



AGOSTO 2023

**PACECO S.R.L.**

**IMPIANTO EOLICO “PACECO WIND”**

**LOCALITÀ LA PERGOLA**

**COMUNE di PACECO (TP), MISILISEMI (TP) e  
TRAPANI (TP)**

**ELABORATI TECNICI DI PROGETTO**

**ELABORATO R17**

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**Manutenzione**

**Progettista**

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n. 1726

**Coordinamento**

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Lorenzo Griso

**Codice elaborato**

2995\_5531\_PAC\_PFTE\_R17\_Rev0\_PIANOMANUTENZIONE.docx

## Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2995_5531_PAC_PFTE_R17_Rev0_PIA NOMANUTENZIONE.docx	08/2023	Prima emissione	G.d.L.	E.Lamanna	A.Angeloni

## Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Prov. MI n. A27174
Eleonora Lamanna	Coordinamento Generale, Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione Elettrica	
Lorenzo Griso	Coordinamento Dati Territoriali – Senior GIS Expert	
Ali Basharзад	Ingegnere Civile - Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Vincenzo Ferrante	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	
Andrea Amantia	Geologo - Progettazione Civile	
Filippo Di Pietra	Geologo	Ord. Reg. Sicilia - n. 3362 sez. A
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Marco Iannotti	Ingegnere Civile Idraulico - Progettazione Civile	
Carla Marcis	Ingegnere per l’Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200

### Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano  
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

[www.montanambiente.com](http://www.montanambiente.com)





Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A
Sara Zucca	Architetto – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Delusso	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Matthew Pisedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Simone Demonti	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Alessia Papeti	Esperto Ambientale – Geologo - GIS Junior	
Ricardo Coronati	Geourbanista – Pianificatore junior	
Fabio Bonelli	Esperto Ambientale - Naturalista	
Davide Molinetti	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Laura Lodi	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Elide Moneta	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Roberto Camera	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	

**Montana S.p.A.**

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano

Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

[www.montanambiente.com](http://www.montanambiente.com)





## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO .....</b>	<b>6</b>
<b>2. MANUTENZIONE ORDINARIA PREVENTIVA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1. TURBINE .....</b>	<b>8</b>
Ispezioni periodiche.....	8
Operazioni periodiche .....	8
<b>2.2. OPERE CIVILI .....</b>	<b>9</b>
Ispezioni periodiche.....	9
Operazioni periodiche .....	9
<b>2.3. COMPONENTI E OPERE ELETTRICHE .....</b>	<b>10</b>
<b>3. MANUTENZIONE STRAORDINARIA CORRETTIVA .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. TURBINE .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. OPERE CIVILI .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3. OPERE ELETTRICHE .....</b>	<b>13</b>

## 1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di **108 MW**, che prevede l'installazione di **n. 15 aerogeneratori da 7,2 MW** con relative opere di connessione da installarsi nel territorio comunale di Paceco, Misiliscemi e Trapani, nel territorio provinciale di Trapani.

La Società Proponente è la Paceco S.R.L., con sede legale in Via Carlo Angelo Fumagalli 6, 20143 Milano (MI).

Tale opera si inserisce nel quadro istituzionale di cui al D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" le cui finalità sono:

- promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali;
- concorrere alla creazione delle basi per un futuro quadro comunitario in materia;
- favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 220 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore - Partanna", previa:

- realizzazione del nuovo elettrodotto RTN 220 kV "Fulgatore - Partinico", di cui al Piano di Sviluppo Terna;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione con la stazione 220/150 kV di Fulgatore, previo ampliamento della stessa;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione a 220kV con la stazione 220 kV di Partanna, previo ampliamento della stessa.

