

REGIONE PUGLIA
COMUNE DI MANFREDONIA (FG)
PROVINCIA DI FOGGIA



PROGETTO DEFINITIVO dell'impianto eolico denominato "Foggia"
della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di
Manfredonia (FG).

Codice Impianto 29MIWU1

Cod. Id. Elaborato:	21_17_EO_GAM_AU_RE_14_00
Elaborato: RE.14	Titolo: 29MIWU1_DocumentazioneSpecialistica_19_01 Report producibilità
Scala: /	
Data: Settembre 2022	

Committente:
ENERGIA LEVANTE S.r.l.
 Via Luca Guarico n. 9/11 - Regus Eur - 4° piano - 00143 Roma
 P.IVA 10240591007 - REA RM1219825 - energielevantesrl@legalmail.it

SOCIETÀ DEL GRUPPO  For a better world of energy

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

ORDINE DEGLI INGEGNERI
 della Provincia di **TARANTO**
Dott. Ing.
FILOTICO Leonardo
N. 1812

N. REVISIONE	Data revisione	Elaborato	Controllato	Approvato	NOTE
00	Settembre 2022	Ing. Pietro Rodia	Ing. Pietro Rodia	Ing. Leonardo Filotico	

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	OBIETTIVI DELLO STUDIO	3
3	UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO	4
4	DESCRIZIONE DELLO STUDIO	6
4.1	CAMPAGNA DI MISURA ANEMOMETRICA	6
4.2	METODOLOGIA DI ANALISI	6
4.3	MODELLO DIGITALE DEL TERRENO	9
4.4	LAYOUT DI PROGETTO E CARATTERISTICHE DELL'AEROGENERATORE	10
5	CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO	14
5.1	MODELLO DI SCIA E CALCOLO DELL'ENERGIA PRODOTTA	15
6	CONSIDERAZIONI FINALI	17
6.1	DATI VENTO	17
6.2	LAYOUT DEL SITO	17
6.3	ANEMOLOGIA:	17
6.4	MORFOLOGIA E GEOLOGIA	17
6.5	INDAGINE FLORO – VEGETAZIONALE	17
6.6	PRODUZIONE PARCO EOLICO	17

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

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 descritto nel presente progetto, denominato "Foggia", è ubicato nel comune di Manfredonia (FG).

Il progetto prevede l'installazione di 12 aerogeneratori di tipo SIEMENS GAMESA "SG155 6.6MW" con 2 altezze mozzo differenti, specificate nella tabella a seguire:

Denominazione	X (m)	Y (m)	Modello	Altezza Mozzo (m)
WTG01	564377	4592529	SG6.6-155 90m HH	90
WTG02	562884	4592473	SG6.6-155 90m HH	90
WTG03	566595	4594186	SG6.6-155 102.5m HH	102.5
WTG04	559995	4591890	SG6.6-155 90m HH	90
WTG05	561316	4590877	SG6.6-155 90m HH	90
WTG06	565864	4592470	SG6.6-155 102.5m HH	102.5
WTG07	565624	4594347	SG6.6-155 102.5m HH	102.5
WTG08	558846	4591788	SG6.6-155 90m HH	90
WTG09	561770	4592109	SG6.6-155 90m HH	90
WTG10	563768	4591339	SG6.6-155 90m HH	90
WTG11	566896	4593281	SG6.6-155 102.5m HH	102.5
WTG12	563048	4591201	SG6.6-155 90m HH	90

La una potenza complessiva dell'impianto è di 79,20 MW.

Il lavoro è principalmente basato sulle seguenti informazioni e dati:

- Dati vento regionali presenti all'interno del database del software utilizzato WindPRO 3.4;
- 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 e eventuali vincoli presenti;
- Effettuare una valutazione dell'area, sia dal punto di vista dell'orografia, che della rugosità del terreno;
- Verificare la viabilità;
- 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.

2 OBIETTIVI DELLO STUDIO

Le attività principali del lavoro eseguito e descritto in questo documento è la stima di produzione dell'Impianto eolico in progetto denominato "Foggia".

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. 12 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 denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

3 UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

Il sito di installazione ricade nel territorio amministrativo del Comune di Manfredonia, a circa 11,8 km a est dal centro abitato di Foggia, a circa 11,5 km a nord-est dal centro abitato del Comune di Carapelle, a circa 24,5 km nord-ovest dal centro abitato di Cerignola, a circa 15 km a sud-ovest dal centro abitato di Manfredonia e a circa 22,5 km a sud dal centro abitato di San Giovanni Rotondo.

Nel sito è prevista l'installazione di 12 aerogeneratori di tipo SIEMENS GAMESA "SG155 6.6MW" con altezze mozzo già indicate nella tabella allegata al primo capitolo.

