

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

**Realizzazione di un Parco Agrivoltaico Avanzato
di potenza nominale pari a 20 MWp
denominato "MACOMER 2" sito nei Comuni di
Macomer e Borore (NU)**

Località "Fustinaga"

PROPONENTE:



Energia Pulita Italiana 8 s.r.l.

Rev00	Emissione per procedura di VIA	Data ultima elaborazione: 10/06/2022	
Redatto	Formattato	Verificato	Approvato
Ing. Annamaria PALMISANO Dott. Patrick VASTA	Ing. A. Palmisano	Dott. Agr. P. Vasta	ENERLAND ITALIA s.r.l.
Codice Elaborato		Oggetto	
MAC2-IAR02		STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	

TEAM ENERLAND:

*Dott. Agr. Patrick VASTA
Ing. Annamaria PALMISANO
Dott.ssa Ilaria CASTAGNETTI*

*Ing. Emanuele CANTERINO
Dott. Claudio BERTOLLO
Dott. Guglielmo QUADRIO*

GRUPPO DI LAVORO:

*Dott. Geol. Nicola PILI
Dott. Rosario PIGNATELLO
Ing. Fabio Massimo CALDERARO
Ing. Vincenzo BUTTAFUOCO
Dott. Biol. Agnese Elena Maria CARDACI*

*Dott. Agr. Gaetano GIANINO
Ing. Gianluca VICINO*

INDICE

1. PREMESSA.....	1
1.1 Inquadramento e breve descrizione del progetto	1
1.2 Soggetto proponente.....	3
2. LINEE GUIDA PMA	5
2.1 Riferimenti normativi comunitari e nazionali.....	5
2.2 Finalità e obiettivi del monitoraggio.....	7
2.3 Requisiti minimi	9
3. PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	11
3.1 Atmosfera.....	14
3.1.1 Parametri e localizzazione punti di monitoraggio	14
3.1.1.1 Parametri meteorologici	14
3.1.1.2 Parametri chimici.....	15
3.1.1.3 Localizzazione punti di monitoraggio.....	16
3.1.2 Monitoraggio AO	17
3.1.3 Monitoraggio CO	19
3.1.4 Monitoraggio PO.....	20
3.2 Agenti Fisici: Rumore.....	22
3.2.1 Parametri e localizzazione dei punti di monitoraggio	22
3.2.2 Monitoraggio AO	25
3.2.3 Monitoraggio CO	26
3.2.4 Monitoraggio PO.....	28
3.3 sSuolo e sottosuolo	30
3.3.1 Metodologie e localizzazione punti di monitoraggio	31
3.3.2 Monitoraggio AO	35

3.3.3	Monitoraggio CO	36
3.3.4	Monitoraggio PO.....	36
3.4	Ambiente idrico	38
3.4.1	Monitoraggio AO	38
3.4.2	Monitoraggio CO	39
3.4.3	Monitoraggio PO.....	40
3.5	Ecosistema e Biodiversità	41
3.5.1	Flora e vegetazione.....	41
3.5.1.1	<i>Stato fitosanitario.....</i>	<i>42</i>
3.5.1.2	<i>Stato delle popolazioni.....</i>	<i>44</i>
3.5.1.3	<i>Stato degli habitat.....</i>	<i>44</i>
3.5.2	Fauna.....	45
3.5.2.1	<i>Monitoraggio Avifauna</i>	<i>45</i>
3.5.2.2	<i>Monitoraggio Erpetofauna</i>	<i>49</i>
3.5.2.3	<i>Monitoraggio Chiroteri.....</i>	<i>51</i>
3.5.2.4	<i>Monitoraggio Coniglio selvatico (Oryctolagus cuniculus L.)</i>	<i>53</i>
3.6	Paesaggio	56
3.6.1	Monitoraggio AO	58
3.6.2	Monitoraggio CO	59
3.6.3	Monitoraggio PO.....	59
3.7	Rifiuti.....	61
4.	SCHEDE DI SINTESI	63
4.1	Componenti e fattori oggetto del monitoraggio.....	63
4.2	Report.....	67
5.	INDICE DELLE FIGURE	69
6.	INDICE DELLE TABELLE.....	70

7. BIBLIOGRAFIA.....	72
----------------------	----

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce il Progetto per il Monitoraggio relativo alla realizzazione di un impianto agrivoltaico localizzato nei Comuni di Macomer e Borore (NU) in località “Fustinaga”, che occuperà una superficie totale pari a 41,9 ettari, incluse opere di mitigazione e compensazione, per lo sviluppo di una potenza complessiva di 20 MWp. L’area occupata dai pannelli sarà di soli 9,3 ha, intesa come proiezione a terra dei moduli con tracker in posizione di manutenzione, ovvero a 0°.

Il piano è stato redatto secondo le “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA” (MATTM | DG per le Valutazioni Ambientali, 2014) (MATTM | DG per le Valutazioni Ambientali, 2015).

Con l’entrata in vigore della Parte Seconda del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., il Monitoraggio Ambientale è divenuto parte integrante del processo di Valutazione di Impatto Ambientale e rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA ai sensi dell’art. 28 del T.U. Ambiente, lo strumento che fornisce la reale misura dell’evoluzione dello stato dell’ambiente nelle varie fasi dell’opera e che consente ai soggetti responsabili di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le “risposte” ambientali non siano rispondenti alle previsioni individuate nell’ambito del processo di VIA.

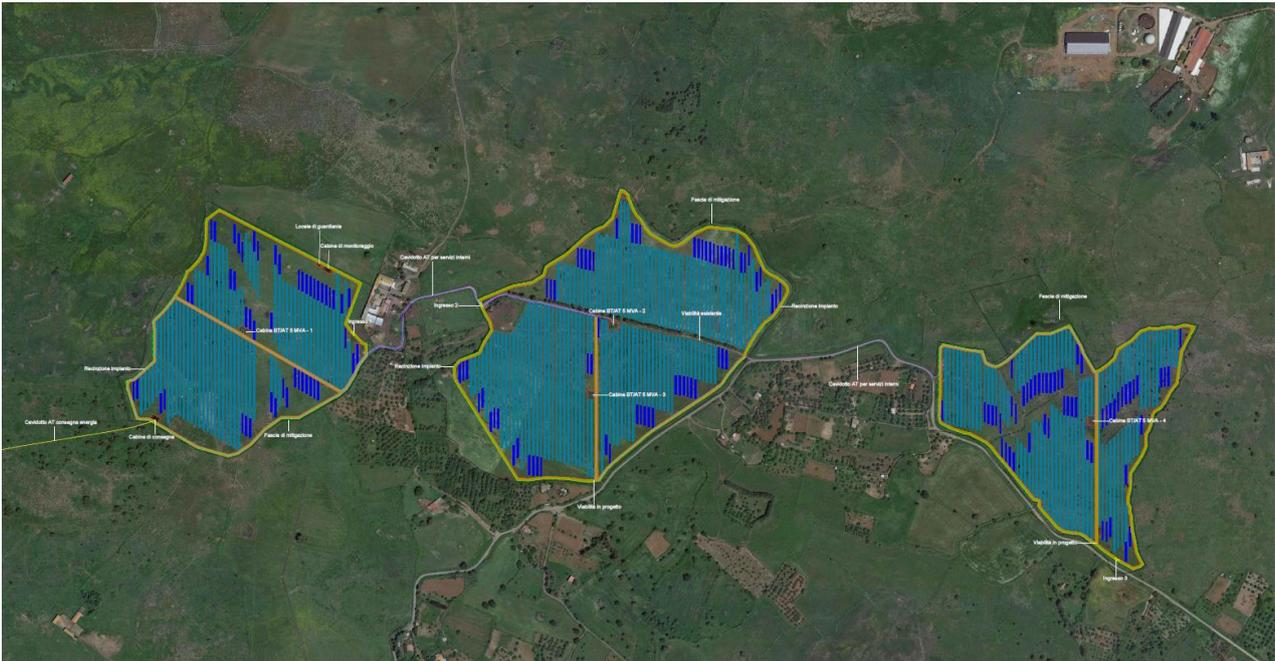
1.1 Inquadramento e breve descrizione del progetto

L’area da sottoporre al monitoraggio è localizzata in provincia di Nuoro, nei comuni di Macomer e Borore, località “Fustinaga” a una quota media di 440 m s.l.m. ed è individuata dalle seguenti coordinate (SR WGS 84 / UTM zone 32N):

- Latitudine: 40°13’28” N
- Longitudine: 8°45’43” E

L’impianto, denominato “Macomer 2”, svilupperà una potenza nominale pari a 20 MWp e sarà collegato alla futura SE Terna “Macomer 380” – che sorgerà nello stesso Comune di Macomer – mediante un cavidotto interrato esercito a 36 kV che correrà, per circa 0,5 km, su suolo agricolo.

L’area di progetto si compone di 3 blocchi, collegati a loro volta da un cavidotto interrato che si estenderà per 0,6 km al di fuori dell’area di progetto.



LEGENDA	
Simbolo	Descrizione
	Confine particellare impianto
	Recinzione in rete metallica h=2.50
	Cavidotto AT per servizi interni
	Cavidotto AT consegna energia
	Inseguitori solari monoassiali
	Fascia di mitigazione
	Cabina di trasformazione BT/AT
	Cabina di consegna
	Cabina di monitoraggio
	Locale di guardiania
	Viabilità in progetto

FIGURA 1 – LAYOUT D'IMPIANTO

Per il progetto in esame si prevedono n°4 sotto-campi, della potenza di 5 MWp, per ogni sottocampo è prevista una cabina di campo o trasformazione. All'interno di ciascuna cabina di campo si trovano 2 trasformatori della potenza nominale di 2500 kVA, per un totale di 5000 kVA, a cui sono collegati 18 inverter per 3 cabine e 19 inverter per la quarta.

I trackers di cui si compone l'impianto sono di 2 tipologie, differenti nelle dimensioni: la tipologia 1Vx56 a singola vela e la tipologia 1Vx28, sempre con singola serie da 28 moduli; per un totale di 35.084 moduli.

Il sistema presenta una soluzione ad angolo variabile atto a captare la massima energia nell'arco della giornata e può raggiungere la produzione energetica annua di circa 38.727,0 MWh con una potenza complessiva nominale installata di 20.000,00 kWp.

1.2 Soggetto proponente

Proponente del progetto per la realizzazione del sistema agrivoiltaico per cui si predispone il presente Piano di Monitoraggio Ambientale è Enerland Group, una società fondata nel 2007 a Saragozza, in Spagna, specializzata in sviluppo, costruzione, gestione e in attività di O. & M. di parchi fotovoltaici su terreni e di impianti industriali su tetti.

Tali attività vengono condotte a livello internazionale, disponendo di un organico multidisciplinare che si compone di circa 200 dipendenti, con più di 10 sedi aziendali in tutto il mondo, presenti quindi in 14 paesi.

I numeri di Enerland sono:

+400 MW installati

+800 GWh prodotti

+50 progetti in portfolio di sviluppi a livello internazionale

+20 parchi fotovoltaici costruiti

+200 impianti di autoconsumo industriale

Enerland persegue gli obiettivi di sostenibilità (Sustainable Development Goals) promossi dalle Nazioni Unite all'interno dell'Agenda 2030. L'azienda si impegna a raggiungere tali obiettivi attraverso la realizzazione di parchi fotovoltaici in diversi paesi europei e, in particolare, nel contesto italiano si sta occupando attualmente di sistemi agrivoiltaici, con l'auspicio di conciliare l'attività agricola con il settore delle energie rinnovabili.

L'azienda ambisce al raggiungimento di un futuro a basse emissioni, per la salvaguardia del pianeta, lo sviluppo sostenibile e il benessere della società.

La nostra storia:



FIGURA 2 – STORYMAP DI ENERLAND

2. LINEE GUIDA PMA

2.1 Riferimenti normativi comunitari e nazionali

Le norme comunitarie e nazionali che si attuano in forma coordinata o integrata alla Valutazione di Impatto Ambientale e che regolano il monitoraggio delle componenti ambientali individuate nello studio sono di seguito riassunte:

- **Direttiva 96/61/CE:** regola la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento per talune attività industriali ed agricole; è stata in seguito sostituita dalla direttiva 2008/1/CE ed oggi confluisce nella direttiva 2010/75/UE sulle emissioni industriali. Tale direttiva introduce i principi generali del monitoraggio ambientale definiti nel Best Reference Document “*General Principles of Monitoring*” per assolvere agli obblighi previsti dalla direttiva in merito ai requisiti di monitoraggio delle emissioni industriali alla fonte.
- **Direttiva 2001/42/CE:** introduce il Monitoraggio Ambientale come parte integrante del processo di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio di un impianto oltre che per controllare gli impatti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione di piani e programmi, quindi per le relative Valutazioni Ambientali Strategiche (VAS).
- **Direttiva 2014/52/UE** che modifica la direttiva 2011/92/UE: riguarda la Valutazione d'Impatto Ambientale di alcuni progetti pubblici e privati, introduce importanti novità in merito al monitoraggio ambientale che viene riconosciuto come strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente derivanti dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera, all'identificazione di eventuali effetti negativi significativi imprevisti e alla adozione di opportune 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 dimensioni del progetto ed alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente.

La direttiva definisce, inoltre, i contenuti dello SIA (Allegato IV alla direttiva 2014/52/UE) e stabilisce che lo studio deve essere integrato con la descrizione delle eventuali misure di monitoraggio degli effetti ambientali negativi significativi identificati, ad esempio attraverso un'analisi ex post del progetto.

- **D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.:** rafforza l'importanza della fase di monitoraggio ambientale e la rende documentazione obbligatoria ai fini della procedibilità; infatti, l'art. 22, comma 3, lettera e) del D. Lgs. 152/2006 stabilisce che *“Lo studio di impatto ambientale contiene almeno le seguenti informazioni: [...] e) il progetto di monitoraggio dei potenziali impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio del progetto, che include le responsabilità e le risorse necessarie per la realizzazione e la gestione del monitoraggio”* il Progetto di Monitoraggio si configura quindi come parte integrante della documentazione costituente lo Studio di Impatto ambientale. Ciò detto, il progetto di monitoraggio presentato dalla proponente può essere soggetto a modifiche, come stabilito dall'art. 25, comma 4, lettera c), lo stesso provvedimento di VIA al suo interno contiene le misure per il monitoraggio degli impatti ambientali significativi e negativi, anche tenendo conto dei contenuti del progetto di monitoraggio ambientale *“La tipologia dei parametri da monitorare e la durata del monitoraggio sono proporzionati alla natura, all'ubicazione, alle dimensioni del progetto ed alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente. Al fine di evitare una duplicazione del monitoraggio, è possibile ricorrere, se del caso, a meccanismi di controllo esistenti derivanti dall'attuazione di altre pertinenti normative europee, nazionali o regionali”*.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale diventa quindi una vera e propria fase del processo di VIA, da attuarsi successivamente al Provvedimento Unico in materia Ambientale (nel caso di procedimenti di VIA di competenza statale). L'art. 28 al comma 1 stabilisce infatti che *“Il proponente è tenuto a ottemperare alle condizioni ambientali contenute [...] nel provvedimento di VIA”* e al comma 8 si impegna ad informare l'autorità competente degli esiti delle campagne di monitoraggio *“Delle modalità di svolgimento delle attività di monitoraggio, dei risultati delle verifiche, dei controlli e delle eventuali misure correttive adottate dall'autorità competente, nonché dei dati derivanti dall'attuazione dei monitoraggi ambientali da parte del proponente è data adeguata informazione attraverso il sito web dell'autorità competente”*.

