

PROGETTO DELLA CENTRALE SOLARE
"ENERGIA OLEARIA SANTU PERDU"
 da 64,36 MWp a Villasor (SU)



TR05 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
 PROGETTO DEFINITIVO



Proponente
Peridot Solar Opal S.r.l.
 Società Benefit
 Via Alberico Albricci, 7 - 20122 Milano (MI)



Investitore agricolo superintensivo
OXY CAPITAL ADVISOR S.R.L.
 Via A. Bertani, 6 - 20154 (MI)



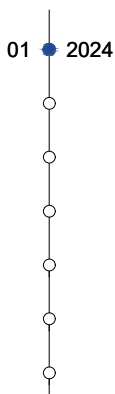
Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione
Progettista: Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi, Arch. Alessandro Visalli
Coordinamento: Arch. Riccardo Festa
Collaboratori: Urb. Daniela Marrone, Arch. Anna Manzo, Arch. Paola Ferraioli,
 Arch. Ilaria Garzillo, Agr. Giuseppe Maria Massa, Agr. Francesco Palombo



Progettazione elettrica e civile
Progettista: Ing. Rolando Roberto, Ing. Giselle Roberto
Collaboratori: Ing. Marco Balzano, Ing. Simone Bonacini



Progettazione oliveto superintensivo
Progettista: Agr. Giuseppe Rutigliano
Consulenza geologia - Consulenza archeologia
 Geol. Gaetano Ciccarelli - GEA Archeologia



	descrizione	formato	elaborazione	controllo	approvazione	
01	00	Prima consegna	A4	Ilaria Garzillo	Alessandro Visalli	Fabrizio Cembalo Sambiasi
	01					
	02					
	03					
	04					
	05					
	06					
	07					

Indice

4	Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA).....	3
4.1-	Premessa.....	3
4.2 –	Contenuto del PMA.....	3
4.2.1 –	Indicazioni di metodo.....	4
4.3 -	Breve descrizione del progetto.....	8
4.4 -	Breve descrizione delle matrici ambientali.....	10
4.5 -	Azioni di progetto e parametri progettuali caratterizzanti.....	12
4.6 –	Componenti ambientali da monitorare ed aree di indagine.....	15
4.6.1 –	Microclima.....	16
4.6.1.1 –	Ante operam.....	16
4.6.1.2 –	In corso d’opera.....	16
4.6.1.3 –	Post operam.....	17
4.6.2 –	Biosfera.....	18
4.6.2.1 –	Ante operam.....	18
4.6.2.2 –	In corso d’opera.....	18
4.6.2.3 –	Post operam.....	20
4.6.3 –	Fertilità.....	21
4.6.3.1 –	Ante operam.....	21
4.6.3.2 –	In corso d’opera.....	22
4.6.3.3 –	Post operam.....	23
4.6.4 –	Equilibrio idrico.....	23
4.6.4.1 –	Ante operam.....	23
4.6.4.2 –	In corso d’opera.....	24
4.6.4.3 –	Post operam.....	24
4.6.5 –	Agenti fisici.....	25
4.6.5.1 –	Ante operam.....	25
4.6.5.2 –	In corso d’opera.....	25
4.6.5.3 –	Post operam.....	29
4.6.6-	Paesaggio, impatto visivo.....	30
4.6.6.1 –	Ante operam.....	30
4.6.6.2 –	In corso d’opera.....	30
4.6.6.3 –	Post operam.....	31

4.6.7 – Produzione agricola	31
4.6.7.1 – Ante operam	31
4.6.7.2 – In corso d’opera	31
4.6.7.3 – Post operam	32
4.7 – Parametri ambientali ed effetti attesi	33
4.8 – Gruppo di lavoro ed informazioni al pubblico	33
4.9 – Monitoraggio della biodiversità.....	33
4.10 - Conclusioni	36

4 Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA)

4.1- Premessa

Il presente *Piano di Monitoraggio Ambientale* (PMA) è redatto secondo le Linee Guida, Rev 16/06/2014, dell'Ispra, ed ha lo scopo, secondo quanto previsto dall'art 28 del D.Lgs. 152/06, di fornire lo strumento per avere la "misura" dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione del progetto e soprattutto di fornire i necessari "segnali" per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito della VIA.

Il Monitoraggio Ambientale è uno strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente in seguito a costruzione ed esercizio dell'opera, ad identificare eventuali effetti negativi degli imprevisti e all'adozione di misure correttive.

La direttiva 2014/52/UE stabilisce inoltre che il monitoraggio:

- non deve duplicare eventuali monitoraggi ambientali già previsti da altre pertinenti normative sia comunitarie che nazionali per evitare oneri ingiustificati; proprio a tale fine è possibile ricorrere, se del caso, a meccanismi di controllo esistenti derivanti da altre normative comunitarie o nazionali.
- è parte della decisione finale, che, ove opportuno, ne definisce le specificità (tipo di parametri da monitorare e durata del monitoraggio) in maniera adeguata e proporzionale alla natura, ubicazione e dimensione del progetto ed alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente.

4.2 – Contenuto del PMA

In base ai principali orientamenti tecnico scientifici e normativi comunitari ed alle vigenti norme nazionali il monitoraggio rappresenta l'insieme di azioni che consentono di *verificare, attraverso la rilevazione di determinati parametri biologici, chimici e fisici, gli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio.*

Ai sensi dell'art.28 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il MA rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA (incluse quelle strategiche ai sensi della L.443/2001), lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di attuazione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA.

Al pari degli altri momenti salienti del processo di VIA (consultazione, decisione), anche le attività e gli esiti del monitoraggio ambientale sono oggetto di condivisione con il pubblico.

Gli obiettivi del MA e le conseguenti attività che dovranno essere programmate ed adeguatamente caratterizzate nel PMA sono rappresentati da:

- 1- verifica dello scenario ambientale di riferimento utilizzato nello SIA e caratterizzazione delle *condizioni ambientali* (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera (monitoraggio ante operam o monitoraggio dello scenario di base);
- 2- verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (monitoraggio degli effetti ambientali in corso d'opera e post operam o monitoraggio degli impatti ambientali); tali attività consentiranno di:
 - a. verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;
 - b. individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- 3- comunicazione degli esiti delle attività di cui ai punti precedenti (alle autorità preposte ad eventuali controlli, al pubblico).

4.2.1 – Indicazioni di metodo

Il PMA rappresenta un elaborato che, seppure con una propria autonomia, deve garantire la piena coerenza con i contenuti del SIA relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente nello

scenario di riferimento che precede l'attuazione del progetto (ante operam) e alle previsioni degli impatti ambientali significativi connessi alla sua attuazione (in corso d'opera e post operam).

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 di seguito ed a sostenere conseguentemente oneri ingiustificati e non attinenti agli obiettivi strettamente riferibili al monitoraggio degli impatti ambientali significativi relativi all'opera in progetto.

Inoltre:

- 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.;
- 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, ecc.) per supportare efficacemente le specifiche finalità del MA degli impatti ambientali generati dall'opera;
- 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 (es. trattazioni generiche sul monitoraggio ambientale, sulle componenti ambientali, sugli impatti ambientali, sugli aspetti programmatici e normativi).

- deve essere strutturato in maniera sufficientemente flessibile per poter essere eventualmente rimodulato nel corso dell'istruttoria tecnica di competenza della Commissione CTVIA VIA-VAS e/o nelle fasi progettuali e operative successive alla procedura di VIA.

Il metodo da seguire è quindi:

- a- *identificare le azioni di progetto* che generano (ante, in corso e post operam) impatti ambientali significativi sulle componenti ambientali corrispondenti;
- b- *per ciascuna azione evidenziare i parametri progettuali* che la caratterizzano (dato quantitativo);
- c- *identificare le componenti o i fattori ambientali da monitorare*, con particolare riferimento a quelle oggetto di misure di mitigazione.

È opportuna una rappresentazione tabellare su questo genere:

FASE	Azione di Progetto	Impatti significativi	Componente Ambientale	Misure di Mitigazione

Da queste ricavare:

- I. le aree di indagine e le stazioni o i punti di monitoraggio;
- II. i parametri analitici descrittivi dello stato quantitativo o qualitativo della componente ambientale;
- III. le tecniche di campionamento;
- IV. le metodologie di controllo, validazione, analisi ed elaborazione;
- V. le eventuali azioni da intraprendere;
- VI. La struttura organizzativa, con competenze e responsabilità.

Nel PMA, in base alle analisi e alle valutazioni contenute nel Progetto e nello Studio di Impatto Ambientale, dovranno essere identificate e delimitate per ciascuna componente/fattore ambientale le aree di indagine corrispondenti alla porzione di territorio entro la quale sono attesi gli impatti significativi sulla componente indagata generati dalla realizzazione/esercizio dell'opera.

All'interno dell'area di indagine dovranno essere localizzate le stazioni/punti di monitoraggio necessarie alla caratterizzazione dello stato quali-quantitativo di ciascuna componente/fattore ambientale nelle diverse fasi, ante operam, corso d'opera e post operam¹.

