e meno del 50% di sabbia e la tessitura è argillosa, talvolta anche espandibili.</p> <p>La conducibilità idraulica (Ksat) è $\leq 0,36$ cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è compresa tra 50 cm e 100 cm, e la profondità della falda superficiale è entro i 60 cm</p> <p>Appartengono a questo gruppo anche le rocce con permeabilità molto bassa, le rocce impermeabili e le aree non rilevate o non classificate.</p> |

Tabella 1 - Tabella che descrive le diverse classi in funzione dei gruppi di Tipo di suolo

| | | |
|---|---|---|
| Committente: Edison Rinnovabili S.p.A. Foro Buonaparte 31 20121 Milano (MI) | PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) NELLE LOCALITA' "LA MOSCHELLA" E "BELLAVEDUTA" | Nome del file: CRE-CIV-REL-024_01 |
|---|---|---|

| Codice Uso del Suolo (UDS) | UDS | A | B | C | D |
|--|------|-----|-----|-----|-----|
| AREE PORTUALI | 123 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| AREE AEROPORTUALI ED ELIPORTI | 124 | 92 | 93 | 94 | 95 |
| AREE ESTRATTIVE | 131 | 89 | 92 | 94 | 95 |
| DISCARICHE E DEPOSITI DI ROTTAMI | 132 | 90 | 92 | 94 | 95 |
| CANTIERI | 133 | 90 | 92 | 94 | 95 |
| AREE VERDI URBANE | 141 | 65 | 74 | 81 | 84 |
| CIMITERI | 143 | 57 | 77 | 85 | 89 |
| VIGNETI | 221 | 72 | 81 | 88 | 91 |
| FRUTTETI E FRUTTI MINORI | 222 | 67 | 78 | 85 | 89 |
| OLIVETI | 223 | 72 | 81 | 88 | 91 |
| ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI | 224 | 67 | 78 | 85 | 89 |
| PRATI STABILI | 231 | 67 | 71 | 81 | 89 |
| COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE A COLTURE PERMANENTI | 241 | 59 | 74 | 82 | 86 |
| SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI | 242 | 63 | 73 | 82 | 88 |
| AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI | 243 | 62 | 71 | 78 | 81 |
| AREE AGROFORESTALI | 244 | 45 | 66 | 77 | 83 |
| BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOGIE | 313 | 39 | 51 | 63 | 70 |
| AREE A PASCOLO NATURALE | 321 | 67 | 71 | 81 | 89 |
| SPIAGGE DUNE E SABBIE | 331 | 56 | 73 | 82 | 86 |
| PARETI ROCCIOSE E FALESIE | 332 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| AREE CON VEGETAZIONE RADA | 333 | 70 | 75 | 84 | 90 |
| PALUDI INTERNE | 411 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| PALUDI SALMASTRE | 421 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| SALINE | 422 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| ZONE INTERTIDALI | 423 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI | 521 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| MARI | 523 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO | 1111 | 89 | 92 | 94 | 96 |
| TESSUTO RESIDENZIALE RADO | 1112 | 78 | 80 | 85 | 87 |
| TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME A CARATTERE RESIDENZIALE E SUBURBANO | 1121 | 74 | 75 | 78 | 80 |
| TESSUTO AGRO-RESIDENZIALE SPARSO E FABBRICATI RURALI A CARATTERE TIPICAMENTE AGRICOLO O RURALE | 1122 | 65 | 67 | 70 | 72 |
| INSEDIAMENTI INDUSTRIALI/ARTIG. E COMM. E SPAZI ANNESSI | 1211 | 89 | 92 | 94 | 95 |
| INSEDIAMENTO DI GRANDI IMPIANTI DI SERVIZI | 1212 | 89 | 92 | 94 | 95 |
| RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI (SVINCOLI, STAZIONI DI SERVIZIO, AREE DI PARCHEGGIO ECC.) | 1221 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| RETI FERROVIARIE COMPRESSE LE SUPERFICI ANNESSE (STAZIONI, SMISTAMENTI, DEPOSITI ECC.) | 1222 | 96 | 96 | 96 | 96 |
| GRANDI IMPIANTI DI CONCENTRAMENTO E SMISTAMENTO MERCI (INTERPORTI E SIMILI) | 1223 | 92 | 93 | 94 | 95 |
| IMPIANTI A SERVIZIO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE (TELECOMUNICAZIONI/ENERGIA/IDRICHE) | 1224 | 92 | 93 | 94 | 95 |