- **D. Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii.** – attualmente abrogato dal D. Lgs. 50/2016 e ss.mm.ii. *“Codice dei Contratti Pubblici – regolamentava la VIA per opere strategiche di*

preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definiva per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti del monitoraggio ambientale. Nonostante sia attualmente abrogato, quanto stabilito da tale decreto in relazione al monitoraggio ambientale resta in vigore in quanto confluisce nelle **“Linee guida per il 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.)”** predisposte nel 2007 e successivamente aggiornate nel 2014 e nel 2015, che definiscono i contenuti del PMA per consentire una più efficace attuazione di quanto previsto dalla disciplina di VIA delle opere soggette ad autorizzazione ambientale.

2.2 Finalità e obiettivi del monitoraggio

La European Environment Agency (EEA) definisce il monitoraggio ambientale come *“misurazione, valutazione e determinazione periodica e/o continua di parametri ambientali e/o livelli di inquinamento al fine di prevenire effetti negativi e dannosi per l’ambiente. Include anche la previsione di possibili cambiamenti nell’ecosistema e/o nella biosfera nel suo insieme.”* (EEA)

Il monitoraggio assicura *“il controllo sugli impatti significativi sull’ambiente derivanti dall’attuazione dei piani e dei programmi approvati e la verifica del raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità prefissati, così da individuare tempestivamente gli impatti negativi imprevisti e da adottare le opportune misure correttive. Il monitoraggio è effettuato dall’Autorità procedente in collaborazione con l’Autorità competente anche avvalendosi del sistema delle Agenzie ambientali e dell’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale”* (art. 18, comma 1 del D.Lgs. 152/2006).

Il monitoraggio ambientale nel processo di valutazione di impatto ambientale ha tre finalità principali:

1. **Verifica e monitoraggio dello scenario di base:** valutazione dello scenario di base utilizzato nell’analisi preliminare riportata nel SIA 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 – attraverso misure effettuate periodicamente o in maniera continua – al fine di poter confrontare i dati dello scenario di partenza con le successive fasi oggetto del monitoraggio;

2. **Valutazione della rispondenza delle previsioni degli impatti valutati nel SIA** e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione delle variazioni cui sono soggetti i parametri presi come riferimento per le diverse componenti ambientali che si prevede subiranno un impatto significativo a seguito della messa in opera e dell'esercizio dell'impianto. Questo consentirà di:
 - A. **Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione** degli impatti previste nel SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali riconducibili all'inserimento del progetto nel contesto territoriale, nella fase di cantiere e in quella di esercizio.
 - B. **Gestire eventuali criticità emerse in sede di monitoraggio** e programmare immediatamente misure correttive per la loro risoluzione:
3. **Comunicazione** dei risultati delle attività di monitoraggio, valutazione, gestione all'autorità competente, agli enti interessati e al pubblico.

In conclusione, il monitoraggio previsto nel piano deve riguardare le tre fasi principali di vita dell'opera:

1. **ante operam (AO)**: periodo che precede l'avvio delle attività di cantiere e che può essere avviato nelle fasi autorizzative successive all'emanazione del provvedimento favorevole di VIA. Il monitoraggio ha, in questo caso, lo scopo di descrivere lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio di lavori per la realizzazione dell'impianto; **l'analisi dello stato di fatto potrà essere utilizzata come livello di riferimento** cui confrontare le misurazioni frutto delle indagini e del monitoraggio delle fasi successive;
2. **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 e il ripristino dei luoghi. In questa fase il monitoraggio sarà utile a documentare l'evoluzione della situazione dell'ambiente delineata durante la fase precedente, al fine di **verificare che l'andamento dei fenomeni sia coerente con le previsioni dello SIA**. Si verificherà, inoltre, **l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali** e si individueranno eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni, con la conseguente programmazione delle opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
3. **post operam (PO)**: periodo che comprende le fasi di esercizio e di eventuale dismissione dell'opera, riferibili quindi 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) e alle attività di cantiere per la dismissione dell'opera alla fine del suo ciclo di vita. La fase post opera è di fondamentale importanza per la verifica che eventuali alterazioni temporanee intervenute in fase di cantiere rientrino entro i valori previsti e che eventuali trasformazioni permanenti siano compatibili con l'ambiente. Inoltre, verrà verificata l'efficacia delle opere di mitigazione ambientale adottate.

2.3 Requisiti minimi

Il Piano di Monitoraggio Ambientale è 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 e alle previsioni degli impatti ambientali significativi connessi alla sua messa in esercizio.

Il piano di monitoraggio, dunque, come previsto dalla Linee Guide redatte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (oggi MiTE), deve riguardare le tre fasi principali di vita dell'opera e rispettare alcuni requisiti minimi fondamentali al fine di essere tecnicamente e realisticamente attuabile, anche in termini di costi-benefici, evitando quindi che il proponente sostenga oneri ingiustificati. Si riportano di seguito i requisiti minimi fondamentali previsti per il PMA:

- il PMA ha per oggetto la **programmazione del monitoraggio delle componenti/fattori ambientali per i quali**, in coerenza con quanto documentato nello Studio d'impatto ambientale, **sono stati individuati impatti sull'ambiente significativi generati dall'attuazione dell'opera**: il proponente non è pertanto tenuto a sostenere oneri ingiustificati e non attinenti agli obiettivi strettamente riferibili al monitoraggio degli impatti ambientali significativi relativi all'opera in progetto;
- il PMA deve essere **commisurato alla significatività degli impatti ambientali** previsti nello SIA; quindi, l'attività di MA da programmare dovrà essere adeguatamente proporzionata in termini di estensione delle aree di indagine, numero dei punti di monitoraggio, numero e tipologia dei parametri, frequenza e durata dei campionamenti, ecc.;
- il PMA deve essere, ove possibile, **coordinato o integrato con le reti e le attività di monitoraggio svolte dalle autorità istituzionalmente preposte al controllo** della qualità

dell'ambiente. Tale condizione garantisce che il MA effettuato dal proponente non duplichi o sostituisca attività svolte da altri soggetti competenti; nel rispetto dei diversi ruoli e competenze, il proponente potrà disporre dei dati derivanti dalle reti e dalle attività di monitoraggio ambientale, svolte da altri soggetti (ISPRA, ARPA/APPA, Regioni, Province, ASL, ecc.) per supportare efficacemente le specifiche finalità del MA degli impatti ambientali generati dall'opera;

- il PMA rappresenta uno strumento tecnico-operativo di programmazione delle attività di monitoraggio ambientale che discendono da dati, analisi e valutazioni già contenute nel Progetto e nello SIA: pertanto i suoi contenuti devono essere efficaci, chiari e sintetici e non dovranno essere duplicati, ovvero dovranno essere ridotte al minimo, le descrizioni di aspetti a carattere generale non strettamente riferibili alle specifiche finalità operative del PMA (es. trattazioni generiche sul monitoraggio ambientale, sulle componenti ambientali, sugli impatti ambientali, sugli aspetti programmatici e normativi).

Allo stesso tempo il PMA 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: in tali fasi potrà infatti emergere la necessità di modificare il PMA, sia a seguito di specifiche richieste avanzate dalle diverse autorità ambientali competenti che a seguito di situazioni oggettive che possono condizionare la fattibilità tecnica delle attività programmate dal Proponente.

3. PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Le aree interessate dall'impianto saranno sottoposte a un monitoraggio delle componenti ambientali in fase *Ante Operam*, in *Corso d'Opera* e *Post Operam*; ciò si rende necessario per evidenziare se, durante le fasi di realizzazione ed esercizio dell'impianto, gli impatti negativi già previsti in riferimento a specifici parametri ambientali si attestano maggiori rispetto alle previsioni e consentire al promotore dell'iniziativa di intervenire tempestivamente con misure correttive. (SNPA, 2020)

Il monitoraggio ante operam interesserà tutte le componenti ambientali individuate in fase di stima degli impatti potenziali nello Studio di Impatto Ambientale, riportate di seguito:

1. **Atmosfera:** obiettivo del monitoraggio atmosferico è quello di valutare la qualità dell'aria, verificando gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione degli inquinanti e le eventuali conseguenze sull'ambiente.
2. **Rumore:** obiettivo del monitoraggio dell'inquinamento acustico è la valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi dovuti all'introduzione di nuove fonti di emissioni acustiche;
3. **Suolo e sottosuolo:** riguarderà aree che verranno interessate da una modificazione delle condizioni del terreno, quali il maggior ombreggiamento e quindi la riduzione dell'evapotraspirazione del terreno tramite la determinazione di parametri fisici, chimici e pedologici da effettuare in situ.
4. **Ambiente idrico:** monitoraggio dei corpi idrici superficiali e consumo idrico nelle varie fasi dell'opera.
5. **Ecosistema e biodiversità:** Il monitoraggio di questa componente riguarderà la vegetazione e la fauna.
 - **Flora:** sarà monitorata mediante l'osservazione lungo transetti e plot definiti nel presente piano.
 - **Fauna** (avifauna, chiroteri, erpetofauna e coniglio selvatico sardo): le tecniche di monitoraggio saranno sia dirette che indirette e consentiranno di comprendere se le misure di mitigazione previste hanno effettivamente consentito di accogliere la fauna anche in un contesto interessato da parziale antropizzazione.
6. **Paesaggio:** il monitoraggio del sistema paesaggistico è strettamente correlato alle altre componenti ambientali. Una corretta valutazione degli impatti potenziali attesi

su patrimonio culturale e sui beni paesaggistici nello stato ante faciliterà la scelta di opportune misure mitigative e compensative da prevedere in progetto.

7. **Rifiuti:** si prevede il monitoraggio in fase di costruzione dell'impianto (CO) della quantità e qualità dei rifiuti prodotti in cantiere.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva delle componenti oggetto del monitoraggio e dei relativi fattori ambientali interessati:

AMBIENTE		AZIONI IMPATTANTI	
COMPONENTI AMBIENTALI	FATTORI	Corso d'Opera (Costruzione e Dismissione)	Post Opera (Esercizio)
Atmosfera	Emissione polveri	Movimentazione mezzi e materiali	Lavorazioni agricole Modifiche della copertura del terreno Funzionamento trasformatori e inverters
	Emissione inquinanti (traffico)		
	Agenti atmosferici		
Agenti Fisici	Rumore	Movimentazione mezzi e materiali	Lavorazioni agricole Funzionamento trasformatori e inverters
Suolo e sottosuolo	Consumo di suolo	Installazione tracker e opere connesse Regolarizzazione del terreno Rifornimento mezzi d'opera	Presenza dell'impianto FV integrato all'attività agricola
	Modifiche delle caratteristiche geotecniche e di stabilità		
	Sversamento accidentale idrocarburi		
Ambiente Idrico	Modifiche drenaggio superficiale	Installazione moduli FV Rifornimento mezzi d'opera	Pulizia e manutenzione dell'impianto
	Sversamento accidentale idrocarburi		
Biodiversità e Ecosistema	Modifiche della compagine vegetale	Regolarizzazione del terreno	Presenza dell'impianto FV integrato all'attività agricola
	Modifiche alla fauna	Movimentazione mezzi e materiali	
	Modifiche temperatura	Installazione tracker e opere connesse	
	Inquinamento acustico		
	Inquinamento luminoso		
Paesaggio	Modifiche dell'aspetto paesaggistico	Presenza del cantiere	Presenza dell'impianto FV integrato all'attività agricola
	Modifiche della compagine vegetale		
	Inquinamento luminoso		

Rifiuti	Inquinamento ambientale	Lavorazioni Stoccaggio materiali Rifornimento mezzi d'opera Installazione impianto	Lavorazioni agricole
----------------	----------------------------	--	----------------------

3.1 Atmosfera

La componente atmosfera rappresenta una delle componenti per cui si registra il maggior impatto potenziale nella fase di stima degli impatti dello SIA. Il rischio è certamente legato alle modifiche dei livelli di emissioni di gas inquinanti e di polveri causate dalle modifiche del traffico veicolare che interesseranno l'area di progetto, in particolar modo in fase di cantiere.

La caratterizzazione della qualità dell'aria in fase *ante operam* (AO) consentirà di monitorare le variazioni che incorreranno sulla componente atmosfera a causa della presenza del cantiere prima (CO) e dell'impianto poi (PO), consentendo alla proponente di mettere in atto misure correttive al fine di mantenere i livelli di emissione al di sotto dei limiti imposti dalla normativa a protezione della salute umana oltre che di vegetazione ed ecosistemi che potrebbero essere esposti al rischio.

I campionamenti verranno eseguiti mediante rilevazioni strumentali secondo i metodi di riferimento indicati nel D. Lgs. 155/2010, che recepisce la Direttiva 2008/50/CE, per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

3.1.1 Parametri e localizzazione punti di monitoraggio

I parametri oggetto del monitoraggio della componente atmosfera saranno di due tipologie differenti: parametri meteoroclimatici e parametri chimici.

3.1.1.1 PARAMETRI METEOCLIMATICI

I parametri meteoroclimatici sono indispensabili per comprendere le condizioni di diffusione in atmosfera relative all'area d'esame; consentono, infatti, di valutare l'effettiva incidenza delle emissioni di inquinanti generate dall'esercizio e dalla realizzazione dell'opera sulla qualità dell'aria ambiente in termini di livelli di concentrazione. Al variare dei parametri climatici varia, di fatti, anche la velocità con cui gli inquinanti vengono trasportati e dispersi in aria, l'altezza di rimescolamento, la velocità con cui si formano nuovi composti, e questo influenza sicuramente la qualità dell'aria.

Verranno quindi monitorati i seguenti parametri meteoroclimatici mediante stazioni di rilevamento degli inquinanti che consentano il rilevamento in contemporanea dei parametri chimici e di quelli meteorologici:

TABELLA 1 – PARAMETRI METEOCLIMATICI OGGETTO DI MONITORAGGIO

Parametri meteoroclimatici	Unità di misura
Direzione del vento	gradi sessagesimali [°]

Velocità del vento	m/s
Temperature aria	°C
Radiazione solare	W/m2
Umidità relativa	%
Pressione aria	KPa

La caratterizzazione meteorologica dell'area di indagine può essere supportata e integrata anche da serie storiche di dati provenienti dalle reti di rilevamento esistenti sul territorio.

3.1.1.2 PARAMETRI CHIMICI

La scelta dei principali inquinanti chimici da sottoporre a monitoraggio è stata effettuata coerentemente con i contenuti dello SIA, sulla base dei potenziali inquinanti che si prevede verranno emessi in fase di cantiere, esercizio e dismissione dell'opera. Nel calcolo delle emissioni, in particolare in fase di cantiere, sono stati individuati diversi composti inquinanti dovuti alle emissioni delle macchine operatrici, al monitoraggio di questi ultimi verrà affiancato il monitoraggio di composti non valutati ma sicuramente presenti in un contesto in cui si prevede la movimentazione di mezzi e materiali.

