



***Città di Marsala***

Medaglia d'oro al Valore Civile

# COMUNE DI MARSALA

(Provincia di Trapani)

## PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MINIEOLICO DA REALIZZARSI NEL CAMPO SPORTIVO SITO IN C/DA STRASATTI DEL COMUNE DI MARSALA

Livello Progettazione : PROGETTO ESECUTIVO

COMMITTENTE: Settore LL.PP. - Comune di Marsala  
Responsabile Unico del Procedimento  
Dir. Settore LL.PP.  
ing. Luigi Palmeri

PROGETTISTA: Resp-Area edilizia privata  
Ing. G. Giacalone

N° Tav.

**R2**

ELABORATO : RELAZIONE TECNICA DETTAGLIATA  
PARTICOLARI COSTRUTTIVI

SCALA :

DATA : 02/12/2013

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO



## ***Città di Marsala***

Medaglia d'oro al Valore Civile

**Progetto per la realizzazione di un impianto minieolico da realizzarsi nell'area di pertinenza del Campo Sportivo sito in C/da Strasatti del Comune di Marsala.**

Committente: **Comune di Marsala**

Oggetto: **Relazione tecnica dettagliata  
Particolari costruttivi**

Progettista: **Ing. G. Giacalone**

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>DEFINIZIONI E TERMINOLOGIA.....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>SCHEMATIZZAZIONE DELL'IMPIANTO MINIEOLICO .....</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO MINIEOLICO .....</b>	<b>3</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DEL GENERATORE EOLICO .....</b>	<b>6</b>
6.1	CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI.....	6
6.2	GRAFICO RELATIVO ALLA VARIAZIONE DELLA POTENZA/VELOCITÀ DEL VENTO .....	7
6.3	DIMENSIONI TORRE EOLICA .....	8
6.4	PRODUZIONE ENERGETICA .....	9
6.5	SISTEMA D'INTERFACCIA .....	9
6.6	COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA .....	10
<b>7</b>	<b>OPERE ED INFRASTRUTTURE CIVILI.....</b>	<b>12</b>
7.1	FONDAZIONE TORRE MINI EOLICA .....	12
<b>8</b>	<b>OPERE IMPIANTISTICHE .....</b>	<b>12</b>
8.1	IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE CONTRO I FULMINI.....	12
<b>9</b>	<b>SISTEMA DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>14</b>
	<b>ALLEGATO .....</b>	<b>1</b>

## **1 Premessa**

La progettazione ha come oggetto l'installazione di un impianto minieolico di potenza pari a 50 kW collegato alla rete elettrica di distribuzione da installare nell'area di pertinenza del Campo Sportivo sito in C/da Strasatti del Comune di Marsala.

La presente relazione ha lo scopo di fornire i chiarimenti relativamente alle caratteristiche tecniche dell'impianto minieolico da realizzare.

In particolare la relazione mira a descrivere i criteri utilizzati per le scelte progettuali, le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti, nonché i criteri di progettazione degli impianti per quanto riguarda la sicurezza, la funzionalità e l'economia di gestione.

Il progetto si pone nella logica della produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili nell'ottica di una progressiva sostituzione dei combustibili fossili e della riduzione dei gas climalteranti, secondo quanto previsto dagli accordi internazionali in materia (es. Protocollo di Kyoto).

Oltre a quanto contenuto nella presente relazione, si rimanda alle Tavole grafiche di progetto allegate.

## **2 Normativa di riferimento**

- Decreto Legislativo 387/2003
- Delibera Autorità energia elettrica e gas (AEEG) 280/2007
- Legge 244/2007 (Legge Finanziaria 2008)
- Delibera Autorità energia elettrica e gas (AEEG) 74/2008 (TISP)
- Delibera Autorità energia elettrica e gas (AEEG) 99/2008 (TICA)
- Delibera Autorità energia elettrica e gas (AEEG) 01/2009
- Decreto Ministeriale 18/12/2008
- Delibera Autorità energia elettrica e gas (AEEG) 74/2009;

### 3 Definizioni e terminologia

**Impianto minieolico:** impianto eolico di piccola taglia in grado di produrre energia elettrica dal vento. Facendo tesoro dell'esperienza accumulata dall'uomo nel corso dei millenni, la moderna tecnologia minieolica permette di trasformare l'energia cinetica del vento in energia meccanica e da questa, attraverso un generatore elettrico, in energia elettrica; pertanto, esso rientra nella categoria degli impianti alimentati da fonti rinnovabili non programmabili (cioè la cui produzione di energia elettrica risulta aleatoria in funzione del regime meteorologico istantaneo). L'impianto è schematicamente costituito da una torre eolica, dal gruppo di conversione c.c./c.a. e dal sistema di interfacciamento alla rete elettrica di distribuzione;