| | | |
|---|----------------------|---------------|
| 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 IDROLOGICA | Pag. 16 di 20 |
|---|----------------------|---------------|

| Codice Uso del Suolo (UDS) | UDS | A | B | C | D |
|--|------|-----|-----|-----|-----|
| DISCARICHE | 1321 | 90 | 92 | 94 | 95 |
| DEPOSITI DI ROTTAMI A CIELO APERTO, CIMITERI DI AUTOVEICOLI | 1322 | 90 | 92 | 94 | 95 |
| AREE RICREATIVE E SPORTIVE | 1421 | 70 | 78 | 83 | 88 |
| AREE ARCHEOLOGICHE | 1422 | 49 | 69 | 79 | 84 |
| SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE | 2111 | 58 | 72 | 81 | 85 |
| PRATI ARTIFICIALI. COLTURE FORAGGERE OVE SI PUÒ RICONOSCERE UNA SORTA DI AVVICENDAMENTO CON I SEMINATIVI E UNA CERTA PRODUTTIVITÀ, SONO SEMPRE POTENZIALMENTE RICONVERTITI A SEMINATIVO, POSSONO ESSERE RICONOSCIBILI MURETTI O MANUFATTI | 2112 | 67 | 71 | 81 | 89 |
| SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO | 2121 | 66 | 77 | 85 | 89 |
| RISAIE | 2122 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| VIVAI | 2123 | 66 | 77 | 85 | 89 |
| COLTURA IN SERRA | 2124 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO | 2411 | 59 | 74 | 82 | 86 |
| COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL VIGNETO | 2412 | 59 | 74 | 82 | 86 |
| COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI (PASCOLI E SEMINATIVI ARBORATI CON COPERTURA DELLA SUGHERA DAL 5 AL 25%) | 2413 | 59 | 74 | 82 | 86 |
| BOSCO DI LATIFOGLIE | 3111 | 39 | 51 | 63 | 70 |
| ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI (LATIFOGLIE) | 3112 | 39 | 51 | 63 | 70 |
| BOSCHI DI CONIFERE | 3121 | 39 | 51 | 63 | 70 |
| CONIFERE A RAPIDO ACCRESCIMENTO | 3122 | 39 | 51 | 63 | 70 |
| FORMAZIONI VEGETALI BASSE E CHIUSE, STABILI, COMPOSTE PRINCIPALMENTE DI CESPUGLI, ARBUSTI E PIANTE ERBACEE (ERICHE, ROVI, GINESTRE, GINEPRI NANI ECC.) | 3221 | 51 | 58 | 73 | 80 |
| FORMAZIONI DI RIPANON ARBOREE | 3222 | 51 | 58 | 73 | 80 |
| MACCHIA MEDITERRANEA | 3231 | 51 | 58 | 73 | 80 |
| GARIGA | 3232 | 51 | 58 | 73 | 80 |
| AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE | 3241 | 45 | 55 | 68 | 75 |
| AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE | 3242 | 45 | 55 | 68 | 75 |
| SPIAGGE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M | 3311 | 56 | 73 | 82 | 86 |
| AREE DUNALI NON COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M | 3312 | 56 | 73 | 82 | 86 |
| AREE DUNALI CON COPERTURA VEGETALE CON AMPIEZZA SUPERIORE A 25 M | 3313 | 56 | 73 | 82 | 86 |
| LETTI ASCIUTTI DI TORRENTI DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M | 3315 | 56 | 73 | 82 | 86 |
| FIUMI, TORRENTI E FOSSI | 5111 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| CANALI E IDROVIE | 5112 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| BACINI NATURALI | 5121 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| BACINI ARTIFICIALI | 5122 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI A PRODUZIONE ITTICA NATURALE | 5211 | 100 | 100 | 100 | 100 |

| Codice Uso del Suolo (UDS) | UDS | A | B | C | D |
|--|-------|-----|-----|-----|-----|
| ACQUACOLTURE IN LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI | 5212 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| ESTUARI E DELTA | 5213 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| AREE MARINE A PRODUZ. ITTICA NATURALE | 5231 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| ACQUACOLTURE IN MARE LIBERO | 5232 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC. ANCHE IN FORMAZIONI MISTE | 31121 | 39 | 51 | 63 | 70 |
| SUGHERETE | 31122 | 39 | 51 | 63 | 70 |
| CASTAGNETI DA FRUTTO | 31123 | 39 | 51 | 63 | 70 |
| ALTRO | 31124 | 39 | 51 | 63 | 70 |

