



REGIONE SARDEGNA

Provincia di Cagliari

COMUNI DI SINNAI E MARACALAGONIS



OGGETTO

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)

PROPONENTE

ecenergy
Powering renewables.

ECOWIND 6 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni 30, 20121 Milano (MI)

C.F./P.IVA: 12809780963

email/PEC: ecowind6srl@pecimprese.it

SVILUPPO

VALLEVERDE
ENERGIA

VALLEVERDE ENERGIA S.R.L.

Via Foggia 174, 85025 Melfi (PZ)

C.F./P.IVA: 02118870761

email: info@valleverde-energia.it

PEC: valleverde.energia@pec.it

INGEGNERIA

Codice Commessa PHEEDRA: 24_01_EO_SIN



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 Ing. Angelo Micolucci



00	Febbraio 2024	PRIMA EMISSIONE	MS	AM	VS
REV	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE IDROLOGICA

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
A4	-	SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.	SIN-CIV-REL-032_00	
		SIN	CIV	REL	032	00		

Committente: Ecwind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
--	---	---

SOMMARIO

1. PARCO EOLICO	2
1.1. Premessa.....	2
2. INQUADRAMENTO INTERVENTO	6
2.1. Individuazione del bacino imbrifero	10
2.2. Calcolo delle portate di piena	11
2.3. Metodo del Curve Number.....	16
3. CONCLUSIONI.....	22

Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

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 17 aerogeneratori ognuno da 7,2 MW nominali, per un totale di 122,4 MW e relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei comuni di Sinnai, Maracalagonis, Quartucciu, Settimo San Pietro e Selargius (Ca) con opere di connessione ricadenti nei medesimi comuni.

Gli aerogeneratori saranno collegati tra di loro mediante un cavidotto interrato in media tensione che collegherà l'impianto alla Stazione utente di trasformazione 150/30kV in agro del comune di Selargius (CA) e mediante connessione in antenna a 150 kV alla esistente Stazione Elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/220/150 kV di "Selargius.

Nel progetto sono previste n.2 cabine di raccolta in agro del comune di Sinnai (CA).

L'aerogeneratore preso in considerazione per tale progetto è il Modello V (modello Vestas) 172 – 7,2 MW con altezza al mozzo 114 m e diametro 172 m.

La seguente relazione espone gli aspetti idrologici legati al territorio; in quanto, l'Autorità di Bacino della Sardegna, attraverso il Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico- aggiornamento 2022, ha definito l'andamento e lo sviluppo del reticolo idrografico regionale e dunque dell'area in esame.

La cartografia del PAI attraverso le tavole di pericolo e di rischio idraulico e geomorfologico, utilizzando dati topografici e morfologici di recente acquisizione, fornisce un quadro conoscitivo di elevato dettaglio inerente al reale sviluppo del reticolo idrografico nel territorio di competenza dell'AdB Sardegna. Tale strumento è utilizzato come elemento conoscitivo essenziale anche per la redazione dei P.U.G. e costituisce una delle cartografie di riferimento del Piano Paesaggistico Regionale.

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 Cartografia del P.A.I. vigono **le misure di salvaguardia**, ai sensi degli artt 30-31-32-33-34 delle NTA del Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico della Regione Sardegna.

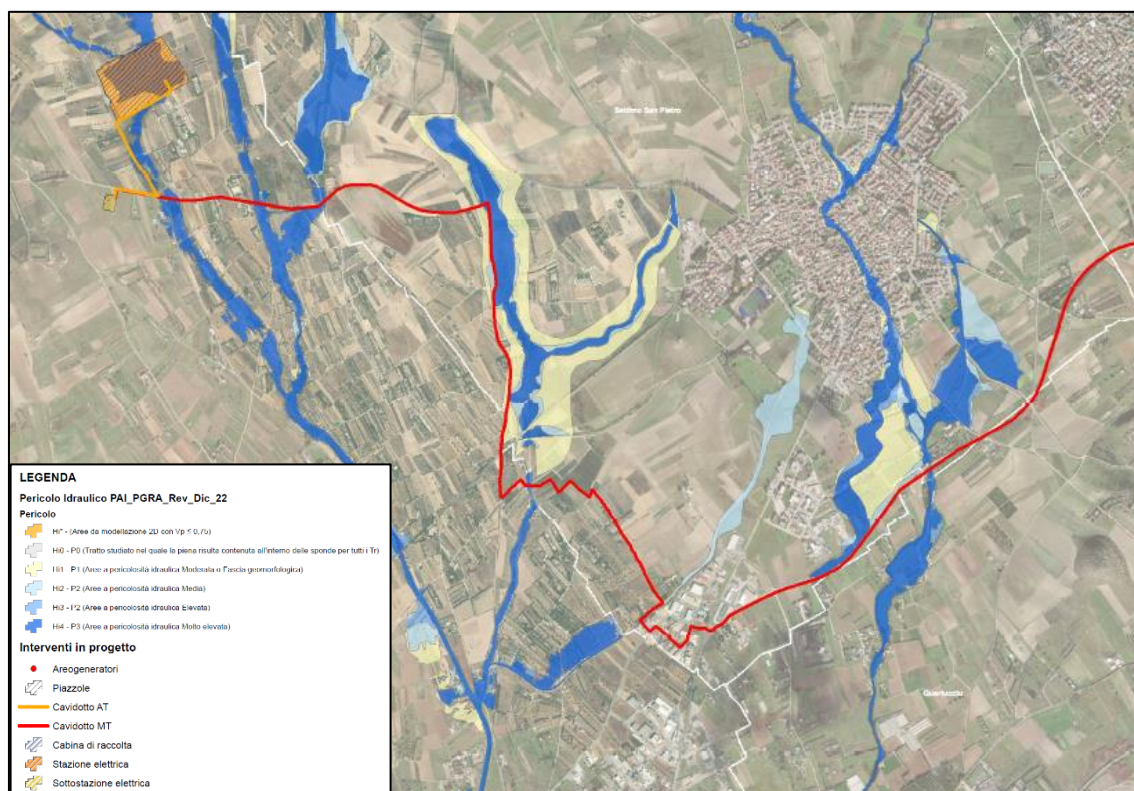
Inoltre, il reale comportamento idraulico del reticolo idrografico dell'area, così come definito dalla Cartografia del P.A.I., è stato per lunghi tratti studiato attraverso specifica modellazione sino a definire perimetrazioni di dettaglio (aree di pericolosità idraulica e rischio idraulico) riportate sul P.A.I. vigente. Come indicato in precedenza, l'Autorità di Bacino della Sardegna, attraverso la Cartografia del P.A.I., 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 storiche.

