



REGIONE
BASILICATA



COMUNE DI
GROTTOLE



PROVINCIA DI
MATERA

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto agri-fotovoltaico di potenza di $P=15'146,04$ kWp con sistema di accumulo per una potenza in immissione complessiva pari a $P=19'999,80$ kW

Titolo elaborato

Piano di monitoraggio ambientale

Codice elaborato

F0606CR02A

Scala

-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Progettazione



F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
(ing. Giovanni Di Santo)



Gruppo di lavoro

Dott. For. Luigi ZUCCARO
Ing. Giovanni Di SANTO
Ing. Giuseppe MANZI
Ing. Mariagrazia PIETRAFESA
Ing. Giovanni FORTUNATO
Dr. Agr. Maria Rosaria MONTANARELLA
Geom. Nicola DEMA
Vito PIERRI
Arch. Gaia TELESCA



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

Consulenze specialistiche

Committente

SOLAR ENERGY TRE Srl

Via Sebastian Altmann n.9 - 39100 BOLZANO
solarenergytre.srl@legalmail.it

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Luglio 2023	Prima emissione	GDS	GMA	GZU

File sorgente: F0606CR02A_Piano di monitoraggio ambientale.docx

1 Premessa

Il presente elaborato è stato redatto in riferimento al progetto finalizzato alla realizzazione di impianto agrifotovoltaico da fonte rinnovabile fotovoltaica da ubicarsi in agro di Grottole (MT) incluse le relative opere di connessione alla RTN nel medesimo comune.

Il progetto ricade al punto 2 dell'elenco di cui all'allegato II alla Parte Seconda del d.lgs. n. 152/2006 e s.m.i., come modificato dalla legge 208/2021, "*impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW*", pertanto risulta soggetto al procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale per il quale il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, svolge il ruolo di autorità competente in materia.

Il monitoraggio ambientale individua l'insieme delle attività e dei dati ambientali, antecedenti e successivi all'attuazione del progetto, necessari per tenere sotto controllo gli impatti ambientali significativi e negativi che possono verificarsi **durante le fasi di realizzazione e di gestione dell'opera**.

In base al d.lgs. 104 del 16 giugno 2017, che modifica la parte seconda del d.lgs. 152/2006 (Codice dell'Ambiente) al fine di attuare la Direttiva 2014/52/UE in materia di valutazione di impatto ambientale, *la tipologia dei parametri da monitorare e la durata del monitoraggio sono proporzionati alla natura, all'ubicazione, alle dimensioni del progetto ed alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente (Art. 14)*.

Le soluzioni previste per evitare, prevenire, ridurre o compensare gli impatti ambientali significativi e negativi del progetto e le disposizioni di monitoraggio devono spiegare in che misura e con quali modalità si intende intervenire al fine di eliminare o evitare gli effetti degli impatti medesimi.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) è un allegato dello SIA redatto sulla base della documentazione relativa al Progetto Definitivo, e si articola in:

- Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente.
- Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici.
- Scelta delle componenti ambientali.
- Scelta delle aree critiche da monitorare.
- Definizione della struttura delle informazioni (contenuti e formato).
- Prima stesura del PMA.

2 Obiettivi specifici

In coerenza con quanto riportato nelle *Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (d.lgs 152/2006 e s.m.i., d.lgs 163/2006 e s.m.i.)*

- il PMA ha per oggetto la programmazione del monitoraggio delle componenti/fattori ambientali per i quali, in coerenza con quanto documentato nello SIA, sono stati individuati impatti ambientali significativi generati dall'attuazione dell'opera: il Proponente non è pertanto tenuto a programmare monitoraggi ambientali connessi a finalità diverse da quelle indicate al Cap.4.3 ed a sostenere conseguentemente oneri ingiustificati e non attinenti agli obiettivi strettamente riferibili al monitoraggio degli impatti ambientali significativi relativi all'opera in progetto.
- il PMA deve essere commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti nello SIA (estensione dell'area geografica interessata e caratteristiche di sensibilità/criticità delle aree potenzialmente soggette ad impatti significativi; ordine di grandezza qualitativo e quantitativo, probabilità, durata, frequenza, reversibilità, complessità degli impatti); conseguentemente, l'attività di MA da programmare dovrà essere adeguatamente proporzionata in termini di estensione delle aree di indagine, numero dei punti di monitoraggio, numero e tipologia dei parametri, frequenza e durata dei campionamenti, ecc.;
- il PMA deve essere, ove possibile, coordinato o integrato con le reti e le attività di monitoraggio svolte dalle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell'ambiente. Tale condizione garantisce che il MA effettuato dal proponente non duplichi o sostituisca attività svolte da altri soggetti competenti con finalità diverse dal monitoraggio degli impatti ambientali generati dall'opera in progetto; nel rispetto dei diversi ruoli e competenze, il proponente potrà disporre dei dati e delle informazioni, dati generalmente di lungo periodo, derivanti dalle reti e dalle attività di monitoraggio ambientale, svolte in base alle diverse competenze istituzionali da altri soggetti (ISPRA, ARPA/APPA, Regioni, Province, ASL/ASP, ecc.) per supportare efficacemente le specifiche finalità del MA degli impatti ambientali generati dall'opera;
- il PMA rappresenta uno strumento tecnico-operativo di programmazione delle attività di monitoraggio ambientale che discendono da dati, analisi e valutazioni già contenute nel Progetto e nello SIA: pertanto i suoi contenuti devono essere efficaci, chiari e sintetici e non dovranno essere duplicati, ovvero dovranno essere ridotte al minimo, le descrizioni di aspetti a carattere generale non strettamente riferibili alle specifiche finalità operative del PMA

3 Identificazione delle azioni di progetto

SIGNIFICATIVITA'	IMPATTO VALUTATO
Molto alta	
Alta	Emissioni climalteranti - Esercizio
Moderata	Impatto sull'occupazione - Esercizio Sottrazione e alterazione di habitat naturali - Esercizio Effetti sul patrimonio agroalimentare - Esercizio Effetti sul microclima - Esercizio
Bassa	Impatto sull'occupazione - Cantiere Impatto sull'occupazione - Dismissione Disturbo alla viabilità - Esercizio Rimozione degli elementi del paesaggio agrario o della vegetazione naturale e frammentazione di habitat - Esercizio Incidenza sulle aree Rete Natura 2000 limitrofe e sulle relative interconnessioni - Esercizio Alterazione della qualità dei suoli - Esercizio Consumo di suolo - Esercizio Alterazione qualità acque superficiali e sotterranee - Esercizio
Nessun impatto	-Vibrazioni sui ricettori limitrofi - Cantiere Vibrazioni sui ricettori limitrofi - Esercizio Vibrazioni sui ricettori limitrofi - Dismissione Inquinamento elettromagnetico - Cantiere Inquinamento elettromagnetico - Dismissione Inquinamento da luce polarizzata - Cantiere Inquinamento da luce polarizzata - Dismissione Radiazioni ionizzanti - Cantiere Radiazioni ionizzanti - Esercizio Radiazioni ionizzanti - Dismissione
Bassa	Effetti su salute e sicurezza pubblica - Cantiere Effetti su salute e sicurezza pubblica - Esercizio Effetti su salute e sicurezza pubblica - Dismissione Disturbo alla viabilità - Cantiere Disturbo alla viabilità - Dismissione Produzione di rifiuti - Cantiere Produzione di rifiuti - Esercizio Produzione di rifiuti - Dismissione Sottrazione e alterazione di habitat naturali - Cantiere Sottrazione e alterazione di habitat naturali - Dismissione Rimozione degli elementi del paesaggio agrario o della vegetazione naturale e frammentazione di habitat - Cantiere Rimozione degli elementi del paesaggio agrario o della vegetazione naturale e frammentazione di habitat - Dismissione Perturbazione e spostamento - Cantiere Perturbazione e spostamento - Esercizio Perturbazione e spostamento - Dismissione Effetti sulla fauna - Cantiere Effetti sulla fauna - Esercizio Effetti sulla fauna - Dismissione Incidenza sulle aree Rete Natura 2000 limitrofe e sulle relative interconnessioni - Cantiere Incidenza sulle aree Rete Natura 2000 limitrofe e sulle relative interconnessioni - Dismissione Alterazione della qualità dei suoli - Cantiere

