

Regione
Emilia Romagna



Provincia di
Bologna



Comune di
Ozzano dell'Emilia



PARCO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DI POTENZA PARI A 36 MWp NEL COMUNE DI OZZANO DELL'EMILIA (BO).

PROGETTISTA INCARICATO:

Ing. Giovanni Cis
Tel. 3490737323
Pec: giovanni.cis@ingpec.eu



Scala

n.d.

Formato

A4

Titolo elaborato:

Piano di monitoraggio
ambientale

TECNICI COINVOLTI:

Studio acustico:

Arch. Maurizio Cossar

Piazza IV Novembre, 22 - San Donà di Piave (VE)
info@dbacustica.it

Studio archeologico:

Dott.ssa Ilaria Frontori

Via Santa Margherita, 14 - Cologno Monzese (MI)
ilaria.frontori@gmail.com

Studio agronomico:

Dott. Matteo Sorrenti - Dott.
Salvatore D'Agostino

Studio idraulico e geologico:

Dott. Velicogna Alberto

Via G. Carducci, 15 - Seriate (BG)
a.velicogna@libero.it

CODICE ELABORATO

PROGETTO	CLASSE	TIPO	PROG.
RVFVER30	VIA5	R	01

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	11/23	Prima emissione	GM	AV	AV
01					
02					
03					
04					
05					
06					

Società proponente:

OPR SUN 23

P.IVA: 13006040961
PEC: oprsun23srl@pecimprese.it

GESTORE RETE ELETTRICA



P.IVA: 05779661007
PEC: info@pec.terna.it

PROGETTAZIONE A CURA DI

RENNVALUE

P.IVA: 05392690284
PEC: cert@pec.renvalue.it

IMPIANTO AGRIVOLTAICO “OZZANO”

COMUNE DI OZZANO

Città metropolitana di Bologna

OPR SUN 23 s.r.l.

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	Requisiti del PMA	4
1.2	Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici	6
2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	13
2.1	Caratteristiche tecniche e dimensionali dell'impianto	13
2.2	Fase di cantiere	15
2.3	Fase di esercizio e di dismissione	15
3	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	17
3.1	Modalità di esecuzione delle attività di monitoraggio	17
3.1.1	Componenti ambientali da monitorare	18
3.1.2	Modalità di osservazione e campionamento	18
3.2	Parametri microclimatici	20
3.3	Suolo e sottosuolo	21
3.4	Parametri chimico-fisici del terreno	22
3.5	Acque e risparmio idrico	26
3.6	Monitoraggio della produzione agricola	27
3.7	Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici	29
4	INDICE DELLE FIGURE E DELLE TABELLE	32

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 3
--	--------	---------------	----------------------------------	-----------

1 INTRODUZIONE

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) ha come oggetto di analisi la descrizione dell'insieme di azioni che consentono di verificare i potenziali impatti ambientale significativi generati durante le fasi di realizzazione e di esercizio dell'impianto agrivoltaico "Ozzano".

Il PMA viene redatto ai sensi dell'art. 22, co 3, lett. e) e dell'Allegato VII alla Parte 2 del D. lgs. 152/2006, e sulla base delle indicazioni definite 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.)*", documento prodotto dal Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) con la collaborazione dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo.

In riferimento alle Linee Guida, dunque, gli obiettivi del Monitoraggio Ambientale (MA) e le azioni da intraprendere nelle fasi di vita dell'opera sono:

- verifica dello scenario ambientale di riferimento (*monitoraggio ante operam*) definito nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) tramite la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle varie componenti ambientali, al fine di valutare gli impatti ambientali generati dalle opere in progetto;
- verifica delle previsioni degli impatti ambientali (*monitoraggio in corso d'opera e post operam*) contenute nel SIA attraverso il monitoraggio dell'evoluzione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali, soggette ad un impatto significativo, durante la realizzazione e l'esercizio dell'opera;
- comunicazione degli esiti delle attività di MA all'autorità competente, alle autorità di controllo e al pubblico

In questo modo sarà possibile:

- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA nel ridurre l'entità degli impatti ambientali significativi individuati in fase di cantiere e di esercizio;

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 4
--	--------	---------------	----------------------------------	-----------

- individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare così le opportune misure correttive.

1.1 Requisiti del PMA

In riferimento ai requisiti minimi definiti dalle Linee Guida, questo studio:

- Conterrà la programmazione del monitoraggio delle componenti/fattori ambientali per i quali, in coerenza con quanto documentato nel SIA, sono stati individuati impatti ambientali significativi generati dall'attuazione dell'opera;
- È commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti nel SIA (in termini dell'estensione dell'area geografica interessata e delle caratteristiche di sensibilità/criticità delle aree potenzialmente soggette ad impatti significativi, oltre a ordine di grandezza, probabilità, durata, frequenza, reversibilità e complessità degli impatti);
- Ove possibile, è coordinato o integrato con le reti e le attività di monitoraggio svolte dalle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell'ambiente, di modo da evitare che il MA non duplichi o sostituisca attività svolte da altri soggetti competenti, con finalità diverse dal monitoraggio degli impatti ambientali generati dall'opera in progetto;
- Rappresenta uno strumento tecnico-operativo di programmazione delle attività di monitoraggio che discendono da dati, analisi e valutazioni già presenti nel Progetto e nel SIA, e che pertanto presenta contenuti efficaci, chiari, sintetici e senza duplicazioni: le descrizioni di aspetti a carattere generale non strettamente riferibili alle specifiche finalità operative del PMA sono ridotte al minimo.