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 a rischio idraulico 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, ai sensi dell'art.142 del D.Lgs 42/2004 e delle N.T.A. del P.A.I. sono stati assunti valori di 10-25-50-75-100 m dal reticolo.

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 21
---	----------------------	--------------

Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---



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. 3 di 21
---	----------------------	--------------

Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

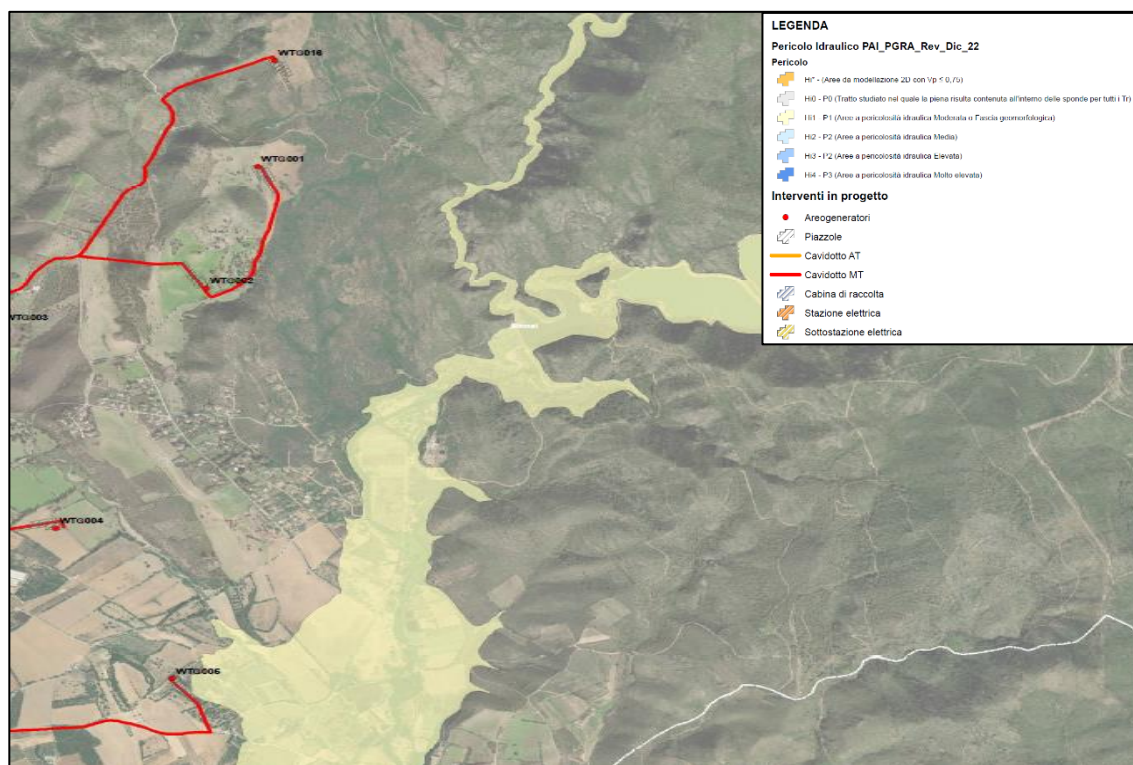
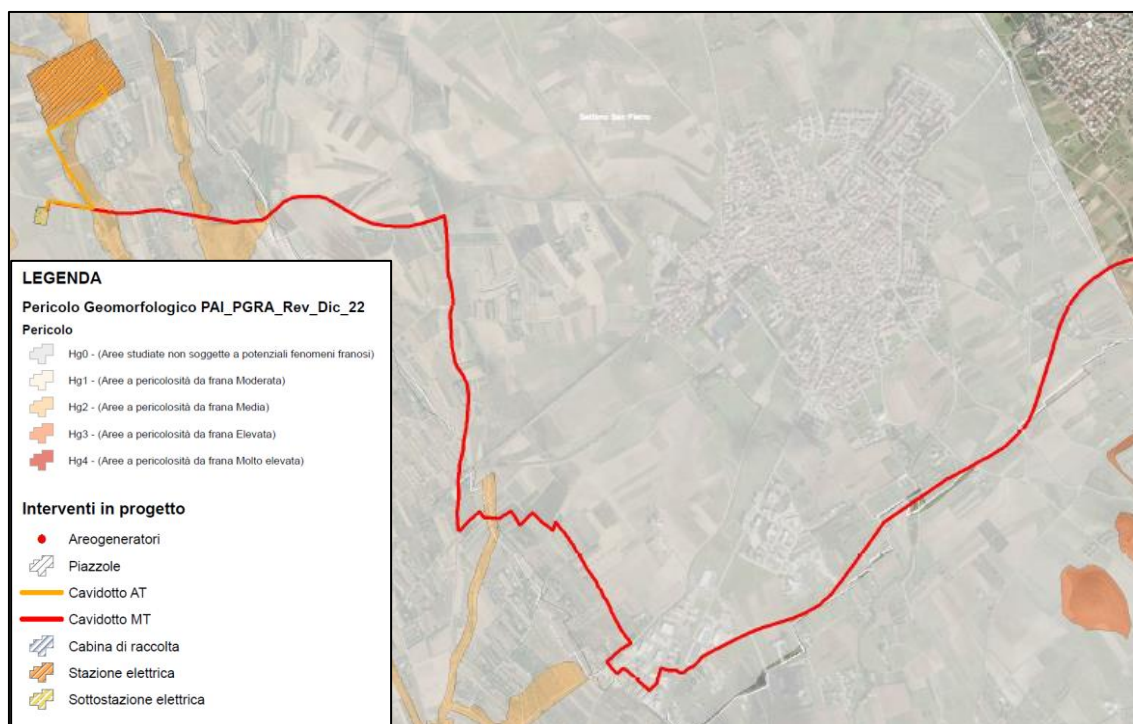


