

22_33_EO_FRA_AU_RE_14_02	MAGGIO 2024	REPORT PRODUCIBILITÀ	Ing. Pietro Rodia	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
22_33_EO_FRA_AU_RE_14_01	DICEMBRE 2023	REPORT PRODUCIBILITÀ	Dott.Orlando Rossetti	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
22_33_EO_FRA_AU_RE_14_00	GENNAIO 2023	REPORT PRODUCIBILITÀ	Dott.Orlando Rossetti	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

OGGETTO:

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

COMMITTENTE:

BROWN ENERGY S.r.l.
Z.I. Lotto n.31
74020 San Marzano di S.G. (TA)

TITOLO:

R3UEQM4_DocumentazioneSpecialistica_19_01
Report Producibilità

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria

direttore tecnico

Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO



Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)
 tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914
 studio@projetto.eu
 web site: www.projetto.eu

P.IVA: 02658050733



NOME FILE
 R3UEQM4_DocumentazioneSpecialistica_19_01

SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

CARTA:
A4

SCALA:
 /

ELAB.
RE.14

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	OBIETTIVI DELLO STUDIO	4
3	UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO	5
4	DESCRIZIONE DELLO STUDIO	7
4.1	CAMPAGNA DI MISURA ANEMOMETRICA	7
4.2	METODOLOGIA DI ANALISI	7
4.3	MODELLO DIGITALE DEL TERRENO	13
4.4	LAYOUT DI PROGETTO E CARATTERISTICHE DELL'AEROGENERATORE	13
5	CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO	16
5.1	MODELLO DI SCIA E CALCOLO DELL'ENERGIA PRODOTTA	17
6	CONSIDERAZIONI FINALI	19
6.1	DATI VENTO	19
6.2	LAYOUT DEL SITO	19
6.3	ANEMOLOGIA:.....	19
6.4	MORFOLOGIA E GEOLOGIA.....	19
6.5	INDAGINE FLORO – VEGETAZIONALE	19
6.6	PRODUZIONE PARCO EOLICO	20

1

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

1 INTRODUZIONE

Il presente documento rappresenta il report dell'attività di analisi e di elaborazione dei dati vento del progetto e della valutazione della producibilità attesa.

Il Parco Eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni e Latiano (BR).

Il progetto prevede l'installazione di 10 aerogeneratori di tipo SIEMENS GAMESA "SG6.6-170 @115m HH".

Denominazione	X (m)	Y (m)	Modello	Altezza Mozzo (m)
WTG01	715.281	4.493.828	SG6.6-170 115m HH	115
WTG02	717.220	4.494.793	SG6.6-170 115m HH	115
WTG03	717.884	4.495.861	SG6.6-170 115m HH	115
WTG04	718.879	4.495.420	SG6.6-1700 115m HH	115
WTG05	718.482	4.497.070	SG6.6-170 115m HH	115
WTG06	719.092	4.497.086	SG6.6-170 115m HH	115
WTG07	727.620	4.499.136	SG6.6-170 115m HH	115
WTG08	727.490	4.500.006	SG6.6-170 115m HH	115
WTG09	727.932	4.501.026	SG6.6-1700 115m HH	115
WTG10	731.980	4.498.723	SG6.6-170 115m HH	115

Tabella 1 - Definizione planimetrica degli aerogeneratori di progetto secondo il sistema di riferimento WGS84 UTM 33N

La potenza complessiva dell'impianto è di 66,0 MW.

Il lavoro è principalmente basato sulle seguenti informazioni e dati:

- Dati vento regionali presenti all'interno del database del software utilizzato WindPRO 3.6;
- Mappe vettoriali digitali del terreno;
- Caratteristiche e tipologia degli aerogeneratori di progetto.

Sono stati effettuati in sito diversi sopralluoghi al fine di valutare:

- Dimensione del parco eolico ed eventuali vincoli presenti;
- Effettuare una valutazione dell'area, sia dal punto di vista dell'orografia, che della rugosità del terreno;
- Verificare la viabilità;

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

- Valutare la posizione degli aerogeneratori in rapporto all'orografia del terreno, all'esposizione del vento, agli spazi disponibili ed ai ricettori, al fine di minimizzare gli impatti.



Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

2 OBIETTIVI DELLO STUDIO

Le attività principali del lavoro eseguito e descritto in questo documento è la stima di produzione dell'impianto eolico con storage in progetto denominato "Capece", ubicato nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

4

Le stazioni selezionate per la determinazione dei dati statistici del vento sono state determinate in riferimento alla distanza dall'area in progetto, all'interno della quale verranno installati n. 10 aerogeneratori, al fine di ottenere un risultato più accurato possibile.

In particolare, gli obiettivi del presente studio sono:

- Verifica dei dati statistici del vento;
- Modellazione digitale del terreno;
- Definizione della mappa di rugosità;
- Stima di produzione dell'impianto eolico in progetto.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

3 UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

Il progetto prevede la realizzazione di 10 aerogeneratori ciascuno avente un rotore di 170 m collegati a generatori elettrici della potenza nominale cadauno di 6,60 MW con altezza mozzo di 115 m misurata dal piano campagna all'asse del rotore.

Gli aerogeneratori in progetto sono così suddivisi e ubicati nel territorio:

- n.6 aerogeneratori nel Comune di Francavilla Fontana;
- n.2 aerogeneratori nel Comune di San Vito dei Normanni;
- n.2 aerogeneratori nel Comune di Latiano.