Si riassumono di seguito i parametri oggetto del monitoraggio e i relativi valori limite e livelli critici cui far riferimento, come stabilito dal D. Lgs. 155/2010 all'allegato XI:

TABELLA 2 – PARAMETRI CHIMICI E RELATIVI VALORI LIMITE – (D.LGS. 155/2010 P. 45, 46)

Parametri chimici	Unità di misura	Valori limite	Periodo di mediazione	Superamenti annui
CO	mg/m ³	10	massimo giornaliero su media mobile 8 ore	-
NO _x	µg/m ³	30 (livello critico)	media annuale	-
NO ₂	µg/m ³	200	media oraria	18
		40	media annuale	-
PM ₁₀	µg/m ³	50	media giornaliera	35
		40	media annuale	-
PM _{2.5}	µg/m ³	25	media annuale	-
SO ₂	µg/m ³	350	media oraria	24
		125	media giornaliera	3
C ₆ H ₆ (benzene)	µg/m ³	5	media annuale	-

Quando si fa riferimento a "valori limite", ci si riferisce alle concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente. Il "livello critico" definito come valore limite per il monossido di carbonio è invece il livello fissato in base alle conoscenze scientifiche oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti sui recettori (alberi, piante, ecosistemi, esseri umani esclusi).

I valori limite considerati per gli inquinanti fanno riferimento a diversi “periodi di mediazione” ovvero periodi di tempo durante il quale i dati raccolti vengono utilizzati per calcolare il valore riportato. In particolare:

- media annua: media dei valori giornalieri compresi tra il 1° gennaio e il 31 dicembre dell’anno solare;
- media giornaliera: la media dei valori orari compresi tra le ore 01.00 e le ore 23.00 per il quale sia presente almeno il 75% dei valori.

Per il monossido di carbonio (CO), invece, il livello critico considerato fa riferimento alla “massima concentrazione media giornaliera su 8 ore (MM8)” che si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base dei dati orari ed aggiornate ad ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l’ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso.

Infine, il D. Lgs, 155/2010 definisce:

- margine di tolleranza: percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite;
- soglie di allarme, ovvero concentrazioni atmosferiche oltre le quali vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunte le quali si deve immediatamente intervenire.

3.1.1.3 LOCALIZZAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio ci si è riferiti a quanto stabilito dall’Allegato III, punti 3 e 4 del D. Lgs. 155/2010 “Valutazione della qualità dell’aria ambiente ed ubicazione delle stazioni di misurazione delle concentrazioni in aria ambiente per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, piombo, particolato (PM₁₀ e PM_{2,5}), benzene, monossido di carbonio, arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici”.

La scelta relativa alla localizzazione delle stazioni di monitoraggio è stata effettuata tenendo conto di diversi fattori, il principale fattore di cui tener conto in un progetto su larga scala è la presenza di recettori sensibili correlati alla presenza umana che potrebbe essere esposta al possibile aumento delle concentrazioni di inquinanti nelle immediate vicinanze dell’area di progetto.

TABELLA 3 – GEOLOCALIZZAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO PER LA COMPONENTE ATMOSFERA

FASI	Punti	Latitudine (y) WGS 84 / EPSG: 4326	Longitudine (x) WGS 84 / EPSG: 4326
AO / CO / PO	ATM_01	40.2259188	8.7588237
CO	ATM_02	40.220532	8.773016

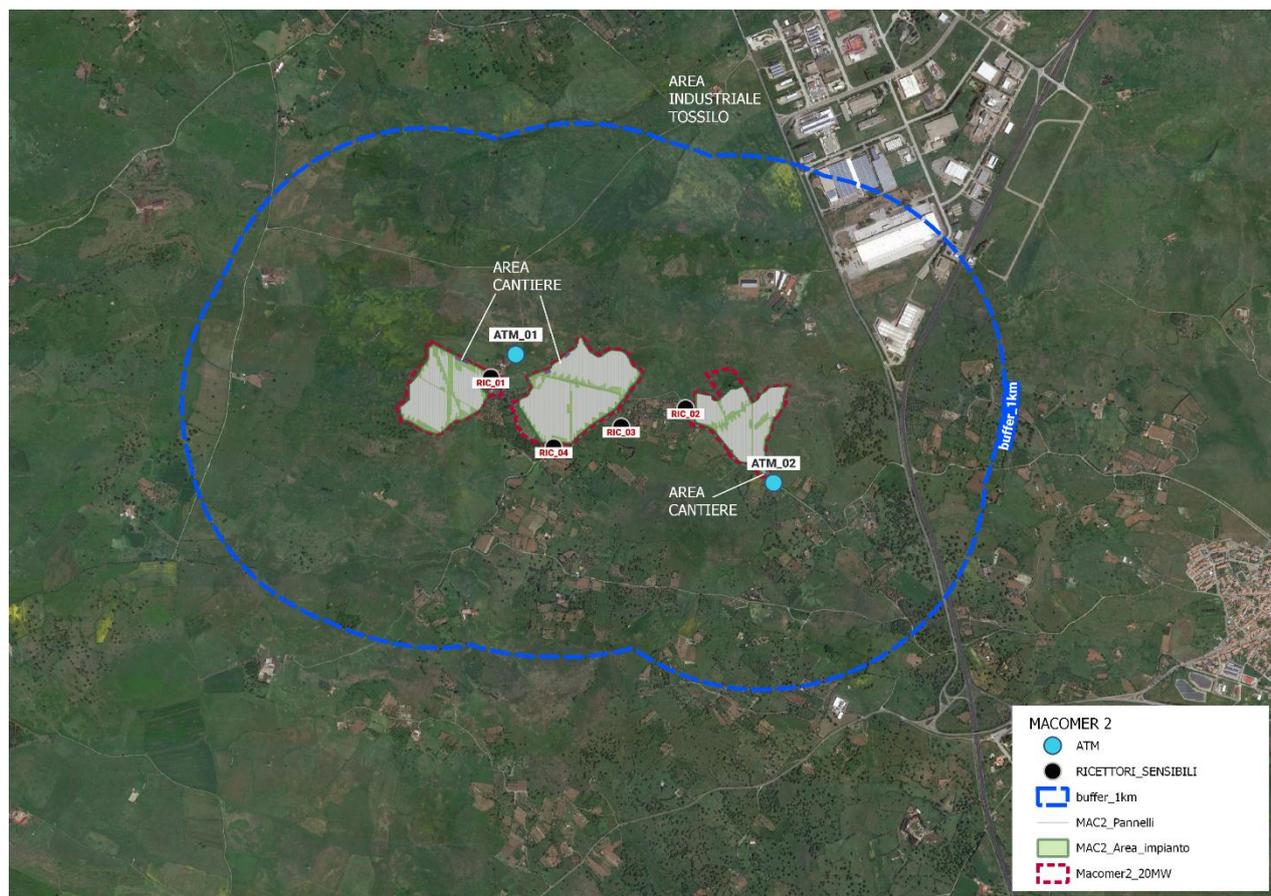


FIGURA 3 – INDIVIDUAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA (COMPONENTE ATM)

3.1.2 Monitoraggio AO

Il monitoraggio *Ante Operam* ha inizio e si conclude prima dell'avvio delle attività del cantiere, in quanto tale attività, in questa fase, è utile per la definizione dello stato fisico dei luoghi e delle caratteristiche dell'ambiente naturale e antropico prima che si insedi il cantiere per la realizzazione dell'opera e che, quindi, si possano verificare interferenze.

Ancor prima di definire stazioni di monitoraggio fisse interne all'area di progetto, per un monitoraggio in continuo, si è indagata la presenza di stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria

nelle vicinanze dell'area interessata dalla presenza dell'opera, appartenenti agli enti competenti in materia di monitoraggio ambientale, in questo caso ARPA Sardegna.

La centralina di monitoraggio in zona rurale più prossima all'area di progetto è quella denominata **CENMA1**, localizzata alle seguenti coordinate 8.770841, 40.256541, e così censita:

Denominazione	Provincia	Comune	Zone ai sensi DGR 52/19 del 2013	URL_SCHEDA
CENMA1	NUORO	MACOMER	RURALE	https://portal.sardegna.sira.it/dettaglio-aria?idOst=8246502&denominazione=CENMA1

Il monitoraggio della qualità dell'aria *ante-operam* verrà supportato dalla serie storica dei dati raccolti da questa stazione. L'ultimo report disponibile con i dati relativi alla stazione è la Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020 (ARPA Sardegna, 2021).

Si prevede, inoltre, di operare in situ con un monitoraggio semestrale attraverso **2 campagne di monitoraggio** della **durata di 2 settimane ciascuna** da effettuarsi **una in periodo estivo e una in periodo invernale**. Durante le due campagne verranno acquisiti, in contemporanea, i dati relativi a tutti i parametri individuati (meteo-climatici e chimici) specifici dell'area di progetto e confrontati con quelli riportati per il periodo di riferimento dalla stazione CENMA1, che verranno comunque utilizzati per il

monitoraggio in continuo. I punti di monitoraggio interni all'area di progetto saranno quelli riportati in

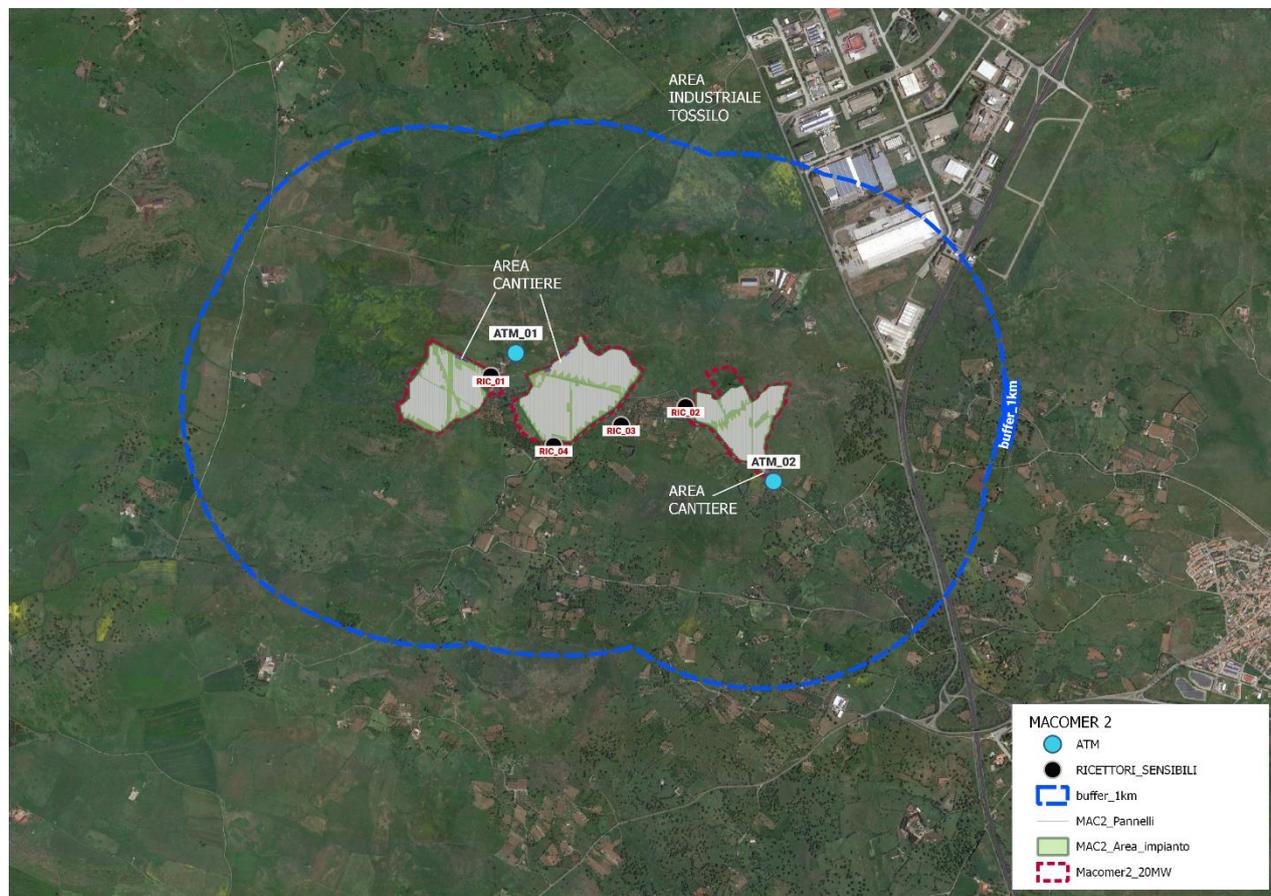


Figura 3 e **Errore**. L'origine riferimento non è stata trovata..

Queste campagne, unite ai dati restituiti dalle stazioni dell'ARPA Sardegna, avranno come obiettivo principale il rilevamento dei livelli di concentrazione di base degli inquinanti, che verrà utilizzato come dato di controllo per la verifica delle oscillazioni delle concentrazioni che si verificano nelle successive fasi: corso d'opera ed esercizio.

I metodi di misurazione di riferimento per ogni inquinante sono quelli riportati nell'Allegato VI al D.Lgs. 155/2010, il responsabile sceglierà la metodologia più idonea per il campionamento e la misurazione degli inquinanti in funzione al tipo di stazione utilizzata.

3.1.3 Monitoraggio CO

Il monitoraggio relativo alla fase di cantiere comprende il periodo di realizzazione dell'opera dall'apertura del cantiere fino al collaudo dell'opera e quindi fino alla sua messa in esercizio.

Questa fase è quella che presenta le maggiori criticità e variabilità dei dati poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori e perché è influenzata dalle eventuali modifiche della localizzazione e organizzazione delle aree di attività del cantiere.

Il monitoraggio in corso d'opera consente il controllo dell'evoluzione degli indicatori di qualità dell'aria e degli indicatori meteorologici che possono essere influenzati dalle attività di cantiere e dalla movimentazione dei materiali.

In questa fase si propone un **monitoraggio trimestrale** della **durata di 2 settimane**. La prima campagna verrà effettuata alla fine dei primi 3 mesi dall'insediamento del cantiere e, di seguito, con cadenza trimestrale. I dati raccolti hanno lo scopo di verificare l'oscillazione degli indicatori ambientali rilevati nello scenario di base, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte direttamente o indirettamente dalla realizzazione dell'opera; in tal modo sarà possibile individuare eventuali criticità ambientali che richiedono di adeguare la conduzione dei lavori o applicare misure correttive.

I punti di monitoraggio relativi a questa fase non potranno coincidere con quelli individuati in fase vanno scelti in funzione dell'avanzamento del cantiere, nei punti più delicati e nelle aree maggiormente interessate dai cambiamenti apportati all'ambiente circostante. Pertanto, al fine di rendere efficiente il monitoraggio della qualità dell'aria in tale fase, la determinazione dei punti previsti dovrà adeguarsi alle aree logistiche di cantiere.