SIGNIFICATIVITA'	IMPATTO VALUTATO
	Alterazione della qualità dei suoli - Dismissione Consumo di suolo e frammentazione del territorio - Cantiere Consumo di suolo e frammentazione del territorio - Dismissione Effetti sul patrimonio agroalimentare - Cantiere Effetti sul patrimonio agroalimentare - Dismissione Effetti del progetto sulla dinamica geomorfologica - Cantiere Effetti del progetto sulla dinamica geomorfologica - Esercizio Effetti del progetto sulla dinamica geomorfologica - Dismissione Alterazione qualità acque superficiali e sotterranee - Cantiere Alterazione qualità acque superficiali e sotterranee - Dismissione Consumo di risorsa idrica - Cantiere Consumo di risorsa idrica - Esercizio Consumo di risorsa idrica - Dismissione Modifica al drenaggio superficiale - Cantiere Modifica al drenaggio superficiale - Esercizio Modifica al drenaggio superficiale - Dismissione Emissioni di polveri - Cantiere Emissioni di polveri - Esercizio Emissioni di polveri - Dismissione Emissioni climalteranti - Cantiere Emissioni climalteranti - Dismissione Effetti sul microclima - Cantiere Effetti sul microclima - Dismissione Alterazione strutturale e percettiva del paesaggio - Cantiere Alterazione strutturale e percettiva del paesaggio - Esercizio Alterazione strutturale e percettiva del paesaggio - Dismissione Effetti del progetto sul clima acustico - Cantiere Effetti del progetto sul clima acustico - Esercizio Effetti del progetto sul clima acustico - Dismissione Inquinamento elettromagnetico - Esercizio Inquinamento luminoso - Cantiere Inquinamento luminoso - Esercizio Inquinamento luminoso - Dismissione Inquinamento da luce polarizzata - Esercizio
Moderata	
Alta	
Molto alta	

Come è possibile osservare dalla matrice di identificazione delle magnitudo degli impatti in relazione a ciascuna azione di progetto, **l'iniziativa genera delle pressioni nei confronti delle principali componenti ambientali positive o al più negative, ma di basso livello** (cfr. Analisi della compatibilità dell'opera dello SIA).

4 Componenti/fattori da monitorare

Al fine di verificare la correttezza delle analisi di impatto fatte nello studio di impatti ambientale, è stato previsto il monitoraggio delle seguenti componenti:

- Rumore;
- Vegetazione (interventi di ripristino e compensazione);
- Fauna (avifauna e chiropteri);
- Suolo e sottosuolo;

4.1 Rumore

4.1.1 Area di indagine

Il monitoraggio dell'inquinamento acustico, inteso come "l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi (...)" (art.2 L. 447/1995), è finalizzata alla valutazione degli effetti/impatto sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie.

L'area di indagine all'interno della quale verrà realizzata una campagna di rilevamento del rumore residuo al fine di definire il clima acustico, è fondamentalmente coincidente all'area di layout delle due porzioni di impianto. Ai fini della selezione dei punti si è tenuto conto tanto della posizione dei possibili elementi del progetto che possono eventualmente provocare disturbo, ovvero le cabine di campo per quanto riguarda l'impianto agrovoltivo.

Per quanto riguarda i punti di monitoraggio, ove possibile, previo accordo con il privato possessore dell'immobile, saranno posizionati in corrispondenza dei ricettori. In caso non sussista tale opportunità, il monitoraggio avverrà lungo la pubblica viabilità, in prossimità degli stessi.

I punti di campionamento sono stati scelti individuando i principali possibili recettori dei rumori presenti sia in fase di cantiere che di esercizio dell'impianto e ricadono a ridosso dell'impianto agrovoltivo.

4.1.2 Parametri analitici descrittivi

I parametri analitici descrittivi dello stato quali-quantitativo della componente "rumore" attraverso i quali controllare l'evoluzione nello spazio e nel tempo delle sue caratteristiche, la coerenza con le previsioni effettuate nello SIA (stima degli impatti ambientali) e l'efficacia delle misure di mitigazione adottate sono i seguenti:

Tabella 1 - Parametri acquisiti/elaborati per un sito

Parametri	Dati acquisiti attraverso		
	Postazioni fisse	Postazioni mobili	Modelli previsionali
Informazioni generali			
Ubicazione/Planimetria	*	-	*
Funzionamento	*	-	n.a.
Periodo di misura/Periodo di riferimento	*	-	*
Parametri acustici			
L _{Aeq} immissione, diurno	*	-	*
L _{Aeq} immissione, notturno	*	-	*

LAeq emissione ¹ , diurno	*	-	*
L _{Aeq} emissione, notturno	*	-	*
Livello differenziale diurno	*	-	*
Livello differenziale notturno	*	-	*
Fattori correttivi (KI, KT, KB)	*	-	*
Andamenti grafici	*	-	*
Parametri meteo			
Eventi meteorologici particolari	+	-	-
Situazione meteorologica	*	-	-

Legenda	
*	necessario
+	opportuno
-	indifferente
n.a.	non applicabile

- Leq ponderato in curva A sia nel periodo di riferimento diurno che notturno;
- Livelli percentili.

4.1.3 Tecniche di campionamento e frequenza

Il campionamento verrà effettuato attraverso il rilievo dei parametri sopra definiti in postazioni fisse (cfr. schede di sintesi) per un arco temporale minimo sufficiente a determinare i livelli di rumorosità diurno e notturno (minimo 24h) per ogni ricettore e condizione di funzionamento.

La strumentazione che verrà adottata per i rilievi acustici, soddisfa le specifiche di cui alla classe 1 delle norme IEC 60651/2000 - IEC 60804/2000. La catena di misura verrà controllata prima e dopo ogni ciclo di misura con calibratore di classe 1 secondo la Norma IEC 942:1988.

L'elenco degli strumenti che verranno utilizzati è il seguente.

Strumento	Tipo	Matricola
Fonometro Integratore 01dB	FUSION	12536
Filtri 1/1 e 1/3 ottave 01dB	FILTRO	12536
Calibratore Acustico 01dB	CAL21	92225

Per l'elaborazione dei dati saranno utilizzati i software dBTrait e Noise&Vibration Works (NWWin) conformi ai requisiti richiesti dal DM del 16.03.1998.

4.1.4 Durata e frequenza

La caratterizzazione del clima acustico avverrà per i primi tre anni di esercizio degli impianti, al fine di verificare eventuali alterazioni e avere un confronto diretto tra misure in progetto e in esercizio.

Il monitoraggio sarà sviluppato come di seguito descritto.

¹ Nel caso il Comune abbia provveduto alla zonizzazione acustica del territorio.

4.1.5 Cronoprogramma di dettaglio componente rumore

4.1.5.1 Ante Operam

Ante operam in aggiunta alle simulazioni effettuate in fase di progetto, si prevede un monitoraggio della componente rumore funzionale alla predisposizione dello Studio Previsionale Acustico e di durata utile a garantire una corretta caratterizzazione del rumore (minimo 24h), ovvero la baseline da confrontare durante i lavori e i primi anni di esercizio dell'impianto. Quindi, nel periodo compreso tra il rilascio dell'autorizzazione unica e l'inizio dei lavori, e comunque per un periodo massimo di un anno, i campionamenti verranno effettuati con frequenza trimestrale nei punti precedentemente individuati.

Le modalità di campionamento sopra indicate saranno svolte facendo riferimento a **“Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)”**.

4.1.5.2 Fase di cantiere

In fase di cantiere si prevede un monitoraggio della componente rumore con frequenza bimestrale in corrispondenza dei 3 punti precedentemente identificati e di durata utile a garantire una corretta caratterizzazione del rumore (minimo 24h).

Le modalità di campionamento sopra indicate saranno svolte facendo riferimento a **“Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)”**.

