



Regione Umbria



Provincia di Perugia



Comune di Foligno

Committente:



**RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.**

via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma

P.IVA/C.F. 06400370968

PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZADI 72 MW DENOMINATO "MONTE BURANO" E UBICATO NEL COMUNE DI FOLIGNO (PG)**

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI**

N° Documento:

**PEFO - 14**

ID PROGETTO:	PEFO	DISCIPLINA:		TIPOLOGIA:	R	FORMATO:	
--------------	------	-------------	--	------------	---	----------	--

Elaborato:

**PIANO DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO E DELLE OPERE CONNESSE**

FOGLIO:		SCALA:		Nome file:	PEFO - 14_PIANO_DI_MANUTENZIONE		
---------	--	--------	--	------------	---------------------------------	--	--

**Progettazione:**



EGM PROJECT S.R.L.  
VIA VERRASTRO 15/A  
85100- POTENZA (PZ)  
P.IVA 02094310766  
REA PZ-206983

**Progettista:**

Ing. Carmen Martone  
Iscr. n. 1872  
Ordine Ingegneri Potenza  
C.F. MRTCMN73D56H703E

Geol. Raffaele Nardone  
Iscr. n. 243  
Ordine Geologi Basilicata  
C.F. NRDRFL71H04A509H

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato

## PIANO DI MANUTENZIONE

# MANUALE D'USO

(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZADI 72 MW DENOMINATO "MONTE BURANO" E UBICATO NEL COMUNE DI FOLIGNO (PG)

**COMMITTENTE:** RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.

IL TECNICO

---

# PIANO DI MANUTENZIONE

OGGETTO: PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZIALITÀ 72 MW DENOMINATO "MONTE BURANO" E UBICATO NEL COMUNE DI FOLIGNO (PG)

## **CORPI D'OPERA:**

---

- 01 CAMPO EOLICO

# CAMPO EOLICO

## UNITÀ TECNOLOGICHE:

---

- ° 01.01 Sistemi eolici

## Sistemi eolici

L'eolico è una tecnologia in grado di trasformare l'energia cinetica del vento in energia elettrica. Il suo principio di funzionamento è tra i più antichi del mondo. Esistono tipologie molto variegata di aerogeneratori. Alcuni di piccola taglia, altri di dimensioni enormi fino a 80 metri di altezza e con potenze superiori ai 2-3 MW. Le stesse pale eoliche possono essere molto lunghe, anche 40 metri. I moderni mulini a vento sono conosciuti con il nome comune di 'pale eoliche', le quali sono tuttavia soltanto una parte del sistema. Il nome più corretto è quello di aerogeneratore. Una serie di aerogeneratori compone un impianto eolico o una Wind Farm.

Gli impianti si distinguono in:

- impianti isolati (pochi aerogeneratori);
- impianti in cluster ("Wind Farm") aerogeneratori collegati ad una rete locale;
- impianti combinati ed integrati.

Inoltre gli impianti possono essere classificati in:

- piccolo eolico o mini eolico: sono gli impianti in cui la produzione di energia elettrica è realizzata con l'utilizzo di generatori di altezza inferiore a 30 metri e con potenze tra 300 W a 10 kW;
- micro eolico: sono gli impianti portatili, capaci di fornire meno di 1 kW a strutture come camper, cucine da campo, ospedali da campo; hub, server e router wireless per computer portatili; barche a vela, yacht, ecc..

### ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

- 01.01.01 Anemometro
- 01.01.02 Cavidotti interrati
- 01.01.03 Circuito di raffreddamento
- 01.01.04 Conduttori di protezione
- 01.01.05 Convertitore statico
- 01.01.06 Dispositivi ausiliari
- 01.01.07 Dispositivo di generatore
- 01.01.08 Dispositivo di interfaccia
- 01.01.09 Dispositivo generale
- 01.01.10 Generatore
- 01.01.11 Generatore asincrono a gabbia di scoiattolo
- 01.01.12 Generatore asincrono doubly feed
- 01.01.13 Generatore sincrono a magneti permanenti (direct drive)
- 01.01.14 Generatore sincrono ad avvolgimento
- 01.01.15 Inverter per impianti eolici
- 01.01.16 Moltiplicatore di giri
- 01.01.17 Mozzo
- 01.01.18 Navicella e sistema di imbardata
- 01.01.19 Pale eoliche
- 01.01.20 Quadro di comando e regolazione
- 01.01.21 Rotore
- 01.01.22 Scaricatori di sovratensione
- 01.01.23 Sistema di controllo angolo di pitch
- 01.01.24 Sistema di controllo del passo
- 01.01.25 Sistema di controllo di stallo
- 01.01.26 Sistema di dispersione
- 01.01.27 Sistema di equipotenzializzazione
- 01.01.28 Sistema frenante
- 01.01.29 Raddrizzatore trifase passivo
- 01.01.30 Torri cilindriche in acciaio
- 01.01.31 Torri ibride
- 01.01.32 Traliccio
- 01.01.33 Trasformatore di isolamento
- 01.01.34 Turbina eolica ad asse verticale
- 01.01.35 Turbina ad asse orizzontale

## Anemometro

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

L'anemometro è lo strumento necessario per monitorare la velocità e la direzione del vento nell'arco del tempo; tale monitoraggio risulta fondamentale per il corretto funzionamento del sistema eolico.

L'anemometro è dotato di sensori esterni per la misura della temperatura, dell'umidità, della quantità di pioggia; se vengono collegati tutti i sensori l'anemometro fornisce anche dati meteo completi come la temperatura, l'umidità e la pressione ecc.

Gli anemometri moderni sono costituiti da una consolle che è generalmente interfacciabile con un PC sul quale, mediante apposito software, è possibile archiviare e visualizzare i dati registrati.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

La consolle deve essere posizionata in un ambiente chiuso (riparato dalla pioggia), e può funzionare sia a batterie che a rete.

I sensori devono essere posizionati ad una distanza massima di 100 metri dalla consolle per la temperatura e l'umidità e ad una distanza massima di 30 metri per i dati di direzione e velocità del vento e della quantità di pioggia.

Verificare la eventuale presenza di flussi esterni (sorgenti radio, ecc.) che possano disturbare la trasmissione dei dati dai sensori alla consolle.

Verificare la corretta posizione ed il corretto funzionamento dei sensori esterni in seguito ad eventi meteorici eccezionali (temporali, grandinate, ecc.).

### ANOMALIE RICONTRABILI

#### 01.01.01.A01 Anomalie sensore

Difetti di funzionamento del sensore rotativo.

#### 01.01.01.A02 Anomalie sistema di trasmissione

Difetti di funzionamento del sistema di trasmissione dati sensori-consolle.

#### 01.01.01.A03 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Cavidotti interrati

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori deve essere trasportata alla rete principale attraverso una serie di cavidotti (di solito realizzati in cemento armato ed interrati) all'interno dei quali vengono stesi cavi elettrici del tipo ARG7H1 RX.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

I carichi fissi e quelli mobili, i coefficienti per il calcolo dei momenti e delle spinte e l'angolo di appoggio devono essere determinati conformemente alle relative norme nazionali e conformemente ai regolamenti pertinenti o ai metodi riconosciuti e accettati nel luogo dove deve essere posto in opera il cavidotto. La sezione dei cavi deve essere dimensionata in modo da poter trasformare la massima potenza dell'energia prodotta dagli aerogeneratori con una caduta massima di tensione del 5%.

### ANOMALIE RICONTRABILI

#### 01.01.02.A01 Corrosione armature

Corrosione delle armature dei cavidotti con evidenti segni di decadimento delle stesse evidenziato con cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

#### 01.01.02.A02 Erosione

Erosione del suolo all'esterno del cavidotto che è solitamente causata dall'infiltrazione di terra.

### **01.01.02.A03 Penetrazione di radici**

Penetrazione all'interno dei condotti di radici vegetali che provocano intasamento del sistema.

### **01.01.02.A04 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.03**

# **Circuito di raffreddamento**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

I sistemi eolici realizzati con aerogeneratori di grandi dimensioni sono anche dotati di sistemi di raffreddamento; tali sistemi sono generalmente realizzati con un circuito ad acqua per il generatore e per il convertitore statico e con un circuito ad olio per il raffreddamento del moltiplicatore di giri.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

I sistemi di raffreddamento che utilizzano olio sono esposti al pericolo costante di incendio e per questo motivo è indispensabile evitare la fuoriuscita di olio. Per evitare tale inconveniente si realizza una tramoggia sotto il dispositivo che canalizza l'olio verso una vasca di raccolta.

Evitare di aprire i dispositivi in caso di malfunzionamenti.

### **ANOMALIE RISCOINTRABILI**

#### **01.01.03.A01 Anomalie delle sonde termiche**

Difetti di funzionamento delle sonde termiche.

#### **01.01.03.A02 Anomalie dei termoregolatori**

Difetti di funzionamento dei termoregolatori.

#### **01.01.03.A03 Difetti di tenuta**

Perdita del fluido di raffreddamento.

#### **01.01.03.A04 Difetti di pressione**

Valori della pressione del fluido di raffreddamento inferiori a quella di esercizio.

#### **01.01.03.A05 Difetti delle connessioni**

Difetti di funzionamento delle connessioni dovuti ad ossidazioni, scariche, deformazioni, surriscaldamenti.

#### **01.01.03.A06 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.04**

# **Conduttori di protezione**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

La norma CEI 64-8/4 prescrive il collegamento al nodo di terra mediante il conduttore di protezione delle strutture metalliche dell'aerogeneratore quali la struttura metallica dei quadri, i convertitori, gli involucri dei componenti in tensione che non siano in doppio isolamento.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Le persone devono essere protette dai contatti indiretti così come prescritto dalla norma; pertanto le masse di tutte le apparecchiature devono essere collegate a terra mediante il conduttore di protezione.

Generalmente i conduttori di protezione vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde. L'utente deve controllare

il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.04.A01 Corrosione

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

### 01.01.04.A02 Difetti di connessione

Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

### 01.01.04.A03 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Elemento Manutenibile: 01.01.05

# Convertitore statico

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Il convertitore statico (comunemente chiamato inverter) è un dispositivo elettronico che trasforma l'energia continua (prodotta dal generatore eolico) in energia alternata (monofase o trifase) che può essere utilizzata da un'utenza oppure essere immessa in rete.

I convertitori possono essere:

- convertitori c.c./c.a.: apparecchiature statiche o macchine rotanti usualmente impiegate per trasferire l'energia in c.c. sulla rete in c.a. Se reversibili, i convertitori c.c./c.a. consentono il trasferimento di potenza dalla corrente continua alla corrente alternata e viceversa;
- convertitori c.a./c.a.: apparecchiature statiche o rotanti capaci di convertire potenza elettrica da una frequenza ad un'altra. I convertitori statici c.a./c.a. reversibili consentono il trasferimento di potenza tra reti alternate a frequenza diversa.

Il dispositivo di conversione statica deve prevedere:

- la separazione metallica fra la rete pubblica in c.a. e la parte in c.c. del convertitore/protezione sensibile alla componente continua;
- un sistema di regolazione del fattore di potenza.

Il convertitore deve prevedere un dispositivo di separazione metallica tra la rete pubblica in c.a. e la parte in c.c. Tale prescrizione risulta valida anche quando il circuito in c.c. risulti interno al convertitore.

Come elemento separatore è utilizzabile un trasformatore di isolamento a bassa frequenza posto tra la rete pubblica e lato c.a. del convertitore.

## MODALITÀ DI USO CORRETTO:

E' opportuno che il convertitore sia dotato di:

- protezioni contro le sovratensioni di manovra e/o di origine atmosferica;
- protezioni per la sconnessione dalla rete in caso di valori fuori soglia della tensione e della frequenza;
- un dispositivo di reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.

Inoltre l'inverter deve limitare le emissioni in radio frequenza (RF) e quelle elettromagnetiche.

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Nelle vicinanze dell'inverter deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori, le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione. Inoltre devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

Indicare per ogni dispositivo di conversione statica presente in impianto:

- tipologia (raddrizzatore ca/cc, regolatore fattore di potenza, inverter cc/ca, convertitore di frequenza ca/ca, cicloconvertitore, ecc.);
- potenza nominale (espressa in kVA);
- marca (costruttore);
- modello;
- matricola;
- versione firmware;
- fattore di potenza nominale;
- tensione in c.a.;
- contributo alla corrente di corto circuito;
- componente continua della corrente immessa in rete;
- emissione armonica;
- descrizione eventuali dispositivi integrati (filtri, interfaccia rete, trasformatori di isolamento, ecc.).

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### **01.01.05.A01 Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### **01.01.05.A02 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### **01.01.05.A03 Difetti agli interruttori**

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### **01.01.05.A04 Emissioni elettromagnetiche**

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

### **01.01.05.A05 Infiltrazioni**

Fenomeni di infiltrazioni di acqua all'interno dell'alloggiamento dell'inverter.

### **01.01.05.A06 Scariche atmosferiche**

Danneggiamenti del sistema di protezione dell'inverter dovuti agli effetti delle scariche atmosferiche.

### **01.01.05.A07 Sovratensioni**

Valori della tensione e della frequenza elettrica superiore a quella ammessa dall'inverter per cui si verificano malfunzionamenti.

### **01.01.05.A08 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.06**

## **Dispositivi ausiliari**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

I principali dispositivi ausiliari montati all'interno della navicella comprendono un dispositivo idraulico per lubrificare il moltiplicatore di giri o le altre parti meccaniche e scambiatori di calore per il raffreddamento dell'olio e del generatore, ivi compresi pompe e ventilatori. Sulla sommità della navicella sono installati anemometri e banderuole per il controllo della turbina, luci di segnalazione per gli aerei ed un'eventuale piattaforma di supporto per la discesa da elicottero (per l'accesso alle turbine off-shore). Per migliorare l'affidabilità dell'aerogeneratore vengono impiegati diversi sensori che monitorano lo stato dei vari componenti e segnalano eventuali malfunzionamenti che necessitano di operazioni di manutenzione. Cò è particolarmente critico per gli impianti eolici in mare, ai quali non è facile accedere.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Non rimuovere la targhetta di identificazione dalla quale si devono evincere le informazioni tecniche necessarie per il servizio tecnico, la manutenzione e la successiva sostituzione dei pezzi. Data la presenza di tensioni molto pericolose permettere solo a elettricisti qualificati l'installazione, la manutenzione e la riparazione. I collegamenti e le caratteristiche di sicurezza devono essere eseguiti in conformità ai regolamenti nazionali in vigore.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.06.A01 Anomalie sensore**

Difetti di funzionamento del sensore rotativo.

#### **01.01.06.A02 Anomalie sistema di trasmissione**

Difetti di funzionamento del sistema di trasmissione dati sensori-consolle.

#### **01.01.06.A03 Anomalie delle sonde termiche**

Difetti di funzionamento delle sonde termiche.

#### **01.01.06.A04 Anomalie dei termoregolatori**

Difetti di funzionamento dei termoregolatori.

#### **01.01.06.A05 Difetti di tenuta**

Perdita del fluido di raffreddamento.

#### **01.01.06.A06 Difetti di pressione**

Valori della pressione del fluido di raffreddamento inferiori a quella di esercizio.

#### **01.01.06.A07 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Dispositivo di generatore

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

E' installato a monte del dispositivo di interfaccia nella direzione del flusso di energia ed è generalmente costituito da un interruttore automatico con sganciatore di apertura (per impianti a bassa tensione). Esso è essenzialmente costituito da un interruttore automatico magnetotermico che deve essere opportunamente dimensionato per garantire la protezione delle componenti dei circuiti e dei cablaggi da sovracorrenti e cortocircuiti.

Il dispositivo di generatore viene installato in numero pari a quello degli aerogeneratori e interviene in caso di guasto escludendo dall'erogazione di potenza l'aerogeneratore di competenza.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

Indicare per tale dispositivo le seguenti indicazioni:

- marca (costruttore);
- modello;
- tipo (contattore/commutatore, interruttore automatico, interruttore di manovra-sezionatore, fusibili);
- caratteristiche e dati di targa (CEI).

### ANOMALIE RICONTRABILI

#### 01.01.07.A01 Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

#### 01.01.07.A02 Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.

#### 01.01.07.A03 Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### 01.01.07.A04 Corti circuiti

Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.

#### 01.01.07.A05 Difetti di funzionamento

Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### 01.01.07.A06 Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

#### 01.01.07.A07 Disconnessione dell'alimentazione

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

#### 01.01.07.A08 Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

#### 01.01.07.A09 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Dispositivo di interfaccia

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Il dispositivo di interfaccia è un teleruttore comandato da una protezione di interfaccia; le protezioni di interfaccia possono essere

realizzate da relè di frequenza e tensione o dal sistema di controllo inverter. Il dispositivo di interfaccia è un interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di tensione.

Ha lo scopo di isolare l'impianto quando:

- i parametri di frequenza e di tensione dell'energia che si immette in rete sono fuori i massimi consentiti;
- c'è assenza di tensione di rete (per esempio durante lavori di manutenzione su rete pubblica).

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Il dispositivo di interfaccia deve soddisfare i requisiti dettati dalla norma CEI 64-8 e nel caso di ENEL spa, per impianti a bassa tensione, le prescrizioni elencate nelle DK 5940 in cui sono indicate anche le protezioni di interfaccia certificate ai sensi delle stesse prescrizioni.

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

Indicare per tale dispositivo le seguenti indicazioni:

- marca (costruttore);
- modello;
- tipo (contattore/commutatore, interruttore automatico, interruttore di manovra-sezionatore, fusibili);
- caratteristiche e dati di targa (CEI).

### ANOMALIE RICONTRABILI

#### 01.01.08.A01 Anomalie della bobina

Difetti di funzionamento della bobina di avvolgimento.

#### 01.01.08.A02 Anomalie del circuito magnetico

Difetti di funzionamento del circuito magnetico mobile.

#### 01.01.08.A03 Anomalie dell'elettromagnete

Vibrazioni dell'elettromagnete del contattore dovute ad alimentazione non idonea.

#### 01.01.08.A04 Anomalie della molla

Difetti di funzionamento della molla di ritorno.

#### 01.01.08.A05 Anomalie delle viti serrafili

Difetti di tenuta delle viti serrafilo.

#### 01.01.08.A06 Difetti dei passacavo

Difetti di tenuta del coperchio passacavi.

#### 01.01.08.A07 Rumorosità

Eccessivo livello del rumore dovuto ad accumuli di polvere sulle superfici.

#### 01.01.08.A08 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

**Elemento Manutenibile: 01.01.09**

## Dispositivo generale

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il dispositivo generale è un dispositivo installato all'origine della rete del produttore immediatamente prima del punto di consegna ed in condizioni di aperto esclude l'intera rete del cliente produttore dalla rete pubblica. E' solitamente:

- un sezionatore quadripolare nelle reti trifase;
- un sezionatore bipolare nelle reti monofase.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Non rimuovere la targhetta di identificazione dalla quale si devono evincere le informazioni tecniche necessarie per il servizio tecnico, la manutenzione e la successiva sostituzione dei pezzi.

Data la presenza di tensioni molto pericolose permettere solo a elettricisti qualificati l'installazione, la manutenzione e la riparazione del sezionatore.

I collegamenti e le caratteristiche di sicurezza devono essere eseguiti in conformità ai regolamenti nazionali in vigore.

Installare il sezionatore in prossimità dell'inverter solare evitando di esporlo direttamente ai raggi solari. Nel caso debba essere installato all'esterno verificare il giusto grado di protezione che dovrebbe essere non inferiore a IP65.

Verificare la polarità di tutti i cavi prima del primo avvio: positivo connesso a positivo e negativo connesso a negativo. Non usare mai il sezionatore ove vi sia rischio di esplosioni di gas o di polveri o dove vi siano materiali potenzialmente infiammabili.

Indicare per tale dispositivo le seguenti indicazioni:

- marca (costruttore);
- modello;
- tipo (contattore/commutatore, interruttore automatico, interruttore di manovra-sezionatore, fusibili);
- caratteristiche e dati di targa (CEI).

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.09.A01 Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

### 01.01.09.A02 Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.

### 01.01.09.A03 Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

### 01.01.09.A04 Corto circuiti

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

### 01.01.09.A05 Difetti delle connessioni

Difetti di serraggio delle connessioni in entrata ed in uscita dai sezionatori.

### 01.01.09.A06 Difetti ai dispositivi di manovra

Difetti agli interruttori dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### 01.01.09.A07 Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

### 01.01.09.A08 Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

### 01.01.09.A09 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Elemento Manutenibile: 01.01.10

# Generatore

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Per catturare l'energia del vento e trasformarla in energia elettrica si utilizzano macchine eoliche definite generatori eolici che possono essere classificate in due gruppi ben distinti in funzione del tipo di modulo base adoperato :

- generatori eolici ad asse verticale;
- generatori eolici ad asse orizzontale.

Un generatore eolico ad asse verticale (VAWT - Vertical Axis Wind Turbines) è formato da una ridotta quantità di parti mobili nella sua struttura; tale condizione conferisce al generatore un'alta resistenza alle forti raffiche di vento e la possibilità di sfruttare qualsiasi direzione del vento senza doversi riorientare continuamente. È una macchina molto versatile, adatta all'uso domestico come alla produzione centralizzata di energia elettrica nell'ordine di Gigawatt.

Un generatore eolico ad asse orizzontale (HAWT - Horizontal Axis Wind Turbines) è formato da un involucro (gondola) che contiene un generatore elettrico azionato da un rotore a pale lunghe circa 20 metri (solitamente 2 o 3). Esso genera una potenza molto variabile: tipicamente 600 chilowatt che equivale al fabbisogno elettrico giornaliero di 500 famiglie o di 1000 case.

Il mulino a vento è un esempio storico di generatore ad asse orizzontale. Come i generatori ad asse verticale anche quelli ad asse orizzontale richiedono una velocità minima di 3-5 m/s ed erogano la potenza di progetto ad una velocità del vento di 12-14 m/s. Ad elevate velocità (20-25 m/s) l'aerogeneratore viene bloccato dal sistema frenante per ragioni di sicurezza.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

La conformazione di un terreno influenza la velocità del vento che dipende oltre che dai parametri atmosferici anche dalla conformazione del terreno.

Più un terreno è rugoso, cioè presenta variazioni brusche di pendenza, boschi, edifici e montagne, più il vento incontrerà

ostacoli che ridurranno la sua velocità.

Per definire la conformazione di un terreno sono state individuate quattro classi di rugosità:

- Classe di rugosità 0: suolo piatto come il mare, la spiaggia e le distese nevose;
- Classe di rugosità 1: suolo aperto come terreni non coltivati con vegetazione bassa e aeroporti;
- Classe di rugosità 2: aree agricole con rari edifici e pochi alberi;
- Classe di rugosità 3: suolo rugoso in cui vi sono molte variazioni di pendenza del terreno, boschi e paesi.

In generale la posizione ideale di un aerogeneratore è in un terreno appartenente ad una bassa classe di rugosità e che presenta una pendenza compresa tra i 6 e i 16 gradi.

Per ogni generatore presente nell' impianto devono risultare i seguenti parametri:

- tipologia (sincrono, asincrono non autoeccitato, asincrono autoeccitato ma non in parallelo con la rete ENEL, ecc.);
- marca (costruttore);
- modello;
- matricola;
- potenza nominale (espressa in kVA o in kW);
- fattore di potenza nominale;
- rendimento;
- potenza reattiva assorbita a vuoto;
- massima variazione transitoria della corrente immessa o prelevata;
- contributo alla corrente di corto circuito.

## ANOMALIE RICONTRABILI

### 01.01.10.A01 Anomalie avvolgimenti

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

### 01.01.10.A02 Anomalie cuscinetti

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

### 01.01.10.A03 Rumorosità

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

### 01.01.10.A04 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Elemento Manutenibile: 01.01.11

# Generatore asincrono a gabbia di scoiattolo

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Un generatore asincrono a gabbia di scoiattolo viene utilizzato nelle turbine eoliche a velocità variabile mediante l'interposizione di un convertitore elettronico tra il generatore e la rete. La funzione del convertitore è quella di disaccoppiare e svincolare la frequenza del campo magnetico rotante dalla frequenza della rete; la frequenza del campo magnetico rotante viene quindi modulata per controllare la velocità di rotazione del rotore. Analogamente alla configurazione doubly-feed, vi è un sistema elettronico di potenza, ma posto sullo statore del generatore. Essendo un generatore ad induzione necessita comunque di assorbire potenza reattiva per il funzionamento, la quale può essere fornita dal convertitore stesso.

## MODALITÀ DI USO CORRETTO:

La conformazione di un terreno influenza la velocità del vento che non dipende solo dai parametri atmosferici. Più un terreno è rugoso, cioè presenta variazioni brusche di pendenza, boschi, edifici e montagne, più il vento incontrerà ostacoli che ridurranno la sua velocità.

Per definire la conformazione di un terreno sono state individuate quattro classi di rugosità:

- Classe di rugosità 0: suolo piatto come il mare, la spiaggia e le distese nevose;
- Classe di rugosità 1: suolo aperto come terreni non coltivati con vegetazione bassa e aeroporti;
- Classe di rugosità 2: aree agricole con rari edifici e pochi alberi;
- Classe di rugosità 3: suolo rugoso in cui vi sono molte variazioni di pendenza del terreno, boschi e paesi.

In generale la posizione ideale di un aerogeneratore è in un terreno appartenente ad una bassa classe di rugosità e che presenta una pendenza compresa tra i 6 e i 16 gradi.

Per ogni generatore presente nell' impianto devono risultare i seguenti parametri:

- tipologia (sincrono, asincrono non autoeccitato, asincrono autoeccitato ma non in parallelo con la rete ENEL, ecc.);
- marca (costruttore);

- modello;
- matricola;
- potenza nominale (espressa in kVA o in kW);
- fattore di potenza nominale;
- rendimento;
- potenza reattiva assorbita a vuoto;
- massima variazione transitoria della corrente immessa o prelevata;
- contributo alla corrente di corto circuito.

## ANOMALIE RISCOINTRABILI

### 01.01.11.A01 Anomalie avvolgimenti

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

### 01.01.11.A02 Anomalie convertitore

Difetti di funzionamento del convertitore elettronico di frequenza.

### 01.01.11.A03 Anomalie cuscinetti

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

### 01.01.11.A04 Rumorosità

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

### 01.01.11.A05 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Elemento Manutenibile: 01.01.12

# Generatore asincrono doubly feed

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Il generatore asincrono doubly feed è il generatore asincrono ad avvolgimento ed è accoppiato ad un sistema di alimentazione del rotore che viene controllato da un convertitore del tipo bistadio. Con questo sistema è possibile regolare le grandezze elettriche del rotore in modo da ottenere il valore di scorrimento richiesto dal sistema (tale valore serve per controllare la velocità mediante la combinazione della coppia frenante che si combina con la coppia della turbina). Questo tipo di generatore viene molto utilizzato nei sistemi eolici di grande taglia in quanto è possibile il funzionamento a giri variabili ma a velocità non eccessiva.

## MODALITÀ DI USO CORRETTO:

La conformazione di un terreno influenza la velocità del vento che non dipende solo dai parametri atmosferici. Più un terreno è rugoso, cioè presenta variazioni brusche di pendenza, boschi, edifici e montagne, più il vento incontrerà ostacoli che ridurranno la sua velocità.

Per definire la conformazione di un terreno sono state individuate quattro classi di rugosità:

- Classe di rugosità 0: suolo piatto come il mare, la spiaggia e le distese nevose;
- Classe di rugosità 1: suolo aperto come terreni non coltivati con vegetazione bassa e aeroporti;
- Classe di rugosità 2: aree agricole con rari edifici e pochi alberi;
- Classe di rugosità 3: suolo rugoso in cui vi sono molte variazioni di pendenza del terreno, boschi e paesi.

In generale la posizione ideale di un aerogeneratore è in un terreno appartenente ad una bassa classe di rugosità e che presenta una pendenza compresa tra i 6 e i 16 gradi.

Per ogni generatore presente nell' impianto devono risultare i seguenti parametri:

- tipologia (sincrono, asincrono non autoeccitato, asincrono autoeccitato ma non in parallelo con la rete ENEL, ecc.);
- marca (costruttore);
- modello;
- matricola;
- potenza nominale (espressa in kVA o in kW);
- fattore di potenza nominale;
- rendimento;
- potenza reattiva assorbita a vuoto;
- massima variazione transitoria della corrente immessa o prelevata;
- contributo alla corrente di corto circuito.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.12.A01 Anomalie avvolgimenti

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

### 01.01.12.A02 Anomalie convertitore

Difetti di funzionamento del convertitore elettronico di frequenza.

### 01.01.12.A03 Anomalie cuscinetti

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

### 01.01.12.A04 Eccessivi valori di scorrimento

Valori eccessivi dei parametri di scorrimento per cui si verificano malfunzionamenti.

### 01.01.12.A05 Rumorosità

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

### 01.01.12.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Elemento Manutenibile: 01.01.13

# Generatore sincrono a magneti permanenti (direct drive)

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Il generatore sincrono a magneti permanenti (direct drive) ha un convertitore a due stadi in grado di portare frequenza e tensione del generatore ai valori di rete nonostante funzioni con diverse velocità di rotazione. Con questo tipo di generatore non serve il moltiplicatore di giri ma occorrono sistemi di gestione elettronici. Attualmente il generatore direct drive viene utilizzato nei sistemi eolici di piccola taglia.