Inquadramento intervento su base IGM - Scala 1:50.000

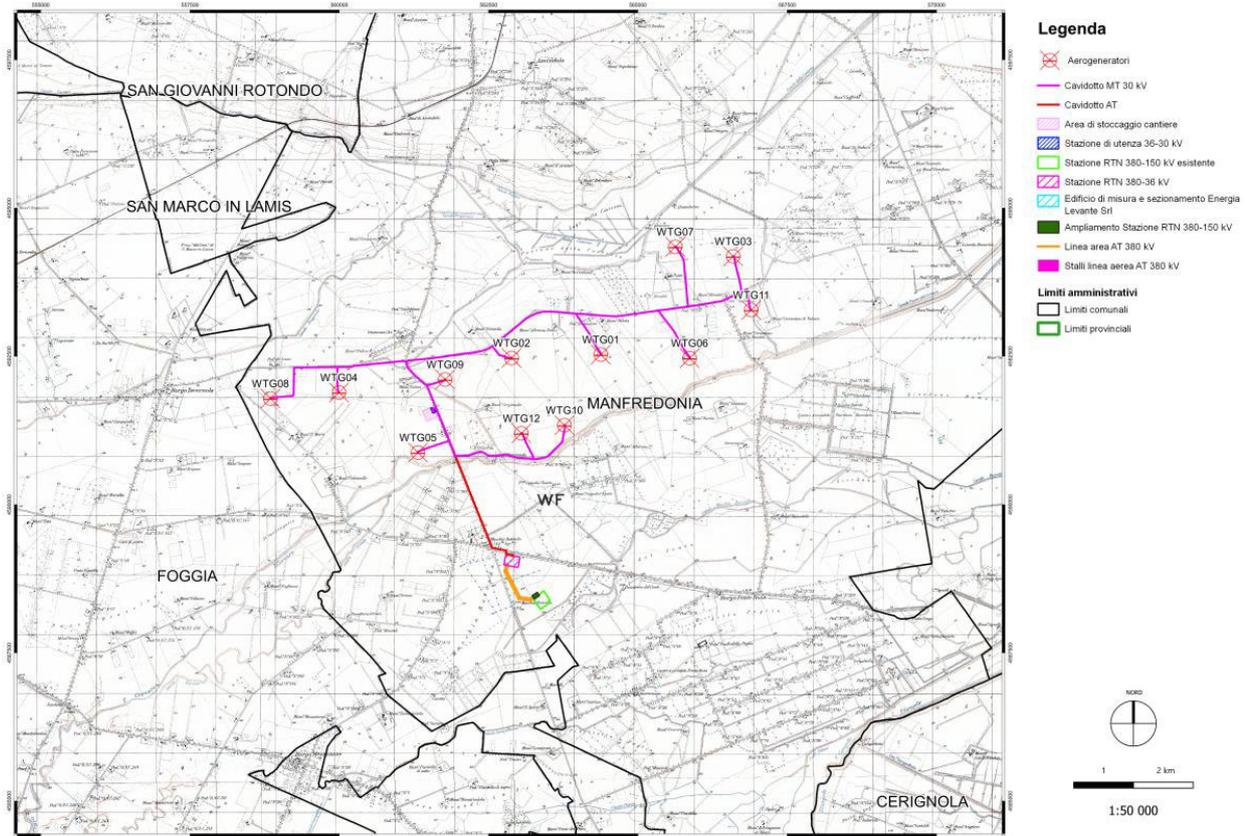


Figura 1 | Inquadramento su base IGM

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

Inquadramento intervento su base Ortofoto - Scala 1:50.000

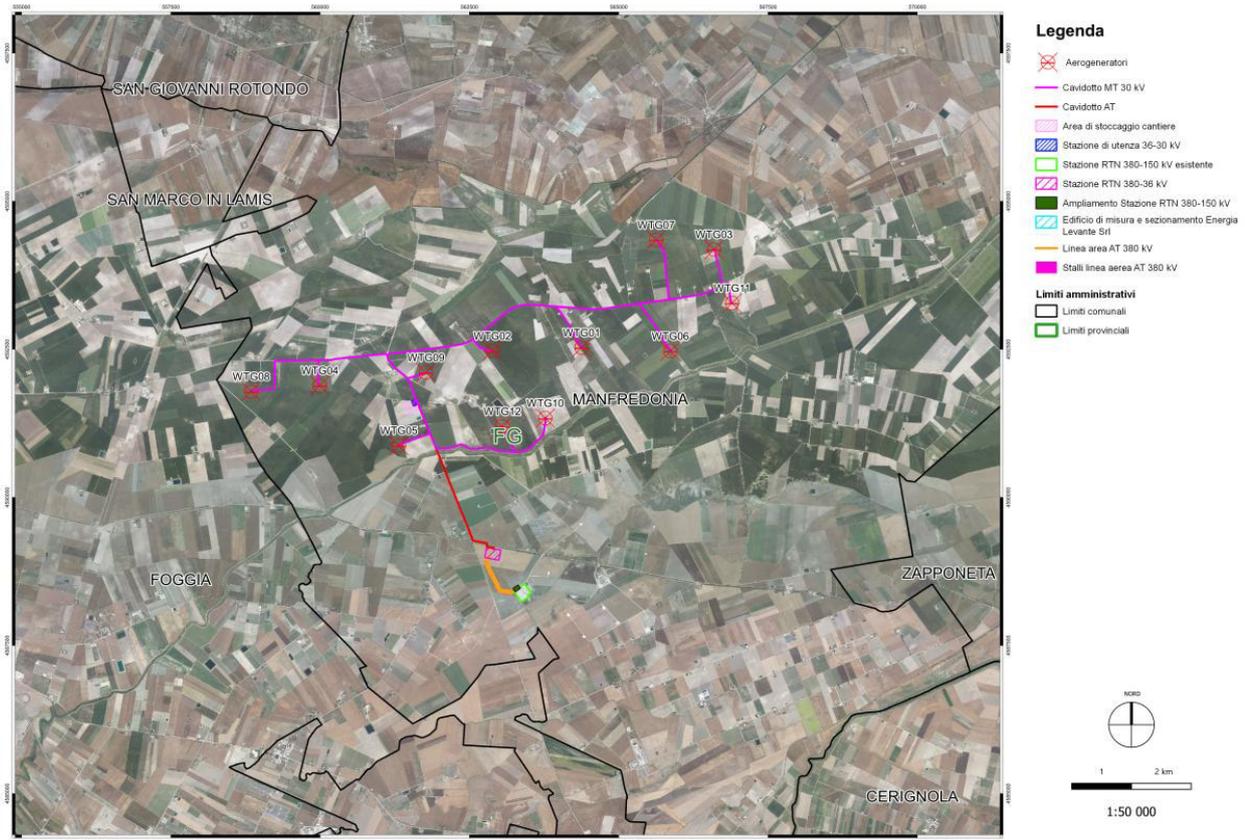


Figura 2 | Inquadramento su base Ortofoto Regione Puglia

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.

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

La campagna di misura anemometrica relativa all'impianto eolico in progetto prevede l'installazione di n. 1 torre anemometrica all'interno dell'area di studio.

Nella fattispecie, è prevista la installazione di torre anemometrica di tipo temporaneo stralla di altezza pari a 99 m su terreno distinto al catasto al Fg. 93 P.IIa 40 del Comune di Manfredonia (FG). Al momento della stesura della presente relazione di risposta integrazioni, suddetta torre anemometrica risulta ancora non installata e attiva.

Pertanto, 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 3.4.

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 3.4:** 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 3.4.

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

I dati vento utilizzati e analizzati per lo studio e la definizione dell'impianto in oggetto sono quelli inseriti all'interno del database di WindPRO 3.4, in relazione a punti di misura siti in prossimità dell'area di progetto:

- **Lecce Galatina:** 205,70 km, con una priorità di analisi del 21,52% in relazione alla distanza dell'area di progetto;
- **Ponza:** 243,38 km, con una priorità di analisi del 18,39% in relazione alla distanza dell'area di progetto;
- **Gioia del Colle:** 132,40 km, con una priorità di analisi del 33,63% in relazione alla distanza dell'area di progetto;
- **Capo Palinuro:** 167,45 km, con una priorità di analisi del 26,46% in relazione alla distanza dell'area di progetto.