Il Piano è stato dunque predisposto tramite il percorso metodologico ed operativo proposto dalle linee guida:

- identificazione delle azioni di progetto che generano, per ciascuna fase (*ante operam, in corso d'opera, post operam*), impatti ambientali significativi sulle singole componenti ambientali dedotte dal progetto, dal SIA e da-

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 5
--	--------	---------------	----------------------------------	-----------

gli studi specialistici condotti. Per ogni azione di progetto vanno evidenziati e quantificati i parametri progettuali che la caratterizzano, di modo da orientare il monitoraggio ambientale alla specifica sorgente emissiva ed agli eventuali parametri critici;

- identificazione delle componenti e dei fattori ambientali da monitorare e, dunque, da trattare nel PMA, in quanto interessati da impatti ambientali significativi negativi, causati dalle azioni di progetto, e per i quali sono state individuate misure di mitigazione la cui efficacia deve essere verificata mediante il monitoraggio ambientale.

Nell'ambito del PMA vengono quindi definiti, per ogni componente/fattore ambientale:

- le aree di indagine, all'interno delle quali programmare le attività di monitoraggio e localizzare i punti ove effettuare i campionamenti;
- i parametri analitici descrittivi dello stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale, attraverso i quali controllare l'evoluzione nello spazio e nel tempo delle sue caratteristiche, la coerenza con le stime effettuate nel SIA e l'efficacia delle misure di mitigazione adottate;
- le tecniche di campionamento, misura ed analisi, e la relativa strumentazione;
- la frequenza dei campionamenti e la durata complessiva dei monitoraggi nelle diverse fasi temporali;
- le metodologie di controllo di qualità, validazione, analisi ed elaborazione dei dati del monitoraggio utilizzate per la valutazione delle variazioni nel tempo dei valori dei parametri considerati;
- le eventuali azioni da intraprendere (comunicazione alle autorità competenti, verifica e controllo dell'efficacia delle azioni correttive, indagini integrative sulle dinamiche territoriali in atto, aggiornamento del programma lavori, aggiornamento del PMA) in relazione all'insorgenza di condizioni anomale o critiche inattese rispetto ai valori di riferimento assunti.

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 6
--	--------	---------------	----------------------------------	-----------

1.2 Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici

Come affermato nel Quadro Programmatico del SIA, all'interno delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici", ad opera MiTE, sono stati definiti i seguenti requisiti per gli impianti di questo genere:

- A. Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;*
- B. Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;*
- C. L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;*
- D. Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;*
- E. Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.*

Si riporta in seguito una disamina dei requisiti D ed E, sulla base dei quali è stato predisposto il presente PMA.

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 7
--	--------	---------------	----------------------------------	-----------

- **Requisito D**

Al fine di valutare l'efficacia delle misure innovative utilizzate per l'impianto agrivoltaico, e dunque per la fruizione degli incentivi statali, il D.Lgs. 77/2021 ha previsto che sia installato un adeguato sistema di monitoraggio con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio:

D.1) 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 costituire una efficace infrastruttura di recupero delle acque meteoriche che, se opportunamente dotato di sistemi di raccolta, possono essere riutilizzate immediatamente o successivamente a scopo irriguo, anche ad integrazione del sistema presente.

È pertanto importante tenere in considerazione se il sistema agrivoltaico prevede specifiche soluzioni integrative che pongano attenzione all'efficientamento dell'uso dell'acqua (sistemi per il risparmio idrico e gestione acque di ruscellamento).

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

- auto-provvigionamento: 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 di 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;

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

Al fine di monitorare l'uso della risorsa idrica a fini irrigui sarebbe, inoltre, necessario conoscere la situazione ex ante relativa ad aree limitrofe coltivate con la medesima coltura, in condizioni ordinarie di coltivazione e nel medesimo periodo, in modo da poter confrontare valori di fabbisogno irriguo di riferimento con quelli attuali e valutarne l'ottimizzazione e la valorizzazione, tramite l'utilizzo congiunto delle banche dati SIGRIAN e del database RICA. Le aziende agricole del campione RICA che ricadono nei distretti irrigui SIGRIAN possono considerarsi potenzialmente irrigate con acque consortili in quanto raggiungibili dalle infrastrutture irrigue consortili, quelle al di fuori irrigate in autoapprovvigionamento. Le miste sono individuate con un ulteriore livello di analisi dei dati RICA-SIGRIAN.

Nelle aziende con colture in asciutta, invece, il tema riguarderebbe solo l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrivoltaici.

Nelle aziende non irrigue il monitoraggio di questo elemento dovrebbe essere escluso.

Gli utilizzi idrici a fini irrigui sono quindi funzione del tipo di coltura, della tecnica colturale, degli apporti idrici naturali e dall'evapotraspirazione così come dalla tecnica di irrigazione, per cui per monitorare l'uso di questa risorsa bisogna tener conto che le variabili in gioco sono molteplici e non sempre prevedibili.

In generale le imprese agricole non misurano l'utilizzo irriguo nel caso di disponibilità di pozzi aziendali o di punti di prelievo da corsi d'acqua o bacini idrici (auto-approvvigionamento), ma hanno determinate portate concesse dalla Regione o dalla Provincia a derivare sul corpo idrico a cui si aggiungono i costi energetici per il sollevamento dai pozzi o dai punti di prelievo.

Negli ultimi anni, in relazione alle politiche sulla condizionalità, il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali ha emanato, con Decreto Mi-

nisteriale del 31/07/2015, le "Linee Guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo", contenenti indicazioni tecniche per la quantificazione dei volumi prelevati/utilizzati a scopo irriguo.

Queste includono delle norme tecniche contenenti metodologie di stima dei volumi irrigui sia in auto-provvigionamento che per il servizio idrico di irrigazione laddove la misurazione non fosse tecnicamente ed economicamente possibile.

Nel citato decreto è indicato che riguardo l'obbligo di misurazione dell'auto-provvigionamento, le Regioni dovranno prevedere, in aggiunta a quanto già previsto dalle disposizioni regionali, anche in attuazione degli impegni previsti dalla eco-condizionalità (autorizzazione obbligatoria al prelievo), l'impostazione di banche dati apposite e individuare, insieme con il CREA, le modalità di registrazione e trasmissione di tali dati alla banca dati SIGRIAN.

