

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI FOGGIA
COMUNE DI APRICENA

LOCALITÀ POZZILLI

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO AVENTE POTENZA DI PICCO PARI A 43.44 MW E POTENZA DI IMMISSIONE 39.49 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE A - RELAZIONI GENERALI

Elaborato:

PIANO DI GESTIONE E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

Nome file stampa:

FV.APR01.PD.A.11.pdf

Codifica Regionale:

JP2Q8P5_PianoGestioneManutenzione

Scala:

-

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

FV.APR01.PD.A.11

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY TERRA S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4

00186 ROMA (RM)

P.IVA. 17171431004



EWAY
TERRA_{srl}

E WAY TERRA SRL
P.zza San Lorenzo in Lucina, 4
00186 Roma
CF/PI 17171431004
PEC:e-wayterra@legalmail.it

Progettazione:

E-WAY TERRA S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4

00186 ROMA (RM)



EWAY
TERRA_{srl}



CODICE

REV. n.

DATA REV.

REDAZIONE

VERIFICA

VALIDAZIONE

FV.APR01.PD.A.11

00

10/2023

C.Amorevole

A.Bottone

A.Bottone

E-WAY TERRA S.r.l.

Sede legale
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
PEC: e-wayterra@legalmail.it tel. +39 0694414500



**PIANO DI GESTIONE E
MANUTENZIONE
DELL'IMPIANTO**

CODICE	FV.APR01.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	10/2023
PAGINA	2 di 33

INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	IL SISTEMA DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO	5
2.1	Prescrizioni generali sulla manutenzione elettrica	5
2.2	Manutenzione ordinaria	7
2.3	Manutenzione straordinaria	8
2.4	Servizi complementari alla manutenzione	8
2.5	Sistemi a servizio dell'O&M	9
2.5.1	Monitoraggio del risparmio idrico	10
2.5.2	Monitoraggio della continuità dell'attività agricola.....	12
2.5.3	Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo	13
2.5.4	Monitoraggio del microclima.....	13
2.5.5	Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici.....	14
2.5.6	Costi di O&M dei sistemi agrivoltaici	15
2.5.7	Costi del sistema di monitoraggio.....	16
3	PROCEDURE DI MANUTENZIONE E GESTIONE.....	17
3.1	Personale	17
3.2	Lavori di riparazione e sostituzione	17
3.3	Interventi di manutenzione ordinaria.....	18
3.4	Manutenzione civile, viabilità e recinzione.....	26
3.5	Interventi di manutenzione straordinaria.....	27
4	SCHEDE DI LAVORO	28



**PIANO DI GESTIONE E
MANUTENZIONE
DELL'IMPIANTO**

CODICE	FV.APR01.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	10/2023
PAGINA	3 di 33

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1: Esempio di sistema di raccolta di acqua piovana in un impianto agrivoltaico</i>	<i>13</i>
<i>Figura 2: Costi di O&M [€/kW] di un sistema agrivoltaico di taglia 1 MW, con relativo breakdown, in confronto con un omologo impianto fotovoltaico a terra.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3: O&M Impianti FV – Flussi operativi della manutenzione straordinaria</i>	<i>28</i>

1 PREMESSA

IL PRESENTE ELABORATO È RIFERITO AL PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO, SITO IN APRICENA (FG), LOCALITÀ POZZILLI.

In particolare, l'impianto in progetto ha una potenza installata pari a 43,44 MW e una potenza nominale di 39,49 MW e presenta la seguente configurazione:

1. Un generatore fotovoltaico suddiviso in 7 sottocampi, costituiti da moduli fotovoltaici bifacciali aventi potenza unitaria pari a 710 Wp cadauno ed installati su strutture ad inseguimento solare mono-assiali (tracker);
2. Una stazione integrata per la conversione e trasformazione dell'energia elettrica detta "Power Station" per ogni sottocampo dell'impianto;
3. Una Cabina di Raccolta e Misura;
4. Elettrodotto interno in cavo interrato per l'interconnessione delle Power Station di cui al punto 2, con la Cabina di Raccolta e Misura;
5. Elettrodotto esterno in cavo interrato per l'interconnessione della Cabina di Raccolta e Misura in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN a 150 kV "San Severo – Serracapriola", previa realizzazione di due elettrodotti RTN a 150 kV tra la futura SE RTN suddetta e un futuro ampliamento della SE RTN di Trasformazione a 380/150 kV di Rotello.

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-Way Terra S.R.L., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4 – 00186 Roma (RM), P.IVA 17171431004

2 IL SISTEMA DI MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

La manutenzione è definita come la “combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative e gestionali, durante il ciclo di vita di un’entità, volte a mantenerla o riportarla in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta” (UNI EN 13306:2003; 2.1). Le attività di manutenzione si distinguono in due grandi categorie:

- **Manutenzione ordinaria;**
- **Manutenzione straordinaria.**

Oltre queste attività è bene precisare alcune **prescrizioni generali** valide non solo per la fase di manutenzione, ma per tutti i lavori su impianti elettrici; tali prescrizioni sono di seguito descritte sinteticamente. In quanto prescrizioni generali dei lavori su impianti elettrici sono da rispettare anche nella fase di manutenzione, ma per definizione sono suddivisibili in procedure da seguire in fase di *esercizio*, in fase di *lavoro* e in fase di esclusiva *manutenzione*. In generale per approfondire nel dettaglio le suddette si rimanda alle Norme CEI 11-27.

2.1 Prescrizioni generali sulla manutenzione elettrica

Si procede a dare una descrizione delle prescrizioni da rispettare in fase di esercizio, di lavoro e di manutenzione nello stesso ordine elencato. Le **procedure di esercizio** possono essere suddivise in **manovre e controlli funzionali**. Le **manovre di esercizio** sono definite come quelle manovre che sono destinate a cambiare lo stato elettrico di un impianto:

- Le manovre intese a modificare lo stato elettrico di un impianto per mezzo di componenti o apparecchiature, collegamenti, scollegamenti, per avviamento o arresto di apparecchi elettrici progettati per essere usati senza rischio per quanto tecnicamente possibile;
- Messa fuori servizio o in servizio per lavori sugli impianti.

I **controlli funzionali** a loro volta possono essere suddivisi in *misure, prove e verifica degli impianti*. Per *misure* si intendono tutte le operazioni per misurare i dati fisici all'interno di impianti elettrici. Le misure in presenza di rischio elettrico devono essere eseguite solo da PES o PAV o, da PEC solo se sorvegliate da PES o PAV. Quando si effettuano misure su impianti elettrici, si devono usare strumenti di misura adeguati e sicuri, costruiti in conformità alle Norme di prodotto specifiche.

Le *prove* comprendono tutte le operazioni destinate al controllo del funzionamento o dello stato elettrico, meccanico o termico di un impianto elettrico. Le prove comprendono anche le operazioni per verificare l'efficacia dei circuiti di protezione e di sicurezza. Inoltre le prove devono essere eseguite da PES o PAV o da PEC solo se sotto la sorveglianza di PES o PAV o la supervisione di PES relativamente a lavori fuori tensione o in prossimità di parti in tensione.

È opportuno predisporre un documento (Piano di Prova) che riporti la sequenza prevista delle operazioni con l'individuazione delle misure di prevenzione da adottarsi e le responsabilità dei soggetti coinvolti.

Lo scopo della *verifica degli impianti* o ispezione è di verificare che un impianto elettrico sia rispondente alle regole di sicurezza e alle prescrizioni tecniche specificate delle norme attinenti e può comprendere la verifica del normale stato di esercizio dell'impianto. Gli impianti elettrici nuovi o modificati in seguito ad esempio, a operazioni di manutenzione straordinaria, così come gli ampliamenti degli impianti esistenti devono essere ispezionati prima della loro messa in servizio. Gli impianti elettrici devono essere ispezionati a intervalli adeguati. Lo scopo delle verifiche periodiche è di rilevare difetti che possono manifestarsi durante l'esercizio e che possono ostacolare l'esercizio o dare origini a rischi.