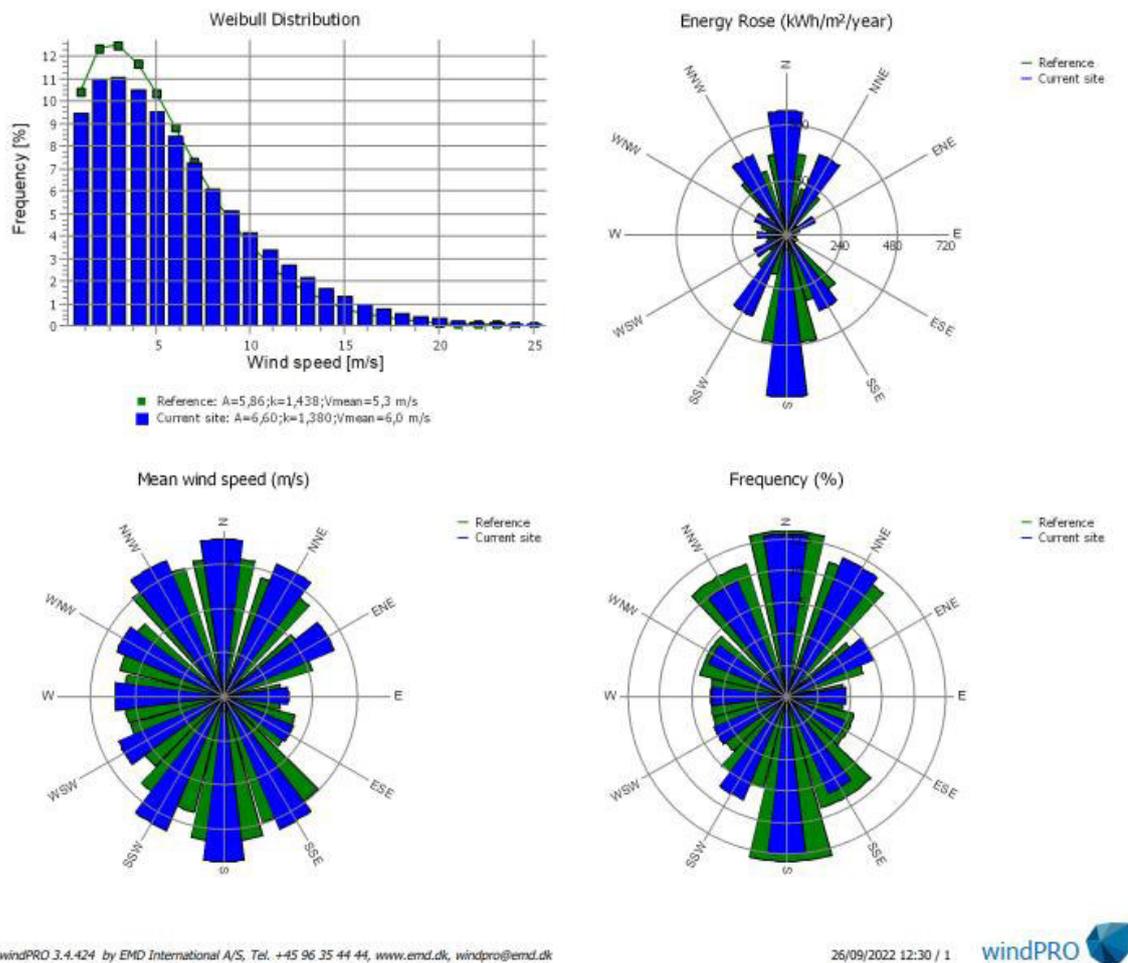


Figura 3 | hub height 102.5 m

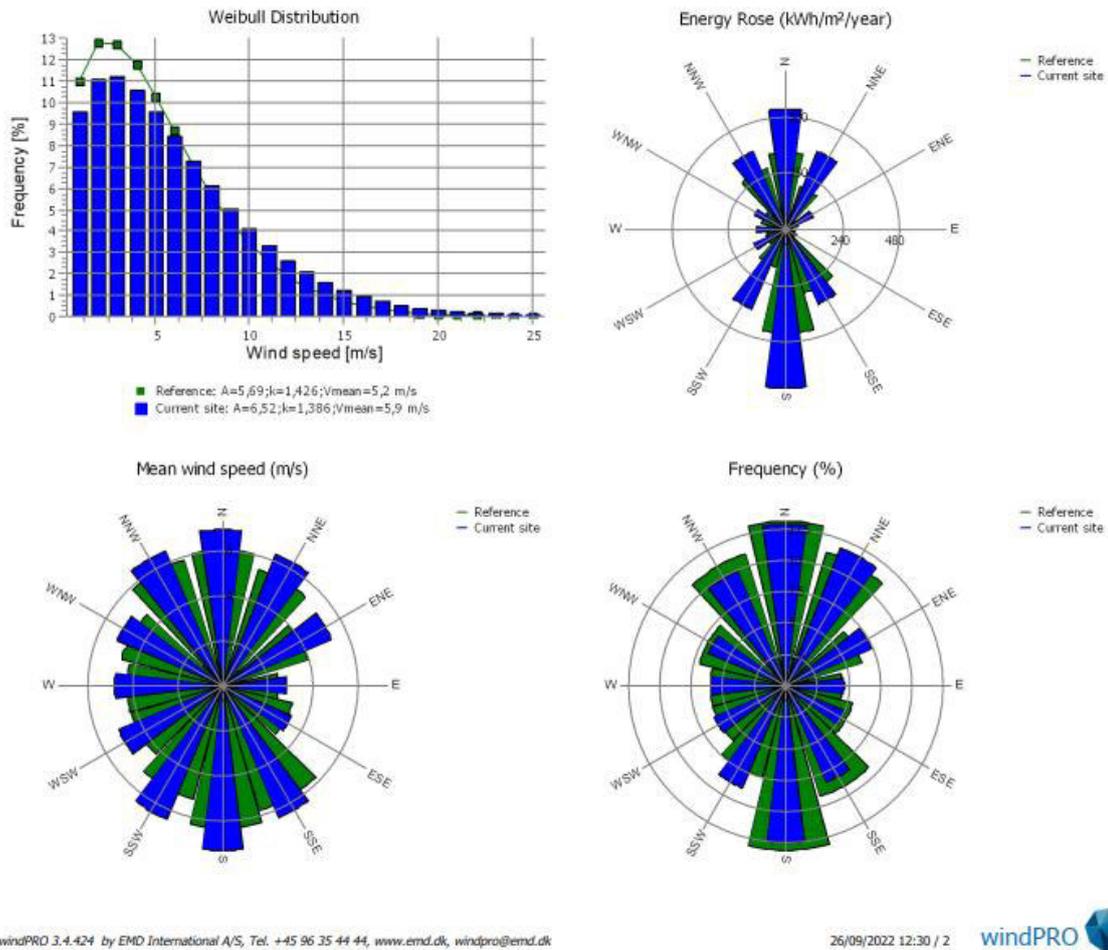


Figura 4 hub height 90 m

La velocità media è pari a 6,0 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.

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

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).