Inquadramento del progetto su IGM - Scala 1:100.000

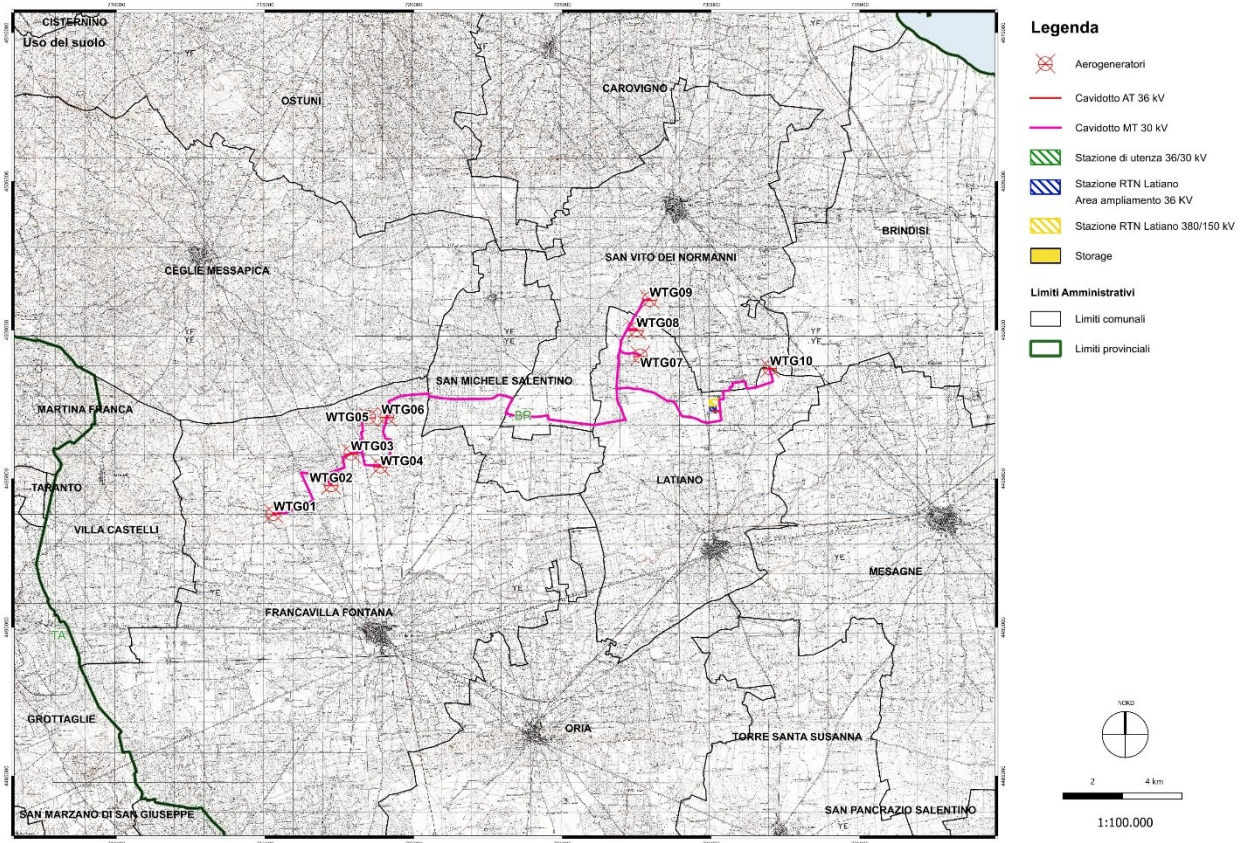


Figura 1 | Inquadramento su base IGM

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

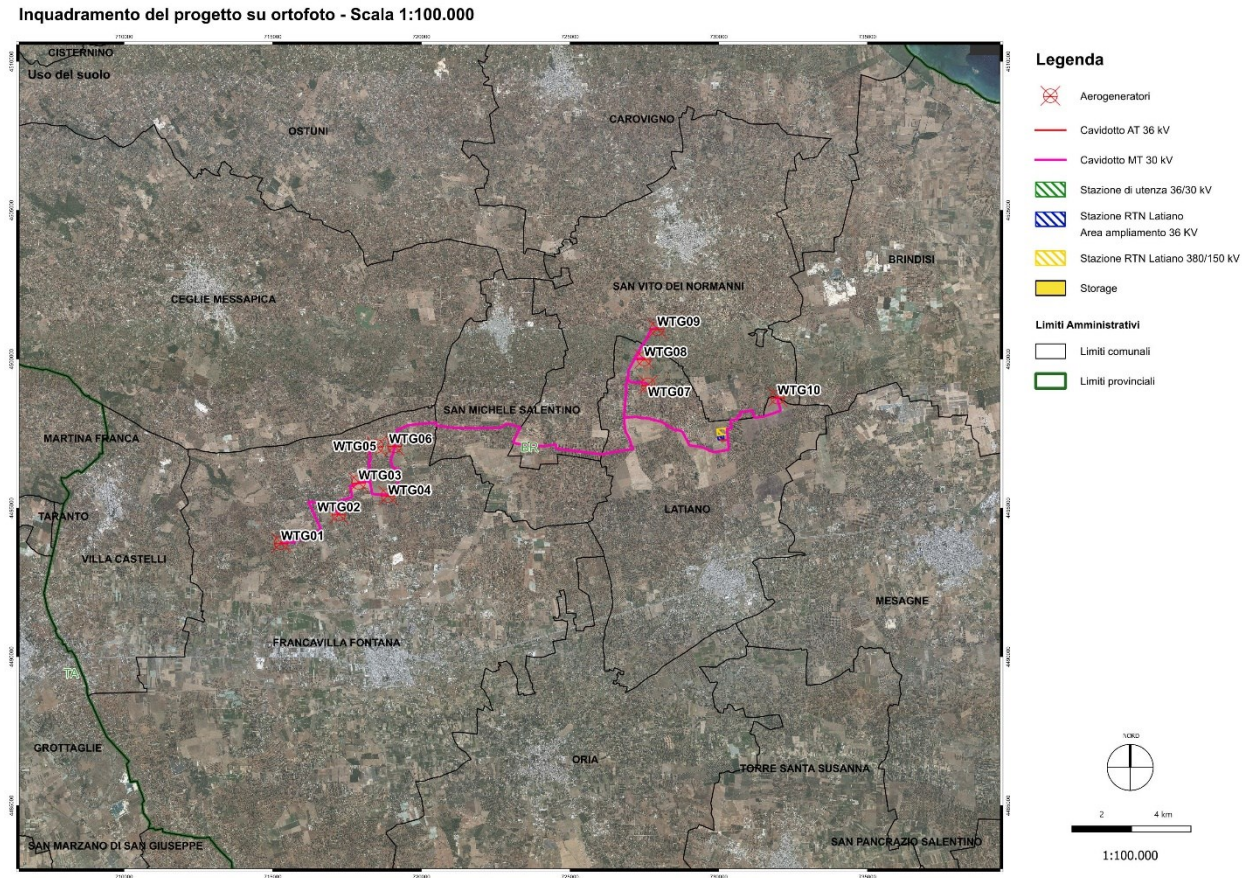


Figura 2 | Inquadramento su base Ortofoto

Il sito è prevalentemente pianeggiante, con un'ottima esposizione al vento lungo tutte le direzioni, in quanto non sono rilevati ostacoli in alcuna direzione.

Come si deduce dall'inquadramento su base Ortofoto, l'area del sito è destinata ad attività agricola. L'attuale utilizzo del terreno non sarà pregiudicato in alcuna maniera dall'installazione dell'impianto, poiché la superficie effettivamente occupata dagli aerogeneratori e delle opere accessorie è di poche centinaia di metri quadri.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

4 DESCRIZIONE DELLO STUDIO

Nel seguito del presente documento saranno sviluppati in dettaglio la metodologia di studio. I dati di input e ciascuno dei punti menzionati nel Capitolo 2.

4.1 CAMPAGNA DI MISURA ANEMOMETRICA

L'analisi di producibilità riportata nel presente elaborato, verrà effettuata mediante l'utilizzo di dati sintetici interpolati tra siti presenti all'interno del database del software utilizzato WindPro 3.6.