Le **procedure di lavoro** sono suddivisibili in **lavori fuori tensione, lavori sotto tensione e lavori in prossimità di parti attive**. Quando si eseguono **lavori fuori tensione**, l'identificazione della parte d'impianto oggetto del lavoro è la premessa indispensabile per intraprendere le azioni per conseguire e mantenere le condizioni di sicurezza per l'esecuzione del lavoro stesso. Nei lavori fuori tensione, il posto di lavoro deve essere un'area in cui, se parti attive interferiscono con il posto di lavoro stesso, queste ultime devono essere messe fuori tensione e in sicurezza, oppure nei loro confronti deve essere applicata la metodologia dei lavori in prossimità. In tutti i casi ci si deve assicurare che le apparecchiature o i dispositivi per la messa a terra e in cortocircuito, i cavi e i connettori per i collegamenti equipotenziali, usati per questo scopo, siano idonei ed adeguatamente dimensionati per il valore della corrente di guasto e il tempo di intervento delle protezioni dell'impianto elettrico nel punto di installazione. Per i lavori sugli **impianti di alta e media tensione** si rimanda alle Norme CEI 11-27 per il dettaglio.

Per **lavori in prossimità di parti attive** si intendono quelle attività che possono prevedere l'invasione diretta o indiretta di una zona prossima con l'esclusione della possibilità di invadere direttamente o indirettamente. Si ha **lavoro in prossimità** quando per l'esecuzione di un'attività è prevista la possibilità di invadere direttamente o indirettamente la zona prossima con l'esclusione della possibilità di invadere direttamente o

indirettamente la zona di lavoro. Per come è definito il lavoro in prossimità è un'attività che si compie su un oggetto diverso dall'impianto nei confronti del quale si adottano le misure di prevenzione di tale tipologia di lavoro. Tali attività possono essere di natura elettrica o meno. Una situazione diffusa in cui si ha lavoro in prossimità è il lavoro fuori tensione su una parte di impianto accanto ad un'altra parte che deve rimanere in servizio posta ad una distanza inferiore alla distanza di prossimità.

Le **procedure di manutenzione** vere e proprie come noto, hanno lo scopo di mantenere l'impianto elettrico nelle condizioni prescritte. La manutenzione può consistere in programmi di lavoro con l'intento di prevenire interruzioni e di mantenere le apparecchiature in buone condizioni, o in lavori attuato per riparare o sostituire parti difettose. In generale per i lavori di manutenzione dove sono presenti il rischio di shock, cortocircuiti o archi elettrici e quindi si devono applicare le idonee procedure di lavoro fuori tensione e in prossimità di parti attive come descritto in precedenza.

2.2 Manutenzione ordinaria

Gli interventi contemplati nella manutenzione ordinaria consistono nelle seguenti attività:

- Mantenere uno conservativo integro dell'impianto;
- Mantenere l'efficienza dell'impianto;
- Contenere il grado d'uso;
- Garantire la vita utile dell'impianto;
- Prendere contromisure per eventi accidentali.

I suddetti interventi non modificano le caratteristiche originarie del bene stesso e non ne modificano la struttura essenziale e la loro destinazione d'uso.

I servizi di manutenzione ordinaria per impianti fotovoltaici possono essere suddivisi nelle seguenti classi funzionali:

- La *manutenzione correttiva* che può essere intesa come un intervento eseguito a seguito della rilevazione di un'avaria, e volta a riportare l'entità nello stato in cui essa possa eseguire la funzione richiesta;
- La *manutenzione preventiva*, invece è eseguita a intervalli pre-determinati o in accordo a criteri prescritti e volta a ridurre la probabilità di guasto o il degrado del funzionamento di un'entità. Essa si articola in tre modalità di erogazione:

- Manutenzione programmata (o ciclica) è effettuata in base a intervalli tempo o cicli di utilizzo prefissati, ma senza una precedente indagine sulle condizioni dell'entità;
- Manutenzione su condizione;
- Manutenzione predittiva;
- La *manutenzione migliorativa* è l'insieme delle azioni di miglioramento o piccola modifica, intraprese con lo scopo di migliorare l'affidabilità e la manutenibilità dell'entità e che non incrementano il valore patrimoniale dell'entità.

2.3 Manutenzione straordinaria

Per manutenzione straordinaria si intende l'insieme di interventi non ricorrenti e di elevato costo, in confronto al valore di rimpiazzo del bene e ai costi annuali di manutenzione ordinaria dello stesso. Gli interventi inoltre:

- Possono prolungare la vita utile e/o, in via subordinata, migliorarne l'efficienza, l'affidabilità, la produttività, la manutenibilità e la possibilità di ispezione;
- Non ne modificano le caratteristiche originarie (dati di targa, dimensionamento, valori costruttivi, ecc.) e la struttura essenziale;
- Non comportano variazioni di destinazioni d'uso dell'impianto.

Le principali cause di attivazione della manutenzione straordinaria sono:

- Sostituzioni importanti;
- Adeguamenti normativi;
- Evoluzioni tecniche (ad es. Revamping: a causa dell'evoluzione della tecnica che può rendere disponibili dei dispositivi più efficienti, o per rivisitazione della progettazione iniziale e della messa in opera dell'impianto) che possono incrementare in maniera sensibile le prestazioni.

2.4 Servizi complementari alla manutenzione

Sono definiti in tal modo l'insieme delle attività necessarie per l'esercizio dell'impianto e contemporaneamente complementari ai servizi specificamente di manutenzione. Per tale tipologia d'impianti è possibile classificare tali servizi in tre classi distinte:

- Gestione amministrativa: è il servizio strettamente necessario tra questi, ma anche il più oneroso e consiste nella gestione ed esecuzione di obblighi burocratici a cadenza annuale o pluriennale;
- Servizi di security quali video-sorveglianza, guardiana, vigilanza finalizzati alla prevenzione da furti o atti vandalici;
- Manutenzione estesa (ad altri elementi oltre l'impianto fotovoltaico) che rappresenta quegli interventi estensioni del servizio di manutenzione, ad integrazione della manutenzione dell'impianto fotovoltaico, quali, per un impianto a terra come quello in progetto, manutenzione delle recinzioni, e della vegetazione interna e/o adiacente al sistema fotovoltaico;

2.5 Sistemi a servizio dell'O&M

Tra le soluzioni più rilevanti, integrate all'impianto di produzione elettrica e a supporto del servizio di O&M è senz'altro il **sistema di monitoraggio**:

- Esso serve a fornire informazioni aggregate di performance dell'impianto al *committente*, al fine di tenere sotto controllo l'andamento della produzione rispetto alla baseline utilizzata nei business plan;
- Fornire una serie di informazioni al *manutentore* al fine di rilevare in tempo reale il presentarsi di un guasto e mettere in atto le azioni di manutenzione correttiva per la rimozione dell'avaria, o altrimenti monitorare il livello di alcune grandezze in funzione di una soglia specifica oltre la quale impostare degli avvisi e azionare degli interventi di manutenzione su condizione.

Altra soluzione rilevante per il servizio di O&M è il **sistema di telecontrollo** che permette di intervenire tempestivamente e da remoto qualora sopraggiunga un'avaria, o qualora bisogni effettuare una modifica all'impianto.

Altra risorsa rilevante nell'erogazione di un servizio di O&M, è il **sistema informativo di manutenzione (SIM)** definito come un "complesso di norme, procedure, e strumenti atti a raccogliere e ad elaborare le informazioni necessarie per la gestione delle attività di manutenzione e per il monitoraggio dell'attività degli impianti". Cosa importante è che siano definiti una organizzazione e dei processi in grado di archiviare i dati di asset degli impianti, tracciarne storicamente i guasti e gli interventi, gestire i flussi operativi, i livelli di produzione e di efficienza.