**Torre eolica:** Una torre eolica è l'erede dei mulini a vento e risulta costituita da un sostegno, generalmente costituito da un palo in acciaio infisso nel terreno (direttamente o più spesso tramite fondazione in c.a.). L'altezza del palo è correlato alla potenza dell'impianto e può variare da un minimo di 5 metri (piccoli sistemi da qualche kilowatt di potenza) ad oltre 50 metri per sistemi da 200 kW di potenza. La torre eolica supporta una turbina su cui sono calettare le tre pale;

**Turbina eolica:** turbina, costituita a sua volta dal rotore (le pale) e dalla navicella che contiene gli organi meccanici di trasmissione del moto impresso dal rotore e il generatore elettrico;

**Sistema di controllo:** sistema di controllo del generatore ed inverter, ovvero le apparecchiature elettroniche che gestiscono il funzionamento del sistema rotore-generatore in tutte le condizioni di vento e che consentono l'adeguamento dell'energia elettrica prodotta alle caratteristiche della rete elettrica;

**Interfaccia rete:** dispositivo che provvede all'interfacciamento dell'impianto olico all'impianto elettrico dell'utilizzatore e, quindi, alla rete elettrica locale;

**Gestore della rete:** è il soggetto che presta il servizio di distribuzione e vendita dell'energia elettrica ai clienti utilizzatori;

**Potenza massima o di picco  $W_p$ :** potenza generata da un dispositivo eolico (tore eolica) in condizioni di prova definite "standard" (abbr. STC);

**Velocità di spunto:** velocità minima del vento alla quale la turbina entra in funzione;

***Velocità a potenza nominale:*** velocità del vento alla quale in rotore produce la potenza nominale della torre eolica;

***Velocità di esclusione:*** velocità del vento alla quale in rotore non produce più energia in quanto viene disattivato il collegamento con la turbina;

***Velocità di rotazione nominale:*** velocità di rotazione del rotore alla quale la nostra turbina eroga energia di potenza pari a quella nominale;

***Angolo d'inclinazione delle pale:*** angolo formato dalla normale alla superficie delle pale rispetto alla direzione del vento;

***Sistema di turbina "upwind":*** La tecnologia "upwind" è quella in cui le pale sono esposte direttamente alla direzione del vento prima della navicella. La presenza o meno della coda è in funzione del sistema di rilevamento della direzione del vento (in caso di assenza di coda di coda, la direzione viene rilevata elettronicamente attraverso il posizionamento sulla navicella di una banderuola anemometrica).

## **4 Schematizzazione dell'impianto minieolico**

L'impianto minieolico di progetto è realizzato nell'area di pertinenza del Campo Sportivo sito in C/da Strasatti del Comune di Marsala.

In particolare, l'impianto minieolico è costituito da:

- N° 1 torre eolica di altezza pari a 30 mt;
- N° 1 turbina turbina, costituita a sua volta dal rotore (le pale) e dalla navicella che contiene gli organi meccanici di trasmissione del moto impresso dal rotore e il generatore elettrico;
- N° 1 Sistema di controllo generatore e inverter;

La potenza nominale dell'impianto minieolico è pari a 50 Kw standard ed è ottenuto con una potenza del vento pari a 12,5 m/s tali da consentire al rotore di girare ad una velocità di circa 55/59 giri al minuto.

## **5 Localizzazione dell'impianto minieolico**

L'impianto minieolico di progetto è realizzato nell'area di pertinenza del Campo Sportivo sito in C/da Strasatti del Comune di Marsala.