Una possibile localizzazione di tali punti, in funzione delle aree di cantiere definite da progetto, viene riportata in Figura 3 e Tabella 3, ma si specifica che tali punti potranno subire modifiche in funzione dell'avanzamento del cantiere e delle aree in lavorazione. I punti di monitoraggio scelti dovranno quindi essere georiferiti e riportati in specifici report di campagna.

I metodi di misurazione di riferimento per ogni inquinante sono quelli riportati nell'Allegato VI al D. Lgs. 155/2010, il responsabile sceglierà la metodologia più idonea per il campionamento e la misurazione degli inquinanti in funzione al tipo di stazione utilizzata.

3.1.4 Monitoraggio PO

Il monitoraggio post-operam riguarderà l'intera fase di esercizio dell'opera, durante la quale non si prevedono grosse emissioni di inquinanti; perciò, si ritiene sufficiente ipotizzare una **campagna quinquennale** della **durata di 2 settimane**. Per i punti di monitoraggio si possono utilizzare quelli definiti per la fase AO che sono stati individuati anche in base alla presenza di recettori sensibili nell'area di progetto.

Inoltre, al fine di ottimizzare l'uso delle risorse e considerata la presenza di altri impianti in capo alla proponente nelle vicinanze di quello in analisi, si potrebbe ipotizzare di effettuare un monitoraggio congiunto dei parametri ambientali per gli impianti più prossimi, almeno in fase di esercizio.

3.2 Agenti Fisici: Rumore

Il monitoraggio dell'inquinamento acustico è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie dovuta all'introduzione di fonti di emissioni acustiche in ambiente esterno o abitativo. L'art. 2 della Legge 447/1995 definisce, di fatti, l'inquinamento acustico come *"l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, (...)"*.

Per quanto riguarda gli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione, sono disponibili specifiche disposizioni normative, standard, norme tecniche e linee guida, riportate in Appendice, che rappresentano utili riferimenti tecnici per le attività di monitoraggio acustico con particolare riferimento ad alcuni settori infrastrutturali (infrastrutture stradali, ferrovie, aeroporti) e attività produttive (industriali e artigianali).

Mentre, in relazione agli impatti dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie, ad oggi non sono disponibili specifiche disposizioni normative, metodologie di riferimento o procedure/tecniche di misura per l'acquisizione l'elaborazione dei parametri atti a descrivere gli impatti sugli ecosistemi; sebbene per alcuni contesti sono disponibili studi ed esperienze operative condotte in base agli obblighi previsti da Accordi e Convenzioni internazionali dedicati all'analisi degli effetti del rumore sulle specie sensibili (ad esempio del rumore subacqueo sui cetacei) e che forniscono elementi utili anche per le attività di monitoraggio.

3.2.1 Parametri e localizzazione dei punti di monitoraggio

Il rumore prodotto nei siti in cui si svolgono attività industriali/produttive si compone di diversi contributi, originati da sorgenti sonore di diversa tipologia: attività industriali propriamente dette, infrastrutture di trasporto a servizio del sito industriale e/o influenzate dal traffico indotto dal sito, operazioni correlate alle attività industriali (es. scarico/carico merci, specifiche lavorazioni, ecc.).

La caratterizzazione acustica di un ambiente o di una sorgente richiede la definizione di una serie di indicatori fisici (L_{eq} , L_n , L_{max} ...) per mezzo dei quali "etichettare" il fenomeno osservato.

I descrittori acustici per il monitoraggio degli impatti connessi ad attività industriali sulla popolazione sono:

- L_{Aeq} , valutato nei due periodi di riferimento TR, diurno e notturno, secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998;

- L_{Aeq} , valutato sul tempo di misura TM, secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998.

La normativa nazionale individua le tecniche di misura e di elaborazione dei parametri acustici ai fini della determinazione dei descrittori specifici all'Allegato B del DM 16/3/1998.

Per la caratterizzazione acustica del territorio che ricade nel raggio di 1 km a partire dai siti individuati per la realizzazione dell'impianto e delle opere connesse si fa riferimento agli strumenti pianificatori comunali in materia di acustica ambientale. Per i comuni che non dispongano di un Piano Comunale di Classificazione Acustica (P.C.C.A.), predisposto ai sensi della Legge 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico", al fine di verificare il rispetto dei livelli sonori indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'impianto e dalle opere connesse, occorre far riferimento al D.P.C.M. 01/03/1991, art. 6, comma 1, che prevede dei limiti di accettabilità per differenti classi di destinazione d'uso.

TABELLA 4 – TABELLA DI CUI ALL'ART. 6 DPCM 1/03/1991 - LIMITI DI ACCETTABILITÀ EMISSIONI SONORE PER COMUNI NON PROVISTI DI PIANO DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA, MA CON PRG

Zonizzazione	Limite diurno [Leq db(A)] (06:00-22:00)	Limite Notturno [Leq db(A)] (22:00-6:00)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona urbanistica A DM n. 1444/68	65	55
Zona urbanistica B DM n. 1444/68	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

TABELLA 5 – ALLEGATO 4, ART. 1, TABELLA 2 DPCM 1/03/1991 - VALORI DEI LIMITI MASSIMI DEL LIVELLO SONORO EQUIVALENTE (LEQ A) RELATIVI AI COMUNI PROVISTI DI PIANO DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturno (22:00-6:00)
	Leq in dB (A)	Leq in dB (A)
I - Aree particolarmente protette	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	55	45
III - Aree di tipo misto	60	50
IV - Aree di intensa attività umana	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	70	60
VI - Aree esclusivamente industriali	70	70

Il Parco Agrivoltaico in esame ricade nel territorio dei Comuni di Macomer e di Borore. Entrambi i comuni dispongono di un Piano di Classificazione Acustica approvato con la Deliberazione n° 32 del

13/07/2009, per il Comune di Macomer, e con la Deliberazione n° 8 del 13-02-2007 per il Comune di Borore.

L'ambito comunale interessato dalla presenza del progetto ricade esclusivamente in aree di Classe III per entrambi i comuni interessati (documentazione consultabile nello Studio Previsionale di impatto acustico, cod. elaborato MAC2-IAR03); pertanto, i limiti di emissione imposti per legge sono quelli evidenziati in Tabella 5.

Il Comune di Macomer è, inoltre, interessato dal passaggio del tracciato del cavidotto, anche questo ricade in aree di Classe III.

La localizzazione dei punti di monitoraggio dipende dagli obiettivi, ovvero se si vuole valutare:

1. l'impatto dell'inquinamento acustico sulla popolazione;
2. l'impatto dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie.

Il punto di monitoraggio per l'acquisizione dei parametri acustici è generalmente del tipo ricettore-orientato, ovvero ubicato in prossimità del ricettore (generalmente in facciata degli edifici). Per il monitoraggio degli **impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione**, la scelta dell'ubicazione delle postazioni di monitoraggio è prevalentemente del tipo ricettore-orientata, quindi basata sulla presenza di edifici nell'area.

Per il monitoraggio degli **impatti dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie**, i punti di monitoraggio sono localizzati nelle naturali protette (siti della Rete Natura 2000, ZSC, SIC, ZPS, aree naturali protette e/o particolarmente sensibili marine e terrestri, zone di riproduzione e/o di transito di specie protette, ecc.), che ricadono nell'area di influenza dell'opera. Le dimensioni dell'area di influenza dipendono strettamente dalla tipologia di sorgente sonora, quindi dalla tipologia dell'opera, dalle condizioni che influenzano la propagazione sonora e dalla sensibilità delle specie presenti.

Nel caso specifico, per la definizione dei punti di monitoraggio è stato considerato un raggio di influenza di 1 km dall'opera in progetto e si è valutata la presenza in tale areale di ricettori sensibili e ecosistemi di interesse conservazionistico (ISPRA, 2014). Poiché non si è riscontrata la presenza di aree afferenti alla Rete Natura 2000 o altre aree naturali protette sono stati presi in considerazione solo i ricettori sensibili della popolazione presenti nell'areale di riferimento. Di seguito si riportano i punti di monitoraggio per le varie fasi di vita dell'impianto per cui verrà effettuato il monitoraggio.

TABELLA 6 – GEOLOCALIZZAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO FATTORE RUMORE

FASI	Punti di monitoraggio	Latitudine (y)	Longitudine (x)
AO / CO / PO	RU_P01	40.2297391	8.7589178
	RU_P02	40.2240059	8.7678628
CO	RU_P03	40.2259142	8.7588134



FIGURA 4 – INDIVIDUAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO INTERNI ALL’AREA DI INFLUENZA (1 KM) DEL FATTORE RUMORE

3.2.2 Monitoraggio AO

Il monitoraggio ante operam (AO) ha come obiettivi specifici:

- la caratterizzazione dello scenario acustico di riferimento dell’area di indagine;
- la stima dei contributi specifici delle sorgenti di rumore presenti nell’area di indagine;
- l’individuazione di situazioni di criticità acustica, ovvero di superamento dei valori limite, preesistenti alla realizzazione dell’opera in progetto.

Il monitoraggio precedente all'avvio dei lavori consiste quindi in 1 campagna di misura atta a definire principalmente la caratterizzazione acustica dello stato dei luoghi e l'individuazione di eventuali situazioni di criticità acustica. Tale **campagna** è stata effettuata il **26 ottobre 2022** da un tecnico competente in acustica ambientale.

Nello specifico, sono stati effettuati due rilievi da 30 minuti in diversi momenti della giornata in modo da essere rappresentativi del periodo di riferimento diurno. La postazione di misura (P01) è stata individuata in prossimità di uno dei ricettori maggiormente prossimi all'impianto e risulta rappresentativa del clima acustico dell'intero ambito di potenziale interferenza dell'opera.

I livelli di rumore documentati dai rilievi fonometrici risultano compatibili con i limiti normativi di Classe III, limite immissione diurna pari a 60 dBA, in cui, in base alla Classificazione Acustica del Comune di Macomer (Tabella 5), ricadono i punti di misura.

Per la postazione P01 l'area a connotazione rurale risulta caratterizzata da una buona qualità acustica. Le sorgenti di rumore antropico che influiscono sul clima acustico dell'area sono costituite dallo scarso traffico circolante sulle locali strade rurali e dalla possibile lavorazione dei campi. La componente biotica è ascrivibile soprattutto al cinguettio dell'avifauna, al latrare dei cani ed al belare delle pecore. Per la postazione P02 l'area a connotazione rurale risulta caratterizzata da una buona qualità acustica. Le sorgenti di rumore antropico che influiscono sul clima acustico dell'area sono costituite dallo scarso traffico circolante sulle locali strade rurali e dalle possibili lavorazioni agricole (raccolta olive). La componente biotica è ascrivibile soprattutto al latrare dei cani.

I risultati completi dell'attività di monitoraggio sono consultabili nell'elaborato MAC2-IAR03_Studio previsionale di Impatto acustico.

3.2.3 Monitoraggio CO

Il monitoraggio in corso d'opera (CO) ha come obiettivi specifici:

- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico e il rispetto di valori soglia per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del rispetto delle prescrizioni eventualmente impartite nelle autorizzazioni in deroga ai limiti acustici rilasciate dai Comuni;

- l'individuazione di eventuali criticità acustiche e delle conseguenti azioni correttive: modifiche alla gestione/pianificazione temporale delle attività del cantiere e/o realizzazione di adeguati interventi di mitigazione di tipo temporaneo;
- la verifica dell'efficacia acustica delle eventuali azioni correttive.

Come specificato nello Studio previsionale di impatto acustico (MAC2-IAR03) durante la fase di realizzazione dell'impianto si renderà necessaria la richiesta di deroga ai limiti imposti da normativa presso i comuni interessati dall'intervento, a seguito della valutazione dei livelli di rumorosità associati alle attività.

L'installazione dell'impianto determinerà inevitabilmente degli impatti sulla componente rumore connessi all'impiego di mezzi d'opera e macchinari. La rumorosità è strettamente connessa alle tipologie di macchinari che verranno impiegati e alle scelte operative delle imprese che realizzeranno l'opera. Per tale ragione, la frequenza delle attività di monitoraggio in fase CO è strettamente legata al cronoprogramma delle attività di cantiere: individuate le lavorazioni significative dal punto di vista della rumorosità si programmano le attività di monitoraggio. Per questo particolare cantiere si può ipotizzare di effettuare **5 campagne di monitoraggio** programmate in modo da coincidere con le operazioni che si configurano come le più rumorose (Cfr. Tabella 26):

1. **alla fine del primo mese di lavorazioni** in concomitanza con l'installazione della recinzione e dei varchi d'accesso;
2. **alla fine del terzo mese di lavorazioni** in concomitanza con la realizzazione di scavi per cavidotti e basamenti per le cabine;
3. **all'inizio del quinto mese di lavorazioni** in concomitanza con l'installazione delle strutture per l'ancoraggio dei moduli;
4. **durante il settimo mese di lavorazioni** in concomitanza con l'inizio delle operazioni di posa cavidotti, cablaggio stringhe, connessione agli inverter, connessione ai quadri di sottocampo e di trasformazione.
5. **alla fine del nono mese di lavorazioni** in concomitanza con test, collaudi e messa in esercizio.

Durante le attività si valuterà il livello di emissioni sonore, le variazioni rispetto ai livelli registrati durante la campagna AO, il rispetto dei limiti concessi in deroga e l'individuazione di eventuali criticità acustiche con l'introduzione di nuove azioni di mitigazione da mettere in atto al fine di limitare gli effetti derivanti dall'inquinamento acustico causato dalla presenza del cantiere nell'area.

Si cercherà anche di organizzare le campagne facendole coincidere con i periodi riproduttivi di fauna e avifauna e con i periodi di transito delle specie migratorie, in modo da poter valutare i potenziali impatti che le modifiche dello stato acustico dell'area possano causare sugli ecosistemi oltre che sulla popolazione.

3.2.4 Monitoraggio PO

Il monitoraggio post operam (PO) ha come obiettivi specifici:

- il confronto degli indicatori misurati nello scenario acustico di riferimento con quanto rilevato ad opera realizzata;
- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico e il rispetto di valori soglia per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del corretto dimensionamento e dell'efficacia acustica degli interventi di mitigazione definiti in fase di progettazione.

Le sorgenti sonore associate all'esercizio del Parco Agrivoltaico sono costituite da:

- Inverter;
- Trasformatori da 2500 kVA (alloggiati nelle cabine di sottocampo e nella cabina di consegna);
- Estrattori per il condizionamento delle cabine dei sottocampi e nella cabina di consegna.

L'attività dell'impianto è strettamente connessa alla presenza di radiazione solare e, di conseguenza, il suo orario dipenderà dal periodo dell'anno e dalle condizioni meteorologiche. Quindi il funzionamento delle potenziali sorgenti di rumore sarà principalmente diurno; pertanto, si può escludere qualunque emissione sonora in periodo notturno.

Le simulazioni relative alle emissioni acustiche associate alla presenza dell'impianto fotovoltaico durante la fase di esercizio riportate nello Studio previsionale di impatto acustico e sviluppate con l'ausilio di modelli previsionali di dettaglio, hanno evidenziato livelli di impatto pienamente conformi ai limiti normativi con adeguati margini di sicurezza.