4.1.5.3 Fase di esercizio

In fase di esercizio si prevede un monitoraggio della componente rumore con frequenza triennale in corrispondenza dei 3 punti precedentemente identificati, durante i primi tre anni di vita utile dell'impianto, alternando le stagioni nelle quali verranno effettuate le misurazioni e con una durata utile a garantire una corretta caratterizzazione del rumore (minimo 24h).

Le modalità di campionamento sopra indicate saranno svolte facendo riferimento a **“Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)”**.

Nel complesso i rilievi seguiranno la calendarizzazione riportata di seguito che, ad ogni modo, costituisce indicazione di massima delle attività e verrà adeguata alle esigenze operative eventualmente riscontrate.

Fase	Mese											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ante operam		x			x			x			x	
Cantiere	x			x			x			x		
Post operam - anno 1			x			x			x			x
Post operam - anno 2		x			x			x			x	
Post operam - anno 3	x			x			x			x		

Figura 1 – cronoprogramma dei rilievi da effettuare nelle varie fasi

4.2 Fauna (avifauna, chiropteri ed insetti)

4.2.1 Avifauna

4.2.1.1 Area di indagine

L'area di indagine per la componente "biodiversità" è stata definita in **un'area compresa entro il layout dell'impianto agrovoltaiico**.

All'interno di tale area verrà implementato un monitoraggio basato su operazioni di mappaggio, stazioni di ascolto e definizione di transetti lineari, oltre che di ricerca di carcasse, secondo l'approccio BACI e in coerenza con i **protocolli ufficiali applicabili**. In particolare, in mancanza di un protocollo specifico per gli impianti agrovoltaiici, si potrà fare riferimento ai protocolli ISPRA (2015²) e MITO (2000).

Una parte dei rilievi sarà svolta in un'area limitrofa a quella interessata dal progetto, avente pari caratteristiche ambientali, con funzione di controllo. Particolare attenzione sarà rivolta alla classificazione delle collisioni, distinguendo tra specie acquatiche e non, onde valutare il possibile "effetto lago".

4.2.1.2 Metodologia prevista

I metodi di rilevamento dell'avifauna possono essere suddivisi secondo criteri di applicabilità (livello ecologico, biologia/ecologia delle specie).

Riguardo al livello ecologico oggetto di indagine (individuo, popolazione, comunità), la registrazione e l'analisi dei ritrovamenti di individui deceduti o con problemi (traumi, malattie/parassitosi/tossicosi, turbe comportamentali, ecc.), sono tra i pochi metodi utilizzabili per valutare impatti a livello di singolo individuo.

A questi possono essere affiancate, per taluni casi da valutare in base alla tipologia di opera, campagne di indagine eco-tossicologica o sanitaria su campioni di popolazione. La compilazione di checklist semplici è uno strumento funzionale in pratica solo a livello di comunità.

Un'altra serie di metodi (mappaggio, punti di ascolto e transetti lineari, conteggi in colonie/dormitori/gruppi di alimentazione, conteggi in volo, cattura-marcaggio-ricattura, playback), è invece applicabile sia per indagini a livello di popolazione, sia per studiare la struttura di popolamento di una comunità ornitica definita.

Per la maggior parte delle metodologie, la scelta può essere guidata dal modo con cui le specie da monitorare si distribuiscono sul territorio interessato:

- per specie ampiamente distribuite: compilazione di checklist semplici e con primo tempo di rilevamento, censimenti a vista, punti di ascolto e transetti lineari di ascolto (con o senza uso di playback).
- per specie raggruppate e/o localizzate: conteggi in colonia riproduttiva, conteggi di gruppi di alimentazione, dormitorio, in volo di trasferimento.

² ISPRA (2015). Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.). Indirizzi metodologici specifici: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) (Capitolo 6.4) REV. 1 DEL 13/03/2015.

Va precisato che in tutti i casi il monitoraggio o il campionamento deve essere progettato ed eseguito da ornitologi di comprovata esperienza, sulla base di un'indagine preliminare (bibliografica e/o di campo).

In fase di cantiere ed in fase di esercizio, si utilizzeranno gli **stessi punti di monitoraggio** individuati per le fasi ante, al fine di verificare eventuali alterazioni nel tempo e nello spazio e di monitorare l'efficacia delle mitigazioni e compensazioni previste. Eventuali variazioni dei punti di monitoraggio, o dei transetti saranno possibili qualora il mutare delle condizioni o i risultati in itinere lo richiedano, a giudizio dei rilevatori.

4.2.1.3 Parametri analitici descrittivi

Per quanto riguarda l'avifauna, i parametri oggetto di monitoraggio sono i seguenti:

- Ricchezza (R): numero di specie registrate. Si tratta di un parametro indicativo del grado di complessità e diversità di un ecosistema;
- Abbondanza o Densità: consistenza numerica delle diverse specie;
- Dominanza (pi): rapporto tra il numero di individui di ciascuna specie ed il numero totale di individui componenti la comunità ($pi = ni/\Sigma n$, dove ni = numero di individui della specie i-esima e Σn = numero di individui di tutte le specie);
- Rapporto non Passeriformi/Passeriformi (nP/P): rapporto tra il numero di specie di non Passeriformi e di Passeriformi;
- Indice di diversità Shannon-Wiener H' ;
- Stima del tasso di mortalità da collisione contro i pannelli fotovoltaici (solo in fase di esercizio).

4.2.1.4 Tecniche di monitoraggio

Si prevede di effettuare le seguenti attività:

- Punti di ascolto (passeriformi nidificanti);
- Osservazioni a vista (rapaci stazionari/migratori e grandi veleggiatori);
- Transetti invernali (avifauna svernante);
- Ricerca siti di nidificazione di rapaci diurni rupicoli e arboricoli;
- Rilievi avifauna notturna;
- Ricerca delle carcasse sul terreno circostante i pannelli (solo in fase di esercizio).

Per quanto riguarda la ricerca delle carcasse nell'area dell'impianto agrovoltaco, si prevede di operare all'interno di tre fasce di terreno adiacenti, corrispondenti a tre corridoi tra i pannelli, percorrendo quella centrale e traluardando la fila immediatamente a destra e quella immediatamente a sinistra. Nell'area campione l'ispezione sarà eseguita, quindi, lungo transetti lineari, distanziati tra loro di circa 30 m e lunghezza pari alla lunghezza dell'area di impianto.

4.2.1.5 Durata e frequenza

In termini di durata i parametri da considerare sono i seguenti:

- 1) **La durata complessiva del monitoraggio**, sviluppata secondo le tre fasi di sviluppo del progetto. In **fase preliminare (AO)**, propedeutica alla redazione del piano di monitoraggio esecutivo, saranno effettuate alcune attività di *survey*, della durata di alcune settimane rilevando le specie presenti nell'areale di progetto e definendo la baseline di riferimento. In fase di **cantiere (CO)** la durata è in relazione alla tipologia dell'opera. In generale

dovrebbe consentire di seguire tutta la fase di realizzazione. Nel caso specifico, dato il limitato lasso di tempo delle lavorazioni e l'assenza dei pannelli, il monitoraggio avverrà con una cadenza utile alla raccolta di informazioni ed al monitoraggio del cantiere.

In fase di esercizio (**PO**) la durata dovrà consentire di definire l'assenza di impatti a medio/lungo termine seguendo il principio di precauzione; pertanto si propone **un monitoraggio per una durata di 3 anni a partire dall'entrata in esercizio dell'impianto.**

- 2) **La durata dei periodi di monitoraggio (Campagne).** In generale il monitoraggio verrà programmato in modo che le **campagne** contengano il periodo di indagine, comprendente sia l'inizio che la fine del fenomeno fenologico delle specie target, basandosi sulla letteratura scientifica di settore
- 3) **La frequenza delle sessioni di monitoraggio.** In termini di frequenze, per quel che riguarda l'avifauna, il monitoraggio verrà suddiviso in periodi fenologici: 1) svernamento (metà novembre – metà febbraio); 2) migrazione pre-riproduttiva (febbraio – maggio); 3) riproduzione (marzo – agosto); 4) migrazione post-riproduttiva/post-giovanile (agosto – novembre).