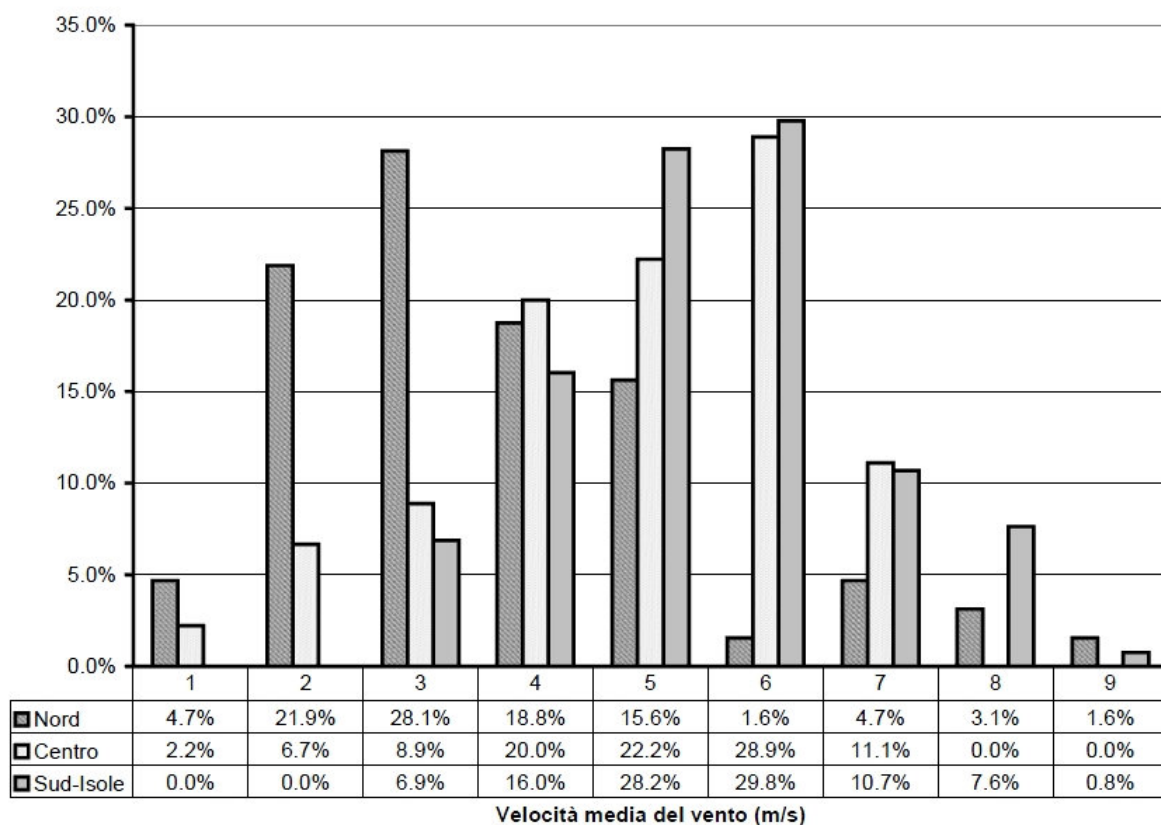
In linea del tutto generale ed intuitiva, escludendo considerazioni di carattere ambientale ed autorizzativo, si può convenientemente installare un impianto mini eolico laddove le condizioni di vento nell'arco dell'anno siano tali da garantirne un adeguato funzionamento ed una produzione di energia che garantisca un'accettabile remunerazione del costo sostenuto.

A tal proposito si fa ricorso come già detto alla velocità media del vento su base annuale.

È quindi importante valutare tale grandezza nel punto esatto ed alla altezza in cui si intende installare il generatore mini eolico.

Siti con velocità media annua inferiore a 4,5 metri al secondo (circa 16 km/h) non sono in generale considerati remunerativi.

Il territorio italiano è contraddistinto da valori della velocità media del vento di solito non elevati. Ad altezze contenute dal livello del terreno sottostante (non superiori a 25 metri di altezza) questo valore è generalmente compreso fra 2 e 7 metri al secondo.



A livello del tutto orientativo si registrano velocità medie annue superiori al valore minimo ammissibile lungo le coste, sui rilievi ed in molte aree del centro sud e delle isole.

Una indicazione più precisa ma pur sempre del tutto orientativa è possibile ricavarla dalle mappe eoliche del territorio. A tale proposito si cita quella realizzata dal Centro Elettrotecnico

Sperimentale Italiano (CESI) che va sotto il nome di Atlante eolico dell'Italia (da cui è estratta la precedente tabella).

Per la valutazione del sito ai fini di un'installazione mini eolica di piccola potenza (fino a 50 kW) si consiglia di utilizzare le mappe a 25 m dal suolo.