In fase di esercizio, quindi, si effettueranno **un totale di 3 campagne di monitoraggio**:

1. una prima campagna di misura verrà effettuata in concomitanza con l'entrata in esercizio dell'opera (**pre-esercizio**);

2. una seconda nelle condizioni di normale esercizio **dopo un anno dalla messa in esercizio**;
3. un'ultima campagna **dopo 5 anni dalla messa in esercizio** dell'impianto per verificare un eventuale aumento dei livelli di emissione acustica a causa del possibile deterioramento delle componenti.

3.3 Suolo e sottosuolo

Lo stato di salute della componente suolo riveste un ruolo particolarmente importante nel campo della progettazione di impianti agrivoltaici, in quanto la conservazione della fertilità degli stessi risulta funzionale e fondamentale per una corretta integrazione di produzione energetica e produzione agricola.

Il monitoraggio deve essere preceduto dall'analisi della cartografia disponibile, utile per fornire un quadro conoscitivo dell'area vasta e comprendere, almeno in prima approssimazione, i principali tipi di suolo presenti nell'areale in esame. Alla cartografia geologica e pedologica di settore possono, inoltre, essere affiancate cartografie tematiche relative alla capacità d'uso dei suoli, alla vulnerabilità degli stessi oltre che alle matrici ambientali che entrano in gioco.

Il monitoraggio degli aspetti pedologici consiste nell'analisi delle caratteristiche dei terreni tramite la determinazione di parametri fisici, chimici e biologici. L'acquisizione di informazioni sui suoli può avvenire tramite rilievo diretto in campo oppure utilizzando anche dati pedologiche preesistenti. La cartografia dei suoli si avvale generalmente del cosiddetto “paradigma suolo” (The soil survey as paradigm-based science., 1992), ciò equivale a dire che le misure dei caratteri e delle qualità del suolo rilevate in un punto specifico possono essere ritenute valide, con un determinato grado di approssimazione e di incertezza, nelle aree dove i fattori della pedogenesi sono analoghi a quelli dell'ambiente in cui il suolo è stato rilevato. Perciò si può considerare con buona approssimazione che in ambienti simili vi è una buona possibilità che vi siano suoli simili.

La normativa nazionale che regola l'analisi del suolo a cui fare riferimento è la seguente:

- D.M. 11 maggio 1992 pubblicato in G.U. Serie Generale n. 121 del 25 maggio 1992 – Supplemento Ordinario n. 79 e successivi:
 - D.M. 13 settembre 1999 “Metodi ufficiali di analisi chimica dei suoli” – G.U. Serie Generale n. 248 del 21 ottobre 1999
 - D.M. 25/03/2002 recante “Rettifiche al D.M. 13/09/1999”;
- D.M. 01 agosto 1997 “Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo” e relativa approvazione pubblicata in G.U. Serie Generale n. 215 del 15 settembre 1997;
- D.M. 21 marzo 2005 “Metodi ufficiali di analisi mineralogica del suolo” pubblicato in GU Serie Generale n. 79 del 06 aprile 2005 – Supplemento Ordinario n. 60;

3.3.1 Metodologie e localizzazione punti di monitoraggio

M-1: ANALISI DEL PROFILO PEDOLOGICO

L'analisi delle caratteristiche pedologiche del suolo fornirà principalmente informazioni relative alla stratigrafia del terreno. La scelta del punto di indagine deve essere effettuata in modo da individuare un punto centrale rappresentativo della tipologia di suolo che si vuole indagare. Vengono, a tal fine, escluse le situazioni anomale.

Le osservazioni pedologiche possono essere ricondotte a quattro tipologie principali:

- Profilo
- Trivellata
- Pozzetto (o minipit)
- Osservazione superficiale o speditiva

Una trincea di adeguate dimensioni e profondità è utile per descrivere la morfologia derivante dallo sviluppo genetico-evolutivo del suolo e per prelevare campioni per le analisi di laboratorio. Il profilo è composto da una sequenza di orizzonti risultanti dall'evoluzione pedogenetica e rappresenta la minima unità ideale di campionamento.



FIGURA 5 – ESEMPIO DI TRINCEA – FONTE: (ISPRA, 2010)

Per ogni area identificata come omogenea, viene eseguito uno scavo di dimensioni pari a 0,5x1 m con profondità sino a 1,50. La sezione viene quindi analizzata e viene compilata una scheda specifica relativa al monitoraggio della componente suolo in cui vanno riportati tutti i dati rilevati in

campo tra cui: denominazione dell'orizzonte, limiti (profondità dei limiti superiore e inferiore, tipo e andamento), umidità, colore, screziature, cristalli-noduli-concrezioni, reazione all'acido cloridrico, tessitura e classe tessiturale e granulometrica, scheletro, capacità di ritenuta idrica (AWC), permeabilità, classificazione secondo la tassonomia USDA (U.S. Soil Survey Staff, 1988).

Le metodologie per la definizione della caratterizzazione pedologica sono quelle definite dall'AGRIS Sardegna nelle “Linee guida all'interpretazione delle analisi del suolo” (AGRIS Sardegna, 2016) (AGRIS Sardegna, 2014), le unità considerate sono invece quelle della Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000 (Aru, et al., 1991) e nella relativa Nota illustrativa (Aru, et al., 1991). Per la valutazione ci si riferirà a quanto stabilito nel manuale “Metodi di valutazione dei suoli e delle terre” (CRA, 2006).

M-2: ANALISI CHIMICO-FISICA

Per ciascun profilo analizzato verranno prelevati 2 campioni per ogni orizzonte:

- a. Un campione superficiale (topsoil) rappresentativo dello strato superficiale da 10 a 40 cm;
- b. Un campione sotto-superficiale (subsoil) rappresentativo dell'orizzonte profondo da 60 a 80 cm.

Il campionamento è da realizzare tramite lo scavo di mini-profilo ovvero con l'utilizzo della trivella pedologica manuale. Per garantire la rappresentatività del campione si ritiene necessario procedere al campionamento di almeno 3 punti (per il topsoil e per il subsoil) miscelando successivamente i campioni. Tutti i campioni verranno prelevati in duplice copia: di una copia verrà analizzata la composizione chimico-fisica mediante i parametri in Tabella 7, mentre l'altra dovrà essere conservata indisturbata nel caso di ulteriori successive verifiche.

Il campionamento dei suoli non dovrà essere effettuato nei mesi estivi, in quanto i suoli possono essere caratterizzati da eccessiva condizione di siccità, né nei mesi invernali in quanto gli stessi potrebbero essere interessati da periodi piovosi intensi. Ogni campione prelevato dovrà essere accompagnato da una scheda di campagna e da un verbale di prelievo con l'indicazione di tutte le caratteristiche qualificanti, le condizioni meteorologiche al momento del prelievo e le caratteristiche dell'ambiente circostante come: quota, esposizione, pendenza, uso del suolo, substrato, geomorfologia, pietrosità superficiale, rocciosità, rischio di inondazione, aspetti superficiali, erosione e deposizione, falda, drenaggio interno, profondità del suolo, permeabilità del suolo.

I campioni prelevati verranno quindi analizzati in laboratorio, che dovrà essere accreditato secondo la norma ISO/IEC 17025, e ogni campione verrà quindi caratterizzato secondo i seguenti parametri chimico-fisici e organici:

TABELLA 7 – PARAMETRI CHIMICO-FISICI OGGETTO DEL MONITORAGGIO

Parametri chimico-fisici	UdM	Tipo	Descrizione
Tessitura	mm	FISICO	Classificazione USDA con triangolo tessiturale che identifica il terreno in base al diametro delle particelle dei diversi elementi in esso presenti: argilla (diametro inferiore a 0,002 millimetri), limo (da 0,002 a 0,05 millimetri di diametro), sabbia (da 0,05 a 2 millimetri di diametro). Dalla tessitura dipendono anche la permeabilità di un suolo, la capacità di scambio cationico, etc.
Scheletro	%	FISICO	Lo scheletro rappresenta la frazione di terreno costituita da elementi di diametro superiore a 2 mm che possono essere separati mediante un setaccio con maglie a 2 mm, maggiore è la % di questa porzione granulometrica, minore è la capacità di ritenzione idrica del suolo e la fertilità.
pH	-	CHIMICO	Il valore del pH influisce sulla disponibilità degli elementi nutritivi del suolo. In funzione della tipologia di pH che prediligono le specie agrarie possono essere suddivise in: acidofile, alcalofile e neutrofile. La determinazione del pH va effettuata per via potenziometrica, con pHmetro tarato con soluzioni di riferimento certificate.
Carbonio organico (TOC)	g/Kg	CHIMICO	La concentrazione di carbonio organico nel suolo è direttamente proporzionale alla concentrazione della sostanza organica. Il contenuto di carbonio ha un contributo positivo sullo scambio cationico, sui nutrienti come azoto e fosforo e sulla capacità di ritenzione dell'acqua.
Azoto totale (N)	g/Kg	CHIMICO	L'analisi dell'azoto totale consente la determinazione delle frazioni di azoto organiche (NO) e ammoniacali (NH) presenti nel suolo. La metodologia utilizzata è il Metodo Kjeldhal: metodo analitico per la determinazione della concentrazione di azoto totale, espresso in g/kg.
Rapporto TOC/No	-	CHIMICO	Il rapporto carbonio organico/azoto organico fornisce informazioni inerenti allo stato di fertilità di un terreno. Maggiore è il rapporto C/N e maggiore è il rischio di immobilizzazione dell'azoto, ossia un maggiore utilizzo da parte dei microrganismi.
Fosforo assimilabile	mg/Kg	CHIMICO	Il fosforo esiste in diverse forme chimiche nel suolo. La forma maggiormente utilizzabile da parte delle piante è la frazione assimilabile, la cui concentrazione nel suolo si può determinare mediante il Metodo Olsen.
Capacità di scambio cationico (CSC)	cmol/Kg	CHIMICO	La CSC rappresenta la quantità di cationi che possono essere scambiati da un suolo. Lo scambio di cationi è il risultato di un equilibrio tra quelli presenti sulla superficie delle particelle colloidale e quelle presenti in soluzione. Fornisce quindi anche informazioni relative alla fertilità

			potenziale e alla natura dei minerali argillosi. Si misura in centimetri/kilogrammo di suolo asciutto.
Basi di scambio (Ca, Mg, Na, K)	-	CHIMICO	Le basi di scambio sono quattro cationi ossia calcio, magnesio, sodio e potassio sono strettamente correlate con la CSC. I cationi scambiabili sono in equilibrio dinamico con le rispettive frazioni solubili.
Tasso di saturazione basico (TSB)	-	CHIMICO	Il tasso di saturazione in basi, detto anche grado di saturazione basica, è il rapporto, espresso in percentuale, fra la sommatoria delle concentrazioni delle basi di scambio (Ca, Mg, Na, K) e la CSC.
Carbonati totali	g/Kg	CHIMICO	Il calcare totale è un parametro che consente una migliore interpretazione del pH e la proporzione della frazione più interessata alla nutrizione vegetale.

All'analisi dei parametri chimico-fisici va affiancata l'analisi ai fini del monitoraggio di inquinanti organici e inorganici. Tra gli inquinanti organici troviamo: organici aromatici (benzene, etilbenzene, stirene, etc.) e idrocarburi pesanti (C>12); mentre tra gli inorganici: metalli pesanti (arsenico, cadmio, cromo, nichel, piombo, rame, zinco, alluminio, ferro), calcio, magnesio, potassio, sodio.

LOCALIZZAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO

La scelta della localizzazione dei punti di monitoraggio per la componente suolo segue una ratio diversa per ciascuna delle 3 fasi oggetto del monitoraggio:

- **AO:** per la fase che precede l'inizio dei lavori vengono scelti i punti per il monitoraggio in funzione delle unità stratigrafiche individuate sulla base della cartografia di settore disponibile. In questo caso la Carta dei suoli della Sardegna scala 1:250000 (Aru, et al., 1991).
- **CO:** per quanto riguarda la fase di cantiere sono stati individuati i punti di interesse per il monitoraggio in base al posizionamento delle aree individuate per il deposito e lo stoccaggio di mezzi e materiali, che potrebbero essere quelle maggiormente interessate dallo sversamento accidentale di sostanze inquinanti per il terreno.
- **PO:** infine, per la fase di esercizio, i punti di monitoraggio vengono scelti in base alle condizioni di luce cui viene esposto il terreno e quindi le coltivazioni sottostanti i pannelli: piena luce o ombra, al fine di valutare le caratteristiche del terreno e la risposta delle colture in entrambe le condizioni.

A margine di queste considerazioni, sono quindi stati scelti i punti per il monitoraggio nelle 3 fasi come segue:

TABELLA 8 – GEOLOCALIZZAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO

Punti	Latitudine (y)	Longitudine (x)	Unità	Tassonomia USDA
-------	----------------	-----------------	-------	-----------------

GR-AO_01	40.2236610	8.7618080	E1 / 18	ROCK OUTCROP, LITHIC XERORTHENTS, subordinatamente XEROCHREPTS
Punti	Latitudine (y)	Longitudine (x)	Unità	Posizione
GR-CO_01	40.2256949	8.7556362	E1 / 18	Area deposito e stoccaggio mezzi e materiali / logistica
GR-CO_02	40.2251309	8.7605897	E1 / 18	Area deposito e stoccaggio mezzi e materiali / logistica
GR-CO_03	40.2210297	8.7725245	E1 / 18	Area deposito e stoccaggio mezzi e materiali / logistica
Punti	Latitudine (y)	Longitudine (x)	Unità	Posizione
GR-PO_01	40.2223773	8.7609182	E1 / 18	piena luce - area priva di pannelli
GR-PO_02	40.22320973	8.76074070	E1 / 18	ombra - sotto i pannelli