Figura 1 - Inquadramento su P.A.I. (Pericolo Idraulico)



Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

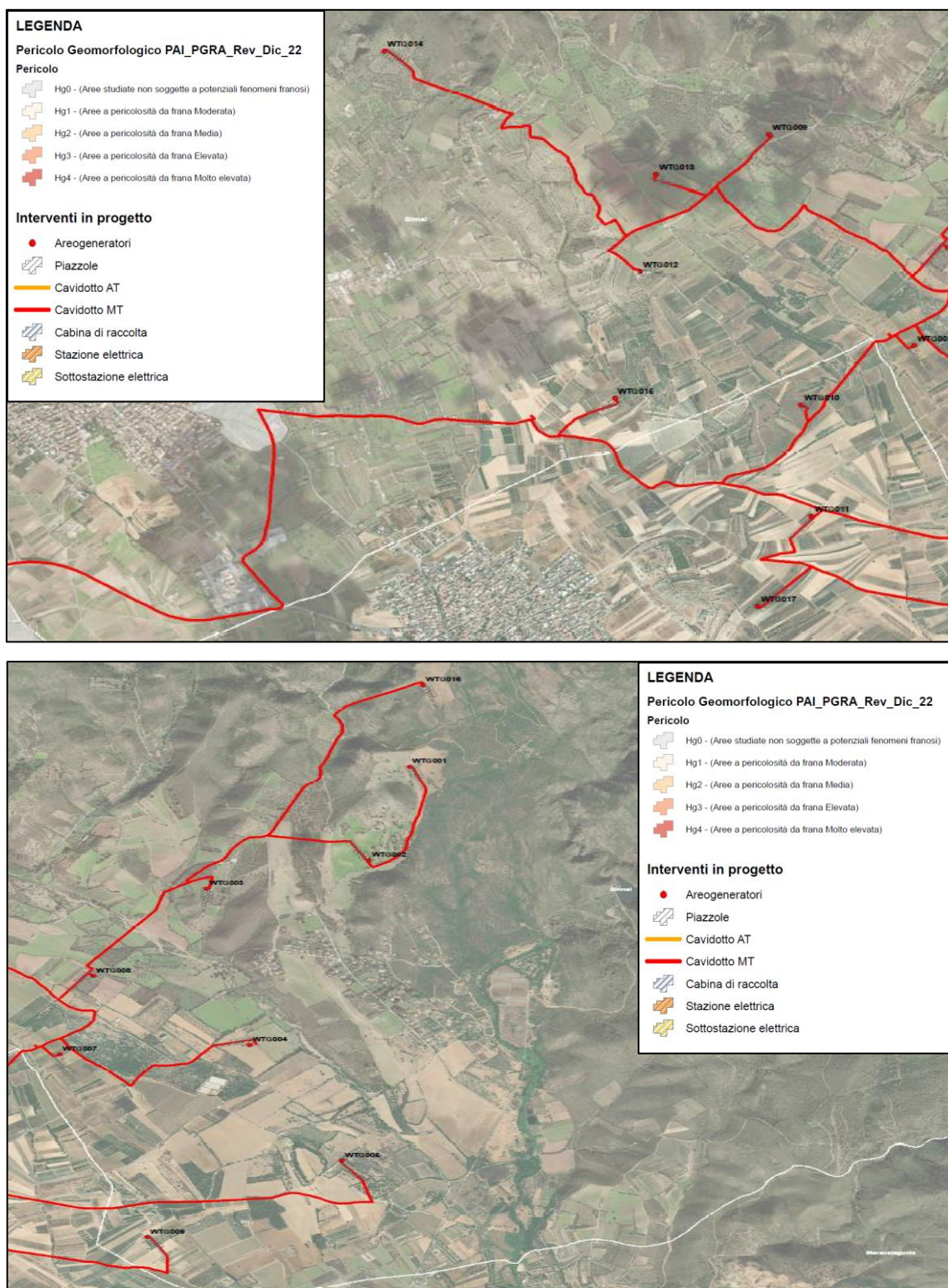


Figura 2 - Inquadramento su P.A.I. (Pericolo geomorfologico)

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 21
---	----------------------	--------------

Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

Gli aerogeneratori sono localizzabili alle seguenti coordinate, espresse con datum UTM 32 N:

TURBINA	E (UTM WGS84 32N) [m]	N (UTM WGS84 32N) [m]
WTG01	523452,27720	4352514,32200
WTG02	523251,99580	4351806,06900
WTG03	522451,42730	4351591,45100
WTG04	522666,20450	4350408,98700
WTG05	523121,48940	4349535,45400
WTG06	522160,33010	4348954,03400
WTG07	521730,50360	4350338,68500
WTG08	521895,12480	4350931,22200
WTG09	521031,13400	4351615,47900
WTG10	521183,76780	4349976,88700
WTG11	521234,54480	4349302,04800
WTG12	520406,96830	4350783,88600
WTG13	520485,20580	4351376,43300
WTG14	519172,08330	4352122,17400
WTG15	520285,58810	4350019,04600
WTG16	523520,36770	4353131,51000
WTG17	520975,61250	4348754,80700