In definitiva, per quanto riguarda l'**avifauna**, concluso il monitoraggio preliminare, a seguito dell'avvio dei lavori si procederà con il monitoraggio in fase di cantiere, di durata corrispondente a quella dei lavori, ed un monitoraggio, di durata triennale, a partire dall'entrata in esercizio dell'impianto.

Tabella 2: Durata delle attività di monitoraggio per fase

Fase	Durata
Ante Operam (AO)	1 anno
In Corso d'Opera (CO)	durata pari alle attività di cantiere (max 1 anno)
Post Operam (PO)	3 anni

Di seguito il calendario orientativo dei rilievi, che sarà in ogni caso modulato in funzione delle specifiche esigenze connesse con l'affidabilità dei risultati, tra cui l'andamento climatico.

Tabella 3 - Calendario orientativo delle attività di campo per il monitoraggio dell'avifauna

Specie target	metodo	sessioni/ anno ⁽¹⁾	area di controllo ⁽²⁾	metadato atteso
rapaci	ricerca siti riproduttivi	4	localizzazione siti riproduttivi delle singole specie	rapaci
passeriformi nidificanti di ambienti aperti	mappaggio da transetto	5	si	localizzazione territori delle singole specie
rapaci nidificanti	mappaggio da transetto	5	si	localizzazione traiettorie di volo principali
uccelli notturni	punti di ascolto di richiami indotti da play-back	2	N individui contattati/punto/ sessione delle singole specie	uccelli notturni
passeriformi nidificanti	punti di ascolto passivi	8	si	passeriformi nidificanti
migratori diurni	controllo da punti fissi	24	N individui contattati/punto/ sessione e localizzazione traiettorie di volo	migratori diurni

(1) Alcune attività possono essere svolte nella stessa giornata.

(2) La ripetizione dei campionamenti indicativa e deve essere applicata ovunque siano disponibili aree di controllo limitrofe all'area dell'impianto eolico

In generale il monitoraggio verrà programmato in modo che le durate contengano il periodo di indagine comprendente sia l'inizio che la fine del fenomeno fenologico delle specie target, basandosi su sulla letteratura scientifica di settore.

Tabella 4 - Calendario orientativo per i rilievi sul campo per ricerca carcasse

Attività	Periodo	Metodo	Frequenza	Duarata
Monitoraggio collisioni	Tutto l'anno	Ispezione del suolo	50 gg/uomo	15-60 minuti a seconda della copertura vegetazionale e della dimensione delle torri

4.2.2 Chiroteri

4.2.2.1 Area di indagine

L'area di indagine per la componente "biodiversità" con particolare riguardo ai chiroteri è definita in **un'area compresa entro il layout dell'impianto agrovoltaico**.

All'interno del buffer, saranno individuate due aree principali di campionamento, una delle quali con funzione di controllo.

4.2.2.2 Metodologia prevista

Per quanto riguarda i chiroteri si prevede di operare secondo le seguenti modalità:

- Ricerca ed ispezione di siti rifugio;
- Rilevamenti bioacustici mediante *bat-detector*;
- Ricerca delle carcasse sul terreno sottostante i pannelli (solo per la fase di esercizio).

Il bat detector rileva gli impulsi di ecolocalizzazione emessi dai Microchiroteri (sottordine dei Chiroteri a cui appartengono tutte le specie italiane) che, opportunamente classificati, consentono il riconoscimento a livello di specie. Tale indagine fornisce una valutazione qualitativa delle specie presenti (ricchezza di specie). I conteggi presso i *roost* (posatoi, siti rifugio) estivi, riproduttivi o di ibernazione forniscono invece una quantificazione delle popolazioni (Battersby 2010, Agnelli et al., 2004).

Le attività saranno condotte con l'approccio BACI, eventualmente integrato con le procedure proposte da ISPRA (2004³; 2015⁴), GIRC (2014⁵).

La scelta della localizzazione dei rilievi risulta coerente a quella riportata nello studio di impatto ambientale, ma **sarà in ogni caso affinata in base agli esiti della campagna di monitoraggio ante operam, da sviluppare in fase preliminare**.

4.2.2.3 Parametri analitici descrittivi

I parametri oggetto di monitoraggio sono i seguenti:

- Numero di contatti/ora rilevati;
- Numero totale di specie rilevate;
- Indice di diversità Shannon-Wiener H';
- Stima del tasso di mortalità da collisione contro i pannelli (solo in fase di esercizio).

³ Agnelli P., A. Martinoli, E. Patriarca, D. Russo D. Scaravelli, P. Genovesi (2004). Linee guida per il monitoraggio dei chiroteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia. Quaderni di Conservazione della Natura, n.19. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica.

⁴ ISPRA (2015). Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.). Indirizzi metodologici specifici: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) (Capitolo 6.4) REV. 1 DEL 13/03/2015.

⁵ Roscioni F., Spada M. (a cura di), 2014. Linee guida per la valutazione dell'impatto degli impianti eolici sui chiroteri. Gruppo Italiano Ricerca Chiroteri.

4.2.2.4 Tecniche di monitoraggio

I siti individuati per il monitoraggio vengono ispezionati con il bat detector nelle prime 4 ore successive al tramonto, col fine ultimo di individuare le specie con diversi tempi di emergenza dai *roost*.

Per quanto riguarda i *roost*, la potenziale presenza di chiropteri potrà essere dedotta dalla presenza di escrementi, oppure tramite l'ausilio di *bat detector* nelle prime ore dell'alba. Il conteggio del *roost* si effettuerà accedendo direttamente al suo interno o mediante il conteggio in volo delle specie. È preferibile effettuare un conteggio in volo delle specie, in quanto accedere direttamente al *roost* potrebbe richiedere molta cautela, specie nel caso in cui si tratti di un *roost* riproduttivo o durante la fase di ibernazione.

Con riferimento alla ricerca delle carcasse, come per l'avifauna, si prevede di operare per la porzione di impianto agrovoltaico all'interno di tre fasce di terreno adiacenti, corrispondenti a tre corridoi tra i pannelli, percorrendo quella centrale e tralasciando la fila immediatamente a destra e quella immediatamente a sinistra. Nell'area campione l'ispezione sarà eseguita, quindi, lungo transetti lineari, distanziati tra loro di circa 30 m e lunghezza pari alla lunghezza dell'area di impianto. Il posizionamento dei transetti è tale da coprire una superficie di dimensioni superiori al 45/50% rispetto a quella occupata dai pannelli.

4.2.2.5 Durata e frequenza

Il monitoraggio, così come per l'avifauna, verrà suddiviso secondo le diverse fasi di realizzazione dell'opera.

In fase **preliminare (AO)**, propedeutica alla redazione del piano di monitoraggio esecutivo, saranno effettuate alcune attività di *survey*, della durata di alcune settimane rilevando le specie presenti nell'areale di progetto e definendo la baseline di riferimento

In fase di **cantiere (CO)** la durata è in relazione alla tipologia dell'opera. In generale dovrebbe consentire di seguire tutta la fase di realizzazione. Nel caso specifico, dato il limitato lasso di tempo delle lavorazioni, il monitoraggio avverrà con una cadenza utile alla raccolta di informazioni ed al monitoraggio del cantiere.

In fase di esercizio (**PO**) la durata dovrà consentire di definire l'assenza di impatti a medio/lungo termine seguendo il principio di precauzione; pertanto si propone **un monitoraggio per una durata di 3 anni a partire dall'entrata in esercizio dell'impianto.**

Il monitoraggio sarà generalmente condotto di notte, preferibilmente nella stagione riproduttiva o comunque di maggiore attività. Il conteggio presso i *roost* sarà eseguito per ciascuna annualità, effettuando anche delle repliche di conteggio qualora risultasse necessario.

Di seguito il calendario orientativo dei rilievi, anche questo eventualmente modulato in funzione di specifiche esigenze connesse con l'affidabilità dei risultati, tra cui l'andamento climatico.