La **reportistica** rappresenta un'importante attività la cui funzione è quella di fornire:

- Un prospetto periodico con la produzione attuale contro la produzione stimata, un prospetto dei livelli raggiunti rispetto ai livelli contrattualizzati, un record sintetico di tutti gli interventi effettuati nel periodo;
- Una descrizione dettagliata delle attività svolte in concomitanza di un intervento di manutenzione preventiva, migliorativa o straordinaria;
- Una descrizione dell'anomalia riscontrata, l'analisi del problema che ha causato il guasto, la descrizione dettagliata dell'azione di work-around e/o risolvete, lo stato attuale, il tracciamento di tutti i tempi di intervento e risoluzione, l'evidenza indicizzata dei tempi in relazione ai livelli di tutti i tempi di intervento e risoluzione.

In considerazione del fatto che siamo in presenza in un impianto agrivoltaico è opportuno precisare le misure di monitoraggio che permettano di verificare le prestazioni del sistema anche dal punto di vista agricolo con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (Requisito D delle "Linee guida in materia di impianti agrivoltaici"):

- Il risparmio idrico;
- La continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

Al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, si prevede il monitoraggio altresì dei seguenti parametri:

- Il recupero della fertilità del suolo;
- Il microclima;
- La resilienza ai cambiamenti climatici.

2.5.1 Sistema di monitoraggio fotovoltaico (MFV)

I sistemi MFV sono oggi funzionali all'attivazione e alla implementazione di una pluralità di azioni che possono essere sinteticamente elencate come di seguito:

- Misura della produzione energetica dell'impianto;
- Misura della resa energetica dell'impianto;
- Stima della produzione energetica dell'impianto nel tempo;

- Valutazione della correlazione tra produzione energetica e variabili ambientali;
- Stima dell'incidenza di guasti e/o inefficienze che pregiudicano la produzione energetica dell'impianto e/o comportano un aumento del costo dell'energia prodotta;
- Stato e integrità dell'impianto;
- Attivazione di interventi per ottimizzare la produttività.

Per quanto concerne la valutazione dello stato e della integrità dell'impianto, anche in termini di sicurezza, questa può essere valutata, se necessario, con l'intervento in campo di un tecnico specializzato che può effettuare, con opportuna cadenza, test di integrità meccanica dei componenti dell'impianto e del loro livello di isolamento elettrico in conformità alle norme vigenti.

2.5.2 Monitoraggio della produzione agricola (MPA)

Il sistema di monitoraggio della produzione agricola (compresa anche quella collegata all'allevamento animale) ha come obiettivi funzionali principalmente;

- a) Stime di produzione agricola;
- b) Stime di resa della produzione agricola;
- c) valutazione degli aspetti agro-meteorologici;
- d) stime dei tempi di raccolta;
- e) valutazione degli aspetti fitosanitari delle colture;
- f) valutazione dei fabbisogni irrigui;
- g) attuazione degli interventi necessari alla ottimizzazione della produttività.

Per tutte queste funzioni è centrale il ruolo dell'agronomo che può intervenire, ad esempio per le valutazioni di cui alla lettera e) precedente, effettuando specifiche analisi di laboratorio su prove in campo.

In generale, per impianti FV di potenza significativa, i dati prodotti dai sistemi MFV sono asserviti all'utilizzo in uno specifico SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) finalizzato alla gestione ottimale e automatizzata dell'impianto fotovoltaico in cui possono essere implementate logiche di Intelligenza Artificiale (AI) volte alla ottimizzazione della produzione energetica nel tempo.

Allo stesso modo, per sistemi agricoli i dati MPA possono essere utilizzati per il monitoraggio in continuo dello stato delle colture e per l'ottimizzazione degli interventi irrigui e fitosanitari, volti alla massimizzazione della produzione agricola.

- Misto: il cui consumo di acqua può essere misurato attraverso la disposizione di entrambi i sistemi di misurazione suddetti;

2.5.3 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:

- L'esistenza e la resa della coltivazione;
- Il mantenimento dell'indirizzo produttivo.

Tali attività possono essere effettuate attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alla specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

Allo scopo di raccogliere i dati di monitoraggio necessari a valutare i risultati tecnici ed economici della coltivazione e dell'azienda agricola che realizza sistemi agrivoltaici, con la conseguente costruzione di strumenti di benchmark, le aziende agricole che realizzano impianti agrivoltaici dovrebbero aderire alla rilevazione con metodologia RICA, dando la loro disponibilità alla rilevazione e ai dati sulla base della metodologia comunitaria consolidata. Le elaborazioni e le analisi dei dati potrebbero essere svolte dal CREA, in qualità di Agenzia di collegamento dell'Indagine comunitaria RICA.

2.5.4 Monitoraggio del risparmio idrico

I sistemi agrivoltaici possono rappresentare importanti soluzioni per l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica, in quanto il fabbisogno di acqua può essere talvolta ridotto per effetto del maggior ombreggiamento del suolo. L'impianto agrivoltaico, inoltre, può sostituire un efficace infrastruttura di recupero delle acque meteoriche che, se opportunamente dotato di sistemi raccolta, possono essere riutilizzate immediatamente o successivamente a scopo irriguo, anche ad integrazione del sistema presente. Un sistema di raccolta dell'acqua dalla superficie dei moduli fotovoltaici del sistema agrivoltaico può svolgere una doppia funzione: utilizzare l'acqua raccolta per pulire i moduli dalla polvere e dall'accumulo di altri materiali e fornire una riserva irrigua specialmente nei mesi siccitosi.



Figura 1: Esempio di sistema di raccolta di acqua piovana in un impianto agrivoltaico

Il fabbisogno irriguo per l'attività agricola può essere soddisfatto attraverso:

- Auto-approvvigionamento: l'utilizzo di acqua può essere misurato dai volumi di acqua dei serbatoi/autobotti prelevati attraverso pompe in discontinuo o tramite misuratori posti su pozzi aziendali o punti di prelievo da corsi d'acqua o bacini idrici, o tramite la conoscenza della portata concessa (l/s) presente sull'atto della concessione a derivare unitamente al tempo di funzionamento della pompa;
- Servizio di irrigazione: l'utilizzo di acqua può essere misurato attraverso contatori/misuratori fiscali di portata in ingresso all'impianto dell'azienda agricola e sul by-pass dedicato all'irrigazione del sistema agrivoltaico, o anche tramite i dati presenti nel SIGRIAN.

2.5.5 Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

Importante aspetto riguarda il recupero dei terreni non coltivati, che potrebbero essere restituiti all'attività agricola grazie alla incrementata redditività garantita dai sistemi agrivoltaici. È pertanto importante monitorare i casi in cui sia ripresa l'attività agricola su superfici agricole non utilizzate negli ultimi 5 anni. Il monitoraggio di tale aspetto può essere effettuato nell'ambito della relazione di cui al precedente punto, o tramite una dichiarazione del soggetto proponente.

2.5.6 Monitoraggio del microclima

Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. Infatti, l'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture

sottostanti è di natura fisica: la sua presenza diminuisce la superficie utile per la coltivazione in ragione della palificazione, intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

L'insieme di questi elementi può causare una variazione del microclima locale che può alterare il normale sviluppo della pianta, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento). L'impatto cambia da coltura a coltura e in relazione a molteplici parametri tra cui le condizioni pedoclimatiche del sito.

Tali aspetti possono essere monitorati tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto. In particolare, il monitoraggio potrebbe riguardare:

- La temperatura ambiente esterno (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a 0,5°C;
- La temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a 0,5 °C;
- L'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con igrometri/psicrometri (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti);
- La velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.

I risultati di tale monitoraggio possono essere registrati ad esempio, tramite una relazione triennale.

2.5.7 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici

La produzione di elettricità da moduli fotovoltaici deve essere realizzata in condizioni che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri. Come stabilito nella circolare del 30 dicembre 2021, n. 32 recante " Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)", dovrà essere prevista una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro in relazione ad alluvioni, nevicate, innalzamento dei livelli dei mari, piogge intense, ecc. per individuare e implementare le necessarie misure di adattamento in linea con il Framework dell'Unione Europea. Dunque:

- in fase di progettazione: è stata prodotta una analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento. Tale analisi è presente nelle relazioni della sezione SIA (studio di impatto ambientale) ed ulteriori informazioni a riguardo si possono trovare nelle relazioni della sezione AGRO;
- in fase di monitoraggio: il soggetto erogatore degli eventuali incentivi verificherà l'attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate nella relazione di cui al punto precedente (ad esempio tramite la richiesta di documentazione, anche fotografica, della fase di cantiere e del manufatto finale).