Nel suo complesso il parco di progetto sarà composto da:

- N° 15 aerogeneratori della potenza nominale di 7,2 MW ciascuno;
- dalla viabilità di servizio interna realizzata in parte ex-novo e in parte adeguando strade comunali e/o agricole esistenti;
- dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche
- dalle opere di collegamento alla rete elettrica
- dalla viabilità di servizio interna;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco e dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche;
- dalle reti tecnologiche per il controllo del parco

A tal fine il presente documento costituisce la il **Piano di Manutenzione** dell'impianto in progetto.

## 1.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

Il parco eolico in progetto si estende nella provincia di Trapani e prevede l'installazione di n. 15 aerogeneratori territorialmente così collocati:

- n. 2 aerogeneratori nel comune di Misiliscemi (PAC03, PAC10);
- n. 6 aerogeneratori nel comune di Paceco (PAC01, PAC02, PAC06, PAC05, PAC7, PAC11);
- n. 7 aerogeneratori nel comune di Trapani (PAC04, PAC14, PAC12, PAC08, PAC09, PAC13, PAC15);

mentre le opere di connessione sono collocate nei comuni di Paceco, Misiliscemi e Trapani, sempre nel territorio provinciale di Trapani (Figura 1.1).

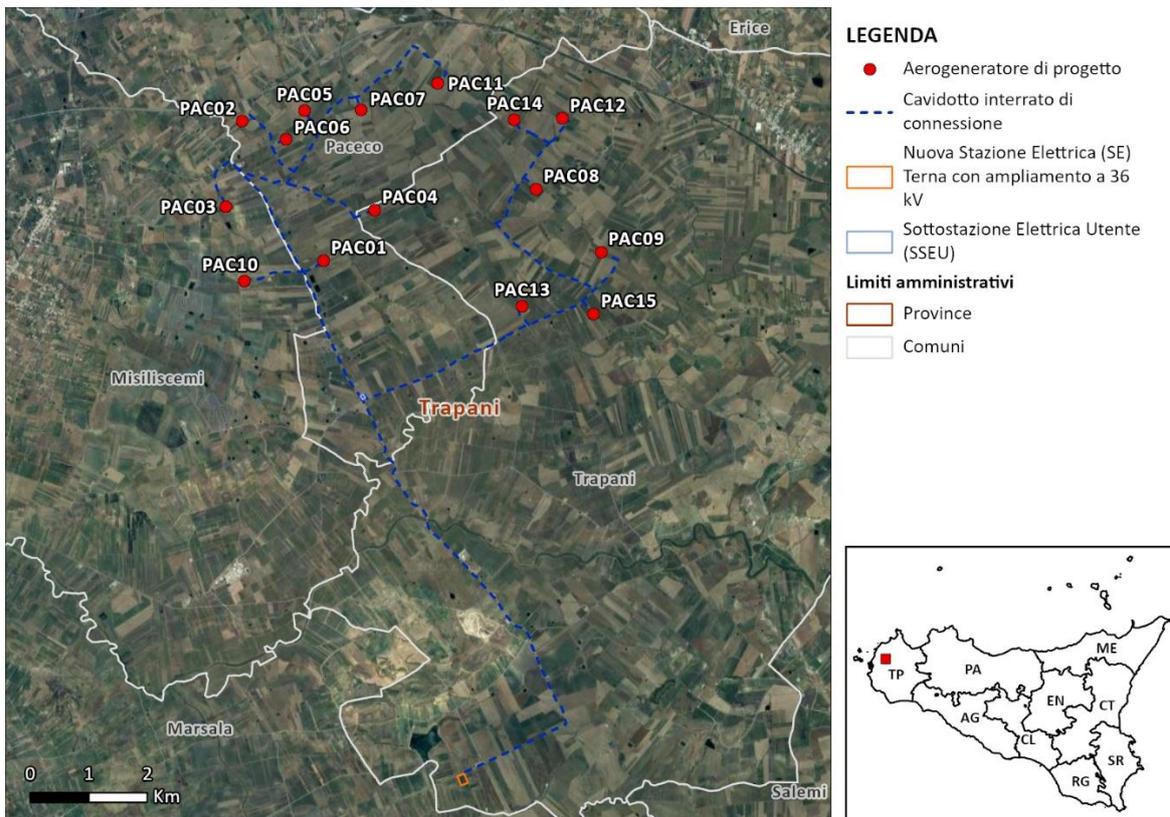


Figura 1.1: Localizzazione a scala regionale, provinciale e comunale dell'impianto proposto.