La scelta dei parametri ambientali (chimici, fisici, biologici) che caratterizzano lo stato quali-quantitativo di ciascuna componente/fattore ambientale, rappresenta l'elemento più rilevante per il raggiungimento degli obiettivi del MA e deve essere focalizzata sui parametri effettivamente significativi per il controllo degli impatti ambientali attesi.

Per ciascun parametro per individuare lo scenario di base e gli effetti attesi il PMA dovrà indicare (ove pertinenti):

- Valori limite
- Range di variabilità
- Valori soglia
- Metodologie analitiche
- Metodologie di controllo dell'affidabilità
- Criteri di elaborazione
- Gestione delle anomalie

Il Monitoraggio dovrà essere articolato nelle diverse fasi temporali seguenti:

Ante Operam (AO)	Periodo che precede l'avvio delle attività di cantiere e che quindi può essere avviato nelle fasi autorizzative successive all'emanazione del provvedimento di VIA.
In corso d'Opera (CO)	Periodo che comprende le attività di cantiere per la realizzazione dell'opera quali l'allestimento del cantiere, le specifiche lavorazioni per la realizzazione dell'opera, lo smantellamento del cantiere, il ripristino dei luoghi.
Post-Operam (PO)	Periodo che comprende le fasi di esercizio e di eventuale dismissione dell'opera, riferibile quindi: <ul style="list-style-type: none"> - al periodo che precede l'entrata in esercizio dell'opera nel suo assetto funzionale definitivo (pre-esercizio), - all'esercizio dell'opera, eventualmente articolato a sua volta in diversi scenari temporali di breve/medio/lungo periodo, - alle attività di cantiere per la dismissione dell'opera alla fine del suo ciclo di vita.

Dovranno essere anche descritte le modalità di restituzione dei dati sia al fine di documentare le modalità di attuazione dello stesso MA, sia per l'informazione al pubblico.

¹ - Uno degli aspetti più complessi da affrontare da parte di chi analizza e valuta i dati derivanti dal MA risiede infatti nella capacità di discriminare dagli esiti del monitoraggio (valori dei parametri) la presenza di pressioni ambientali "esterne" sia di origine antropica che naturale non imputabili alla realizzazione/esercizio dell'opera, tale aspetto risulta di particolare importanza in relazione all'insorgenza di condizioni anomale o critiche inattese che impongono la necessità di intraprendere azioni correttive, previa verifica dell'effettivo riconoscimento delle cause delle "anomalie" riscontrate. Da ciò discende la necessità di acquisire ogni informazione utile sulla presenza di potenziali sorgenti di impatto nell'area di indagine (localizzate/diffuse, stabili/temporanee) e di monitorare costantemente tali "cause esterne" per operare un efficace confronto tra i dati risultanti dal MA e le possibili cause che generano condizioni anomale inattese.

4.3 - Breve descrizione del progetto

L'impianto agrivoltaico "Energia olearia di Santu Perdu" ha una potenza di 64,4 MW ed è interamente collocato, elettrodotta compreso, nel territorio del Comune di Villasor, in Provincia di Sud Sardegna.

L'impianto elettrico prevede l'installazione di ca. 91.944 moduli fotovoltaici, 168 inverter di stringa e 14 cabine di trasformazione che confluiranno in 1 cabina di raccolta.

		mq	%	su
A	Superficie complessiva del lotto	1.165.000		
B	superficie impegnata totale lorda (entro la recinzione)	806.170	69,2	A
B1	di cui superficie netta radiante impegnata	280.936	34,8	B
B2	di cui superficie minima proiezione tracker	189.314	23,5	B
C	Superficie viabilità interna	67.355	5,8	B
D	Superficie agrivoltaica ai fini del calcolo del Requisito A	806.170		
E	Superficie agricola produttiva totale (SAP)	715.487	88,8	C
E1	di cui uliveto superintensivo	526.173	65,3	C
E2	di cui prato fiorito	189.314	23,5	C
G	Altre aree naturali	322.340	27,7	A
G1	superficie mitigazione	157.300	13,5	A
G2	superficie naturalistica	165.040	14,2	A
H	Superficie agricola Totale	1.037.827	89,1	A

Figura 1 - Tabella delle aree impegnate

La componente agricola (cfr. 2.4.2) prevede un uliveto superintensivo coltivato a siepe che massimizza la produzione agricola a parità di superficie impiegata, è compatibile con lavorazioni pienamente meccanizzate che riducono i rischi di esercizio derivanti dalla intersezione di diverse attività produttive, prevede un'avanzata irrigazione a goccia ed un monitoraggio 4.0. Gli ulivi previsti sono ca. 94.270 e sono in numero superiore ai pannelli fotovoltaici. Completa la proposta agricola un'apicoltura estesa all'intero impianto.

La mitigazione occupa 15,7 ha ed è costituita da circa 1.950 alberi e 4.157 arbusti, mentre alle aree di compensazione naturalistica è dedicata una superficie di 16,5 ha. Nel complesso, quindi, le aree destinate ai fini ambientali corrispondono al 28% della superficie totale, cioè 32,2 ettari su 116,5 ha.

La produzione complessiva è stimabile in 103 GWh elettrici, 4.700 quintali di olive per produrre 62.100 litri di olio extravergine di oliva tracciato e 2.300 kg di miele all'anno.



Figura 2 - Layout generale dell'impianto (Elaborato M_03)

L'impianto agricolo sarà servito da un impianto di irrigazione alimentato da pozzi o, preferibilmente, dal Consorzio di Bonifica locale.

4.4 - Breve descrizione delle matrici ambientali

I suoli sono attualmente ad uso agricolo e in buono stato generale. Nel Quadro Ambientale è presente una caratterizzazione di maggiore dettaglio. Gli appezzamenti confinanti sono occupati per lo più da seminativi, o tenuti a pascolo.



Figura 3 - Veduta dell'area di impianto

Nel Quadro Ambientale è riportata una descrizione delle diverse matrici ambientali, raccolte in tematismi (3.7, suolo, sottosuolo e assetto territoriale; 3.8, ecosistemi; 3.9, ambiente fisico; 3.10, salute umana; 3.11, paesaggio). In estrema sintesi il progetto viene a trovarsi, nel vasto entroterra sardo, a metà strada tra l'abitato di Villasor e quello di Decimoputzu, lungo la SP 196 che li collega. Non sono presenti significative criticità geologiche o geomorfologiche. L'area non appare particolarmente vulnerabile a fenomeni di inondazione in caso di precipitazioni critiche per intensità e durata (rischio idraulico). L'area, inoltre, non intercetta alcuna linea di drenaggio superficiale di livello primario, seppur effimera (canale di maltempo, fosso, impluvio). Il sito non ricade in zone a superficie piezometrica affiorante o sub-affiorante. La rete idrologica spontanea o derivata dalle sistemazioni agricole, rappresentata da una piccola serie di canali superficiali di modestissimo rilievo e sarà conservata com'è e curando le interferenze ove necessario con la palificata dell'impianto. L'installazione si limiterà a realizzare una semplice carpenteria di altezza adeguata a consentire l'uso

agricolo intensivo basata su pali infissi a profondità di pochi metri che non altera in alcun modo la circolazione superficiale delle acque e non interferisce con i canali che la organizzano. L'impianto è realizzato con la tecnologia degli inseguitori monoassiali e dunque non ha una specifica giacitura di caduta delle acque che cadono sui pannelli, distribuendola a diverse distanze, in funzione di vento, intensità della pioggia e soprattutto inclinazione dei pannelli, tutte variabili, sia sulla destra sia sulla sinistra della stringa. Ne deriva una distribuzione abbastanza uniforme della stessa. In questo modo, senza interventi sui profili del suolo e movimenti di terra, lo scorrimento superficiale delle acque non sarà alterato rispetto allo status quo. Quindi è stata condotta un'analisi della consistenza tratturale e delle condizioni archeologiche del suolo e delle ricadute economiche ed occupazionali nel contesto locale. Gli ecosistemi sono di significativa variabilità, se pure nell'area di impianto fortemente caratterizzati da un'agricoltura estensiva ma penalizzata dalla mancanza di irrigazione. L'ambiente fisico è scarsamente impattato dall'impianto, i cui contributi in termini di emissioni elettromagnetiche e acustiche è nella norma. L'impatto sulla salute umana è complessivamente positivo, se pure in via indiretta. Il paesaggio è stato oggetto di notevoli attenzioni nel progetto, e di un investimento specifico di ca. 1,2 milioni di euro. Una mitigazione molto differenziata in funzione delle diverse situazioni che l'impianto si trova ad affrontare e in più punti di notevole spessore e qualità.

Con l'amministrazione comunale è stata avviata una conversazione attiva, che si svolge nella ricerca di appropriate compensazioni che rappresentino il contributo dell'impianto allo sviluppo locale.

4.5 - Azioni di progetto e parametri progettuali caratterizzanti

In base ai principali orientamenti tecnico scientifici e normativi comunitari ed alle vigenti norme nazionali il monitoraggio rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare, attraverso la rilevazione di determinati parametri biologici, chimici e fisici, gli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio.

È a tal fine necessario individuare i segnali necessari ad attivare preventivamente le azioni correttive se le risposte ambientali non sono quelle previste.

Le Linee Guida, a tal fine rappresentano contenuti da tarare e sviluppare in relazione diretta e stretta con le specificità del progetto, ma anche del contesto e degli impatti stimati nel SIA.