## MODALITÀ DI USO CORRETTO:

La conformazione di un terreno influenza la velocità del vento che non dipende solo dai parametri atmosferici. Più un terreno è rugoso, cioè presenta variazioni brusche di pendenza, boschi, edifici e montagne, più il vento incontrerà ostacoli che ridurranno la sua velocità.

Per definire la conformazione di un terreno sono state individuate quattro classi di rugosità:

- Classe di rugosità 0: suolo piatto come il mare, la spiaggia e le distese nevose;
- Classe di rugosità 1: suolo aperto come terreni non coltivati con vegetazione bassa e aeroporti;
- Classe di rugosità 2: aree agricole con rari edifici e pochi alberi;
- Classe di rugosità 3: suolo rugoso in cui vi sono molte variazioni di pendenza del terreno, boschi e paesi.

In generale la posizione ideale di un aerogeneratore è in un terreno appartenente ad una bassa classe di rugosità e che presenta una pendenza compresa tra i 6 e i 16 gradi.

Per ogni generatore presente nell' impianto devono risultare i seguenti parametri:

- tipologia (sincrono, asincrono non autoeccitato, asincrono autoeccitato ma non in parallelo con la rete ENEL, ecc.);
- marca (costruttore);
- modello;
- matricola;
- potenza nominale (espressa in kVA o in kW);
- fattore di potenza nominale;
- rendimento;
- potenza reattiva assorbita a vuoto;
- massima variazione transitoria della corrente immessa o prelevata;
- contributo alla corrente di corto circuito.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.13.A01 Anomalie avvolgimenti

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

### 01.01.13.A02 Anomalie convertitore

Difetti di funzionamento del convertitore elettronico di frequenza.

#### **01.01.13.A03 Anomalie cuscinetti**

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

#### **01.01.13.A04 Eccessivi valori di scorrimento**

Valori eccessivi dei parametri di scorrimento per cui si verificano malfunzionamenti.

#### **01.01.13.A05 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

#### **01.01.13.A06 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.14**

## **Generatore sincrono ad avvolgimento**

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Nel generatore sincrono ad avvolgimento (chiamato anche alternatore) il rotore è costituito da un elettromagnete a corrente continua. La frequenza della tensione prodotta dallo statore è direttamente proporzionale alla velocità di rotazione del rotore.

Per consentire un funzionamento a velocità variabile si interpone, tra alternatore e rete, un convertitore di frequenza; questo convertitore trasforma, mediante un raddrizzatore elettronico, dapprima la corrente a frequenza variabile (in funzione della velocità del rotore e quindi del vento) in uscita dal generatore in corrente continua e successivamente riconverte la corrente continua in corrente alternata a frequenza di rete tramite un inverter.

Grazie al motore sincrono ed al convertitore di frequenza, quando la forza del vento aumenta improvvisamente, il rotore è lasciato libero di accelerare per alcuni secondi: l'incremento di velocità di rotazione accumula energia cinetica nel rotore stesso e consente un'erogazione costante di potenza. Quando il vento cala l'energia immagazzinata nel rotore viene rilasciata nel rallentamento del rotore stesso.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

La conformazione di un terreno influenza la velocità del vento che non dipende solo dai parametri atmosferici. Più un terreno è rugoso, cioè presenta variazioni brusche di pendenza, boschi, edifici e montagne, più il vento incontrerà ostacoli che ridurranno la sua velocità.

Per definire la conformazione di un terreno sono state individuate quattro classi di rugosità:

- Classe di rugosità 0: suolo piatto come il mare, la spiaggia e le distese nevose;
- Classe di rugosità 1: suolo aperto come terreni non coltivati con vegetazione bassa e aeroporti;
- Classe di rugosità 2: aree agricole con rari edifici e pochi alberi;
- Classe di rugosità 3: suolo rugoso in cui vi sono molte variazioni di pendenza del terreno, boschi e paesi.

In generale la posizione ideale di un aerogeneratore è in un terreno appartenente ad una bassa classe di rugosità e che presenta una pendenza compresa tra i 6 e i 16 gradi.

Per ogni generatore presente nell'impianto devono risultare i seguenti parametri:

- tipologia (sincrono, asincrono non autoeccitato, asincrono autoeccitato ma non in parallelo con la rete ENEL, ecc.);
- marca (costruttore);
- modello;
- matricola;
- potenza nominale (espressa in kVA o in kW);
- fattore di potenza nominale;
- rendimento;
- potenza reattiva assorbita a vuoto;
- massima variazione transitoria della corrente immessa o prelevata;
- contributo alla corrente di corto circuito.

### **ANOMALIE RICONTRABILI**

#### **01.01.14.A01 Anomalie avvolgimenti**

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

#### **01.01.14.A02 Anomalie convertitore**

Difetti di funzionamento del convertitore elettronico di frequenza.

#### **01.01.14.A03 Anomalie cuscinetti**

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

#### **01.01.14.A04 Anomalie raddrizzatore**

Difetti di funzionamento del raddrizzatore di frequenza elettrica.

#### **01.01.14.A05 Eccessivi valori di scorrimento**

Valori eccessivi dei parametri di scorrimento per cui si verificano malfunzionamenti.

#### **01.01.14.A06 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

#### **01.01.14.A07 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.15**

## **Inverter per impianti eolici**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Gli inverter convertono la corrente continua in uscita da ogni singola turbina in corrente alternata pronta per essere inviata alla rete di distribuzione. Gli inverter per applicazioni eoliche sono composti da urfunità completamente sigillata per resistere alle condizioni ambientali più estreme e possono essere dotati di dissipatore integrato.

#### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

L'utente deve controllare a cadenza settimanale il corretto funzionamento del display dell'inverter in condizioni di irraggiamento diverse; in alternativa questo controllo può essere effettuato utilizzando un sistema remoto di comunicazione.

La pulizia dell'inverter è necessaria per favorire la dispersione termica che può essere ridotta a causa di sporcizia sulle feritoie di ventilazione, sulle ventole, nei termo dispersori. Rimuovere lo sporco depositato con cautela utilizzando una spazzola morbida o un pennello.

Qualora la leggibilità dei led indicatori di stato o del display sia limitata a causa di sporco accumulato rimuoverlo con un panno umido e senza utilizzare solventi, abrasivi o sostanze caustiche per la pulizia.

#### **ANOMALIE RICONTRABILI**

##### **01.01.15.A01 Accumuli di materiale**

Depositi di materiale e sporcizia che riduce la dispersione di calore.

##### **01.01.15.A02 Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

##### **01.01.15.A03 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

##### **01.01.15.A04 Difetti agli interruttori**

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

##### **01.01.15.A05 Emissioni elettromagnetiche**

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

##### **01.01.15.A06 Infiltrazioni**

Fenomeni di infiltrazioni di acqua all'interno dell'alloggiamento dell'inverter.

##### **01.01.15.A07 Scariche atmosferiche**

Danneggiamenti del sistema di protezione dell'inverter dovuti agli effetti delle scariche atmosferiche.

##### **01.01.15.A08 Sovratensioni**

Valori della tensione e della frequenza elettrica superiore a quella ammessa dall'inverter per cui si verificano malfunzionamenti.

##### **01.01.15.A09 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.16**

## Moltiplicatore di giri

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Il moltiplicatore di giri serve per trasformare la rotazione lenta delle pale in una rotazione più veloce in grado di far funzionare il generatore di elettricità.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Evitare di aprire i dispositivi dei motori in caso di malfunzionamenti. Rivolgersi a personale specializzato e togliere l'alimentazione per evitare folgorazioni. Evitare inoltre di posizionare i motori in prossimità di possibili contatti con liquidi.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.16.A01 Anomalie del rotore

Difetti di funzionamento del rotore.

#### 01.01.16.A02 Difetti di marcia

Difetti nella marcia del motore per cui si verificano continui arresti e ripartenze.

#### 01.01.16.A03 Difetti di serraggio

Difetti di tenuta dei serraggi dei vari bulloni.

#### 01.01.16.A04 Difetti dello statore

Difetti di funzionamento dello statore.

#### 01.01.16.A05 Rumorosità

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

#### 01.01.16.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### Elemento Manutenibile: 01.01.17

## Mozzo

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Il mozzo in una turbina eolica è il componente che connette le pale all'albero principale trasmettendo ad esso la potenza estratta dal vento ed ingloba i meccanismi di regolazione dell'angolo di Pitch. Il mozzo è solitamente di acciaio o di ferro ed è protetto esternamente da un involucro di forma ovale chiamato ogiva. Ci sono tre tipi principali di mozzo:

- rigido;
- oscillante (teetering);
- per pale incernierate.

Il mozzo rigido ha la funzione di mantenere le principali parti che lo costituiscono in posizione fissa rispetto all'albero principale. L'angolo di Pitch delle pale può comunque essere variato, ma non è consentito alcun altro movimento. È di fatto il tipo più utilizzato nei rotori a tre o più pale. Il mozzo rigido deve possedere una robustezza tale da sopportare i carichi dinamici trasmessi dalle pale e dovuti alle operazioni d'imbardata.

Il mozzo oscillante (utilizzato in quasi tutte le turbine a due pale) è progettato per ridurre i carichi aerodinamici sbilanciati trasmessi all'albero tipici dei rotori bipala, consentendo al rotore di oscillare di alcuni gradi rispetto alla direzione perpendicolare all'asse di rotazione dell'albero principale.

Il mozzo oscillante è stato principalmente abbinato a turbine con angolo di Pitch fisso, ma può anche essere utilizzato su turbine ad angolo variabile.

Il mozzo per pale incernierate è un mozzo rigido con vincoli a cerniera per le pale ed utilizzato dalle turbine sottovento per ridurre i carichi eccessivi durante i forti venti.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Le pale devono essere ben bilanciate per evitare fenomeni di vibrazione e di eccessiva fatica dei materiali. Un numero elevato di pale è in grado di fornire una coppia maggiore al generatore ma la velocità raggiungibile dal rotore potrebbe

essere insufficiente per generare il voltaggio necessario.

## ANOMALIE RICONTRABILI

### 01.01.17.A01 Anomalie mozzo

Difetti di tenute dell'attacco mozzo-pale.

### 01.01.17.A02 Anomalie cuscinetti

Difetti di funzionamento dei cuscinetti delle pale.

### 01.01.17.A03 Anomalie pale

Deformazioni e/o imbarcamenti delle pale per cui si verificano malfunzionamenti.

### 01.01.17.A04 Difetti sistema bloccaggio

Difetti di funzionamento del sistema di bloccaggio del rotore.

### 01.01.17.A05 Vibrazioni

Difetti di serraggio delle pale al mozzo per cui si verificano fenomeni di vibrazioni.

### 01.01.17.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

Elemento Manutenibile: 01.01.18

## Navicella e sistema di imbardata

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

La navicella è una cabina realizzata in struttura metallica sulla quale è saldato il generatore e il rivestimento della cabina (quest'ultimo realizzato in materiale plastico rinforzato con fibre di vetro); all'interno della cabina sono ubicati tutti i componenti di un aerogeneratore ad eccezione, naturalmente, del rotore e del mozzo. La navicella è posizionata sulla cima della torre e può girare di 180° sul proprio asse. Per assicurare sempre il massimo rendimento dell'aerogeneratore è importante mantenere un allineamento più continuo possibile tra l'asse del rotore e la direzione del vento; tale allineamento (negli aerogeneratori di media e grossa taglia) è garantito da un servomeccanismo, detto sistema di imbardata, mentre nei piccoli aerogeneratori è sufficiente l'impiego di una pinna direzionale. Nel sistema di imbardata un sensore, la banderuola, indica lo scostamento dell'asse della direzione del vento e aziona un motore che riallinea la navicella.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

La navicella degli aerogeneratori di media e grossa taglia risulta quasi sempre spaziosa per le attività di manutenzione; non forzare o manomettere i dispositivi senza le necessarie conoscenze sul loro funzionamento.

## ANOMALIE RICONTRABILI

### 01.01.18.A01 Anomalie pinna di direzione

Difetti di funzionamento della pinna direzionale.

### 01.01.18.A02 Anomalie sistema di imbardata

Difetti di funzionamento del sistema di imbardata per cui si verificano disallineamenti delle pale.

### 01.01.18.A03 Corrosione

Fenomeni di corrosione della struttura metallica della navicella.

### 01.01.18.A04 Difetti di movimento

Difetti di rotazione della navicella

### 01.01.18.A05 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

Elemento Manutenibile: 01.01.19

## Pale eoliche

Unità Tecnologica: 01.01

Le pale eoliche ad asse orizzontale sono costituite da due o tre pale solidali incernierate su di un asse parallelo alla direzione del vento. All'asse è collegato un generatore eolico di energia elettrica (dinamo od alternatore) ed il tutto, inscatolato in una apposita gondola, per la protezione dagli agenti atmosferici, è montato su una torre metallica di opportuna altezza.

Le pale eoliche hanno un opportuno profilo aerodinamico e talvolta la loro inclinazione varia con la direzione e velocità del vento.

Le pale eoliche ad asse verticale, costituite da un rotore con asse perpendicolare alla direzione del vento, hanno il vantaggio di poter sfruttare il vento proveniente da qualsiasi direzione e quindi essendo in continuo movimento offrono un rendimento più elevato. Sono impianti più versatili, adatti alla produzione di piccole e grandi quantità di energia, e pertanto sono quelli che oggi incontrano più favore.

Le pale possono essere realizzate in fibre di carbonio, in poliestere rinforzato con fibre di vetro.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Per sfruttare al meglio l'energia del vento la pale eoliche devono essere installate su terreni privi di ostacoli; quindi oltre ai parametri atmosferici bisogna considerare anche la conformazione del terreno nella scelta del tipo di aerogeneratore da installare.

Più un terreno è rugoso, cioè presenta variazioni brusche di pendenza, boschi, edifici e montagne, più il vento incontrerà ostacoli che ridurranno la sua velocità.

Sulle estremità delle pale (o sull'estremità superiore del pilone di sostegno) deve essere realizzato un disegno a strisce di colore rosso secondo quanto disposto dalla normativa di sicurezza aeronautica.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.19.A01 Anomalie pale

Difetti di conformazione delle pale dovuti ad eventi meteorici eccezionali.

#### 01.01.19.A02 Difetti di funzionamento

Difetti di funzionamento delle pale.

#### 01.01.19.A03 Disallineamento

Non perfetto allineamento delle pale per cui si verificano malfunzionamenti.

#### 01.01.19.A04 Rumorosità

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il normale funzionamento.

#### 01.01.19.A05 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

Elemento Manutenibile: 01.01.20

## Quadro di comando e regolazione

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Nel quadro di comando e regolazione degli impianti ad energia eolica (connessi ad una rete elettrica) avviene la distribuzione dell'energia. In caso di consumi elevati o in assenza di alimentazione da parte degli aerogeneratori la corrente viene prelevata dalla rete pubblica. In caso contrario l'energia fotovoltaica eccedente viene di nuovo immessa in rete.

I quadri elettrici dedicati agli impianti ad energia eolica possono essere: quadro di campo e quadro di interfaccia rete.

Le strutture più elementari sono centralini da incasso, in materiale termoplastico autoestinguento, con indice di protezione IP40, fori asolati e guida per l'assemblaggio degli interruttori e delle morsette e devono essere del tipo stagno in materiale termoplastico con grado di protezione non inferiore a IP65.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti. Nelle vicinanze del quadro deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori, le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione. Inoltre devono essere presenti oltre alla documentazione dell'impianto anche i dispositivi di protezione individuale e i dispositivi di estinzione incendi.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.20.A01 Anomalie dei contattori

Difetti di funzionamento dei contattori.

### **01.01.20.A02 Anomalie dei fusibili**

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### **01.01.20.A03 Anomalie dei magnetotermici**

Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.

### **01.01.20.A04 Anomalie dei relè**

Difetti di funzionamento dei relè termici.

### **01.01.20.A05 Anomalie delle spie di segnalazione**

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### **01.01.20.A06 Depositi di materiale**

Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.

### **01.01.20.A07 Difetti agli interruttori**

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### **01.01.20.A08 Difetti di taratura**

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

### **01.01.20.A09 Difetti di tenuta serraggi**

Difetti di tenuta dei bulloni e dei morsetti.

### **01.01.20.A10 Surriscaldamento**

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto a ossidazione delle masse metalliche.

### **01.01.20.A11 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.21**

# **Rotore**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il rotore è costituito da un mozzo su cui sono fissate le pale realizzate generalmente in fibra di vetro.

I rotori a due pale sono meno costosi e girano a velocità più elevate; hanno lo svantaggio di essere più rumorosi e vibrano di più di quelli a tre pale.

Possono essere realizzati anche rotori con una sola pala che viene equilibrata da un contrappeso.

Ci sono anche rotori con numerose pale, di solito 24, che vengono impiegati per l'azionamento diretto di macchine come le pompe. Sono stati messi a punto dei rotori con pale "mobili". Variando l'inclinazione delle pale al variare della velocità del vento è possibile mantenere costante la quantità di elettricità prodotta dall'aerogeneratore.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Le pale devono essere ben bilanciate per evitare fenomeni di vibrazione e di eccessiva fatica dei materiali.

Un numero elevato di pale è in grado di fornire una coppia maggiore al generatore ma la velocità raggiungibile dal rotore potrebbe essere insufficiente per generare il voltaggio necessario.

### **ANOMALIE RICONTRABILI**

#### **01.01.21.A01 Anomalie mozzo**

Difetti di tenuta dell'attacco mozzo-pale.

#### **01.01.21.A02 Anomalie cuscinetti**

Difetti di funzionamento dei cuscinetti delle pale.

#### **01.01.21.A03 Anomalie pale**

Deformazioni e/o imbarcamenti delle pale per cui si verificano malfunzionamenti.

#### **01.01.21.A04 Difetti sistema bloccaggio**

Difetti di funzionamento del sistema di bloccaggio del rotore.

#### **01.01.21.A05 Vibrazioni**

Difetti di serraggio delle pale al mozzo per cui si verificano fenomeni di vibrazioni.

### 01.01.21.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

Elemento Manutenibile: 01.01.22

## Scaricatori di sovratensione

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Quando in un impianto elettrico la differenza di potenziale fra le varie fasi o fra una fase e la terra assume un valore di tensione maggiore al valore della tensione normale di esercizio, si è in presenza di una sovratensione.

A fronte di questi inconvenienti, è buona regola scegliere dispositivi idonei che assicurano la protezione degli impianti elettrici; questi dispositivi sono denominati scaricatori di sovratensione.

Generalmente gli scaricatori di sovratensione sono del tipo estraibili; sono progettati per scaricare a terra le correnti e sono costituiti da una cartuccia contenente un varistore la cui vita dipende dal numero di scariche e dall'intensità di corrente di scarica che fluisce nella cartuccia.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

L'efficienza dello scaricatore viene segnalata sul fronte dell'apparecchio da una bandierina colorata: verde indica l'efficienza del dispositivo, rosso la sua sostituzione; è dotato di un contatto elettrico utilizzato per riportare a distanza la segnalazione di fine vita della cartuccia.

Lo scaricatore di sovratensione va scelto rispetto al tipo di sistema; infatti nei sistemi TT l'apparecchio va collegato tra fase e neutro e sul conduttore di terra con le opportune protezioni mentre nei sistemi IT e TN trifasi il collegamento dello scaricatore avviene sulle tre fasi.

### ANOMALIE RICONTRABILI

#### 01.01.22.A01 Anomalie dei contatti ausiliari

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

#### 01.01.22.A02 Anomalie delle molle

Difetti di funzionamento delle molle.

#### 01.01.22.A03 Anomalie degli sganciatori

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### 01.01.22.A04 Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### 01.01.22.A05 Difetti varistore

Esaurimento del varistore delle cartucce dello scaricatore.

#### 01.01.22.A06 Difetti spie di segnalazione

Difetti delle spie luminose indicatrici del funzionamento.

#### 01.01.22.A07 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

Elemento Manutenibile: 01.01.23

## Sistema di controllo angolo di pitch

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Il sistema di controllo dell'angolo di Pitch interviene quando la velocità del vento diventa eccessiva; tale sistema aumentando l'angolo di pitch ferma il rotore fino alla "messa in bandiera" (il carico aerodinamico sulle pale viene in tal modo ridotto al minimo).

Al crescere della velocità del vento, si può ridurre l'angolo di Pitch anziché aumentarlo allo scopo di causare intenzionalmente lo stallo e in modo da ridurre la potenza per metterle in bandiera. Alle alte velocità del vento il valor medio della potenza estratta è mantenuto prossimo al valore della potenza nominale del generatore. Quando la velocità del vento si mantiene al di sotto della potenza nominale

l'angolo di Pitch è generalmente mantenuto fisso per limitare l'usura del meccanismo di regolazione (in queste condizioni si riduce l'efficienza della turbina ma migliora l'affidabilità complessiva del sistema).

#### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Le pale devono essere ben bilanciate per evitare fenomeni di vibrazione e di eccessiva fatica dei materiali. Un numero elevato di pale è in grado di fornire una coppia maggiore al generatore ma la velocità raggiungibile dal rotore potrebbe essere insufficiente per generare il voltaggio necessario.

#### ANOMALIE RISCONTRABILI

##### 01.01.23.A01 Difetti ai leverismi

Difetti di funzionamento dei dispositivi di leverismi.

##### 01.01.23.A02 Difetti di taratura

Difetti di taratura del sistema di regolazione e controllo del dispositivo frenante.

##### 01.01.23.A03 Difetti di tenuta

Difetti di tenuta del sistema idraulico con conseguente abbassamento del livello della pressione di esercizio.

##### 01.01.23.A04 Instabilità

Fenomeni di instabilità per eccessiva velocità.

##### 01.01.23.A05 Vibrazioni

Fenomeni di vibrazione per eccessiva velocità delle pale.

##### 01.01.23.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

#### Elemento Manutenibile: 01.01.24

### Sistema di controllo del passo

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Il sistema di controllo del passo è adoperato per il controllo della potenza nelle macchine a velocità variabile; è un dispositivo che agisce direttamente sull'angolo di incidenza tra vento e pale del rotore facendole ruotare sul proprio asse in modo da aumentare o diminuire la velocità di rotazione e di conseguenza la produzione dell'energia.

Il sistema è realizzato mediante sensori che misurano la potenza in uscita e dopo averla confrontata con quella nominale della macchina effettuano l'inclinazione delle pale per mezzo di mini motori elettrici.

#### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Le pale devono essere ben bilanciate per evitare fenomeni di vibrazione e di eccessiva fatica dei materiali. Un numero elevato di pale è in grado di fornire una coppia maggiore al generatore ma la velocità raggiungibile dal rotore potrebbe essere insufficiente per generare il voltaggio necessario.

#### ANOMALIE RISCONTRABILI

##### 01.01.24.A01 Anomalie motori elettrici

Difetti di funzionamento dei mini motori che regolano l'inclinazione delle pale.

##### 01.01.24.A02 Anomalie sensori

Difetti di funzionamento dei sensori di rilevazione della potenza.

##### 01.01.24.A03 Difetti ai leverismi

Difetti di funzionamento dei dispositivi di leverismi.

##### 01.01.24.A04 Difetti di taratura

Difetti di taratura del sistema di regolazione e controllo del dispositivo frenante.

##### 01.01.24.A05 Difetti di tenuta

Difetti di tenuta del sistema idraulico con conseguente abbassamento del livello della pressione di esercizio.

##### 01.01.24.A06 Instabilità

Fenomeni di instabilità per eccessiva velocità.

### 01.01.24.A07 Vibrazioni

Fenomeni di vibrazione per eccessiva velocità delle pale.

### 01.01.24.A08 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Elemento Manutenibile: 01.01.25

# Sistema di controllo di stallo

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

In una turbina eolica che ruota a velocità costante, al crescere della velocità del vento incidente, aumenta l'angolo di attacco delle pale. Oltre una certa velocità il flusso d'aria inizia a distaccarsi dalla superficie esterna delle pale, creando il cosiddetto fenomeno dello stallo. Tale fenomeno si presenta inizialmente in prossimità del mozzo e progredisce verso l'estremità della pala all'aumentare della velocità del vento, fornendo un meccanismo automatico passivo di regolazione della potenza.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Le pale devono essere ben bilanciate per evitare fenomeni di vibrazione e di eccessiva fatica dei materiali. Un numero elevato di pale è in grado di fornire una coppia maggiore al generatore ma la velocità raggiungibile dal rotore potrebbe essere insufficiente per generare il voltaggio necessario.

### ANOMALIE RISCOINTRABILI

#### 01.01.25.A01 Difetti ai leverismi

Difetti di funzionamento dei dispositivi di leverismi.

#### 01.01.25.A02 Difetti di taratura

Difetti di taratura del sistema di regolazione e controllo del dispositivo frenante.

#### 01.01.25.A03 Difetti di tenuta

Difetti di tenuta del sistema idraulico con conseguente abbassamento del livello della pressione di esercizio.

#### 01.01.25.A04 Instabilità

Fenomeni di instabilità per eccessiva velocità.

#### 01.01.25.A05 Vibrazioni

Fenomeni di vibrazione per eccessiva velocità delle pale.

#### 01.01.25.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## Elemento Manutenibile: 01.01.26

# Sistema di dispersione

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Il sistema di dispersione è l'insieme dei corpi metallici in contatto elettrico con il terreno utilizzati per disperdere correnti elettriche. Possono essere del tipo "intenzionale" o "di fatto".

Il sistema di dispersione intenzionale è installato unicamente con lo scopo di mettere a terra gli impianti elettrici mentre il dispersore di fatto è un corpo metallico in contatto diretto con il terreno (ad es. i ferri di armatura delle fondazioni degli aerogeneratori).

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Gli ancoraggi tra la struttura e gli organi di captazione devono essere fatti con brasatura forte, saldatura, bullonatura o con morsetti; in ogni caso occorre garantire superfici minime di contatto di 200 mm quadrati.

### ANOMALIE RISCOINTRABILI

### **01.01.26.A01 Corrosioni**

Corrosione del materiale costituente il sistema di dispersione. Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

### **01.01.26.A02 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

**Elemento Manutenibile: 01.01.27**

## **Sistema di equipotenzializzazione**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

I conduttori equipotenziali sono gli elementi che collegano le masse alle masse estranee e queste ultime tra di loro allo scopo di garantire l'equipotenzialità; i conduttori equipotenziali principali collegano al morsetto principale di terra le masse estranee.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

I conduttori equipotenziali sono dimensionati in relazione alla sezione del conduttore di fase facendo riferimento alla linea di maggior sezione.

Generalmente questi conduttori vengono realizzati con un cavo di colore giallo-verde. L'utente deve controllare il serraggio dei bulloni e che gli elementi siano privi di fenomeni di corrosione.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.27.A01 Corrosione**

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

#### **01.01.27.A02 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio dei bulloni del sistema di equipotenzializzazione.

#### **01.01.27.A03 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

**Elemento Manutenibile: 01.01.28**

## **Sistema frenante**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il sistema frenante è un dispositivo di sicurezza che serve a bloccare l'aerogeneratore in caso di vento eccessivo; è generalmente costituito da due sistemi indipendenti di arresto delle pale:

- sistema di frenaggio aerodinamico;
- sistema di frenaggio meccanico.

Il sistema aerodinamico viene utilizzato per controllare la potenza dell'aerogeneratore, come freno di emergenza in caso di sovravelocità del vento e per arrestare il rotore.

Il sistema meccanico viene utilizzato per completare l'arresto del rotore e come freno di stazionamento.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Evitare di aprire i dispositivi in caso di malfunzionamenti. Rivolgersi a personale specializzato e togliere l'alimentazione per evitare folgorazioni. Evitare inoltre di posizionare i dispositivi in prossimità di possibili contatti con liquidi.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.28.A01 Anomalie disco**

Difetti di funzionamento del freno a disco del sistema idraulico.

### **01.01.28.A02 Anomalie pinze**

Difetti di funzionamento delle pinze del sistema meccanico.

### **01.01.28.A03 Difetti ai leverismi**

Difetti di funzionamento dei dispositivi di leverismi che azionano il paracadute.

### **01.01.28.A04 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio del limitatore al paracadute.

### **01.01.28.A05 Difetti di taratura**

Difetti di taratura del sistema di regolazione e controllo del dispositivo frenante.

### **01.01.28.A06 Difetti di tenuta**

Difetti di tenuta del sistema idraulico con conseguente abbassamento del livello della pressione di esercizio.

### **01.01.28.A07 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.29**

# **Raddrizzatore trifase passivo**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

I raddrizzatori (o convertitori ac/dc) servono a convertire tensioni alternate in tensioni continue, nel caso dei sistemi eolici vengono utilizzati per migliorare l'efficienza del sistema.

Il raddrizzatore trifase passivo è un elemento delle applicazioni eoliche di piccole dimensioni che consente di deviare una parte di potenza proveniente dalla turbina su di un carico resistivo esterno; in genere il dispositivo è progettato per lavorare in combinazione agli inverter eolici di stringa monofase ed è dotato di protezioni quali uno scaricatore da sovratensione e un dispositivo che aziona un impianto frenante in caso di necessità per scaricare la tensione su un utenza di riserva.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate da personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.29.A01 Anomalie fusibile**

Difetti di funzionamento del fusibile di protezione del raddrizzatore.

#### **01.01.29.A02 Anomalie scaricatore**

Anomalie di funzionamento dello scaricatore di sovratensione.