Tabella 5 - Calendario orientativo delle attività di campo per il monitoraggio della chiroterofauna

Metodo	Periodo*	ore di effettiva osservazione	Ore medie a evento	Attrezzatura
Transetti notturni Punti di ascolto e registrazione Perlustrazione territorio e manufatti	Aprile - ottobre	120	5	Bat-detector Registratore digitale Software per l'analisi delle emissioni ultrasonore

Con riferimento ai rilievi per la **ricerca delle carcasse**, in coerenza con le metodologie descritte in precedenza, si propone il seguente calendario orientativo.

Tabella 6 - Calendario orientativo per i rilievi sul campo per ricerca carcasse

Attività	Periodo	Metodo	Frequenza	Duarata
Monitoraggio collisioni	Tutto l'anno	Ispezione del suolo	50 gg/uomo	15-60 minuti a seconda della copertura vegetazionale e della dimensione delle torri

4.2.3 Artropodofauna: insetti polarotattici ed api

Nella redazione di un programma di monitoraggio diviene di cruciale importanza la scelta di bioindicatori, definiti come “una specie (o un gruppo di specie) che risponde in maniera prevedibile a uno o più fattori esterni e la cui presenza è indicativa del mantenimento di determinate condizioni ambientali” (Burgio et al., 2013⁶). Il processo di scelta di un organismo (o un gruppo di organismi) da utilizzare come bioindicatore parte dalla definizione degli obiettivi del piano di monitoraggio. La scelta degli organismi bioindicatori da monitorare deve essere fatta specificamente in funzione del contesto ambientale (es. area naturale o antropizzata).

Interpretando le risultanze dello SIA, ovvero ponendosi l'obiettivo di comprendere quale principale fattore di disturbo valutabile nella realizzazione dell'impianto agrovoltivo possa avere maggiore impatto sull'ecosistema attualmente presente, si è focalizzata l'attenzione sulle principali specie coinvolte negli effetti diretti della installazione dei pannelli. In tale ottica, Horvath G. et al. (2010) hanno evidenziato che gli insetti legati all'acqua sono attratti anche dalle strutture artificiali che riflettono luce polarizzata (vetri degli edifici, pannelli solari) ed utilizzati al pari degli specchi d'acqua, benché senza successo o con maggiore rischio di predazione, per la deposizione delle uova, con possibile rapido declino delle popolazioni. L'impatto sembra essere peraltro maggiore se l'impianto si trova in prossimità di corpi idrici.

⁶ Giovanni Burgio, Ferdinando Baldacchino, Alessandra Magarelli, Antonio Masetti, Salvatore Santorsola, Salvatore Arpaia - *il campionamento dell'artropodofauna per il monitoraggio ambientale* – ENEA - 2013

In particolare si provvederà ad effettuare campionamento di insetti acquatici appartenenti agli ordini *Ephemeroptera*, *Tabanidae* e *Chironomidae* eventualmente presenti nell'area di studio. La scelta delle specie da monitorare avverrà mediante un'indagine preliminare da svolgere a ridosso dell'inizio dei lavori di monitoraggio.

La presenza dell'allevamento di api, inoltre, può dare la possibilità di impiegare questo artropode come indicatore biologico, aspetto ormai riconosciuto anche grazie all'elevata sensibilità nei confronti dei contaminanti, all'alto tasso di riproduzione e ad una vita media di breve durata caratteristica delle api (Perugini 2009).



Figura 2 – ape in campo fotovoltaico (Fonte: <https://www.ildigitale.it/fotovoltaico-e-impollinatori-un-binomio-vincente/>)

4.2.3.1 Area di indagine

L'area oggetto di indagine coincide con la porzione destinata alla realizzazione dell'impianto agrovoltaico. In particolare gli insetti polarotattici saranno monitorati in punti scelti a ridosso dei pannelli installati, mentre per le api si opererà in corrispondenza degli alveari.

4.2.3.2 Metodologia prevista

Il campionamento delle popolazioni di artropodi costituisce una fase molto delicata nell'ambito dell'entomologia applicata, poiché influisce su qualità ed attendibilità dei dati raccolti in campo.

Volendo schematizzare la metodica prevista nel monitoraggio, è necessario fare riferimento innanzitutto agli obiettivi del campionamento, a cui corrisponderanno azioni concrete ovvero fasi operative in campo.

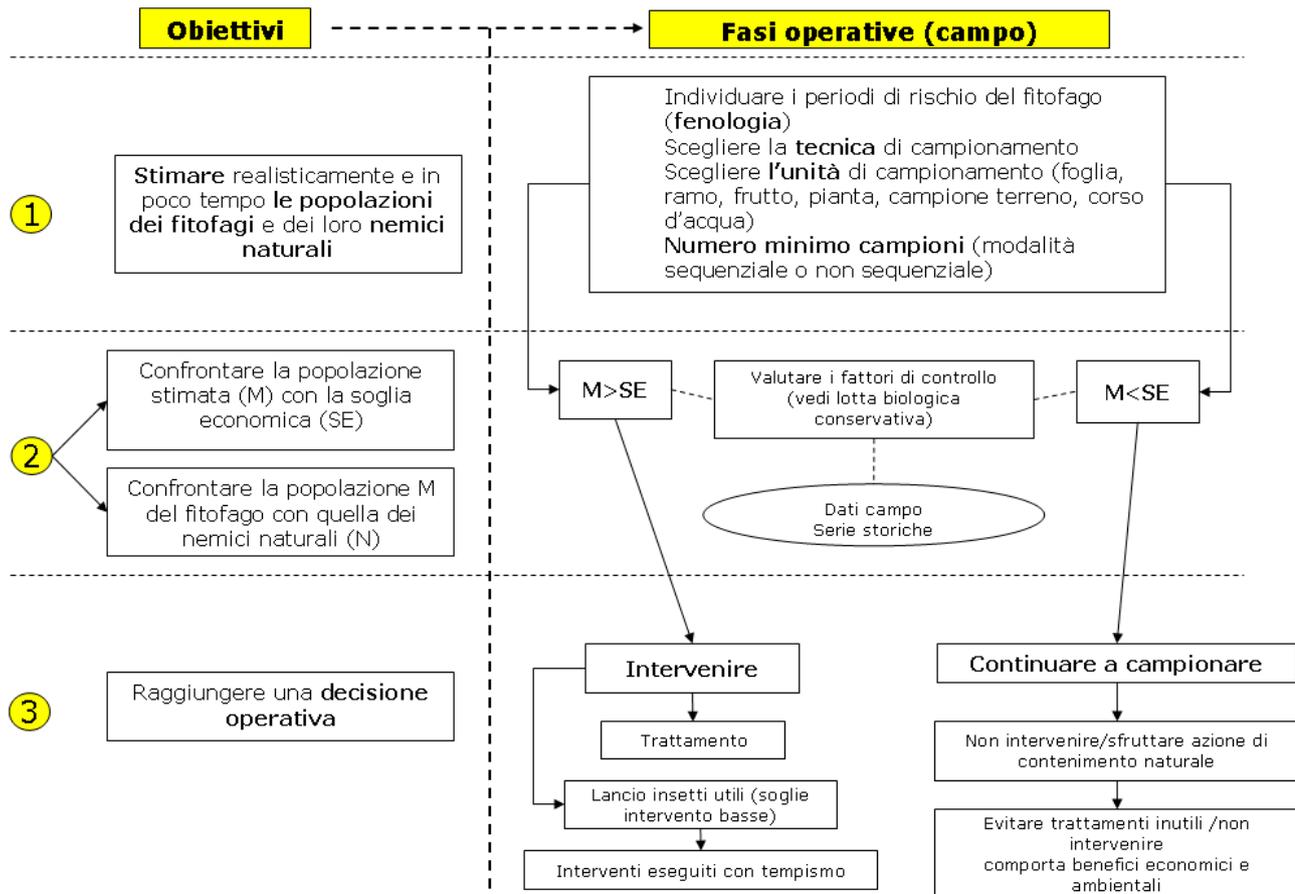


Figura 3 - Obiettivi e fasi operative di un piano di campionamento per un insetto come bioindicatore (Fonte: Burgio et al., 2013)

Un presupposto di base di un campionamento è che i campioni siano fra loro indipendenti. Questo è un presupposto molto rigido che non sempre è rispettato; anche campioni separati da piccole distanze sono spesso correlati positivamente. La correlazione decresce in funzione della distanza, secondo un andamento caratteristico. Il range di un correlogramma è la distanza (lag) per la quale la correlazione diventa zero. Le statistiche standard possono essere applicate (teoricamente) solo se la distanza fra i campioni è maggiore del range del correlogramma. In pratica il range definisce la distanza da tenere fra un punto di campionamento e l'altro.