Per questo motivo la prima azione da compiere è la stima delle azioni rilevanti.

Le azioni progettuali rilevanti ai fini del PMA sono le seguenti:

FASE	Azione di Progetto	Impatti significativi	Componente Ambientale	Misure di Mitigazione
AO	Procedure di apposizione di servitù	Nessuno
	Rilevazione del microclima	Mappa stato dei luoghi	suolo	
	Rilevazione faunistica	Mappa stato dei luoghi	biosfera	
	Fertilità suolo	Mappa stato dei luoghi	suolo	
	Equilibrio idrico	Mappa stato dei luoghi	idrologia	
	Agenti fisici, Rumore	Mappa stato dei luoghi	Antroposfera	
	Agenti fisici, elettromagnetismo	Mappa stato dei luoghi	antroposfera	
	Paesaggio	Mappa stato dei luoghi	Antroposfera	
	Produzione agricola	Mappa stato dei luoghi	Antroposfera	
CO	Campionamento preventivo terreni	Polveri, Trasporto mezzi pesanti	Suolo	Riduzione ore attive di cantiere, concentrazione dell'attività in una specifica fase
	Predisposizione cantiere, recinzione,	Rumore, Polvere	Suolo (litosfera)	Riduzione ore attive di cantiere, concentrazione dell'attività in una specifica fase
	Approvvigionamento materiali da costruzione	Rumori e vibrazioni di macchine, Produzione di rifiuti	Atmosfera, Litosfera (Sistema regionale di	Riduzione ore attive di cantiere, massimizzazione

			recupero e smaltimento)	del riuso e riciclo, buona organizzazione di cantiere
	Scavi	Rumori e vibrazioni di macchine, Produzione di polvere	Litosfera Atmosfera	Riduzione ore di cantiere,
	Infissione pali	Rumori e vibrazioni di macchine, Produzione di polvere.	Litosfera, Geosfera, Biosfera	Contenere al massimo questa fase di lavorazione, ridurre le ore di lavorazione evitando quelle serali e di prima mattina
	Montaggio carpenterie	Rumori e vibrazioni, produzione di rifiuti	Atmosfera, Litosfera (Sistema regionale di recupero e smaltimento)	Riduzione ore attive di cantiere, massimizzazione del riuso e riciclo
	Montaggio pannelli	Produzione di polvere, Produzione di rifiuti	Atmosfera, Litosfera (Sistema regionale di recupero e smaltimento)	Riduzione ore attive di cantiere, massimizzazione del riuso e riciclo
	Posizionamento cabine	Rumori e vibrazioni di macchine, Produzione di polvere	Atmosfera	Svolgere questa operazione in modo compatto
	Cablaggi	Produzione di rifiuti	Litosfera (Sistema regionale di recupero e smaltimento)	Massimizzare riuso e riciclo
	Costruzione elettrodotti BT	Rumori e vibrazioni di macchine	Litosfera, Atmosfera	Riduzione ore attive di cantiere
	Costruzione elettrodotto MT	Rumori e vibrazioni di macchine	Atmosfera, Litosfera Antroposfera (interferenza con circolazione)	Riduzione ore attive di cantiere, Garantire la massima sicurezza
	Costruzione cabina AT	Rumori e vibrazioni di macchine	Atmosfera, Litosfera	Riduzione ore attive di cantiere
	Piantumazioni	Produzione di polvere	Atmosfera, Litosfera	Riduzione ore attive di cantiere
	Smaltimento di rifiuti da cantiere	Trasporti mezzi pesanti	Atmosfera, Litosfera (Sistema regionale di recupero e smaltimento)	Svolgere le operazioni in modo compatto e massimizzare riciclo e recupero
PO	Produzione di energia elettrica	Rumore e vibrazioni prodotte da inverter, Emissioni elettromagnetiche	Atmosfera, Biosfera, Antroposfera	Garantire prescrizioni specifiche in SIA

	Trasporto energia elettrica	Emissioni elettromagnetiche	Antroposfera	Garantire prescrizioni specifiche in SIA
	Produzione ulivicola	Polveri ed emissioni da attività agricole (trattamenti, raccolta)	Biosfera	Utilizzo di prodotto biologici, contenimento operazioni al minimo
	Intrmissione visiva	Alterazione del paesaggio	Biosfera, Antroposfera	Schermi arborei e arbustivi
	Dismissione opera	Produzione di rifiuti, Rumore, produzione di polvere	Atmosfera, Biosfera	Svolgere le operazioni in modo compatto e massimizzare riciclo e recupero
	Rilevazione del microclima	Mappa stato dei luoghi post opera	Suolo	Accertare le modifiche dei luoghi e il ripristino dello stato post opera
	Rilevazione faunistica		Biosfera	
	Fertilità suolo		Suolo	
	Equilibrio idrico		Idrologia	
	Agenti fisici, Rumore		Antroposfera	
	Agenti fisici, elettromagnetismo		Antroposfera	
	Paesaggio		Antroposfera	
	Produzione agricola		Antroposfera	

4.6 – Componenti ambientali da monitorare ed aree di indagine

Le componenti ambientali e relative alle aree di indagine sono:

- 1- Atmosfera (microclima),
- 2- Biosfera (flora e fauna),
- 3- Litosfera (fertilità del suolo),
- 4- Idrologia superficiale (risparmio idrico),
- 5- Antroposfera, agenti fisici (elettromagnetismo e acustica)
- 6- Paesaggio (con cumulo impianti e intervisibilità),
- 7- Produzione agricola (quantità, valore e qualità).

In funzione di quanto sopra le aree di indagine possono essere individuate come segue:

	Aree di indagine	Parametri analitici	Tecniche di campionamento	Metodologie di controllo	Azioni
1	Microclima	Umidità, Temperatura	Sensori, droni, satelliti	Mappe e database	Interventi agronomici sostenibili
2	Biosfera	Monitoraggio faunistico, Monitoraggio flora	Conteggio nidificazione su alberi e cespugli della mitigazione	Rilievi Fistosociologici (Ispra), plot 10 x 10 mt	Interventi per aumentare la biodiversità
3	Fertilità	Rilevazione sostanza organica, Struttura suolo (compattamento)	Prelievo, Rilevazione remota	Rilievi, Mappe e Database	Interventi agronomici
4	Equilibrio idrico	Consumo di acqua colture, mc/anno	Misurazione con contatori, rilevazione umidità suolo, campionamento acque	Rilievi, mappe e Database, prelievi periodici	Interventi agronomici, rimozione di fonti di disturbo
5-a	Diffusione onde sonore	D(m) e Leqp	Fonometro integratore	Norma EN 60804 Norme IEC gruppo 1 (International Electrotechnical Commission), 651/79 e 804/85	Misurare dal ricevitore più sensibile
5-b	Area di impatto elettromagnetico locale	μT kV/m	Campagna di monitoraggio con mezzi mobili	Non superare il limite di esposizione di <i>100 μT di induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico</i>	Garantire l'obiettivo di qualità, segnalare le aree di sicurezza
5-c	Area di impatto elettromagnetico sul territorio (elettrodotto)	μT	Campagna di monitoraggio con mezzi mobili	Identificazione DPA	Aumentare le protezioni
6	Impatto visivo dell'impianto	Lunghezza e area della mitigazione	Misurazione e georeferenziazione piante	Scheda di rilevazione	Monitoraggio e sostituzione piante, potenziamento e miglioramento dell'irrigazione
7	Produzione agricola	Prodotto in quintali all'anno	Rilevazione commerciale e registrazione nel Fascicolo agrario	Metodologia GSE-CREA	Interventi agronomici sostenibili

4.6.1 – Microclima

Il monitoraggio del microclima seguirà le normative vigenti, in particolare la norma UNI/Pdr 148: 2023, o successive modifiche ed integrazioni. Inoltre, si conformerà al parametro E.2 Microclima delle Linee Guida per l’Agrivoltaico, giugno 2022.

4.6.1.1 – Ante operam

Ante l’avvio dell’opera sarà compiuta una rilevazione del microclima nell’area di impianto in almeno dieci punti di rilevazione.

4.6.1.2 – In corso d’opera

Nell’arco della vita progettuale viene prevista l’abilitazione delle funzionalità di monitoraggio legata alla presenza sull’impianto di una rete di sensori, di ultima generazione, con funzionamento in continuo e possibilità di controllo dei dati da remoto. I principali sensori ambientali, come da norma di riferimento CEI EN IEC 61724-1, sono e mirano al monitoraggio di:

- radiazione solare (diretta, diffusa, albedo)
- temperatura ambiente
- direzione e velocità del vento
- temperatura e umidità del suolo
- pH del suolo
- sensori di livello CO₂
- sensori del punto di rugiada
- neve
- umidità relativa
- pioggia
- conducibilità suolo
- spettrofotometria VIS-IR
- contatori di flusso acqua di irrigazione
- sensori di pressione barometrica

È indispensabile a tal proposito l’ausilio di stazioni metereologiche all’avanguardia, fornite di un pannello solare che alimenta autonomamente la singola stazione e connesse da remoto ad una centrale che può ricevere aggiornamenti di dati in tempo reale. Per il corretto funzionamento, la stazione deve essere installata ben fissa nel suolo ad almeno 2 m di altezza, evitando che venga coperta o ombreggiata.