#### **01.01.29.A03 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.30**

# **Torri cilindriche in acciaio**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

La torre è la parte più grande e più pesante dell'aerogeneratore; infatti la sua altezza va da 1 a 1,8 volte il diametro del rotore e viene determinata in base ad alcuni criteri:

- nei siti con alta turbolenza devono essere utilizzate torri alte per assicurare un'alta resa e un basso sforzo sulle macchine;
- le turbolenze diminuiscono con l'altezza dal suolo e di conseguenza aumenta la velocità.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Le torri di sostegno degli aerogeneratori devono essere in grado di resistere ad eventuali carichi e a particolari

condizioni climatiche quali neve, vento, fenomeni sismici senza provocare danni a persone o cose e devono garantire la salvaguardia dell'intero apparato. In seguito ad eventi meteorici eccezionali (nubifragi, temporali, grandinate, nevicate, ecc.) verificare la tenuta dei sistemi di fissaggio e di ancoraggio al suolo.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.30.A01 Corrosione**

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici costituenti la struttura dei telai di sostegno.

### **01.01.30.A02 Decolorazione**

Alterazione cromatica della superficie.

### **01.01.30.A03 Deformazione**

Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.

### **01.01.30.A04 Difetti di montaggio**

Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).

### **01.01.30.A05 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno ed i relativi collettori.

### **01.01.30.A06 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

### **01.01.30.A07 Patina biologica**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

### **01.01.30.A08 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.31**

## **Torri ibride**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Le torri ibride sono usualmente costruite con base in cemento armato e parte superiore (che sostiene l'aerogeneratore) realizzata in acciaio laminato; hanno forma conica, con il diametro alla base maggiore di quello alla sommità in cui è posta la navicella. Le diverse sezioni sono collegate e vincolate tra loro da flange imbullonate. Tali tipi di torri creano una notevole scia sottovento ed è per questo che nella maggior parte delle turbine il rotore è posto sopravvento. Queste torri non devono mostrare segni di corrosione per diversi anni e per questo deve essere scelto un rivestimento adeguato.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Le torri di sostegno degli aerogeneratori devono essere in grado di resistere ad eventuali carichi e a particolari condizioni climatiche quali neve, vento, fenomeni sismici senza provocare danni a persone o cose e devono garantire la salvaguardia dell'intero apparato. In seguito ad eventi meteorici eccezionali (nubifragi, temporali, grandinate, nevicate, ecc.) verificare la tenuta dei sistemi di fissaggio e di ancoraggio al suolo.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.31.A01 Cavillature superficiali**

Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.

### **01.01.31.A02 Corrosione**

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici costituenti la struttura dei telai di sostegno.

### **01.01.31.A03 Decolorazione**

Alterazione cromatica della superficie.

### **01.01.31.A04 Deformazione**

Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.

### **01.01.31.A05 Difetti di montaggio**

Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).

#### **01.01.31.A06 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno ed i relativi collettori.

#### **01.01.31.A07 Distacco**

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

#### **01.01.31.A08 Efflorescenze**

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

#### **01.01.31.A09 Erosione superficiale**

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrasione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

#### **01.01.31.A10 Esfoliazione**

Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali subparalleli fra loro, generalmente causata dagli effetti del gelo.

#### **01.01.31.A11 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

#### **01.01.31.A12 Esposizione dei ferri di armatura**

Distacchi ed espulsione di parte del calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura dovuta a fenomeni di corrosione delle armature metalliche per l'azione degli agenti atmosferici.

#### **01.01.31.A13 Lesioni**

Si manifestano con l'interruzione delle superfici dell'elemento strutturale. Le caratteristiche, l'andamento, l'ampiezza ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

#### **01.01.31.A14 Patina biologica**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

#### **01.01.31.A15 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.32**

## **Traliccio**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

La torre o il traliccio sostiene la navicella e il rotore e può essere a forma tubolare o a traliccio. Può essere costruita in legno, in cemento armato, in acciaio o con fibre sintetiche.

La torre deve essere opportunamente dimensionata per poter resistere alle oscillazioni ed alle vibrazioni causate dalla pressione del vento e per questo deve essere ancorata al terreno mediante idonea fondazione; quest'ultima nella maggior parte dei casi è realizzata completamente interrata e costruita con cemento armato.

#### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Le torri di sostegno degli aerogeneratori devono essere in grado di resistere ad eventuali carichi e a particolari condizioni climatiche quali neve, vento, fenomeni sismici senza provocare danni a persone o cose e devono garantire la salvaguardia dell'intero apparato.

In seguito ad eventi meteorici eccezionali (nubifragi, temporali, grandinate, neviccate, ecc.) verificare la tenuta dei sistemi di fissaggio e di ancoraggio al suolo.

#### **ANOMALIE RICONTRABILI**

#### **01.01.32.A01 Corrosione**

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici costituenti la struttura dei telai di sostegno.

#### **01.01.32.A02 Decolorazione**

Alterazione cromatica della superficie.

#### **01.01.32.A03 Deformazione**

Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.

#### **01.01.32.A04 Difetti di montaggio**

Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).

#### **01.01.32.A05 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno ed i relativi collettori.

#### **01.01.32.A06 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

#### **01.01.32.A07 Patina biologica**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

#### **01.01.32.A08 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.33**

## **Trasformatore di isolamento**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il convertitore statico deve prevedere un dispositivo di separazione metallica tra la rete pubblica in c.a. e la parte in c.c.; come elemento separatore è utilizzabile un trasformatore di isolamento a bassa frequenza posto tra la rete pubblica e lato c.a. del convertitore.

La separazione mediante trasformatore di isolamento a bassa frequenza serve a garantire la reiezione della componente continua presente sul lato c.a. del convertitore.

Il trasformatore di isolamento è un trasformatore i cui avvolgimenti primari e secondari sono separati elettricamente da un avvolgimento doppio o rinforzato per limitare, nel circuito alimentato dall'avvolgimento secondario, i rischi dovuti a contatti accidentali simultanei con la terra e con le parti attive o masse che possono andare in tensione in caso di guasto all'isolamento.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Il trasformatore di isolamento è costruito in modo che sia impossibile il contatto tra l'avvolgimento primario e quello secondario. Si usa quindi per isolare circuiti utilizzatori dalla rete di distribuzione e consente di evitare la necessità del collegamento a terra delle masse.

Sui grafici viene schematizzato:

- due circonferenze che si intersecano per il trasformatore normale;
- per il trasformatore di isolamento tra i due punti di intersezione delle circonferenze è tracciato un segmento di lunghezza pari al diametro delle circonferenze.

### **ANOMALIE RICONTRABILI**

#### **01.01.33.A01 Anomalie della bobina**

Difetti di funzionamento della bobina di avvolgimento.

#### **01.01.33.A02 Anomalie del circuito magnetico**

Difetti di funzionamento del circuito magnetico mobile.

#### **01.01.33.A03 Anomalie delle viti serrafili**

Difetti di tenuta delle viti serrafilo.

#### **01.01.33.A04 Difetti dei passacavo**

Difetti di tenuta del coperchio passacavi.

#### **01.01.33.A05 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore dovuto ad accumuli di polvere sulle superfici.

### **01.01.33.A06 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

**Elemento Manutenibile: 01.01.34**

## **Turbina eolica ad asse verticale**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

I generatori eolici ad asse verticale basano il loro funzionamento indipendentemente dalla direzione di provenienza del vento; le turbine eoliche possono essere suddivise in base alla tecnologia costruttiva in due macro-famiglie:

- turbine ad asse verticale - VAWT (Vertical Axis Wind Turbine);
- turbine ad asse orizzontale – HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine).

A loro volta le turbine VAWT si suddividono in:

- turbine di tipo Savonius;
- turbine di tipo Darrieus;
- turbine ibride Darrieus-Savonius.

La turbina ad asse verticale (tipo Savonius) è il modello di turbina più semplice e si compone di due o quattro lamiere verticali, senza profilo alare e curvate a semicirconferenza; viene detta anche "turbina a resistenza" poiché la coppia motrice sull'asse è la differenza di resistenza (attrito) offerta al vento dalle superfici verticali disposte simmetricamente rispetto all'asse stesso.

Questa turbina è utilizzabile per bassi valori di velocità del vento ed ha bisogno di un adeguato controllo della velocità per mantenere l'efficienza entro valori accettabili. Inoltre a causa delle pale fisse non è possibile ridurre la superficie aerodinamica in caso di velocità superiore a quella nominale e necessita di un dispositivo meccanico frenante per la fermata.

La turbina ad asse verticale (tipo Darrieus) è una turbina ad asse verticale, viene detta "a portanza" poiché le superfici disposte al vento possiedono un profilo alare in grado di generare una distribuzione di pressione lungo la pala e quindi una coppia disponibile all'asse di rotazione.

Questa turbina necessita però di un dispositivo ausiliario in grado di farla avviare; questa turbina si adatta molto bene alla variazione di direzione del vento e può essere installata sugli edifici.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

La velocità del vento dipende oltre che dai parametri atmosferici anche dalla conformazione del terreno.

Più un terreno è rugoso, cioè presenta variazioni brusche di pendenza, boschi, edifici e montagne, più il vento incontrerà ostacoli che ridurranno la sua velocità.

Per definire la conformazione di un terreno sono state individuate quattro classi di rugosità:

- Classe di rugosità 0: suolo piatto come il mare, la spiaggia e le distese nevose;
- Classe di rugosità 1: suolo aperto come terreni non coltivati con vegetazione bassa e aeroporti;
- Classe di rugosità 2: aree agricole con rari edifici e pochi alberi;
- Classe di rugosità 3: suolo rugoso in cui vi sono molte variazioni di pendenza del terreno, boschi e paesi.

In generale la posizione ideale di un aerogeneratore è in un terreno appartenente ad una bassa classe di rugosità e che presenta una pendenza compresa tra i 6 e i 16 gradi.

Per ogni generatore presente nell'impianto devono risultare i seguenti parametri:

- tipologia (sincrono, asincrono non autoeccitato, asincrono autoeccitato ma non in parallelo con la rete ENEL, ecc.);
- marca (costruttore);
- modello;
- matricola;
- potenza nominale (espressa in kVA o in kW);
- fattore di potenza nominale;
- rendimento;
- potenza reattiva assorbita a vuoto;
- massima variazione transitoria della corrente immessa o prelevata;
- contributo alla corrente di corto circuito.

### **ANOMALIE RICONTRABILI**

#### **01.01.34.A01 Anomalie avvolgimenti**

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

#### **01.01.34.A02 Anomalie cuscinetti**

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

#### **01.01.34.A03 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

#### **01.01.34.A04 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.35**

## **Turbina ad asse orizzontale**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

I generatori eolici ad asse orizzontale basano il loro funzionamento solo rispetto alla direzione di provenienza del vento; le turbine eoliche possono essere suddivise in base alla tecnologia costruttiva in due macro-famiglie:

- turbine ad asse verticale - VAWT (Vertical Axis Wind Turbine);
- turbine ad asse orizzontale – HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine).

Le turbine HAWT si distinguono in:

- turbine sopravento (upwind);
- turbine sottovento (downwind).

Le turbine ad asse orizzontale sono dette "sopravento" perché il vento incontra prima il rotore rispetto alla torre; pertanto queste turbine hanno un'efficienza maggiore rispetto a quelle sottovento poiché non vi sono interferenze aerodinamiche con la torre.

Questi dispositivi hanno però lo svantaggio di non allinearsi automaticamente alla direzione del vento e pertanto necessitano quindi di un sistema d'imbardata o di una pinna direzionale.

Nelle turbine ad asse orizzontale "sottovento" il vento incontra prima la torre di sostegno e poi il rotore ma sono auto allineanti alla direzione del vento utilizzando un rotore flessibile in grado di resistere ai venti forti.

La turbina eolica ad asse orizzontale può essere a tre pale (che è il modello più diffuso) ma può essere composta anche a due pale, a singola pala munita di contrappeso (attualmente poco utilizzata) e multi pala (utilizzata soprattutto nel microeolico).

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

La velocità del vento dipende oltre che dai parametri atmosferici anche dalla conformazione del terreno.

Più un terreno è rugoso, cioè presenta variazioni brusche di pendenza, boschi, edifici e montagne, più il vento incontrerà ostacoli che ridurranno la sua velocità.

Per definire la conformazione di un terreno sono state individuate quattro classi di rugosità:

- Classe di rugosità 0: suolo piatto come il mare, la spiaggia e le distese nevose;
- Classe di rugosità 1: suolo aperto come terreni non coltivati con vegetazione bassa e aeroporti;
- Classe di rugosità 2: aree agricole con rari edifici e pochi alberi;
- Classe di rugosità 3: suolo rugoso in cui vi sono molte variazioni di pendenza del terreno, boschi e paesi.

In generale la posizione ideale di un aerogeneratore è in un terreno appartenente ad una bassa classe di rugosità e che presenta una pendenza compresa tra i 6 e i 16 gradi.

Per ogni generatore presente nell'impianto devono risultare i seguenti parametri:

- tipologia (sincrono, asincrono non autoeccitato, asincrono autoeccitato ma non in parallelo con la rete ENEL, ecc.);
- marca (costruttore);
- modello;
- matricola;
- potenza nominale (espressa in kVA o in kW);
- fattore di potenza nominale;
- rendimento;
- potenza reattiva assorbita a vuoto;
- massima variazione transitoria della corrente immessa o prelevata;
- contributo alla corrente di corto circuito.

### **ANOMALIE RISCOINTRABILI**

#### **01.01.35.A01 Anomalie avvolgimenti**

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

#### **01.01.35.A02 Anomalie cuscinetti**

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

#### **01.01.35.A03 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

#### **01.01.35.A04 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.



# INDICE

1) PIANO DI MANUTENZIONE .....	pag.	<a href="#">3</a>
2) CAMPO EOLICO .....	pag.	<a href="#">4</a>
" 1) Sistemi eolici .....	pag.	<a href="#">5</a>
" 1) Anemometro .....	pag.	<a href="#">6</a>
" 2) Cavidotti interrati .....	pag.	<a href="#">6</a>
" 3) Circuito di raffreddamento .....	pag.	<a href="#">7</a>
" 4) Conduttori di protezione .....	pag.	<a href="#">7</a>
" 5) Convertitore statico .....	pag.	<a href="#">8</a>
" 6) Dispositivi ausiliari .....	pag.	<a href="#">9</a>
" 7) Dispositivo di generatore .....	pag.	<a href="#">10</a>
" 8) Dispositivo di interfaccia .....	pag.	<a href="#">10</a>
" 9) Dispositivo generale .....	pag.	<a href="#">11</a>
" 10) Generatore .....	pag.	<a href="#">12</a>
" 11) Generatore asincrono a gabbia di scoiattolo .....	pag.	<a href="#">13</a>
" 12) Generatore asincrono doubly feed .....	pag.	<a href="#">14</a>
" 13) Generatore sincrono a magneti permanenti (direct drive) .....	pag.	<a href="#">15</a>
" 14) Generatore sincrono ad avvolgimento .....	pag.	<a href="#">16</a>
" 15) Inverter per impianti eolici .....	pag.	<a href="#">17</a>
" 16) Moltiplicatore di giri .....	pag.	<a href="#">18</a>
" 17) Mozzo .....	pag.	<a href="#">18</a>
" 18) Navicella e sistema di imbardata .....	pag.	<a href="#">19</a>
" 19) Pale eoliche .....	pag.	<a href="#">19</a>
" 20) Quadro di comando e regolazione .....	pag.	<a href="#">20</a>
" 21) Rotore .....	pag.	<a href="#">21</a>
" 22) Scaricatori di sovratensione .....	pag.	<a href="#">22</a>
" 23) Sistema di controllo angolo di pitch .....	pag.	<a href="#">22</a>
" 24) Sistema di controllo del passo .....	pag.	<a href="#">23</a>
" 25) Sistema di controllo di stallo .....	pag.	<a href="#">24</a>
" 26) Sistema di dispersione .....	pag.	<a href="#">24</a>
" 27) Sistema di equipotenzializzazione .....	pag.	<a href="#">25</a>
" 28) Sistema frenante .....	pag.	<a href="#">25</a>
" 29) Raddrizzatore trifase passivo .....	pag.	<a href="#">26</a>
" 30) Torri cilindriche in acciaio .....	pag.	<a href="#">26</a>
" 31) Torri ibride .....	pag.	<a href="#">27</a>
" 32) Traliccio .....	pag.	<a href="#">28</a>
" 33) Trasformatore di isolamento .....	pag.	<a href="#">29</a>
" 34) Turbina eolica ad asse verticale .....	pag.	<a href="#">30</a>
" 35) Turbina ad asse orizzontale .....	pag.	<a href="#">31</a>

## PIANO DI MANUTENZIONE

# MANUALE DI MANUTENZIONE

(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZIALITÀ 72 MW  
DENOMINATO "MONTE BURANO" E UBICATO NEL COMUNE DI FOLIGNO (PG)

**COMMITTENTE:** RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.

IL TECNICO

---

# PIANO DI MANUTENZIONE

**OGGETTO:** PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 72 MW DENOMINATO "MONTE BURANO" E UBICATO NEL COMUNE DI FOLIGNO (PG)

## **CORPI D'OPERA:**

---

- 01 CAMPO EOLICO

# CAMPO EOLICO

## UNITÀ TECNOLOGICHE:

---

- ° 01.01 Sistemi eolici

## Sistemi eolici

L'eolico è una tecnologia in grado di trasformare l'energia cinetica del vento in energia elettrica. Il suo principio di funzionamento è tra i più antichi del mondo. Esistono tipologie molto variegata di aerogeneratori. Alcuni di piccola taglia, altri di dimensioni enormi fino a 80 metri di altezza e con potenze superiori ai 2-3 MW. Le stesse pale eoliche possono essere molto lunghe, anche 40 metri. I moderni mulini a vento sono conosciuti con il nome comune di 'pale eoliche', le quali sono tuttavia soltanto una parte del sistema. Il nome più corretto è quello di aerogeneratore. Una serie di aerogeneratori compone un impianto eolico o una Wind Farm.

Gli impianti si distinguono in:

- impianti isolati (pochi aerogeneratori);
- impianti in cluster ("Wind Farm") aerogeneratori collegati ad una rete locale;
- impianti combinati ed integrati.

Inoltre gli impianti possono essere classificati in:

- piccolo eolico o mini eolico: sono gli impianti in cui la produzione di energia elettrica è realizzata con l'utilizzo di generatori di altezza inferiore a 30 metri e con potenze tra 300 W a 10 kW;
- micro eolico: sono gli impianti portatili, capaci di fornire meno di 1 kW a strutture come camper, cucine da campo, ospedali da campo; hub, server e router wireless per computer portatili; barche a vela, yacht, ecc..

### REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

#### 01.01.R01 Limitazione dei rischi di intervento

*Classe di Requisiti: Protezione dai rischi d'intervento*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli elementi costituenti l'impianto devono essere in grado di consentire ispezioni, manutenzioni e sostituzioni in modo agevole ed in ogni caso senza arrecare danno a persone e/o cose.

**Prestazioni:**

E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

**Livello minimo della prestazione:**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

*Riferimenti normativi:*

D.Lgs. 29.12.2003, n. 387; Legge 03.08.2013 n.90; D.M. Sviluppo Economico e Ambiente 19.2.2007; D.M. 20.04.2005; CEI EN 60947.

#### 01.01.R02 Resistenza meccanica

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli impianti eolici devono essere realizzati con materiali in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.

**Prestazioni:**

Gli elementi costituenti gli impianti eolici devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza all'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da garantirne durata e funzionalità nel tempo garantendo allo stesso tempo la sicurezza degli utenti.

**Livello minimo della prestazione:**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

*Riferimenti normativi:*

D.M. Sviluppo Economico 22.1.2008, n. 37; D.M. 20.04.2005; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI 64-2; CEI 64-8; CEI EN 60947.

#### 01.01.R03 (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche

*Classe di Requisiti: Funzionalità d'uso*

*Classe di Esigenza: Funzionalità*

Per evitare qualsiasi pericolo di folgorazione alle persone, causato da un contatto diretto, i componenti dell'impianto devono essere dotati di collegamenti equipotenziali con l'impianto di terra dell'edificio.

**Prestazioni:**

Le dispersioni elettriche possono essere verificate controllando i collegamenti equipotenziali e di messa a terra dei componenti degli impianti mediante misurazioni di resistenza a terra.

**Livello minimo della prestazione:**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto e nell'ambito della dichiarazione di conformità prevista dall'art.7 del D.M. 22 gennaio 2008 n.37.

*Riferimenti normativi:*

D.M. Sviluppo Economico 22.1.2008, n. 37; D.M. 20.04.2005; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI 64-2; CEI 64-8; CEI EN 60947.

### **01.01.R04 Certificazione ecologica**

*Classe di Requisiti: Di salvaguardia dell'ambiente*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

I prodotti, elementi, componenti e materiali dovranno essere dotati di etichettatura ecologica o di dichiarazione ambientale.

**Prestazioni:**

I prodotti, elementi, componenti e materiali, dovranno presentare almeno una delle tipologie ambientali riportate:

- TIPO I: Etichette ecologiche volontarie basate su un sistema multicriterio che considera l'intero ciclo di vita del prodotto, sottoposte a certificazione esterna da parte di un ente indipendente (tra queste rientra, ad esempio, il marchio europeo di qualità ecologica ECOLABEL). (ISO 14024);
- TIPO II: Etichette ecologiche che riportano auto-dichiarazioni ambientali da parte di produttori, importatori o distributori di prodotti, senza che vi sia l'intervento di un organismo indipendente di certificazione (tra le quali: "Riciclabile", "Compostabile", ecc.). (ISO 14021);
- TIPO III: Etichette ecologiche che riportano dichiarazioni basate su parametri stabiliti e che contengono una quantificazione degli impatti ambientali associati al ciclo di vita del prodotto calcolato attraverso un sistema LCA. Sono sottoposte a un controllo indipendente e presentate in forma chiara e confrontabile. Tra di esse rientrano, ad esempio, le "Dichiarazioni Ambientali di Prodotto". (ISO 14025).

**Livello minimo della prestazione:**

Possesso di etichettatura ecologica o di dichiarazione ambientale dei prodotti impiegati.

*Riferimenti normativi:*

---

UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.

### **01.01.R05 Controllo consumi**

*Classe di Requisiti: Monitoraggio del sistema edificio-impianti*

*Classe di Esigenza: Aspetto*

Controllo dei consumi attraverso il monitoraggio del sistema edificio-impianti.

**Prestazioni:**

Monitoraggio dei consumi (energia termica, elettrica, acqua, ecc.) dell'edificio attraverso contatori energetici, ai fini di ottenere un costante controllo sulle prestazioni dell'edificio e dell'involucro edilizio per una idonea pianificazione di interventi migliorativi.

**Livello minimo della prestazione:**

Installazione di apparecchiature certificate per la contabilizzazione dei consumi (contatori) di energia termica, elettrica e di acqua e impiego di sistemi di acquisizione e telelettura remota secondo standard riferiti dalla normativa vigente.

*Riferimenti normativi:*

---

D.Lgs. 18.7.2016, n. 141; D.M. Ambiente 24.5.2016; UNI TS 11300; UNI EN ISO 10211; UNI EN ISO 14683; UNI EN ISO 10077-1; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.

### **01.01.R06 Riduzione del fabbisogno d'energia primaria**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisito energetico*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche mediante la riduzione del fabbisogno d'energia primaria.

**Prestazioni:**

In riferimento all'energia primaria, l'efficienza energetica del sistema complessivo edificio-impianto nella fase progettuale, dovrà essere incrementata rispetto ai livelli standard. In particolare l'incremento può determinarsi diminuendo ed utilizzando sistemi energetici da fonti rinnovabili.

**Livello minimo della prestazione:**

L'impiego di tecnologie efficienti per l'ottimizzazione energetica del sistema complessivo edificio-impianto, nella fase progettuale, dovrà essere incrementata mediante fonti rinnovabili rispetto ai livelli standard riferiti dalla normativa vigente.

*Riferimenti normativi:*

---

UNI/TS 11300-2/3/4/5/2016; D.Lgs. 19.8.2005, n. 192; Dir. 2010/31/UE; UNI EN 15193; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.

### **01.01.R07 Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per il riscaldamento**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisiti geometrici e fisici*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche derivanti da fonti rinnovabili per il riscaldamento

**Prestazioni:**

In fase progettuale dovranno essere previsti sistemi e tecnologie che possano fornire un apporto termico agli ambienti interni dell'edificio, derivante dal trasferimento di calore da radiazione solare.

Il trasferimento può avvenire sia attraverso l'irraggiamento diretto, sia attraverso il vetro, sia per conduzione attraverso le pareti, sia per convezione se presenti aperture di ventilazione.

In relazione al tipo di trasferimento del calore ed al circuito di distribuzione dell'aria, come nel caso di sistemi convettivi, si possono avere sistemi ad incremento diretto, indiretto ed isolato.

**Livello minimo della prestazione:**

In fase progettuale assicurare una percentuale di superficie irraggiata direttamente dal sole. In particolare, al 21 dicembre alle ore 12 (solari), non inferiore ad 1/3 dell'area totale delle chiusure esterne verticali e con un numero ore di esposizione media alla radiazione solare diretta. In caso di cielo sereno, con chiusure esterne trasparenti, collocate sulla facciata orientata a Sud ( $\pm 20^\circ$ ) non inferiore al 60% della durata del giorno, al 21 dicembre.

*Riferimenti normativi:*

D.Lgs. 18.7.2016, n. 141; D.M. Ambiente 24.5.2016; UNI TS 11300; UNI EN ISO 10211; UNI EN ISO 14683; UNI EN ISO 10077-1; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.

**01.01.R08 Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per il raffrescamento e la ventilazione igienico-sanitaria**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisiti geometrici e fisici*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di fonti rinnovabili per il raffrescamento e la ventilazione igienico-sanitaria

**Prestazioni:**

La ventilazione naturale controllata dei sistemi igienico-sanitari dovrà assicurare il ricambio d'aria mediante l'impiego di sistemi di raffrescamento passivo degli ambienti che in base a parametri progettuali (configurazione geometrica, esposizione, ecc.) vanno a dissipare, con gli ambienti confinati lo scambio termico.

**Livello minimo della prestazione:**

I sistemi di controllo termico dovranno essere configurati secondo la normativa di settore. Essi potranno essere costituiti da elementi quali: schermature, vetri con proprietà di trasmissione solare selettiva, ecc.. Le diverse tecniche di dissipazione utilizzano lo scambio termico dell'ambiente confinato con pozzi termici naturali, come l'aria, l'acqua, il terreno, mediante la ventilazione naturale, il raffrescamento derivante dalla massa termica, dal geotermico, ecc...

*Riferimenti normativi:*

D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; Reg. EU (CLP) n. 1272/08; ISPESL, Linee Guida - Microclima, 6.2006; Accordo Stato-Regioni, Linee Guida Ambienti Confinati, 27.9.2001; Valori Limite di Soglia (TLV) e Indici Biologici di Esposizione (IBE), AIDII 1997 e ACGIH 2002; Collana Quaderni del Ministero della Salute; UNI EN 12792; UNI EN 15251; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.

**01.01.R09 Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per l'illuminazione**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisiti geometrici e fisici*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di fonti rinnovabili per l'illuminazione

**Prestazioni:**

In fase progettuale dovranno essere previsti sistemi captanti la luce naturale attraverso sistemi di convogliamento di luce e riflettenti.

**Livello minimo della prestazione:**

I parametri relativi all'utilizzo delle risorse climatiche ed energetiche dovranno rispettare i limiti previsti dalla normativa vigente

*Riferimenti normativi:*

UNI/TS 11300-2/3/4/5:2016; D.Lgs. 19.8.2005, n. 192; Dir. 2010/31/UE; UNI EN 15193; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.

**01.01.R10 Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.

**Prestazioni:**

Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

**Livello minimo della prestazione:**

Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

*Riferimenti normativi:*

D. M. Ambiente 8.5.2003, n.203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C. M. Ambiente 15.7.2005, n.5205; Dir. 2008/98/CE; C. M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.

## **ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- 01.01.01 Anemometro
- 01.01.02 Cavidotti interrati
- 01.01.03 Circuito di raffreddamento
- 01.01.04 Conduttori di protezione
- 01.01.05 Convertitore statico
- 01.01.06 Dispositivi ausiliari
- 01.01.07 Dispositivo di generatore
- 01.01.08 Dispositivo di interfaccia
- 01.01.09 Dispositivo generale
- 01.01.10 Generatore
- 01.01.11 Generatore asincrono a gabbia di scoiattolo
- 01.01.12 Generatore asincrono doubly feed
- 01.01.13 Generatore sincrono a magneti permanenti (direct drive)
- 01.01.14 Generatore sincrono ad avvolgimento
- 01.01.15 Inverter per impianti eolici
- 01.01.16 Moltiplicatore di giri
- 01.01.17 Mozzo
- 01.01.18 Navicella e sistema di imbardata
- 01.01.19 Pale eoliche
- 01.01.20 Quadro di comando e regolazione
- 01.01.21 Rotore
- 01.01.22 Scaricatori di sovratensione
- 01.01.23 Sistema di controllo angolo di pitch
- 01.01.24 Sistema di controllo del passo
- 01.01.25 Sistema di controllo di stallo
- 01.01.26 Sistema di dispersione
- 01.01.27 Sistema di equipotenzializzazione
- 01.01.28 Sistema frenante
- 01.01.29 Raddrizzatore trifase passivo
- 01.01.30 Torri cilindriche in acciaio
- 01.01.31 Torri ibride
- 01.01.32 Traliccio
- 01.01.33 Trasformatore di isolamento
- 01.01.34 Turbina eolica ad asse verticale
- 01.01.35 Turbina ad asse orizzontale

## Anemometro

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

L'anemometro è lo strumento necessario per monitorare la velocità e la direzione del vento nell'arco del tempo; tale monitoraggio risulta fondamentale per il corretto funzionamento del sistema eolico.