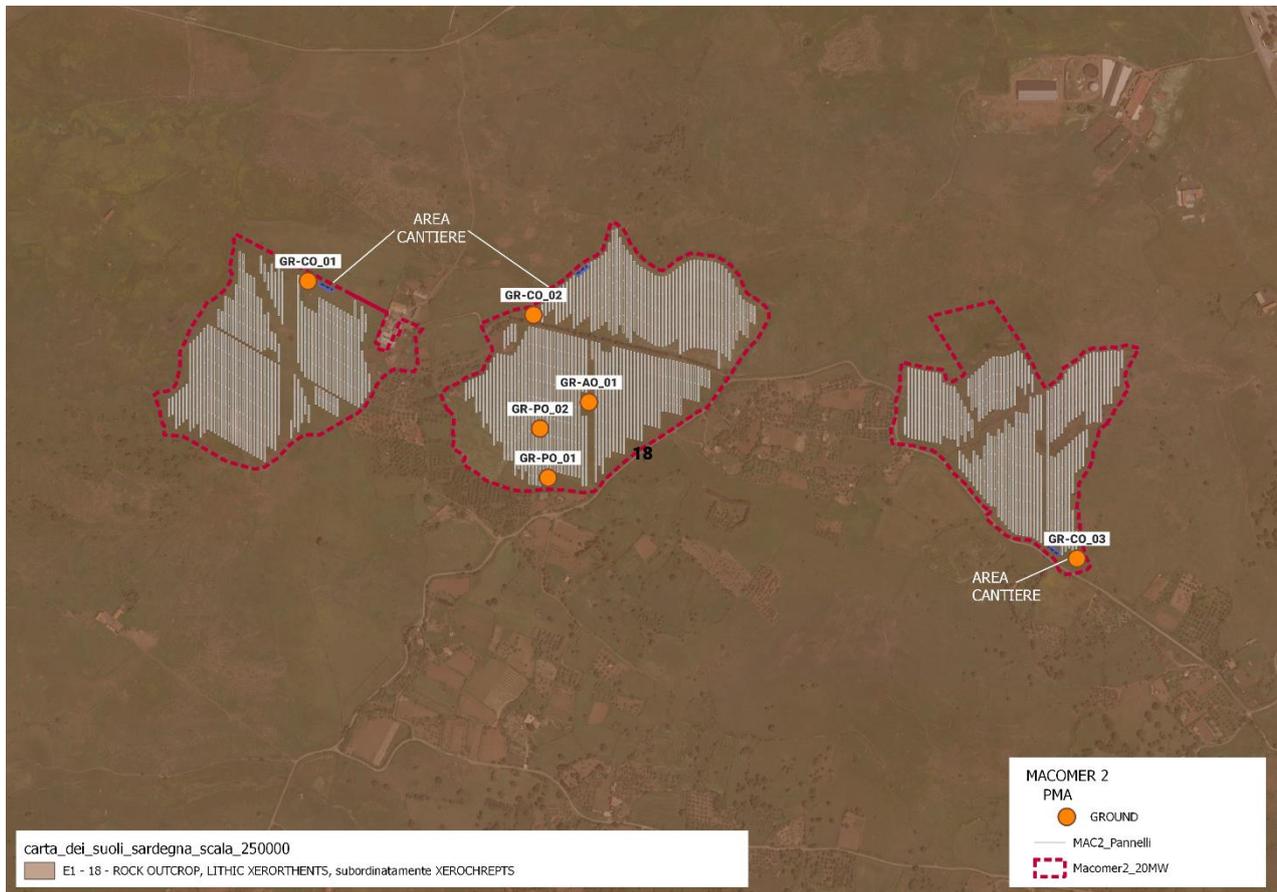


FIGURA 6 – INDIVIDUAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO

3.3.2 Monitoraggio AO

Il monitoraggio in fase di AO ha lo scopo di rendere noto il quadro iniziale relativo alle caratteristiche del terreno, al naturale arricchimento in alcuni elementi chimici e alle caratteristiche di fertilità. **Prima dell'avvio dei lavori** per la realizzazione dell'impianto si prevede di effettuare **una campagna di monitoraggio** della componente suolo e sottosuolo. Tale campagna avrà come scopo:

1. **M-1: valutazione del profilo pedologico** reale mediante analisi dei suoli negli orizzonti superficiali (topsoil) e sotto-superficiali (subsoil) attraverso minipit (o pozzetti);
2. **M-2:** il campionamento e l'**analisi chimico-fisica** del terreno.

L'analisi chimico-fisica permetterà anche di stabilire il livello di fertilità del terreno. La valutazione del profilo pedologico e il campionamento verranno effettuati in un numero di punti opportunamente scelti in base alla Carta dei suoli della Sardegna. In questo caso è stato scelto un solo punto per il monitoraggio nella fase AO:

- A. **GR-AO_01:** punto centrale rispetto all'unità stratigrafica identificata come costituente l'area di progetto.

3.3.3 Monitoraggio CO

Il monitoraggio in fase CO ha lo scopo di evidenziare eventuali alterazioni a carico del terreno come, ad esempio, l'inquinamento degli strati superficiali causato dall'accidentale sversamento di inquinanti. In questa fase si prevede di effettuare **4 campagne a cadenza trimestrale** durante le quali verrà effettuato esclusivamente il **monitoraggio dei parametri chimico-fisici (M-2)**, solo durante la prima delle 4 campagne si ripeterà un'analisi del profilo pedologico (M-1) allo scopo di confrontare lo stato ante e corso d'opera.

La localizzazione dei punti di monitoraggio, come detto, dipende dalla localizzazione delle aree logistiche di cantiere, le campagne seguiranno lo stato di avanzamento dei lavori e quindi a seconda del campo in lavorazione si sceglierà il punto per il campionamento.

I punti individuati per il monitoraggio in Tabella 8, GR-CO_01 / GR-CO_02 / GR-CO_03, si collocano in corrispondenza delle aree logistiche di cantiere per deposito e stoccaggio mezzi e materiali individuate nel layout di cantiere dal progettista.

3.3.4 Monitoraggio PO

Infine, il monitoraggio in fase PO ha il compito di evidenziare se la presenza dell'opera determina delle variazioni alle caratteristiche del suolo e/o alterazione della fertilità. Durante la vita dell'impianto si adotterà la metodologia di monitoraggio proposta dalle “Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate a impianti fotovoltaici a terra” proposta dalla Regione Piemonte (Regione Piemonte, et al., 2010). A tal fine, nella fase di esercizio dell'impianto si prevede un monitoraggio dei parametri chimico-fisici (M-1) con la seguente frequenza: **dopo 1 anno dalla realizzazione dell'impianto**, successivamente **dopo 3 e 5 anni**; a seguire si prevede un **monitoraggio quinquennale** durante l'intera vita utile dell'impianto, che si stima intorno ai 30 anni. I punti di monitoraggio individuati in Tabella 8 sono così posizionati:

- A. **GR-PO_01**: in un punto dell'impianto meno disturbato dalla presenza dei pannelli, quindi in pieno sole;
- B. **GR-PO_02**: in posizione ombreggiata, quindi al di sotto dei pannelli FV;

Il campionamento verrà realizzato tramite lo scavo di mini-profili ovvero con l'utilizzo della trivella pedologica manuale. Per garantire la rappresentatività del campione si ritiene necessario procedere al campionamento di almeno 3 punti (per il topsoil e per il subsoil). Il risultato finale sarà quindi, per ogni impianto, il prelievo di 4 campioni: due (topsoil e subsoil) rappresentativi dell'area coperta dal pannello e due (topsoil e subsoil) rappresentativi dell'area posta tra i pannelli. Ciascun campione sarà formato da 3 sottocampioni.

I campioni prelevati saranno, quindi, analizzati secondo la metodologia M-2 (analisi chimico-fisica) in modo da evidenziare le differenze nella composizione dei terreni tra quelli in posizione ombreggiata e quelli posizionati in pieno sole, oltre che per monitorare eventuali variazioni della fertilità dei terreni.

Nell'eventualità di impianti di grosse dimensioni, che coprano tipologie pedologiche evidentemente differenti, è opportuno applicare questa metodologia per ogni suolo individuato.

3.4 Ambiente idrico

Consultata la normativa di settore riguardante la componente idrica, rappresentata da:

- Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA);
- Direttiva 2006/118/CE relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento;
- Direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino (direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino);

recepite dalla normativa italiana in:

- Parte III, Sezione II – Tutela delle acque dall'inquinamento (artt. 73-140) del D.Lgs. 152/2006 e dai suoi Decreti attuativi;
- D.Lgs. n. 30/2009 per le acque sotterranee;
- D. Lgs. 190/2010 per l'ambiente marino

si ritiene che l'opera oggetto di valutazione non provochi una variazione della classe di qualità, ovvero dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici, pertanto, non si prevede alcuna interferenza con le acque superficiali. Come evidenziato anche nello Studio d'impatto ambientale, infatti, l'opera non interferisce con aree a pericolosità idraulica e/o a rischio e, laddove vi fossero interferenze con aste fluviali minori, queste sono state escluse dall'area di impianto e si è previsto il rispetto di un buffer di almeno 10 m dalle stesse.

Per tali ragioni, il monitoraggio della componente idrica verrà effettuato esclusivamente in relazione agli inquinanti non appartenenti all'elenco di priorità (Tab. 1/B del D.M. 260/2010) in tutte le fasi di vita dell'opera, mentre in fase di cantiere (CO) e in fase di esercizio (PO) verrà monitorato anche il consumo idrico e confrontato con quello stimato in fase progettuale, i cui dati sono riportati nello SIA rif. Par. 3.9.2.

3.4.1 Monitoraggio AO

In fase *ante operam* la caratterizzazione qualitativa della risorsa idrica verrà indagata consultando e acquisendo i dati relativi alle “acque” del corpo idrico più prossimo all'area di progetto, e disponibili sul portale Sardegna Ambiente, i cui campionamenti e le analisi vengono effettuati dai dipartimenti provinciali dell'ARPAS.

Alle analisi dell'ARPAS verrà affiancato un monitoraggio degli inquinanti non appartenenti all'elenco di priorità, così come definiti in Tab. 1/B del D.M. 260/2010, da effettuarsi attraverso un

campionamento ogni 4 mesi per un anno, prima della realizzazione dell'impianto, per un **totale di 3 campagne** in corrispondenza del corpo idrico più prossimo all'area di progetto.

TABELLA 9 – TABELLA 1/B – ALLEGATO 1 PARTE 1 AL D.M. 260/2010

	CAS	Sostanza	SQA-MA ⁽¹⁾ (µg/l)						
			Acque superficiali interne ⁽²⁾	Altre acque di superficie ⁽³⁾					
1	7440-38-2	Arsenico	10	5	27	62-73-7	Diclorvos	0,01	0,01
2	2642-71-9	Azinfos etile	0,01	0,01	28	60-51-5	Dimetoato	0,5	0,2
3	86-50-0	Azinfos metile	0,01	0,01	29	76-44-8	Eptaclor	0,005	0,005
4	25057-89-0	Bentazone	0,5	0,2	30	122-14-5	Fenitroion	0,01	0,01
5	95-51-2	2-Cloroanilina	1	0,3	31	55-38-9	Fention	0,01	0,01
6	108-42-9	3-Cloroanilina	2	0,6	32	330-55-2	Linuron	0,5	0,2
7	106-47-8	4-Cloroanilina	1	0,3	33	121-75-5	Malation	0,01	0,01
8	108-90-7	Clorobenzene	3	0,5	34	94-74-6	MCPA	0,5	0,2
9	95-57-8	2-Clorofenolo	4	1	35	93-65-2	Mecoprop	0,5	0,2
10	108-43-0	3-Clorofenolo	2	0,5	36	10265-92-6	Metamidofos	0,5	0,2
11	106-48-9	4-Clorofenolo	2	0,5	37	7786-34-7	Mevinfos	0,01	0,01
12	89-21-4	1-Cloro-2-nitrobenzene	1	0,2	38	1113-02-6	Ometoato	0,5	0,2
13	88-73-3	1-Cloro-3-nitrobenzene	1	0,2	39	301-12-2	Ossidemeton-metile	0,5	0,2
14	121-73-3	1-Cloro-4-nitrobenzene	1	0,2	40	56-38-2	Paration etile	0,01	0,01
15	-	Cloronitrotolueni ⁽⁴⁾	1	0,2	41	298-00-0	Paration metile	0,01	0,01
16	95-49-8	2-Clorotoluene	1	0,2	42	93-76-5	2,4,5 T	0,5	0,2
17	108-41-8	3-Clorotoluene	1	0,2	43	108-88-3	Toluene	5	1
18	106-43-4	4-Clorotoluene	1	0,2	44	71-55-6	1,1,1 Tricloroetano	10	2
19	74440-47-3	Cromo totale	7	4	45	95-95-4	2,4,5-Triclorofenolo	1	0,2
20	94-75-7	2,4 D	0,5	0,2	46	120-83-2	2,4,6-Triclorofenolo	1	0,2
21	298-03-3	Demeton	0,1	0,1	47	5915-41-3	Terbutilazina (incluso metabolita)	0,5	0,2
22	95-76-1	3,4-Dicloroanilina	0,5	0,2	48	-	Composti del Trifenilstagno	0,0002	0,0002
23	95-50-1	1,2-Diclorobenzene	2	0,5	49	1330-20-7	Xileni ⁽⁵⁾	5	1
24	541-73-1	1,3-Diclorobenzene	2	0,5	50		Pesticidi singoli ⁽⁶⁾	0,1	0,1
25	106-46-7	1,4-Diclorobenzene	2	0,5	51		Pesticidi totali ⁽⁷⁾	1	1
26	120-83-2	2,4-Diclorofenolo	1	0,2					

Note alla tabella 1/B

(1) Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQA-MA).

(2) Per acque superficiali interne si intendono i fiumi, i laghi e i corpi idrici artificiali o fortemente modificati.

(3) Per altre acque di superficie si intendono le acque marino-costiere e le acque transizione.

Nel caso in cui, in questa fase, non si riscontri il rispetto degli Standard di Qualità Ambientale di Media Annuo (SQA-MA) per i parametri monitorati si informerà immediatamente l'ente di competenza (ARPAS) affinché indagli le cause e adotti immediate misure mitigative.

In linea generale, la determinazione dei parametri analitici richiede un preciso trattamento dei campioni di acqua (conservazione in bottiglie scure o chiare in plastica o in vetro, tempo massimo di determinazione dei parametri dal momento del campionamento, temperatura di conservazione del campione) che varia in funzione del parametro e che pertanto è responsabilità degli operatori che effettuano il campionamento e l'analisi in laboratorio attenzionare.

3.4.2 Monitoraggio CO

In fase di costruzione dell'impianto si prevede il prelievo di campioni dei corpi idrici più prossimi all'area di progetto e, anche in questo caso, l'analisi chimica relativa agli inquinanti non appartenenti

all'elenco di priorità, così come definiti in Tab. 1/B del D.M. 260/2010. A tal proposito si prevedono **4 campagne di monitoraggio a cadenza trimestrale** durante le diverse fasi di realizzazione dell'impianto e l'analisi di laboratorio dovrà restituire valori degli inquinanti conformi agli Standard di Qualità Ambientale di Media Annuale (SQA-MA).

In questa fase, verrà monitorato anche il consumo idrico legato alle attività di cantiere al fine di dimostrare la coerenza delle stime rispetto ai consumi effettivi. A tal proposito, verranno redatti dei report mensili in cui saranno riportati i dati di consumo effettivo d'acqua in relazione ad ogni tipologia di attività di cantiere che richieda l'impiego di risorse idriche.

TABELLA 10 – STIMA FABBISOGNO IDRICO FASE DI CANTIERE

FASE CANTIERE (durata 54 settimane)	
OPERAZIONI	CONSUMI IDRICI [mc]
Bagnatura terreno	560
Irrigazione per attecchimento	150
Serbatoio fossa settica	12
Pulizia pannelli	104
TOTALE	826

3.4.3 Monitoraggio PO

Per il monitoraggio relativo alla fase di esercizio dell'impianto della componente idrica verranno utilizzati i dati dell'ARPAS relativi ai corpi idrici più prossimi all'impianto con cadenza annuale.