Tutte le condizioni climatiche e ambientali misurate aiuteranno a decidere quando irrigare e irrorare, quando concimare, quando fare una visita al campo e quando effettuare i trattamenti solo se c’è realmente bisogno, evitando i trattamenti “a calendario”.



DATI TECNICI

Sensori esterni:	1 x vento, 1 x bagnatura fogliare, 1 x pioggia, 1 x contatore dell'acqua (canna), 2 x igroclip (temperatura dell'aria e umidità relativa), 5 x ingressi digitali con rilevamento automatico del sensore e supporto della catena del sensore. 1x porta di espansione per nodo radio o Sentek Drill & Drop o sensore del vento a ultrasuoni o due porte per catena bus PI aggiuntive.
Memoria:	8 MB di memoria flash
Connettività:	2G, 3G, 4G (LTE Classe 1, LTE Classe M)
Intervallo di misurazione:	5 minuti (impostazione predefinita)
Intervallo di registrazione:	da 10 a 120 minuti (selezionabile dall'utente)
SMS di allarme:	Configurabile dall'utente tramite il sito web
Frequenza di trasmissione:	selezionabile dall'utente
Alimentazione:	Batteria 6 V, 4,5 AH
Condizioni operative:	da -35 °C as 80 °C
Dimensioni / Peso senza sensori:	41 cm L x 13 cm B x 7 cm H, 2,2kg
Dimensioni pannello solare:	13,5 x 13,5 cm, 2 Watt

Figura 4 – Esempio di stazione meteorologica e relativa scheda tecnica

4.6.1.3 – Post operam

A seguito della dismissione dell'impianto sarà compiuta ancora una campagna annuale di monitoraggio e rilevazione della condizione del territorio.

4.6.2 – Biosfera

4.6.2.1 – Ante operam

Dato che uno degli obiettivi del progetto è di garantire il potenziamento, e non solo la mera tutela, della biodiversità nell'area, sotto il controllo e la responsabilità di un naturalista certificato, preferibilmente di livello universitario, da scegliere tra i professionisti locali, sarà condotta una campagna di monitoraggio annuale della presenza di specie (rilievi faunistici) nidificanti su alberi e cespugli, della entomofauna e della erpetofauna.

I rilievi faunistici, condotti secondo il “*Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia*” dell'Ispra saranno condotti in diverse aree, con particolare riferimento alle aree di rinaturalizzazione e di mitigazione indicate nella mappa seguente. Lo scopo sarà di individuare le modalità con la quale le piante occupano lo spazio e creano un equilibrio con i fattori ambientali, sia abiotici sia, e soprattutto, biotici.

4.6.2.2 – In corso d'opera

Il monitoraggio si compone di diverse fasi comprendenti più tipi di monitoraggio allo scopo di valutare nella quasi totalità, le aree designate al progetto. In base alla stagionalità e al tipo di comportamento adottato dalla specie in esame. Più in dettaglio, le attività di monitoraggio riguarderanno la componente ornitica rappresentata dall'avifauna residente, nidificante e migratrice, incluse le specie notturne, con metodologie adottabili in monitoraggi ante-operam e in fase di intervento e di esercizio (qualora richiesti), in modo da consentire una confrontabilità dei risultati ottenuti. Le attività di monitoraggio saranno realizzate sia nell'area dell'impianto che nell'area vasta dell'impianto circoscritta da un buffer di 3 km. Il monitoraggio sarà effettuato in modo da consentire una descrizione, in termini qualitativi e semiquantitativi, della comunità ornitica su base mensile. I parametri qualitativi e semiquantitativi del popolamento ornitico e la presenza e modalità di frequentazione dell'area da parte di specie prevalentemente prative costituiscono gli indicatori delle potenziali dinamiche evolutive del popolamento stesso in relazione agli interventi previsti.

Verranno effettuati:

- **Punti d'ascolto:** Durante il periodo riproduttivo (marzo-giugno) sarà attivato un programma di punti d'ascolto (point counts)² della durata di 10 minuti, suddivisi in due fasce circolari: una interna con un raggio determinato (entro 100 m), e una esterna con raggio che va

² - Bibby et al., 2000; Anderson & Ohmart, 1981; Foschi & Gellini, 1992.

all'infinito. Questi punti saranno eseguiti dall'alba fino a circa le 11.00³ o nelle due ore precedenti il tramonto, per il rilevamento della presenza e distribuzione di tutte le specie nidificanti nell'area. Questa tecnica permette di descrivere il popolamento ornitico su base mensile e per l'intero periodo attraverso diversi parametri, quali per esempio:

- Ricchezza complessiva,
- Abbondanza (per specie e totale) media e relativa,
- Frequenza (per specie) relativa,
- Indice di diversità,
- Numero di specie dominanti, subdominanti, costanti e caratterizzanti.

Nell'effettuazione dei punti d'ascolto sarà prestata particolare attenzione all'individuazione e localizzazione di eventuali individui di Gallina prataiola. Questa tecnica è particolarmente adatta al rilevamento dei maschi territoriali.

- **Transetti:** durante il periodo non riproduttivo (luglio-febbraio) sarà attivato un programma di transetti diurni⁴ che consiste nel conteggio di tutti gli individui rilevabili lungo un itinerario fisso (transetto), distinguendo fra uccelli rilevati entro 100 m e oltre. Questa tecnica permette di descrivere il popolamento ornitico, attraverso la valutazione di indici di densità. Si presta inoltre all'individuazione delle aggregazioni post-riproduttive di *Tetrax tetrax*.
- **Transetti notturni automobilistici** (su base stagionale) svolti a bassa velocità (inferiore ai 20 km/h) per rapaci notturni, svolti anche con utilizzo di **playback** nelle ore crepuscolari (per Occhione), nelle prime ore del mattino e/o in quelle serali e con l'utilizzo del **faro** (per Barbagianni, specie caratterizzata da una minore tendenza alla risposta al playback).

I dati raccolti dai diversi monitoraggi verranno comparati ai dati storici di monitoraggio del sito in questione ed un sito di controllo.

³ - Come da protocollo "Progetto atlante nazionale MITO2000" attivo in Italia, Puglia compresa, dal 2000.

⁴ - Siegel, R. B. 2009.

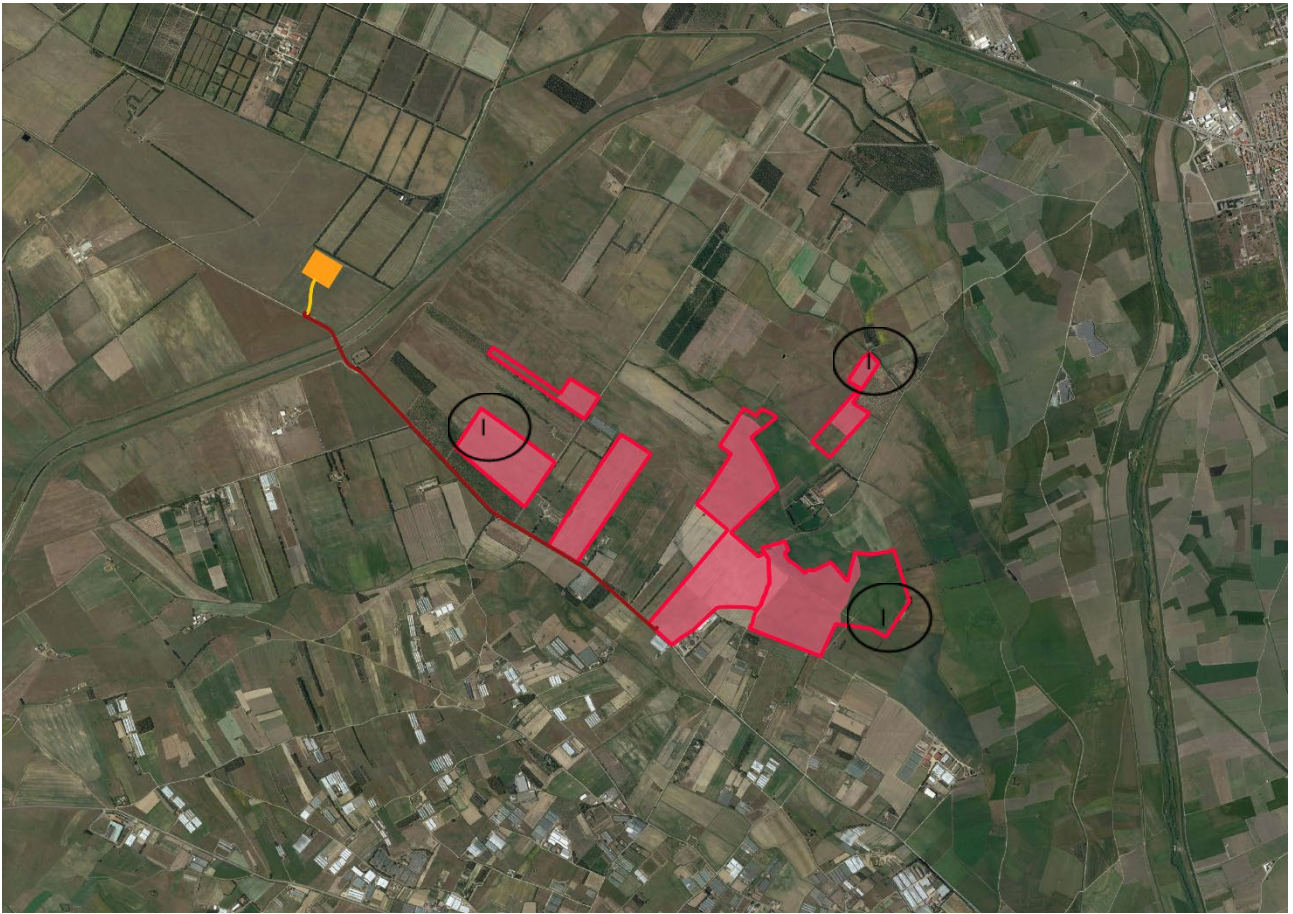


Figura 5 - Aree di rilevazione biodiversità

4.6.2.3 – Post operam

A seguito della dismissione dell'impianto sarà compiuta ancora una campagna annuale di monitoraggio e rilevazione della condizione del territorio.