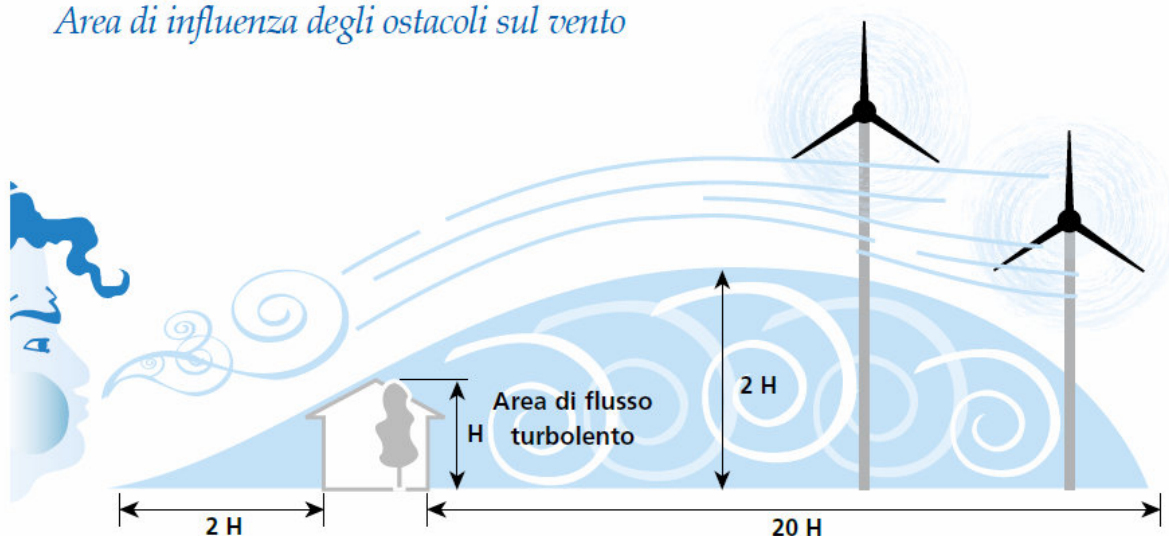
D'altra parte questa valutazione non è sempre sufficiente a garantire una corretta valutazione del sito in termini di ventosità media annua. Infatti, pur prescindendo dai margini di approssimazione di queste mappe, la morfologia specifica del sito può influenzare in modo determinante il valore puntuale della velocità del vento e quindi della produttività dell'impianto.

Sempre a livello orientativo è possibile utilizzare in alcuni casi altri metodi empirici per valutare la risorsa vento di un sito.

Qualora siano presenti alberi sempreverdi (ad es. conifere) si può utilizzare il metodo di Griggs-Putnam basato su una valutazione qualitativa del grado di deformazione permanente delle chiome degli alberi.

Nella scelta del sito di progetto sono state effettuate delle verifiche atte a controllare se nei dintorni dell'area siano presenti ostacoli (edifici, alberi, ecc.) tali da influenzare il flusso d'aria che investe il generatore per evitare che si generino fenomeni di turbolenza. A tal fine si consideri che un ostacolo fa sentire il suo influsso negativo, generando turbolenze sino ad altezze pari al doppio della sua altezza, in un raggio dalla base dello stesso pari a circa 20 volte la sua altezza. Pertanto, è stata scelta una turbina la cui altezza sia tale da sopravanzare le turbolenze generate.

### *Area di influenza degli ostacoli sul vento*



Si consideri inoltre che a parità di sito tanto più ci si eleva dal suolo tanto maggiore sarà la velocità del vento a disposizione.

In ogni caso, vista l'entità dell'investimento e volendo quindi avere dei dati più accurati e oggettivi sulla risorsa vento prima di installare l'impianto, sono stati presi in considerazione dei dati anemometrici rilevati, mediante strumenti specifici e per un periodo di tempo adeguato, nell'ambito del territorio comunale. Attraverso tali misure è stato possibile stimare non solo la velocità media annua del vento ma anche la sua direzione prevalente e la sua curva di distribuzione attorno al valore medio.

Il sito oggetto dell'installazione della torre eolica ricade propriamente in aree altamente ventose che hanno consentito di scegliere una macchina eolica con il massimo rendimento. In particolare è stata scelta una turbina da 50 kW.