2.5.8 Costi di O&M dei sistemi agrivoltaici

Si riportano di seguito i dati di costo di O&M di un sistema agrivoltaico di taglia 1 MW, con relativo breakdown nelle principali voci di costo in confronto con omologhi impianti tradizionali a terra. Per la maggior parte delle voci di costo non risultano significative differenze, salvo una riduzione, nel caso dell'agrivoltaico per i costi dei terreni e per gli sfalci (essendo questi ultimi non necessari, data l'attività agricola), solo parzialmente compensati dall'aumento dei costi per i servizi di riparazione, dovuti ai possibili danni all'impianto derivanti dall'esercizio dei mezzi agricoli. Mediamente si ha per un sistema agrivoltaico una riduzione del costo di O&M del 13% rispetto a un impianto tradizionale.

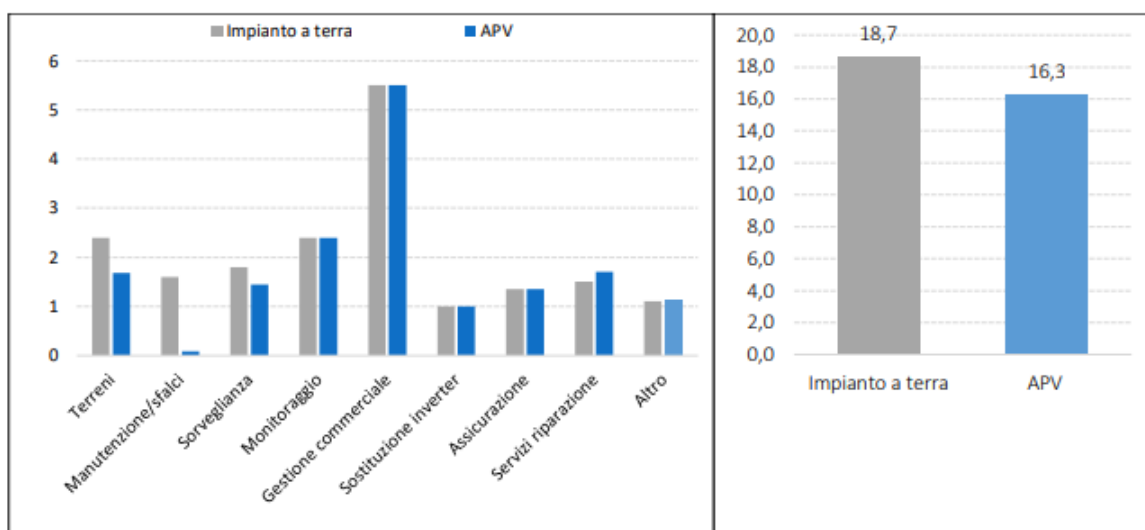


Figura 2: Costi di O&M [€/kW] di un sistema agrivoltaico di taglia 1 MW, con relativo breakdown, in confronto con un omologo impianto fotovoltaico a terra.

2.5.9 Costi del sistema di monitoraggio

Per il sistema di monitoraggio della produzione energia elettrica da impianto agrivoltaico non sono rinvenibili extra-costi rispetto a quelli connessi al monitoraggio elettrico di un impianto fotovoltaico. Tale sistema di monitoraggio prevede infatti la raccolta di dati già ampiamente condivisi in tempo reale da migliaia di impianti sul territorio nazionale attraverso un portale gestito da GSE.

Il costo delle relazioni asseverate periodiche eseguite da un agronomo si può considerare ipoteticamente composto da una tariffa fissa e una tariffa variabile. La tariffa fissa risponde alla esecuzione delle verifiche di ordine amministrativo (verifica documentazione, rilascio dichiarazione di conformità, ecc.), mentre la tariffa variabile è determinata in funzione della classe di "complessità agronomica" attribuita alla coltivazione (seminativi, foraggere e colture arboree) ed è commisurata all'estensione delle superfici da controllare. Effettuando un parallelismo con le certificazioni legate alle attività di agricoltura biologica (svolte ad esempio da ICEA), si stima la tariffa fissa compresa tra 100 e 300€, mentre la tariffa variabile può essere stimata tra 20 e 50 € per ettaro della S tot.

Per quanto riguarda il monitoraggio della temperatura e dell'umidità, nonché della velocità del vento si riporta di seguito una sintetica valutazione delle voci di costo stimate:

- 2.500 € per l'acquisto delle PT100, dell'igrometro e dell'anemometro;
- 2.500 € per l'acquisto del sistema di acquisizione e trasmissione dati;
- 2.000 € per l'installazione, inclusa -la fornitura dei necessari supporti, e l'avvio del sistema di monitoraggio.

3 PROCEDURE DI MANUTENZIONE E GESTIONE

3.1 Personale

Tutte le procedure di manutenzione che devono essere eseguite devono essere approvate dal Responsabile dell'impianto elettrico. Quando su un impianto elettrico si effettuano lavori di manutenzione:

- si deve chiaramente individuare la parte dell'impianto interessata;
- si deve designare il Preposto all'attività di manutenzione (Persona preposta alla conduzione dell'attività lavorativa PL).

Il personale che deve eseguire i lavori deve essere PES o PAV e idoneo, quando necessario. Esso deve in dotazione ed usare attrezzi, dispositivi di misura e dispositivi di protezione individuale appropriati che devono essere mantenuti in buone condizioni.

3.2 Lavori di riparazione e sostituzione

I lavori di riparazione possono articolarsi nelle seguenti operazioni:

- Individuazione del guasto;
- Riparazione del guasto e/o sostituzione di componenti;
- Rimessa in servizio di parti riparate dell'impianto.

Può essere necessario applicare procedure diverse per ogni fase del lavoro. Si devono stabilire specifiche condizioni di lavoro quando si individuano e si circoscrivono i guasti con l'impianto in tensione o durante l'applicazione di tensioni di prova. L'individuazione, la circoscrizione e l'eliminazione dei guasti deve essere eseguita in accordo con le regole delle procedure di lavoro. Si devono eseguire idonee prove e messe a punto per assicurare che le parti riparate dell'impianto siano adatte ad essere rimesse in tensione.

I lavori di sostituzione possono consistere in sostituzione di fusibili, lampade e accessori, ecc. Generalmente per la sostituzione di fusibili si lavora fuori tensione, a meno che il fusibile è montato in un dispositivo che protegge la persona dai contatti diretti e dalla possibilità di cortocircuiti, la sostituzione può essere eseguita senza verificare l'assenza di tensione e anche da una PEC. In caso di sostituzione di lampade, tubi fluorescenti o accessori si procede lavorando fuori tensione. Per gli impianti a Bassa Tensione tali sostituzioni fuori tensione possono essere eseguite da una PEC se l'apparecchiatura è conforme alle relative norme di prodotto e la PEC è stata preventivamente istruita sul comportamento da tenere nell'esecuzione dell'intervento. In

tutti gli altri casi, specialmente per gli impianti in AT e MT, la sostituzione deve essere eseguita in conformità alle procedure di lavoro indicate precedentemente.