4.2 METODOLOGIA DI ANALISI

L'analisi della producibilità è stata condotta elaborando i dati rilevati in prossimità del sito con l'ausilio delle tecniche di analisi e di calcolo più innovative attualmente presenti sul mercato nel settore dell'energia eolica; in particolare sono stati utilizzati i seguenti software:

- **ESRI Arcgis for Desktop (ArcMAP):** generazione del modello digitale del terreno per la determinazione della rugosità del terreno e l'elevazione degli aerogeneratori;
- **EMD WindPro 3.6:** analisi e elaborazione delle condizioni di vento, e stima di producibilità degli aerogeneratori.

La procedura di analisi è stata condotta secondo le seguenti fasi successive:

- Preparazione del layout di progetto, posizionamento degli aerogeneratori e definizione delle sue caratteristiche tecniche;
- Analisi preliminare dei dati vento, filtraggio dei dati, preparazione dei dati di input per i software di calcolo della ventosità;
- Preparazione del modello digitale del terreno, da dare in input, nel formato e nelle dimensioni opportune, al software di calcolo della ventosità;
- Definizione della rugosità del terreno a mezzo software;
- Calcolo della produttività dell'Impianto considerando anche eventuali perdite di scia, con l'uso di WindPro 3.6.

I dati vento utilizzati e analizzati per lo studio e la definizione della producibilità dell'impianto in oggetto sono presenti all'interno del database del software WindPro 3.6. Nella fattispecie, sono stati utilizzati i dati meteorologici WRF della stazione meteo New European Wind Atlas (NEWA).

Il New European Wind Atlas (NEWA) si basa principalmente su simulazioni a mesoscala con il modello meteorologico WRF. Dopo un periodo di approfonditi test e analisi preliminari, il team di mesoscala in NEWA

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

ha deciso una configurazione finale per i cicli di produzione su mesoscala e ha lanciato i primi cicli di produzione sul supercomputer MareNostrum a Barcellona. Le condizioni del vento degli ultimi 30 anni sono simulate in tutta Europa, inclusi tutti i paesi dell'UE, la Turchia, l'intero Mare del Nord e il Mar Baltico e altre aree offshore (100 km al largo della costa). Con una risoluzione di 3 km nello spazio e 30 minuti nel tempo.

WRF (Weather Research and Forecasting) è un sistema di previsione meteorologica numerica su mesoscala all'avanguardia progettato sia per la ricerca atmosferica che per le applicazioni di previsione operativa. Presenta due core dinamici, un sistema di assimilazione dei dati e un'architettura software che supporta il calcolo parallelo e l'estensibilità del sistema. Il modello serve una vasta gamma di applicazioni meteorologiche su scale da decine di metri a migliaia di chilometri.

Stazione meteorologica	WGS84 UTM33N x (m)	WGS84 UTM33N y (m)
New European Wind Atlas(NEWA)	717.162	4.490.531

Di seguito si riportano le distanze da ogni singola turbina rispetto alla stazione meteo individuata.

WTG	WGS84 UTM33N x (m)	WGS84 UTM33N y (m)	Distanza da stazione meteo (m)
WTG01	715.281	4.493.828	3795
WTG02	717.220	4.494.793	4262
WTG03	717.884	4.495.861	5378
WTG04	718.879	4.495.420	5181
WTG05	718.482	4.497.070	6670
WTG06	719.092	4.497.086	6832
WTG07	727.620	4.499.136	13540
WTG08	727.490	4.500.006	14013
WTG09	727.932	4.501.026	15035
WTG10	731.980	4.498.723	16928

Tabella 1 Distanze da WTG a stazione meteorologica

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

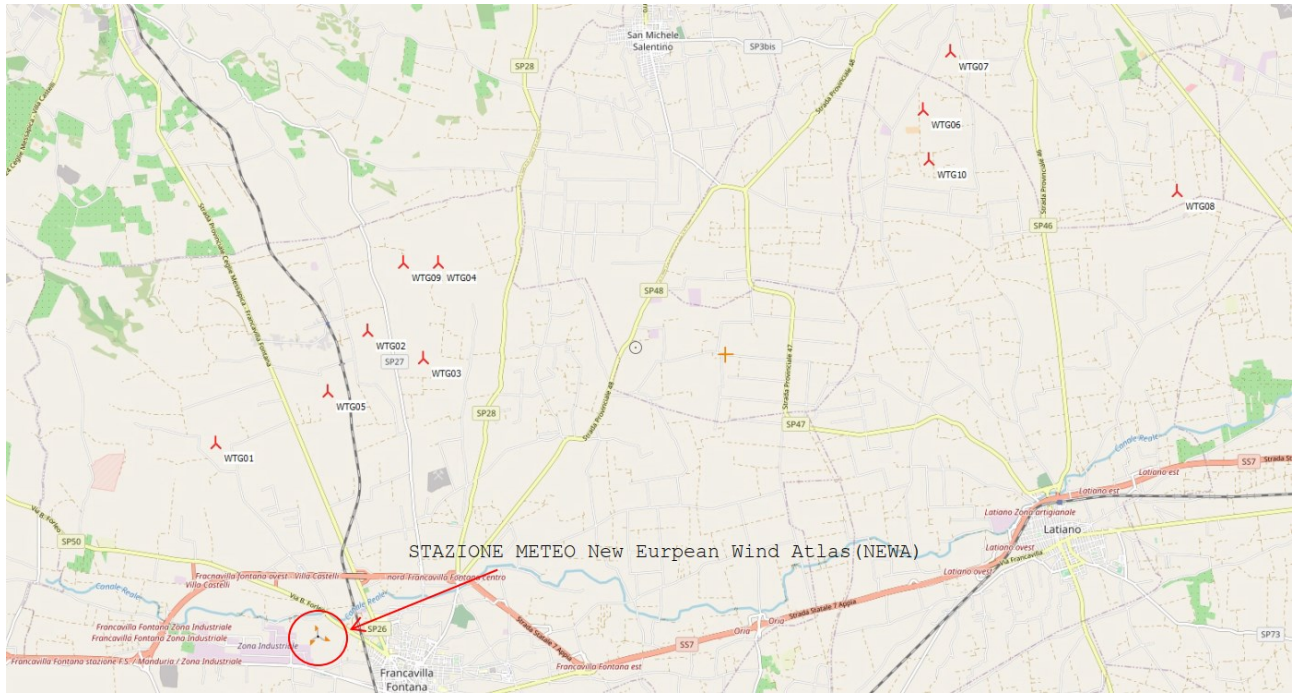


Figura 3 Stazione meteorologica e WTG

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

PARK - Wind Data Analysis

Wind data: A - New European Wind Atlas (NEWA)_N40,53709_E017,56415 (4); Hub height: 100,0

Site coordinates

UTM (north)-WGS84 Zone: 33
East: 717.162 North: 4.490.531

Meteo data

New European Wind Atlas (NEWA)_N40,53709_E017,56415 (4)