4.6.3 – Fertilità

Saranno implementati metodi di gestione della fertilizzazione a rateo-variabile facendo uso di droni con opportuna sensoristica. Si tratta di sistemi di posizionamento satellitare Gns e di strumentazioni e sensori in grado di fornire dati e informazioni georiferiti relativi alla coltura, al suolo e al microclima. Sia il sistema di irrigazione, sia le macchine adoperate per la lavorazione sono compatibili con tali sistemi.

4.6.3.1 – Ante operam

Ante operam sarà compiuta una completa mappatura del terreno, per rilevare le caratteristiche dello stesso al fine di modulare successivamente la distribuzione dei fertilizzanti in funzione della capacità del terreno di trattenere gli elementi nutritivi per poi renderli disponibili alle colture senza perdite nell'ambiente. Tale capacità dipende soprattutto dal contenuto di limo e argilla e dal tenore di sostanza organica.

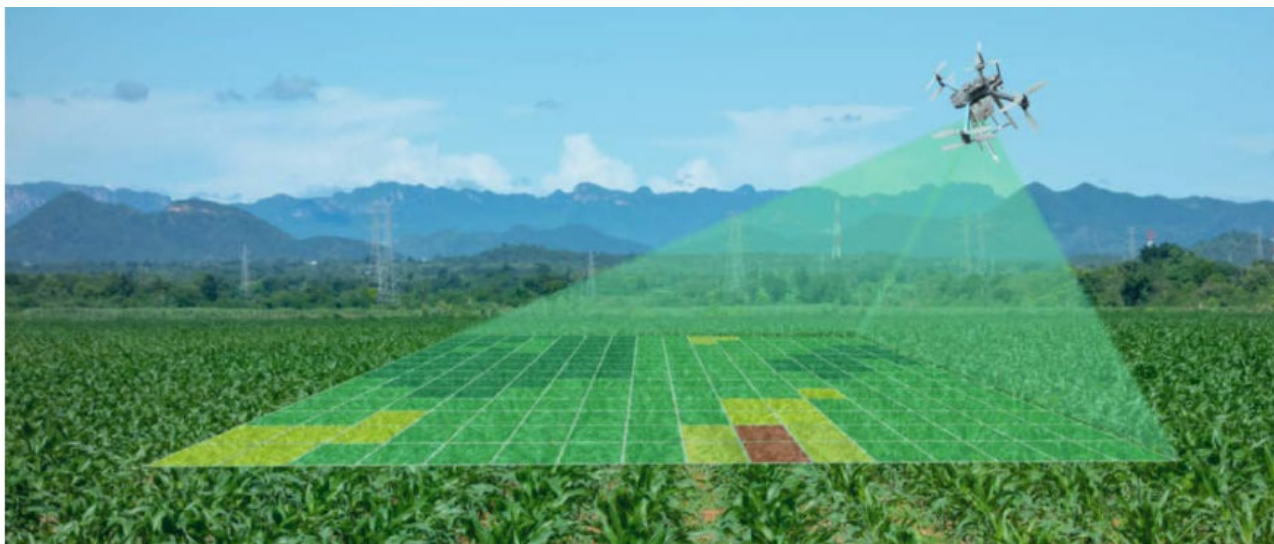


Figura 6 - Immagine della rilevazione del suolo

La scansione geoelettrica sarà in sostanza effettuata con sensori geoelettrici o elettromagnetici. In sostanza sono strumenti che richiedono il contatto diretto con il suolo (ad esempio Veris3100, Arp-Geocarta), oppure basati sul principio dell'induzione elettromagnetica, utilizzabili con droni (ad esempio EM38, TSM di Geoprospectors).

L'obiettivo è di definire la conducibilità apparente del suolo. Questa grandezza fisica, a parità di condizioni di compattamento e umidità del terreno, descrive in prima istanza la densità di carica elettrica per unità di volume presente nella soluzione circolante. Inoltre, è strettamente correlata con i parametri granulometrici del suolo e in particolare risponde alle variazioni nella proporzione di scheletro + sabbia e limo + argilla. Le differenze relative tra le diverse zone di un terreno si

conservano anche effettuando scansioni in condizioni di umidità e di lavorazioni differenti del terreno. Quindi la variazione di conducibilità elettrica apparente costituisce una misura facilmente acquisibile e robusta sulla base della quale spazializzare le caratteristiche granulometriche di un terreno.

Poiché una gestione ottimale dei fertilizzanti richiede la conoscenza della capacità del suolo di trattenere i fertilizzanti e di fare perciò mappe di tessitura e sostanza organica, la base di conoscenza consentirà di ottimizzare la concimazione e la relativa resa.

4.6.3.2 – In corso d’opera

L’impianto di fertirrigazione progettato sarà in grado di dosare l’acqua ed i nutrienti in modo mirato, pianta per pianta. Il monitoraggio in continuo, condotto con sensori di prossimità nella struttura di carpenteria dei pannelli (alle estremità di ogni tracker), sia di droni che periodicamente saranno liberati nell’area, consentirà di misurare il vigore vegetativo della cultura. Ciò significherà dosare gli elementi nutritivi, stimare in maniera sit-specifica l’efficienza dei fertilizzanti ed evitare di fornire quantità superiori alla capacità di stoccaggio del terreno e di asportazione da parte delle piante riducendo costi e inquinamento.

Ne deriva una quantificazione esatta del fabbisogno culturale mediante la stima delle asportazioni massime ricavabile dai dati storici di produzione mappata in campo nel tempo e/o dal monitoraggio in stagione del vigore vegetativo (appunto mediante sensori multispettrali utilizzati a terra, montati su drone o su satellite). I dati di questi sensori consentono il calcolo di opportuni indici vegetativi (Ndvi, Ndre, Cig ecc.) o di modelli di regressione basati sui valori di riflettanza della vegetazione per bande spettrali. In particolare, il monitoraggio nelle diverse stagioni del vigore vegetativo permette di compensare eventuali carenze di nutrienti.

Ad esempio, un metodo efficace e semplice è quello del calcolo dell’“indice di risposta” con il quale si definisce, per ogni zona omogenea individuata in base alle caratteristiche del suolo e/o del vigore vegetativo, il valore massimo di un indice vegetazionale e quindi si va a modulare la distribuzione di fertilizzante in base alla differenza tra indice massimo e indice attuale nelle singole aree. Metodiche più raffinate richiedono la predisposizione di strisce (strips) dove si fornisce una dose di “lusso” di fertilizzante in modo da massimizzare il vigore vegetativo e confrontarlo con le aree fertilizzate secondo bilancio per gli opportuni aggiustamenti.

Si veda, ad esempio, le “*Linee Guida per lo sviluppo dell’agricoltura di precisione in Italia*”⁵, del Ministero delle Politiche Agricole.

4.6.3.3 – Post operam

Il monitoraggio con satellite e drone sarà condotto in tre campagne annuali anche dopo la dismissione dell’impianto, per rilevare l’effetto del mutamento delle colture.

4.6.4 – Equilibrio idrico

L’“Ambiente idrico superficiale” è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all’esercizio dell’opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, di tutti i parametri e/o indicatori utilizzati per definire le caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici potenzialmente interessati dalle azioni di progetto. Il termine di riferimento è il D.Lgs. 152/06 e succ. mod., DM 56/2009.

4.6.4.1 – Ante operam

In corrispondenza dei corpi idrici potenzialmente interferito, indicati nella seguente mappa, saranno posizionati due punti di monitoraggio secondo il criterio idrologico “monte (M) - valle (V)”, per valutare, in tutte le fasi del monitoraggio, la variazione dello stesso parametro/indicatore tra i due punti di misura M-V, al fine di poter individuare eventuali impatti determinanti dalle azioni di progetto.