Si ritiene quindi possibile fare riferimento a tale normativa per il monitoraggio del risparmio idrico, prevedendo aree dove sia effettuata la medesima coltura in assenza di un sistema agrivoltaico, al fine di poter effettuare una comparazione. Tali valutazioni possono essere svolte, ad esempio, tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

D.2) Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

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

1. l'esistenza e la resa della coltivazione;
2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

Tale attività può essere effettuata 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 alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante,

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 10
--	--------	---------------	----------------------------------	------------

alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

Ai fini della concessione degli incentivi previsti per tali interventi, potrebbe essere redatto allo scopo una opportuna guida (o disciplinare), al fine di fornire puntuali indicazioni delle informazioni da asseverare. Fondamentali allo scopo sono comunque le caratteristiche di terzietà del soggetto in questione rispetto al titolare del progetto agrivoltaico.

Parte delle informazioni sopra richiamate sono già comprese nell'ambito del "fascicolo aziendale", previsto dalla normativa vigente per le imprese agricole che percepiscono contributi comunitari. All'interno di esso si colloca il Piano di coltivazione, che deve contenere la pianificazione dell'uso del suolo dell'intera azienda agricola. Il "Piano colturale aziendale o Piano di coltivazione", è stato introdotto con il DM 12 gennaio 2015 n. 162.

Inoltre, 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 dei 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.

- **Requisito E**

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

- E.1) il recupero della fertilità del suolo;
- E.2) il microclima;
- E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

E.1) 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.

E.2) 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 e limitrofe 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).

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 $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 12
--	--------	---------------	----------------------------------	------------

- la temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente sterno, 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 redatta da parte del proponente.

E.3) Monitoraggio della resistenza 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: il progettista dovrebbe produrre una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento;
- 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).

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 13
---	--------	---------------	----------------------------------	------------

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1 *Caratteristiche tecniche e dimensionali dell'impianto*

La proposta progettuale si sviluppa su una superficie complessiva di circa 88ha, nella disponibilità della società proponente ed attualmente ad uso agricolo.

L'impianto agri-fotovoltaico in progetto ne occuperà una parte, pari a circa 54ha, svilupperà una potenza di picco complessiva di 35'943,32 kWp e sarà essenzialmente composto dai seguenti elementi:

- Strutture di sostegno ad inseguimento mono assiale ("tracker");
- Pannelli fotovoltaici;
- Inverter di stringa per la conversione CC/CA;
- Quadri elettrici BT;
- Cabine di raccolta;
- Cabine di trasformazione (skid);
- Elementi ausiliari e complementari, quali sistema di sicurezza e sorveglianza, viabilità di accesso e strade di servizio, recinzione perimetrale.

E sarà connesso alla rete elettrica nazionale tramite un nuovo elettrodotto a 36kV, completamente interrato lungo viabilità esistente, che si andrà a connettere in antenna su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica 380/132kV denominata "Colunga", nel comune di Castenaso.

I moduli fotovoltaici saranno installati all'interno di un'area recintata, che prevederà anche l'impianto di un erbaio permanente, al fine di consentire l'allevamento di ovini da latte, e l'installazione di arnie.

All'esterno delle recinzioni rimarrà un'area libera di circa 31 ha, 1 dei quali sarà occupati dalla fascia arborea di mitigazione paesaggistica, composta da circa 1'500 piante di alloro, che si svilupperà lungo tutto il perimetro dell'impianto fotovoltaico in prossimità delle recinzioni.

Infine, sui restanti 30 ettari si continuerà la coltivazione con piante cereali-cole ed orticole industriali.



Figura 1 Inquadramento del lotto recintato

In particolare, l'impianto in progetto è di tipo grid - connected e sarà costituito da:

- N. totale di pannelli FTV: 52.472 da 685 Wp;
- N. totale di stringhe: 1.874
 - o 190 tracker da 28 pannelli (=1 stringa)
 - o 842 tracker da 56 pannelli (=2 stringhe)
- N. totale di inverter di campo: 100

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 15
---	--------	---------------	----------------------------------	------------

2.2 Fase di cantiere

Le fasi di cantiere per opere di questo tipo possono essere generalmente riassunte in:

1. Rimozione del terreno superficiale e sbancamento
2. Realizzazione della recinzione
3. Sistemazione baraccamenti di cantiere
4. Viabilità di cantiere
5. Realizzazione percorsi interni e posa misto stabilizzato e compattazione
6. Scavi e rinterri per posa cavidotto
7. Realizzazione in cls delle basi delle cabine elettriche
8. Posa cabine
9. Installazione pali di sostegno e strutture dei pannelli fotovoltaici

Per questo progetto, in ogni caso, non sono previsti interventi di regolarizzazione con movimenti di terra, in quanto il terreno è pianeggiante, con pendenza prossima allo zero.

Le attività di cantiere potranno iniziare e svolgersi contemporaneamente in aree differenti dell'impianto, in modo consequenziale.

Di conseguenza, in riferimento al "Cronoprogramma degli interventi", in allegato al progetto definitivo, si prevede una durata complessiva della fase di cantiere pari a circa 370 giorni. Si rimanda agli elaborati di progetto per i dettagli tecnici delle opere proposte.

2.3 Fase di esercizio e di dismissione

Una volta terminata la fase di cantiere, le attività da svolgere durante la fase di esercizio saranno legate all'agricoltura, all'allevamento ed alla manutenzione, ordinaria e straordinaria, delle componenti fotovoltaiche.

La manutenzione riguarderà, oltre alle opere meccaniche, anche le opere civili e propedeutiche alla realizzazione del cantiere, quali le strade di accesso e le piazzole di montaggio, che rimarranno definitive a conclusione dei lavori.

Una volta esaurita la vita utile dell'impianto, pari a 30 anni, vi sarà la fase di dismissione, dall'organizzazione simile ma inversa rispetto alla fase di cantiere, con l'obiettivo di riportare l'area di interesse allo stato precedente alla realizzazione dell'impianto.