L'anemometro è dotato di sensori esterni per la misura della temperatura, dell'umidità, della quantità di pioggia; se vengono collegati tutti i sensori l'anemometro fornisce anche dati meteo completi come la temperatura, l'umidità e la pressione ecc.

Gli anemometri moderni sono costituiti da una consolle che è generalmente interfacciabile con un PC sul quale, mediante apposito software, è possibile archiviare e visualizzare i dati registrati.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.01.A01 Anomalie sensore

Difetti di funzionamento del sensore rotativo.

#### 01.01.01.A02 Anomalie sistema di trasmissione

Difetti di funzionamento del sistema di trasmissione dati sensori-consolle.

#### 01.01.01.A03 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.01.C01 Controllo generale

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo a vista*

Eseguire un controllo dei sensori in seguito ad eventi meteo eccezionali.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie sistema di trasmissione;* 2) *Anomalie sensore.*
- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

#### 01.01.01.C02 Funzionalità sensore

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Effettuare il test di funzionamento ad ogni messa in funzione.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie sensore.*
- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

#### 01.01.01.C03 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.01.I01 Sostituzione sensori

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i sensori quando danneggiati e/o usurati.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## Cavidotti interrati

Unità Tecnologica: 01.01

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori deve essere trasportata alla rete principale attraverso una serie di cavidotti (di solito realizzati in cemento armato ed interrati) all'interno dei quali vengono stesi cavi elettrici del tipo ARG7H1 RX.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.02.A01 Corrosione armature

Corrosione delle armature dei cavidotti con evidenti segni di decadimento delle stesse evidenziato con cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

### 01.01.02.A02 Erosione

Erosione del suolo all'esterno del cavidotto che è solitamente causata dall'infiltrazione di terra.

### 01.01.02.A03 Penetrazione di radici

Penetrazione all'interno dei condotti di radici vegetali che provocano intasamento del sistema.

### 01.01.02.A04 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.02.C01 Controllo tenuta

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare l'integrità dei cavidotti con particolare attenzione ai raccordi tra i vari tronchi.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione armature*; 2) *Erosione*; 3) *Penetrazione di radici*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### 01.01.02.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.02.I01 Ripristini

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire un ripristino dei tratti di cavidotto danneggiati e/o deteriorati.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

**Elemento Manutenibile: 01.01.03**

## Circuito di raffreddamento

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

I sistemi eolici realizzati con aerogeneratori di grandi dimensioni sono anche dotati di sistemi di raffreddamento; tali sistemi sono generalmente realizzati con un circuito ad acqua per il generatore e per il convertitore statico e con un circuito ad olio per il raffreddamento del moltiplicatore di giri.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.03.R01 (Attitudine al) controllo del rumore prodotto

*Classe di Requisiti: Acustici*

*Classe di Esigenza: Benessere*

Le pale del rotore durante il funzionamento devono garantire un livello di rumore entro i limiti prescritti dalla legge in materia di acustica ambientale.

**Prestazioni:**

I rotorii devono funzionare in modo da mantenere il livello di rumore nei limiti indicati dalla normativa. Tali valori possono essere oggetto di verifiche che vanno eseguite sia con gli impianti funzionanti che con gli impianti fermi.

**Livello minimo della prestazione:**

Il valore del livello di pressione  $L_p$  misurato deve essere inferiore a quello imposto dalla normativa dove:

$$L_p = L_w - 20 \text{ Log}(r) - A_h - 8 \text{ dB}$$

Per l'esecuzione delle verifiche devono essere noti i valori di  $L_w$  dichiarati dal produttore dell'aerogeneratore.

*Riferimenti normativi:*

Legge 26.10.1995, n. 447; D.P.C.M. 1.3.1991.

**ANOMALIE RICONTRABILI****01.01.03.A01 Anomalie delle sonde termiche**

Difetti di funzionamento delle sonde termiche.

**01.01.03.A02 Anomalie dei termoregolatori**

Difetti di funzionamento dei termoregolatori.

**01.01.03.A03 Difetti di tenuta**

Perdita del fluido di raffreddamento.

**01.01.03.A04 Difetti di pressione**

Valori della pressione del fluido di raffreddamento inferiori a quella di esercizio.

**01.01.03.A05 Difetti delle connessioni**

Difetti di funzionamento delle connessioni dovuti ad ossidazioni, scariche, deformazioni, surriscaldamenti.

**01.01.03.A06 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

**CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO****01.01.03.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare lo stato generale del sistema di raffreddamento e che non ci siano perdite di olio e/o acqua.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo del rumore prodotto.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie delle sonde termiche;* 2) *Anomalie dei termoregolatori;* 3) *Difetti delle connessioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**01.01.03.C02 Controllo vasca olio**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Ispezione*

Verificare che la vasca di raccolta dell'olio sia efficiente.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di pressione.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**01.01.03.C03 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO****01.01.03.I01 Sostituzione olio**

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire la sostituzione dell'olio di raffreddamento.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.04**

# Conduttori di protezione

Unità Tecnologica: 01.01  
Sistemi eolici

La norma CEI 64-8/4 prescrive il collegamento al nodo di terra mediante il conduttore di protezione delle strutture metalliche dell'aerogeneratore quali la struttura metallica dei quadri, i convertitori, gli involucri dei componenti in tensione che non siano in doppio isolamento.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.04.R01 Resistenza alla corrosione

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

#### **Prestazioni:**

La resistenza alla corrosione degli elementi e dei conduttori di protezione viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma UNI ISO 9227.

#### **Livello minimo della prestazione:**

La valutazione della resistenza alla corrosione viene definita con una prova di alcuni campioni posti in una camera a nebbia salina per un determinato periodo. Al termine della prova devono essere soddisfatti i criteri di valutazione previsti (aspetto dopo la prova, tempo impiegato per la prima corrosione, variazioni di massa, difetti riscontrabili, ecc.) secondo quanto stabilito dalla norma UNI ISO 9227.

*Riferimenti normativi:*

D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; Legge 1.3.1968, n. 186; CEI 64-8; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI S/423.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.04.A01 Corrosione

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

### 01.01.04.A02 Difetti di connessione

Difetti di connessione delle masse con conseguente interruzione della continuità dei conduttori fino al nodo equipotenziale.

### 01.01.04.A03 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.04.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Verificare con controlli a campione che i conduttori di protezione arrivino fino al nodo equipotenziale.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza alla corrosione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di connessione.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.04.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.04.I01 Sostituzione conduttori di protezione

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i conduttori di protezione danneggiati o deteriorati.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

**Elemento Manutenibile: 01.01.05**

## Convertitore statico

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il convertitore statico (comunemente chiamato inverter) è un dispositivo elettronico che trasforma l'energia continua (prodotta dal generatore eolico) in energia alternata (monofase o trifase) che può essere utilizzata da un'utenza oppure essere immessa in rete. I convertitori possono essere:

- convertitori c.c./c.a.: apparecchiature statiche o macchine rotanti usualmente impiegate per trasferire l'energia in c.c. sulla rete in c.a. Se reversibili, i convertitori c.c./c.a. consentono il trasferimento di potenza dalla corrente continua alla corrente alternata e viceversa;
- convertitori c.a./c.a.: apparecchiature statiche o rotanti capaci di convertire potenza elettrica da una frequenza ad un'altra. I convertitori statici c.a./c.a. reversibili consentono il trasferimento di potenza tra reti alternate a frequenza diversa.

Il dispositivo di conversione statica deve prevedere:

- la separazione metallica fra la rete pubblica in c.a. e la parte in c.c. del convertitore/protezione sensibile alla componente continua;
- un sistema di regolazione del fattore di potenza.

Il convertitore deve prevedere un dispositivo di separazione metallica tra la rete pubblica in c.a. e la parte in c.c. Tale prescrizione risulta valida anche quando il circuito in c.c. risulti interno al convertitore.

Come elemento separatore è utilizzabile un trasformatore di isolamento a bassa frequenza posto tra la rete pubblica e lato c.a. del convertitore.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

#### 01.01.05.R01 Controllo della potenza

*Classe di Requisiti: Controllabilità tecnologica*

*Classe di Esigenza: Controllabilità*

Il convertitore statico deve garantire il perfetto accoppiamento tra la tensione in uscita dal generatore e il range di tensioni in ingresso dal convertitore.

**Prestazioni:**

Il convertitore deve assicurare che il valore della corrente in uscita deve essere inferiore al valore massimo della corrente supportata dallo stesso.

**Livello minimo della prestazione:**

La potenza massima  $P_{inv}$  destinata ad un inverter deve essere compresa tra la potenza massima consigliata in ingresso del convertitore  $P_{pv}$  ridotta del 20% con tolleranza non superiore al 5%:  $P_{pv} (-20\%) < P_{inv} < P_{pv} (+5\%)$ .

*Riferimenti normativi:*

D.Lgs. 29.12.2003, n. 387; CEI EN 60904; CEI EN 61727; CEI EN 61215; CEI EN 60099; CEI EN 61724; CEI 11-20.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.05.A01 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

#### 01.01.05.A02 Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

#### 01.01.05.A03 Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### 01.01.05.A04 Emissioni elettromagnetiche

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

#### 01.01.05.A05 Infiltrazioni

Fenomeni di infiltrazioni di acqua all'interno dell'alloggiamento dell'inverter.

#### 01.01.05.A06 Scariche atmosferiche

Danneggiamenti del sistema di protezione dell'inverter dovuti agli effetti delle scariche atmosferiche.

#### 01.01.05.A07 Sovratensioni

Valori della tensione e della frequenza elettrica superiore a quella ammessa dall'inverter per cui si verificano malfunzionamenti.

### 01.01.05.A08 Sbalzi di tensione

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.05.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Verificare lo stato di funzionamento del quadro di parallelo invertitori misurando alcuni parametri quali le tensioni, le correnti e le frequenze di uscita dall'inverter. Effettuare le misurazioni della potenza in uscita su inverter-rete.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### 01.01.05.C02 Verifica messa a terra

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Controllo*

Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra (quando previsto) dell'inverter.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Scariche atmosferiche*; 2) *Sovratensioni*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### 01.01.05.C03 Verifica protezioni

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare il corretto funzionamento dei fusibili e degli interruttori automatici dell'inverter.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili*; 2) *Difetti agli interruttori*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### 01.01.05.C04 Controllo energia prodotta

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi*; 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.05.I01 Pulizia generale

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### 01.01.05.I02 Serraggio

*Cadenza: ogni anno*

Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### 01.01.05.I03 Sostituzione inverter

*Cadenza: ogni 3 anni*

Eseguire la sostituzione dell'inverter quando usurato o per un adeguamento alla normativa.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

**Elemento Manutenibile: 01.01.06**

## Dispositivi ausiliari

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

I principali dispositivi ausiliari montati all'interno della navicella comprendono un dispositivo idraulico per lubrificare il moltiplicatore di giri o le altre parti meccaniche e scambiatori di calore per il raffreddamento dell'olio e del generatore, ivi compresi pompe e ventilatori. Sulla sommità della navicella sono installati anemometri e banderuole per il controllo della turbina, luci di segnalazione per gli aerei ed un'eventuale piattaforma di supporto per la discesa da elicottero (per l'accesso alle turbine off-shore). Per migliorare l'affidabilità dell'aerogeneratore vengono impiegati diversi sensori che monitorano lo stato dei vari componenti e segnalano eventuali malfunzionamenti che necessitano di operazioni di manutenzione. Ciò è particolarmente critico per gli impianti eolici in mare, ai quali non è facile accedere.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.06.A01 Anomalie sensore**

Difetti di funzionamento del sensore rotativo.

### **01.01.06.A02 Anomalie sistema di trasmissione**

Difetti di funzionamento del sistema di trasmissione dati sensori-consolle.

### **01.01.06.A03 Anomalie delle sonde termiche**

Difetti di funzionamento delle sonde termiche.

### **01.01.06.A04 Anomalie dei termoregolatori**

Difetti di funzionamento dei termoregolatori.

### **01.01.06.A05 Difetti di tenuta**

Perdita del fluido di raffreddamento.

### **01.01.06.A06 Difetti di pressione**

Valori della pressione del fluido di raffreddamento inferiori a quella di esercizio.

### **01.01.06.A07 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.06.C01 Controllo generale**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo a vista*

Eseguire un controllo dei sensori in seguito ad eventi meteo eccezionali.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie sistema di trasmissione*; 2) *Anomalie sensore*.
- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

### **01.01.06.C02 Controllo sistema di raffreddamento**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare lo stato generale del sistema di raffreddamento e che non ci siano perdite di olio e/o acqua.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie delle sonde termiche*; 2) *Anomalie dei termoregolatori*; 3) *Difetti di tenuta*; 4) *Difetti di pressione*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### **01.01.06.C03 Funzionalità sensore**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Effettuare il test di funzionamento ad ogni messa in funzione.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie sensore*.
- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

### **01.01.06.C04 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.06.I01 Sostituzione sensori**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i sensori quando danneggiati e/o usurati.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

### **01.01.06.I02 Sostituzione olio**

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire la sostituzione dell'olio di raffreddamento.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## **Elemento Manutenibile: 01.01.07**

# **Dispositivo di generatore**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

E' installato a monte del dispositivo di interfaccia nella direzione del flusso di energia ed è generalmente costituito da un interruttore automatico con sganciatore di apertura (per impianti a bassa tensione). Esso è essenzialmente costituito da un interruttore automatico magnetotermico che deve essere opportunamente dimensionato per garantire la protezione delle componenti dei circuiti e dei cablaggi da sovracorrenti e cortocircuiti.

Il dispositivo di generatore viene installato in numero pari a quello degli aerogeneratori e interviene in caso di guasto escludendo dall'erogazione di potenza l'aerogeneratore di competenza.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.07.A01 Anomalie dei contatti ausiliari**

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

### **01.01.07.A02 Anomalie delle molle**

Difetti di funzionamento delle molle.

### **01.01.07.A03 Anomalie degli sganciatori**

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

### **01.01.07.A04 Corti circuiti**

Corti circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi), ad altro.

### **01.01.07.A05 Difetti di funzionamento**

Difetti del dispositivo di generatore dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### **01.01.07.A06 Difetti di taratura**

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

### **01.01.07.A07 Disconnessione dell'alimentazione**

Disconnessione dell'alimentazione dovuta a difetti di messa a terra, di sovraccarico di tensione di alimentazione, di corto circuito imprevisto.

### **01.01.07.A08 Surriscaldamento**

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

### **01.01.07.A09 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.07.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la corretta pressione di serraggio dei cavi di connessione; controllare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione onde evitare corti circuiti.

• Anomalie riscontrabili: 1) Corti circuiti; 2) Difetti di funzionamento; 3) Difetti di taratura; 4) Disconnessione dell'alimentazione; 5) Surriscaldamento; 6) Anomalie degli sganciatori.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.07.C02 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.07.I01 Sostituzioni

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire, quando usurati o non più rispondenti alle norme, i dispositivi di generatore.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

Elemento Manutenibile: 01.01.08

## Dispositivo di interfaccia

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Il dispositivo di interfaccia è un teleruttore comandato da una protezione di interfaccia; le protezioni di interfaccia possono essere realizzate da relè di frequenza e tensione o dal sistema di controllo inverter. Il dispositivo di interfaccia è un interruttore automatico con bobina di apertura a mancanza di tensione.

Ha lo scopo di isolare l'impianto quando:

- i parametri di frequenza e di tensione dell'energia che si immette in rete sono fuori i massimi consentiti;
- c'è assenza di tensione di rete (per esempio durante lavori di manutenzione su rete pubblica).

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.08.A01 Anomalie della bobina

Difetti di funzionamento della bobina di avvolgimento.

### 01.01.08.A02 Anomalie del circuito magnetico

Difetti di funzionamento del circuito magnetico mobile.

### 01.01.08.A03 Anomalie dell'elettromagnete

Vibrazioni dell'elettromagnete del contattore dovute ad alimentazione non idonea.

### 01.01.08.A04 Anomalie della molla

Difetti di funzionamento della molla di ritorno.

### 01.01.08.A05 Anomalie delle viti serrafili

Difetti di tenuta delle viti serrafilo.

### 01.01.08.A06 Difetti dei passacavo

Difetti di tenuta del coperchio passacavi.

### 01.01.08.A07 Rumorosità

Eccessivo livello del rumore dovuto ad accumuli di polvere sulle superfici.

### 01.01.08.A08 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.08.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i fili siano ben serrati dalle viti e che i cavi siano ben sistemati nel coperchio passacavi. Nel caso di eccessivo rumore smontare il contattore e verificare lo stato di pulizia delle superfici dell'elettromagnete e della bobina.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie della bobina;* 2) *Anomalie del circuito magnetico;* 3) *Anomalie della molla;* 4) *Anomalie delle viti serrafili;* 5) *Difetti dei passacavo;* 6) *Anomalie dell'elettromagnete;* 7) *Rumorosità.*

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.08.C02 Verifica tensione

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Misurare la tensione di arrivo ai morsetti utilizzando un voltmetro.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dell'elettromagnete.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.08.C03 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.08.I01 Pulizia**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire la pulizia delle superfici rettifiche dell'elettromagnete utilizzando benzina o tricloretilene.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.08.I02 Serraggio cavi**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Effettuare il serraggio di tutti i cavi in entrata e in uscita dal dispositivo di interfaccia.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.08.I03 Sostituzione bobina**

*Cadenza: a guasto*

Effettuare la sostituzione della bobina quando necessario con altra dello stesso tipo.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **Elemento Manutenibile: 01.01.09**

## **Dispositivo generale**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il dispositivo generale è un dispositivo installato all'origine della rete del produttore immediatamente prima del punto di consegna ed in condizioni di aperto esclude l'intera rete del cliente produttore dalla rete pubblica. E' solitamente:

- un sezionatore quadripolare nelle reti trifase;
- un sezionatore bipolare nelle reti monofase.

### **ANOMALIE RISCOINTRABILI**

#### **01.01.09.A01 Anomalie dei contatti ausiliari**

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

#### **01.01.09.A02 Anomalie delle molle**

Difetti di funzionamento delle molle.

#### **01.01.09.A03 Anomalie degli sganciatori**

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

#### **01.01.09.A04 Corto circuiti**

Corto circuiti dovuti a difetti nell'impianto di messa a terra, a sbalzi di tensione (sovraccarichi) o ad altro.

#### **01.01.09.A05 Difetti delle connessioni**

Difetti di serraggio delle connessioni in entrata ed in uscita dai sezionatori.

#### **01.01.09.A06 Difetti ai dispositivi di manovra**

Difetti agli interruttori dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

#### **01.01.09.A07 Difetti di taratura**

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

### 01.01.09.A08 Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto da ossidazione delle masse metalliche.

### 01.01.09.A09 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.09.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la funzionalità dei dispositivi di manovra dei sezionatori. Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione onde evitare corto circuiti.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Corto circuiti*; 2) *Difetti ai dispositivi di manovra*; 3) *Difetti di taratura*; 4) *Surriscaldamento*; 5) *Anomalie degli sganciatori*.

• Ditte specializzate: *Elettricista*.

### 01.01.09.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

• Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.

• Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.09.I01 Sostituzioni

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire, quando usurato o non più rispondente alle norme, il dispositivo generale.

• Ditte specializzate: *Elettricista*.

## Elemento Manutenibile: 01.01.10

# Generatore

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Per catturare l'energia del vento e trasformarla in energia elettrica si utilizzano macchine eoliche definite generatori eolici che possono essere classificate in due gruppi ben distinti in funzione del tipo di modulo base adoperato :

- generatori eolici ad asse verticale;
- generatori eolici ad asse orizzontale.

Un generatore eolico ad asse verticale (VAWT - Vertical Axis Wind Turbines) è formato da una ridotta quantità di parti mobili nella sua struttura; tale condizione conferisce al generatore un'alta resistenza alle forti raffiche di vento e la possibilità di sfruttare qualsiasi direzione del vento senza doversi riorientare continuamente. È una macchina molto versatile, adatta all'uso domestico come alla produzione centralizzata di energia elettrica nell'ordine di Gigawatt.

Un generatore eolico ad asse orizzontale (HAWT - Horizontal Axis Wind Turbines) è formato da un involucro (gondola) che contiene un generatore elettrico azionato da un rotore a pale lunghe circa 20 metri (solitamente 2 o 3). Esso genera una potenza molto variabile: tipicamente 600 chilowatt che equivale al fabbisogno elettrico giornaliero di 500 famiglie o di 1000 case.

Il mulino a vento è un esempio storico di generatore ad asse orizzontale. Come i generatori ad asse verticale anche quelli ad asse orizzontale richiedono una velocità minima di 3-5 m/s ed erogano la potenza di progetto ad una velocità del vento di 12-14 m/s. Ad elevate velocità (20-25 m/s) l'aerogeneratore viene bloccato dal sistema frenante per ragioni di sicurezza.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.10.A01 Anomalie avvolgimenti

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

### 01.01.10.A02 Anomalie cuscinetti

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

### 01.01.10.A03 Rumorosità

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

#### **01.01.10.A04 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.10.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la temperatura e la rumorosità dei cuscinetti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*; 2) *Anomalie cuscinetti*; 3) *Rumorosità*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### **01.01.10.C02 Verifica isolamento**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Misurazioni*

Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### **01.01.10.C03 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.10.I01 Sostituzione avvolgimenti**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

**Elemento Manutenibile: 01.01.11**

## **Generatore asincrono a gabbia di scoiattolo**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Un generatore asincrono a gabbia di scoiattolo viene utilizzato nelle turbine eoliche a velocità variabile mediante l'interposizione di un convertitore elettronico tra il generatore e la rete. La funzione del convertitore è quella di disaccoppiare e svincolare la frequenza del campo magnetico rotante dalla frequenza della rete; la frequenza del campo magnetico rotante viene quindi modulata per controllare la velocità di rotazione del rotore. Analogamente alla configurazione doubly-feed, vi è un sistema elettronico di potenza, ma posto sullo statore del generatore. Essendo un generatore ad induzione necessita comunque di assorbire potenza reattiva per il funzionamento, la quale può essere fornita dal convertitore stesso.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.11.A01 Anomalie avvolgimenti**

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

#### **01.01.11.A02 Anomalie convertitore**

Difetti di funzionamento del convertitore elettronico di frequenza.

#### **01.01.11.A03 Anomalie cuscinetti**

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

#### **01.01.11.A04 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

#### **01.01.11.A05 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.11.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Verificare i valori del campo magnetico generato dal generatore mediante misurazioni con strumentazioni idonee.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*; 2) *Anomalie cuscinetti*; 3) *Rumorosità*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### 01.01.11.C02 Verifica isolamento

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Misurazioni*

Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### 01.01.11.C03 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.11.I01 Sostituzione avvolgimenti

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### 01.01.11.I02 Sostituzione convertitore

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire il convertitore elettronico quando danneggiato e/o usurato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

## Elemento Manutenibile: 01.01.12

# Generatore asincrono doubly feed

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Il generatore asincrono doubly feed è il generatore asincrono ad avvolgimento ed è accoppiato ad un sistema di alimentazione del rotore che viene controllato da un convertitore del tipo bistadio. Con questo sistema è possibile regolare le grandezze elettriche del rotore in modo da ottenere il valore di scorrimento richiesto dal sistema (tale valore serve per controllare la velocità mediante la combinazione della coppia frenante che si combina con la coppia della turbina).

Questo tipo di generatore viene molto utilizzato nei sistemi eolici di grande taglia in quanto è possibile il funzionamento a giri variabili ma a velocità non eccessiva.

## ANOMALIE RISCOINTRABILI

### 01.01.12.A01 Anomalie avvolgimenti

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

### 01.01.12.A02 Anomalie convertitore

Difetti di funzionamento del convertitore elettronico di frequenza.

### 01.01.12.A03 Anomalie cuscinetti

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

#### **01.01.12.A04 Eccessivi valori di scorrimento**

Valori eccessivi dei parametri di scorrimento per cui si verificano malfunzionamenti.

#### **01.01.12.A05 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

#### **01.01.12.A06 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.12.C01 Controllo parametri di funzionamento**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Registrazione*

Verificare che i parametri di funzionamento del generatore siano quelli di progetto per evitare malfunzionamenti (grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina).

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*; 2) *Anomalie cuscinetti*; 3) *Rumorosità*.
- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

#### **01.01.12.C02 Verifica isolamento**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Misurazioni*

Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### **01.01.12.C03 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.12.I01 Settaggio parametri**

*Cadenza: quando occorre*

Ripristinare i parametri di progetto quali grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

#### **01.01.12.I02 Sostituzione avvolgimenti**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### **01.01.12.I03 Sostituzione convertitore**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire il convertitore elettronico quando danneggiato e/o usurato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

**Elemento Manutenibile: 01.01.13**

## **Generatore sincrono a magneti permanenti (direct drive)**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il generatore sincrono a magneti permanenti (direct drive) ha un convertitore a due stadi in grado di portare frequenza e tensione del generatore ai valori di rete nonostante funzioni con diverse velocità di rotazione. Con questo tipo di generatore non serve il

moltiplicatore di giri ma occorrono sistemi di gestione elettronici. Attualmente il generatore direct drive viene utilizzato nei sistemi eolici di piccola taglia.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.13.A01 Anomalie avvolgimenti**

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

### **01.01.13.A02 Anomalie convertitore**

Difetti di funzionamento del convertitore elettronico di frequenza.

### **01.01.13.A03 Anomalie cuscinetti**

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

### **01.01.13.A04 Eccessivi valori di scorrimento**

Valori eccessivi dei parametri di scorrimento per cui si verificano malfunzionamenti.

### **01.01.13.A05 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

### **01.01.13.A06 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.13.C01 Controllo parametri di funzionamento**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Registrazione*

Verificare che i parametri di funzionamento del generatore siano quelli di progetto per evitare malfunzionamenti (grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina).

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*; 2) *Anomalie cuscinetti*; 3) *Rumorosità*.
- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

### **01.01.13.C02 Verifica isolamento**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Misurazioni*

Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### **01.01.13.C03 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.13.I01 Settaggio parametri**

*Cadenza: quando occorre*

Ripristinare i parametri di progetto quali grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

### **01.01.13.I02 Sostituzione avvolgimenti**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### **01.01.13.I03 Sostituzione convertitore**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire il convertitore elettronico quando danneggiato e/o usurato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

## Generatore sincrono ad avvolgimento

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Nel generatore sincrono ad avvolgimento (chiamato anche alternatore) il rotore è costituito da un elettromagnete a corrente continua. La frequenza della tensione prodotta dallo statore è direttamente proporzionale alla velocità di rotazione del rotore.

Per consentire un funzionamento a velocità variabile si interpone, tra alternatore e rete, un convertitore di frequenza; questo convertitore trasforma, mediante un raddrizzatore elettronico, dapprima la corrente a frequenza variabile (in funzione della velocità del rotore e quindi del vento) in uscita dal generatore in corrente continua e successivamente riconverte la corrente continua in corrente alternata a frequenza di rete tramite un inverter.

Grazie al motore sincrono ed al convertitore di frequenza, quando la forza del vento aumenta improvvisamente, il rotore è lasciato libero di accelerare per alcuni secondi: l'incremento di velocità di rotazione accumula energia cinetica nel rotore stesso e consente un'erogazione costante di potenza. Quando il vento cala l'energia immagazzinata nel rotore viene rilasciata nel rallentamento del rotore stesso.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.14.A01 Anomalie avvolgimenti

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

#### 01.01.14.A02 Anomalie convertitore

Difetti di funzionamento del convertitore elettronico di frequenza.

#### 01.01.14.A03 Anomalie cuscinetti

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

#### 01.01.14.A04 Anomalie raddrizzatore

Difetti di funzionamento del raddrizzatore di frequenza elettrica.

#### 01.01.14.A05 Eccessivi valori di scorrimento

Valori eccessivi dei parametri di scorrimento per cui si verificano malfunzionamenti.

#### 01.01.14.A06 Rumorosità

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

#### 01.01.14.A07 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.14.C01 Controllo parametri di funzionamento

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Registrazione*

Verificare che i parametri di funzionamento del generatore siano quelli di progetto per evitare malfunzionamenti (grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina).

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*; 2) *Anomalie cuscinetti*; 3) *Rumorosità*.
- Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

#### 01.01.14.C02 Verifica isolamento

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Misurazioni*

Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*.
- Ditte specializzate: *Elettricista*.