Le turbine sono identificate ai seguenti estremi catastali:

TURBINA	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
WTG01	SINNAI	33	145
WTG02	SINNAI	33	20
WTG03	SINNAI	32	87
WTG04	SINNAI	49	71
WTG05	SINNAI	54	132
WTG06	SINNAI	56	252
WTG07	SINNAI	49	27

Committente: Ecwind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
--	---	---

TURBINA	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
WTG08	SINNAI	39	78
WTG09	SINNAI	38	61
WTG10	MARACALAGONIS	1	62
WTG11	MARACALAGONIS	1	199
WTG12	SINNAI	48	129
WTG13	SINNAI	38	89
WTG14	SINNAI	29	220
WTG15	SINNAI	47	415
WTG16	SINNAI	22	55
WTG17	MARACALAGONIS	5	126

2. INQUADRAMENTO INTERVENTO

Il Parco è ubicato, come si può osservare negli elaborati nei comuni di Sinnai e Maracalagonis in provincia di Cagliari, con opere di connessione ricadenti nei medesimi comuni e nei comuni di Quartucciu, Settimo San Pietro e Selargius (CA). Inoltre, l'opera comprende l'autorizzazione per la costruzione di una stazione utente 30/150 kV in agro del comune di Selargius (CA) e due cabine di raccolta ubicate in agro del comune di Sinnai (CA)

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

- SS 125 – Orientale Sarda
- SP 15
- SP 16
- Strade comunali

Distanza parco dai centri abitati

- 725 m dal Comune di Maracalagonis (CA);
- 1,3 km dal Comune di Sinnai (CA);
- 3,7 km dal Comune di Settimo San Pietro (CA);
- 4,4 km dal Comune di Soleminis (CA).

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. 7 di 21
--	----------------------	--------------

Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

L'accesso alle torri è garantito da tutte le strade elencate e strade comunali. La viabilità da realizzare non prevede opere di impermeabilizzazione.

Completano il quadro della viabilità tutta una serie di strade secondarie che partendo dai tracciati appena menzionati consentono di raggiungere abbastanza agevolmente anche i siti più distanti dalla viabilità principale e destinati all'installazione dei restanti 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 SIN-CIV-TAV-003 - Inquadramento geografico e SIN-CIV-TAV-004 - Inquadramento territoriale.

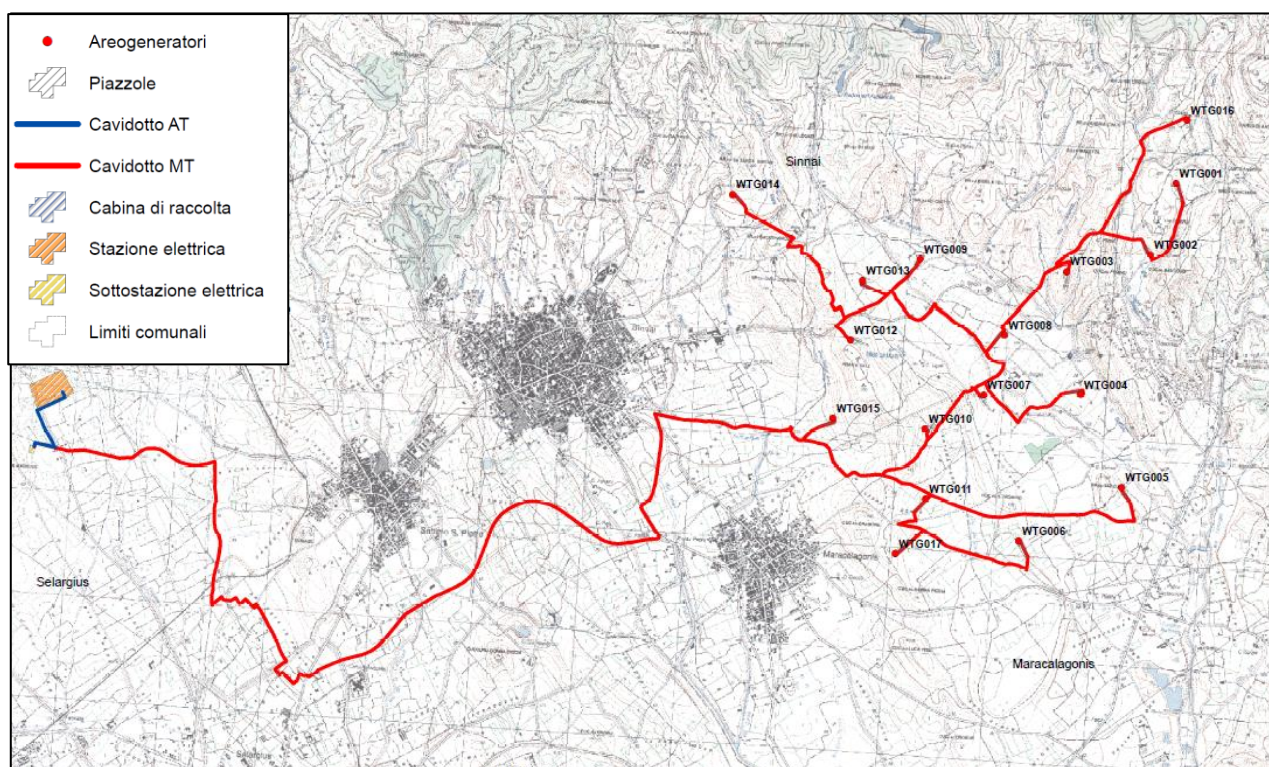


Figura 3 - Inquadramento impianto su Stralcio IGM 1:25.000

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. 8 di 21
---	----------------------	--------------

Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

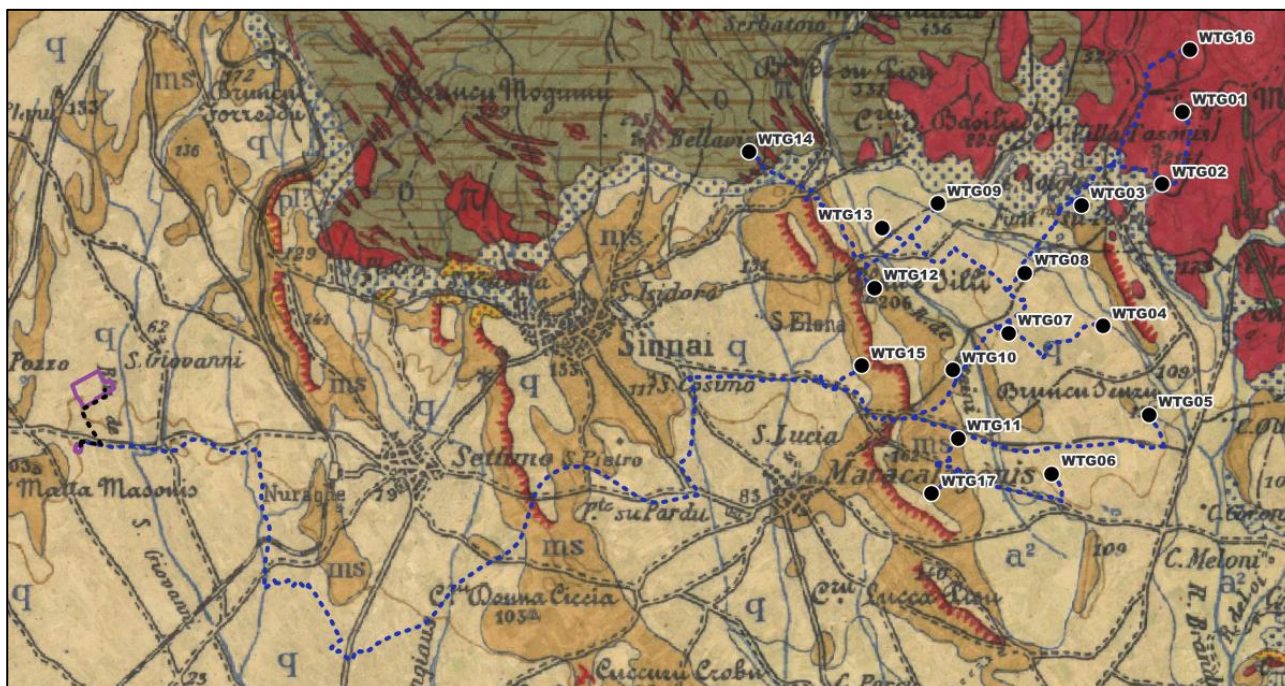


Figura 4 - Inquadramento su Carta geologica

Come indicato in precedenza, l'Autorità di Bacino della Sardegna, attraverso la cartografia tecnica, 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 a rischio idraulico 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 (tombini circolari, scatolari, ecc), che tutte le modalità di superamento dell'Intersezione saranno affrontate tramite tecnologia TOC come evidenziato nella tavola SIN-CIV-TAV-017 – Studio delle interferenze.

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 21
---	----------------------	--------------

Committente: Ecwind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
--	---	---

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 dislivello) 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 regionale;
- 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.

Committente: Ecwind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
--	---	---

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

DATI GEOMORFOLOGICI BACINO CAVONE	
Superficie (kmq)	16,45
Altezza media del bacino (m)	135,50
Altezza massima asta principale (m)	217,13
Altezza minima asta principale (m)	53,08
Pendenza media del bacino (%)	14,72
Lunghezza asta principale (km)	12,16
Lunghezza asta principale (m)	12157,00
Pendenza media asta principale	13,49

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.

Per quanto attiene il calcolo della massima altezza di pioggia si sono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica basate sulla distribuzione di probabilità a quattro parametri TCEV (Two Component Extreme Value). Tale metodo, associato all'utilizzo della carta delle isoiete e delle sottozone omogenee, ci permette di individuare l'altezza massima di pioggia (costante sia nello spazio che nel tempo) relativa ad un dato tempo di ritorno, caduta su un determinato bacino. L'altezza di pioggia $h_T(\tau)$ di durata τ , per un assegnato tempo di ritorno T dell'evento meteorico si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(\tau)$ per un coefficiente di crescita $KT(\tau)=a_2\tau^{n_2}$, ossia:

$$h_T(\tau) = \mu(\tau)KT(\tau) = (a_1a_2)\tau^{(n_1+n_2)}$$

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 21
---	----------------------	---------------

Committente: Ecwind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
--	---	---

dove $\mu(\tau)$ rappresenta la pioggia indice di durata τ (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata τ), la quale si può esprimere in forma monomia tramite la formula:

$$\mu(\tau) = a_1 \tau^{n_1}$$

dove i coefficienti a_1 e n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g :

$$a_1 = \mu_g / (0.886 \times 24^{n_1}) ;$$

$$n_1 = -0.493 + 0.476 \log_{10} \mu_g$$

Il valore di μ_g si ricava dalla carta delle isoiete, che nel caso in esame risulta essere di 60 mm. Rimane da individuare il valore dei coefficienti a_2 ed n_2 , i quali si determinano per differenti valori di T (Periodo di ritorno dell'evento meteorico) e τ (durata della precipitazione) dalle seguenti relazioni:

a) per tempi di ritorno $T \leq 10$ ANNI

$$\text{SZO 1 } a_2 = 0.66105 + 0.85994 \log_{10} T ; n_2 = -1.3558 \times 10^{-4} - 1.3660 \times 10^{-2} \log_{10} T$$

$$\text{SZO 2 } a_2 = 0.64767 + 0.89360 \log_{10} T ; n_2 = -6.0189 \times 10^{-3} + 3.2950 \times 10^{-4} \log_{10} T$$

$$\text{SZO 3 } a_2 = 0.62408 + 0.95234 \log_{10} T ; n_2 = -2.5392 \times 10^{-2} + 4.7188 \times 10^{-2} \log_{10} T$$

b) per tempi di ritorno $T > 10$ ANNI

SZO 1

$$a_2 = 0.46378 + 1.0386 \log_{10} T$$

$$n_2 = -0.18449 + 0.23032 \log_{10} T - 3.3330 \times 10^{-2} (\log_{10} T)^2 \text{ (per } \tau \leq 1 \text{ ora)}$$

$$n_2 = -1.0563 \times 10^{-2} - 7.9034 \times 10^{-3} \log_{10} T \text{ (per } \tau \geq 1 \text{ ora)}$$