Le coordinate degli aerogeneratori previsti sono riportate in Tabella 1-1.

Tabella 1-1: Coordinate aerogeneratori in Gradi Decimali.

WTG	WGS 1984 UTM ZONE 33N	
	LONGITUDINE E	LATITUDINE N
PAC01	12,60529	37,92548
PAC02	12,58898	37,94689
PAC03	12,58609	37,93313
PAC04	12,61505	37,93346
PAC05	12,60092	37,94885
PAC06	12,59752	37,94419
PAC07	12,61202	37,94899

WTG	WGS 1984 UTM ZONE 33N	
	LONGITUDINE E	LATITUDINE N
PAC08	12,64631	37,93719
PAC09	12,65913	37,92763
PAC10	12,58992	37,92213
PAC11	12,62683	37,95335
PAC12	12,65120	37,94827
PAC13	12,64398	37,91901
PAC14	12,64180	37,94794
PAC15	12,65794	37,91794

L'accesso al sito avverrà mediante strade pubbliche esistenti a carattere nazionale e provinciale partendo dal vicino porto di Trapani, per poi percorrere le principali strade statali del territorio fino ad arrivare all'area di progetto (Figura 1.2).

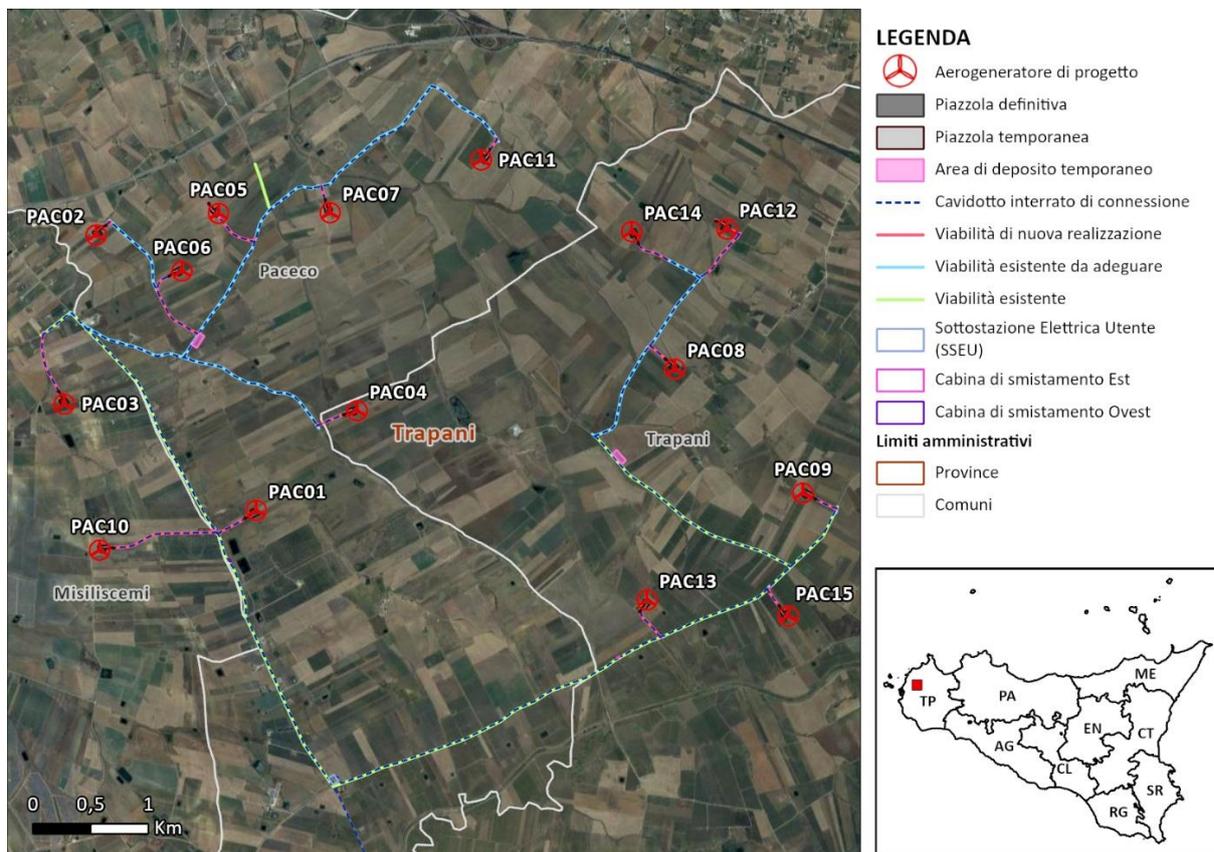


Figura 1.2: Inquadramento della viabilità di progetto.

## 2. MANUTENZIONE ORDINARIA PREVENTIVA

Oggetto del presente capitolo sono le diverse attività di manutenzione ordinaria da eseguire sulle diverse componenti e opere del parco eolico.

### 2.1. TURBINE

Le manutenzioni ordinarie comprendono attività di ispezione visiva, interventi sulla componentistica meccanica ed elettrica.

Di seguito si riportano, a titolo descrittivo, le principali attività di manutenzione ordinaria svolte sulle turbine.

#### *Ispezioni periodiche*

Le ispezioni periodiche riguarderanno:

- L'aspetto generale esterno;
- il Sistema di trasmissione;
- le Pale;
- il Sistema di imbardata;
- il Sistema idraulico;
- i Sensori;
- il Generatore;
- la Linea di messa a terra;
- la Linea di protezione da fulminazione;