Tabella 2 - Valore del Curve Number in funzione dell'uso del suolo (Corine) e del tipo di suolo

Dalla combinazione della attribuzione della classe di tipo di suolo e dell'uso del suolo, tramite la Tabella 3 sopra riportata è stato possibile ricavare il valore del CN-II medio dell'intera area che nel caso di specie ha condotto allo stesso valore:

CN II = 82

Nella presente trattazione si sono ipotizzate, a seconda delle caratteristiche dei bacini oggetto di studio, condizioni AMC tipo III (Antecedent Moisture Conditions) che prevede l'assunzione di un unico valore CN III, determinato a partire dal valore di CN II attraverso la seguente formulazione:

$$CN III = \frac{CNII}{0,43 + 0,0057 \cdot CNII} = 91,38$$

Con riferimento al calcolo della portata al colmo Q_p (m^3/s) il metodo SCS-CN considera un idrogramma approssimato di forma triangolare che ha una fase crescente di durata t_a (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata t_e (tempo di esaurimento) e il cui volume, espresso in m^3 , ha la seguente espressione:

$$V = \frac{Q_p}{2} (t_a + t_e) = \frac{Q_p \cdot t_b}{2}$$

avendo indicato con t_b la durata dell'evento di piena.

Poiché è stato stabilito sperimentalmente che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico che è pari al 37.5% del volume totale V di deflusso, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0,375 volte la durata dell'evento di piena t_b e pertanto:

$$t_b = 2,67 t_a$$

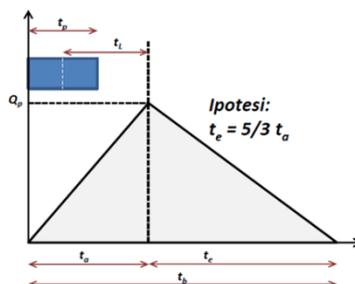
Utilizzando le formule di cui sopra, esprimendo il volume di deflusso V in mm , il tempo t_a in ore, l'area A del bacino in Km^2 si ottiene:

$$Q_p = 0,208 \frac{VA}{t_a}$$

La determinazione di t_a , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante di durata t_p e indicando con T_L il tempo di ritardo, calcolato con la formula di Mokus:

$$T_L = 0,342 \frac{L^{0,8}}{s^{0,5}} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0,7}$$

in cui s è la pendenza del bacino espressa in %, L è la lunghezza dell'asta principale prolungata fino alla dispiuviale espressa in km .



Per la determinazione della durata di pioggia si è determinato:

$$t_a = 0,5 T_c + T_L \quad - \quad t_b = 8/3 t_a$$

| | | |
|---|---|---|
| Committente: Edison Rinnovabili S.p.A. Foro Buonaparte 31 20121 Milano (MI) | PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI CERIGNOLA (FG) NELLE LOCALITA' "LA MOSCHELLA" E "BELLAVEDUTA" | Nome del file: CRE-CIV-REL-024_01 |
|---|---|---|

Si è infine determinato il tempo di corrivazione $0,6 T_L$ ottenendo un valore del tempo di corrivazione **Tc**.
 Si sono così determinate le portate al colmo per i tempi di ritorno di 30 e 200 e 500 anni.

I risultati possono essere così sintetizzati:

| METODO SCS CN (DETERMINAZIONE PORTATA AL COLMO) | | |
|---|-------|---------------------------------|
| Curve Number | | |
| CN(II) | 82,00 | |
| CN(III) | 91,38 | |
| Tempi | | |
| TL (Mokus) | 2,15 | Tempo di ritardo |
| Tc (0,6*TL) | 1,29 | Tempo di corrivazione |
| ta (ore) | 2,80 | Tempo di accumulo |
| tb (ore) | 7,46 | Durata totale |
| Determinazione perdite per infiltrazione | | |
| S | 23,96 | Volume specifico di saturazione |
| la | 4,79 | Perdite iniziali |
| Altezza di Pioggia relativa al tempo di corrivazione | | |
| Hc | 26,37 | |
| Altezze di pioggia relative ai tempi di ritorno | | |
| H 30 (mm) | 48,81 | Pioggia lorda (TR 30 anni) |
| H 200 (mm) | 68,26 | Pioggia lorda (TR 200 anni) |
| H 500 (mm) | 77,65 | Pioggia Lorda (TR 500 anni) |
| Altezza di pioggia netta | | |
| Pe netta 30 (mm) | 22,45 | Pioggia netta (TR 30 anni) |
| Pe netta 200 (mm) | 41,89 | Pioggia netta (TR 200 anni) |
| Pe netta 500 (mm) | 51,29 | Pioggia netta (TR 500 anni) |