SZO 2

$$a_2 = 0.44182 + 1.0817 \log_{10} T$$

$$n_2 = -0.18676 + 0.24310 \log_{10} T - 3.5453 \times 10^{-2} (\log_{10} T)^2 \text{ (per } \tau \leq 1 \text{ ora)}$$

$$n_2 = -5.6593 \times 10^{-3} - 4.0872 \times 10^{-3} \log_{10} T \text{ (per } \tau \geq 1 \text{ ora)}$$

SZO 3

$$a_2 = 0.41273 + 1.1370 \log_{10} T$$

$$n_2 = -0.19055 + 0.25937 \log_{10} T - 3.8160 \times 10^{-2} (\log_{10} T)^2 \text{ (per } \tau \leq 1 \text{ ora)}$$

$$n_2 = 1.5878 \times 10^{-2} + 7.6250 \times 10^{-3} \log_{10} T \text{ (per } \tau \geq 1 \text{ ora)}$$

Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

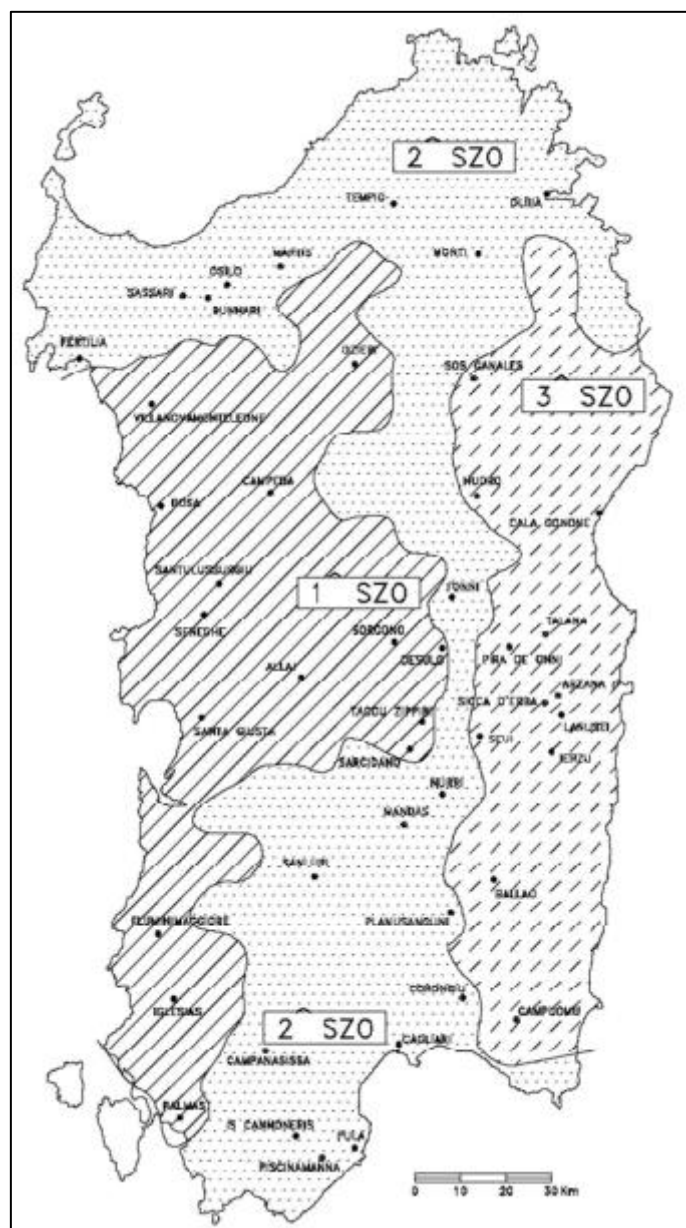


Figura 5 - Suddivisione in SZO

Nel caso in esame verranno utilizzati i valori della tabella b.

Per ciò che riguarda la sottozona omogenea, il territorio esaminato si trova nella sottozona 2, come si può notare dalla carta delle sottozone omogenee, mentre il valore di τ dipende dal valore del tempo di corrivazione scelto (che sarà sempre il minore tra quelli calcolati) e sarà a seconda dei casi maggiore o minore di 1 ora. Considerando tempi di precipitazione, pari in durata, al tempo di corrivazione, ossia il tempo di pioggia che garantisce il massimo valore della portata di piena, si sono ottenuti i seguenti valori di altezze di precipitazione in millimetri:

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. 13 di 21
---	----------------------	---------------

Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

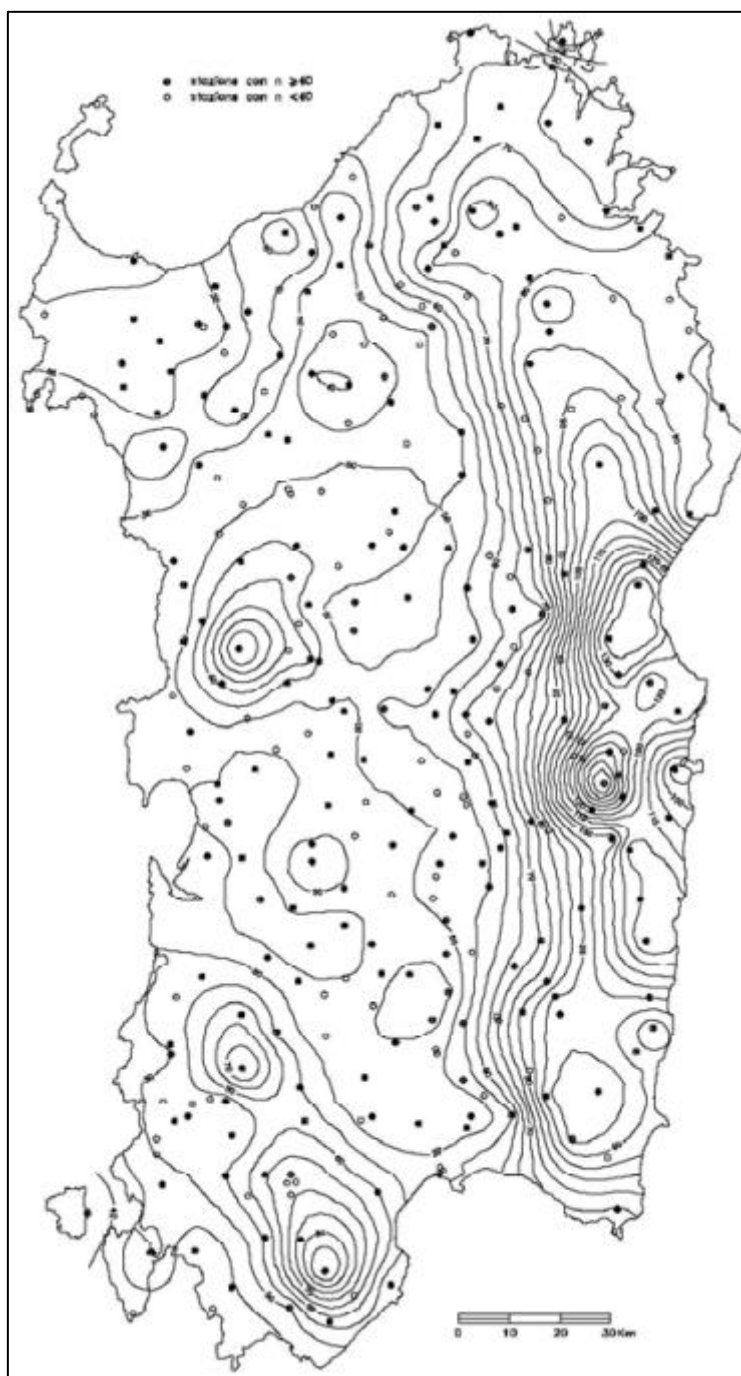


Figura 6 - Carta delle isoiete

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 21
--	----------------------	-----------------------------

Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

il coefficiente (adimensionale) di crescita espresso in funzione del tempo di ritorno Tr:

$$- \text{SZO1 } h(\text{Tr}) = \mu gKT = \mu g [0.69319 + 0.72015 \cdot \text{Log10Tr} + 3.1364 \cdot 10^{-2} (\text{Log10Tr})^2]$$

$$- \text{SZO2 } h(\text{Tr}) = \mu gKT = \mu g [0.60937 + 0.91699 \cdot \text{Log10Tr} + 3.9932 \cdot 10^{-2} (\text{Log10Tr})^2]$$

$$- \text{SZO3 } h(\text{Tr}) = \mu gKT = \mu g [0.47839 + 1.22460 \cdot \text{Log10Tr} + 5.3321 \cdot 10^{-2} (\text{Log10Tr})^2]$$

FATTORE DI CRESCITA								
TR	30	0,69037	0,917	1,477	3,993	0,010	15,946	2,682
TR	200	0,69037	0,917	2,301	3,993	0,010	15,946	3,437
TR	500	0,69037	0,917	2,699	3,993	0,010	15,946	3,802

μg	60	mm
-----------	----	----

a1	60	0,886	3,074	22,027
n1	-0,493	0,476	1,778	0,353

T(ore)	a2				
1		0,44182	1,082	0,000	0,442
3		0,44182	1,082	0,477	0,958
6		0,44182	1,082	0,778	1,284
12		0,44182	1,082	1,079	1,609
24		0,44182	1,082	1,380	1,935

T(ore)	n2							
1		-5,6593	4,087	0,000	0,001	-0,00566	0	-0,00566
3		-5,6593	4,087	0,477	0,001	-0,00566	0,00195	-0,00761
6		-5,6593	4,087	0,778	0,001	-0,00566	0,00318	-0,00884
12		-5,6593	4,087	1,079	0,001	-0,00566	0,004411	-0,01007
24		-5,6593	4,087	1,380	0,001	-0,00566	0,005641	-0,0113

T(ore)	a1 a2	n1+n2	H(T)	Ht TR30	Ht TR200	Ht TR500
1	9,731869	0,348	9,732	26,097	33,450	37,001
3	21,09993	0,346	30,851	82,730	106,038	117,296
6	28,27238	0,345	52,418	140,566	180,168	199,296
12	35,44483	0,343	83,189	223,082	285,933	316,289
24	42,61728	0,342	126,402	338,963	434,462	480,587

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. 15 di 21
---	----------------------	-----------------------------

Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

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. 16 di 21
---	----------------------	---------------

Committente: Ecwind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
--	---	---

Tipo di suolo	Descrizione
A deflusso superficiale potenziale basso	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. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con alta permeabilità per fratturazione e/o carsismo
B deflusso superficiale potenziale moderatamente basso	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. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con permeabilità, medio-alta e media, per fratturazione e/o carsismo
C deflusso superficiale potenziale moderatamente alto	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. 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 Appartengono a questo gruppo anche le rocce con bassa e medio-bassa permeabilità per fratturazione e/o carsismo
D deflusso superficiale potenziale alto	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. 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 Appartengono a questo gruppo anche le rocce con permeabilità molto bassa, le rocce impermeabili e le aree non rilevate o non classificate.