⁵ _

<https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeAttachment.php/L/IT/D/f%252F2%252Ff%252FD.908249e56b5ec6753a1f/P/BLOB%3AID%3D12069/E/pdf>

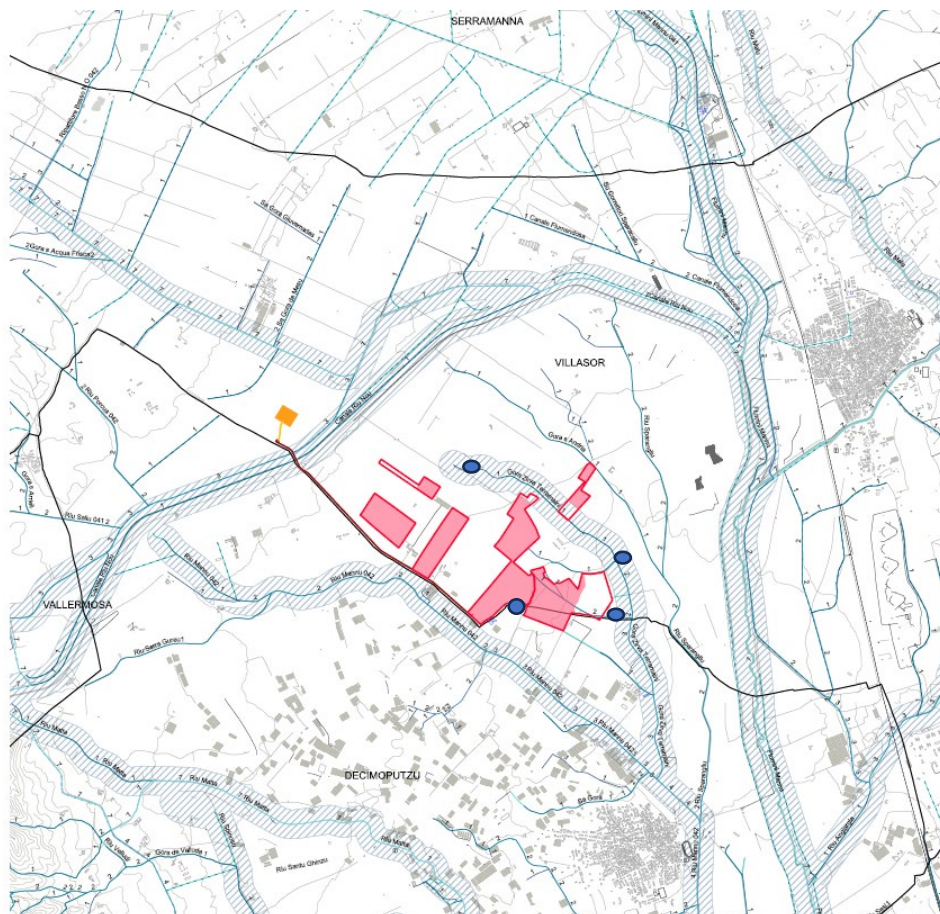


Figura 7 – Posizionamento punti di monitoraggio

4.6.4.2 – In corso d’opera

L’obiettivo è di garantire il “non deterioramento” del corpo idrico, e le sue caratteristiche sia ecologiche sia chimiche. Dovranno essere rilevate le:

- variazioni dello stato quali – quantitativo dei corpi idrici in relazione agli obiettivi fissati dalla normativa e dagli indirizzi pianificatori vigenti, in funzione dei potenziali impatti individuati;
- variazioni delle caratteristiche idrografiche e del regime idrologico ed idraulico dei corsi d’acqua e delle relative aree di espansione;
- interferenze indotte sul trasporto solido naturale, sui processi di erosione e deposizione dei sedimenti fluviali e le conseguenti modifiche del profilo degli alvei, sugli interrimenti dei bacini idrici naturali e artificiali.

Le indagini dovranno essere finalizzate in particolare a rilevare lo stato chimico che flusso idrico, la campagna dovrà essere condotta 2 volte all’anno e trimestralmente durante il cantiere.

4.6.4.3 – Post operam

Post operam le campagne di rilevazione saranno replicate una volta all’anno per i tre anni successivi.

4.6.5 – Agenti fisici

4.6.5.1 – Ante operam

La rilevazione del rumore e dell’impatto elettromagnetico implica la rilevazione ante opera dello stato dell’ambiente. Questo è già stato rilevato e riportato nelle relazioni allegate al progetto.

Tuttavia, prima di aprire il cantiere sarà svolta una campagna di rilevazione puntuale su tutti i punti di successivo monitoraggio, al fine di rilevare nuovamente lo stato ante opera.

4.6.5.2 – In corso d’opera

Agente fisico elettromagnetismo e rumore

I punti di monitoraggio per la componente rumore ed elettromagnetismo saranno ubicati in corrispondenza della cabina di raccolta (in cui confluiranno le 14 cabine di trasformazione).

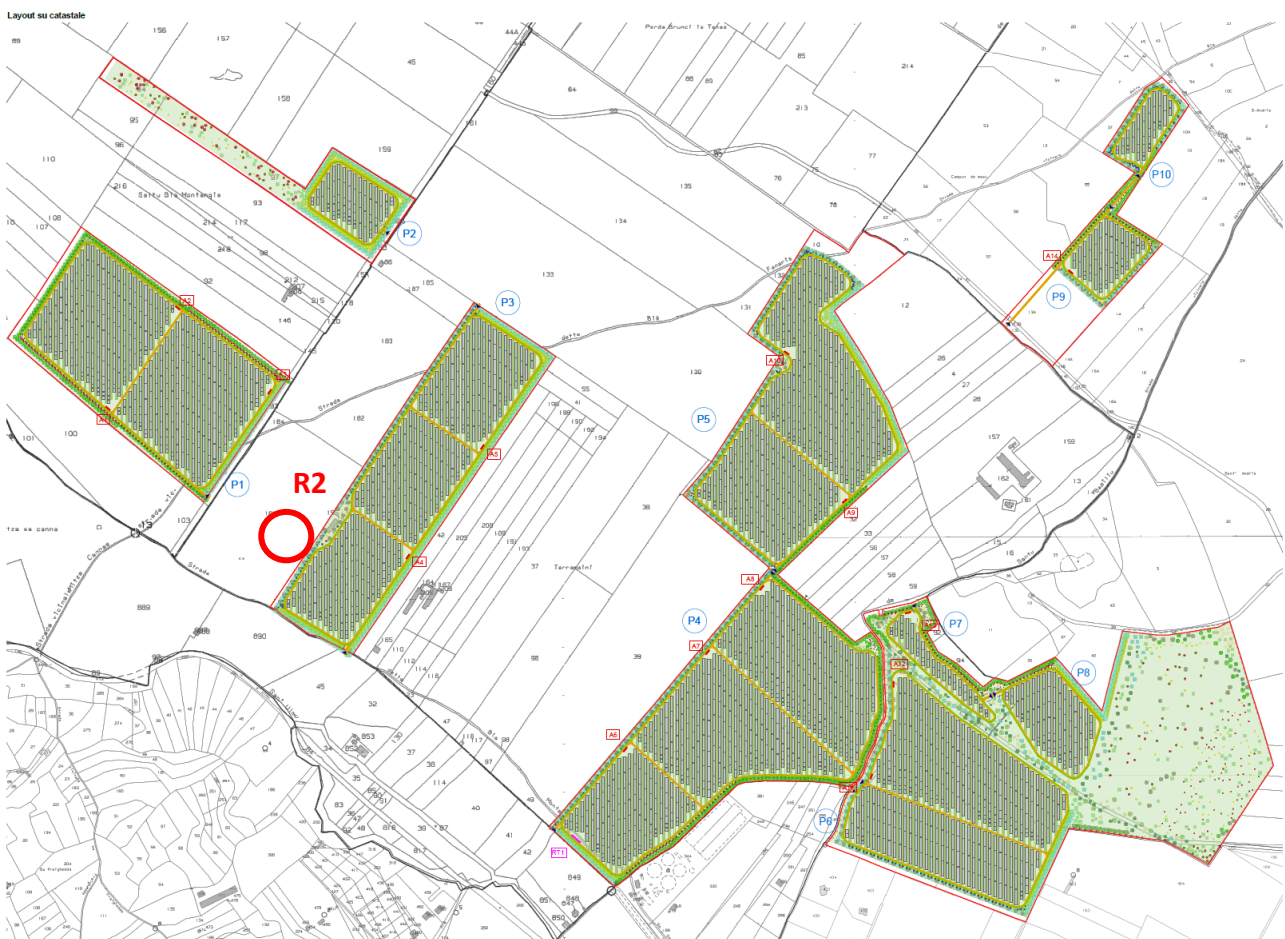


Figura 8 - Tavola impianto su catastale

Quindi i ricettori maggiormente sensibili possono essere identificati in corrispondenza dell'abitazione più prossima all'impianto stesso: R2 Edificio ad uso abitazione – distanza da cabina MT/BT 100m, distanza dall'inverter più vicino 40m.



Figura 9 - punti di prossimità

Le campagne di monitoraggio del rumore saranno compiute con metodologia analoga a quella descritta nella “*Relazione Previsionale di Impatto Acustico*” nell’arco di ventiquattro ore, almeno due volte all’anno per ognuno dei tre siti.