Al termine della fase preliminare di monitoraggio, propedeutica alla scelta delle specie da monitorare, si provvederà a scegliere le trappole di campionamento più adeguate. Queste potranno essere, ad esempio, trappole ad acqua, trappole innescate con attrattivi sessuali o alimentari o trappole luminose. Le rilevazioni mediante trappole potranno essere supportate mediante osservazioni visive dirette.

4.2.3.3 Parametri analitici descrittivi

Per gli insetti polarotattici si provvederà ad effettuare la conta degli individui di volta in volta rinvenibili nelle trappole impiegate.

Per le api, si provvederà a campionare le varie matrici, ovvero:

- Campionamento della matrice miele;
- Campionamento di api;
- Campionamento di cera;

- Campionamento di polline;
- Campionamento di propoli.

4.2.3.4 Tecniche di monitoraggio

Le tecniche di campionamento possono essere di tipo distruttivo e non distruttivo. Le prime sono molto accurate poiché gli insetti hanno meno possibilità di sfuggire durante il conteggio; esse non permettono però il ri-campionamento sulla stessa unità di area. Le tecniche non distruttive consentono di eseguire un ri-campionamento o un programma di campionamento nel tempo sulle stesse unità, sono più rapide e creano meno disturbo.

Il campionamento avverrà mediante **campionamento sistematico** che prevede la raccolta di campioni ad intervalli fissi nello spazio o nel tempo. La dimensione dell'intervallo ed il punto iniziale sono dettati, entro certi limiti, da criteri definiti a priori. Ad esempio, i campioni sono estratti sempre nella stessa posizione in ogni strato della vegetazione, gli stessi punti sono ricampionati nel corso del tempo. Il campionamento sistematico non considera le coordinate spaziali di ogni punto ma spesso sono usate griglie per ridurre eventuali bias.

Per quanto riguarda le api, le famiglie da inserire nello studio devono essere scelte con forza simile tra di loro ed in buono stato di salute e non dovrebbero essere alimentate nel periodo di campionamento. In caso di famiglie deboli è possibile aggiungere un favo di covata purché privo di miele e proveniente da famiglie posizionate nei pressi dell'alveare da rinforzare. A seconda delle varie matrici da campionare, si provvederà a seguire le seguenti indicazioni (Giacomelli, 2009).

Campionamento della matrice miele: dal melario di ogni alveare vengono prelevati 60-100 mg di miele fresco, non opercolato, con umidità superiore al 18%. La valutazione del tasso di umidità dei singoli campioni sarà effettuata direttamente in campo con l'utilizzo di un rifrattometro (mielometro). La parte di favo scelta per il campionamento viene escissa con bisturi ed il miele è spremuto dal favo in un contenitore sterile monouso. La cera eventualmente presente deve essere, per quanto possibile, allontanata.

Campionamento di api: il prelievo della matrice ape consiste nella cattura di un minimo di ottanta api bottinatrici (circa 10g di api) al rientro in alveare. Per ottenere api bottinatrici, le uniche in movimento costante nel territorio intorno la postazione, verrà chiusa la porticina dell'alveare per facilitare l'accumulo delle bottinatrici sul predellino e per evitare il prelievo di api guardiane o di fuchi. Si preferirà effettuare i campionamenti nelle tarde ore mattutine o nel primo pomeriggio, ossia quando le api mostreranno un'intensa attività di bottinamento. Ciascun campione dovrà essere immediatamente pesato per garantire una quantità minima di 10g. Inoltre le api campionate saranno immediatamente riposte in contenitori termici contenenti ghiaccio secco od altro idoneo materiale per la crioconservazione, si da ridurre la loro attività vitale nel più breve tempo possibile. Oltre al campionamento di api bottinatrici può risultare determinante il campionamento di api morte presenti nei pressi dell'alveare per permettere l'identificazione delle sostanze responsabili della sopraggiunta mortalità acuta. Inoltre ulteriori campionamenti possono essere costituiti dalle larve e pupe presenti nelle cellette dell'arnia.

Campionamento di cera: il prelievo della matrice cera consiste nella escissione di cera d'opercolo fresca, ottenuta preferibilmente da cellette contenenti miele, impiegando materiale monouso già precedentemente descritto.

Campionamento di polline: dal fondo diagnostico antivarroa si preleverà con pinzette monouso il polline qui presente, in caso non fosse qui presente, si estrarrà il polline direttamente dalle cellette presenti nei favi.

Campionamento di propoli: si stimolerà la produzione di propoli da parte delle api, sollevando con sottili spessori il coprifavo dell'arnia che verrà poi prelevata in idonei contenitori.

4.2.3.5 Durata e frequenza

Anche in questo caso il monitoraggio verrà suddiviso secondo le diverse fasi di realizzazione dell'opera.

In fase **preliminare (AO)**, si provvederà ad individuare a seguito di specifici sopralluoghi, le specie target da campionare.

In fase di **cantiere (CO)** la durata è in relazione alla tipologia dell'opera. In generale dovrebbe consentire di seguire tutta la fase di realizzazione. Nel caso specifico, dato il limitato lasso di tempo delle lavorazioni, il monitoraggio avverrà con una cadenza utile alla raccolta di informazioni ed al monitoraggio del cantiere.

In fase di esercizio (**PO**) la durata dovrà consentire di definire l'assenza di impatti a medio/lungo termine seguendo il principio di precauzione; pertanto, si propone **un monitoraggio per una durata di 3 anni a partire dall'entrata in esercizio dell'impianto.**

4.3 Suolo e sottosuolo

Il **suolo**, viene definito come quello strato di terreno che si incontra nei primi due metri di scavo, esso presenta peculiarità fisico/chimiche che ne conferiscono funzioni: protettive, produttive e naturalistiche. Per quanto concerne il **sottosuolo** ci si riferisce a profondità superiori ai due metri.

4.3.1 Tecniche di monitoraggio

Un'indagine ambientale può essere realizzata tramite:

- **Rilievi speditivi o trivellate**, in grado di evidenziare caratteristiche peculiari del suolo, questa tipologia di analisi si conduce su un unico campione superficiale, tendenzialmente ponendo l'attenzione sui suoi primi 40 cm;
- **Profili pedologici**, anche in questo caso si effettuano prelievi di campioni di suolo, da implementare con un campione a profondità superiori ai 2 metri per valutare le condizioni chimiche del sottosuolo. Nel caso in cui ci si riferisca a profili differenti, ma relativi allo stesso punto di monitoraggio, i campionamenti dovranno essere eseguiti alle medesime profondità;
- **Analisi chimico-fisiche** dei campioni di terreno;
- **Ispezioni** periodiche dei cantieri.

4.3.2 Riferimenti normativi

L'articolazione del monitoraggio viene programmata in modo da consentire un adeguato controllo dei parametri in relazione ai limiti normativi vigenti sul territorio. Entrando nello specifico, a livello nazionale si fa riferimento a:

- *D.Lgs. 3 aprile 2006 n° 152* Norme in materia ambientale
- *D.M. 13 settembre 1999: "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo"* e successive modifiche (Decreto 25.03.2002), in accordo con le normative previste dalla Società Italiana della Scienza del Suolo.
- *D.M. 5/2/1998 come modificato dal D.M. 05/04/2006 n° 186*

- Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22
- D.M. 01 agosto 1997: "Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo".
- L. 253 del 7 agosto 1990: "Disposizioni integrative alla L. 18 maggio 1989 n° 183 recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".
- L. 183 18 maggio 1989: "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".