Il procedimento di smontaggio per impianti di questo genere prevede l'utilizzo di mezzi d'opera e di operai specializzati e si sostanzia, tipicamente, nei seguenti passaggi:

1. Disconnessione dell'impianto dalla rete elettrica;
2. Messa in sicurezza dei generatori fotovoltaici;
3. Smontaggio e rimozione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche in campo;
4. Smontaggio dei moduli fotovoltaici;
5. Smontaggio delle strutture di supporto;
6. Rimozione cabine e locali tecnici;
7. Rimozione opere civili;
8. Recupero dei cavi elettrici BT ed AT;
9. Rimozione della recinzione e del sistema di illuminazione e controllo;
10. Ripristino dell'area del parco fotovoltaico.

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 17
--	--------	---------------	----------------------------------	------------

3 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

3.1 *Modalità di esecuzione delle attività di monitoraggio*

Il Progetto di Monitoraggio agrivoltaico può articolarsi in tre fasi temporali:

- Fase 1: monitoraggio ante operam

Si procederà all'analisi delle caratteristiche climatiche, meteo diffuse e fisiche dei terreni dell'area di studio tramite la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici e fisici rilevati, per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti;

- Fase 2: monitoraggio in corso d'opera

Tale momento riguarda il periodo di coltivazione dell'annata agraria ed inizia dalle prime lavorazioni del terreno fino alla raccolta. È la fase che presenta la maggiore variabilità, in quanto strettamente legata all'avanzamento della coltura.

Le indagini saranno condotte per tutta la durata del ciclo produttivo.

- Fase 3: monitoraggio post operam

Comprende le fasi che vanno dal post raccolta fino alle lavorazioni preliminari per la nuova annata agraria; prevede uno studio del terreno post coltivazione ed una fase di bioattivazione, utile per ripristinare le caratteristiche idonee al terreno per accogliere le nuove coltivazioni.

Il presente piano prevede attività ante operam e post operam e soprattutto attività di monitoraggio espletate durante la vita dell'impianto e della produzione agricola attraverso:

- monitoraggio della componente biologica: con l'utilizzo di tecniche di monitoraggio e analisi avanzate sarà possibile studiare le variazioni della fertilità del suolo;
- monitoraggio parametri microclimatici;
- monitoraggio suolo e sottosuolo;
- monitoraggio della coltura.

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 18
--	--------	---------------	----------------------------------	------------

3.1.1 Componenti ambientali da monitorare

Lo scopo del monitoraggio delle componenti ambientali è quello di consentire una parametrizzazione continua degli elementi microclimatici e chimico-fisici che possono essere influenzati o che possono influenzare le attività di produzione elettrica e agricola.

I valori rilevati saranno archiviati e organizzati in report mensili e saranno inviati trimestralmente all'ARPA e ai Comuni interessati, nonché alle associazioni di categoria che manifestano interesse.

Saranno quindi parametrati i seguenti elementi:

- pluviometria;
- umidità ambiente;
- umidità del terreno;
- temperatura della superficie dei moduli fotovoltaici;
- temperatura al suolo;
- ventosità;
- radiazione solare;
- raggi ultravioletti;
- bagnatura delle foglie;
- vigoria delle piante;

Alla parametrizzazione dei valori microclimatici si affianca contemporaneamente la parametrizzazione dei valori chimico-fisici del terreno.

3.1.2 Modalità di osservazione e campionamento

I punti di campionamento e controllo saranno univocamente individuati in una planimetria di monitoraggi e controlli da redigere e rendere disponibile prima dell'organizzazione del cantiere.

Il rilevamento sarà eseguito con osservazioni dirette o con l'impiego delle centraline.

Oltre che alle funzioni cui è vocato ai sensi del disposto del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., il piano di monitoraggio ha anche l'obiettivo di monitorare i dati

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 19
--	--------	---------------	----------------------------------	------------

produttivi della produzione elettrica e agricola e di minimizzare l'uso delle risorse ambientali.

La raccolta dei dati meteo consente dunque di analizzare la produzione elettrica e agricola in funzione delle variabili climatiche e di adeguare i tempi e le modalità di utilizzo dello storage.

L'impiego dei sensori meteo-climatici consente di ottenere i dati di evapotraspirazione (ETP) relativi alle colture e di ottenere quindi il fabbisogno idrico effettivamente necessario (litri per metro quadro, o millimetri di pioggia equivalenti).

Le sonde di umidità del suolo, adatte ad ogni tipo di terreno e posizionabili nei vari settori irrigui tramite unità wireless IoT a batteria, forniscono una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale.

I sensori, unitamente alla analisi chimico-fisiche del terreno, forniscono informazioni previsionali sulle fasi di sviluppo e di rischio di infezione per alcune delle principali colture. Le rilevazioni in campo, associati a software specializzati, costituiscono un sistema semplice di supporto alle decisioni per la difesa fitosanitaria ed i modelli forniscono informazioni chiare ed immediate sul rischio di infezione e sulla fase di sviluppo dei principali patogeni.

La localizzazione dei punti d'indagine è definita in maniera specifica per singola componente da osservare, in relazione ai contenuti della SIA e in generale in relazione a:

- ✓ ordine di grandezza quali-quantitativo,
- ✓ probabilità di avveramento dell'evento da monitorare;
- ✓ stima della durata e della frequenza dell'evento;
- ✓ reversibilità e complessità dell'evento;
- ✓ estensione territoriale delle aree di indagine;
- ✓ criticità del contesto ambientale e territoriale.

I dati così rilevati e archiviati saranno disponibili su dispositivi digitali e quindi facilmente reperibili e consultabili e verranno archiviati e organizzati in report mensili, inviati annualmente all'ARPA, ai Comuni interessati, nonché alle associazioni di categoria e a chiunque ne faccia richiesta.