- i Sistemi di raffreddamento;
- i Quadri elettrici e convertitore;
- il Sistema di variazione del passo.

#### *Operazioni periodiche*

Le operazioni periodiche, da svolgere con cadenza diversa in funzione della tipologia di intervento, riguarderanno:

- Serraggi;
- lubrificazioni e ingrassaggi;
- pulizia navicella;
- pulizia scambiatori di calore e collettori;
- manutenzione elevatore;
- sostituzione olii;
- sostituzione filtri;
- registrazione giochi tra ingranaggi;
- reintegri olii;
- prove di isolamento;
- sostituzione batterie ausiliarie.



Al fine di ottenere un'opportuna programmazione e gestione della manutenzione ordinaria delle turbine nelle loro diverse componenti andranno altresì considerati i seguenti aspetti:

- Programmazione a breve termine in base alle condizioni di ventosità.
- Flessibilità operativa nella programmazione (i.e. condizioni meteo, vincoli di ventosità; concomitanza di fermate generali).
- Verifica del rispetto dei programmi contrattuali.
- Verifica del rispetto delle specifiche tecniche di manutenzione.
- Aggiornamento delle specifiche di manutenzione.
- Reportistica a seguito di ciascun ciclo manutentivo.
- Supervisione da parte del produttore delle attività di manutenzione.
- Monitoraggio dei componenti principali degli aerogeneratori.
- Verifica dai dati SCADA dei tempi di manutenzione HMTZ/WTGyear.

## 2.2. OPERE CIVILI

Le attività di manutenzione ordinaria delle opere civili riguardano attività di ispezione visiva, interventi su manufatti civili/edili, strade e piazzole.

Di seguito si riportano, a titolo esemplificativo, le principali attività di manutenzione ordinaria usualmente svolte sulle opere civili.