#### 01.01.14.C03 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.14.I01 Settaggio parametri

*Cadenza: quando occorre*

Ripristinare i parametri di progetto quali grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

### 01.01.14.I02 Sostituzione avvolgimenti

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.14.I03 Sostituzione convertitore

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire il convertitore elettronico quando danneggiato e/o usurato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

### 01.01.14.I04 Sostituzione raddrizzatore

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire il raddrizzatore elettronico quando danneggiato e/o usurato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## Elemento Manutenibile: 01.01.15

# Inverter per impianti eolici

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Gli inverter convertono la corrente continua in uscita da ogni singola turbina in corrente alternata pronta per essere inviata alla rete di distribuzione. Gli inverter per applicazioni eoliche sono composti da un'unità completamente sigillata per resistere alle condizioni ambientali più estreme e possono essere dotati di dissipatore integrato.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.15.R01 Controllo della potenza

*Classe di Requisiti: Controllabilità tecnologica*

*Classe di Esigenza: Controllabilità*

L'inverter deve garantire il perfetto accoppiamento tra la tensione in uscita dal generatore e il range di tensioni in ingresso dal convertitore.

#### **Prestazioni:**

L'inverter deve assicurare che il valore della corrente in uscita deve essere inferiore al valore massimo della corrente supportata dallo stesso.

#### **Livello minimo della prestazione:**

La potenza massima  $P_{inv}$  destinata ad un inverter deve essere compresa tra la potenza massima consigliata in ingresso del convertitore  $P_{pv}$  ridotta del 20% con tolleranza non superiore al 5%:  $P_{pv} (-20\%) < P_{inv} < P_{pv} (+5\%)$ .

*Riferimenti normativi:*

CEI 64-8.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.15.A01 Accumuli di materiale

Depositi di materiale e sporcizia che riduce la dispersione di calore.

### 01.01.15.A02 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### 01.01.15.A03 Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### 01.01.15.A04 Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### **01.01.15.A05 Emissioni elettromagnetiche**

Valori delle emissioni elettromagnetiche non controllate dall'inverter.

### **01.01.15.A06 Infiltrazioni**

Fenomeni di infiltrazioni di acqua all'interno dell'alloggiamento dell'inverter.

### **01.01.15.A07 Scariche atmosferiche**

Danneggiamenti del sistema di protezione dell'inverter dovuti agli effetti delle scariche atmosferiche.

### **01.01.15.A08 Sovratensioni**

Valori della tensione e della frequenza elettrica superiore a quella ammessa dall'inverter per cui si verificano malfunzionamenti.

### **01.01.15.A09 Sbalzi di tensione**

Sbalzi dei valori della tensione elettrica.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.15.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Verificare lo stato di funzionamento del quadro di parallelo invertitori misurando alcuni parametri quali le tensioni, le correnti e le frequenze di uscita dall'inverter. Effettuare le misurazioni della potenza in uscita su inverter-rete. Controllare che il sistema di dispersione del calore sia libero da ostruzioni e accumuli di materiale.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo della potenza.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sovratensioni;* 2) *Accumuli di materiale.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

### **01.01.15.C02 Verifica messa a terra**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Controllo*

Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra (quando previsto) dell'inverter.

- Requisiti da verificare: 1) *Limitazione dei rischi di intervento;* 2) *Resistenza meccanica;* 3) *Controllo della potenza.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Scariche atmosferiche;* 2) *Sovratensioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

### **01.01.15.C03 Verifica protezioni**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare il corretto funzionamento dei fusibili e degli interruttori automatici dell'inverter.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili;* 2) *Difetti agli interruttori.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.15.C04 Controllo energia prodotta**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: TEST - Controlli con apparecchiature*

Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *Controllo consumi;* 2) *Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Sbalzi di tensione.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.15.I01 Pulizia generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

### **01.01.15.I02 Serraggio**

*Cadenza: ogni anno*

Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori.

- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

### **01.01.15.I03 Sostituzione inverter**

*Cadenza: ogni 3 anni*

Eseguire la sostituzione dell'inverter quando usurato o per un adeguamento alla normativa.

- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.16**

## Moltiplicatore di giri

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il moltiplicatore di giri serve per trasformare la rotazione lenta delle pale in una rotazione più veloce in grado di far funzionare il generatore di elettricità.

### ANOMALIE RISCOINTRABILI

#### **01.01.16.A01 Anomalie del rotore**

Difetti di funzionamento del rotore.

#### **01.01.16.A02 Difetti di marcia**

Difetti nella marcia del motore per cui si verificano continui arresti e ripartenze.

#### **01.01.16.A03 Difetti di serraggio**

Difetti di tenuta dei serraggi dei vari bulloni.

#### **01.01.16.A04 Difetti dello statore**

Difetti di funzionamento dello statore.

#### **01.01.16.A05 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

#### **01.01.16.A06 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### **01.01.16.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che il motore giri correttamente e che il livello del rumore prodotto non sia eccessivo. Controllare che non si verifichino giochi o cigolii.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie del rotore;* 2) *Difetti di marcia;* 3) *Difetti di serraggio;* 4) *Difetti dello statore;* 5) *Rumorosità.*

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.16.C02 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*

- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### **01.01.16.I01 Revisione**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire lo smontaggio completo del motore per eseguirne la revisione.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

#### **01.01.16.I02 Serraggio bulloni**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Eseguire il serraggio di tutti i bulloni per evitare giochi e malfunzionamenti.

## **Mozzo**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il mozzo in una turbina eolica è il componente che connette le pale all'albero principale trasmettendo ad esso la potenza estratta dal vento ed ingloba i meccanismi di regolazione dell'angolo di Pitch. Il mozzo è solitamente di acciaio o di ferro ed è protetto esternamente da un involucro di forma ovale chiamato ogiva. Ci sono tre tipi principali di mozzo:

- rigido;
- oscillante (teetering);
- per pale incernierate.

Il mozzo rigido ha la funzione di mantenere le principali parti che lo costituiscono in posizione fissa rispetto all'albero principale. L'angolo di Pitch delle pale può comunque essere variato, ma non è consentito alcun altro movimento. È di fatto il tipo più utilizzato nei rotori a tre o più pale. Il mozzo rigido deve possedere una robustezza tale da sopportare i carichi dinamici trasmessi dalle pale e dovuti alle operazioni d'imbardata.

Il mozzo oscillante (utilizzato in quasi tutte le turbine a due pale) è progettato per ridurre i carichi aerodinamici sbilanciati trasmessi all'albero tipici dei rotori bipala, consentendo al rotore di oscillare di alcuni gradi rispetto alla direzione perpendicolare all'asse di rotazione dell'albero principale.

Il mozzo oscillante è stato principalmente abbinato a turbine con angolo di Pitch fisso, ma può anche essere utilizzato su turbine ad angolo variabile.

Il mozzo per pale incernierate è un mozzo rigido con vincoli a cerniera per le pale ed utilizzato dalle turbine sottovento per ridurre i carichi eccessivi durante i forti venti.

### **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

#### **01.01.17.R01 (Attitudine al) controllo del rumore prodotto**

*Classe di Requisiti: Acustici*

*Classe di Esigenza: Benessere*

Le pale del rotore durante il funzionamento devono garantire un livello di rumore entro i limiti prescritti dalla legge in materia di acustica ambientale.

##### **Prestazioni:**

I rotori devono funzionare in modo da mantenere il livello di rumore nei limiti indicati dalla normativa. Tali valori possono essere oggetto di verifiche che vanno eseguite sia con gli impianti funzionanti che con gli impianti fermi.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Il valore del livello di pressione  $L_p$  misurato deve essere inferiore a quello imposto dalla normativa dove:

$$L_p = L_w - 20 \log(r) - A_h - 8 \text{ dB}$$

Per l'esecuzione delle verifiche devono essere noti i valori di  $L_w$  dichiarati dal produttore dell'aerogeneratore.

*Riferimenti normativi:*

Legge 26.10.1995, n. 447; D.P.C.M. 1.3.1991.

### **ANOMALIE RISCOINTRABILI**

#### **01.01.17.A01 Anomalie mozzo**

Difetti di tenute dell'attacco mozzo-pale.

#### **01.01.17.A02 Anomalie cuscinetti**

Difetti di funzionamento dei cuscinetti delle pale.

#### **01.01.17.A03 Anomalie pale**

Deformazioni e/o imbarcamenti delle pale per cui si verificano malfunzionamenti.

#### **01.01.17.A04 Difetti sistema bloccaggio**

Difetti di funzionamento del sistema di bloccaggio del rotore.

#### **01.01.17.A05 Vibrazioni**

Difetti di serraggio delle pale al mozzo per cui si verificano fenomeni di vibrazioni.

#### **01.01.17.A06 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.17.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che le pale girino liberamente senza eccessivo rumore e senza vibrazioni.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo del rumore prodotto.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie pale;* 2) *Anomalie cuscinetti;* 3) *Vibrazioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.17.C02 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.17.I01 Lubrificazione**

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire il rabbocco dell'olio del sistema automatico lubrificante.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.18**

## **Navicella e sistema di imbardata**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

La navicella è una cabina realizzata in struttura metallica sulla quale è saldato il generatore e il rivestimento della cabina (quest'ultimo realizzato in materiale plastico rinforzato con fibre di vetro); all'interno della cabina sono ubicati tutti i componenti di un aerogeneratore ad eccezione, naturalmente, del rotore e del mozzo. La navicella è posizionata sulla cima della torre e può girare di 180° sul proprio asse. Per assicurare sempre il massimo rendimento dell'aerogeneratore è importante mantenere un allineamento più continuo possibile tra l'asse del rotore e la direzione del vento; tale allineamento (negli aerogeneratori di media e grossa taglia) è garantito da un servomeccanismo, detto sistema di imbardata, mentre nei piccoli aerogeneratori è sufficiente l'impiego di una pinna direzionale. Nel sistema di imbardata un sensore, la banderuola, indica lo scostamento dell'asse della direzione del vento e aziona un motore che riallinea la navicella.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.18.A01 Anomalie pinna di direzione**

Difetti di funzionamento della pinna direzionale.

### **01.01.18.A02 Anomalie sistema di imbardata**

Difetti di funzionamento del sistema di imbardata per cui si verificano disallineamenti delle pale.

### **01.01.18.A03 Corrosione**

Fenomeni di corrosione della struttura metallica della navicella.

### **01.01.18.A04 Difetti di movimento**

Difetti di rotazione della navicella

### **01.01.18.A05 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.18.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni settimana*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare che la navicella ruoti liberamente e che il sistema di imbardata sia funzionante.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie pinna di direzione*; 2) *Anomalie sistema di imbardata*; 3) *Corrosione*; 4) *Difetti di movimento*.

• Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

### **01.01.18.C02 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

• Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.

• Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.18.I01 Riallineamento**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire l'allineamento tra l'asse del rotore e la direzione del vento.

• Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.19**

# **Pale eoliche**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Le pale eoliche ad asse orizzontale sono costituite da due o tre pale solidali incernierate su di un asse parallelo alla direzione del vento. All'asse è collegato un generatore eolico di energia elettrica (dinamo od alternatore) ed il tutto, inscatolato in una apposita gondola, per la protezione dagli agenti atmosferici, è montato su una torre metallica di opportuna altezza.

Le pale eoliche hanno un opportuno profilo aerodinamico e talvolta la loro inclinazione varia con la direzione e velocità del vento.

Le pale eoliche ad asse verticale, costituite da un rotore con asse perpendicolare alla direzione del vento, hanno il vantaggio di poter sfruttare il vento proveniente da qualsiasi direzione e quindi essendo in continuo movimento offrono un rendimento più elevato. Sono impianti più versatili, adatti alla produzione di piccole e grandi quantità di energia, e pertanto sono quelli che oggi incontrano più favore.

Le pale possono essere realizzate in fibre di carbonio, in poliestere rinforzato con fibre di vetro.

## **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

### **01.01.19.R01 (Attitudine al) controllo del rumore prodotto**

*Classe di Requisiti: Acustici*

*Classe di Esigenza: Benessere*

Le pale del rotore durante il funzionamento devono garantire un livello di rumore entro i limiti prescritti dalla legge in materia di acustica ambientale.

#### **Prestazioni:**

Le pale devono funzionare in modo da mantenere il livello di rumore nei limiti indicati dalla normativa. Tali valori possono essere oggetto di verifiche che vanno eseguite sia con gli impianti funzionanti che con gli impianti fermi.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Il valore del livello di pressione  $L_p$  misurato deve essere inferiore a quello imposto dalla normativa dove:

$$L_p = L_w - 20 \log(r) - A_h - 8 \text{ dB}$$

Per l'esecuzione delle verifiche devono essere noti i valori di  $L_w$  dichiarati dal produttore dell'aerogeneratore.

*Riferimenti normativi:*

Legge 26.10.1995, n. 447; D.P.C.M. 1.3.1991.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.19.A01 Anomalie pale**

Difetti di conformazione delle pale dovuti ad eventi meteorici eccezionali.

### **01.01.19.A02 Difetti di funzionamento**

Difetti di funzionamento delle pale.

### **01.01.19.A03 Disallineamento**

Non perfetto allineamento delle pale per cui si verificano malfunzionamenti.

### **01.01.19.A04 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il normale funzionamento.

### **01.01.19.A05 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.19.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare il corretto funzionamento e l'allineamento delle pale.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie pale;* 2) *Difetti di funzionamento;* 3) *Disallineamento;* 4) *Rumorosità.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.19.C02 Controllo rumorosità**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Verificare con idonei strumenti il livello del rumore prodotto durante il normale funzionamento.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo del rumore prodotto.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Rumorosità;* 2) *Disallineamento.*
- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

### **01.01.19.C03 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.19.I01 Sostituzione pale**

*Cadenza: ogni 20 anni*

Sostituzione delle pale quando danneggiate e/o usurate.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

### **01.01.19.I02 Riallineamento pale**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il riallineamento delle pale quando necessario.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.20**

## **Quadro di comando e regolazione**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Nel quadro di comando e regolazione degli impianti ad energia eolica (connessi ad una rete elettrica) avviene la distribuzione dell'energia. In caso di consumi elevati o in assenza di alimentazione da parte degli aerogeneratori la corrente viene prelevata dalla rete pubblica. In caso contrario l'energia fotovoltaica eccedente viene di nuovo immessa in rete.

I quadri elettrici dedicati agli impianti ad energia eolica possono essere: quadro di campo e quadro di interfaccia rete.

Le strutture più elementari sono centralini da incasso, in materiale termoplastico autoestinguente, con indice di protezione IP40, fori asolati e guida per l'assemblaggio degli interruttori e delle morsette e devono essere del tipo stagno in materiale termoplastico con grado di protezione non inferiore a IP65.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.20.R01 Accessibilità

*Classe di Requisiti: Facilità d'intervento*

*Classe di Esigenza: Funzionalità*

I quadri devono essere facilmente accessibili per consentire un facile utilizzo sia nel normale funzionamento sia in caso di guasti.

**Prestazioni:**

E' opportuno che sia assicurata la qualità della progettazione, della fabbricazione e dell'installazione dei materiali e componenti con riferimento a quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

**Livello minimo della prestazione:**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

*Riferimenti normativi:*

D.M. Sviluppo Economico 22.1.2008, n. 37; IEC 60364-7-712.

### 01.01.20.R02 Identificabilità

*Classe di Requisiti: Facilità d'intervento*

*Classe di Esigenza: Funzionalità*

I quadri devono essere facilmente identificabili per consentire un facile utilizzo. Deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori nonché le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.

**Prestazioni:**

E' opportuno che gli elementi costituenti l'impianto elettrico siano realizzati e posti in opera secondo quanto indicato dalle norme e come certificato dalle ditte costruttrici di detti materiali e componenti.

**Livello minimo della prestazione:**

Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.

*Riferimenti normativi:*

D.M. Sviluppo Economico 22.1.2008, n. 37; IEC 60364-7-712.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.20.A01 Anomalie dei contattori

Difetti di funzionamento dei contattori.

### 01.01.20.A02 Anomalie dei fusibili

Difetti di funzionamento dei fusibili.

### 01.01.20.A03 Anomalie dei magnetotermici

Difetti di funzionamento degli interruttori magnetotermici.

### 01.01.20.A04 Anomalie dei relè

Difetti di funzionamento dei relè termici.

### 01.01.20.A05 Anomalie delle spie di segnalazione

Difetti di funzionamento delle spie e delle lampade di segnalazione.

### 01.01.20.A06 Depositi di materiale

Accumulo di polvere sui contatti che provoca malfunzionamenti.

### 01.01.20.A07 Difetti agli interruttori

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### 01.01.20.A08 Difetti di taratura

Difetti di taratura dei contattori, di collegamento o di taratura della protezione.

### 01.01.20.A09 Difetti di tenuta serraggi

Difetti di tenuta dei bulloni e dei morsetti.

### 01.01.20.A10 Surriscaldamento

Surriscaldamento che può provocare difetti di protezione e di isolamento. Può essere dovuto a ossidazione delle masse metalliche.

### 01.01.20.A11 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.20.C01 Verifica dei condensatori

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare l'integrità dei condensatori di rifasamento e dei contattori.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei contattori.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.20.C02 Verifica protezioni**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare il corretto funzionamento dei fusibili, degli interruttori automatici e dei relè termici.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie dei fusibili;* 2) *Anomalie dei magnetotermici;* 3) *Anomalie dei relè.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.20.C03 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.20.I01 Pulizia generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.20.I02 Serraggio**

*Cadenza: ogni anno*

Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### **01.01.20.I03 Sostituzione quadro**

*Cadenza: ogni 20 anni*

Eseguire la sostituzione del quadro quando usurato o per un adeguamento alla normativa.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## **Elemento Manutenibile: 01.01.21**

# **Rotore**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il rotore è costituito da un mozzo su cui sono fissate le pale realizzate generalmente in fibra di vetro.

I rotor a due pale sono meno costosi e girano a velocità più elevate; hanno lo svantaggio di essere più rumorosi e vibrano di più di quelli a tre pale.

Possono essere realizzati anche rotor con una sola pala che viene equilibrata da un contrappeso.

Ci sono anche rotor con numerose pale, di solito 24, che vengono impiegati per l'azionamento diretto di macchine come le pompe.

Sono stati messi a punto dei rotor con pale "mobili". Variando l'inclinazione delle pale al variare della velocità del vento è possibile mantenere costante la quantità di elettricità prodotta dall'aerogeneratore.

## **REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)**

### **01.01.21.R01 (Attitudine al) controllo del rumore prodotto**

*Classe di Requisiti: Acustici*

*Classe di Esigenza: Benessere*

Le pale del rotore durante il funzionamento devono garantire un livello di rumore entro i limiti prescritti dalla legge in materia di acustica ambientale.

**Prestazioni:**

I rotorii devono funzionare in modo da mantenere il livello di rumore nei limiti indicati dalla normativa. Tali valori possono essere oggetto di verifiche che vanno eseguite sia con gli impianti funzionanti che con gli impianti fermi.

**Livello minimo della prestazione:**

Il valore del livello di pressione  $L_p$  misurato deve essere inferiore a quello imposto dalla normativa dove:

$$L_p = L_w - 20 \text{ Log}(r) - A_h - 8 \text{ dB}$$

Per l'esecuzione delle verifiche devono essere noti i valori di  $L_w$  dichiarati dal produttore dell'aerogeneratore.

*Riferimenti normativi:*

Legge 26.10.1995, n. 447; D.P.C.M. 1.3.1991.

**ANOMALIE RICONTRABILI****01.01.21.A01 Anomalie mozzo**

Difetti di tenute dell'attacco mozzo-pale.

**01.01.21.A02 Anomalie cuscinetti**

Difetti di funzionamento dei cuscinetti delle pale.

**01.01.21.A03 Anomalie pale**

Deformazioni e/o imbarcamenti delle pale per cui si verificano malfunzionamenti.

**01.01.21.A04 Difetti sistema bloccaggio**

Difetti di funzionamento del sistema di bloccaggio del rotore.

**01.01.21.A05 Vibrazioni**

Difetti di serraggio delle pale al mozzo per cui si verificano fenomeni di vibrazioni.

**01.01.21.A06 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

**CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO****01.01.21.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che le pale girino liberamente senza eccessivo rumore e senza vibrazioni.

- Requisiti da verificare: 1) *(Attitudine al) controllo del rumore prodotto.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie pale;* 2) *Anomalie cuscinetti;* 3) *Vibrazioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**01.01.21.C02 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

**MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO****01.01.21.I01 Lubrificazione**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il rabbocco dell'olio lubrificante.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.22**

**Scaricatori di sovratensione**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Quando in un impianto elettrico la differenza di potenziale fra le varie fasi o fra una fase e la terra assume un valore di tensione maggiore al valore della tensione normale di esercizio, si è in presenza di una sovratensione.

A fronte di questi inconvenienti, è buona regola scegliere dispositivi idonei che assicurano la protezione degli impianti elettrici; questi dispositivi sono denominati scaricatori di sovratensione.

Generalmente gli scaricatori di sovratensione sono del tipo estraibili; sono progettati per scaricare a terra le correnti e sono costituiti da una cartuccia contenente un varistore la cui vita dipende dal numero di scariche e dall'intensità di corrente di scarica che fluisce nella cartuccia.

## **ANOMALIE RISCOINTRABILI**

### **01.01.22.A01 Anomalie dei contatti ausiliari**

Difetti di funzionamento dei contatti ausiliari.

### **01.01.22.A02 Anomalie delle molle**

Difetti di funzionamento delle molle.

### **01.01.22.A03 Anomalie degli sganciatori**

Difetti di funzionamento degli sganciatori di apertura e chiusura.

### **01.01.22.A04 Difetti agli interruttori**

Difetti agli interruttori magnetotermici e differenziali dovuti all'eccessiva polvere presente all'interno delle connessioni o alla presenza di umidità ambientale o di condensa.

### **01.01.22.A05 Difetti varistore**

Esaurimento del varistore delle cartucce dello scaricatore.

### **01.01.22.A06 Difetti spie di segnalazione**

Difetti delle spie luminose indicatrici del funzionamento.

### **01.01.22.A07 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.22.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle placchette, e dei coperchi delle cassette.

Controllare il corretto funzionamento delle spie di segnalazione della carica delle cartucce.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti varistore*; 2) *Difetti agli interruttori*; 3) *Anomalie degli sganciatori*.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

### **01.01.22.C02 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.

- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.22.I01 Sostituzioni cartucce**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, le cartucce dello scaricatore di sovratensione.

- Ditte specializzate: *Elettricista*.

**Elemento Manutenibile: 01.01.23**

## **Sistema di controllo angolo di pitch**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il sistema di controllo dell'angolo di Pitch interviene quando la velocità del vento diventa eccessiva; tale sistema aumentando l'angolo di pitch ferma il rotore fino alla "messa in bandiera" (il carico aerodinamico sulle pale viene in tal modo ridotto al minimo). Al crescere della velocità del vento, si può ridurre l'angolo di Pitch anziché aumentarlo allo scopo di causare intenzionalmente lo stallo e in modo da ridurre la potenza per metterle in bandiera. Alle alte velocità del vento il valor medio della potenza estratta è mantenuto prossimo al valore della potenza nominale del generatore. Quando la velocità del vento si mantiene al di sotto della potenza nominale l'angolo di Pitch è generalmente mantenuto fisso per limitare l'usura del meccanismo di regolazione (in queste condizioni si riduce l'efficienza della turbina ma migliora l'affidabilità complessiva del sistema).

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.23.A01 Difetti ai leverismi

Difetti di funzionamento dei dispositivi di leverismi.

### 01.01.23.A02 Difetti di taratura

Difetti di taratura del sistema di regolazione e controllo del dispositivo frenante.

### 01.01.23.A03 Difetti di tenuta

Difetti di tenuta del sistema idraulico con conseguente abbassamento del livello della pressione di esercizio.

### 01.01.23.A04 Instabilità

Fenomeni di instabilità per eccessiva velocità.

### 01.01.23.A05 Vibrazioni

Fenomeni di vibrazione per eccessiva velocità delle pale.

### 01.01.23.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.23.C01 Controllo generale

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare le condizioni generali del sistema e che lo stesso si attivi in caso di vento eccessivo.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti ai leverismi.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### 01.01.23.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.23.I01 Registrazione

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Eseguire la registrazione e la taratura del dispositivo di controllo del sistema frenante.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## Elemento Manutenibile: 01.01.24

# Sistema di controllo del passo

Unità Tecnologica: 01.01  
Sistemi eolici

Il sistema di controllo del passo è adoperato per il controllo della potenza nelle macchine a velocità variabile; è un dispositivo che agisce direttamente sull'angolo di incidenza tra vento e pale del rotore facendole ruotare sul proprio asse in modo da aumentare o diminuire la velocità di rotazione e di conseguenza la produzione dell'energia. Il sistema è realizzato mediante sensori che misurano la potenza in uscita e dopo averla confrontata con quella nominale della macchina effettuano l'inclinazione delle pale per mezzo di mini motori elettrici.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.24.A01 Anomalie motori elettrici

Difetti di funzionamento dei mini motori che regolano l'inclinazione delle pale.

### 01.01.24.A02 Anomalie sensori

Difetti di funzionamento dei sensori di rilevazione della potenza.

### 01.01.24.A03 Difetti ai leverismi

Difetti di funzionamento dei dispositivi di leverismi.

### 01.01.24.A04 Difetti di taratura

Difetti di taratura del sistema di regolazione e controllo del dispositivo frenante.

### 01.01.24.A05 Difetti di tenuta

Difetti di tenuta del sistema idraulico con conseguente abbassamento del livello della pressione di esercizio.

### 01.01.24.A06 Instabilità

Fenomeni di instabilità per eccessiva velocità.

### 01.01.24.A07 Vibrazioni

Fenomeni di vibrazione per eccessiva velocità delle pale.

### 01.01.24.A08 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.24.C01 Controllo generale

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare le condizioni di funzionamento dei sensori; verificare l'attivazione dei mini motori che regolano l'inclinazione delle pale. Controllare che non ci siano fenomeni di vibrazioni eccessivi in atto.

• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti ai leverismi; 2) Anomalie motori elettrici; 3) Anomalie sensori; 4) Difetti di taratura; 5) Instabilità; 6) Vibrazioni; 7) Difetti di tenuta.

• Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### 01.01.24.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.

• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.

• Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.24.I01 Registrazione

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Eeguire la registrazione e la taratura dei sensori.

• Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.24.I02 Sostituzione motori elettrici

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i motori che regolano l'inclinazione delle pale.

• Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

Elemento Manutenibile: 01.01.25

## Sistema di controllo di stallo

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

In una turbina eolica che ruota a velocità costante, al crescere della velocità del vento incidente, aumenta l'angolo di attacco delle pale. Oltre una certa velocità il flusso d'aria inizia a distaccarsi dalla superficie esterna delle pale, creando il cosiddetto fenomeno dello stallo. Tale fenomeno si presenta inizialmente in prossimità del mozzo e progredisce verso l'estremità della pala all'aumentare della velocità del vento, fornendo un meccanismo automatico passivo di regolazione della potenza.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.25.A01 Difetti ai leverismi

Difetti di funzionamento dei dispositivi di leverismi.

### 01.01.25.A02 Difetti di taratura

Difetti di taratura del sistema di regolazione e controllo del dispositivo frenante.

### 01.01.25.A03 Difetti di tenuta

Difetti di tenuta del sistema idraulico con conseguente abbassamento del livello della pressione di esercizio.

### 01.01.25.A04 Instabilità

Fenomeni di instabilità per eccessiva velocità.

### 01.01.25.A05 Vibrazioni

Fenomeni di vibrazione per eccessiva velocità delle pale.

### 01.01.25.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.25.C01 Controllo generale

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare le condizioni generali del sistema e che lo stesso si attivi in caso di vento eccessivo.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti ai leverismi.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### 01.01.25.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.25.I01 Registrazione

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Eseguire la registrazione e la taratura del dispositivo di controllo del sistema frenante.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.26**

## Sistema di dispersione

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il sistema di dispersione è l'insieme dei corpi metallici in contatto elettrico con il terreno utilizzati per disperdere correnti elettriche. Possono essere del tipo "intenzionale" o "di fatto".

Il sistema di dispersione intenzionale è installato unicamente con lo scopo di mettere a terra gli impianti elettrici mentre il dispersore di fatto è un corpo metallico in contatto diretto con il terreno (ad es. i ferri di armatura delle fondazioni degli aerogeneratori).

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.26.R01 Resistenza alla corrosione

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

#### **Prestazioni:**

La resistenza alla corrosione degli elementi e dei materiali del sistema di dispersione dell'impianto di messa a terra viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma UNI ISO 9227

#### **Livello minimo della prestazione:**

Per garantire un'adeguata protezione occorre che i dispersori di terra rispettino i valori di  $V_s$  indicati dalla norma UNI di settore.

*Riferimenti normativi:*

D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; Legge 1.3.1968, n. 186; CEI 64-8; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI S/423.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.26.A01 Corrosioni

Corrosione del materiale costituente il sistema di dispersione. Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

### 01.01.26.A02 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.26.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i componenti (quali connessioni, pozzetti, capicorda, ecc.) del sistema di dispersione siano in buone condizioni e non ci sia presenza di corrosione di detti elementi. Verificare inoltre la presenza dei cartelli indicatori degli schemi elettrici.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza alla corrosione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosioni.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.26.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.26.I01 Misura della resistività del terreno

*Cadenza: ogni 12 mesi*

Effettuare una misurazione del valore della resistenza di terra.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.26.I02 Sostituzione dispersori

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire i dispersori danneggiati o deteriorati.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.27**

## Sistema di equipotenzializzazione

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

I conduttori equipotenziali sono gli elementi che collegano le masse alle masse estranee e queste ultime tra di loro allo scopo di garantire l'equipotenzialità; i conduttori equipotenziali principali collegano al morsetto principale di terra le masse estranee.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.27.R01 Resistenza alla corrosione

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Il sistema di equipotenzializzazione dell'impianto deve essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

#### **Prestazioni:**

La resistenza alla corrosione dei conduttori equipotenziali principali e supplementari dell'impianto di messa a terra viene accertata con le prove e le modalità previste dalla norma di settore.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Per garantire un'adeguata protezione occorre che i conduttori equipotenziali principali e supplementari rispettino i valori di  $V_s$  indicati dalla norma UNI di settore.