Inoltre, verrà monitorato il consumo idrico legato alle attività di pulizia dei pannelli, manutenzione e gestione delle aree a verde. A tal proposito, verranno redatti dei report annuali in cui saranno riportati i dati di consumo effettivo d'acqua in relazione ad ogni tipologia di attività che richieda l'impiego di risorse idriche al fine di dimostrare la coerenza delle stime rispetto ai consumi effettivi.

TABELLA 11 – STIMA FABBISOGNO IDRICO FASE DI ESERCIZIO

FASE ESERCIZIO		
OPERAZIONI	CONSUMI IDRICI [mc] annuali	CONSUMI IDRICI [mc] 30 anni
Irrigazione	150	740
Pulizia pannelli	104	6540
TOTALE	254	3420

3.5 Ecosistema e Biodiversità

Oggetto del monitoraggio è la comunità biologica, rappresentata dalla vegetazione naturale e seminaturale e dalle specie appartenenti alla flora e alla fauna (con particolare riguardo a specie e habitat inseriti nella normativa comunitaria, nazionale e regionale), le interazioni svolte all'interno della comunità e con l'ambiente abiotico, nonché le relative funzioni che si realizzano a livello di ecosistema.

L'obiettivo delle indagini è quindi il monitoraggio delle popolazioni animali e vegetali, delle loro dinamiche, delle eventuali modifiche della struttura e composizione delle biocenosi e dello stato di salute delle popolazioni di specie target, indotte dalle attività di cantiere e/o dall'esercizio dell'opera.

3.5.1 Flora e vegetazione

L'obiettivo del monitoraggio consiste nella caratterizzazione delle fasce di mitigazione e compensazione e successiva salvaguardia della qualità delle popolazioni dal punto di vista fitosanitario, ecologico e delle relazioni tra fitocenosi e contesto territoriale interessato. Oggetto del monitoraggio è la vegetazione naturale e seminaturale, le interazioni svolte all'interno della comunità e con l'ambiente abiotico.

Nel contesto del progetto è prevista la messa a dimora di ulivo nella fascia di mitigazione perimetrale, e roverella nelle aree di compensazione, il mantenimento di alcune aree come da stato attuale e la semina del prato polifita di leguminose migliorato con veccia e trifoglio con lo scopo di migliorare la fertilità del terreno.

Il rilevamento di queste componenti si basa su transetti con una lunghezza di circa 100 m. Dal punto di inizio transetto al punto di fine transetto, indicati con numeri progressivi, si dovranno raccogliere informazioni relative alle specie presenti, corredando l'analisi a una documentazione fotografica georeferenziata. La documentazione viene poi confrontata con lo stato *ante operam* disponibile nell'allegato fotografico dello studio botanico-faunistico (codice elaborato MAC2-IAR07). Il censimento delle specie vegetali dovrà inoltre evidenziare se le specie osservate sono specie protette o a rischio estinzione (secondo le liste rosse IUCN) o se si tratta di specie alloctone.

TABELLA 12 – GEOLOCALIZZAZIONE TRANSETTI MONITORAGGIO FLORA E VEGETAZIONE

Transetti monitoraggio flora				
Nome transetto	Lunghezza	Identificativo	Coordinate SR: WGS84	Localizzazione
SMF_01	100 m	SMF_01A	8.7543108, 40.2263584	Lotto Ovest
		SMF_01B	8.7553508, 40.2259371	

SMF_02	100 m	SMF_02A SMF_02B	8.7559014, 40.2231235 8.7569282, 40.2235724	Lotto Ovest
SMF_03	100 m	SMF_03A SMF_03B	8.7590087, 40.2237220 8.7596365, 40.2229597	Lotto Centro
SMF_04	100 m	SMF_04A SMF_04B	8.7629880, 40.2229574 8.7639743, 40.2234602	Lotto Centro
SMF_05	100 m	SMF_05A SMF_05B	8.7698353, 40.2225925 8.7705807, 40.2218922	Lotto Est



FIGURA 7 - INDIVIDUAZIONE TRANSETTI PER IL MONITORAGGIO DELLA FLORA

3.5.1.1 STATO FITOSANITARIO

Il monitoraggio dello stato fitosanitario prevede la raccolta di informazioni non solo relative alla presenza di mortalità, patologie, parassitosi, ma anche relative ad altezza e diametro degli esemplari o delle popolazioni coinvolte. Lo stato fitosanitario può essere quindi dedotto dall'analisi dei seguenti indicatori:

- presenza di patologie/parassitosi;

- alterazioni della crescita;
- tasso di mortalità/infestazione delle specie chiave.

I potenziali parassiti che possono interessare la *Olea europaea* L. sono:

- **Funghi:** le sue problematiche fungine riguardano in particolare i nuovi impianti e causano danni all'apparato fogliare a causa del *Verticillium dahliae* (verticilloso);
- **Insetti:** i più frequenti fitofagi sono il tefritide *Bactrocera oleae* (mosca olearia), il rincote *Philaenus spumarius* (sputacchina), le cocciniglie *Saissetia oleae* (cocciniglia mezzo grano di pepe) e *Lichtensia viburni* (cocciniglia cotonosa) i lepidotteri *Prays oleae* (tignola dell'olivo) e i rodilegno *Zeuzera pytina* e *Cossus cossus*, il coleottero curculionide *Otiorhynchus cribricollis*.

Il monitoraggio dello stato fitosanitario verrà realizzato con la frequenza che segue:

- **Monitoraggio AO:** una campagna di monitoraggio in cui vengano definite quali sono le specie che popolano l'area e il loro stato fitosanitario. Tale monitoraggio s'intende eseguito in fase di sopralluogo della biologa che, a tal proposito, redige due elaborati: un Relazione botanico-faunistica (MAC2-IAR06) e un Allegato fotografico alla botanico-faunistica (MAC2-IAR07).
- **Monitoraggio CO:** 4 campagne di monitoraggio totali, una ogni 3 mesi, durante le quali venga valutato lo stato di salute delle specie conservate e delle aree destinate alla rinaturalizzazione. Contestualmente verrà monitorato lo stato di crescita e il tasso di mortalità delle specie di nuovo impianto ricadenti lungo la fascia di mitigazione e nelle aree di compensazione.
- **Monitoraggio PO:** 1 campagna di monitoraggio con cadenza semestrale, per un totale di 4 campagne durante i primi 2 anni di esercizio dell'impianto e una campagna annuale dal terzo al quinto anno atte a verificare lo stato di salute e il tasso di mortalità degli esemplari piantati lungo la fascia di mitigazione e nelle aree destinate alla compensazione, con i seguenti obiettivi specifici:
 - reintegrazione delle fallanze;
 - potatura annuale per la rimozione del secco di tutti gli alberi di nuovo impianto;
 - verifiche dei pali tutori e dei legacci con consolidamento del fusto;
 - intervento di controllo fitosanitario ed eventuale intervento antiparassitario sulle alberature;
 - rimozione della vegetazione infestante con lavorazione meccanica;

- alla fine del terzo anno dovranno essere rimossi i pali tutori.

Successivamente, e fino alla fine della vita utile dell'impianto, si prevede un monitoraggio annuale delle colture.

3.5.1.2 STATO DELLE POPOLAZIONI

Lo stato delle popolazioni può essere caratterizzato attraverso l'analisi dei seguenti indicatori:

- condizioni e *trend* di specie o gruppi di specie vegetali selezionate;
- comparsa/aumento delle specie alloctone, sinantropiche e ruderali.

Il monitoraggio dello stato delle popolazioni è strettamente legato alla presenza di popolazioni nell'area di progetto e sarà così cadenzato:

- nella **fase AO** verrà effettuata una campagna i cui risultati vengono riportati in Relazione botanico-faunistica (MAC2-IAR06) e Allegato fotografico alla botanico-faunistica (MAC2-IAR07);
- in **CO** si prevede di effettuare 4 campagne di monitoraggio a cadenza trimestrale per il controllo delle popolazioni individuate e che si conservano;
- durante il **PO** si opererà una campagna annuale per il controllo delle popolazioni preesistenti ed eventuali nuove popolazioni nelle aree di compensazione.

3.5.1.3 STATO DEGLI HABITAT

La caratterizzazione degli habitat è articolata su basi qualitative (variazione nella composizione specifica) e quantitative (variazioni nell'estensione), tenendo conto dei seguenti indicatori:

- frequenza delle specie ruderali, esotiche e sinantropiche;
- conta delle specie target suddivise in classi di età (plantule, giovani, riproduttori);
- rapporto tra specie alloctone e specie autoctone;
- grado di conservazione/estensione habitat d'interesse naturalistico.

Anche il monitoraggio dello stato degli habitat dipende dalla presenza di habitat nell'area considerata e si seguirà le tempistiche previste per il monitoraggio dello stato delle popolazioni nelle varie fasi AO, CO, PO.

3.5.2 Fauna

Il monitoraggio interesserà la comunità biologica rappresentata dalla fauna selvatica presente nell'area. L'analisi è rivolta alle interazioni all'interno della comunità e con l'ambiente biotico, nonché le relative funzioni che si realizzano a livello di ecosistema. L'obiettivo è quindi il monitoraggio delle popolazioni animali, delle loro dinamiche, delle eventuali modifiche della struttura e composizione delle biocenosi e dello stato di salute delle popolazioni di specie *target*, indotte dalle attività di cantiere e/o dall'esercizio dell'opera.

Nel presente paragrafo sono individuati:

- *taxa* ed associazioni tassonomiche e funzionali;
- scale temporali e spaziali d'indagine;
- metodologie di rilevamento e analisi dei dati biotici e abiotici.

Lo studio suddivide la fauna in base ai gruppi tassonomici chiave e specifica per ciascuna di esse la frequenza dei campionamenti, la relativa intensità sul territorio (densità numero dei prelievi, lunghezza dei transetti etc.), la durata e la tempistica.

Il monitoraggio *ante operam* prevede la caratterizzazione delle zoocenosi presenti in area vasta e nell'area direttamente interessata dal progetto. Il monitoraggio in corso e *post operam* verifica l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza e nella struttura delle cenosi precedentemente individuate.

I parametri da monitorare sono sostanzialmente relativi allo stato degli individui delle popolazioni appartenenti alle specie *target* selezionate. Una caratterizzazione faunistica è conseguita attraverso sopralluoghi effettuati nell'area di interesse.

3.5.2.1 MONITORAGGIO AVIFAUNA

Per il monitoraggio dell'avifauna si prevede di applicare il modello **BACI**, acronimo di **Before After Control Impact** (Green, 1979). Tale modello si basa sul principio per cui le comunità ecologiche, se sottoposte a condizionamenti esterni dovuti alla presenza dell'uomo, subiscono inevitabilmente delle trasformazioni. Tale approccio stima l'impatto di un'opera o di una perturbazione ambientale sul territorio prendendo come riferimento il confronto con un'area di controllo, dalle caratteristiche simili e su cui non si rilevano attività antropiche.

Al fine di realizzare lo studio è necessario dunque avere a disposizione dati di osservazione sia dell'area direttamente analizzata, sia di aree simili per conformazione ambientale e territoriale, che non

saranno interessate dalla realizzazione del progetto, dette aree di controllo, in modo da evidenziare le eventuali trasformazioni degli equilibri ecologici della zona.

La metodologia per il monitoraggio dell'avifauna consiste nella scelta di localizzazione di transetti lineari nei quali verranno eseguite le seguenti operazioni:

- effettuare il riconoscimento delle specie tramite avvistamento diretto;
- annotare i punti in cui è avvenuto l'ascolto del verso.

Il monitoraggio viene realizzato in fase *Ante Operam*, in *Corso d'Opera* e *Post Operam* e prevede campagne di osservazione condotte nel periodo primaverile/estivo.

Il censimento avifaunistico viene effettuato da operatori, i quali, percorrendo i transetti, indicheranno su una scheda da campo le specie, identificate a vista o al canto, attribuendo ad ogni individuo segnalato i seguenti codici:

Cod.	Descrizione
GA	Generico avvistamento
MC	Maschio in canto o attività territoriale
IV	Individuo in volo di spostamento
NI	Nidiata o giovane appena involato
AR	Attività riproduttiva (individuo con imbeccata o con materiale per il nido)
M	Maschio
F	Femmina

Questi codici si applicano ad ogni segnalazione e costituiscono informazioni supplementari relative al popolamento dell'area e sulle potenziali nidificazioni presenti. Le informazioni raccolte durante le indagini vengono poi divise in base agli esemplari individuati entro un intervallo di circa 100 m di raggio dalla posizione dell'osservatore.

I transetti vengono mantenuti nelle successive fasi di monitoraggio. Di seguito viene mostrata la posizione dei transetti di osservazione. Con le lettere sono indicati i punti di monitoraggio nelle aree di progetto, con i numeri invece i punti di monitoraggio nelle aree di controllo.

TABELLA 13 – GEOLOCALIZZAZIONE TRANSETTI MONITORAGGIO AVIFAUNA

Transetti monitoraggio avifauna				
Nome transetto	Lunghezza	Identificativo	Coordinate SR: WGS84	Localizzazione
SMA_01	100 m	SMA_01A	8.7543108, 40.2263584	Lotto Ovest

		SMA_01B	8.7553508, 40.2259371	
SMA_02	100 m	SMA_02A	8.7629880, 40.2229574	Lotto Centro
		SMA_02B	8.7639743, 40.2234602	
SMA_03	100 m	SMA_03A	8.7698353, 40.2225925	Lotto Est
		SMA_03B	8.7705807, 40.2218922	