## **6 Descrizione dei componenti del generatore eolico**

### **6.1 Caratteristiche tecniche principali**

Caratteristiche tecniche principali

Potenza Massima (W): 55000

Inverter: n°2 Power-One TRIO 27,6

Potenza Nominale (W): 50000

Tensione Output (V): AC 380

Corrente Nominale (V): 120

Diametro rotore (m): 20-25

Velocità di spunto (m/s): 2,5

Velocità a potenza nominale (m/s): 12,5

Velocità di esclusione (m/s): 40

Velocità limite (m/s): 40

Velocità di rotazione nominale (rpm): 55/59

Produzione annua massima (kWh): 120.000

Assetto Pale: Pitch Control

Materiale delle pale: GFRP

Angolo d'inclinazione:  $6^{\circ}$

Sistema d'imbardata: Idraulico

Modalità d'imbardata: Auto/Manuale

Frenatura: Idraulica/Elettro magnetica

Tipologia di Turbina: ---

Numero Pale: 3

Efficienza Generatore:  $> 0,8$

Peso Carlinga Generatore: 2000 kg

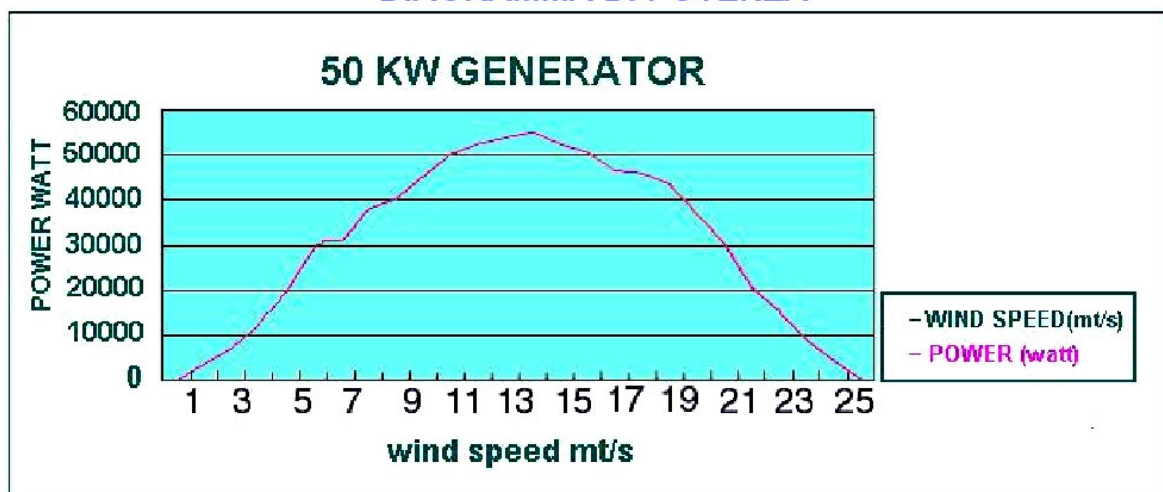
Protezione: Imbardata/Freno Idraulico/Pitch C./F. Elettro- Magnetico

Lunghezza Cablaggi (m): 35

Frequenza (Hz): 50/60

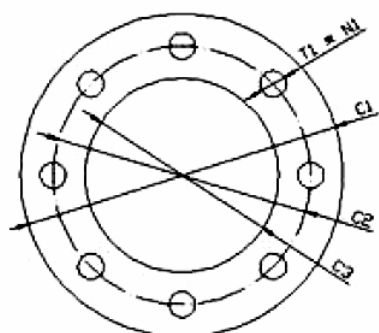
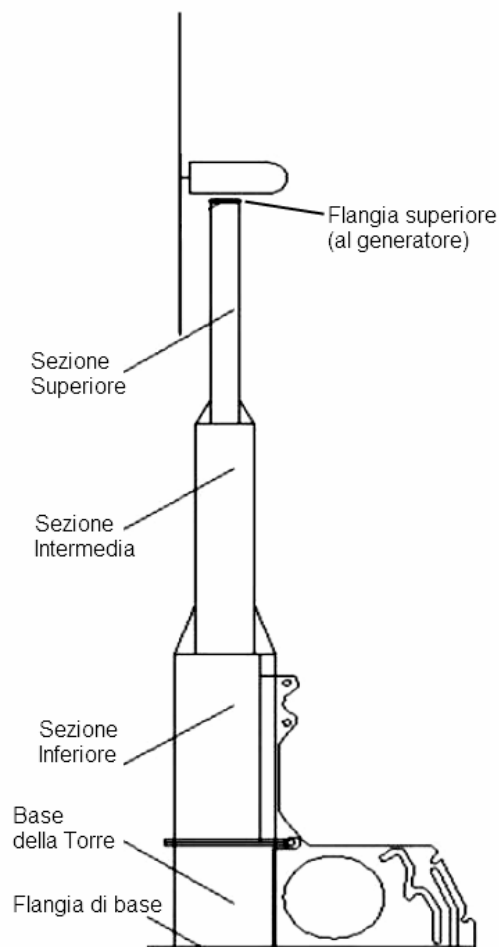
## 6.2 Grafico relativo alla variazione della potenza/velocità del vento