*Riferimenti normativi:*

D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; Legge 1.3.1968, n. 186; CEI 64-8; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI S/423.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.27.A01 Corrosione

Evidenti segni di decadimento evidenziato da cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

### 01.01.27.A02 Difetti di serraggio

Difetti di serraggio dei bulloni del sistema di equipotenzializzazione.

### 01.01.27.A03 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.27.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i componenti (quali conduttori, ecc.) siano in buone condizioni. Verificare inoltre che siano in buone condizioni i serraggi dei bulloni.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza alla corrosione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione;* 2) *Difetti di serraggio.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.27.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.27.I01 Sostituzione degli equipotenzializzatori

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire gli equipotenzializzatori danneggiati o deteriorati.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.28**

## Sistema frenante

Il sistema frenante è un dispositivo di sicurezza che serve a bloccare l'aerogeneratore in caso di vento eccessivo; è generalmente costituito da due sistemi indipendenti di arresto delle pale:

- sistema di frenaggio aerodinamico;
- sistema di frenaggio meccanico.

Il sistema aerodinamico viene utilizzato per controllare la potenza dell'aerogeneratore, come freno di emergenza in caso di sovravelocità del vento e per arrestare il rotore.

Il sistema meccanico viene utilizzato per completare l'arresto del rotore e come freno di stazionamento.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.28.A01 Anomalie disco

Difetti di funzionamento del freno a disco del sistema idraulico.

### 01.01.28.A02 Anomalie pinze

Difetti di funzionamento delle pinze del sistema meccanico.

### 01.01.28.A03 Difetti ai leverismi

Difetti di funzionamento dei dispositivi di leverismi che azionano il paracadute.

### 01.01.28.A04 Difetti di serraggio

Difetti di serraggio del limitatore al paracadute.

### 01.01.28.A05 Difetti di taratura

Difetti di taratura del sistema di regolazione e controllo del dispositivo frenante.

### 01.01.28.A06 Difetti di tenuta

Difetti di tenuta del sistema idraulico con conseguente abbassamento del livello della pressione di esercizio.

### 01.01.28.A07 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.28.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare le condizioni generali e lo stato di usura del sistema di frenatura.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti ai leverismi.*
- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.28.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.28.I01 Registrazione

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Eseguire la registrazione e la taratura del dispositivo di controllo del sistema frenante.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

Elemento Manutenibile: 01.01.29

## Raddrizzatore trifase passivo

I raddrizzatori (o convertitori ac/dc) servono a convertire tensioni alternate in tensioni continue, nel caso dei sistemi eolici vengono utilizzati per migliorare l'efficienza del sistema.

Il raddrizzatore trifase passivo è un elemento delle applicazioni eoliche di piccole dimensioni che consente di deviare una parte di potenza proveniente dalla turbina su di un carico resistivo esterno; in genere il dispositivo è progettato per lavorare in combinazione agli inverter eolici di stringa monofase ed è dotato di protezioni quali uno scaricatore da sovratensione e un dispositivo che aziona un impianto frenante in caso di necessità per scaricare la tensione su un utenza di riserva.

### ANOMALIE RICONTRABILI

#### 01.01.29.A01 Anomalie fusibile

Difetti di funzionamento del fusibile di protezione del raddrizzatore.

#### 01.01.29.A02 Anomalie scaricatore

Anomalie di funzionamento dello scaricatore di sovratensione.

#### 01.01.29.A03 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.29.C01 Controllo corrente

*Cadenza: ogni mese*

*Tipologia: Ispezione*

Verificare la tensione della corrente in uscita.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie fusibile*; 2) *Anomalie scaricatore*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

#### 01.01.29.C02 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

### MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.29.I01 Sostituzione raddrizzatore

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire il raddrizzatore quando deteriorato e/o usurato.

- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

### Elemento Manutenibile: 01.01.30

## Torri cilindriche in acciaio

La torre è la parte più grande e più pesante dell'aerogeneratore; infatti la sua altezza va da 1 a 1,8 volte il diametro del rotore e viene determinata in base ad alcuni criteri:

- nei siti con alta turbolenza devono essere utilizzate torri alte per assicurare un'alta resa e un basso sforzo sulle macchine;
- le turbolenze diminuiscono con l'altezza dal suolo e di conseguenza aumenta la velocità.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

#### 01.01.30.R01 Resistenza alla corrosione

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

La torre deve essere realizzata in modo da contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

**Prestazioni:**

Per la realizzazione delle strutture di sostegno devono essere utilizzati materiali adeguati e all'occorrenza devono essere previsti sistemi di protezione in modo da contrastare il fenomeno della corrosione.

**Livello minimo della prestazione:**

Per la verifica della resistenza alla corrosione possono essere condotte prove in conformità a quanto previsto dalla normativa di settore.

*Riferimenti normativi:*

D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN ISO 1461.

### **01.01.30.R02 Resistenza meccanica**

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

La torre deve essere realizzata in modo da non subire disgregazioni se sottoposti all'azione di carichi accidentali.

**Prestazioni:**

La torre deve essere realizzata con materiali e finiture in grado di garantire stabilità e sicurezza.

**Livello minimo della prestazione:**

La torre deve essere realizzata e dimensionata in modo da sopportare i carichi previsti in fase di progetto (peso proprio, carichi accidentali, ecc.).

*Riferimenti normativi:*

D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN ISO 1461.

## **ANOMALIE RISCOINTRABILI**

### **01.01.30.A01 Corrosione**

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici costituenti la struttura dei telai di sostegno.

### **01.01.30.A02 Decolorazione**

Alterazione cromatica della superficie.

### **01.01.30.A03 Deformazione**

Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.

### **01.01.30.A04 Difetti di montaggio**

Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).

### **01.01.30.A05 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno ed i relativi collettori.

### **01.01.30.A06 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

### **01.01.30.A07 Patina biologica**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

### **01.01.30.A08 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.30.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare le condizioni e la funzionalità delle strutture di sostegno verificando il fissaggio ed eventuali connessioni. Verificare che non ci siano fenomeni di corrosione in atto.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazione;* 2) *Difetti di montaggio;* 3) *Fessurazioni, microfessurazioni;* 4) *Corrosione;* 5) *Difetti di serraggio.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.01.30.C02 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.30.I01 Ripristino rivestimenti

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il ripristino dei rivestimenti superficiali quando si presentano fenomeni di corrosione.

- Ditte specializzate: *Generico.*

### 01.01.30.I02 Serraggio

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il ripristino dei serraggi degli elementi di sostegno e/o degli elementi di unione.

- Ditte specializzate: *Generico.*

## Elemento Manutenibile: 01.01.31

## Torri ibride

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

Le torri ibride sono usualmente costruite con base in cemento armato e parte superiore (che sostiene l'aerogeneratore) realizzata in acciaio laminato; hanno forma conica, con il diametro alla base maggiore di quello alla sommità in cui è posta la navicella. Le diverse sezioni sono collegate e vincolate tra loro da flange imbullonate. Tali tipi di torri creano una notevole scia sottovento ed è per questo che nella maggior parte delle turbine il rotore è posto sopravvento. Queste torri non devono mostrare segni di corrosione per diversi anni e per questo deve essere scelto un rivestimento adeguato.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.31.A01 Cavillature superfici

Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.

### 01.01.31.A02 Corrosione

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici costituenti la struttura dei telai di sostegno.

### 01.01.31.A03 Decolorazione

Alterazione cromatica della superficie.

### 01.01.31.A04 Deformazione

Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.

### 01.01.31.A05 Difetti di montaggio

Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).

### 01.01.31.A06 Difetti di serraggio

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno ed i relativi collettori.

### 01.01.31.A07 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

### 01.01.31.A08 Efflorescenze

Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.

### 01.01.31.A09 Erosione superficiale

Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrosione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).

### 01.01.31.A10 Esfoliazione

Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali subparalleli fra loro, generalmente causata dagli effetti del gelo.

#### **01.01.31.A11 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

#### **01.01.31.A12 Esposizione dei ferri di armatura**

Distacchi ed espulsione di parte del calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura dovuta a fenomeni di corrosione delle armature metalliche per l'azione degli agenti atmosferici.

#### **01.01.31.A13 Lesioni**

Si manifestano con l'interruzione delle superfici dell'elemento strutturale. Le caratteristiche, l'andamento, l'ampiezza ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

#### **01.01.31.A14 Patina biologica**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

#### **01.01.31.A15 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.31.C01 Controllo parte metallica**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare le condizioni e la funzionalità delle strutture di sostegno verificando il fissaggio ed eventuali connessioni. Verificare che non ci siano fenomeni di corrosione in atto.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazione*; 2) *Difetti di montaggio*; 3) *Fessurazioni, microfessurazioni*; 4) *Corrosione*; 5) *Difetti di serraggio*.

• Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

#### **01.01.31.C02 Controllo parte in cls**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verifica della parte esterna attraverso un esame visivo del quadro fessurativo; approfondire ed analizzare eventuali dissesti strutturali anche con l'ausilio di indagini strumentali in situ. Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Distacco*; 2) *Lesioni*; 3) *Esposizione dei ferri di armatura*.

• Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore*.

#### **01.01.31.C03 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

• Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.

• Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.31.I01 Ripristino rivestimenti**

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire il ripristino dei rivestimenti superficiali quando si presentano fenomeni di corrosione.

• Ditte specializzate: *Generico*.

#### **01.01.31.I02 Serraggio**

*Cadenza: quando occorre*

Eeguire il ripristino dei serraggi degli elementi di sostegno e/o degli elementi di unione.

• Ditte specializzate: *Generico*.

#### **01.01.31.I03 Interventi strutturali**

*Cadenza: quando occorre*

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

• Ditte specializzate: *Specializzati vari*.

## Traliccio

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

La torre o il traliccio sostiene la navicella e il rotore e può essere a forma tubolare o a traliccio. Può essere costruita in legno, in cemento armato, in acciaio o con fibre sintetiche.

La torre deve essere opportunamente dimensionata per poter resistere alle oscillazioni ed alle vibrazioni causate dalla pressione del vento e per questo deve essere ancorata al terreno mediante idonea fondazione; quest'ultima nella maggior parte dei casi è realizzata completamente interrata e costruita con cemento armato.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

#### 01.01.32.R01 Resistenza alla corrosione

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

La torre e/o il traliccio devono essere realizzati in modo da contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.

**Prestazioni:**

Per la realizzazione delle strutture di sostegno devono essere utilizzati materiali adeguati e all'occorrenza devono essere previsti sistemi di protezione in modo da contrastare il fenomeno della corrosione.

**Livello minimo della prestazione:**

Per la verifica della resistenza alla corrosione possono essere condotte prove in conformità a quanto previsto dalla normativa di settore.

*Riferimenti normativi:*

D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN ISO 1461.

#### 01.01.32.R02 Resistenza meccanica

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

La torre e/o il traliccio devono essere realizzati in modo da non subire disgregazioni se sottoposti all'azione di carichi accidentali.

**Prestazioni:**

La torre e/o il traliccio devono essere realizzati con materiali e finiture in grado di garantire stabilità e sicurezza.

**Livello minimo della prestazione:**

La torre e/o il traliccio devono essere realizzati e dimensionati in modo da sopportare i carichi previsti in fase di progetto (peso proprio, carichi accidentali, ecc.).

*Riferimenti normativi:*

D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN ISO 1461.

#### 01.01.32.R03 Resistenza al vento

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

La torre e/o il traliccio devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione del vento.

**Prestazioni:**

La torre e/o il traliccio ed i relativi sistemi di ancoraggi al suolo devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza alle sollecitazioni dovute all'azione del vento in modo tale da garantire la sicurezza degli utenti.

**Livello minimo della prestazione:**

Sono da effettuare le verifiche prescritte dalla normativa vigente seguendo i metodi di calcolo da essa previsti. L'azione del vento da considerare è quella prevista dal D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018 tenendo conto dell'altezza di installazione.

*Riferimenti normativi:*

D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN ISO 1461.

### ANOMALIE RICONTRABILI

#### 01.01.32.A01 Corrosione

Fenomeni di corrosione degli elementi metallici costituenti la struttura dei telai di sostegno.

#### **01.01.32.A02 Decolorazione**

Alterazione cromatica della superficie.

#### **01.01.32.A03 Deformazione**

Cambiamento della forma iniziale con imbarcamento degli elementi e relativa irregolarità della sovrapposizione degli stessi.

#### **01.01.32.A04 Difetti di montaggio**

Difetti nella posa in opera degli elementi (difetti di raccordo, di giunzione, di assemblaggio).

#### **01.01.32.A05 Difetti di serraggio**

Difetti di serraggio degli elementi di sostegno ed i relativi collettori.

#### **01.01.32.A06 Fessurazioni, microfessurazioni**

Incrinature localizzate interessanti lo spessore degli elementi.

#### **01.01.32.A07 Patina biologica**

Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.

#### **01.01.32.A08 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.32.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare le condizioni e la funzionalità delle strutture di sostegno verificando il fissaggio ed eventuali connessioni. Verificare che non ci siano fenomeni di corrosione in atto.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazione;* 2) *Difetti di montaggio;* 3) *Fessurazioni, microfessurazioni;* 4) *Corrosione;* 5) *Difetti di serraggio.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **01.01.32.C02 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.32.I01 Ripristino rivestimenti**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il ripristino dei rivestimenti superficiali quando si presentano fenomeni di corrosione.

- Ditte specializzate: *Generico.*

#### **01.01.32.I02 Serraggio**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire il ripristino dei serraggi degli elementi di sostegno e/o degli elementi di unione.

- Ditte specializzate: *Generico.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.33**

## **Trasformatore di isolamento**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

Il convertitore statico deve prevedere un dispositivo di separazione metallica tra la rete pubblica in c.a. e la parte in c.c.; come elemento separatore è utilizzabile un trasformatore di isolamento a bassa frequenza posto tra la rete pubblica e lato c.a. del convertitore. La separazione mediante trasformatore di isolamento a bassa frequenza serve a garantire la reiezione della componente continua presente sul lato c.a. del convertitore.

Il trasformatore di isolamento è un trasformatore i cui avvolgimenti primari e secondari sono separati elettricamente da un avvolgimento doppio o rinforzato per limitare, nel circuito alimentato dall'avvolgimento secondario, i rischi dovuti a contatti accidentali simultanei con la terra e con le parti attive o masse che possono andare in tensione in caso di guasto all'isolamento.

## REQUISITI E PRESTAZIONI (EM)

### 01.01.33.R01 Controllo della potenza

*Classe di Requisiti: Controllabilità tecnologica*

*Classe di Esigenza: Controllabilità*

Il trasformatore deve garantire la reiezione della componente continua presente sul lato c.a. del convertitore.

#### **Prestazioni:**

Il trasformatore deve assicurare che il valore della corrente in uscita deve essere inferiore al valore massimo della corrente supportata dallo stesso.

#### **Livello minimo della prestazione:**

La potenza massima del trasformatore di isolamento è pari a 25 va in caso di corrente monofase, pari a 40 va se trifase e in ogni caso la tensione massima secondaria a vuoto non deve superare i 1000 V.

*Riferimenti normativi:*

D.Lgs. 29.12.2003, n. 387; CEI EN 60904; CEI EN 61727; CEI EN 61215; CEI EN 60099; CEI EN 61724; CEI 11-20.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.33.A01 Anomalie della bobina

Difetti di funzionamento della bobina di avvolgimento.

### 01.01.33.A02 Anomalie del circuito magnetico

Difetti di funzionamento del circuito magnetico mobile.

### 01.01.33.A03 Anomalie delle viti serrafili

Difetti di tenuta delle viti serrafilo.

### 01.01.33.A04 Difetti dei passacavo

Difetti di tenuta del coperchio passacavi.

### 01.01.33.A05 Rumorosità

Eccessivo livello del rumore dovuto ad accumuli di polvere sulle superfici.

### 01.01.33.A06 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.33.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Verificare che i fili siano ben serrati dalle viti e che i cavi siano ben sistemati nel coperchio passacavi. Nel caso di eccessivo rumore smontare il trasformatore e verificare lo stato di pulizia delle superfici dell'elettromagnete e della bobina.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie della bobina*; 2) *Anomalie del circuito magnetico*; 3) *Anomalie delle viti serrafili*; 4) *Difetti dei passacavo*; 5) *Rumorosità*.

• Ditte specializzate: *Elettricista*.

### 01.01.33.C02 Verifica tensione

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Ispezione strumentale*

Misurare la tensione ai morsetti di arrivo utilizzando un voltmetro.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie della bobina*.

• Ditte specializzate: *Elettricista*.

### 01.01.33.C03 Controllo stabilità

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.33.I01 Pulizia

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire la pulizia delle superfici rettifiche dell'elettromagnete utilizzando benzina o tricloretilene.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

### 01.01.33.I02 Sostituzione bobina

*Cadenza: a guasto*

Effettuare la sostituzione della bobina quando necessario con altra dello stesso tipo.

- Ditte specializzate: *Elettricista.*

## Elemento Manutenibile: 01.01.34

# Turbina eolica ad asse verticale

Unità Tecnologica: 01.01

Sistemi eolici

I generatori eolici ad asse verticale basano il loro funzionamento indipendentemente dalla direzione di provenienza del vento; le turbine eoliche possono essere suddivise in base alla tecnologia costruttiva in due macro-famiglie:

- turbine ad asse verticale - VAWT (Vertical Axis Wind Turbine);
- turbine ad asse orizzontale - HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine).

A loro volta le turbine VAWT si suddividono in:

- turbine di tipo Savonius;
- turbine di tipo Darrieus;
- turbine ibride Darrieus-Savonius.

La turbina ad asse verticale (tipo Savonius) è il modello di turbina più semplice e si compone di due o quattro lamiere verticali, senza profilo alare e curvate a semicirconferenza; viene detta anche "turbina a resistenza" poiché la coppia motrice sull'asse è la differenza di resistenza (attrito) offerta al vento dalle superfici verticali disposte simmetricamente rispetto all'asse stesso.

Questa turbina è utilizzabile per bassi valori di velocità del vento ed ha bisogno di un adeguato controllo della velocità per mantenere l'efficienza entro valori accettabili. Inoltre a causa delle pale fisse non è possibile ridurre la superficie aerodinamica in caso di velocità superiore a quella nominale e necessita di un dispositivo meccanico frenante per la fermata.

La turbina ad asse verticale (tipo Darrieus) è una turbina ad asse verticale, viene detta "a portanza" poiché le superfici disposte al vento possiedono un profilo alare in grado di generare una distribuzione di pressione lungo la pala e quindi una coppia disponibile all'asse di rotazione.

Questa turbina necessita però di un dispositivo ausiliario in grado di farla avviare; questa turbina si adatta molto bene alla variazione di direzione del vento e può essere installata sugli edifici.

## ANOMALIE RISCOINTRABILI

### 01.01.34.A01 Anomalie avvolgimenti

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

### 01.01.34.A02 Anomalie cuscinetti

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

### 01.01.34.A03 Rumorosità

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

### 01.01.34.A04 Difetti di stabilità

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.34.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la temperatura e la rumorosità dei cuscinetti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*; 2) *Anomalie cuscinetti*; 3) *Rumorosità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

### **01.01.34.C02 Verifica isolamento**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Misurazioni*

Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

### **01.01.34.C03 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.34.I01 Sostituzione avvolgimenti**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.

- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

## **Elemento Manutenibile: 01.01.35**

# **Turbina ad asse orizzontale**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Sistemi eolici**

I generatori eolici ad asse orizzontale basano il loro funzionamento solo rispetto alla direzione di provenienza del vento; le turbine eoliche possono essere suddivise in base alla tecnologia costruttiva in due macro-famiglie:

- turbine ad asse verticale - VAWT (Vertical Axis Wind Turbine);
- turbine ad asse orizzontale – HAWT (Horizontal Axis Wind Turbine).

Le turbine HAWT si distinguono in:

- turbine sopravento (upwind);
- turbine sottovento (downwind).

Le turbine ad asse orizzontale sono dette "sopravento" perché il vento incontra prima il rotore rispetto alla torre; pertanto queste turbine hanno un'efficienza maggiore rispetto a quelle sottovento poiché non vi sono interferenze aerodinamiche con la torre.

Questi dispositivi hanno però lo svantaggio di non allinearsi automaticamente alla direzione del vento e pertanto necessitano quindi di un sistema d'imbardata o di una pinna direzionale.

Nelle turbine ad asse orizzontale "sottovento" il vento incontra prima la torre di sostegno e poi il rotore ma sono auto allineanti alla direzione del vento utilizzando un rotore flessibile in grado di resistere ai venti forti.

La turbina eolica ad asse orizzontale può essere a tre pale (che è il modello più diffuso) ma può essere composta anche a due pale, a singola pala munita di contrappeso (attualmente poco utilizzata) e multi pala (utilizzata soprattutto nel microeolico).

## **ANOMALIE RISCOINTRABILI**

### **01.01.35.A01 Anomalie avvolgimenti**

Difetti di isolamento degli avvolgimenti.

### **01.01.35.A02 Anomalie cuscinetti**

Difetti di funzionamento dei cuscinetti.

### **01.01.35.A03 Rumorosità**

Eccessivo livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

### **01.01.35.A04 Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.35.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Verificare la temperatura e la rumorosità dei cuscinetti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*; 2) *Anomalie cuscinetti*; 3) *Rumorosità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

### **01.01.35.C02 Verifica isolamento**

*Cadenza: ogni anno*

*Tipologia: Misurazioni*

Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie avvolgimenti*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

### **01.01.35.C03 Controllo stabilità**

*Cadenza: ogni 2 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Difetti di stabilità*.
- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.35.I01 Sostituzione avvolgimenti**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.

- Ditte specializzate: *Tecnico sistemi eolici*.

# INDICE

1) PIANO DI MANUTENZIONE .....	pag.	<a href="#">3</a>
2) CAMPO EOLICO .....	pag.	<a href="#">4</a>
" 1) Sistemi eolici .....	pag.	<a href="#">5</a>
" 1) Anemometro .....	pag.	<a href="#">9</a>
" 2) Cavidotti interrati .....	pag.	<a href="#">9</a>
" 3) Circuito di raffreddamento .....	pag.	<a href="#">10</a>
" 4) Conduttori di protezione .....	pag.	<a href="#">12</a>
" 5) Convertitore statico .....	pag.	<a href="#">13</a>
" 6) Dispositivi ausiliari .....	pag.	<a href="#">14</a>
" 7) Dispositivo di generatore .....	pag.	<a href="#">16</a>
" 8) Dispositivo di interfaccia .....	pag.	<a href="#">17</a>
" 9) Dispositivo generale .....	pag.	<a href="#">18</a>
" 10) Generatore .....	pag.	<a href="#">19</a>
" 11) Generatore asincrono a gabbia di scoiattolo .....	pag.	<a href="#">20</a>
" 12) Generatore asincrono doubly feed .....	pag.	<a href="#">21</a>
" 13) Generatore sincrono a magneti permanenti (direct drive) .....	pag.	<a href="#">22</a>
" 14) Generatore sincrono ad avvolgimento .....	pag.	<a href="#">24</a>
" 15) Inverter per impianti eolici .....	pag.	<a href="#">25</a>
" 16) Moltiplicatore di giri .....	pag.	<a href="#">27</a>
" 17) Mozzo .....	pag.	<a href="#">28</a>
" 18) Navicella e sistema di imbardata .....	pag.	<a href="#">29</a>
" 19) Pale eoliche .....	pag.	<a href="#">30</a>
" 20) Quadro di comando e regolazione .....	pag.	<a href="#">31</a>
" 21) Rotore .....	pag.	<a href="#">33</a>
" 22) Scaricatori di sovratensione .....	pag.	<a href="#">34</a>
" 23) Sistema di controllo angolo di pitch .....	pag.	<a href="#">35</a>
" 24) Sistema di controllo del passo .....	pag.	<a href="#">36</a>
" 25) Sistema di controllo di stallo .....	pag.	<a href="#">37</a>
" 26) Sistema di dispersione .....	pag.	<a href="#">38</a>
" 27) Sistema di equipotenzializzazione .....	pag.	<a href="#">39</a>
" 28) Sistema frenante .....	pag.	<a href="#">40</a>
" 29) Raddrizzatore trifase passivo .....	pag.	<a href="#">41</a>
" 30) Torri cilindriche in acciaio .....	pag.	<a href="#">42</a>
" 31) Torri ibride .....	pag.	<a href="#">44</a>
" 32) Traliccio .....	pag.	<a href="#">46</a>
" 33) Trasformatore di isolamento .....	pag.	<a href="#">47</a>
" 34) Turbina eolica ad asse verticale .....	pag.	<a href="#">49</a>
" 35) Turbina ad asse orizzontale .....	pag.	<a href="#">50</a>

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**PROGRAMMA DI  
MANUTENZIONE**  
**SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI**  
(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**IL TECNICO**

---

## Acustici

## 01 - CAMPO EOLICO

## 01.01 - Sistemi eolici

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01.03</b>	<b>Circuito di raffreddamento</b>		
01.01.03.R01	<p>Requisito: (Attitudine al) controllo del rumore prodotto</p> <p><i>Le pale del rotore durante il funzionamento devono garantire un livello di rumore entro i limiti prescritti dalla legge in materia di acustica ambientale.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Il valore del livello di pressione <math>L_p</math> misurato deve essere inferiore a quello imposto dalla normativa dove:  <math>L_p = L_w - 20 \log(r) - A_h - 8 \text{ dB}</math>. Per l'esecuzione delle verifiche devono essere noti i valori di <math>L_w</math> dichiarati dal produttore dell'aerogeneratore.</li> </ul> <p>• Riferimenti normativi: Legge 26.10.1995, n. 447; D.P.C.M. 1.3.1991.</p>		
01.01.21.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Verificare che le pale girino liberamente senza eccessivo rumore e senza vibrazioni.</i></p>	Ispezione a vista	ogni mese
01.01.17.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Verificare che le pale girino liberamente senza eccessivo rumore e senza vibrazioni.</i></p>	Ispezione a vista	ogni mese
01.01.19.C02	<p>Controllo: Controllo rumorosità</p> <p><i>Verificare con idonei strumenti il livello del rumore prodotto durante il normale funzionamento.</i></p>	Ispezione strumentale	ogni anno
01.01.03.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Verificare lo stato generale del sistema di raffreddamento e che non ci siano perdite di olio e/o acqua.</i></p>	Ispezione a vista	ogni anno
<b>01.01.17</b>	<b>Mozzo</b>		
01.01.17.R01	<p>Requisito: (Attitudine al) controllo del rumore prodotto</p> <p><i>Le pale del rotore durante il funzionamento devono garantire un livello di rumore entro i limiti prescritti dalla legge in materia di acustica ambientale.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Il valore del livello di pressione <math>L_p</math> misurato deve essere inferiore a quello imposto dalla normativa dove:  <math>L_p = L_w - 20 \log(r) - A_h - 8 \text{ dB}</math>. Per l'esecuzione delle verifiche devono essere noti i valori di <math>L_w</math> dichiarati dal produttore dell'aerogeneratore.</li> </ul> <p>• Riferimenti normativi: Legge 26.10.1995, n. 447; D.P.C.M. 1.3.1991.</p>		
<b>01.01.19</b>	<b>Pale eoliche</b>		
01.01.19.R01	<p>Requisito: (Attitudine al) controllo del rumore prodotto</p> <p><i>Le pale del rotore durante il funzionamento devono garantire un livello di rumore entro i limiti prescritti dalla legge in materia di acustica ambientale.</i></p>		

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Il valore del livello di pressione <math>L_p</math> misurato deve essere inferiore a quello imposto dalla normativa dove:</i> <i><math>L_p = L_w - 20 \text{ Log}(r) - A_h - 8 \text{ dB}</math>. Per l'esecuzione delle verifiche devono essere noti i valori di <math>L_w</math> dichiarati dal produttore dell'aerogeneratore.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: <i>Legge 26.10.1995, n. 447; D.P.C.M. 1.3.1991.</i></li> </ul>		
<b>01.01.21</b>	<b>Rotore</b>		
01.01.21.R01	<p>Requisito: (Attitudine al) controllo del rumore prodotto</p> <p><i>Le pale del rotore durante il funzionamento devono garantire un livello di rumore entro i limiti prescritti dalla legge in materia di acustica ambientale.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Il valore del livello di pressione <math>L_p</math> misurato deve essere inferiore a quello imposto dalla normativa dove:</i> <i><math>L_p = L_w - 20 \text{ Log}(r) - A_h - 8 \text{ dB}</math>. Per l'esecuzione delle verifiche devono essere noti i valori di <math>L_w</math> dichiarati dal produttore dell'aerogeneratore.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: <i>Legge 26.10.1995, n. 447; D.P.C.M. 1.3.1991.</i></li> </ul>		