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

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. 17 di 21
---	----------------------	---------------

Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

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 COMPRESE 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

Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

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 LATIFOGIE	3111	39	51	63	70
ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI (LATIFOGIE)	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 RIPA NON 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

Committente: Ecwind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
--	---	---

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
PIOPETI, 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:

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

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:

$$t_b = 2,67 t_a$$

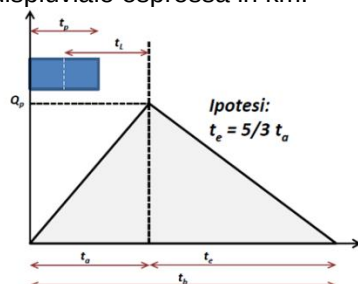
Utilizzando le formule di cui sopra, esprimendo il volume di deflusso V in mm , il tempo t_a in ore, l'area A del bacino in Km^2 si ottiene:

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

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 disliviale espressa in km .



Committente: Ecowind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
---	---	---

Per la determinazione della durata di pioggia si è determinato:

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

Si è infine determinato il tempo di corrivazione $0,6 T_L$ ottenendo un valore del tempo di corrivazione **T_c** .

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)	1,05	Tempo di ritardo
$T_c (0,6 \cdot TL)$	0,63	Tempo di corrivazione
t_a (ore)	1,36	Tempo di accumulo
t_b (ore)	3,63	Durata totale
Determinazione perdite per infiltrazione		
S	4,38	Volume specifico di saturazione
I_a	0,88	Perdite iniziali
Altezza di Pioggia relativa al tempo di corrivazione		
H_c	6,26	Formula di Giandotti
Altezze di pioggia relative ai tempi di ritorno		
H 30 (mm)	26,10	Pioggia lorda (TR 30 anni)
H 200 (mm)	33,45	Pioggia lorda (TR 200 anni)
H 500 (mm)	37,00	Pioggia Lorda (TR 500 anni)
Altezza di pioggia netta		
Pe netta 30 (mm)	19,83	Pioggia netta (TR 30 anni)
Pe netta 200 (mm)	27,19	Pioggia netta (TR 200 anni)
Pe netta 500 (mm)	30,74	Pioggia netta (TR 500 anni)

Portate al colmo di piena	
Q 30 (mc/s)	18,82
Q 200 (mc/s)	25,80
Q 500 (mc/s)	29,17

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

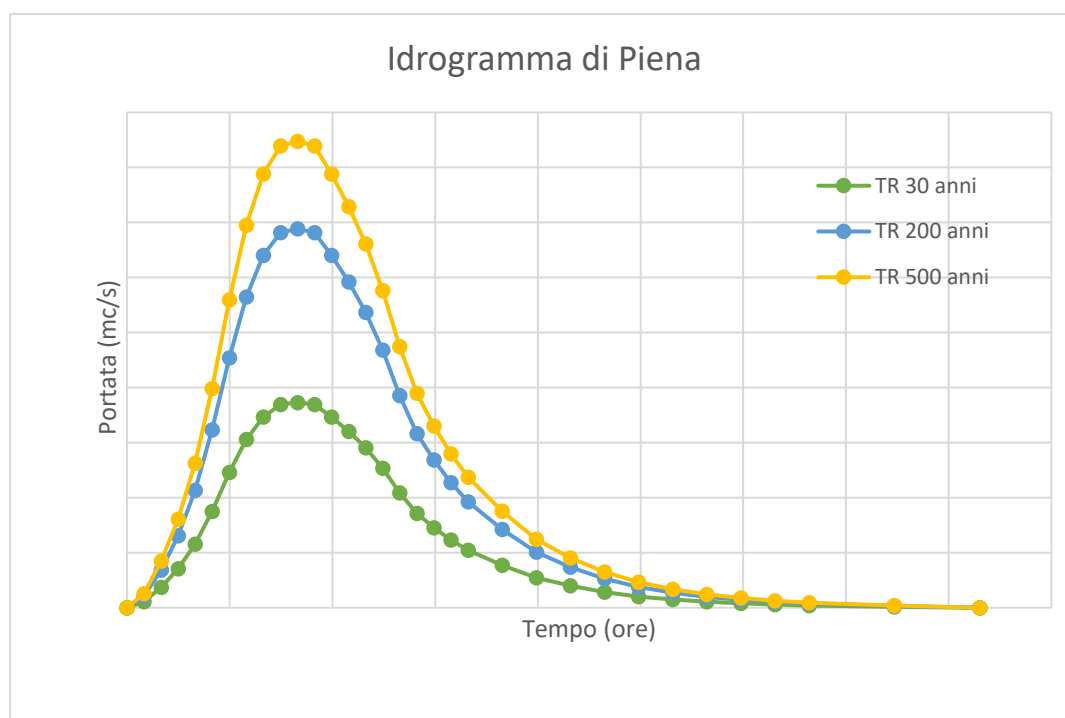
PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE IDROLOGICA	Pag. 21 di 21
---	----------------------	-----------------------------

Committente: Ecwind 6 S.r.l. Via Alessandro Manzoni 30 20121 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 122,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI SINNAI, MARACALAGONIS, QUARTUCCIU, SETTIMO SAN PIETRO E SELARGIUS (CA)	Nome del file: SIN-CIV-REL-032_00
--	---	---

mette in relazione il rapporto tra la generica portata Q all'istante t e la portata al colmo Q_p che si verifica all'istante t_a (durata della fase di crescita) con la variabile adimensionale t/t_a .

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.

Si conclude, pertanto, che l'intervento in progetto risulta essere compatibile.

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. 22 di 21
--	----------------------	---------------