### DIAGRAMMA DI POTENZA

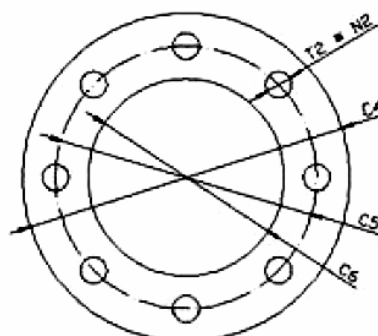


### 6.3 Dimensioni torre eolica

Modello		Torre Idraulica (15m)
Altezza (m)		30
Numero Sezioni		3
Parametri Sezione Superiore	Altezza (m)	2,7
	Diametro (mm)	426
	Spessore (mm)	8
Parametri Sezione Intermedia	Altezza (m)	5,7
	Diametro (mm)	630
	Spessore (mm)	8
Parametri Sezione Inferiore	Altezza (m)	4,6
	Diametro (mm)	820
	Spessore (mm)	10
Base Torre	Altezza (m)	1,1
	Diametro (mm)	820
	Spessore (mm)	10
Peso (Kg)	-	3724
Flangia Superiore (tra torre e generatore)	C1(mm)	500
	C2(mm)	450
	C3(mm)	400
	T1(mm)	Φ18
	N1	20
	Spessore (mm)	25
Flangia Inferiore (tra torre e basamento)	C4(mm)	1260
	C5(mm)	1100
	C6(mm)	820
	T2(mm)	Φ41
	N2	16
	Spessore (mm)	25



Flangia Superiore



Flangia Inferiore

## **6.4 Produzione energetica**

Una volta stimate con metodi più o meno accurati la velocità media annua del vento del sito e la sua distribuzione nel tempo attorno a questo valore e scelta la turbine mini eolica, è stato possibile calcolare la produzione annua di energia elettrica attesa. L'impianto mini eolico di progetto, installato correttamente nel sito fornisce una produzione annua di circa 87.924 kWh/anno. Inoltre, dai dati anemometrici in nostro possesso è emerso che l'impianto lavorerà per un numero di 1758 ore equivalenti", intendendo dire che si sarebbe ottenuta la stessa produzione di energia elettrica facendo funzionare il generatore alla potenza nominale per lo stesso numero di ore in un anno. Come già detto, l'effettiva produzione di energia elettrica è fortemente dipendente dalle caratteristiche del generatore e può quindi differire anche sensibilmente dai valori sopraindicati nel caso si scegliesse una turbina differente.

## **6.5 Sistema d'interfaccia**

Nel caso in esame, per la realizzazione del suddetto quadro di interfaccia si opta per un quadro, con grado di protezione IP 65, normativa di riferimento: CEI EN 60439-1, CEI EN 50298, CEI 23-48, CEI 23-49, dotato di protezione contro i contatti indiretti.

Resistenza agli urti: IK 10. Temperatura di installazione: Max +60°C, Min -25°C.

Il quadro di interfaccia conterrà, per le operazioni di gestione inverter, misura e protezione, i seguenti componenti:

- Morsetti linea montante (Ingresso/Uscita).
- Interruttore automatico magnetotermico quadripolare CEI EN 60898 // CEI EN 60947.2
- 1 Scaricatore di sovratensione quadripolare per sistema trifase di tipo TT DEHNguard Tipo TT-230/400 o equivalente.
- 1 Contatore di energia elettrica di tipo digitale modello WM2- DINAV53DPX o equivalente.
- 1 Contattore quadripolare, 4 contatti NA, (organo di interruzione di interfaccia) tipo ABB modello ESB63-40/230 per polo o equivalente.

- 3 Trasformatori di corrente per sistemi di misura, modello TDAK 40/5A o equivalenti.
- 1 Scheda elettronica di controllo parametri di rete Trifase (V, Hz) Marca modello EP-3, (Sistema di interfaccia), in contenitore adatto al montaggio su guida DIN EN 50022 o equivalente.

Il sistema d'interfaccia sarà dotato di un sistema elettronico di protezione della rete in conformità alle prescrizioni previste dalla norma CEI 11-20 e dalle specifiche del Distributore locale (Specifiche ENEL DK 5940).

## **6.6 Collegamento alla rete elettrica**

La connessione dell'impianto minieolico con la rete pubblica nazionale avviene mediante il sistema di scambio sul Posto. Tale sistema è un meccanismo che regola i costi e i benefici economici per l'immissione ed il prelievo dell'energia elettrica dalla rete. Tale disciplina è regolata dal Testo Integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo Scambio sul Posto (TISP), Delibera dell'Autorità dell'Energia elettrica e gas (AEEG) n° 74/2008. Il servizio è gestito dal GSE.

Possono beneficiare di questo sistema tutti gli impianti allacciati alla rete che producono energia elettrica mediante l'utilizzo di fonti rinnovabili e che hanno una potenza non superiore a 200 kW (fotovoltaico, mini eolico, mini idro...), per tutta la durata di vita utile dell'impianto. Il funzionamento è il seguente: l'energia (kWh) prodotta dall'impianto e non assorbita dalle utenze elettriche (lampade, elettrodomestici, macchinari...) viene immessa in rete e misurata da un apposito contatore.