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 20
--	--------	---------------	----------------------------------	------------

3.2 Parametri microclimatici

Tenendo in considerazione la morfologia dell'impianto, per il monitoraggio dei parametri microclimatici si ritiene sufficiente collocare due stazioni di rilevamento climatico per ogni lotto di impianto, con integrati:

- ✓ pluviometro;
- ✓ termoigrometro;
- ✓ anemometro;

Saranno a questo scopo posizionati uno a monte e l'altro a valle in funzione del vento dominante, che per il sito in questione sono lo Scirocco ed il Grecale.

Le stazioni di rilevamento mediante:

- ✓ sensore rilevamento radiazione solare globale
- ✓ sensore rilevamento raggi ultravioletti,

consentono di rilevare la temperatura al di sopra della superficie dei pannelli, nonché la temperatura dell'aria.

Inoltre, si provvederà a rilevare l'umidità relativa a livello del suolo. Il rilevamento sarà effettuato a valle dell'impianto, secondo i venti dominanti, ad una distanza dal perimetro dell'impianto pari al doppio dell'altezza dei pannelli fotovoltaici.

Le stazioni saranno dotate di sistema di acquisizione dati, ed in particolare di:

- ✓ unità di controllo principale, per visualizzare numerose variabili;
- ✓ data logger, per l'acquisizione in continuo e su tempi prolungati dei dati da monitorare;
- ✓ software che gestisce e coordina l'acquisizione dati e loro successiva elaborazione;
- ✓ stampante, cui viene direttamente collegata la centralina sonde.

3.3 Suolo e sottosuolo

Nell'elaborazione del progetto preliminare, il suolo è stato analizzato in fase di preimpianto e verrà nuovamente analizzato a cadenza annuale per monitorare l'evoluzione strutturale, la bioattivazione e la capacità di scambio cationico.

In fase di esercizio, la temperatura ed il ph verranno costantemente monitorati tramite l'ausilio di stazioni meteo e sonde di temperature e di umidità, installate a profondità di 15 cm, 30 cm e 45 cm nel suolo.

Una volta l'anno verrà analizzato un campione di terra proveniente da ogni singolo lotto, utilizzando il metodo di campionamento non sistematico ad X, come in figura seguente.

In particolare, si sceglieranno i punti di prelievo lungo un percorso tracciato sulla superficie, formando delle immaginarie lettere X, e saranno prelevati diversi campioni "elementari", vale a dire quantità di suolo prelevate in una sola volta ed in una unità di campionamento, ad una profondità di circa 40 cm, tale da raggiungere lo strato attivo del suolo, ovvero quello che andrà ad ospitare la maggioranza delle radici.

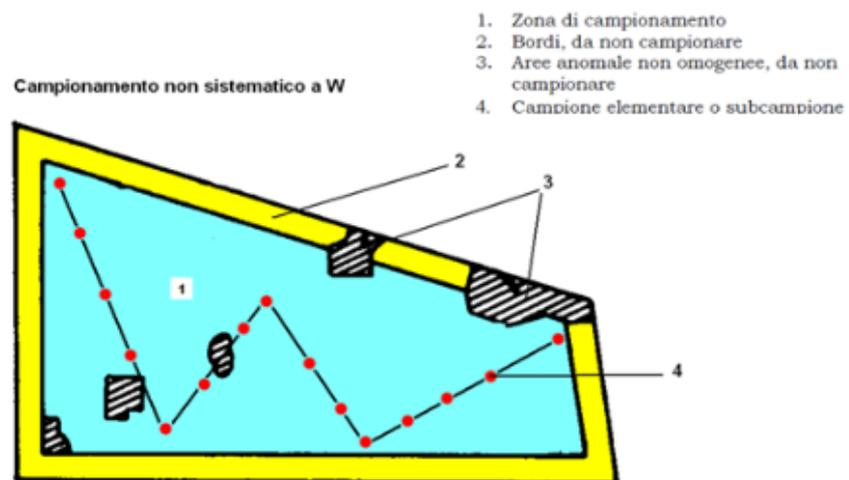


Figura 2 Modalità di campionamento

3.4 Parametri chimico-fisici del terreno

In aggiunta al piano di campionamento per la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo, come definito nel “Piano preliminare di Utilizzo delle Terre e Rocce di scavo” e che verrà svolto nella fase di progettazione esecutiva o prima dell’inizio dei lavori, si condurranno delle analisi chimico-fisiche che forniranno informazioni relative alla tessitura del suolo, la quale viene definita in base al rapporto tra le varie frazioni granulometriche del terreno, quali sabbia, limo e argilla.

Considerato che le diverse frazioni granulometriche sono presenti in varia percentuale nei diversi terreni, essi prenderanno denominazioni differenti: terreno sabbioso, sabbioso- limoso, franco sabbioso, franco sabbioso argilloso ecc.

Tale valore è responsabile e determina la permeabilità e la capacità di scambio cationico del suolo.

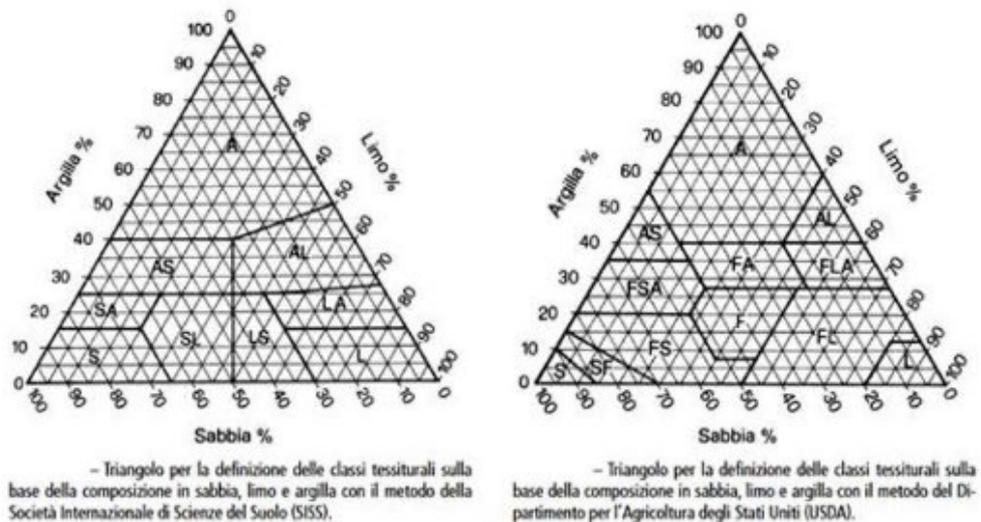


Figura 3 Classificazione dei suoli in base alla tessitura

Particolare attenzione verrà posta al controllo dei nitrati presenti nel suolo, che verrà svolto mediante la tecnica spettrofotometrica.