4.3.3 Fasi del monitoraggio

Le operazioni di monitoraggio saranno essere eseguite:

- **Ante Operam (AO)** nelle aree in cui si prevede un'interferenza di lunga durata, come nel caso delle aree di cantiere; contestualmente viene valutata l'idoneità per l'utilizzo agricolo. In questa fase si ricorre sia a trivellate che a profili; importante specificare che per ogni area dovrà essere prelevato almeno un campione. Per ogni punto individuato come soggetto a monitoraggio, contestualmente con il sopralluogo si verificheranno le seguenti condizioni:
 - Assenza di elementi che possano disturbare la misurazione, come ad esempio: viabilità locale, cave, discariche;
 - Assenza di interventi connessi alla realizzazione dell'opera e non previsti in fase di progettazione;
 - Consenso della proprietà a raggiungere i punti di rilievo;
 - Assenza di elementi che possano disturbare la misurazione, come ad esempio: viabilità locale, cave, discariche.
 - Assenza di interventi connessi alla realizzazione dell'opera e non previsti in fase di progettazione;
 - Consenso della proprietà a raggiungere i punti di rilievo.

Affinché i campioni prelevati siano validi è necessario prevedere un controllo di qualità mirato a garantire:

- L'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento e prelievo;
- L'assenza di perdite di sostanze inquinanti sulle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- La protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- Un'adeguata temperatura al momento del prelievo per evitare la dispersione delle sostanze volatili;
- Un'adeguata temperatura di conservazione dei campioni;
- L'assenza di alterazioni biologiche nel corso dell'immagazzinamento e della conservazione;
- L'assenza in qualunque fase di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze;
- La pulizia degli strumenti e degli attrezzi usati per il campionamento, il prelievo, il trasporto e la conservazione.
- **Corso d'Opera (CO)**, da concretizzarsi con ispezioni periodiche finalizzate al controllo regolare:
 - Del rispetto delle delimitazioni delle aree in maniera conforme al progetto;
 - Dell'asporto a regola d'arte dello strato superficiale del terreno;

- Del corretto stoccaggio temporaneo, in particolar modo degli strati fertili superficiali;
- Dell'adeguato inerbimento dei cumuli da riutilizzare nei ripristini;
- Dell'assenza di spandimento di oli o sostanze nocive sullo strato di terreno vegetale temporaneamente stoccato.
- **Post Operam (PO)** concentrate in campagne con cadenza annuale, sono mirate alla verifica del corretto ripristino delle condizioni Ante Operam nelle aree temporaneamente occupate dai cantieri. Qualora, invece, dovessero essere rilevati degli effetti negativi sul suolo, i dati ed i parametri acquisiti nel corso del monitoraggio potranno essere utilizzati per:
 - Accertare i danni arrecati;
 - Evitare ulteriori peggioramenti;
 - La progettazione del ripristino.

Nel caso in cui vi sia il superamento rispetto ai valori tabellati occorre procedere come segue:

- **Fase AO** = verificare se lo sfioramento sia dovuto a situazioni pregresse e/o temporanee, non è da escludere la bonifica dell'area contestualmente ad un'interruzione dei lavori.
- **Fase PO** = si fa un confronto con i dati della Fase AO per comprendere se l'anomalia derivi dalle operazioni di cantiere ed in un'ultima istanza eventualmente procedere con le operazioni di bonifica.

4.3.4 Area di indagine e cronoprogramma

Le indagini verranno condotte per verificare le opere di ripristino e di compensazione, in particolare presso:

- Imboschimento attiguo ad area agrivoltaico;
- seminativo ripristinato;
- area pascolo agrovoltaico
- aree individuate per la realizzazione delle opere di compensazione ambientale.

4.3.5 Cronoprogramma delle attività di monitoraggio

In questa sede si propone di effettuare una campagna di monitoraggio nella **Fase AO** che comprenda le aree soggette a ripristino a fine lavori o a rinverdimento, ovvero le aree contigue a:

- Area di cantiere;
- Occupazioni temporanee legate alla viabilità;
- Aree soggette a compensazione.

Una seconda campagna, da realizzarsi sui medesimi punti viene prevista prima dell'attuazione dei ripristini, inoltre, affinché lo studio si riveli esaustivo si suggerisce di ripetere il monitoraggio in **Fase PO**, con cadenza annuale per i tre anni successivi alla conclusione dei lavori.

4.3.6 Numero e tipologia di indagini

Il numero dei monitoraggi e la metodica adottata sono sintetizzati nella tabella seguente:

Tabella 7 - Monitoraggi

Metodica di monitoraggio	Area impianto	Occupazioni temporanee legate alla realizzazione degli impianti	Aree interventi compensativi	Totale
--------------------------	---------------	---	------------------------------	--------

Trivellate	6	4	2	12
Profili pedologici	3	2	1	6
Analisi chimico-fisiche	9	6	3	18
Ispezioni	4	0	0	4
Totale	22	12	6	40

4.3.7 Parametri da monitorare

I parametri che dovranno essere rilevati e monitorati prima e dopo l'allestimento delle aree di cantiere sono di tipo:

- Generale: esposizione, pendenza, uso del suolo, presenza di vegetazione;
- Fisico: caratteristiche degli orizzonti;
- Fisico-chimico: granulometria, ritenzione idrica;
- Chimico: pH, metalli pesanti, idrocarburi.

In particolare, le determinazioni analitiche chimiche e fisiche da eseguire sui campioni di suolo disturbati e la determinazione della densità apparente da eseguire su campioni di suoli indisturbati dovranno seguire i seguenti standard e titoli.

Tabella 8 – Parametri da monitorare per la componente suolo e sottosuolo

N	Determinazione	Standard	Titolo
1	Preparazione del campione e determinazione dello scheletro	MACS	II.1
2	Determinazione dell'umidità residua	MACS	II.2
3	Determinazione della granulometria per setacciatura ad umido e sedimentazione. Le frazioni granulometriche devono essere espresse secondo la classificazione USDA, determinando tutte le cinque frazioni sabbiose e le due frazioni limose (limo grosso da 50 a 20 micron e limo fine da 20 a 2 micron)	MACS	II.5
4	Determinazione del grado di reazione (pH in acqua e in soluzione di CaCl ₂)	MACS	III.1
5	Determinazione della conducibilità elettrica sull' "estratto 1:2,5"	MACS	IV.1
6	Determinazione del calcare totale	MACS	V.1
7	Determinazione del calcare attivo	MACS	V.2
8	Determinazione del carbonio organico	MACS	VII.3
9	Determinazione dell'azoto totale	MACS	XIV.3
10	Determinazione del fosforo assimilabile	MACS	XV.3
11	Determinazione della capacità di scambio cationico con ammonio acetato	MACS	XIII.1
12	Determinazione della capacità di scambio cationico con bario cloruro	MACS	XIII.2
13	Determinazione delle basi di scambio (potassio, magnesio, calcio e sodio) con ammonio acetato	MACS	XIII.4
14	Determinazione delle basi di scambio (potassio, magnesio, calcio e sodio) con bario cloruro	MACS	XIII.5
15	Determinazione della massa volumica	MAFS	II.1

- MACS = "Metodi di Analisi Chimica del suolo" (MACS, 2000) del Ministero per le Politiche Agricole – Osservatorio Nazionale Pedologico, coordinatore Pietro Violante;
- MAFS = "Metodi di Analisi Fisica del Suolo" (MAFS, 1998) del Ministero per le Politiche Agricole – Osservatorio Nazionale Pedologico.

Le determinazioni dal numero 1 al numero 14 andranno eseguite sulla totalità dei campioni di suolo, tranne per le seguenti analisi alternative tra di loro o da realizzarsi previa verifica delle condizioni di seguito riportate:

a) i metodi numero 11 e 13 (in alternativa ai metodi 12 e 14) vanno applicati:

- quando la reazione pH del suolo è ≤ a 6,6

- nei profili lisciviati qualora la parte superficiale del profilo presenti valori di reazione \leq a 6,6 il metodo va applicato all'intero profilo. Nel caso fossero presenti orizzonti contenenti carbonato di calcio quest'ultimo va calcolato come differenza tra la C.S.C. e le altre basi.

b) Quando non incorrano le condizioni previste nel punto precedente 2b si applicano i metodi 12 e 14 in alternativa ai metodi 11 e 13.