Tale energia viene valorizzata secondo quanto previsto dalla suddetta Delibera dell'Autorità dell'Energia elettrica e gas e con cadenza trimestrale il GSE corrisponde al cliente finale il corrispettivo economico corrispondente. Nel caso di saldo positivo, tra il valore dell'energia immessa in rete e il valore di quella prelevata risultante dal conguaglio annuale, l'importo eccedente la spesa sostenuta dal cliente nell'anno viene conservato come credito economico per gli anni successivi, senza alcuna scadenza temporale e senza rivalutazione economica dell'importo negli anni successivi.

Lo Scambio sul Posto non può essere cumulato con il beneficio proveniente dal meccanismo di incentivo con tariffa fissa onnicomprensiva.

L'uscita del sistema d'interfaccia è collegata alla rete di distribuzione mediante un cavo di tipo FG7(O) R 0,6/1 kV 5G6.

Il cavo prescelto, avendo stimato una distanza di circa 50 metri, in condizioni di massima erogazione di corrente di fase verso la rete, comporta una caduta di tensione percentuale massima al di sotto del 2% ed è quindi in accordo con il vincolo del 4% previsto dalla norma 64-8.

In particolare, il dimensionamento del suddetto cavo è stato effettuato tenendo conto delle seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

In cui:

$I_b$	è la corrente di impiego del circuito;
$I_z$	è la portata in regime permanente della conduttura;
$I_n$	è la corrente nominale del dispositivo di protezione;
$I_f$	è la corrente di intervento del dispositivo di protezione.

Le portate in regime permanente  $I_z$  dei conduttori sono state desunte dalla norma IEC 364-5-523; le portate indicate sono quelle teoriche a 30°C, per la posa in canale o tubo a vista, ed a 20°C per la posa in cavidotto interrato, moltiplicate per un opportuno valore di correzione che tiene conto di una temperatura ambiente di 35°C (25°C per le condutture in cavidotto interrato) e della presenza di altri circuiti termicamente significativi contenuti nella stessa canalizzazione.

Si è scelto un interruttore automatico magnetotermico avente valore di corrente nominale  $I_n = 160$  A tale da soddisfare la relazione sopra riportata.

Per la connessione a terra delle masse si utilizzerà un cavo di tipo N07V - K con isolante in materiale PVC (colore di riconoscimento della guaina: Giallo Verde), la sezione del cavo di terra sarà di 50 mm<sup>2</sup>, data la presenza di sistema di protezione ai fronti di sovratensione indotta causati da fenomeni atmosferici indiretti.

## **7 Opere ed infrastrutture civili**

### **7.1 Fondazione torre mini eolica**

La torre ed il generatore del mini eolico andranno a scaricare su una struttura di fondazione in cemento armato che verrà dimensionata in funzione delle caratteristiche tecniche del terreno.

La fondazione sarà calcolata in modo tale da poter sopportare il carico della macchina e il momento prodotto sia dal carico concentrato posto in testa alla torre che dalla azione cinetica delle pale in movimento.

In funzione dei risultati delle indagini geognostiche, atte a valutare la consistenza stratigrafica del terreno, le fondazioni verranno dimensionate su platea in C.A. di forma rettangolare. Le dimensioni della platea verranno scelte in funzione dei risultati delle indagini di cui prima. Si prevede, in virtù delle caratteristiche dei terreni di fondazione, presenti sull'area di progetto, che la platea verrà sagomata come un plinto con lato di larghezza pari a circa 2,50 m e profondità 1,5 m.

Le verifiche di stabilità del terreno e delle strutture di fondazione saranno eseguite con i metodi ed i procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni sul terreno che la struttura trasmette. Le massime sollecitazioni sul terreno saranno calcolate con riferimento ai valori nominali delle azioni (metodo agli stati limite). Il piano di posa delle fondazioni sarà ad una profondità tale da non ricadere in zona ove risultino apprezzabili le variazioni stagionali del contenuto d'acqua.

Tale previsione è di carattere provvisorio e relativa alla presente fase preliminare di progettazione, in fase esecutiva, verrà eseguita una dettagliata indagine geognostica corredata, tra l'altro, di almeno una prova geognostica, onde determinare le effettive capacità portanti del sottosuolo, e verificare la presenza di eventuali fenomeni Carsici.

Nella fondazione, oltre al cestello previsto per l'ancoraggio della torre, saranno ospitate le tubazioni passacavo in PVC corrugato, nonché gli opportuni collegamenti alla rete di terra.