Weibull Data

Sector	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]	Wind gradient exponent
0 N	8,24	7,32	2,561	22,0	0,086
1 NNE	5,52	4,97	1,535	9,4	0,060
2 ENE	4,08	3,75	1,335	3,9	0,033
3 E	3,77	3,49	1,281	2,3	0,131
4 ESE	5,10	4,59	1,542	2,8	0,173
5 SSE	7,50	6,68	1,745	4,7	0,211
6 S	7,82	6,93	2,063	12,6	0,158
7 SSW	5,55	5,01	1,494	10,6	0,150
8 WSW	6,00	5,37	1,620	9,3	0,179
9 W	6,29	5,58	1,935	6,8	0,161
10 WNW	6,43	5,70	2,078	4,0	0,285
11 NNW	9,02	8,05	2,936	11,6	0,189
All	6,97	6,19	1,852	100,0	

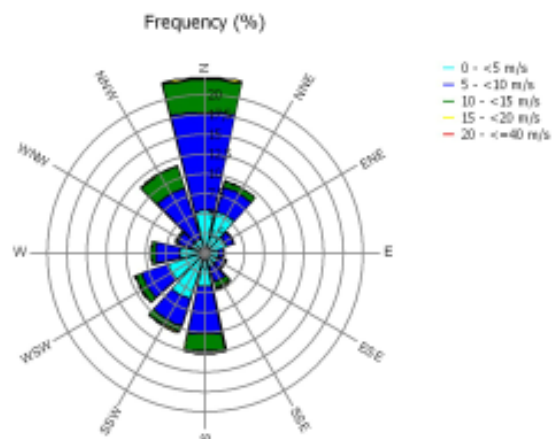
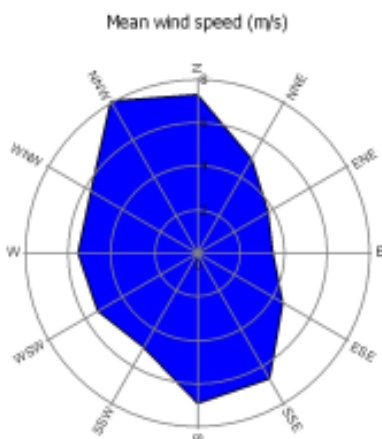
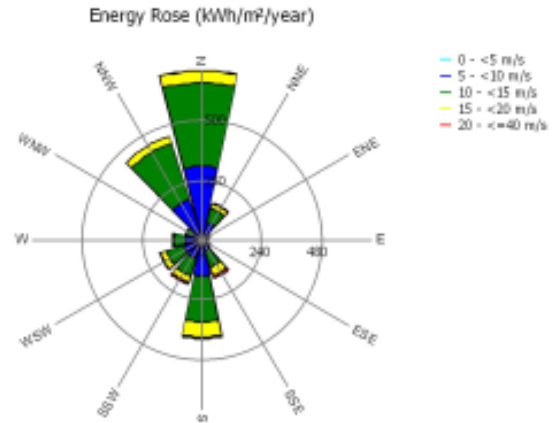
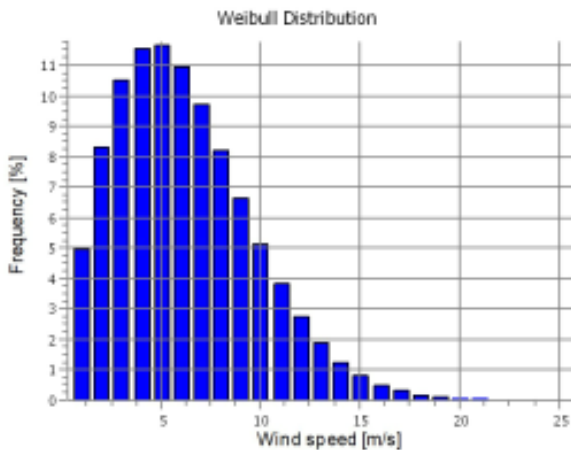


Figura 4 | Dati vento con hub height 100 m

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

PARK - Wind Data Analysis

Wind data: A - New European Wind Atlas (NEWA)_N40,53709_E017,56415 (4); Hub height: 115,0

Site coordinates

UTM (north)-WGS84 Zone: 33
East: 717.162 North: 4.490.531

Meteo data

New European Wind Atlas (NEWA)_N40,53709_E017,56415 (4)

Weibull Data

Sector	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter [m/s]	Frequency [%]	Wind gradient exponent
0 N	8,34	7,41	2,561	22,0	0,086
1 NNE	5,57	5,01	1,535	9,4	0,060
2 ENE	4,10	3,77	1,335	3,9	0,033
3 E	3,84	3,56	1,281	2,3	0,131
4 ESE	5,23	4,70	1,542	2,8	0,173
5 SSE	7,73	6,88	1,745	4,7	0,211
6 S	7,99	7,08	2,063	12,6	0,158
7 SSW	5,66	5,12	1,494	10,6	0,150
8 WSW	6,15	5,51	1,620	9,3	0,179
9 W	6,44	5,71	1,935	6,8	0,161
10 WNW	6,69	5,93	2,078	4,0	0,285
11 NNW	9,27	8,27	2,936	11,6	0,189
All	7,11	6,32	1,850	100,0	