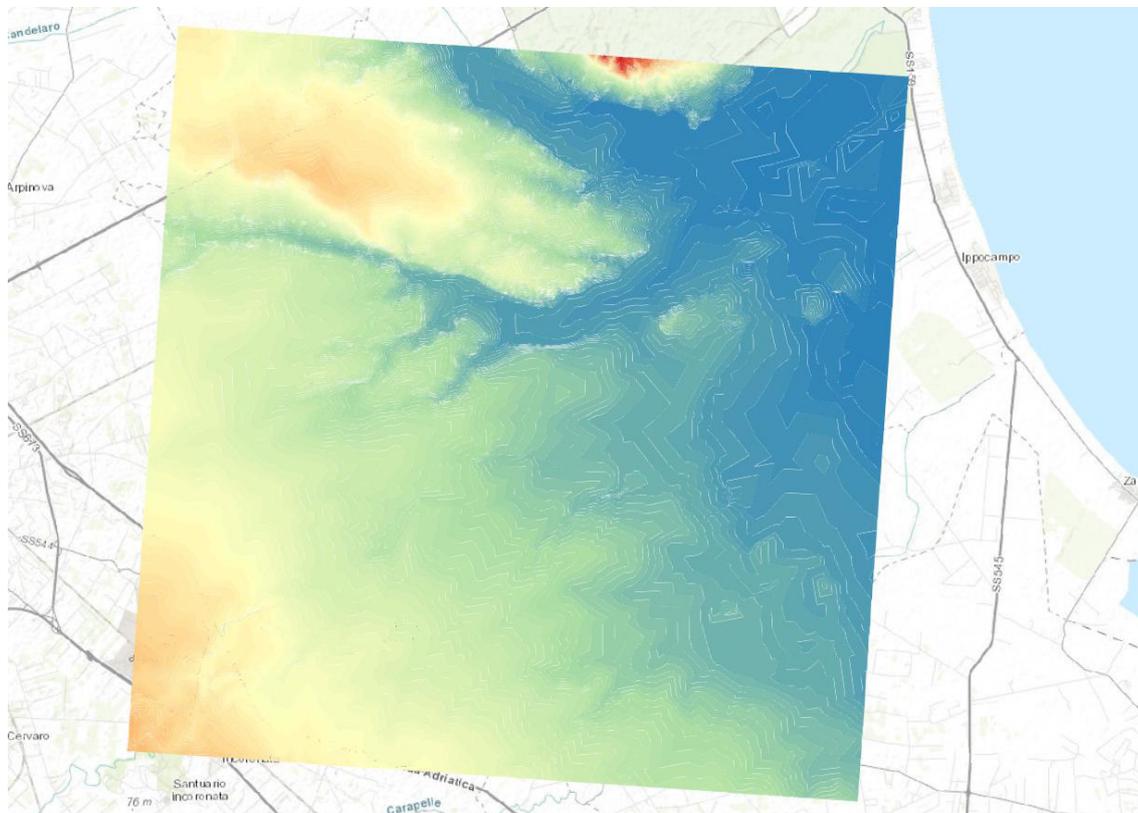


Figura 5 | Modello digitale del terreno DTM su cui è stato realizzato il CFD

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.

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

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.

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	564377	4592529	SG6.6-155 90m HH	90
WTG02	562884	4592473	SG6.6-155 90m HH	90
WTG03	566595	4594186	SG6.6-155 102.5m HH	102.5
WTG04	559995	4591890	SG6.6-155 90m HH	90
WTG05	561316	4590877	SG6.6-155 90m HH	90
WTG06	565864	4592470	SG6.6-155 102.5m HH	102.5
WTG07	565624	4594347	SG6.6-155 102.5m HH	102.5
WTG08	558846	4591788	SG6.6-155 90m HH	90
WTG09	561770	4592109	SG6.6-155 90m HH	90
WTG10	563768	4591339	SG6.6-155 90m HH	90
WTG11	566896	4593281	SG6.6-155 102.5m HH	102.5
WTG12	563048	4591201	SG6.6-155 90m HH	90