La percentuale dei nitrati presenti verrà costantemente monitorata ed annotata annualmente sui quaderni di campagna e sul gestionale tecnico dell’azienda.

Nelle analisi chimico-fisiche che annualmente verranno eseguite si ricercherà anche la presenza di 14 tra metalli pesanti e metalloidi presenti nel suolo, quali:

Tabella 1 Metalli analizzati

	Antimonio	Nichel
L	Arsenico	Piombo
a	Berillio	Rame
	Cadmio	Selenio
c	Cobalto	Stagno
a	Cromo	Vanadio
m	Mercurio	Zinco
p		

La campionatura dovrà essere effettuata in conformità con quanto previsto nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale 13/09/1999, pubblicato in Gazzetta Ufficiale Suppl. Ordin. N° 248 del 21/10/1999.

La frazione superficiale (top-soil) deve essere prelevata a una profondità compresa tra 0 e 20 cm, mentre la frazione sotto superficiale (sub-soil) a una profondità compresa tra 20 e 60 cm.

Ogni campione dovrà essere eseguito con 3 punti di prelievo o aliquote, distanti planimetricamente tra loro, minimo 2,5 mt e massimo 5 mt, ottenuti scavando dei mini profili con trivella pedologica manuale, miscelati in un'unica aliquota.

Il campione top-soil sarà quindi l'unione di 3 aliquote top-soil e il campione sub-soil sarà l'unione di 3 aliquote sub-soil, tutte esattamente georeferenziate.

A loro volta, le analisi dei campioni devono essere condotte in conformità con il Decreto Ministeriale 13/09/1999. Secondo tale decreto, oltre ai parametri chimico fisici, il rapporto di analisi deve contenere una stima dell'incertezza associata alla misura, il valore dell'umidità relativa, l'analisi

della granulometria e la georeferenziazione dei tre punti di prelievo che costituiscono il singolo campione.

Il prelievo e l'analisi devono essere eseguiti da laboratori accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC17025. Per la parametrizzazione dei valori chimo-fisici del terreno si prenderanno in considerazione gli elementi della seguente tabella:

Tabella 2 Parametrizzazione valori chimico-fisici del terreno

Parametro	Metodo analitico	Unità di misura
tessitura	Classificazione secondo il triangolo della tessitura USDA	/
pH	Metodo potenziometrico, D.M. 13/09/99	unità pH
calcare totale	Determinazione gas volumetrica	g/kg S.S. CaCO ₃
calcare attivo	Permanganometria (metodo Drouineau)	g/kg S.S. CaCO ₃
Sostanza organica	Metodo Springler-Klee	g/kg S.S. C
CSC	Determinazione con ammonio acetato	meq/100 g S.S.
N totale	Metodi Kjeldhal	g/kg S.S. N
P assimilabile	Metodo Olsen	mg/kg S.S. P
Conduttività elettrica	Conduttività elettrica dell'estratto acquoso	µS/cm
K scambiabile	Determinazione con ammonio acetato	meq/100 g S.S.
Mg scambiabile	Determinazione con ammonio acetato	meq/100 g S.S.
rapporto Mg/K	Determinazione con ammonio acetato	/
Ca scambiabile	Determinazione con ammonio acetato	meq/100 g S.S.

Tabella 3 Dotazione del potassio scambiabile in base alla tessitura (mg/kg)

Giudizio	Terreni sabbiosi (S-SF-FS)	Terreni medio impasto (F-FL-FA-FSA)	Terreni argillosi e limosi (A-AL-FLA-AS-L)
molto basso	<50	<75	<100
basso	50-80	75-100	100-150
medio	80-150	100-250	150-300
elevato	150-250	250-350	300-450
molto elevato	>250	>350	>450

Tabella 4 Dotazione delle basi di scambio in base alla CSC (%eq sulla CSC)

Base di Scambio	Giudizio agronomico				
	molto basso	basso	medio	alto	molto alto
Potassio	<1	1-2	2-4	4-6	>6
Magnesio	<3	3-6	6-12	12-20	>20
Calcio	<35	35-55	55-70	>70	

Per i calcoli si ricorda che:

1 meq/100g di potassio equivale a 391 ppm (mg/kg) di K

1 meq/100g di magnesio equivale a 120 ppm (mg/kg) di Mg

1 meq/100g di calcio equivale a 200 ppm (mg/kg) di Ca

Si provvederà a campionare il terreno periodicamente (una volta all'anno, un campione per lotto) per la verifica del rilascio dei metalli pesanti da parte dei pannelli fotovoltaici o da parte di altri componenti dell'impianto che potrebbero contaminare il suolo agricolo.

A tal scopo, ai sensi del D.P.R.n. 120/2017 Allegato 4, si provvederà a parametrare la presenza di:

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C>12
- Cromo totale
- Cromo VI
- Amianto
- BTEX (*)
- IPA (*)

(*) Da eseguire per le aree di scavo collocate entro 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione o da insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 26
--	--------	---------------	----------------------------------	------------

in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

3.5 Acque e risparmio idrico

Il monitoraggio dell'ambiente idrico riguarda in particolare:

- acque superficiali
- acque sotterranee
- deflusso superficiale

Si procederà al monitoraggio dei parametri chimico-fisici delle acque che percorrono i canali episodici adiacenti le aree d'impianto e delle falde sotterranee.