3.3 Interventi di manutenzione ordinaria

Come già anticipato la **manutenzione correttiva** è da considerarsi una delle classi in cui è suddivisibile la manutenzione ordinaria. Di seguito si elenca una serie di servizi che ricadono in questa categoria:

COMPONENTI	X: servizio necessario O: servizio opzionale
Moduli fotovoltaici	X
Strutture di sostegno	X
Inverter	X
Quadri elettrici, M/T, sezionatori	X
Cavi, canalizzazioni, giunzioni	X
Cavidotti e pozzetti	X
Dispositivo e protezione di interfaccia	X
Dispositivo e protezione generale	X
Trasformatore di tensione	X
Impianto di terra	X
Cabine e locali tecnici – spazio interno, aperture, illuminazione	X
Cabine e locali tecnici – estrattori di aria/impianto di condizionamento	O
UPS	X
Sistema di monitoraggio	X
Sistema di telecontrollo	O
Sistema di video-sorveglianza	O
Sistema anti-intrusione	O
Impianti ausiliari – illuminazione esterna campo fotovoltaico	O
Recinzioni (impianto a terra) / Copertura immobile (impianto su edificio)	O

Generalmente l'attività di manutenzione correttiva si avvia a seguito di una segnalazione che può essere derivata dal committente, piuttosto che dal sistema di monitoraggio. In generale è importante redigere un rapporto di intervento, in cui sia chiaramente e sinteticamente descritto l'oggetto dell'attività oggetto della manutenzione. È opportuno chiarire che queste attività in campo elettrico sono da far effettuare a personale competente e operante in piena sicurezza.

Un'altra forma di manutenzione ordinaria è rappresentata dalla **manutenzione programmata**: essa riguarda la parte in genere più rilevante della manutenzione preventiva, e consiste nell'erogazione di servizi specifici svolti a frequenza determinata, secondo un calendario definito e condiviso, con l'obiettivo di verificare lo stato di conservazione di tutti i componenti e manufatti costituenti l'impianto, mantenerne puliti i dispositivi e i luoghi, rilevare segnali di usura o degrado per identificare future azioni di manutenzione su condizione, predittiva o migliorativa, e intervenire nel caso venga riscontrata un'anomalia per la sua immediata risoluzione. Nella tabella che si riporta di seguito si elencano delle attività inerenti la manutenzione programmata:

COMPONENTE MANUTENZIONE PROGRAMMATA	ESAME A VISTA	INTERVENTO/MISURA	FREQUENZA
Moduli fotovoltaici	<ul style="list-style-type: none">• Identificazione del danneggiamento di vetri o cornice;• Eccessiva sporcizia.	<ul style="list-style-type: none">• Pulizia moduli con rimozione corpi estranei per mezzo lavaggio, spazzolatura e asciugatura.	Da 1 a 3 volte l'anno
Stringhe fotovoltaiche	<ul style="list-style-type: none">• Esame a vista delle connessioni elettriche tra i moduli FV.	<ul style="list-style-type: none">• Misura delle tensioni e correnti per ciascuna stringa (nel caso di potenza in c.c. non perfettamente in linea);• Verifica cassetta di terminazione;• Verifica deterioramento isolamento;• Verifica serraggio morsetti di intestazione dei cavi delle stringhe (in caso di bassa resistenza di isolamento).	annuale
Strutture di sostegno	<ul style="list-style-type: none">• Esame a vista dello stato di conservazione.	<ul style="list-style-type: none">• Verifica serraggio dei morsetti di ancoraggio dei moduli FV alla struttura di sostegno;	semestrale

		<ul style="list-style-type: none"> • Verifica dello strato di zincatura delle strutture in acciaio, e in caso rimozione dei punti di ruggine; • Verifica dei punti di ancoraggio delle strutture (a terra, alle fondamenta, alle zavorre, alla copertura, alla struttura portante, ecc.). 	
Inverter 1)	<ul style="list-style-type: none"> • Ispezione visiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Ispezione dello sporco accumulato nelle bocchette di ingresso e uscita dell'aria; • Ispezione dello sporco accumulato nei filtri e dissabbiatore (kit opzionale). 	settimanale
Inverter 2)	<ul style="list-style-type: none"> • Lettura, download e analisi dei dati tramite l'apposito software; • Motivi dell'arresto e qualità della forma d'onda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interno dell'unità di aspirazione; • Prese d'aria d'entrata e di uscita; • Pulizia e sostituzione filtri e dissabbiatori (kit opzionale). 	mensile
Inverter 3)	<ul style="list-style-type: none"> • Ispezione di Chassis, sbarre, cablaggio e connessioni, relè, scaricatori AC e DC e messa a terra; • Controllo di coppie di serraggio, fusibili, interruttori magnetotermici, capacità del condensatore, interruttore DC e pulsante di emergenza, ventole, finecorsa, kit bassa temperatura, termografia, LED e stato del display, valori di tensione e corrente, firmware dell'unità e del display. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sostituzione di fusibili, interruttori, ventole. • Verifiche termografiche; 	annuale
Quadri elettrici, M/T, sezionatori	<ul style="list-style-type: none"> • Esame a vista dello stato di conservazione 	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo integrità dei fusibili e degli scaricatori di sovratensione; • Controllo degli interruttori e dei sezionatori; • Controllo delle morsettiere e serraggio cavi; • Verifica targhette identificative; 	semestrale

		<ul style="list-style-type: none"> • Verifica delle connessioni in condizioni di potenza; • Pulizia generale interna ed esterna. 	
Cavi, canalizzazioni, giunzioni	<ul style="list-style-type: none"> • Identificazione di danneggiamenti, bruciature, abrasioni, deterioramento isolante, variazioni di colorazione, fissaggio nei punti di ancoraggio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifica della continuità elettrica; • Verifica termografica della temperatura nei punti terminali o in corrispondenza di punti di bruciature o variazioni di colorazione, in condizioni di potenza. 	semestrale
Cavidotti e pozzetti	<ul style="list-style-type: none"> • Esame a vista dello stato di conservazione. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apertura di pozzetti a campione, con verifica dello stato di pulizia e umidità 	semestrale
Dispositivo e protezione generale (in MT)	<ul style="list-style-type: none"> • Esame generale dello stato di conservazione; • Raccolta eventuali segnalazioni sulla SPG. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifica funzionamento DG; • Verifica funzionamento interblocchi meccanici ed elettrici; • Verifica interblocchi a chiave; <p>N.B. tutte le attività in ambito MT devono essere eseguite nella massima sicurezza, condotte da personale esperto, in conformità con quanto prescritto nelle Norme CEI 0-15, CEI 11-27, CEI 11-1, CEI EN 50110, e nei manuali d'uso e manutenzione dei produttori delle apparecchiature;</p>	annuale
Impianto di terra	<ul style="list-style-type: none"> • Esame a vista dello stato di conservazione. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifica della continuità elettrica (par. 2.2.3.); • Misura della resistenza di terra. <p>N.B. Come previsto dal d.m. 462/2001, negli ambienti di lavoro è necessario far effettuare una verifica da organismi abilitati, ogni 5 anni (o 2 anni, se in ambienti con pericolo di esplosione, o con strutture portanti in legno, ecc.).</p>	annuale

Gruppi di misura (di produzione)	• Esame a vista dello stato di conservazione.	• Pulizia esterna; • Lettura dell'energia prodotta; N.B. Come previsto dal d.m. 462/2001, negli ambienti di lavoro è necessario far effettuare una verifica da organismi abilitati, ogni 5 anni (o 2 anni, se in ambienti con pericolo di esplosione, o con strutture portanti in legno, ecc.).	mensile
Cabine e locali tecnici – spazio interno, aperture, illuminazione	• Esame a vista dello stato di conservazione.	• Controllo integrità delle pareti; • Pulizia generale dei locali; • Eventuale derattizzazione; • Controllo dello stato delle grate delle prese d'aria; • Controllo del funzionamento dell'illuminazione ausiliaria e di emergenza.	semestrale
Cabine e locali tecnici – estrattori d'aria / impianto condizionamento	• Esame a vista dello stato di conservazione.	• Verifica di funzionamento dell'estrattore e/o impianto CDZ; • Verifica funzionamento termostato.	mensile (nei mesi estivi)
Sistema di monitoraggio	• Verifica dello stato dei collegamenti tra inverter e altri dispositivi monitorati.	• Verifica del corretto funzionamento, in particolare dell'invio degli allarmi.	mensile
Sistema di telecontrollo	• Verifica dello stato dei collegamenti con gli inverter.	Verifica del corretto funzionamento.	semestrale
Sistema di video-sorveglianza	• Esame a vista dello stato di conservazione delle video camera e della consolle.	• Verifica funzionamento a video nella centrale di controllo; • verifica movimentazione videocamera (se prevista); • Verifica registrazione video; • Verifica spazio su disco.	semestrale
Sistema anti-intrusione	• Esame a vista dello stato di conservazione delle videocamere e della consolle.	• Verifica del corretto funzionamento dei sensori (infrarosso passivo, barriere attive, anti effrazione); • Eventuale controllo della taratura (nei casi di	semestrale