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

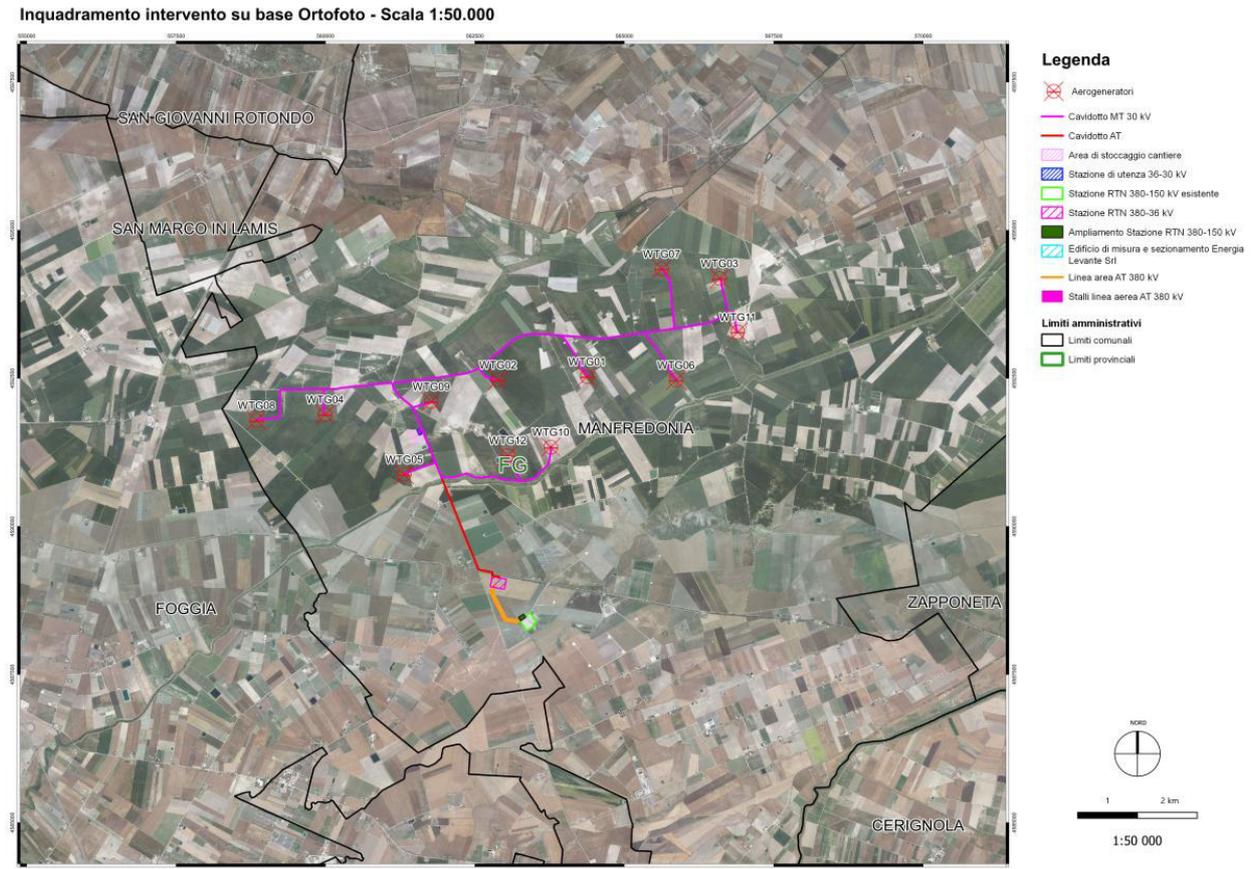


Figura 6 | Layout definitivo dell'impianto eolico "Eolico Foggia" in progetto

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).



Figura 7 | Modello 3D di calcolo visualizzato mediante Google Earth Pro

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 6.0-155 6600
- Potenza: 6600 kW
- Altezza del mozzo: 102.5m (WTG01 - WTG03 - WTG06 - WTG12)
- Altezza del mozzo: 90 m (WTG02 - WTG04 - WTG05- WTG07 - WTG08 - WTG09 - WTG10 - WTG11)
- Diametro del rotore: 155 m

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

Power curve

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

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	47,0	0,15	3,0	0,89
3,5	126,0	0,25	3,5	0,88
4,0	252,0	0,34	4,0	0,86
4,5	415,0	0,39	4,5	0,84
5,0	613,0	0,42	5,0	0,83
5,5	848,0	0,44	5,5	0,82
6,0	1.128,0	0,45	6,0	0,82
6,5	1.457,0	0,46	6,5	0,82
7,0	1.840,0	0,46	7,0	0,83
7,5	2.281,0	0,47	7,5	0,82
8,0	2.775,0	0,47	8,0	0,81
8,5	3.312,0	0,47	8,5	0,79
9,0	3.888,0	0,46	9,0	0,75
9,5	4.421,0	0,45	9,5	0,70
10,0	4.948,0	0,43	10,0	0,65
10,5	5.421,0	0,41	10,5	0,60
11,0	5.812,0	0,38	11,0	0,55
11,5	6.106,0	0,35	11,5	0,49
12,0	6.309,0	0,32	12,0	0,44
12,5	6.438,0	0,29	12,5	0,39
13,0	6.513,0	0,26	13,0	0,34
13,5	6.555,0	0,23	13,5	0,30
14,0	6.578,0	0,21	14,0	0,27
14,5	6.589,0	0,19	14,5	0,24
15,0	6.595,0	0,17	15,0	0,22
15,5	6.597,0	0,15	15,5	0,20
16,0	6.599,0	0,14	16,0	0,18
16,5	6.599,0	0,13	16,5	0,16
17,0	6.600,0	0,12	17,0	0,15
17,5	6.600,0	0,11	17,5	0,13
18,0	6.599,0	0,10	18,0	0,12
18,5	6.597,0	0,09	18,5	0,11
19,0	6.592,0	0,08	19,0	0,11
19,5	6.581,0	0,08	19,5	0,10
20,0	6.562,0	0,07	20,0	0,09
20,5	6.531,0	0,07	20,5	0,08
21,0	6.486,0	0,06	21,0	0,08
21,5	6.423,0	0,06	21,5	0,07
22,0	6.342,0	0,05	22,0	0,07
22,5	6.246,0	0,05	22,5	0,06
23,0	6.137,0	0,04	23,0	0,06
23,5	6.018,0	0,04	23,5	0,05
24,0	5.894,0	0,04	24,0	0,05
24,5	5.770,0	0,03	24,5	0,05
25,0	5.652,0	0,03	25,0	0,04
25,5	5.537,0	0,03	25,5	0,04
26,0	5.434,0	0,03	26,0	0,04
26,5	5.342,0	0,02	26,5	0,04
27,0	5.262,0	0,02	27,0	0,03