### *Ispezioni periodiche*

Le ispezioni periodiche hanno funzione di verificare lo stato di conservazione e funzionalità delle opere civili, quindi riguardano:

- Stato di conservazione della sede stradale delle piste di accesso.
- Stato di conservazione delle piazzole.
- Funzionalità idraulica delle cunette di smaltimento acque a bordo strada e/o piazzole e delle opere di drenaggio in genere.
- Integrità delle scarpate in scavo o in rilevato delle piazzole.
- Stato di conservazione e funzionalità delle opere di sostegno (i.e. gabbionate, palizzate, fascinate, etc.) di scavi o rilevati.
- Per le opere di fondazione [plinti, piastre, etc.]: cedimenti localizzati delle opere di fondazione, fessurazioni e crepe per le opere di fondazione superficiale, perdita di planarità e/o verticalità delle opere in elevazione ad esse collegate.
- Per le opere in c.a. [sia gettate in opera che prefabbricate]: assenza di crepe o segni di rottura su elementi strutturali, esposizione dei ferri di armatura, distacchi del copri ferro, deformazioni eccessive;

### *Operazioni periodiche*

Le operazioni periodiche, hanno lo scopo di ripristinare e/o mantenere le condizioni generali di esercizio delle opere civili, possono essere svolte cadenza diversa in funzione della tipologia di intervento, esse riguardano:

- Scarifica, risagomatura con misto granulare stabilizzato e compattazione, delle piazzole e strade di accesso agli aerogeneratori.
- Sfalcio vegetazione nelle aree piazzole e nelle aree adiacenti strade e sottostazione.
- Manutenzione dei manufatti quali cabine elettriche e edifici.

- Manutenzione/pulizia di cunette realizzate in terra mediante riprofilamento con escavatore e benna trapezoidale;
- Pulizia manuale di cunette in cls armato;
- Per le opere di fondazione [plinti, piastre, etc.]: pulizia periodica delle parti strutturali da eventuale vegetazione, ripristino degli elementi impermeabilizzanti, ripristino dei rivestimenti di superficie (intonaci, tinteggiature, piastrelle, etc.) laddove lesionati od in fase di distacco; controllo regolare del dissesto con l'assunzione di punti di riferimento e misure per il monitoraggio dell'evoluzione verifica del serraggio dei tirafondi e ripristino delle condizioni di progetto;
- Per le opere in c.a. [sia gettate in opera che prefabbricate]: pulizia periodica delle parti strutturali da eventuale vegetazione, ripristino degli elementi impermeabilizzanti, ripristino dei rivestimenti di superficie (intonaci, tinteggiature, piastrelle, etc.) laddove lesionati od in fase di distacco;
- Manutenzione delle parti delle torri accessibili al personale (scale, porte, organi interni, etc.)

### 2.3. COMPONENTI E OPERE ELETTRICHE

La manutenzione elettrica comprende interventi di:

- manutenzione preventiva e periodica;
- manutenzione predittiva;
- manutenzione correttiva per guasto o rottura (straordinaria).

La manutenzione ordinaria preventiva sulle opere elettriche deve essere eseguita secondo un preciso piano d'intervento e serve a preservare e garantire la funzionalità dell'impianto, prevenendo eventuali disservizi.

La manutenzione preventiva deve essere pianificata in funzione di:

- Sicurezza del personale che interviene.
- Complessità delle lavorazioni da eseguire.
- Condizioni di vento.
- Tempi necessari per l'intervento.
- Tipologia dell'impianto.

La manutenzione predittiva, tramite il controllo e l'analisi di parametri fisici, deve stabilire l'esigenza o meno di interventi di manutenzione sulle apparecchiature installate. Essa richiede il monitoraggio periodico, attraverso sensori o misure, di variabili fisiche ed il loro confronto con valori di riferimento.