		frequenti attivazioni improprie);	
Manutenzione vegetazione (impianto a terra)	<ul style="list-style-type: none"> Esame a vista del naturale accrescimento della vegetazione erbacea. 	<ul style="list-style-type: none"> Taglio, raccolta e smaltimento del manto erboso; Pulizia ordinaria dei luoghi. 	trimestrale nei mesi invernali, mensile nei mesi estivi
Recinzioni (impianto a terra)	<ul style="list-style-type: none"> Identificazione di aree danneggiate. 	<ul style="list-style-type: none"> Ricostruzione di piccole porzioni di recinzione, se danneggiate. 	trimestrale
Copertura immobile (impianto su edificio)	<ul style="list-style-type: none"> Identificazione di aree danneggiate. 	<ul style="list-style-type: none"> Ripristino dell'area danneggiata (sostituzione pannello combinato, o lamiera, o tegole, o rifacimento piccola area in guaina) se necessario. 	semestrale
Verifica tecnica performance impianto	<ul style="list-style-type: none"> Esame a vista di eventuali danneggiamenti visibili 	<ul style="list-style-type: none"> Report delle attività svolte, e delle performance dell'impianto (calcolate con i dati del sistema di monitoraggio, sull'ultimo mese e ultimo anno, anche vs. anno precedente). 	mensile
Report attività e performance impianto	n.a.	<ul style="list-style-type: none"> Report delle attività svolte, e delle performance dell'impianto (calcolate con i dati del sistema di monitoraggio, sull'ultimo mese e ultimo anno, vostro anno precedente). 	mensile
Ispezione impianto	<ul style="list-style-type: none"> Ispezione visiva in loco sull'intero impianto, al fine di rilevarne eventuali macroscopici segnali di criticità. 	n.a.	mensile
UPS	n.a.	<ul style="list-style-type: none"> Caricare completamente le batterie se non sono state utilizzate per un lungo periodo; Sostituire la batteria se il tempo di scarica dalla carica completa è inferiore al 50% di quello specificato. 	trimestrale
Skid	<ul style="list-style-type: none"> Controllare che non ci sia ruggine e che la vernice sia in buone condizioni. In caso di ruggine, applicare la vernice; 	<ul style="list-style-type: none"> Effettuare la pulizia se necessario dell'acqua piovana; Controllo del funzionamento delle porte e loro sistema di ritenzione; 	annuale

	<ul style="list-style-type: none"> • Verificare il possibile accumulo di sporco o acqua piovana nello Skid; • Controllare che le entrate dei cavi siano correttamente sigillate; • Verifica del corretto funzionamento dei servizi ausiliari; • Verifica dello stato dei condotti e dei cablaggi all'interno della INGECOM SUN FSK Power B. 	<ul style="list-style-type: none"> • Assicurare una buona pulizia generale; 	
Trasformatore di potenza	<ul style="list-style-type: none"> • Controllare che l'involucro di protezione per collegamenti elettrici sia correttamente installato • Coppia di serraggio per collegamenti elettrici (45 Nm per M12 e 70 Nm per M16) • Controllo condizione dell'isolamento del cablaggio di Media Tensione e delle sbarre e • Verificare lo stato dei fusibili di protezione del trasformatore dei servizi ausiliari • terminali di Bassa Tensione • Verificare che ci sia una buona pulizia generale del trasformatore e buone condizioni della custodia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Effettuare le termografie dei collegamenti elettrici del trasformatore dopo lunghi periodi di funzionamento alla massima potenza. La differenza di temperatura tra punti simili non deve essere maggiore di 5°C • Condizione dei dispositivi di protezione del trasformatore (DGPT2 e altri) secondo il loro manuale tecnico. Registrare la temperatura massima dell'olio; • Completare la manutenzione specificata dal produttore del trasformatore. 	annuale
Dispositivo di protezione del trasformatore	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo degli allarmi di temperatura e meccanismi di sgancio; • Verificare che il quadro sia scattato quando richiesto • Verificare che le letture della sonda della temperatura dell'olio PT100 sono accurate sul controller da remoto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ripristinare i valori di default, come specificato sugli schemi elettrici. 	semestrale
Relè di massima corrente e sui fusibili	<ul style="list-style-type: none"> • Verificare che la configurazione del relè e le specifiche del fusibile corrispondano alle specifiche degli schemi elettrici. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le prove di iniezione di corrente devono essere eseguite su richiesta del cliente; • Eseguire l'eventuale attività di auto-diagnosi del relè. 	Cadenza a scelta del cliente, generalmente annuale

Impianti ausiliari – illuminazione esterna campo fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> • Esame a vista dello stato di conservazione delle lampade. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifica dell'accensione; • Verifica di eventuali dispersioni sui collegamenti. 	semestrale
Trasformatore servizi ausiliari	<ul style="list-style-type: none"> • Valutare l'aspetto esterno del trasformatore, del suo involucro, dei filtri ed estrattori; • Controllare l'isolamento cavi e terminali. 	<ul style="list-style-type: none"> • Misurazione corretta della temperatura ambiente sul controllo remoto; • Completare la manutenzione specificata dal produttore del trasformatore; 	annuale
Pannello di comunicazione/servizi ausiliari	<ul style="list-style-type: none"> • Controllo condizioni generali dell'armadio e del suo involucro. La cabina non deve presentare ruggine o essere danneggiata. La vernice deve essere in buone condizioni. Le porte devono aprirsi e chiudersi correttamente. • Controllare la coppia di serraggio connessione. 	<ul style="list-style-type: none"> • Effettuare le termografie dei collegamenti elettrici dopo lunghi periodi di funzionamento alla massima potenza. La differenza di temperatura tra punti simili non deve essere maggiore di 5° C; • Corretta identificazione del cablaggio e isolamento cavi e terminali; • Pulizia della cabina. 	annuale
Misurazione e ispezione della resistenza di terra	<ul style="list-style-type: none"> • Verificare che il sistema di messa a terra delle serie INGECON SUN FSK Power B sia impostato correttamente; 	<ul style="list-style-type: none"> • Eseguire una prova dielettrica sul cablaggio di terra, o almeno sul suo isolamento; • Utilizzare un tester di terra per misurare la resistenza di terra. Il valore deve essere compreso tra i limiti specificati nella preparazione del progetto. 	annuale

Tra i servizi di gestione e manutenzione più importanti c'è il **sistema di monitoraggio** dell'impianto fotovoltaico, che permette di conoscere in tempo reale il relativo stato dell'impianto o l'insorgenza di un'anomalia. La prima attività da non sottovalutare, da eseguire all'inizio del servizio di O&M è quella di configurare il sistema di monitoraggio in modo che possa inviare i segnali di allarme o di warning quali:

- Interruzione completa o parziale della produzione;
- Segnale di apertura di un magneto-termico;
- Segnale di mancata produzione di una stringa;
- Quando il PR di un inverter si discosta dal PR medio complessivo per una soglia preimpostata;

- Mancanza di risposta di una parte dell'impianto.

Oltre che contare su di un sistema di rilevazione e invio automatico dei guasti o criticità, occorre che sia attivo anche un servizio di **monitoraggio presidiato**, in modo tale da, tenendo costantemente sotto controllo lo stato del sistema, rilevare nell'immediato eventuali anomalie o difformità di comportamento, e avviare la corrispettiva attività manutentiva ossia le relative attività di manutenzione correttiva.