Power, Efficiency and energy vs. wind speed

Data used in calculation, Air density: 1,208 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	44,7	0,15	2,50- 3,50	55,6	55,6	0,4
4,0	247,1	0,34	3,50- 4,50	227,5	283,1	1,8
5,0	603,3	0,42	4,50- 5,50	490,1	773,2	5,0
6,0	1.111,5	0,45	5,50- 6,50	799,0	1.572,2	10,1
7,0	1.813,7	0,46	6,50- 7,50	1.127,4	2.699,6	17,4
8,0	2.735,9	0,47	7,50- 8,50	1.436,6	4.136,2	26,6
9,0	3.814,3	0,46	8,50- 9,50	1.661,7	5.797,9	37,3
10,0	4.882,2	0,43	9,50-10,50	1.741,4	7.539,4	48,5
11,0	5.747,6	0,38	10,50-11,50	1.657,4	9.196,7	59,1
12,0	6.267,2	0,32	11,50-12,50	1.447,0	10.643,8	68,4
13,0	6.495,7	0,26	12,50-13,50	1.185,4	11.829,2	76,0
14,0	6.572,3	0,21	13,50-14,50	935,0	12.764,2	82,1
15,0	6.593,4	0,17	14,50-15,50	722,4	13.486,6	86,7
16,0	6.598,4	0,14	15,50-16,50	551,3	14.037,9	90,2
17,0	6.599,7	0,12	16,50-17,50	416,8	14.454,7	92,9
18,0	6.599,3	0,10	17,50-18,50	312,7	14.767,4	94,9
19,0	6.593,7	0,08	18,50-19,50	232,8	15.000,2	96,4
20,0	6.568,7	0,07	19,50-20,50	171,7	15.172,0	97,5
21,0	6.486,0	0,06	20,50-21,50	125,1	15.297,0	98,3
22,0	6.342,0	0,05	21,50-22,50	89,7	15.386,7	98,9
23,0	6.137,0	0,04	22,50-23,50	63,4	15.450,1	99,3
24,0	5.894,0	0,04	23,50-24,50	44,4	15.494,5	99,6
25,0	5.652,0	0,03	24,50-25,50	30,9	15.525,4	99,8
26,0	5.434,0	0,03	25,50-26,50	21,5	15.546,8	99,9
27,0	5.262,0	0,02	26,50-27,50	8,8	15.555,6	100,0

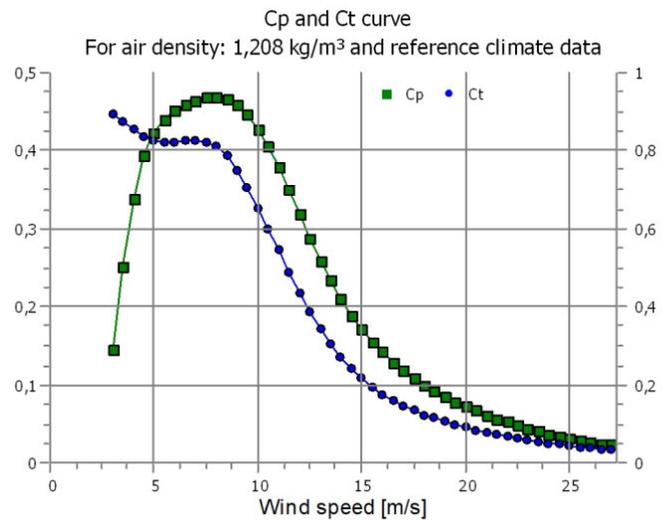
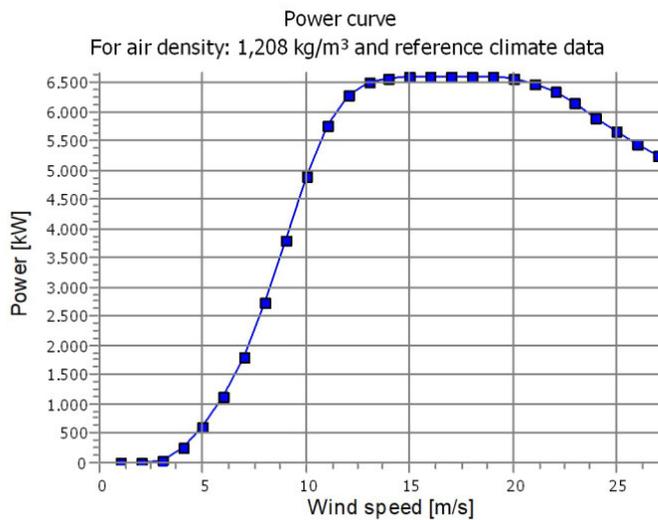


Figura 8 | Curve di Potenza dell'aerogeneratore

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 3.4:

- 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 1,208 kg/m³ - 1,209 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]	31.367,7	24.671,0	10.780,9	2.166,5	3.458,7	17.295,3	31.943,8	18.744,9	8.960,2	7.894,4	9.771,5	21.900,4	188.955,3
-Decrease due to wake losses	[MWh]	424,0	667,4	579,5	201,7	106,1	208,6	370,2	427,7	370,5	540,8	249,1	287,4	4.433,1
Resulting energy	[MWh]	30.943,7	24.003,6	10.201,3	1.964,8	3.352,7	17.086,6	31.573,6	18.317,2	8.589,7	7.353,6	9.522,4	21.613,0	184.522,2
Specific energy	[kWh/m ²]													815
Specific energy	[kWh/kW]													2.330
Decrease due to wake losses	[%]	1,4	2,7	5,4	9,3	3,1	1,2	1,2	2,3	4,1	6,9	2,5	1,3	2,35
Utilization	[%]	25,2	27,9	33,4	31,2	30,1	20,7	19,6	20,8	24,5	24,6	27,4	25,0	23,8
Operational	[Hours/year]	926	850	535	334	366	599	897	636	448	426	479	713	7.209
Full Load Equivalent	[Hours/year]	391	303	129	25	42	216	399	231	108	93	120	273	2.330