La manutenzione correttiva deve essere attuata per riparare guasti o danni alla componentistica, è relativa a interventi con rinnovo o sostituzione di parti d'impianto che non ne modifichino in modo sostanziale le prestazioni, la destinazione d'uso, e riportino l'impianto in condizioni di esercizio ordinarie.

Siriassumonodiseguitoleprincipaliapparecchiatureperlequalièrichiestalamantenzione:

- apparecchiature in alta tensione (interruttori di tipo Compass e Pass MO, sezionatori, scaricatori, TV, TA);
- eventuali trasformatori AT/MT isolati in olio e dotati di variatore sotto carico;
- trasformatori AT/BT isolati in olio dotati di commutatore manuale;
- trasformatori AT/BT isolati in resina;
- trasformatori BT/BT isolati in aria;
- quadri protetti di alta tensione;



- apparecchiature di media tensione (interruttori, sezionatori, TA, TV);
- quadri di bassa tensione;
- apparecchiature di bassa tensione (interruttori, sezionatori, fusibili, TA.);
- cavi elettrici di alta e bassa tensione;
- batterie di accumulatori;
- raddrizzatori e carica batterie;
- quadri di comando e controllo;
- quadri protezione;
- apparecchi di illuminazione normale;
- apparecchi di illuminazione di emergenza;
- quadri misure fiscali e commerciali.

Di seguito vengono riportati alcuni interventi di manutenzione predittiva che interessano le apparecchiature delle cabine:

- Prova di isolamento, secondo le modalità stabilite dalle norme CEI, dei cavidotti a 36 kV di collegamento tra la cabina di Raccolta e di Smistamento.
- Misura della resistenza e della tensione delle singole batterie del quadro raddrizzatore.
- Rilievo con oscillografo dei tempi di apertura e chiusura degli interruttori AT.
- Misura della resistenza di contatto degli interruttori AT.
- Controllo perdite di gas SF6 con annusatore negli scomparti AT e sul compass.
- Misura della resistenza d'isolamento degli avvolgimenti del trasformatore AT/BT.
- Prelievo olio per analisi gascromatografica completa e misura della rigidità dielettrica come da normativa CEI per l'eventuale trasformatore AT/MT.
- Misura di resistenza dei contatti principali dei sezionatori AT e di interfaccia.
- Misura delle correnti residue sugli scaricatori AT.
- Misura della resistenza con microhmetro del compass come descritto sul manuale di uso e manutenzione dell'apparecchiatura.
- Rilievo con oscillografo dei tempi di CH-OP-OC-OCO-CO dell'interruttore del compass.

Relativamente agli interventi di manutenzione correttiva si riportano, a titolo di esempio, alcune possibili attività:

- Sostituzione trasformatore MT/BT in resina
- Sostituzione trasformatore MT/BT in olio.
- Sostituzione degli scaricatori di sovratensione AT, passanti AT e isolatori di sostegno
- Sostituzione scomparti AT, MT e BT.
- Sostituzione terminali e giunti su cavi AT, MT e BT.
- Sostituzione interruttori e sezionatori AT, MT e BT.
- Sostituzione trasformatori di misura di tensione AT e MT.
- Sostituzione trasformatori di misura di corrente AT e MT.
- Sostituzione apparecchiature ausiliaria e verifica protezioni dei quadri AT, MT e BT.

### 3. MANUTENZIONE STRAORDINARIA CORRETTIVA

Nel presente capitolo si riportano le diverse attività di manutenzione straordinaria da eseguire sulle diverse componenti e opere del parco eolico.

#### 3.1. TURBINE

La manutenzione straordinaria delle turbine riguarda i componenti principali (generatori, moltiplicatori, pale...), i sottosistemi meccanici e oleodinamici, l'elettronica di potenza ed eventuali retrofitting.

I guasti che usualmente possono interessare una turbina sono:

- Guasti ordinari (ad es.: sensori, schede elettroniche, IGBT, moduli di comunicazione);
- Reset allarmi (in sito / da remoto).
- Warning (intervento proponibile e programmabile).
- Guasti a componenti principali (generatori, moltiplicatori e pale).