3.4 Manutenzione civile, viabilità e recinzione

Si preferisce dedicare un paragrafo a parte per questo tipo di manutenzione in quanto non rientra prettamente nelle operazioni di manutenzione elettrica, ma essendo legata all'accessibilità, alla pulizia contribuiscono al miglioramento delle condizioni di funzionamento dell'impianto. Le attività di manutenzione civile si articolano nella maniera seguente. Manutenzione ordinaria:

- pulizia di pozzetti di raccolta acque meteoriche effettuata manualmente;
- taglio erba nelle aree adiacenti alle strutture di sostegno dei moduli;
- manutenzione dei manufatti o strutture prefabbricate quali cabine di macchina;
- inghiaimento con misto granulare di aree limitate all'interno di piazzole e lungo le relative strade di accesso ivi compresa la rullatura;

Manutenzione di manufatti:

- ripristino di lesioni di cabine di macchina, impermeabilizzazioni dei tetti, riparazione di serramenti, tinteggiature;
- Inghiaiamenti stradali:
 - Inghiaimento superficiale di piccole aree di strade;
 - Ripristini, consolidamenti strutturali ed esecuzione di piccole strutture in cls.

Controlli:

- Ispezioni visive;
- Controlli non distruttivi (CND);
- Rilievi topografici;
- Indagini geognostiche (inclinometri, piezometri).



**PIANO DI GESTIONE E
MANUTENZIONE
DELL'IMPIANTO**

CODICE	FV.APR01.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	10/2023
PAGINA	27 di 33

In merito alle manutenzioni civili le società eseguiranno, con proprio personale, le attività di monitoraggio, la definizione dei piani di manutenzione, la programmazione degli interventi e la supervisione delle attività.

Gli interventi di manutenzione civile vengono affidati ad imprese appaltatrici, che svolgono le attività secondo le specifiche del committente.

La società proponente, una volta installato il parco e attivata la produzione di energia elettrica, si doterà di risorse umane specializzate al fine di garantire tutte quelle opere manutentive che non richiedono competenze tecniche altamente specializzate, quali, ad esempio, verifiche e regolazioni in condizione di esercizio, pulizie, ecc.

Il tutto verrà organizzato e condotto in stretta collaborazione con la società fornitrice dei moduli, degli inverter e dei sistemi di inseguimento solare e nel pieno rispetto della normativa vigente, anche per quanto concerne lo smaltimento dei rifiuti, come oli esausti, grassi, ecc.

In particolare, si prevede che:

- I potenziali impatti ambientali legati alle operazioni di manutenzione siano monitorati;
- Le operazioni di manutenzione devono prevedere tutte le misure preventive e protettive nei confronti dei tecnici incaricati.

3.5 Interventi di manutenzione straordinaria

Per ragioni legate alla sua natura, la manutenzione straordinaria si avvia per la necessità di adeguamento a una nuova normativa o di una sostituzione importante o per la volontà dichiarata di avviare un intervento migliorativo per la produttività (*revamping*): a fronte di tale necessità, il coordinamento esecutivo invierà un preventivo al committente, il coordinamento esecutivo darà mandato al coordinamento operativo di gestire l'attività di manutenzione straordinaria.

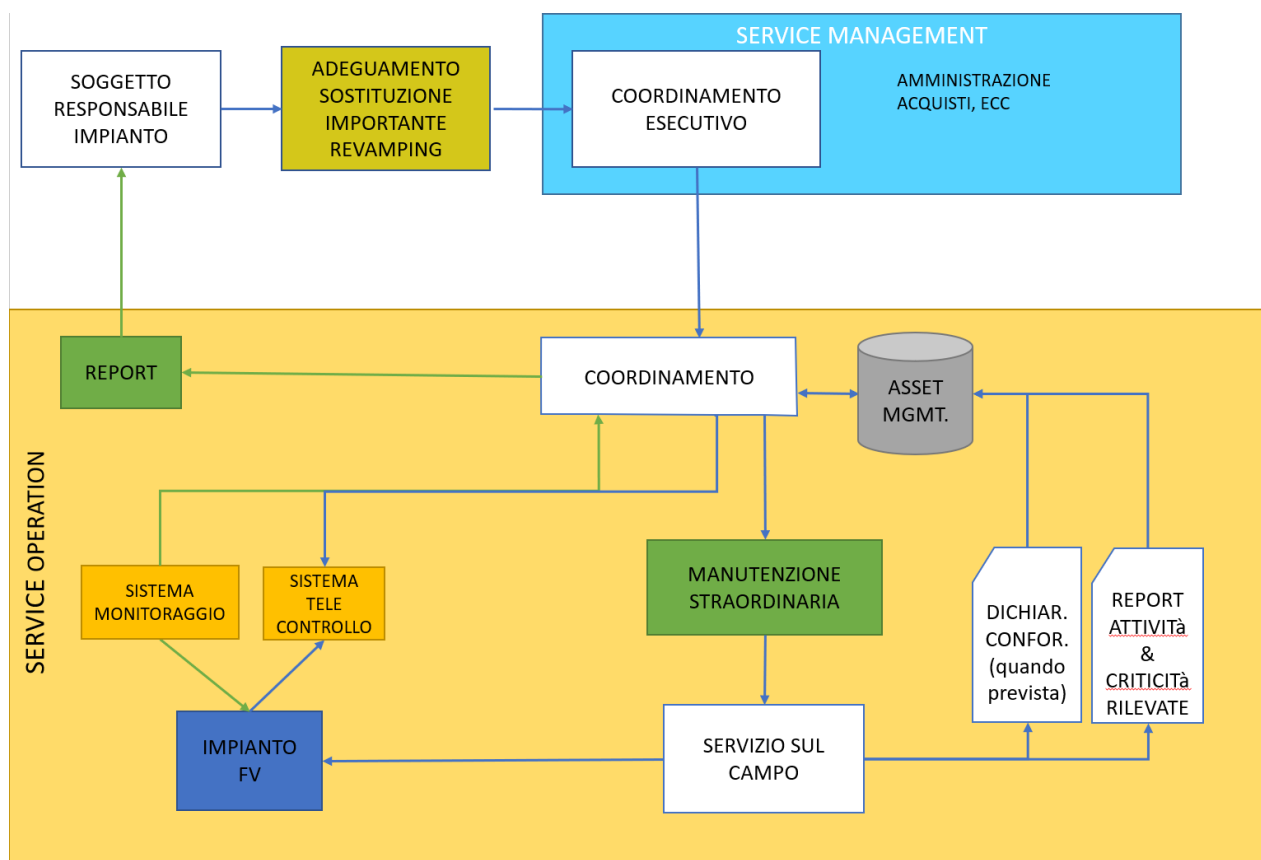


Figura 3: O&M Impianti FV – Flussi operativi della manutenzione straordinaria

Al fine di effettuare una corretta attività di manutenzione straordinaria, si precisa che sarà di fondamentale importanza la modalità con cui effettuare gli ordini dei componenti da sostituire o integrare nell'impianto, i cui tempi e modi dovranno essere chiaramente attribuiti e opportunamente indirizzati.

4 SCHEDE DI LAVORO

Inerentemente sia alle attività di manutenzione ordinaria che a quelle di manutenzione straordinaria, di seguito si tiene a specificare le procedure operative con le quali le attività suddette dovranno essere eseguite. La norma CEI 11-27 prescrive che per ogni lavoro elettrico devono essere chiaramente attribuiti due ruoli di responsabilità:

- Il Responsabile dell'impianto (RI), che è la persona preposta alla conduzione dell'impianto elettrico;
- Il Preposto ai lavori (PL), che è la persona preposta alla conduzione dell'attività lavorativa.

Il responsabile dell'impianto ne è in genere il proprietario, che spesso ne delega il ruolo e la responsabilità al preposto ai lavori; nel rispetto di quanto esposto nell'allegato A della Norma CEI 11-27, per le sue intrinseche caratteristiche tecniche, dimensioni dei componenti che lo compongono e ordine di scala di appartenenza, tale impianto è definibile come *impianto complesso*. I lavori svolti su di un impianto di queste dimensioni sono da considerarsi *lavori complessi* per cui le procedure operative che li caratterizzano dovranno comprendere:

- Un piano di lavoro (redatto dal RI, art. 6.1 della Norma CEI 11-27), in cui sono riportate le modifiche da apportare all'impianto per poter eseguire i lavori, e l'assetto che deve essere mantenuto durante i lavori. Devono essere considerati:
 - Punti di sezionamento;
 - Punti di messa a terra;
 - Inserzione o esclusione di protezioni o automatismi;
 - Modifica di tarature;
 - Schemi elettrici;
- un piano di intervento (redatto dal PL, art. 6.2 della Norma CEI 11-27), in cui sono riportate le misure di sicurezza e le modalità di intervento. Devono essere considerati:
 - numero e posizione delle terre di lavoro;
 - installazione di barriere e protettori (DPC);
 - DPI da utilizzare;
 - Compiti degli addetti ai lavori.