Le campagne di monitoraggio dell’impatto elettromagnetico in esercizio di impianto saranno compiute tramite misurazione nell’arco di ventiquattro ore, almeno due volte all’anno per ognuno dei tre siti. Saranno misurate le emissioni di campi a bassa frequenza con particolare riferimento all’intensità del campo magnetico [uT].

Saranno assicurati il rispetto degli obiettivi di qualità di cui alla Legge 22 febbraio 2001, n. 36 in termini di intensità e densità di potenza. In particolare la seguente norma: “*Per i fini di cui al precedente comma 1, in corrispondenza di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore non devono essere superati i seguenti valori, indipendentemente dalla frequenza, mediati su un’area equivalente alla sezione verticale del corpo umano e su qualsiasi intervallo di sei minuti: 6 V/m per il campo elettrico, 0,016 A/m per il campo magnetico intesi come valori efficaci e, per frequenze comprese tra 3 Mhz e 300 GHz, 0,10 W/m² per la densità di potenza dell’onda piana equivalente.*”

In caso di superamento saranno tempestivamente applicate le misure previste dal D.Lgs. 81/08, art 210. Un programma d'azione che comprenda misure tecniche e organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai valori limite di esposizione, tenendo conto in particolare:

- di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione ai campi elettromagnetici;*
- della scelta di attrezzature che emettano campi elettromagnetici di intensità inferiore, tenuto conto del lavoro da svolgere;*
- delle misure tecniche per ridurre l'emissione dei campi elettromagnetici, incluso se necessario l'uso di dispositivi di sicurezza, schermature o di analoghi meccanismi di protezione della salute;*
- degli appropriati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;*
- della progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;*
- della limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;*
- della disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale.*

Tali indicazioni saranno riferite sia alle lavorazioni elettriche come a quelle agricole.

Con riferimento all'elettrodotto, sarà compiuta una rilevazione con mezzo mobile e stazioni temporanee in almeno due punti dello stesso, ripetute due volte all'anno, ai fini di accertare i medesimi parametri di qualità.

Agente fisico vibrazioni

HAV

Oltre alla rilevazione del rumore, oggetto di specifica relazione tecnica, una particolare attenzione sarà prestata anche all'agente fisico "vibrazione", misurando l'accelerazione associate alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio (HAV), ai sensi del d.lgs. 81/2008, Appendice XXXV parte A e in accordo con quanto prescritto dagli standard ISO 5349-1:2001 e ISO 5349-2:2001 (attualmente recepiti in Italia come UNI EN ISO 5349-1:2004 e UNI EN ISO 5349-2:2015)2.

Il metodo di calcolo definito dalle norme UNI EN ISO 5349 parti 1 e 2, si basa sulle misure delle tre accelerazioni assiali (ovvero ciascuna relativa ad un singolo asse x, y, z come sopra definiti e mostrati nella Figura 5) ponderate in frequenza ah_{wl} ($l = x, y, z$).

$$a_{hwl} = \sqrt{\left[\frac{1}{T} \int_0^T a_{hwl}^2(t) dt \right]} \quad \text{m/s}^2$$

a_{hwl} rappresenta il valore r.m.s. su un tempo T dell'accelerazione istantanea su un singolo asse l , ponderata in frequenza, ed è espressa in m/s^2 .⁶

Saranno eseguite tre misure su ogni soggetto rappresentativo che impugni o sia nel campo di ricezione di una fonte significativa di vibrazioni. L'indicazione fornita nella sezione 5.4.1 della UNI EN ISO 5349-2 è che la durata complessiva della misura, ovvero la somma delle durate individuali delle singole misure, sia non inferiore ad 1 minuto.

Ciascuna accelerazione ponderata assiale a_{hwl} (a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz}) relativa ad una singola operazione viene calcolata come media quadratica dei valori a_{hwli} ottenuti nelle $N = 3$ misure eseguite, pesati dai rispettivi tempi di misura T_i , in aderenza a quanto indicato nella sezione 5.4.1 della norma UNI EN ISO 5349-2. Pertanto:

$$a_{hwl} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 a_{hwli}^2 \times T_i}{\sum_{i=1}^3 T_i}}$$

Nella maggior parte degli utensili, la vibrazione che interessa la mano contiene contributi da tutte e tre le direzioni di misurazione. La valutazione dell'esposizione alla vibrazione va pertanto eseguita mediante una grandezza che combina i risultati ottenuti lungo tutti e tre gli assi.

Ai fini del calcolo dell'esposizione giornaliera a vibrazioni, si assume (principio di equal energia) che due esposizioni quotidiane, caratterizzate da valori totali di vibrazioni a_{hv1} e a_{hv2} e durate T_1 e T_2 , siano equivalenti dal punto di vista dei potenziali rischi alla salute se vale la seguente condizione:

$$a_{hv1} \sqrt{T_1} = a_{hv2} \sqrt{T_2}$$

Per quanto riguarda la stima del tempo di esposizione a vibrazioni relativo all'attività j -esima T_j , si può procedere sulla falsariga di quanto indicato nella sezione A.2.3.1 della norma DIN 45660-2, e nella sezione C.2.3 della norma UNI EN ISO 9612 sull'esposizione professionale a rumore.

⁶ - La misurazione di a_{hwl} richiede l'applicazione della ponderazione in frequenza, che serve a tener conto della diversa sensibilità del corpo umano alle vibrazioni di frequenza diversa, analogamente a quanto viene fatto con la curva di ponderazione A in acustica per tener conto della sensibilità uditiva. In particolare, alle frequenze alle quali il sistema mano-braccio risulta maggiormente sensibile, viene assegnata una ponderazione più alta, mentre una ponderazione più bassa viene assegnata alle frequenze alle quali tale sistema risulta meno sensibile. La curva di ponderazione in frequenza utilizzata per le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio è la curva W_h , definita dalla norma UNI EN ISO 5349-1.

WBV

Per quanto attiene le misurazioni sul corpo intero, esistono sostanzialmente tre metodi per ottenere una stima, derivata da misure:

- 1- il metodo r.m.s., descritto nella norma UNI ISO 2631-1:2014, che è il metodo base ed è l'unico esplicitamente previsto dal d.lgs. 81/2008 per il calcolo del descrittore di esposizione A(8);
- 2- il metodo alla quarta potenza della dose giornaliera di vibrazioni (VDV), anch'esso descritto nella norma UNI ISO 2631-1:2014 e presente nella direttiva 2002/44/CE, il cui risultato è utilizzabile come descrittore aggiuntivo in presenza di fenomeni impulsivi;
- 3- il metodo della dose equivalente di compressione statica giornaliera, Sed, descritto nello standard ISO 2631-5:2018, che è possibile utilizzare in presenza di esposizioni ad urti ripetuti, situazioni nelle quali sia il metodo r.m.s. che il metodo VDV risultano inadeguati a prevedere il rischio di danni lombari.

Ai sensi del d.lgs. 81/2008, appendice XXXV parte B, la misura dell'accelerazione associata alle vibrazioni trasmesse al corpo intero (WBV) ed il calcolo dei descrittori di esposizione, deve essere effettuata in accordo con quanto prescritto dallo standard ISO 2631-1:1997 (aggiornato e recepito in Italia attualmente dalla norma UNI ISO 26311:2014).

Numero e durata delle misure è da considerarsi analogo a quelle previste per le HAV.

In ragione dell'elevato contenuto tecnico si omettono le considerazioni di metodo sulla rilevazione delle vibrazioni in ambiente aperto, che dovranno essere svolte da personale qualificato e certificato, con utilizzo di software dedicato ai sensi della norma ISO 2631-5.

In ogni caso ogni macchina impiegata dovrà essere conforme alle "Direttiva macchine", (2006/42/CE).

4.6.5.3 – Post operam

A seguito della dismissione dell'opera sarà nuovamente rilevato il fondo nei medesimi punti.

4.6.6- Paesaggio, impatto visivo

4.6.6.1 – Ante operam

Una completa rilevazione con droni e con rilievi fotografici sarà compiuta prima dell'avvio del cantiere per documentare lo stato dei luoghi.

4.6.6.2 – In corso d'opera

Il monitoraggio dell'area 4, impatto visivo dell'impianto e della mitigazione, sarà verificato frontalmente alla mitigazione, in prossimità dei confini esterni, a distanze variabili, secondo il seguente schema:

n.	Posizione	Distanza, m
1	A	200
2	B	250
3	C	50
4	D	800
5	E	1.500
6	F	2.000



Figura 10 - Punti di monitoraggio mitigazione

4.6.6.3 – Post operam

Al termine della dismissione dell'impianto sarà compiuta un'altra rilevazione puntuale dello stato dei luoghi, con le medesime modalità e luoghi, al fine di restituire la dimostrazione del ripristino delle condizioni ex ante.

4.6.7 – Produzione agricola

Al fine di valutare la produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi alla sua entrata in esercizio e garantire il mantenimento dell'indirizzo produttivo, in fase di progettazione vengono fissati dei criteri e un piano agronomico coerente con le caratteristiche dell'impianto.

4.6.7.1 – Ante operam

- Confrontare il valore della produzione agricola prevista con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo.
- Dimostrare, sulla base di dati suddetti, la continuità o l'eventuale discostamento dall'attività condotta sul fondo.