4.4 Monitoraggio della fase di dismissione

In Italia Il crescente numero di installazioni fotovoltaiche mette in evidenza il tema della gestione dei rifiuti derivanti da moduli fotovoltaici a fine vita. Un impianto come il presente, ad esempio, dopo una vita media di 20 dovrà prevedere la dismissione. Un indubbio vantaggio alla rimessa in pristino dello stato dei luoghi è costituito, in questo caso, dall'aver continuato al di sotto dei pannelli fotovoltaici la normale pratica agricola.

Per quanto riguarda i pannelli fotovoltaici, aspetto forse più delicato riguardo il riciclo delle componenti del parco agrovoltaco, le fasi per la gestione dei moduli fotovoltaici a fine vita sono indicate nel D.Lgs. 49/2014, con le seguenti definizioni:

- recupero: qualsiasi operazione il cui principale risultato sia di permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile, sostituendo altri materiali che sarebbero stati altrimenti utilizzati per assolvere una particolare funzione o di prepararli ad assolvere tale funzione, all'interno dell'impianto o nell'economia in generale.
- riciclaggio: qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i rifiuti sono trattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini. Include il trattamento di materiale organico ma non il recupero di energia né il ritrattamento per ottenere materiali da utilizzare quali combustibili o in operazioni di riempimento;
- riutilizzo: qualsiasi operazione attraverso la quale prodotti o componenti che non sono rifiuti sono reimpiegati per la stessa finalità per la quale erano stati concepiti;
- smaltimento: qualsiasi operazione diversa dal recupero anche quando l'operazione ha come conseguenza secondaria il recupero di sostanze o di energia.

Il D.Lgs. 49/2014 (come già la Direttiva 2012/19/UE) indica che i responsabili della gestione dei RAEE sono i Produttori/Distributori delle apparecchiature stesse, proporzionalmente alla quantità dei nuovi prodotti immessi sul mercato, attraverso l'organizzazione e il finanziamento di sistemi di raccolta, trasporto, trattamento e recupero ambientalmente compatibile dei rifiuti.

La Direttiva EU, così come il D.lgs. 49/2014, impone obiettivi ben precisi di recupero e riciclo dei moduli fotovoltaici a fine vita. Nell'allegato V del D.lgs. viene richiesto, in particolare, che siano raggiunti i seguenti limiti minimi applicabili per i RAEE trattati dal 15 agosto 2018:

- preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio del 80% in peso dei moduli gestiti;
- recupero del 85% in peso dei moduli gestiti.

In particolare il Produttore di moduli FV si iscrive al Registro Nazionale dei Soggetti obbligati al finanziamento dei sistemi di gestione RAEE e indica il Consorzio di riciclo a cui aderisce. Successivamente, il finanziamento del RAEE – fotovoltaico viene effettuato secondo la casistica indicata nello stesso D.lgs.

Il possibile riuso dei pannelli può anche avvenire come pannelli divisorii o recinzioni perimetrali oppure come pavimentazione caratterizzata da particolari effetti di luce.

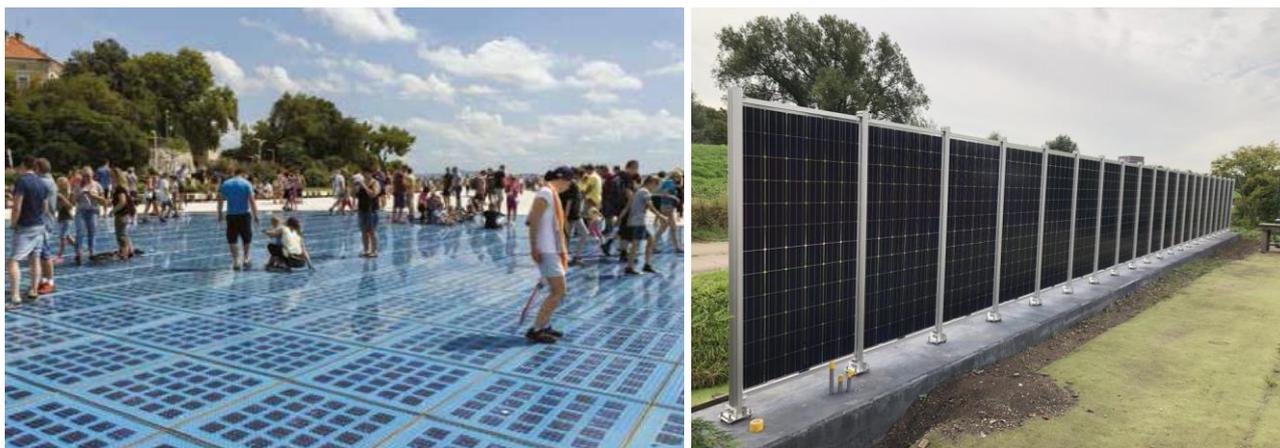


Figura 4: Possibili riutilizzi dei pannelli: a sinistra, come pavimentazione (Fonte: Weckend S. et al., 2016); a destra, come recinzione (Fonte: <https://www.solarquotes.com>)

I tracker, invece, possono essere facilmente riutilizzati come strutture di sostegno per altri impianti oppure per tettoie o pensiline (che peraltro già attualmente in genere sono dotate di pannelli solari).



Figura 5: possibile riutilizzo dei tracker come sostegni per pensiline con o senza pannelli solari (Fonte: immagine a sinistra: <https://www.falco.co.uk/>; immagine a destra: <https://www.canopiesuk.co.uk/>)

Qualora non sia possibile una tale evenienza, tali moduli saranno da avviare al riciclo come da regolamentazioni in vigore, e non da smaltire in discarica, come erroneamente si potrebbe pensare, così come la maggior parte dei componenti metallici dei supporti.

Per quanto riguarda i pannelli fotovoltaici, quindi, per prima cosa si valuterà il possibile riutilizzo in situazioni meno impegnative (ad es., impianti con tensione di lavoro meno elevata o impianti con spazi di installazione più ampi, in cui è possibile usare moduli con rendimento più basso); l'argomento è in corso di studio da parte di RSE e ANIE, che nell'ambito del CEI CT82 hanno contribuito alla preparazione un rapporto tecnico sulla "Rigenerazione dei moduli FV".

Qualora questo aspetto fosse ritenuto inattuabile, si provvederà al recupero mediante riciclo dei moduli. Tramite le diverse fasi di trattamento, è possibile recuperare materiali quali vetro (a seconda del metodo applicato si può ottenere anche vetro bianco ad elevata purezza), rame, alluminio, silicio (può essere recuperato per produrre nuove celle solari o essere utilizzato in siderurgia), e polimeri derivanti dalle materie plastiche della JunctionBox.

Questi non sono considerati elementi il cui recupero pone dei problemi ambientali.

Il processo di riciclo dei moduli FV in c-Si può essere suddiviso in tre fasi principali: a) pretrattamento, b) delaminazione frammentazione, c) recupero. Le frazioni di materiali così trattati

consentono di riciclare e reintrodurre in successive lavorazioni il 99,70% del campione, mentre il restante 0,3% può essere destinato a smaltimento secondo le norme vigenti.

La conclusiva fase di messa in pristino dell'area necessiterà inevitabilmente di attento monitoraggio da eseguire con modalità analoghe a quanto riportato nei precedenti paragrafi (cfr. par. Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. Errore. L'origine riferimento non è stata trovata., per i tre anni successivi alla dismissione dell'impianto.

Va evidenziato in ogni caso, che a conclusione dell'esercizio dell'impianto non è previsto la riconversione della porzione destinata a pascolo nell'originario seminativo, a meno di non ottenere eventualmente le prescritte autorizzazioni da parte delle autorità competenti. Stesso discorso vale per le superfici oggetto di intervent