Essendo un impianto fotovoltaico connesso in alta tensione, il lavoro nei locali della cabina di consegna e trasformazione è sempre considerato complesso. Essendo sistemi elettrici di categoria II o III, le persone abilitate ai lavori devono appartenere ad aziende espressamente autorizzate dal Ministero del lavoro e delle politiche sociali e dal Ministero della salute, secondo quanto previsto dal decreto interministeriale del 4 febbraio 2011.

Le **schede di lavoro** descrivono le modalità di esecuzione delle singole attività operative. Per una organizzazione puntuale del servizio è necessario che sia definita una scheda di lavoro per ogni attività della manutenzione ciclica, e per ogni attività di manutenzione correttiva tipica (esempio sostituzione di un interruttore in un quadro BT). Si riportano qui alcuni esempi di contenuto per le schede di lavoro:



**PIANO DI GESTIONE E
MANUTENZIONE
DELL'IMPIANTO**

CODICE	FV.APR01.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	10/2023
PAGINA	30 di 33

Scheda di lavoro: Moduli fotovoltaici

Attrezzatura necessaria

Aste telescopiche, spazzole, detergenti.

Mezzi necessari

Piattaforma cestello (se assenti scale in sicurezza).

DPI

Guanti e scarpe di sicurezza, imbracatura (se assenti parapetti o impalcati, e presenti linee vita cui tenersi agganciati).

Modalità di accesso

Piattaforma cestello.

Ispezione visiva

Identificazione dei danneggiamenti ai vetri anteriori (vedi Fig. 2.26), delle cornici, e rilevazione di una eccessiva sporcizia del vetro anteriore.

Descrizione intervento

Pulizia dei moduli fotovoltaici; rimozione zone di ossido sulle cornici.

Scheda di lavoro: Stringhe fotovoltaiche

Attrezzatura necessaria

Giraviti e pinze isolate, chiavi di serraggio, multimetro.

Mezzi necessari

Piattaforma cestello (se assenti scale in sicurezza).

DPI

Guanti e calzature isolanti, imbracatura (se assenti parapetti o impalcati, e presenti linee vita cui tenersi agganciati).

Modalità di accesso

Piattaforma cestello.

Ispezione visiva

Identificazione di eventuali deformazioni della cassetta di terminazione, del deterioramento del materiale usato per l'isolamento interno dei moduli. Verificare la formazione di umidità all'interno delle cassette di terminazione, lo stato dei contatti elettrici delle polarità positiva e negativa, lo stato dei diodi di by-pass, il corretto serraggio dei morsetti di intestazione dei cavi di collegamento delle stringhe, tensione a vuoto e delle correnti di funzionamento per ciascuna stringa.

Descrizione intervento

Scheda di lavoro: strutture di sostegno

Attrezzatura necessaria

giraviti e pinze isolate, multimetro.

Mezzi necessari

Piattaforma cestello (se assenti scale in sicurezza).



**PIANO DI GESTIONE E
MANUTENZIONE
DELL'IMPIANTO**

CODICE	FV.APR01.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	10/2023
PAGINA	31 di 33

DPI	Guanti e calzature isolanti, imbracatura (se assenti parapetti o impalcati, e presenti linee vita cui tenersi agganciati).
Modalità di accesso	Piattaforma cestello.
Ispezione visiva	Esame a vista dello stato di conservazione.
Descrizione intervento	Assicurarsi che le connessioni meccaniche bullonate più sollecitate risultino ben serrate, che l'azione del vento non abbia modificato anche leggermente la geometria dei profili, e che lo strato di zincatura (se in acciaio) sia ancora uniforme e senza macchie di ruggine; qualora si trovino sbavature di ruggine è consigliabile provvedere a freddo; verifica dei punti di ancoraggio delle strutture (a terra, alle fondamenta, alle zavorre, alla copertura, alla struttura portante).

Scheda di lavoro: Quadri elettrici

Attrezzatura necessaria	Giraviti e pinze isolate, multimetro, morsetti isolati, nastro isolante – eventuali fusibili per sostituzione.
Mezzi necessari	Piattaforma cestello (per i quadri di campo in quota).
DPI	Guanti isolanti, imbracatura (per i quadri di campo in quota).
Modalità di accesso	Piattaforma cestello (per i quadri di campo in quota); reperire eventuali chiavi della cabina o del locale tecnico.
Ispezione visiva	Identificazione di danneggiamenti dell'armadio e dei componenti interni (punti di iper-termia localizzata, danni dovuti ai roditori, pulizia, ecc.), e rilevazione della corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti a fronte quadro.
Descrizione intervento	Controllo protezioni elettriche: verificare l'integrità dei fusibili e degli scaricatori di sovratensione; controllo organi di manovra: verificare l'efficienza degli organi di manovra (interruttori, sezionatori, morsetti sezionabili); controllo cablaggi elettrici: verificare, con prova di sfilamento, i cablaggi interni degli armadi (in



**PIANO DI GESTIONE E
MANUTENZIONE
DELL'IMPIANTO**

CODICE	FV.APR01.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	10/2023
PAGINA	32 di 33

questa fase è opportuno lavorare fuori tensione, aprendo i corrispettivi interruttori) e il serraggio dei morsetti;
controllo delle temperature di lavoro: verifica con termocamera, al fine di individuare eventuali punti di surriscaldamento.

Scheda di lavoro: inverter

Attrezzatura necessaria

Giraviti e pinze isolate, multimetro, morsetti isolati, nastro isolante – eventuali fusibili per sostituzione

Mezzi necessari

-

DPI

Guanti e calzature isolanti

Modalità di accesso

Reperire eventuali chiavi della cabina o del locale tecnico

Ispezione visiva

Identificazione di danneggiamenti meccanici, infiltrazioni d'acqua, formazione di condensa, segnalazioni a display, potenza in erogazione, potenza in ingresso, resistenza di isolamento (se visibile a display), temperatura di lavoro, pulizia generale.

Descrizione intervento

Controllo dei serraggi in ingresso e uscita; verifica con termocamera, al fine di individuare eventuali punti di surriscaldamento.

Scheda di lavoro: cavi, canalizzazioni, giunzioni

Attrezzatura necessaria

giraviti e pinze isolate, multimetro.

Mezzi necessari

-

DPI

Guanti e calzature isolanti.

Modalità di accesso

Reperire eventuali chiavi della cabina o del locale tecnico per la verifica dei tratti interni.

Ispezione visiva

Identificazione di danneggiamenti, bruciate, abrasioni, deterioramento isolante, variazione di colorazione della guaina.

Descrizione intervento

Verifica della continuità elettrica; verifica termografica della temperatura, in potenza, sui tratti e sulle giunzioni.



**PIANO DI GESTIONE E
MANUTENZIONE
DELL'IMPIANTO**

CODICE	FV.APR01.PD.A.11
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	10/2023
PAGINA	33 di 33

Scheda di lavoro: Impianto di terra

Attrezzatura necessaria	Giraviti e pinze isolate, multimetro, ohmetro per la resistenza di terra.
Mezzi necessari	-
DPI	Reperire eventuali chiavi della cabina o del locale tecnico per la verifica dei tratti interni.
Modalità di accesso	Reperire eventuali chiavi della cabina o del locale tecnico per la verifica dei tratti interni.
Ispezione visiva	Esame a vista dello stato di conservazione; presenza delle targhette di identificazione sulle barre- collettori.
Descrizione intervento	Controllo della continuità elettrica; controllo ingrassaggio e serraggio bulloni. Misura della resistenza di terra.