4.6.7.2 – In corso d'opera

Il sistema di monitoraggio della produzione agricola ha come obiettivi funzionali principalmente:

Stime di produzione agricola	Stime di resa della produzione agricola	Valutazione degli aspetti agrometeorologici
Stime dei tempi di raccolta	valutazione degli aspetti fitosanitari delle colture	Valutazione dei fabbisogni irrigui
	Attuazione degli interventi necessari alla ottimizzazione della produttività	

Oltre alla misurazione della produzione commerciale ($t\ ha^{-1}$), verrà valutata la qualità dei prodotti in termini di calibro, valore nutrizionale e caratteristiche estetiche.

Inoltre, verranno presi in valutazione numerosi parametri agronomici al fine di dimostrare che l'impianto agrivoltaico migliora le condizioni di coltivazione. In particolare, sono richieste:

- a) misure della temperatura per dimostrare la riduzione di stress termico nelle colture coltivate in agrivoltaico in estate e l'effetto di mitigazione sulle basse temperature di inverno;
- b) verifica della riduzione del consumo idrico e dell'evapotraspirazione delle colture;
- c) attenzione agli effetti sul suolo (soprattutto compattazione);
- d) valutazione degli effetti di mitigazione su condizioni climatiche avverse (riduzione delle scottature da caldo, dei danni da grandine, danni da gelo);
- e) verifiche sul rispetto dei vincoli paesaggistici, sulla conservazione della biodiversità, riduzione dell'uso dei prodotti fitosanitari, stimolo all'implementazione di pratiche agro-ecologiche.

4.6.7.3 – Post operam

Oltre allo smontaggio degli impianti senza lasciare residui, *a seguito della dismissione dell'opera sarà nuovamente rilevato lo stato di fertilità dei terreni e nel caso in cui la campagna di analisi pedologiche rilevi una diminuzione della fertilità, si prevederà un inerbimento permanente con graminaceae e leguminosae, assieme a letamazioni o comunque apporti di biomassa vegetale (compost leguminosae).*

4.7 – Parametri ambientali ed effetti attesi

Si attende che le emissioni sonore ed elettromagnetiche rientrino nella norma di qualità e che l'impianto sia efficacemente mitigato dalle quinte arboree e arbustive frapposte.

4.8 – Gruppo di lavoro ed informazioni al pubblico

Il gruppo di monitoraggio sarà composto dalle seguenti professionalità:

- Agronomo, paesaggista (coordinatore),
- Geologo
- Ingegnere esperto di acustica
- Ingegnere esperto di impatti elettromagnetici
- Naturalisti qualificati per il monitoraggio

Il monitoraggio produrrà un *Rapporto Ambientale* annuale, da sottoporre all'Arpa, alla Regione Sardegna, alla Provincia di Sud Sardegna ed al MASE e da mettere a disposizione, sotto forma di idonee schede di monitoraggio e breve descrizione, su un sito internet.

4.9 – Monitoraggio della biodiversità

Dato che uno degli obiettivi del progetto è di garantire il potenziamento, e non solo la mera tutela, della biodiversità nell'area, sotto il controllo e la responsabilità di un naturalista certificato, preferibilmente di livello universitario, da scegliere tra i professionisti locali, sarà condotta una campagna di monitoraggio annuale della presenza di specie (rilievi faunistici) nidificanti su alberi e cespugli, della entomofauna e della erpetofauna.

I rilievi faunistici, condotti secondo il "*Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia*" dell'Ispra saranno condotti in diverse aree, con particolare riferimento alle aree di rinaturalizzazione e di mitigazione indicate nella mappa seguente. Lo scopo sarà di individuare le

modalità con la quale le piante occupano lo spazio e creano un equilibrio con i fattori ambientali, sia abiotici sia, e soprattutto, biotici.

Monitoraggio: Il monitoraggio si compone di diverse fasi comprendenti più tipi di monitoraggio allo scopo di valutare nella quasi totalità, le aree designate al progetto. In base alla stagionalità e al tipo di comportamento adottato dalla specie in esame. Più in dettaglio, le attività di monitoraggio riguarderanno la componente ornitica rappresentata dall'avifauna residente, nidificante e migratrice, incluse le specie notturne, con metodologie adottabili in monitoraggi ante-operam e in fase di intervento e di esercizio (qualora richiesti), in modo da consentire una confrontabilità dei risultati ottenuti. Le attività di monitoraggio saranno realizzate sia nell'area dell'impianto che nell'area vasta dell'impianto circoscritta da un buffer di 3 km. Il monitoraggio sarà effettuato in modo da consentire una descrizione, in termini qualitativi e semiquantitativi, della comunità ornitica su base mensile. I parametri qualitativi e semiquantitativi del popolamento ornitico e la presenza e modalità di frequentazione dell'area da parte di specie prevalentemente prative costituiscono gli indicatori delle potenziali dinamiche evolutive del popolamento stesso in relazione agli interventi previsti.

Verranno effettuati:

- **Punti d'ascolto:** Durante il periodo riproduttivo (marzo-giugno) sarà attivato un programma di punti d'ascolto (point counts)⁷ della durata di 10 minuti, suddivisi in due fasce circolari: una interna con un raggio determinato (entro 100 m), e una esterna con raggio che va all'infinito. Questi punti saranno eseguiti dall'alba fino a circa le 11.00⁸ o nelle due ore precedenti il tramonto, per il rilevamento della presenza e distribuzione di tutte le specie nidificanti nell'area. Questa tecnica permette di descrivere il popolamento ornitico su base mensile e per l'intero periodo attraverso diversi parametri, quali per esempio:
 - Ricchezza complessiva,
 - Abbondanza (per specie e totale) media e relativa,
 - Frequenza (per specie) relativa,
 - Indice di diversità,
 - Numero di specie dominanti, subdominanti, costanti e caratterizzanti.

Nell'effettuazione dei punti d'ascolto sarà prestata particolare attenzione all'individuazione e localizzazione di eventuali individui di Gallina prataiola. Questa tecnica è particolarmente adatta al rilevamento dei maschi territoriali.

- **Transetti:** durante il periodo non riproduttivo (luglio-febbraio) sarà attivato un programma di

⁷ - Bibby et al., 2000; Anderson & Ohmart, 1981; Foschi & Gellini, 1992.

⁸ - Come da protocollo "Progetto atlante nazionale MITO2000" attivo in Italia, Puglia compresa, dal 2000.

transetti diurni⁹ che consiste nel conteggio di tutti gli individui rilevabili lungo un itinerario fisso (transetto), distinguendo fra uccelli rilevati entro 100 m e oltre. Questa tecnica permette di descrivere il popolamento ornitico, attraverso la valutazione di indici di densità. Si presta inoltre all'individuazione delle aggregazioni post-riproduttive di *Tetrax tetrax*.

- **Transetti notturni automobilistici** (su base stagionale) svolti a bassa velocità (inferiore ai 20 km/h) per rapaci notturni, svolti anche con utilizzo di **playback** nelle ore crepuscolari (per Occhione), nelle prime ore del mattino e/o in quelle serali e con l'utilizzo del **faro** (per Barbagianni, specie caratterizzata da una minore tendenza alla risposta al playback).

I dati raccolti dai diversi monitoraggi verranno comparati ai dati storici di monitoraggio del sito in questione ed un sito di controllo.



Figura 11 - Aree di rilevazione biodiversità

⁹ - Siegel, R. B. 2009.

4.10 - Conclusioni

I fattori di pressione sulle componenti ambientali potenzialmente prodotte dall'impianto sono, tutto sommato, piuttosto modesti rispetto alla taglia dell'impianto. Nel PMA sono stati individuati potenziali impatti a carico della componente rumore e vibrazioni, da una serie di punti di emissione distribuiti, sostanzialmente dagli inverter, ed elettromagnetismo dalle cabine e dagli elettrodotti. Si tratta di impatti entro la norma che saranno soggetti a idoneo monitoraggio annuale. La natura del terreno, agricolo e lontano da qualunque abitato e dalle poche masserie agricole intorno all'area, mitigano naturalmente questo potenziale effetto.

Altro sistema di potenziali impatti è dato dalla intromissione visiva e quindi a carico del sistema paesaggio. Si tratta del classico impatto di impianti di questo genere, per il quale è stata disposta una importante mitigazione lungo l'intero perimetro, progettata per non restituire un'eccessiva uniformità e l'effetto siepe e che fa uso di tecniche e piante integralmente riconducibili all'ambiente locale. Il monitoraggio in tal caso si riferirà alla identificazione di punti di stazionamento e nella redazione di un rapporto annuale sul sistema di mitigazione e compensazione. Le azioni eventualmente poste in essere saranno relative alla pronta ricomposizione della quinta arborea in caso di mancata sopravvivenza di uno o più alberi o arbusti.

Infine, sarà disposto un monitoraggio fitosociologico esteso ad almeno quattro siti, ed un intorno di circa tre chilometri con altri due da definire come sopra descritto e secondo la metodologia Ispra.

I monitoraggi effettuati, con cadenza almeno annuale, saranno oggetto di un "*Rapporto Ambientale*" annuale, da mettere a disposizione del pubblico e trasmettere alle autorità. Il monitoraggio naturalistico sarà condotto durante un anno e ripetuto ogni cinque.