Saranno valutati:

- pH
- torbidità
- presenza di inquinanti

Tre mesi prima dell'inizio del cantiere, all'interno dei singoli lotti di impianto verranno posizionati dei sensori capaci di leggere la presenza d'acqua, in postazioni georeferenziate, e verranno posizionati in maniera tale da leggere l'altezza d'acqua.

In questa maniera sarà possibile determinare la stabilità del deflusso superficiale a parità di piovosità, mettendo in relazione i dati delle sonde con i pluviometri.

Per il monitoraggio delle acque sotterranee, prima dell'inizio del cantiere, saranno posizionati due punti di campionamento mediante l'installazione di piezometri (pozzo di osservazione da 6") rispetto al flusso sottostante la falda acquifera, con lo scopo di monitorare gli inquinanti di cui alla Tabella 2 della Parte IV-Titolo V- allegato 5 del D.Lgs 152/2006.

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 27
--	--------	---------------	----------------------------------	------------

I pozzi saranno sigillati nella loro parte superiore per impedire contaminazioni accidentali della falda.

Ogni operazione di prelievo sarà preceduta da un corretto spurgo del piezometro per eliminare il volume d'acqua che staziona all'interno del piezometro.

3.6 Monitoraggio della produzione agricola

Per il monitoraggio dell'attività agricola si provvederà ogni anno alla redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo, all'interno della quale verranno riportati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle 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).

Tali relazioni saranno a disposizione degli organismi di controllo e di chiunque dovesse farne richiesta.

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

- l'esistenza e la resa della coltivazione;
- il mantenimento dell'indirizzo produttivo;
- il recupero della fertilità del suolo;
- il risparmio idrico;
- il microclima e la resilienza ai cambiamenti climatici.

Nei vari lotti di impianto si utilizzeranno le applicazioni isobus dell'agricoltura di precisione per rendere più produttiva e più compatibile l'integrazione di queste due attività imprenditoriali.

Si procederà, quindi, ad una rilevazione dei dati del terreno attraverso analisi chimico-fisiche, registrando i punti di prelievo e la loro georeferenziazione.

Tali analisi saranno ripetute in un programma definito. La campionatura sarà eseguita attraverso il prelievo di un campione per lotto durante ogni fase:

- nella fase ante operam, da effettuare almeno tre mesi prima dell'inizio dei lavori;
- durante la fase di esercizio, ovvero ogni anno durante la coltivazione;
- post operam.

Saranno campionati i seguenti fattori, come previsto dalla normativa nazionale sulla caratterizzazione dei terreni.

Tabella 5 Metodi di analisi nazionali (DM 13.9.99) ed ISO per i terreni

PARAMETRO	METODO DM 13.9.99	METODO ISO
pH in acqua	III.1	10390:2005
Granulometria	II.4 e II.5	11277:1998
Calcare totale	V.1	10693:1995
Calcare attivo	V.2	---
Carbonio organico	VII.3	14235:1998
Azoto totale	VII.1	11261:1995 13878:1998
Fosforo assimilabile	XV.3	11263:1994
Basi scambiabili (Na, K, Mg e Ca)	XIII.5	13536:1995
Capacità di Scambio Cationico	XIII.2	
Microelementi assimilabili	XII.1	14870:2001
Metalli pesanti totali	XI.1	11466:1995 11047:1998
Conducibilità elettrica	IV.1	11265:1994

Tabella 1.1 – Metodi di analisi nazionali (D.M. 13.09.99) e internazionali (ISO) utilizzabili per la determinazione dei parametri necessari alla caratterizzazione dei terreni

Particolare attenzione verrà rivolta allo studio delle rese e dello sviluppo delle piante in ogni loro fase fenologica: questa sarà una delle attività di monitoraggio che i tecnici effettueranno costantemente.

Le colture ed il suolo saranno condotte seguendo un rigido disciplinare di produzione biologica. La sostanza organica sarà integrata più volte durante il ciclo produttivo, e post raccolta verrà eseguito un trattamento di bioattivazione del terreno, utilizzando bioattivatori a base di estratti vegetali e di mi-

	Rev. 0	Novembre 2023	Piano di Monitoraggio Ambientale	Pag. n. 29
--	--------	---------------	----------------------------------	------------

croflora selezionata, riattivando la componente microbiologica ed i processi naturali di fertilità dei terreni.

Ogni anno l'agronomo incaricato avrà il compito di aggiornare il fascicolo aziendale e di annotare ogni singolo intervento effettuato su un apposito gestionale di campagna, i cui dati saranno resi pubblici su un portale dedicato.

Verranno installate delle sonde che consentiranno di monitorare una serie di elementi caratterizzanti quali:

- bagnatura delle foglie;
- radiazione solare;
- monitoraggio insetti;
- sensori di umidità del suolo;
- modelli delle malattie ed alert;
- sensori per la valutazione della vigoria delle piante.

3.7 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici

L'impronta di carbonio, cosiddetta carbon footprint, è una misura che esprime in termini di CO₂ equivalente il totale delle emissioni di gas a effetto serra associate direttamente o indirettamente a un prodotto, un'organizzazione o un servizio. Il Protocollo di Kyoto indica quali gas a effetto serra l'anidride carbonica (CO₂), il metano (CH₄), protossido d'azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs), esafluoruro di zolfo (SF₆) e perfluorocarburi (PFCs). L'11,2% delle emissioni globali di gas serra antropogeniche (GHGe) è attribuito alle pratiche agricole ed è perciò necessario attuare strategie che ne consentano la riduzione.

L'agricoltura può assumere un ruolo sia negativo che positivo sull'ecosistema, in ragione della sostenibilità nella gestione dei terreni.

Possibili benefici potranno essere osservati laddove vengano adottate pratiche rispettose della biodiversità e delle funzioni ecologiche degli agroecosistemi, riducendo altresì l'impiego di fitofarmaci e fertilizzanti di sintesi.