# Controllabilità tecnologica

## 01 - CAMPO EOLICO

## 01.01 - Sistemi eolici

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01.05</b>	<b>Convertitore statico</b>		
01.01.05.R01	<p>Requisito: Controllo della potenza</p> <p><i>Il convertitore statico deve garantire il perfetto accoppiamento tra la tensione in uscita dal generatore e il range di tensioni in ingresso dal convertitore.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: La potenza massima <math>P_{inv}</math> destinata ad un inverter deve essere compresa tra la potenza massima consigliata in ingresso del convertitore <math>P_{pv}</math> ridotta del 20% con tolleranza non superiore al 5%: <math>P_{pv} (-20\%) &lt; P_{inv} &lt; P_{pv} (+5\%)</math>.</li> <li>• Riferimenti normativi: D.Lgs. 29.12.2003, n. 387; CEI EN 60904; CEI EN 61727; CEI EN 61215; CEI EN 60099; CEI EN 61724; CEI 11-20.</li> </ul>		
01.01.15.C02	<p>Controllo: Verifica messa a terra</p> <p><i>Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra (quando previsto) dell'inverter.</i></p>	Controllo	ogni 2 mesi
01.01.15.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Verificare lo stato di funzionamento del quadro di parallelo invertitori misurando alcuni parametri quali le tensioni, le correnti e le frequenze di uscita dall'inverter. Effettuare le misurazioni della potenza in uscita su inverter-rete. Controllare che il sistema di dispersione del calore sia libero da ostruzioni e accumuli di materiale.</i></p>	Ispezione strumentale	ogni 2 mesi
<b>01.01.15</b>	<b>Inverter per impianti eolici</b>		
01.01.15.R01	<p>Requisito: Controllo della potenza</p> <p><i>L'inverter deve garantire il perfetto accoppiamento tra la tensione in uscita dal generatore e il range di tensioni in ingresso dal convertitore.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: La potenza massima <math>P_{inv}</math> destinata ad un inverter deve essere compresa tra la potenza massima consigliata in ingresso del convertitore <math>P_{pv}</math> ridotta del 20% con tolleranza non superiore al 5%: <math>P_{pv} (-20\%) &lt; P_{inv} &lt; P_{pv} (+5\%)</math>.</li> <li>• Riferimenti normativi: CEI 64-8.</li> </ul>		
<b>01.01.33</b>	<b>Trasformatore di isolamento</b>		
01.01.33.R01	<p>Requisito: Controllo della potenza</p> <p><i>Il trasformatore deve garantire la reiezione della componente continua presente sul lato c.a. del convertitore.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: La potenza massima del trasformatore di isolamento è pari a 25 va in caso di corrente monofase, pari a 40 va se trifase e in ogni caso la tensione massima secondaria a vuoto non deve superare i 1000 V.</li> <li>• Riferimenti normativi: D.Lgs. 29.12.2003, n. 387; CEI EN 60904; CEI EN 61727; CEI EN 61215; CEI EN 60099; CEI EN 61724; CEI 11-20.</li> </ul>		

# Di salvaguardia dell'ambiente

01 - CAMPO EOLICO

01.01 - Sistemi eolici

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Sistemi eolici</b>		
01.01.R04	<p>Requisito: Certificazione ecologica</p> <p><i>I prodotti, elementi, componenti e materiali dovranno essere dotati di etichettatura ecologica o di dichiarazione ambientale.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Possesso di etichettatura ecologica o di dichiarazione ambientale dei prodotti impiegati.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: <i>UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</i></li> </ul>		

## Di stabilità

## 01 - CAMPO EOLICO

## 01.01 - Sistemi eolici

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Sistemi eolici</b>		
01.01.R02	Requisito: Resistenza meccanica  <i>Gli impianti eolici devono essere realizzati con materiali in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.</li> <li>• Riferimenti normativi: D.M. Sviluppo Economico 22.1.2008, n. 37; D.M. 20.04.2005; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI 64-2; CEI 64-8; CEI EN 60947.</li> </ul>		
01.01.15.C02	Controllo: Verifica messa a terra  <i>Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra (quando previsto) dell'inverter.</i>	Controllo	ogni 2 mesi
<b>01.01.04</b>	<b>Conduttori di protezione</b>		
01.01.04.R01	Requisito: Resistenza alla corrosione  <i>Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: La valutazione della resistenza alla corrosione viene definita con una prova di alcuni campioni posti in una camera a nebbia salina per un determinato periodo. Al termine della prova devono essere soddisfatti i criteri di valutazione previsti (aspetto dopo la prova, tempo impiegato per la prima corrosione, variazioni di massa, difetti riscontrabili, ecc.) secondo quanto stabilito dalla norma UNI ISO 9227.</li> <li>• Riferimenti normativi: D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; Legge 1.3.1968, n. 186; CEI 64-8; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI S/423.</li> </ul>		
01.01.04.C01	Controllo: Controllo generale  <i>Verificare con controlli a campione che i conduttori di protezione arrivino fino al nodo equipotenziale.</i>	Ispezione strumentale	ogni mese
01.01.27.C01	Controllo: Controllo generale  <i>Verificare che i componenti (quali conduttori, ecc.) siano in buone condizioni. Verificare inoltre che siano in buone condizioni i serraggi dei bulloni.</i>	Ispezione a vista	ogni 12 mesi
01.01.26.C01	Controllo: Controllo generale  <i>Verificare che i componenti (quali connessioni, pozzetti, capicorda, ecc.) del sistema di dispersione siano in buone condizioni e non ci sia presenza di corrosione di detti elementi. Verificare inoltre la presenza dei cartelli indicatori degli schemi elettrici.</i>	Ispezione a vista	ogni 12 mesi
<b>01.01.26</b>	<b>Sistema di dispersione</b>		
01.01.26.R01	Requisito: Resistenza alla corrosione  <i>Gli elementi ed i materiali del sistema di dispersione dell'impianto devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Per garantire un'adeguata protezione occorre che i dispersori di terra rispettino i valori di <math>V_s</math> indicati dalla norma UNI di settore.</li> </ul>		

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riferimenti normativi: D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; Legge 1.3.1968, n. 186; CEI 64-8; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI S/423.</li> </ul>		
<b>01.01.27</b>	<b>Sistema di equipotenzializzazione</b>		
01.01.27.R01	<p>Requisito: Resistenza alla corrosione</p> <p><i>Il sistema di equipotenzializzazione dell'impianto deve essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Per garantire un'adeguata protezione occorre che i conduttori equipotenziali principali e supplementari rispettino i valori di Vs indicati dalla norma UNI di settore.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; Legge 1.3.1968, n. 186; CEI 64-8; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI S/423.</li> </ul>		
<b>01.01.30</b>	<b>Torri cilindriche in acciaio</b>		
01.01.30.R01	<p>Requisito: Resistenza alla corrosione</p> <p><i>La torre deve essere realizzata in modo da contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Per la verifica della resistenza alla corrosione possono essere condotte prove in conformità a quanto previsto dalla normativa di settore.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN ISO 1461.</li> </ul>		
01.01.30.R02	<p>Requisito: Resistenza meccanica</p> <p><i>La torre deve essere realizzata in modo da non subire disaggregazioni se sottoposti all'azione di carichi accidentali.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>La torre deve essere realizzata e dimensionata in modo da sopportare i carichi previsti in fase di progetto (peso proprio, carichi accidentali, ecc.).</i></li> <li>• Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN ISO 1461.</li> </ul>		
01.01.32.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Controllare le condizioni e la funzionalità delle strutture di sostegno verificando il fissaggio ed eventuali connessioni. Verificare che non ci siano fenomeni di corrosione in atto.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi
01.01.30.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Controllare le condizioni e la funzionalità delle strutture di sostegno verificando il fissaggio ed eventuali connessioni. Verificare che non ci siano fenomeni di corrosione in atto.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi
<b>01.01.32</b>	<b>Traliccio</b>		
01.01.32.R01	<p>Requisito: Resistenza alla corrosione</p> <p><i>La torre e/o il traliccio devono essere realizzati in modo da contrastare in modo efficace il prodursi di fenomeni di corrosione.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Per la verifica della resistenza alla corrosione possono essere condotte prove in conformità a quanto previsto dalla normativa di settore.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN ISO 1461.</li> </ul>		
01.01.32.R02	<p>Requisito: Resistenza meccanica</p> <p><i>La torre e/o il traliccio devono essere realizzati in modo da non subire disaggregazioni se sottoposti all'azione di carichi accidentali.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>La torre e/o il traliccio devono essere realizzati e dimensionati in modo da sopportare i carichi previsti in fase di progetto (peso proprio, carichi accidentali, ecc.).</i></li> <li>• Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN ISO 1461.</li> </ul>		

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.01.32.R03	<p>Requisito: Resistenza al vento</p> <p><i>La torre e/o il traliccio devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione del vento.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Livello minimo della prestazione: Sono da effettuare le verifiche prescritte dalla normativa vigente seguendo i metodi di calcolo da essa previsti. L'azione del vento da considerare è quella prevista dal D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018 tenendo conto dell'altezza di installazione.</i></li> <li>• <i>Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 17.1.2018; UNI EN ISO 1461.</i></li> </ul>		

# Facilità d'intervento

01 - CAMPO EOLICO

01.01 - Sistemi eolici

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01.20</b>	<b>Quadro di comando e regolazione</b>		
01.01.20.R01	<p>Requisito: Accessibilità</p> <p><i>I quadri devono essere facilmente accessibili per consentire un facile utilizzo sia nel normale funzionamento sia in caso di guasti.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.</li> <li>• Riferimenti normativi: D.M. Sviluppo Economico 22.1.2008, n. 37; IEC 60364-7-712.</li> </ul>		
01.01.20.R02	<p>Requisito: Identificabilità</p> <p><i>I quadri devono essere facilmente identificabili per consentire un facile utilizzo. Deve essere presente un cartello sul quale sono riportate le funzioni degli interruttori nonch�� le azioni da compiere in caso di emergenza su persone colpite da folgorazione.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.</li> <li>• Riferimenti normativi: D.M. Sviluppo Economico 22.1.2008, n. 37; IEC 60364-7-712.</li> </ul>		

# Funzionalità d'uso

## 01 - CAMPO EOLICO

### 01.01 - Sistemi eolici

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Sistemi eolici</b>		
01.01.R03	<p>Requisito: (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche</p> <p><i>Per evitare qualsiasi pericolo di folgorazione alle persone, causato da un contatto diretto, i componenti dell'impianto devono essere dotati di collegamenti equipotenziali con l'impianto di terra dell'edificio.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto e nell'ambito della dichiarazione di conformità à prevista dall'art.7 del D.M. 22 gennaio 2008 n .37.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: <i>D.M. Sviluppo Economico 22.1.2008, n. 37; D.M. 20.04.2005; CEI EN 50522; CEI EN 61936-1; CEI 64-2; CEI 64-8; CEI EN 60947.</i></li> </ul>		
01.01.15.C03	<p>Controllo: Verifica protezioni</p> <p><i>Verificare il corretto funzionamento dei fusibili e degli interruttori automatici dell'inverter.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi

# Monitoraggio del sistema edificio-impianti

01 - CAMPO EOLICO

01.01 - Sistemi eolici

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Sistemi eolici</b>		
01.01.R05	<p>Requisito: Controllo consumi</p> <p><i>Controllo dei consumi attraverso il monitoraggio del sistema edificio-impianti.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Installazione di apparecchiature certificate per la contabilizzazione dei consumi (contatori) di energia termica, elettrica e di acqua e impiego di sistemi di acquisizione e telelettura remota secondo standard riferiti dalla normativa vigente.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: <i>D.Lgs. 18.7.2016, n. 141; D.M. Ambiente 24.5.2016; UNI TS 11300; UNI EN ISO 10211; UNI EN ISO 14683; UNI EN ISO 10077-1; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</i></li> </ul>		
01.01.15.C04	<p>Controllo: Controllo energia prodotta</p> <p><i>Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.</i></p>	TEST - Controlli con apparecchiature	ogni mese
01.01.05.C04	<p>Controllo: Controllo energia prodotta</p> <p><i>Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.</i></p>	TEST - Controlli con apparecchiature	ogni mese

# Protezione dai rischi d'intervento

01 - CAMPO EOLICO

01.01 - Sistemi eolici

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Sistemi eolici</b>		
01.01.R01	<p>Requisito: Limitazione dei rischi di intervento</p> <p><i>Gli elementi costituenti l'impianto devono essere in grado di consentire ispezioni, manutenzioni e sostituzioni in modo agevole ed in ogni caso senza arrecare danno a persone e/o cose.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Devono essere rispettati i livelli previsti in sede di progetto.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: <i>D.Lgs. 29.12.2003, n. 387; Legge 03.08.2013 n.90; D.M. Sviluppo Economico e Ambiente 19.2.2007; D.M. 20.04.2005; CEI EN 60947.</i></li> </ul>		
01.01.15.C02	<p>Controllo: Verifica messa a terra</p> <p><i>Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra (quando previsto) dell'inverter.</i></p>	Controllo	ogni 2 mesi

# Utilizzo razionale delle risorse

## 01 - CAMPO EOLICO

## 01.01 - Sistemi eolici

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Sistemi eolici</b>		
01.01.R10	<p>Requisito: Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità</p> <p><i>Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.</li> <li>• Riferimenti normativi: D. M. Ambiente 8.5.2003, n.203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C. M. Ambiente 15.7.2005, n.5205; Dir. 2008/98/CE; C. M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</li> </ul>		
01.01.09.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.17.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.16.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.14.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.13.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.12.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.01.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.10.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.20.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.08.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.07.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi



<b>Codice</b>	<b>Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Frequenza</b>
01.01.23.C02	<p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p> <p>Controllo: Controllo stabilità</p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.22.C02	<p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p> <p>Controllo: Controllo stabilità</p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.21.C02	<p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p> <p>Controllo: Controllo stabilità</p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.35.C03	<p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p> <p>Controllo: Controllo stabilità</p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.28.C02	<p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p> <p>Controllo: Controllo stabilità</p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi

# Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisiti geometrici e fisici

## 01 - CAMPO EOLICO

## 01.01 - Sistemi eolici

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Sistemi eolici</b>		
01.01.R07	<p>Requisito: Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per il riscaldamento</p> <p><i>Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche derivanti da fonti rinnovabili per il riscaldamento</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>In fase progettuale assicurare una percentuale di superficie irraggiata direttamente dal sole. In particolare, al 21 dicembre alle ore 12 (solari), non inferiore ad 1/3 dell'area totale delle chiusure esterne verticali e con un numero ore di esposizione media alla radiazione solare diretta. In caso di cielo sereno, con chiusure esterne trasparenti, collocate sulla facciata orientata a Sud (<math>\pm 20^\circ</math>) non inferiore al 60% della durata del giorno, al 21 dicembre.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: D.Lgs. 18.7.2016, n. 141; D.M. Ambiente 24.5.2016; UNI TS 11300; UNI EN ISO 10211; UNI EN ISO 14683; UNI EN ISO 10077-1; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</li> </ul>		
01.01.R08	<p>Requisito: Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per il raffrescamento e la ventilazione igienico-sanitaria</p> <p><i>Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di fonti rinnovabili per il raffrescamento e la ventilazione igienico-sanitaria</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>I sistemi di controllo termico dovranno essere configurati secondo la normativa di settore. Essi potranno essere costituiti da elementi quali: schermature, vetri con proprietà di trasmissione solare selettiva, ecc.. Le diverse tecniche di dissipazione utilizzano lo scambio termico dell'ambiente confinato con pozzi termici naturali, come l'aria, l'acqua, il terreno, mediante la ventilazione naturale, il raffrescamento derivante dalla massa termica, dal geotermico, ecc...</i></li> <li>• Riferimenti normativi: D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; Reg. EU (CLP) n. 1272/08; ISPESL, Linee Guida - Microclima, 6.2006; Accordo Stato-Regioni, Linee Guida Ambienti Confinati, 27.9.2001; Valori Limite di Soglia (TLV) e Indici Biologici di Esposizione (IBE), AIDII 1997 e ACGIH 2002; Collana Quaderni del Ministero della Salute; UNI EN 12792; UNI EN 15251; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</li> </ul>		
01.01.R09	<p>Requisito: Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per l'illuminazione</p> <p><i>Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di fonti rinnovabili per l'illuminazione</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>I parametri relativi all'utilizzo delle risorse climatiche ed energetiche dovranno rispettare i limiti previsti dalla normativa vigente</i></li> <li>• Riferimenti normativi: UNI/TS 11300-2/3/4/5:2016; D.Lgs. 19.8.2005, n. 192; Dir. 2010/31/UE; UNI EN 15193; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</li> </ul>		

# Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisito energetico

01 - CAMPO EOLICO

01.01 - Sistemi eolici

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Sistemi eolici</b>		
01.01.R06	<p>Requisito: Riduzione del fabbisogno d'energia primaria</p> <p><i>Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche mediante la riduzione del fabbisogno d'energia primaria.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>L'impiego di tecnologie efficienti per l'ottimizzazione energetica del sistema complessivo edificio-impianto, nella fase progettuale, dovrà essere incrementata mediante fonti rinnovabili rispetto ai livelli standard riferiti dalla normativa vigente.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: <i>UNI/TS 11300-2/3/4/5:2016; D.Lgs. 19.8.2005, n. 192; Dir. 2010/31/UE; UNI EN 15193; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.10.2017.</i></li> </ul>		
01.01.15.C04	<p>Controllo: Controllo energia prodotta</p> <p><i>Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.</i></p>	TEST - Controlli con apparecchiature	ogni mese
01.01.05.C04	<p>Controllo: Controllo energia prodotta</p> <p><i>Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.</i></p>	TEST - Controlli con apparecchiature	ogni mese

# INDICE

1) Acustici .....	pag.	<a href="#">3</a>
2) Controllabilità tecnologica .....	pag.	<a href="#">5</a>
3) Di salvaguardia dell'ambiente .....	pag.	<a href="#">6</a>
4) Di stabilità .....	pag.	<a href="#">7</a>
5) Facilità d'intervento .....	pag.	<a href="#">10</a>
6) Funzionalità d'uso .....	pag.	<a href="#">11</a>
7) Monitoraggio del sistema edificio-impianti .....	pag.	<a href="#">12</a>
8) Protezione dai rischi d'intervento .....	pag.	<a href="#">13</a>
9) Utilizzo razionale delle risorse .....	pag.	<a href="#">14</a>
10) Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisiti geometrici e fisici .....	pag.	<a href="#">17</a>
11) Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche - requisito energetico .....	pag.	<a href="#">18</a>

**Comune di \$Empty\_GEN\_01\$**  
Provincia di \$Empty\_GEN\_02\$

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**PROGRAMMA DI  
MANUTENZIONE**  
**SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI**  
(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 85,8 MW denominato \_CATERINA I\_ situato nei comuni di Sclafani Bagni, Valledolmo, Caltavuturo, Polizzi Generosa, Castellana Sicula in provincia di Palermo (PA) e Villalba, in provincia di Caltanissetta (CL).

**COMMITTENTE:** \$Empty\_GEN\_04\$

21/09/2023,

**IL TECNICO**

\_\_\_\_\_  
(\$Empty\_TEC\_02\$)

\$Empty\_TEC\_01\$



Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01.01</b>	<b>Anemometro</b>		
01.01.01.C01	Controllo: Controllo generale <i>Eeguire un controllo dei sensori in seguito ad eventi meteo eccezionali.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie sistema di trasmissione; 2) Anomalie sensore.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Specializzati vari.</i></li> </ul>	Controllo a vista	quando occorre
01.01.01.C02	Controllo: Funzionalità sensore <i>Effettuare il test di funzionamento ad ogni messa in funzione.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie sensore.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Specializzati vari.</i></li> </ul>	TEST - Controlli con apparecchiature	quando occorre
01.01.01.C03	Controllo: Controllo stabilità <i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Tecnico sistemi eolici.</i></li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
<b>01.01.02</b>	<b>Cavidotti interrati</b>		
01.01.02.C02	Controllo: Controllo stabilità <i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Tecnico sistemi eolici.</i></li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.02.C01	Controllo: Controllo tenuta <i>Verificare l'integrità dei cavidotti con particolare attenzione ai raccordi tra i vari tronchi.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Corrosione armature; 2) Erosione; 3) Penetrazione di radici.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Elettricista.</i></li> </ul>	Controllo a vista	ogni 6 mesi
<b>01.01.03</b>	<b>Circuito di raffreddamento</b>		
01.01.03.C03	Controllo: Controllo stabilità <i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Tecnico sistemi eolici.</i></li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.03.C01	Controllo: Controllo generale <i>Verificare lo stato generale del sistema di raffreddamento e che non ci siano perdite di olio e/o acqua.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo del rumore prodotto.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni anno

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie delle sonde termiche; 2) Anomalie dei termoregolatori; 3) Difetti delle connessioni.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>		
01.01.03.C02	<p>Controllo: Controllo vasca olio</p> <p>Verificare che la vasca di raccolta dell'olio sia efficiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di pressione.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione	ogni anno
<b>01.01.04</b>	<b>Conduttori di protezione</b>		
01.01.04.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare con controlli a campione che i conduttori di protezione arrivino fino al nodo equipotenziale.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Resistenza alla corrosione.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di connessione.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione strumentale	ogni mese
01.01.04.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
<b>01.01.05</b>	<b>Convertitore statico</b>		
01.01.05.C04	<p>Controllo: Controllo energia prodotta</p> <p>Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Controllo consumi; 2) Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Sbalzi di tensione.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	TEST - Controlli con apparecchiature	ogni mese
01.01.05.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare lo stato di funzionamento del quadro di parallelo invertitori misurando alcuni parametri quali le tensioni, le correnti e le frequenze di uscita dall'inverter. Effettuare le misurazioni della potenza in uscita su inverter-rete.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Sovratensioni.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione strumentale	ogni 2 mesi
01.01.05.C02	<p>Controllo: Verifica messa a terra</p> <p>Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra (quando previsto) dell'inverter.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Scariche atmosferiche; 2) Sovratensioni.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Controllo	ogni 2 mesi
01.01.05.C03	<p>Controllo: Verifica protezioni</p> <p>Verificare il corretto funzionamento dei fusibili e degli interruttori automatici dell'inverter.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dei fusibili; 2) Difetti agli interruttori.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01.06</b>	<b>Dispositivi ausiliari</b>		
01.01.06.C01	Controllo: Controllo generale <i>Eseguire un controllo dei sensori in seguito ad eventi meteo eccezionali.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie sistema di trasmissione; 2) Anomalie sensore.</li> <li>Ditte specializzate: Specializzati vari.</li> </ul>	Controllo a vista	quando occorre
01.01.06.C03	Controllo: Funzionalità sensore <i>Effettuare il test di funzionamento ad ogni messa in funzione.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie sensore.</li> <li>Ditte specializzate: Specializzati vari.</li> </ul>	TEST - Controlli con apparecchiature	quando occorre
01.01.06.C04	Controllo: Controllo stabilità <i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.06.C02	Controllo: Controllo sistema di raffreddamento <i>Verificare lo stato generale del sistema di raffreddamento e che non ci siano perdite di olio e/o acqua.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie delle sonde termiche; 2) Anomalie dei termoregolatori; 3) Difetti di tenuta; 4) Difetti di pressione.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi
<b>01.01.07</b>	<b>Dispositivo di generatore</b>		
01.01.07.C01	Controllo: Controllo generale <i>Verificare la corretta pressione di serraggio dei cavi di connessione; controllare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione onde evitare corti circuiti.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Corti circuiti; 2) Difetti di funzionamento; 3) Difetti di taratura; 4) Disconnessione dell'alimentazione; 5) Surriscaldamento; 6) Anomalie degli sganciatori.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni mese
01.01.07.C02	Controllo: Controllo stabilità <i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
<b>01.01.08</b>	<b>Dispositivo di interfaccia</b>		
01.01.08.C03	Controllo: Controllo stabilità <i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.08.C01	Controllo: Controllo generale	Ispezione a vista	ogni 6 mesi

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<p>Verificare che i fili siano ben serrati dalle viti e che i cavi siano ben sistemati nel coperchio passacavi. Nel caso di eccessivo rumore smontare il contattore e verificare lo stato di pulizia delle superfici dell'elettromagnete e della bobina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie della bobina; 2) Anomalie del circuito magnetico; 3) Anomalie della molla; 4) Anomalie delle viti serrafili; 5) Difetti dei passacavo; 6) Anomalie dell'elettromagnete; 7) Rumorosità.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>		
01.01.08.C02	<p>Controllo: Verifica tensione</p> <p>Misurare la tensione di arrivo ai morsetti utilizzando un voltmetro.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dell'elettromagnete.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione strumentale	ogni anno
<b>01.01.09</b>	<b>Dispositivo generale</b>		
01.01.09.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare la funzionalità dei dispositivi di manovra dei sezionatori. Verificare che ci sia un buon livello di isolamento e di protezione onde evitare cortocircuiti.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Cortocircuiti; 2) Difetti ai dispositivi di manovra; 3) Difetti di taratura; 4) Surriscaldamento; 5) Anomalie degli sganciatori.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni mese
01.01.09.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
<b>01.01.10</b>	<b>Generatore</b>		
01.01.10.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare la temperatura e la rumorosità dei cuscinetti.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie avvolgimenti; 2) Anomalie cuscinetti; 3) Rumorosità.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 2 mesi
01.01.10.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.10.C02	<p>Controllo: Verifica isolamento</p> <p>Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie avvolgimenti.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Misurazioni	ogni anno
<b>01.01.11</b>	<b>Generatore asincrono a gabbia di scoiattolo</b>		
01.01.11.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare i valori del campo magnetico generato dal generatore mediante misurazioni con strumentazioni idonee.</p>	Ispezione strumentale	ogni 2 mesi

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie avvolgimenti; 2) Anomalie cuscinetti; 3) Rumorosità.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Elettricista.</i></li> </ul>		
01.01.11.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Tecnico sistemi eolici.</i></li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.11.C02	<p>Controllo: Verifica isolamento</p> <p><i>Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie avvolgimenti.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Elettricista.</i></li> </ul>	Misurazioni	ogni anno
<b>01.01.12</b>	<b>Generatore asincrono doubly feed</b>		
01.01.12.C01	<p>Controllo: Controllo parametri di funzionamento</p> <p><i>Verificare che i parametri di funzionamento del generatore siano quelli di progetto per evitare malfunzionamenti (grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie avvolgimenti; 2) Anomalie cuscinetti; 3) Rumorosità.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Specializzati vari.</i></li> </ul>	Registrazione	ogni 2 mesi
01.01.12.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Tecnico sistemi eolici.</i></li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.12.C02	<p>Controllo: Verifica isolamento</p> <p><i>Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie avvolgimenti.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Elettricista.</i></li> </ul>	Misurazioni	ogni anno
<b>01.01.13</b>	<b>Generatore sincrono a magneti permanenti (direct drive)</b>		
01.01.13.C01	<p>Controllo: Controllo parametri di funzionamento</p> <p><i>Verificare che i parametri di funzionamento del generatore siano quelli di progetto per evitare malfunzionamenti (grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina).</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie avvolgimenti; 2) Anomalie cuscinetti; 3) Rumorosità.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Specializzati vari.</i></li> </ul>	Registrazione	ogni 2 mesi
01.01.13.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: <i>Tecnico sistemi eolici.</i></li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.13.C02	<p>Controllo: Verifica isolamento</p>	Misurazioni	ogni anno

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<p>Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie avvolgimenti.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>		
<b>01.01.14</b>	<b>Generatore sincrono ad avvolgimento</b>		
01.01.14.C01	<p>Controllo: Controllo parametri di funzionamento</p> <p>Verificare che i parametri di funzionamento del generatore siano quelli di progetto per evitare malfunzionamenti (grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie avvolgimenti; 2) Anomalie cuscinetti; 3) Rumorosità.</li> <li>Ditte specializzate: Specializzati vari.</li> </ul>	Registrazione	ogni 2 mesi
01.01.14.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.14.C02	<p>Controllo: Verifica isolamento</p> <p>Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie avvolgimenti.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Misurazioni	ogni anno
<b>01.01.15</b>	<b>Inverter per impianti eolici</b>		
01.01.15.C04	<p>Controllo: Controllo energia prodotta</p> <p>Verificare la quantità di energia prodotta dall'impianto rispetto a quella indicata dal produttore in condizioni normali di funzionamento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Controllo consumi; 2) Riduzione del fabbisogno d'energia primaria.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Sbalzi di tensione.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	TEST - Controlli con apparecchiature	ogni mese
01.01.15.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare lo stato di funzionamento del quadro di parallelo invertitori misurando alcuni parametri quali le tensioni, le correnti e le frequenze di uscita dall'inverter. Effettuare le misurazioni della potenza in uscita su inverter-rete. Controllare che il sistema di dispersione del calore sia libero da ostruzioni e accumuli di materiale.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Controllo della potenza.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Sovratensioni; 2) Accumuli di materiale.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione strumentale	ogni 2 mesi
01.01.15.C02	<p>Controllo: Verifica messa a terra</p> <p>Verificare l'efficienza dell'impianto di messa a terra (quando previsto) dell'inverter.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Limitazione dei rischi di intervento; 2) Resistenza meccanica; 3) Controllo della potenza.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Scariche atmosferiche; 2) Sovratensioni.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Controllo	ogni 2 mesi
01.01.15.C03	Controllo: Verifica protezioni	Ispezione a vista	ogni 6 mesi