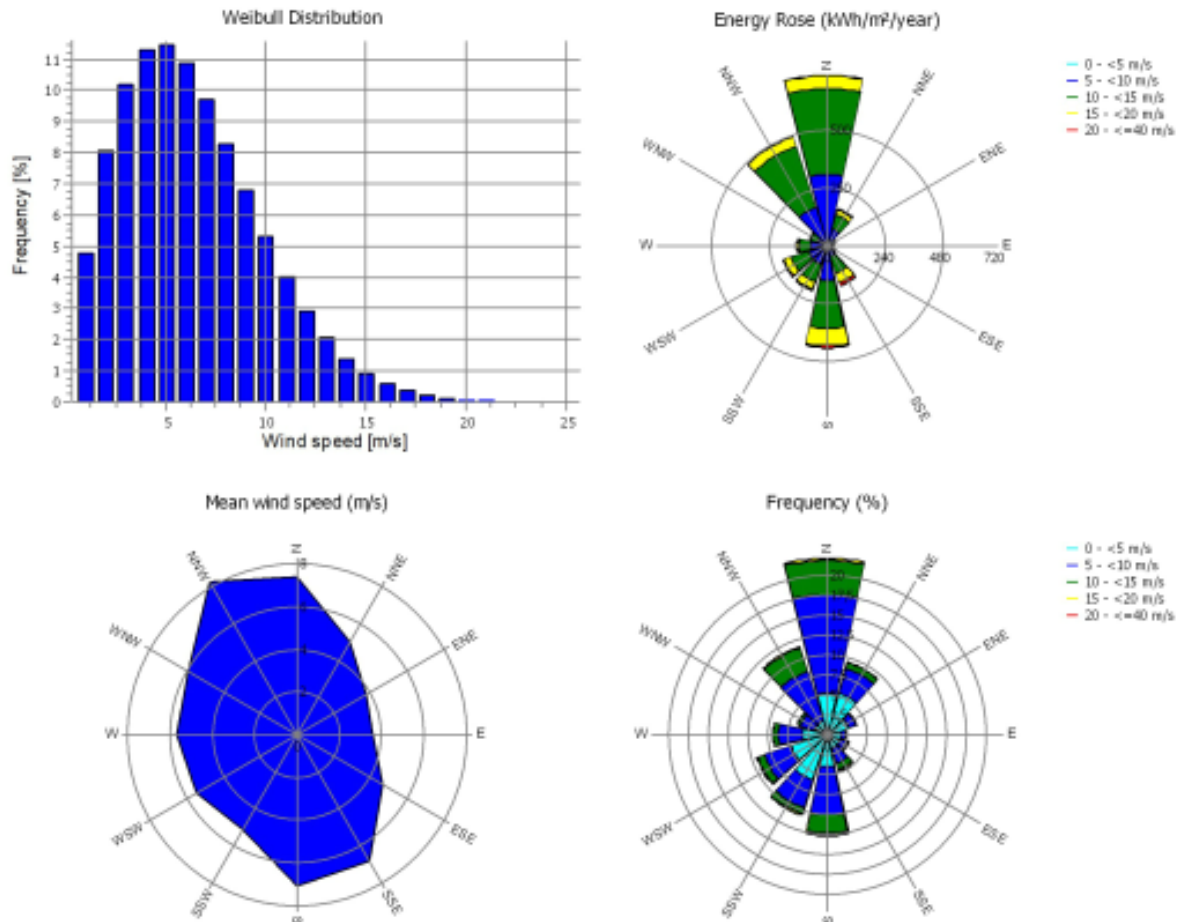


Figura 5 Dati vento con hub height 115 m

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

PARK - Wind Data Analysis

Wind data: A - New European Wind Atlas (NEWA)_N40,53709_E017,56415 (4); Hub height: 50,0

Site coordinates

UTM (north)-WGS84 Zone: 33
East: 717.162 North: 4.490.531

Meteo data

New European Wind Atlas (NEWA)_N40,53709_E017,56415 (4)

Weibull Data

Sector	A- parameter [m/s]	Wind speed [m/s]	k- parameter	Frequency [%]	Wind gradient exponent
0 N	7,77	6,90	2,561	22,0	0,086
1 NNE	5,30	4,77	1,535	9,4	0,060
2 ENE	3,99	3,67	1,335	3,9	0,033
3 E	3,45	3,19	1,281	2,3	0,131
4 ESE	4,52	4,07	1,542	2,8	0,173
5 SSE	6,48	5,77	1,745	4,7	0,211
6 S	7,01	6,21	2,063	12,6	0,158
7 SSW	5,00	4,52	1,494	10,6	0,150
8 WSW	5,30	4,75	1,620	9,3	0,179
9 W	5,63	4,99	1,935	6,8	0,161
10 WNW	5,28	4,67	2,078	4,0	0,285
11 NNW	7,92	7,06	2,936	11,6	0,189
All	6,32	5,62	1,851	100,0	

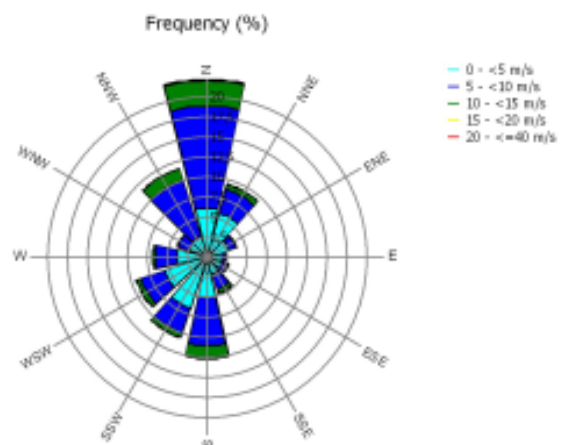
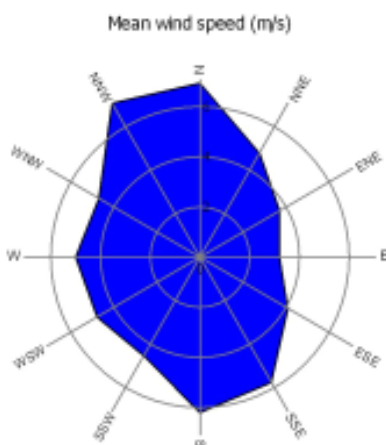
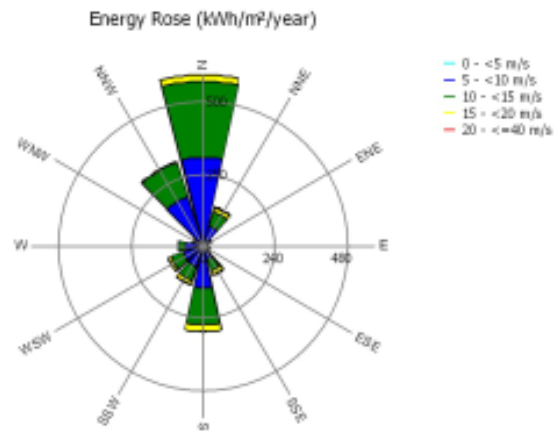
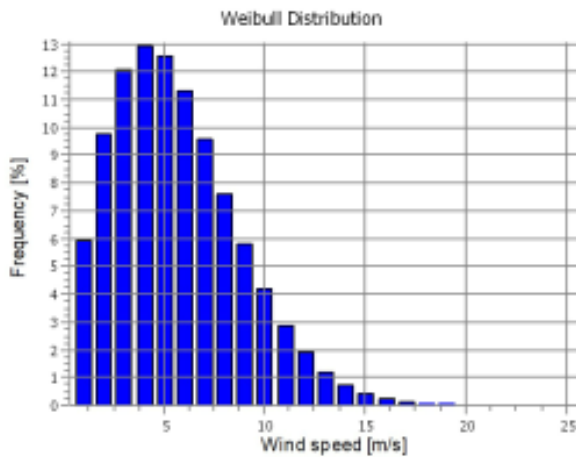


Figura 6 Dati vento con hub height 50 m

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

La velocità media è pari a 6,3 m/s, idonea per la tipologia di aerogeneratori in progetto, in quanto trattasi di aerogeneratori moderni in grado di produrre energia anche in siti con ventosità non elevatissima.

I risultati ottenuti dallo studio effettuato convergeranno quindi nella definizione di un layout ottimale, andando in questo modo a costituire una solida base di partenza su cui si andranno ad integrare le altre argomentazioni tecniche (bilancio tra aspetti geomorfologici, vegetazionali, faunistici, ecc), che sono parti complementari del progetto eolico.