## **8 Opere impiantistiche**

### **8.1 Impianto di terra e protezione contro i fulmini**

L'efficienza di un impianto di messa a terra per il mini eolico si può ritenere raggiunta

quando, alla presenza delle massime correnti di corto circuito legate al sistema elettrico d'alimentazione dell'impianto stesso, non si determinino tensioni di contatto e di passo pericolose per persone all'interno ed alla periferia dell'area interessata. L'efficienza della rete di terra è, quindi, legata ad una sufficiente capacità di disperdere la corrente di guasto (basso valore di resistenza totale) in misura maggiore, e ad un'uniformità del potenziale su tutta l'area dell'impianto utilizzatore (tensioni di passo e di contatto, gradienti periferici e differenze di potenziale fra diverse masse metalliche di valore limitato).

L'impianto di terra sarà pertanto costituito da n°1 dispersore lineare di collegamento equipotenziale a cui sarà collegata la torre eolica e i relativi quadri.

Per integrare e quindi migliorare le sue capacità disperdenti, il dispersore dovrà essere interconnesso in più punti anche con le armature del plinto di fondazione della torre eolica.

Il conduttore di terra avrà una sezione adeguata con un valore minimo pari a  $50 \text{ mm}^2$ , ricavato avendo assunto in via cautelativa un valore di resistività del terreno pari a  $400 \text{ } \Omega\text{m}$  e condizioni di interfaccia tipiche con la rete elettrica (Valore della corrente di corto circuito monofase a terra  $I_g$ ; Tempo di eliminazione del guasto  $t$ ).

Per quanto riguarda la protezione contro i fulmini di impianti eolici, i problemi principali riguardano l'1% del possibile irraggiamento degli aerogeneratori eolici per fulminazione diretta ed il possibile deterioramento del sistema di monitoraggio e di controllo per fulminazioni generalmente indirette che interessano il generatore mini eolico di progetto.

Infatti, le fulminazioni dirette sugli aerogeneratori possono danneggiare in modo particolare le pale, mentre i fulmini nell'impianto generano tensioni transitorie che interessano i circuiti degli aerogeneratori e possono danneggiare i loro sistemi elettronici (che sono particolarmente vulnerabili).

Si preferisce usare il solo dispersore di terra, poiché l'aerogeneratore risulta essere già predisposto di idoneo sistema di protezione collegato al dispersore di terra.

Con riferimento alla normativa ed alla tipologia d'impianto, il progetto del dispersore fa riferimento al dispersore di tipo B (dispersore ad anello esterno alla struttura in contatto con il suolo per almeno l'80% della lunghezza totale e dispersore di fondazione).

## 9 Sistema di manutenzione dell'impianto

Per garantire un funzionamento costante e affidabile è opportuno eseguire operazioni di manutenzione regolarmente, soprattutto a causa delle condizioni esterne (atmosferiche) alle quali il generatore eolico è posto durante l'arco dell'anno. Si raccomanda di tirare giù la torre prima di eventi atmosferici di eccezionale portata per evitare danneggiamenti indesiderati.

### Piano di Manutenzione

Operazione	Dopo Temporal intensi	Frequenza mensile	Frequenza annuale	Ogni 5 anni
Controllare se le pale presentano principi di rottura o flessioni anomale. Se si sostituire la pala interessata.	V			V
Ingrassare i cuscinetti			V	
Controllare i bulloni. Si prega di stringerli o sostituirli se molto arrugginiti	V			V
Controllo dei cavi. Sostituire i cavi se hanno subito dei danni.	V		V	
Vernice. È opportuno riverniciare i pezzi che hanno subito dei deterioramenti dovuti ad agenti atmosferici			V	
Cambio dell'olio idraulico e lubrificante degli ingranaggi prima e dopo l'inverno se la temperatura è scesa sotto i - 20°C			V	
Cambiare la batteria all'interno del generatore				V
Verifica del sistema di controllo		V		

### Manutenzione

1. Controllare i bulloni con frequenza annuale per verificare possibili danneggiamenti o eccessive ossidazioni (presenza di ruggine). Se così, si prega di sostituire i componenti. Annualmente, si richiede un'ulteriore lubrificazione dei bulloni.
2. Per evitare danneggiamenti indesiderati si raccomanda di abbattere la torre in caso di eventi atmosferici eccezionali (trombe d'aria, tifoni, uragani).

Marsala, lì 02/12/2013

Il Progettista

# **ALLEGATO**

**CRITERI DI ALLACCIAMENTO DI  
IMPIANTI DI PRODUZIONE ALLA RETE  
BT DI ENEL DISTRIBUZIONE  
STRALCIO DK 5940**