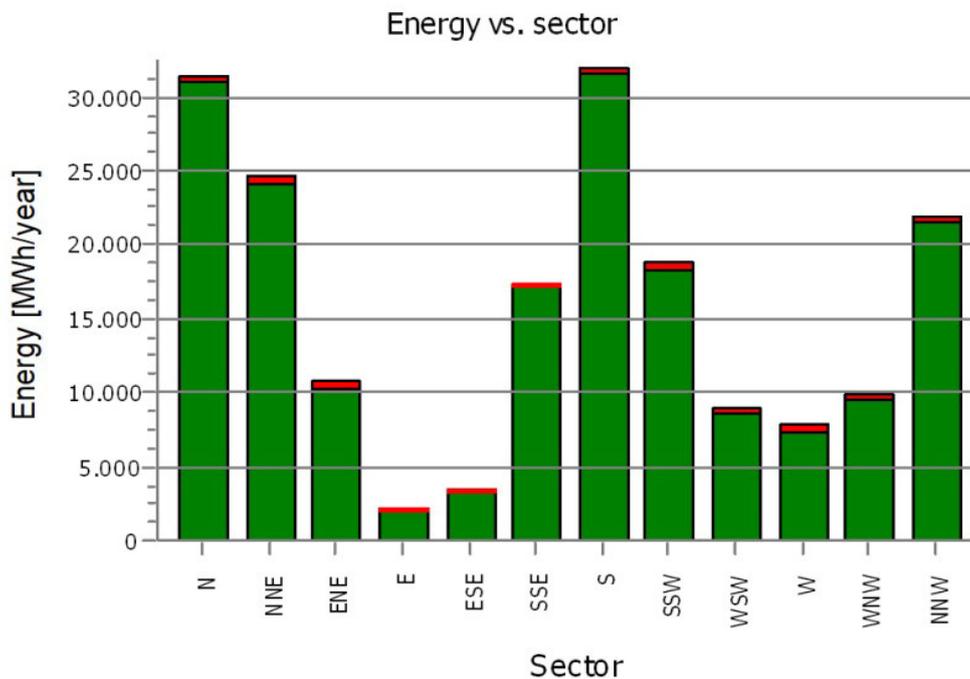


Figura 9 | Analisi producibilità energia/settore

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

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 3.4 viene riportato di seguito.

CALCULATED ANNUAL ENERGY FOR WIND FARM												
WTG Combination	Result Park (MWh/y)	Result-10,0%(Mwh/y)	Gross (no loss) Free wtgs (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	184.522,2	166.070,0	188.955,3	2,3	23,9	13.839,2	2.097	6,0				
Calculated Annual Energy for each of 12 new WTGs with total 79,2 MW rated power												
WTG	Valid	type	Type-generator	Power rated (kW)	Rotor Diameter (m)	Hub Height	Creator name	Power curve	Annual Energy			
									Result(MWh/y)	Result-10%(MWh/y)	Wake loss (%)	Free mean wind speed (m/s)
WTG01	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-155-6.600	6.600	155	102,5	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	15.555,6	14.000	2,7	6,03
WTG02	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-155-6.600	6.600	155	90	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	15.219,7	13.698	2,6	5,95
WTG03	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-155-6.600	6.600	155	102,5	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	15.581,4	14.023	2,5	6,03
WTG04	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-155-6.600	6.600	155	90	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	15.483,5	13.935	0,9	5,95

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

WTG05	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-155-6.600	6.600	155	90	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	15.222,5	13.700	2,6	5,95
WTG06	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-155-6.600	6.600	155	102,5	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	15.712,6	14.141	1,7	6,03
WTG07	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-155-6.600	6.600	155	90	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	15.567,9	14.011	0,4	5,95
WTG08	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-155-6.600	6.600	155	90	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	15.306,6	13.776	2,0	5,95
WTG09	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-155-6.600	6.600	155	90	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	15.049,1	13.544	3,7	5,95
WTG10	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-155-6.600	6.600	155	90	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	15.079,6	13.572	3,5	5,95
WTG11	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-155-6.600	6.600	155	90	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	15.168,8	13.652	2,9	5,95
WTG12	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-155-6.600	6.600	155	102,5	EMD	(AM 0, 6.2MW) - 1.225 kg/m3	15.574,8	14.017	2,6	6,03

16

6 CONSIDERAZIONI FINALI

6.1 DATI VENTO

I dati vento disponibili sono sufficienti ai fini di un wind assement 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 4,1 e 13,7 [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 12 aerogeneratori della potenza di 6,6 [MW] cadauno con rotore di diametro 155 [m] e altezza mozzo variabile (hub) 102,5 [m] e 90[m], per una potenza complessiva del Parco eolico di 79,2 [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.

6.6 PRODUZIONE PARCO EOLICO

La stima di produzione del parco eolico è stata ottenuta mediante utilizzo del software WindPro 3.4, che per le sue caratteristiche di non-linearità nel metodo di calcolo meglio si adatta anche a siti complessi, anche se

Progetto dell'impianto eolico denominato "Foggia" della potenza complessiva di 79,20 MW da realizzarsi nel Comune di Manfredonia (FG).

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).

Dal layout definitivo con una potenza installabile di 79,2 [MW] complessivi, si ha una produzione media netta complessiva (P50) decisamente soddisfacente anche in termini di numero di ore equivalenti, pari a 2.097 (166,07 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.