I suoli possono inoltre rappresentare una preziosa risorsa per mitigare il cambiamento climatico. Nella misura in cui essi costituiscano riserva di carbonio organico, sono infatti in grado di sequestrare i gas serra presenti in atmosfera. Diversi studi scientifici evidenziano che un incremento della sostanza organica nei suoli in misura dell'1% l'anno per almeno 50 anni comporterebbe, solo in Italia, un accumulo di quasi 50 milioni di tonnellate di CO₂, pari al 10% circa delle emissioni nazionali di gas serra. Agire con determinazione sulle tecniche agronomiche in questo comparto agricolo può dunque costituire un valido strumento per lenire gli effetti negativi dei cambiamenti climatici.

Per quanto attiene al Carbon Footprint nei sistemi cerealicoli, la tecnica di coltivazione del frumento duro risulta la più impattante in termini di emissioni in gas serra. Ciò è in parte spiegato dal fatto che in tali sistemi sono necessarie operazioni molto dispendiose, come l'aratura per ridurre il rischio di malattie fungine, o l'aumentare artificialmente l'apporto di azoto in maniera sensibile, dal momento che i cereali in rotazione asportano forti quantità dell'elemento e lasciano residui colturali non facilmente degradabili dalla microflora del terreno.

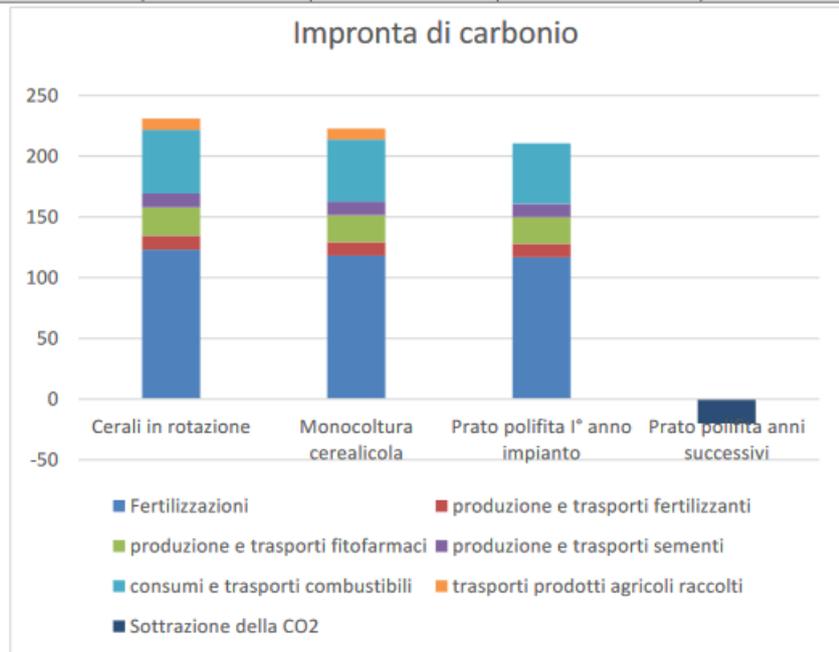
Per contro, per le colture foraggere o colture proteiche, il "costo ambientale" diminuisce sensibilmente. In questi casi, l'azoto residuale delle colture della rotazione rende possibile una riduzione molto significativa degli apporti artificiali del nutriente, ed è possibile realizzare tecniche di lavorazione del terreno di tipo conservativo, quali minimum tillage o semina diretta.

Nel caso in analisi, si prevede che la realizzazione del parco agroenergetico consentirà di ottenere un impatto positivo sull'ambiente, come prospettato dalla tabella e dal grafico seguenti.

Tabella 6 Carbon footprint stato di fatto e stato di progetto

Carbon Footprint (t CO₂/Ha)

	Cerali in rotazione	Monocoltura cerealicola	Prato polifita 1° anno impianto	Prato polifita anni successivi
Produzioni medie (Ton/Ha)	3,3	2,97	5	5
Fertilizzazioni	123,09	118,0575	116,9355	0
produzione e trasporti fertilizzanti	11,55	11,1375	10,9725	0
produzione e trasporti fitofarmaci	23,1	22,275	21,945	0
produzione e trasporti sementi	11,55	11,1375	10,9725	0
consumi e trasporti combustibili	52,47	51,2325	49,8465	0
trasporti prodotti agricoli raccolti	9,24	8,91		0
Sottrazione della CO ₂				-20
TOTALE (t CO₂/Ha)	231	222,75	210,672	-20



Si evince in particolare come al passaggio dalla situazione attuale, con la coltivazione di cereali in rotazione, alla situazione di progetto, con l'impianto di un prato permanente, che richiederà solo saltuarie operazioni colturali, si possa ottenere una notevole riduzione delle emissioni di CO₂, pari a:

$$54 \text{ Ha} \times 20 \text{ Ton/ha/CO}_2 = 1.080 \text{ Ton/CO}_2 \text{ non emesse}$$

4 INDICE DELLE FIGURE E DELLE TABELLE

<i>Figura 1 Inquadramento del lotto recintato</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2 Modalità di campionamento.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 3 Classificazione dei suoli in base alla tessitura</i>	<i>22</i>
<i>Tabella 1 Metalli analizzati</i>	<i>23</i>
<i>Tabella 2 Parametrazione valori chimico-fisici del terreno</i>	<i>24</i>
<i>Tabella 3 Dotazione del potassio scambiabile in base alla tessitura (mg/kg).....</i>	<i>24</i>
<i>Tabella 4 Dotazione delle basi di scambio in base alla CSC (%eq sulla CSC)</i>	<i>25</i>
<i>Tabella 5 Metodi di analisi nazionali (DM 13.9.99) ed ISO per i terreni.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabella 6 Carbon footprint stato di fatto e stato di progetto.....</i>	<i>31</i>