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<p>Verificare il corretto funzionamento dei fusibili e degli interruttori automatici dell'inverter.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo delle dispersioni elettriche.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dei fusibili; 2) Difetti agli interruttori.</li> <li>• Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>		
<b>01.01.16</b>	<b>Moltiplicatore di giri</b>		
01.01.16.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.16.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare che il motore giri correttamente e che il livello del rumore prodotto non sia eccessivo. Controllare che non si verifichino giochi o cigolii.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie del rotore; 2) Difetti di marcia; 3) Difetti di serraggio; 4) Difetti dello statore; 5) Rumorosità.</li> <li>• Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi
<b>01.01.17</b>	<b>Mozzo</b>		
01.01.17.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare che le pale girino liberamente senza eccessivo rumore e senza vibrazioni.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo del rumore prodotto.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie pale; 2) Anomalie cuscinetti; 3) Vibrazioni.</li> <li>• Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni mese
01.01.17.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
<b>01.01.18</b>	<b>Navicella e sistema di imbardata</b>		
01.01.18.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare che la navicella ruoti liberamente e che il sistema di imbardata sia funzionante.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie pinna di direzione; 2) Anomalie sistema di imbardata; 3) Corrosione; 4) Difetti di movimento.</li> <li>• Ditte specializzate: Specializzati vari.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni settimana
01.01.18.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01.19</b>	<b>Pale eoliche</b>		
01.01.19.C03	Controllo: Controllo stabilità <i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.19.C01	Controllo: Controllo generale <i>Verificare il corretto funzionamento e l'allineamento delle pale.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie pale; 2) Difetti di funzionamento; 3) Disallineamento; 4) Rumorosità.</li> <li>• Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 6 mesi
01.01.19.C02	Controllo: Controllo rumorosità <i>Verificare con idonei strumenti il livello del rumore prodotto durante il normale funzionamento.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo del rumore prodotto.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Rumorosità; 2) Disallineamento.</li> <li>• Ditte specializzate: Specializzati vari.</li> </ul>	Ispezione strumentale	ogni anno
<b>01.01.20</b>	<b>Quadro di comando e regolazione</b>		
01.01.20.C03	Controllo: Controllo stabilità <i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.20.C01	Controllo: Verifica dei condensatori <i>Verificare l'integrità dei condensatori di rifasamento e dei contattori.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dei contattori.</li> <li>• Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi
01.01.20.C02	Controllo: Verifica protezioni <i>Verificare il corretto funzionamento dei fusibili, degli interruttori automatici e dei relè termici.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie dei fusibili; 2) Anomalie dei magnetotermici; 3) Anomalie dei relè.</li> <li>• Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi
<b>01.01.21</b>	<b>Rotore</b>		
01.01.21.C01	Controllo: Controllo generale <i>Verificare che le pale girino liberamente senza eccessivo rumore e senza vibrazioni.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo del rumore prodotto.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie pale; 2) Anomalie cuscinetti; 3) Vibrazioni.</li> <li>• Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni mese
01.01.21.C02	Controllo: Controllo stabilità	Ispezione a vista	ogni 2 mesi

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>		
<b>01.01.22</b>	<b>Scaricatori di sovratensione</b>		
01.01.22.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare la corretta pressione di serraggio delle viti e delle placchette, e dei coperchi delle cassette.</p> <p>Controllare il corretto funzionamento delle spie di segnalazione della carica delle cartucce.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti varistore; 2) Difetti agli interruttori; 3) Anomalie degli sganciatori.</li> <li>• Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni mese
01.01.22.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
<b>01.01.23</b>	<b>Sistema di controllo angolo di pitch</b>		
01.01.23.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare le condizioni generali del sistema e che lo stesso si attivi in caso di vento eccessivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti ai leverismi.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.</li> </ul>	Ispezione a vista	quando occorre
01.01.23.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
<b>01.01.24</b>	<b>Sistema di controllo del passo</b>		
01.01.24.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare le condizioni di funzionamento dei sensori; verificare l'attivazione dei mini motori che regolano l'inclinazione delle pale. Controllare che non ci siano fenomeni di vibrazioni eccessivi in atto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti ai leverismi; 2) Anomalie motori elettrici; 3) Anomalie sensori; 4) Difetti di taratura; 5) Instabilità; 6) Vibrazioni; 7) Difetti di tenuta.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.</li> </ul>	Ispezione a vista	quando occorre
01.01.24.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>		
<b>01.01.25</b>	<b>Sistema di controllo di stallo</b>		
01.01.25.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare le condizioni generali del sistema e che lo stesso si attivi in caso di vento eccessivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti ai leverismi.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.</li> </ul>	Ispezione a vista	quando occorre
01.01.25.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
<b>01.01.26</b>	<b>Sistema di dispersione</b>		
01.01.26.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.26.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare che i componenti (quali connessioni, pozzetti, capicorda, ecc.) del sistema di dispersione siano in buone condizioni e non ci sia presenza di corrosione di detti elementi. Verificare inoltre la presenza dei cartelli indicatori degli schemi elettrici.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Resistenza alla corrosione.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Corrosioni.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 12 mesi
<b>01.01.27</b>	<b>Sistema di equipotenzializzazione</b>		
01.01.27.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.27.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare che i componenti (quali conduttori, ecc.) siano in buone condizioni. Verificare inoltre che siano in buone condizioni i serraggi dei bulloni.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Resistenza alla corrosione.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Corrosione; 2) Difetti di serraggio.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 12 mesi
<b>01.01.28</b>	<b>Sistema frenante</b>		
01.01.28.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>		
01.01.28.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare le condizioni generali e lo stato di usura del sistema di frenatura.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti ai leverismi.</li> <li>• Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi
<b>01.01.29</b>	<b>Raddrizzatore trifase passivo</b>		
01.01.29.C01	<p>Controllo: Controllo corrente</p> <p>Verificare la tensione della corrente in uscita.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie fusibile; 2) Anomalie scaricatore.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione	ogni mese
01.01.29.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
<b>01.01.30</b>	<b>Torri cilindriche in acciaio</b>		
01.01.30.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.30.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Controllare le condizioni e la funzionalità delle strutture di sostegno verificando il fissaggio ed eventuali connessioni. Verificare che non ci siano fenomeni di corrosione in atto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Deformazione; 2) Difetti di montaggio; 3) Fessurazioni, microfessurazioni; 4) Corrosione; 5) Difetti di serraggio.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi
<b>01.01.31</b>	<b>Torri ibride</b>		
01.01.31.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>• Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.31.C01	<p>Controllo: Controllo parte metallica</p>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<p>Controllare le condizioni e la funzionalità delle strutture di sostegno verificando il fissaggio ed eventuali connessioni. Verificare che non ci siano fenomeni di corrosione in atto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Deformazione; 2) Difetti di montaggio; 3) Fessurazioni, microfessurazioni; 4) Corrosione; 5) Difetti di serraggio.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.</li> </ul>		
01.01.31.C02	<p>Controllo: Controllo parte in cls</p> <p>Verifica della parte esterna attraverso un esame visivo del quadro fessurativo; approfondire ed analizzare eventuali dissesti strutturali anche con l'ausilio di indagini strumentali in situ. Controllare eventuali deformazioni e/o spostamenti dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Distacco; 2) Lesioni; 3) Esposizione dei ferri di armatura.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 6 mesi
<b>01.01.32</b>	<b>Traliccio</b>		
01.01.32.C02	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.32.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Controllare le condizioni e la funzionalità delle strutture di sostegno verificando il fissaggio ed eventuali connessioni. Verificare che non ci siano fenomeni di corrosione in atto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Deformazione; 2) Difetti di montaggio; 3) Fessurazioni, microfessurazioni; 4) Corrosione; 5) Difetti di serraggio.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi
<b>01.01.33</b>	<b>Trasformatore di isolamento</b>		
01.01.33.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Difetti di stabilità.</li> <li>Ditte specializzate: Tecnico sistemi eolici.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.33.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Verificare che i fili siano ben serrati dalle viti e che i cavi siano ben sistemati nel coperchio passacavi. Nel caso di eccessivo rumore smontare il trasformatore e verificare lo stato di pulizia delle superfici dell'elettromagnete e della bobina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie della bobina; 2) Anomalie del circuito magnetico; 3) Anomalie delle viti serrafili; 4) Difetti dei passacavo; 5) Rumorosità.</li> <li>Ditte specializzate: Elettricista.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 6 mesi
01.01.33.C02	<p>Controllo: Verifica tensione</p> <p>Misurare la tensione ai morsetti di arrivo utilizzando un voltmetro.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie della bobina.</li> </ul>	Ispezione strumentale	ogni anno

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ditte specializzate: <i>Elettricista.</i></li> </ul>		
<b>01.01.34</b>	<b>Turbina eolica ad asse verticale</b>		
01.01.34.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Verificare la temperatura e la rumorosità dei cuscinetti.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) <i>Anomalie avvolgimenti;</i> 2) <i>Anomalie cuscinetti;</i> 3) <i>Rumorosità.</i></li> <li>Ditte specializzate: <i>Tecnico sistemi eolici.</i></li> </ul>	Controllo a vista	ogni 2 mesi
01.01.34.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) <i>Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</i></li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) <i>Difetti di stabilità.</i></li> <li>Ditte specializzate: <i>Tecnico sistemi eolici.</i></li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.34.C02	<p>Controllo: Verifica isolamento</p> <p><i>Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) <i>Anomalie avvolgimenti.</i></li> <li>Ditte specializzate: <i>Tecnico sistemi eolici.</i></li> </ul>	Misurazioni	ogni anno
<b>01.01.35</b>	<b>Turbina ad asse orizzontale</b>		
01.01.35.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p><i>Verificare la temperatura e la rumorosità dei cuscinetti.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) <i>Anomalie avvolgimenti;</i> 2) <i>Anomalie cuscinetti;</i> 3) <i>Rumorosità.</i></li> <li>Ditte specializzate: <i>Tecnico sistemi eolici.</i></li> </ul>	Controllo a vista	ogni 2 mesi
01.01.35.C03	<p>Controllo: Controllo stabilità</p> <p><i>Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Requisiti da verificare: 1) <i>Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</i></li> <li>Anomalie riscontrabili: 1) <i>Difetti di stabilità.</i></li> <li>Ditte specializzate: <i>Tecnico sistemi eolici.</i></li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 2 mesi
01.01.35.C02	<p>Controllo: Verifica isolamento</p> <p><i>Misurazione della resistenza all'isolamento degli avvolgimenti.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalie riscontrabili: 1) <i>Anomalie avvolgimenti.</i></li> <li>Ditte specializzate: <i>Tecnico sistemi eolici.</i></li> </ul>	Misurazioni	ogni anno

# INDICE

1) 01 - CAMPO EOLICO .....	pag.	<a href="#"><u>3</u></a>
" 1) 01.01 - Sistemi eolici .....	pag.	<a href="#"><u>3</u></a>
" 1) Anemometro .....	pag.	<a href="#"><u>3</u></a>
" 2) Cavidotti interrati .....	pag.	<a href="#"><u>3</u></a>
" 3) Circuito di raffreddamento .....	pag.	<a href="#"><u>3</u></a>
" 4) Conduttori di protezione .....	pag.	<a href="#"><u>4</u></a>
" 5) Convertitore statico .....	pag.	<a href="#"><u>4</u></a>
" 6) Dispositivi ausiliari .....	pag.	<a href="#"><u>4</u></a>
" 7) Dispositivo di generatore .....	pag.	<a href="#"><u>5</u></a>
" 8) Dispositivo di interfaccia .....	pag.	<a href="#"><u>5</u></a>
" 9) Dispositivo generale .....	pag.	<a href="#"><u>6</u></a>
" 10) Generatore .....	pag.	<a href="#"><u>6</u></a>
" 11) Generatore asincrono a gabbia di scoiattolo .....	pag.	<a href="#"><u>6</u></a>
" 12) Generatore asincrono doubly feed .....	pag.	<a href="#"><u>7</u></a>
" 13) Generatore sincrono a magneti permanenti (direct drive) .....	pag.	<a href="#"><u>7</u></a>
" 14) Generatore sincrono ad avvolgimento .....	pag.	<a href="#"><u>8</u></a>
" 15) Inverter per impianti eolici .....	pag.	<a href="#"><u>8</u></a>
" 16) Moltiplicatore di giri .....	pag.	<a href="#"><u>9</u></a>
" 17) Mozzo .....	pag.	<a href="#"><u>9</u></a>
" 18) Navicella e sistema di imbardata .....	pag.	<a href="#"><u>9</u></a>
" 19) Pale eoliche .....	pag.	<a href="#"><u>10</u></a>
" 20) Quadro di comando e regolazione .....	pag.	<a href="#"><u>10</u></a>
" 21) Rotore .....	pag.	<a href="#"><u>10</u></a>
" 22) Scaricatori di sovratensione .....	pag.	<a href="#"><u>11</u></a>
" 23) Sistema di controllo angolo di pitch .....	pag.	<a href="#"><u>11</u></a>
" 24) Sistema di controllo del passo .....	pag.	<a href="#"><u>11</u></a>
" 25) Sistema di controllo di stallo .....	pag.	<a href="#"><u>12</u></a>
" 26) Sistema di dispersione .....	pag.	<a href="#"><u>12</u></a>
" 27) Sistema di equipotenzializzazione .....	pag.	<a href="#"><u>12</u></a>
" 28) Sistema frenante .....	pag.	<a href="#"><u>12</u></a>
" 29) Raddrizzatore trifase passivo .....	pag.	<a href="#"><u>13</u></a>
" 30) Torri cilindriche in acciaio .....	pag.	<a href="#"><u>13</u></a>
" 31) Torri ibride .....	pag.	<a href="#"><u>13</u></a>
" 32) Traliccio .....	pag.	<a href="#"><u>14</u></a>
" 33) Trasformatore di isolamento .....	pag.	<a href="#"><u>14</u></a>
" 34) Turbina eolica ad asse verticale .....	pag.	<a href="#"><u>15</u></a>
" 35) Turbina ad asse orizzontale .....	pag.	<a href="#"><u>15</u></a>

**Comune di \$Empty\_GEN\_01\$**  
Provincia di \$Empty\_GEN\_02\$

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**PROGRAMMA DI  
MANUTENZIONE**  
**SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI**  
(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**IL TECNICO**

\_\_\_\_\_  
(\$Empty\_TEC\_02\$)



Codice	Elementi Manutenibili / Interventi	Frequenza
<b>01.01.01</b>	<b>Anemometro</b>	
01.01.01.I01	Intervento: Sostituzione sensori <i>Sostituire i sensori quando danneggiati e/o usurati.</i>	quando occorre
<b>01.01.02</b>	<b>Cavidotti interrati</b>	
01.01.02.I01	Intervento: Ripristini <i>Eeguire un ripristino dei tratti di cavidotto danneggiati e/o deteriorati.</i>	quando occorre
<b>01.01.03</b>	<b>Circuito di raffreddamento</b>	
01.01.03.I01	Intervento: Sostituzione olio <i>Eeguire la sostituzione dell'olio di raffreddamento.</i>	quando occorre
<b>01.01.04</b>	<b>Conduttori di protezione</b>	
01.01.04.I01	Intervento: Sostituzione conduttori di protezione <i>Sostituire i conduttori di protezione danneggiati o deteriorati.</i>	quando occorre
<b>01.01.05</b>	<b>Convertitore statico</b>	
01.01.05.I01	Intervento: Pulizia generale <i>Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.</i>	ogni 6 mesi
01.01.05.I02	Intervento: Serraggio <i>Eeguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori.</i>	ogni anno
01.01.05.I03	Intervento: Sostituzione inverter <i>Eeguire la sostituzione dell'inverter quando usurato o per un adeguamento alla normativa.</i>	ogni 3 anni
<b>01.01.06</b>	<b>Dispositivi ausiliari</b>	
01.01.06.I01	Intervento: Sostituzione sensori <i>Sostituire i sensori quando danneggiati e/o usurati.</i>	quando occorre
01.01.06.I02	Intervento: Sostituzione olio <i>Eeguire la sostituzione dell'olio di raffreddamento.</i>	quando occorre
<b>01.01.07</b>	<b>Dispositivo di generatore</b>	
01.01.07.I01	Intervento: Sostituzioni <i>Sostituire, quando usurati o non più rispondenti alle norme, i dispositivi di generatore.</i>	quando occorre
<b>01.01.08</b>	<b>Dispositivo di interfaccia</b>	
01.01.08.I01	Intervento: Pulizia <i>Eeguire la pulizia delle superfici rettifiche dell'elettromagnete utilizzando benzina o tricloretilene.</i>	quando occorre
01.01.08.I03	Intervento: Sostituzione bobina <i>Effettuare la sostituzione della bobina quando necessario con altra dello stesso tipo.</i>	a guasto
01.01.08.I02	Intervento: Serraggio cavi <i>Effettuare il serraggio di tutti i cavi in entrata e in uscita dal dispositivo di interfaccia.</i>	ogni 6 mesi
<b>01.01.09</b>	<b>Dispositivo generale</b>	
01.01.09.I01	Intervento: Sostituzioni <i>Sostituire, quando usurato o non più rispondente alle norme, il dispositivo generale.</i>	quando occorre
<b>01.01.10</b>	<b>Generatore</b>	
01.01.10.I01	Intervento: Sostituzione avvolgimenti <i>Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.</i>	quando occorre
<b>01.01.11</b>	<b>Generatore asincrono a gabbia di scoiattolo</b>	

<b>Codice</b>	<b>Elementi Manutenibili / Interventi</b>	<b>Frequenza</b>
01.01.11.I01	Intervento: Sostituzione avvolgimenti <i>Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.</i>	quando occorre
01.01.11.I02	Intervento: Sostituzione convertitore <i>Sostituire il convertitore elettronico quando danneggiato e/o usurato.</i>	quando occorre
<b>01.01.12</b>	<b>Generatore asincrono doubly feed</b>	
01.01.12.I01	Intervento: Settaggio parametri <i>Ripristinare i parametri di progetto quali grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina.</i>	quando occorre
01.01.12.I02	Intervento: Sostituzione avvolgimenti <i>Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.</i>	quando occorre
01.01.12.I03	Intervento: Sostituzione convertitore <i>Sostituire il convertitore elettronico quando danneggiato e/o usurato.</i>	quando occorre
<b>01.01.13</b>	<b>Generatore sincrono a magneti permanenti (direct drive)</b>	
01.01.13.I01	Intervento: Settaggio parametri <i>Ripristinare i parametri di progetto quali grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina.</i>	quando occorre
01.01.13.I02	Intervento: Sostituzione avvolgimenti <i>Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.</i>	quando occorre
01.01.13.I03	Intervento: Sostituzione convertitore <i>Sostituire il convertitore elettronico quando danneggiato e/o usurato.</i>	quando occorre
<b>01.01.14</b>	<b>Generatore sincrono ad avvolgimento</b>	
01.01.14.I01	Intervento: Settaggio parametri <i>Ripristinare i parametri di progetto quali grandezze elettriche del rotore, coppia frenante, coppia della turbina.</i>	quando occorre
01.01.14.I02	Intervento: Sostituzione avvolgimenti <i>Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.</i>	quando occorre
01.01.14.I03	Intervento: Sostituzione convertitore <i>Sostituire il convertitore elettronico quando danneggiato e/o usurato.</i>	quando occorre
01.01.14.I04	Intervento: Sostituzione raddrizzatore <i>Sostituire il raddrizzatore elettronico quando danneggiato e/o usurato.</i>	quando occorre
<b>01.01.15</b>	<b>Inverter per impianti eolici</b>	
01.01.15.I01	Intervento: Pulizia generale <i>Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.</i>	ogni 6 mesi
01.01.15.I02	Intervento: Serraggio <i>Eseguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori.</i>	ogni anno
01.01.15.I03	Intervento: Sostituzione inverter <i>Eseguire la sostituzione dell'inverter quando usurato o per un adeguamento alla normativa.</i>	ogni 3 anni
<b>01.01.16</b>	<b>Moltiplicatore di giri</b>	
01.01.16.I01	Intervento: Revisione <i>Eseguire lo smontaggio completo del motore per eseguirne la revisione.</i>	quando occorre
01.01.16.I02	Intervento: Serraggio bulloni <i>Eseguire il serraggio di tutti i bulloni per evitare giochi e malfunzionamenti.</i>	ogni 6 mesi
<b>01.01.17</b>	<b>Mozzo</b>	
01.01.17.I01	Intervento: Lubrificazione <i>Eseguire il rabbocco dell'olio del sistema automatico lubrificante.</i>	quando occorre

Codice	Elementi Manutenibili / Interventi	Frequenza
<b>01.01.18</b>	<b>Navicella e sistema di imbardata</b>	
01.01.18.I01	Intervento: Riallineamento <i>Eeguire l'allineamento tra l'asse del rotore e la direzione del vento.</i>	quando occorre
<b>01.01.19</b>	<b>Pale eoliche</b>	
01.01.19.I02	Intervento: Riallineamento pale <i>Eeguire il riallineamento delle pale quando necessario.</i>	quando occorre
01.01.19.I01	Intervento: Sostituzione pale <i>Sostituzione delle pale quando danneggiate e/o usurate.</i>	ogni 20 anni
<b>01.01.20</b>	<b>Quadro di comando e regolazione</b>	
01.01.20.I01	Intervento: Pulizia generale <i>Pulizia generale utilizzando aria secca a bassa pressione.</i>	ogni 6 mesi
01.01.20.I02	Intervento: Serraggio <i>Eeguire il serraggio di tutti i bulloni, dei morsetti e degli interruttori.</i>	ogni anno
01.01.20.I03	Intervento: Sostituzione quadro <i>Eeguire la sostituzione del quadro quando usurato o per un adeguamento alla normativa.</i>	ogni 20 anni
<b>01.01.21</b>	<b>Rotore</b>	
01.01.21.I01	Intervento: Lubrificazione <i>Eeguire il rabbocco dell'olio lubrificante.</i>	quando occorre
<b>01.01.22</b>	<b>Scaricatori di sovratensione</b>	
01.01.22.I01	Intervento: Sostituzioni cartucce <i>Sostituire, quando usurate o non più rispondenti alle norme, le cartucce dello scaricatore di sovratensione.</i>	quando occorre
<b>01.01.23</b>	<b>Sistema di controllo angolo di pitch</b>	
01.01.23.I01	Intervento: Registrazione <i>Eeguire la registrazione e la taratura del dispositivo di controllo del sistema frenante.</i>	ogni 6 mesi
<b>01.01.24</b>	<b>Sistema di controllo del passo</b>	
01.01.24.I02	Intervento: Sostituzione motori elettrici <i>Sostituire i motori che regolano l'inclinazione delle pale.</i>	quando occorre
01.01.24.I01	Intervento: Registrazione <i>Eeguire la registrazione e la taratura dei sensori.</i>	ogni 6 mesi
<b>01.01.25</b>	<b>Sistema di controllo di stallo</b>	
01.01.25.I01	Intervento: Registrazione <i>Eeguire la registrazione e la taratura del dispositivo di controllo del sistema frenante.</i>	ogni 6 mesi
<b>01.01.26</b>	<b>Sistema di dispersione</b>	
01.01.26.I02	Intervento: Sostituzione dispersori <i>Sostituire i dispersori danneggiati o deteriorati.</i>	quando occorre
01.01.26.I01	Intervento: Misura della resistività del terreno <i>Effettuare una misurazione del valore della resistenza di terra.</i>	ogni 12 mesi
<b>01.01.27</b>	<b>Sistema di equipotenzializzazione</b>	
01.01.27.I01	Intervento: Sostituzione degli equipotenzializzatori <i>Sostituire gli equipotenzializzatori danneggiati o deteriorati.</i>	quando occorre
<b>01.01.28</b>	<b>Sistema frenante</b>	
01.01.28.I01	Intervento: Registrazione <i>Eeguire la registrazione e la taratura del dispositivo di controllo del sistema frenante.</i>	ogni 6 mesi

Codice	Elementi Manutenibili / Interventi	Frequenza
<b>01.01.29</b>	<b>Raddrizzatore trifase passivo</b>	
01.01.29.I01	Intervento: Sostituzione raddrizzatore <i>Sostituire il raddrizzatore quando deteriorato e/o usurato.</i>	quando occorre
<b>01.01.30</b>	<b>Torri cilindriche in acciaio</b>	
01.01.30.I01	Intervento: Ripristino rivestimenti <i>Eeguire il ripristino dei rivestimenti superficiali quando si presentano fenomeni di corrosione.</i>	quando occorre
01.01.30.I02	Intervento: Serraggio <i>Eeguire il ripristino dei serraggi degli elementi di sostegno e/o degli elementi di unione.</i>	quando occorre
<b>01.01.31</b>	<b>Torri ibride</b>	
01.01.31.I01	Intervento: Ripristino rivestimenti <i>Eeguire il ripristino dei rivestimenti superficiali quando si presentano fenomeni di corrosione.</i>	quando occorre
01.01.31.I02	Intervento: Serraggio <i>Eeguire il ripristino dei serraggi degli elementi di sostegno e/o degli elementi di unione.</i>	quando occorre
01.01.31.I03	Intervento: Interventi strutturali <i>Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.</i>	quando occorre
<b>01.01.32</b>	<b>Traliccio</b>	
01.01.32.I01	Intervento: Ripristino rivestimenti <i>Eeguire il ripristino dei rivestimenti superficiali quando si presentano fenomeni di corrosione.</i>	quando occorre
01.01.32.I02	Intervento: Serraggio <i>Eeguire il ripristino dei serraggi degli elementi di sostegno e/o degli elementi di unione.</i>	quando occorre
<b>01.01.33</b>	<b>Trasformatore di isolamento</b>	
01.01.33.I01	Intervento: Pulizia <i>Eeguire la pulizia delle superfici rettificata dell'elettromagnete utilizzando benzina o tricloretilene.</i>	quando occorre
01.01.33.I02	Intervento: Sostituzione bobina <i>Effettuare la sostituzione della bobina quando necessario con altra dello stesso tipo.</i>	a guasto
<b>01.01.34</b>	<b>Turbina eolica ad asse verticale</b>	
01.01.34.I01	Intervento: Sostituzione avvolgimenti <i>Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.</i>	quando occorre
<b>01.01.35</b>	<b>Turbina ad asse orizzontale</b>	
01.01.35.I01	Intervento: Sostituzione avvolgimenti <i>Sostituire gli avvolgimenti quando danneggiati.</i>	quando occorre

# INDICE

1) 01 - CAMPO EOLICO .....	pag.	<u>3</u>
" 1) 01.01 - Sistemi eolici .....	pag.	<u>3</u>
" 1) Anemometro .....	pag.	<u>3</u>
" 2) Cavidotti interrati .....	pag.	<u>3</u>
" 3) Circuito di raffreddamento .....	pag.	<u>3</u>
" 4) Conduttori di protezione .....	pag.	<u>3</u>
" 5) Convertitore statico .....	pag.	<u>3</u>
" 6) Dispositivi ausiliari .....	pag.	<u>3</u>
" 7) Dispositivo di generatore .....	pag.	<u>3</u>
" 8) Dispositivo di interfaccia .....	pag.	<u>3</u>
" 9) Dispositivo generale .....	pag.	<u>3</u>
" 10) Generatore .....	pag.	<u>3</u>
" 11) Generatore asincrono a gabbia di scoiattolo .....	pag.	<u>3</u>
" 12) Generatore asincrono doubly feed .....	pag.	<u>4</u>
" 13) Generatore sincrono a magneti permanenti (direct drive) .....	pag.	<u>4</u>
" 14) Generatore sincrono ad avvolgimento .....	pag.	<u>4</u>
" 15) Inverter per impianti eolici .....	pag.	<u>4</u>
" 16) Moltiplicatore di giri .....	pag.	<u>4</u>
" 17) Mozzo .....	pag.	<u>4</u>
" 18) Navicella e sistema di imbardata .....	pag.	<u>5</u>
" 19) Pale eoliche .....	pag.	<u>5</u>
" 20) Quadro di comando e regolazione .....	pag.	<u>5</u>
" 21) Rotore .....	pag.	<u>5</u>
" 22) Scaricatori di sovratensione .....	pag.	<u>5</u>
" 23) Sistema di controllo angolo di pitch .....	pag.	<u>5</u>
" 24) Sistema di controllo del passo .....	pag.	<u>5</u>
" 25) Sistema di controllo di stallo .....	pag.	<u>5</u>
" 26) Sistema di dispersione .....	pag.	<u>5</u>
" 27) Sistema di equipotenzializzazione .....	pag.	<u>5</u>
" 28) Sistema frenante .....	pag.	<u>5</u>
" 29) Raddrizzatore trifase passivo .....	pag.	<u>6</u>
" 30) Torri cilindriche in acciaio .....	pag.	<u>6</u>
" 31) Torri ibride .....	pag.	<u>6</u>
" 32) Traliccio .....	pag.	<u>6</u>
" 33) Trasformatore di isolamento .....	pag.	<u>6</u>
" 34) Turbina eolica ad asse verticale .....	pag.	<u>6</u>
" 35) Turbina ad asse orizzontale .....	pag.	<u>6</u>