13

4.3 MODELLO DIGITALE DEL TERRENO

Il progetto di impianto eolico è localizzato in un'area prevalentemente pianeggiante. L'orografia dell'area oggetto di studio è semplice; il modello del terreno è stato realizzato considerando la localizzazione della sorgente di dati e quella dell'area dell'impianto.

Il DTM (Digital Terrain Model) è, pertanto, stato centrato rispetto all'estensione del layout, al fine di non incorrere in errori dovuti ai calcoli sul bordo del modello stesso. L'area di studio è stata modellizzata con l'ausilio di ESRI ArcGIS for Desktop. Il modello realizzato ha un'area pari a 20 km x 20 km, con celle di risoluzione di lato 10 m, ed è centrato nel punto medio dell'ubicazione dell'impianto. In tal modo, vengono minimizzati gli errori dovuti alla modellazione digitale dello stesso (effetti bordo, morfologia complessa, ecc).

Sulla stessa area è stata inoltre modellizzata la rugosità del terreno al fine di migliorare l'accuratezza del successivo calcolo; modellazione che è stata eseguita con l'ausilio di ortofoto aggiornate per consentire la valutazione del diverso utilizzo del territorio sull'area presa in esame.

4.4 LAYOUT DI PROGETTO E CARATTERISTICHE DELL'AEROGENERATORE

Una volta effettuate le operazioni descritte nei paragrafi precedenti, sono stati inseriti in input i seguenti dati:

- Coordinate degli aerogeneratori: a tal proposito si precisa che, al fine di poter valutare eventuali interferenze subite/create dall'aerogeneratore in progetto, si è verificata la presenza di altri impianti eolici nell'intorno di 1.000 [m] dal sito in studio (distanza considerata più che sufficiente per la valutazione di eventuali interferenze data la dimensione dell'aerogeneratore in progetto). Non vi sono situazioni che interferiscono con il layout proposto.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

Di seguito le coordinate degli aerogeneratori nella configurazione del layout definitivo (le coordinate sono UTM WGS 84 33N):

Denominazione	X (m)	Y (m)	Modello	Altezza Mozzo (m)
WTG01	715.281	4.493.828	SG6.6-170 115m HH	115
WTG02	717.220	4.494.793	SG6.6-170 115m HH	115
WTG03	717.884	4.495.861	SG6.6-170 115m HH	115
WTG04	718.879	4.495.420	SG6.6-1700 115m HH	115
WTG05	718.482	4.497.070	SG6.6-170 115m HH	115
WTG06	719.092	4.497.086	SG6.6-170 115m HH	115
WTG07	727.620	4.499.136	SG6.6-170 115m HH	115
WTG08	727.490	4.500.006	SG6.6-170 115m HH	115
WTG09	727.932	4.501.026	SG6.6-1700 115m HH	115
WTG10	731.980	4.498.723	SG6.6-170 115m HH	115

Tabella 3 - Definizione planimetrica degli aerogeneratori di progetto secondo il sistema di riferimento WGS84 UTM 33N



Figura 6 | Modello 3D di calcolo visualizzato mediante Google Earth Pro

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

Su richiesta della committenza, le valutazioni di producibilità sono state effettuate utilizzando le curve di potenza del seguente modello di aerogeneratore:

- Modello: SIEMENS GAMESA SG 6.6-170 6600 @115m HH
- Potenza: 6600 kW
- Altezza del mozzo: 115 m
- Diametro del rotore: 170 m

Power curve

Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
2,0	89,0	0,24	2,0	0,95
3,5	178,0	0,30	3,5	0,88
4,0	328,0	0,37	4,0	0,85
4,5	522,0	0,41	4,5	0,83
5,0	758,0	0,44	5,0	0,82
5,5	1.040,0	0,45	5,5	0,83
6,0	1.376,0	0,46	6,0	0,83
6,5	1.771,0	0,46	6,5	0,84
7,0	2.220,0	0,47	7,0	0,84
7,5	2.758,0	0,47	7,5	0,84
8,0	3.351,0	0,47	8,0	0,83
8,5	3.988,0	0,47	8,5	0,80
9,0	4.657,0	0,46	9,0	0,76
9,5	5.166,0	0,43	9,5	0,70
10,0	5.584,0	0,40	10,0	0,62
10,5	5.862,0	0,36	10,5	0,54
11,0	6.028,0	0,33	11,0	0,47
11,5	6.117,0	0,29	11,5	0,40
12,0	6.161,0	0,26	12,0	0,35
12,5	6.183,0	0,23	12,5	0,30
13,0	6.183,0	0,20	13,0	0,27
13,5	6.197,0	0,18	13,5	0,24
14,0	6.199,0	0,16	14,0	0,21
14,5	6.199,0	0,15	14,5	0,19
15,0	6.200,0	0,13	15,0	0,17
15,5	6.200,0	0,12	15,5	0,15
16,0	6.200,0	0,11	16,0	0,14
16,5	6.200,0	0,10	16,5	0,13
17,0	6.200,0	0,09	17,0	0,12
17,5	6.200,0	0,08	17,5	0,11
18,0	6.200,0	0,08	18,0	0,10
18,5	6.200,0	0,07	18,5	0,09
19,0	6.200,0	0,07	19,0	0,09
19,5	6.200,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.200,0	0,06	20,0	0,08
20,5	6.080,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.956,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.832,0	0,04	21,5	0,06
22,0	5.708,0	0,04	22,0	0,05
22,5	5.584,0	0,04	22,5	0,05
23,0	5.460,0	0,03	23,0	0,04
23,5	5.336,0	0,03	23,5	0,04
24,0	5.212,0	0,03	24,0	0,04
24,5	5.088,0	0,02	24,5	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,182 kg/m³ New windPRO method (adjusted IEC method, improved to match turbine control) <RECOMMENDED>