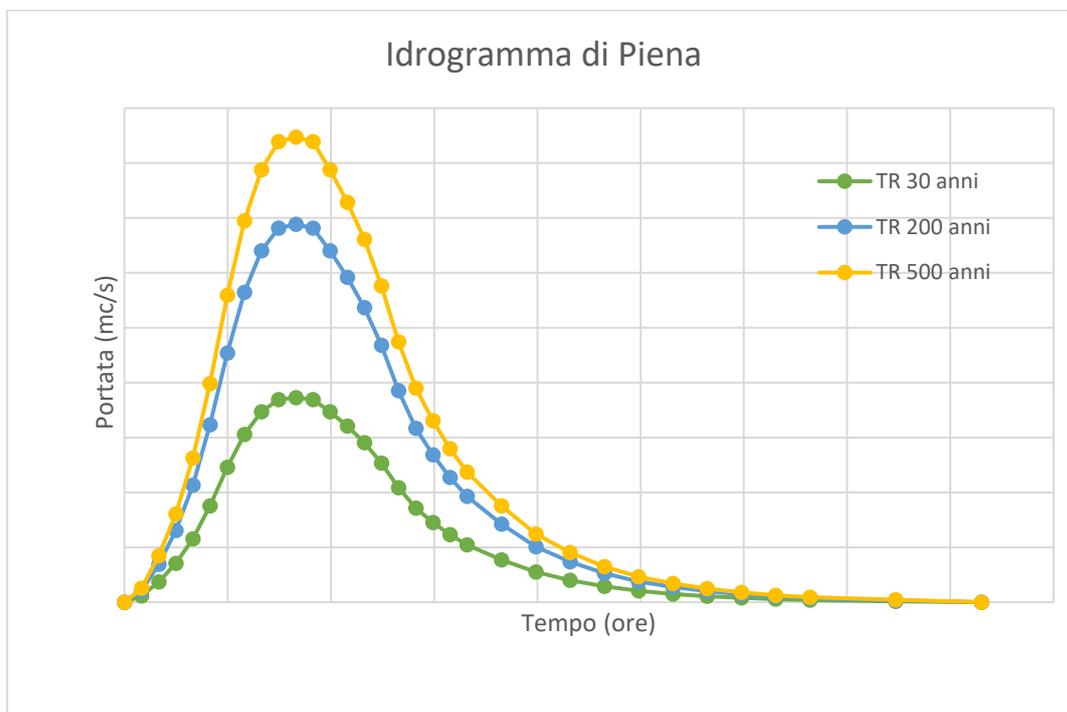
| Portate al colmo di piena | |
|---------------------------|-------|
| Q 30 (mc/s) | 12,84 |
| Q 200 (mc/s) | 23,96 |
| Q 500 (mc/s) | 29,33 |

L'idrogramma unitario SCS relativo ad un volume di deflusso V pari a un millimetro, si costruisce a partire dall'idrogramma adimensionale di Mockus che è una curva adimensionale, ricavata da numerosi idrogrammi unitari ottenuti da idrogrammi di piena registrati in bacini di differente estensione e posizione geografica, che mette in relazione il rapporto tra la generica portata Q all'istante t e la portata al colmo Qp che si verifica all'istante ta (durata della fase di crescita) con la variabile adimensionale t/ta.

| | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|
| 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 IDROLOGICA | Pag. 19 di 20 |
|---|-----------------------------|-----------------------------|

Per il suddetto idrogramma unitario il 37,5% del volume totale di deflusso, che corrisponde ovviamente all'intera area ricadente tra l'idrogramma e l'asse delle ascisse t/t_a , si verifica in corrispondenza della sola fase ascendente dell'idrogramma stesso. In altri termini il volume di deflusso corrispondente alla fase crescente dell'idrogramma è pari al 37,5% del volume totale di deflusso.

Si sono determinati gli idrogrammi di piena dei bacini sulla base della formulazione dell'idrogramma di Mockus:



3. CONCLUSIONI

A seguito di un accurato studio idrologico, sono stati valutati gli eventi di piena caratteristici dei bacini idrografici che interessano le aree in progetto e se ne sono determinate oltre che le portate al colmo riferite ai tempi di ritorno di 30, 200, 500 anni anche gli idrogramma di piena ottenuti con il metodo di Mockus.