Per un'opportuna gestione degli interventi su guasto vanno considerati i seguenti aspetti:

- Tempestività nel rilevamento degli allarmi / warning;
- Reattività nell'intervento in sito;
- Ricerca del guasto e sua analisi;
- Disponibilità di ricambi;
- Logistica delle basi operative e dei magazzini;
- Eventuale impiego di mezzi di sollevamento (gru, piattaforme aeree);
- Analisi dei dati SCADA e dei dati della rete elettrica;
- Reportistica;
- Individuazione di eventuali azioni preventive su turbine dello stesso tipo.

Si possono inoltre eseguire interventi di manutenzione migliorativa / incrementativa che, anche se non strettamente necessari per il funzionamento della turbina, permettono di ottenere benefici in termini di performance di macchina.

Ovviamente la decisione di effettuare tali interventi deve essere presa a valle di opportune valutazioni costi/benefici.

Alcuni esempi di questo tipo di manutenzione incrementativa sono:

- upgrade software a seguito di analisi delle "power curves"
- analisi dei transistori di rete
- sostituzione di alcuni componenti con altri dalle performance migliori (i.e. anemometri idonei a condizioni climatiche estreme; allestimenti opzionali in prossimità del mare; sistemi di raffreddamento).

#### 3.2. OPERE CIVILI

Le attività di manutenzione straordinaria delle opere civili riguardano i seguenti interventi:

- Per le opere di fondazione [plinti, piastre, platee di fondazione, etc.]: ripristino del copriferro con eventuali interventi di depassivazione delle armature, ripristino del profilo del terreno a seguito di fenomeni erosivi che possono causare scalzamento del plinto o della piastra di fondazione, consolidamento mediante sottofondazioni o jet-grouting del terreno a causa di smottamenti, fenomeni erosivi o variazioni della falda profonda.



- Per le opere in c.a. [sia gettate in opera che prefabbricate]: ripristino del copriferro con eventuali interventi di depassivazione delle armature; interventi di consolidamento e/o rafforzamento di elementi strutturali danneggiati od eccessivamente deformati, compresa loro eventuale sostituzione; riparazione e/o sostituzione di serramenti; in caso di perdita di planarità verifica dello stato delle opere di fondazione e la messa in opera di interventi di consolidamento delle stesse.
- Interventi di stabilizzazione delle scarpate mediante realizzazione di gabbionate di sostegno, da eseguirsi al piede delle stesse.
- Interventi di stabilizzazione di versanti a monte o valle delle piazzole e delle strade a seguito di eventi franosi.
- Monitoraggi con rilievi topografici, controlli non distruttivi (CND), carotaggi o altre indagini geognostiche (inclinometri, piezometri) a seguito di fenomeni di instabilità delle opere o dei versanti circostanti.

### **3.3. OPERE ELETTRICHE**

La manutenzione straordinaria riguarda i componenti principali (trasformatori, quadri elettrici di media e bassa tensione, interruttori, componenti, cavi, vie cavi, ...), i sistemi elettrici di controllo, i sistemi elettronici.

I guasti che interessano principalmente l'impianto elettrico sono i seguenti:

- Guasti a componenti principali (trasformatori, quadri elettrici, cavi).
- Guasti ordinari (ad es.: interruttori, componenti).
- Allarmi (in sito / da remoto).

Per un'opportuna gestione degli interventi vanno considerati i seguenti aspetti:

- Tempestività nel rilevamento degli allarmi.
- Reattività nell'intervento in sito.
- Ricerca del guasto e sua analisi.
- Disponibilità di ricambi.
- Logistica delle basi operative e dei magazzini.
- Reportistica.
- Individuazione di eventuali azioni preventive su apparecchiature elettriche dello stesso tipo.