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Interval [m/s]	Energy [MWh]	Acc. Energy [MWh]	Relative [%]
1,0	0,0	0,00	0,50-1,50	0,0	0,0	0,0
2,0	0,0	0,00	1,50-2,50	0,0	0,0	0,0
3,0	82,4	0,23	2,50-3,50	74,3	74,3	0,4
4,0	313,2	0,36	3,50-4,50	305,1	379,4	2,0
5,0	728,8	0,43	4,50-5,50	694,3	1.073,6	5,7
6,0	1.326,1	0,46	5,50-6,50	1.219,0	2.292,6	12,1
7,0	2.150,5	0,47	6,50-7,50	1.828,5	4.121,1	21,7
8,0	3.232,6	0,47	7,50-8,50	2.419,6	6.540,7	34,4
9,0	4.464,6	0,46	8,50-9,50	2.790,1	9.330,8	49,1
10,0	5.454,2	0,41	9,50-10,50	2.733,2	12.064,0	63,5
11,0	5.960,5	0,33	10,50-11,50	2.287,0	14.351,0	75,6
12,0	6.138,5	0,26	11,50-12,50	1.697,2	16.048,3	84,5
13,0	6.186,8	0,21	12,50-13,50	1.157,8	17.206,0	90,6
14,0	6.197,8	0,17	13,50-14,50	740,7	17.946,7	94,5
15,0	6.199,3	0,14	14,50-15,50	449,5	18.396,2	96,9
16,0	6.200,0	0,11	15,50-16,50	261,6	18.657,7	98,3
17,0	6.200,0	0,09	16,50-17,50	147,9	18.805,6	99,0
18,0	6.200,0	0,08	17,50-18,50	82,5	18.888,1	99,5
19,0	6.200,0	0,07	18,50-19,50	45,9	18.934,0	99,7
20,0	6.200,0	0,06	19,50-20,50	25,6	18.959,6	99,8
21,0	5.956,0	0,05	20,50-21,50	14,1	18.973,7	99,9
22,0	5.708,0	0,04	21,50-22,50	7,7	18.981,4	100,0
23,0	5.460,0	0,03	22,50-23,50	4,2	18.985,6	100,0
24,0	5.212,0	0,03	23,50-24,50	2,3	18.987,9	100,0
25,0	4.964,0	0,02	24,50-25,50	0,8	18.988,7	100,0

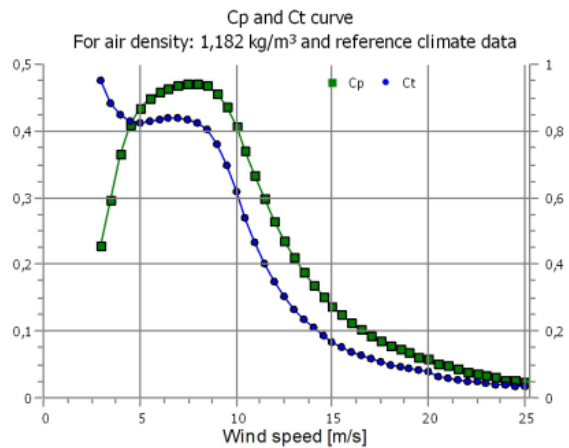
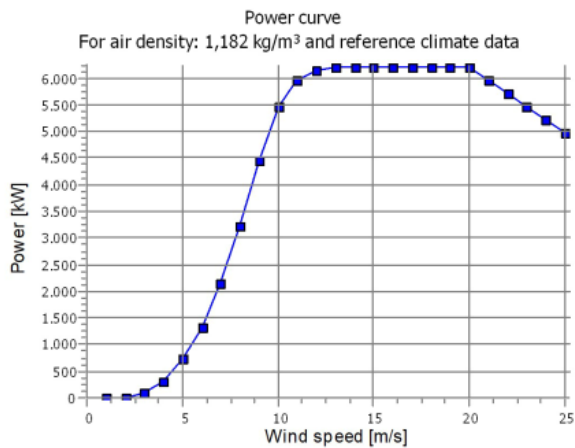


Figura 7 | Curve di Potenza dell'aerogeneratore

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

5 CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO

La risorsa eolica disponibile nel sito oggetto dello studio è stata esplorata elaborando i seguenti dati con il software WindPro 3.6:

- Distribuzione di Frequenza ricavata da dati del vento.
- Caratteristiche del terreno, quota e mappa di rugosità dell'area, densità media dell'aria.

L'analisi tiene conto della distribuzione di frequenza delle velocità su 12 settori di direzione. Di seguito, si riportano i risultati del calcolo della producibilità dell'Impianto, secondo il layout definitivo.

PARK - Production Analysis

WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,182 kg/m³ - 1,194 kg/m³
Directional Analysis

Sector	0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Roughness based energy [MWh]	54.513,7	11.597,3	2.757,2	1.483,5	3.052,5	9.993,4	28.524,4	13.632,2	13.593,5	10.421,0	6.576,4	34.716,1	190.861,2
-Decrease due to wake losses [MWh]	1.495,0	507,8	79,6	56,9	49,8	47,0	727,1	569,7	316,2	358,6	105,3	164,7	4.477,8
Resulting energy [MWh]	53.018,6	11.089,5	2.677,5	1.426,6	3.002,7	9.946,4	27.797,3	13.062,5	13.277,3	10.062,3	6.471,2	34.551,4	186.383,4
Specific energy [kWh/m ²]													821
Specific energy [kWh/kW]													3.006
Decrease due to wake losses [%]	2,7	4,4	2,9	3,8	1,6	0,5	2,5	4,2	2,3	3,4	1,6	0,5	2,35
Utilization [%]	32,4	30,2	33,5	33,0	33,2	24,7	28,4	28,7	29,8	34,0	35,5	31,5	30,7
Operational [Hours/year]	1.752	748	308	184	225	375	1.005	840	739	543	321	921	7.961
Full Load Equivalent [Hours/year]	855	179	43	23	48	160	448	211	214	162	104	557	3.006

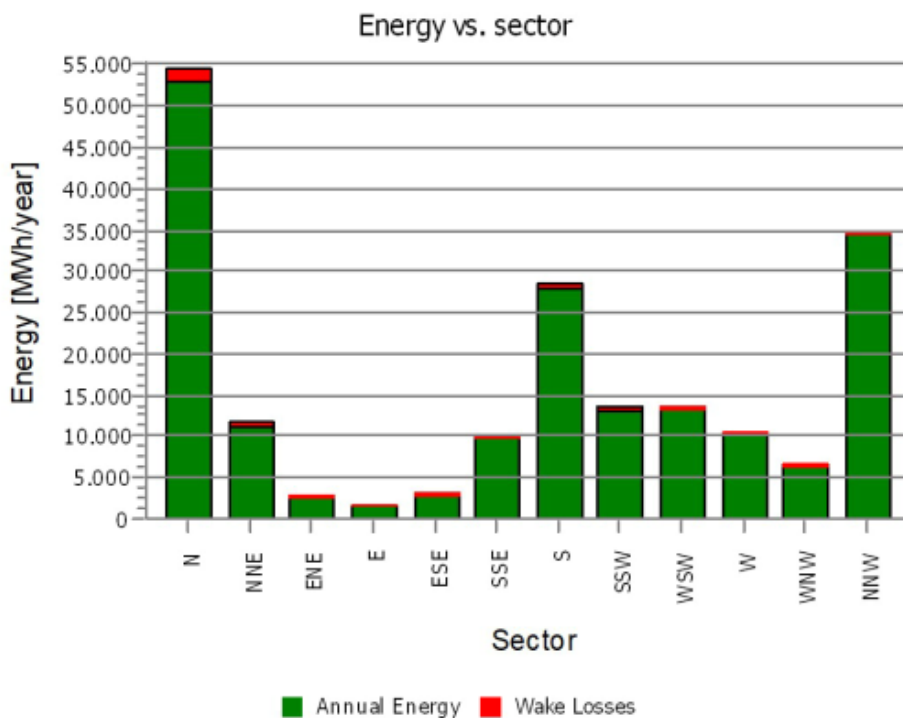


Figura 8 | Analisi producibilità energia/settore

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

5.1 MODELLO DI SCIA E CALCOLO DELL'ENERGIA PRODOTTA

Gli effetti di scia provocati dalla reciproca schermatura tra le singole turbine eoliche sono calcolati mediante il modello bidimensionale PARK (N.O. RISØ EMD). Gli elementi su cui il modello si basa per determinare la diminuzione del valore della velocità della vena fluida a valle dell'aerogeneratore rispetto al flusso indisturbato a monte di essa sono:

- Distribuzione di frequenza della velocità e della direzione del vento
- all'altezza del mozzo nelle posizioni previste per ciascun aerogeneratore
- Layout parco eolico
- Diametro rotore.
- Curva del coefficiente di spinta per il tipo di aerogeneratore impiegato.

Questo modello è implementato all'interno del codice di calcolo Wind Pro che utilizziamo per il calcolo della producibilità. Il risultato finale per la producibilità dell'impianto eolico ottenuto da WindPro 3.6 viene riportato di seguito.

Calculated Annual Energy For Wind Farm										
WTG Combination	Result Park (MWh/y)	Result-10,0% (MWh/y)	No loss (MWh/y)	Wake loss (%)	Capacity Factor (%)	Mean WTG Result (MWh/y)	Full Load Hours (Hours/year)	Mean Wind Speed@hub height (m/s)		
Wind farm	186.383,3	167.745,0	190.861,1	2,3	30,9	16.774,5	2.706	6,3		
Calculated Annual Energy for each of 4 new WTGs with total 24,8 MW rated power										
WTG	type	Model	Power rated (kW)	Rotor Diameter (m)	Hub Height	Power curve	Annual Energy			
							Result (MWh/y)	Result-10% (MWh/y)	Wake loss (%)	Free mean wind speed (m/s)
WTG_01	Siemens Gamesa	SG 6.6-170-6.600	6600	170	115	(AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m3	18.988,7	17.090	0,2	6,32
WTG_02	Siemens Gamesa	SG 6.6-170-6.600	6600	170	115	(AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m3	18.682,9	16.815	2,0	6,32
WTG_03	Siemens Gamesa	SG 6.6-170-6.600	6600	170	115	(AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m3	18.290,4	16.461	4,1	6,32
WTG_04	Siemens Gamesa	SG 6.6-170-6.600	6600	170	115	(AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m3	18.444,7	16.600	3,3	6,32
WTG_05	Siemens Gamesa	SG 6.6-170-6.600	6600	170	115	(AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m3	18.777,1	16.899	1,4	6,32
WTG_06	Siemens Gamesa	SG 6.6-170-6.600	6600	170	115	(AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m3	18.534,0	16.681	3,1	6,32
WTG_07	Siemens Gamesa	SG 6.6-170-6.600	6600	170	115	(AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m3	18.793,3	16.914	1,7	6,32
WTG_08	Siemens Gamesa	SG 6.6-170-6.600	6600	170	115	(AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m3	19.111,4	17.200	0,2	6,32

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

WTG_09	Siemens Gamesa	SG 6.6-170-6.600	6600	170	115	(AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m3	18.700,7	16.831	1,9	6,32
WTG_10	Siemens Gamesa	SG 6.6-170-6.600	6600	170	115	(AM 0, 6.6MW) - 1.225 kg/m3	18.060,2	16.254	5,6	6,32

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

6 CONSIDERAZIONI FINALI

6.1 DATI VENTO

I dati vento disponibili sono sufficienti ai fini di un wind assesment dettagliato.

Nell'approccio descritto, i dati del vento sono stati ottenuti utilizzando le statistiche vicine al progetto con WindPro, in particolare per il calcolo della ventosità del sito e della produzione degli aerogeneratori e dell'analisi delle grandezze aerodinamiche coinvolte.

I valori di ventosità medi rilevati ad altezza mozzo sono soddisfacenti. Infatti, vi è una buona frequenza di rilevazioni di velocità del vento comprese tra 5 e 15,9 [m/s], e queste sono particolarmente interessanti poiché comprese nel range di funzionamento degli aerogeneratori.

6.2 LAYOUT DEL SITO

Il layout del parco eolico prevede dunque l'installazione di 10 aerogeneratori della potenza di 6,6 [MW] cadauno con rotore di diametro 170 [m] e altezza mozzo 115 [m], per una potenza complessiva del Parco eolico di 66 [MW].

Nel processo di ottimizzazione del layout si sono considerati vari aspetti oltre quello prettamente anemologico, di seguito indicati:

6.3 ANEMOLOGIA:

Si è ottimizzata la posizione degli aerogeneratori in modo opportuno, con l'obiettivo di minimizzare le perdite per effetto scia (layout perpendicolare alle direzioni prevalenti del vento) e di avere un adeguato valore di produzione netta.

6.4 MORFOLOGIA E GEOLOGIA

A valle di differenti sopralluoghi in sito, si sono circoscritte delle aree di fattibilità per l'installazione delle turbine, la relativa realizzazione delle piazzole nella fase di cantiere e la successiva sistemazione prima dell'entrata in esercizio. Studi geologici - geotecnici più approfonditi (carotaggi in fase esecutiva), contribuiranno alla corretta definizione e al dimensionamento delle fondazioni da utilizzare.

6.5 INDAGINE FLORO – VEGETAZIONALE

Le aree prescelte sono quelle a minor impatto sull'ambiente circostante.

Progetto dell'impianto eolico con storage denominato "Capece" della potenza complessiva di 66 MW con storage da 20 MW da realizzare nei Comuni di Francavilla Fontana, San Vito dei Normanni, San Michele Salentino e Latiano (BR).

6.6 PRODUZIONE PARCO EOLICO

La stima di produzione del parco eolico è stata ottenuta mediante utilizzo del software WindPro 3.6, che per le sue caratteristiche di non-linearità nel metodo di calcolo meglio si adatta anche a siti complessi, anche se questo non è il caso dell'impianto oggetto del presente studio. Sono state considerate le perdite dovute alla scia e le perdite tecniche generali (disponibilità macchine, perdite elettriche ed altro).

20

Dal layout definitivo con una potenza installabile di 66 [MW] complessivi, si ha una produzione media netta complessiva decisamente soddisfacente anche in termini di numero di ore equivalenti, pari a 2.706 (183,38 GWh/y circa).

Sulla base di queste considerazioni, e dello studio effettuato, si ritiene che, considerando gli spazi disponibili, i limiti e i vincoli presenti, l'impianto in progetto sfrutti al meglio il potenziale eolico dell'area.