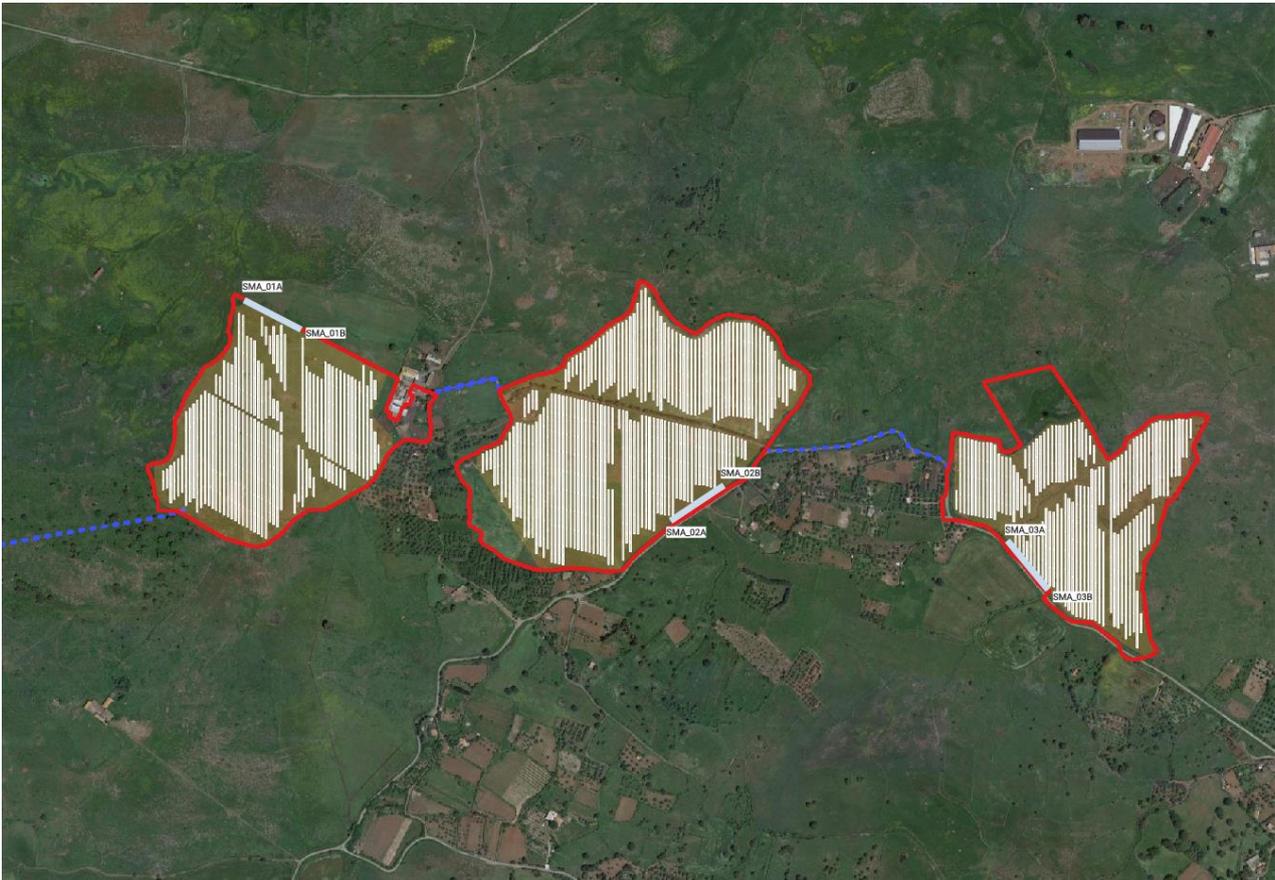


FIGURA 8 - INDIVIDUAZIONE DEI TRANSETTI PER IL MONITORAGGIO DELL'AVIFAUNA

È preferibile effettuare i rilevamenti durante la massima attività dell'avifauna, ossia tra l'alba e la metà della mattinata, ma l'orario può variare in base alle condizioni climatiche e della luce nel caso sussistano particolari necessità organizzative. La frequenza delle indagini è annuale e si riferisce al periodo compreso tra fine maggio e inizio giugno di ogni anno, al fine di evitare il principale flusso migratorio primaverile (e quindi il conteggio degli individui di passo) e allo stesso tempo di concentrare i rilevamenti all'interno del periodo in cui si ha la massima attività canora territoriale degli individui e di conseguenza la maggiore probabilità di rilevarli (Bani L., 2015). Verrà inoltre condotta un'osservazione dell'ambiente circostante lungo il transetto, al fine di poter riferire eventuali cambiamenti di natura del popolamento o dell'ambiente.

I dati raccolti nelle differenti fasi di monitoraggio saranno utili alla comprensione della biodiversità dell'ecosistema. Per ogni transetto verrà eseguita una descrizione dell'ambiente riportandone la lunghezza ed i percorsi.

Per ogni punto di monitoraggio, saranno descritte le comunità censite, fornendo i valori dei seguenti indici:

- **Indice di ricchezza:** che rappresenta il numero di specie rilevate;
- **Indice dei nidificanti:** rappresenta la stima delle coppie nidificanti sulla base dei risultati dei rilievi effettuati in stagione estiva entro i 100 m dal transetto, sulla base dei codici utilizzati per i censimenti.
- **Indice di Shannon-Wiener (1963):** indice utilizzato per stabilire la complessità di una comunità calcolato col seguente algoritmo:

$$\text{Diversità (H')} = -\sum (ni/N) * \ln (ni/N)$$

Dove:

- **ni** = numero di individui in un taxon (o unità tassonomica), è un raggruppamento di organismi reali, distinguibili morfologicamente e geneticamente da altri e riconoscibili come unità sistematica, posizionata all'interno della struttura gerarchica della classificazione scientifica;
- **N** = numero totale di individui.

L'*indice di Shannon-Wiener* misura la probabilità che un individuo preso a caso dalla popolazione appartenga ad una specie differente da una specie estratta in un precedente ipotetico prelievo; è il più diffuso indice di diversità e tiene conto sia del numero di specie sia delle abbondanze relative delle medesime. Maggiore è il valore di **H'**, maggiore è la biodiversità. Esso varia potenzialmente tra 0 (tutti gli individui appartengono alla stessa specie) e infinito (per popolazioni infinite formate da infinite specie), i valori misurati in comunità reali variano generalmente tra 1,5 e 3,5.

Le informazioni raccolte verranno poi riportate in report riferiti ai transetti di monitoraggio, aggiornati nel corso delle indagini previste. Per completare l'analisi e la restituzione dei dati, si effettuerà il calcolo e il confronto dei valori di coppie nidificanti e del valore ecologico delle stesse.

Oltre l'osservazione nei transetti definiti precedentemente si dovrà tenere conto dell'eventuale occupazione dei nidi artificiali posti all'interno dell'area di progetto e l'eventuale presenza di nidi naturali realizzati dagli animali.

Per l'elaborazione dei dati si valuterà il modello statistico più adatto alle esigenze di tale monitoraggio.

3.5.2.2 MONITORAGGIO ERPETOFAUNA

Il censimento dell'erpetofauna consiste nell'individuazione di transetti, al fine di verificare l'eventuale presenza di erpetofauna, e, qualora riscontrata, le specie presenti nell'area per effettuare, successivamente, un'analisi quali-quantitativa del popolamento. I transetti sono posti sempre lungo la fascia di mitigazione perimetrale in quanto occupata da vegetazione che può favorire la frequentazione da parte di piccoli animali, soprattutto rettili.

Nei censimenti a vista l'unità di campionamento è costituita generalmente da un transetto lineare di lunghezza prestabilita; vengono contati gli esemplari che si osservano a sinistra e a destra della linea che si sta percorrendo. Per ottenere informazioni utili nell'area studio sono identificati 10 transetti lunghi circa 100 metri e larghi 2 metri. Nel censimento a vista, i transetti devono essere percorsi a piedi in modo da coprire i principali tipi di ambienti presenti nell'area indagata e quindi è necessario definire e strutturare gli habitat in cui si effettua il censimento e i punti di maggiore attenzione in ognuno di essi, come le migliori aree di termoregolazione (aree aperte, cumuli di detriti, fascine di legna, ecc), facendo attenzione agli ambienti caratteristici tipici di ogni specie.

TABELLA 14 – GEOLOCALIZZAZIONE TRANSETTI MONITORAGGIO ERPETOFAUNA

Transetti monitoraggio erpetofauna				
Nome transetto	Lunghezza	Identificativo	Coordinate SR: WGS84	Localizzazione
SME_01	100 m	SME_01A	8.7543108, 40.2263584	Lotto Ovest
		SME_01B	8.7553508, 40.2259371	
SME_02	100 m	SME_02A	8.7534665, 40.2253195	Lotto Ovest
		SME_02B	8.7528927, 40.2245222	
SME_03	100 m	SME_03A	8.7590087, 40.2237220	Lotto Ovest
		SME_03B	8.7596365, 40.2229597	
SME_04	100 m	SME_04A	8.7589956, 40.2237266	Lotto Centro
		SME_04B	8.7596477, 40.2229428	
SME_05	100 m	SME_05A	8.7629880, 40.2229574	Lotto Centro
		SME_05B	8.7639743, 40.2234602	
SME_06	100 m	SME_06A	8.7608204, 40.2254848	Lotto Centro
		SME_06B	8.7617805, 40.2260139	
SME_07	100 m	SME_07A	8.7698353, 40.2225925	Lotto Est

		SME_07B	8.7705807, 40.2218922	
SME_08	100 m	SME_08A	8.7734542, 40.2237126	Lotto Est
		SME_08B	8.7729387, 40.2228954	



FIGURA 9 - INDIVIDUAZIONE DEI TRANSETTI PER IL MONITORAGGIO DELL'ERPETOFAUNA

Il censimento verrà condotto una volta l'anno secondo la seguente metodologia:

- L'osservazione verrà effettuata con percorsi rappresentativi degli habitat che mostrano caratteristiche microclimatiche idonee alla presenza delle specie;
- I transetti potranno essere percorsi in periodo tardo primaverile/estivo nella tarda mattinata quando le condizioni di luce sono favorevoli e quando si ha il picco del periodo riproduttivo delle specie;
- I transetti verranno percorsi da una coppia di operatori che dovranno cercare le specie lungo i transetti e nei possibili nascondigli. Un operatore annoterà le specie riconosciute ed il numero di individui (oltre che le loro dimensioni), individuando le coperture percentuali degli habitat nel sito monitorato; l'altro operatore dovrà invece, se fattibile, fotografare l'area indagata e le specie annotate sulla scheda.

I transetti saranno mantenuti nelle successive fasi di monitoraggio. I dati raccolti nel corso delle campagne di monitoraggio potranno offrire un'indicazione relativa alla diversità della comunità dell'ecosistema studiato. Si prevede inoltre la georeferenziazione dei transetti e la descrizione degli ambienti indagati per ogni singolo transetto. I risultati di ogni stazione saranno disposti in opportune schede contenenti:

- Il numero di individui per ogni specie osservata;
- L'iscrizione alle liste di specie di interesse comunitario (all. II e IV della direttiva 92/43/CEE);
- La ricchezza in specie;
- Le elaborazioni statistiche integrate da tabelle e grafici esplicativi.

Infine, verranno calcolati gli indici di abbondanza correlando il numero di esemplari con lo sforzo orario di campionamento secondo la seguente formula:

$$IA = [(n^{\circ} \text{ esemplari/ore}) * (n^{\circ} \text{ operatori})];$$

3.5.2.3 MONITORAGGIO CHIROTTERI

La tecnica di monitoraggio adottata per il censimento dei chirotteri consiste nel rilevamento tramite **bat detector** lungo transetti che restituisce una valutazione qualitativa delle specie presenti (ricchezza di specie) e i conteggi presso i **roosts** (posatoi, siti di rifugio) estivi, riproduttivi o di ibernazione, che invece forniscono una quantificazione delle popolazioni (Battersby, 2010) (Agnelli P., 2004).

Il censimento dei chirotteri avverrà una volta all'anno nel periodo notturno e si utilizzerà un **bat detector** per la rilevazione degli ultrasuoni attraverso i quali sarà possibile il riconoscimento delle singole specie. Il dispositivo rileva gli impulsi di ecolocalizzazione emessi dai microchirotteri (sottordine dei chirotteri a cui appartengono tutte le specie italiane), che, opportunamente classificati, consentono il riconoscimento a livello di specie. Non si prevede intrappolamento.

TABELLA 15 - CARATTERISTICHE E INDIVIDUAZIONE DEI TRANSETTI PER IL MONITORAGGIO DEI CHIROTTERI

Transetti monitoraggio chirotteri				
Nome transetto	Lunghezza	Identificativo	Coordinate SR: WGS84	Localizzazione
SMC_01	100 m	SMC_01A	8.7534665, 40.2253195	Lotto Ovest
		SMC_01B	8.7528927, 40.2245222	
SMC_02	100 m	SMC_02A	8.7629880, 40.2229574	Lotto Centro
		SMC_02B	8.7639743, 40.2234602	
SMC_03	100 m	SMC_03A	8.7734542, 40.2237126	Lotto Est

	SMC_03B	8.7729387, 40.2228954
--	---------	-----------------------



FIGURA 10 - INDIVIDUAZIONE DEI TRANSETTI PER IL MONITORAGGIO DEI CHIROTTERI

In genere l'indagine può essere eseguita o nel periodo primaverile (marzo-aprile-maggio) o estivo (giugno-luglio-agosto), corrispondente al periodo di massima attività di questi mammiferi. I censimenti della chiroterofauna devono avvenire di notte; tendenzialmente tra le ore 21.30 e le 01.00 (periodo di massima attività degli individui dopo il crepuscolo). I transetti verranno percorsi a piedi e verrà attivato lo strumento per registrare le frequenze di emissione dei chiroteri che vanno da 14.000 Hz a 100.000 Hz.

Durante il periodo di ispezione, i diversi ambienti del sito verranno attraversati ripetutamente al fine di aumentare le probabilità di rilevamento di specie con diversi tempi di emergenza dai *roosts*. I transetti (percorsi a piedi o in auto) sono selezionati su una griglia regolare di lato 100x100 m che ricopre l'area di indagine e corrispondono ad un lato di griglia o con la sua diagonale. Il conteggio presso i *roosts* presuppone un'attenta ricerca dei siti idonei nell'area di studio (edifici, cavità naturali e artificiali). Una volta individuato il *roost*, si può procedere al conteggio al suo interno oppure al conteggio dei soggetti al momento dell'involò.

L'uso di fototrappole opportunamente collocate all'uscita/e del *roost* facilita un più preciso conteggio dei soggetti; in generale è preferibile ripetere i conteggi in giorni diversi. Il conteggio effettuato all'interno del *roost* richiede molta cautela e preparazione, in particolare durante la fase di ibernazione e qualora si tratti di *roost* riproduttivi.

Il numero totale di chiroteri presenti in una data area può essere espresso sommando le osservazioni condotte ai singoli *roost*: se il totale viene diviso per la superficie dell'area di studio, si otterrà la densità di chiroteri presenti (T. H. Kuntz, 1996).

Inoltre, come nel caso dell'avifauna, sarà importante effettuare una valutazione secondo l'approccio *BACI*, oltre che dell'occupazione delle **Bat Box** poste all'interno delle aree di progetto da parte dei chiroteri.

3.5.2.4 MONITORAGGIO CONIGLIO SELVATICO (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS L.*)

Le metodologie adottate nello studio per la stima della grandezza di popolazione per il coniglio selvatico sono di due tipologie: la conta delle pallottole fecali (*pellet count*) e il censimento delle tane occupate e/o delle latrine e i **conteggi notturni con faro**.

Il conteggio diretto è un'operazione che viene effettuata di notte, lungo dei transetti prestabiliti e di lunghezza nota o punti fissi di osservazione, e il conteggio delle pallottole fecali è un metodo indiretto che si basa sull'assunto che esiste un'emissione giornaliera di feci per coniglio relativamente costante e nota, correlata alla reale abbondanza della specie. Una delle differenze tra i due metodi è che il primo restituisce densità relative mentre il secondo densità assolute, che permettono di poter giungere alla stima della grandezza effettiva della popolazione. Per questo motivo il metodo di conteggio delle pallottole fecali, introdotto per il coniglio da Taylor e Williams (R. H. Taylor, 1956), viene largamente utilizzato ed è ritenuto tra i più attendibili oggi disponibili. Verrà utilizzato in particolare il conteggio diretto notturno durante la stagione primaverile, e il *pellet count* nel periodo estivo.

PELLET COUNT

Il metodo del conteggio delle pallottole fecali è indiretto e assoluto, poiché consente di calcolare la densità di individui su unità di superficie, raccogliendo testimonianze dell'attività dell'animale, e, allo stesso tempo, consente una valutazione del numero effettivo degli individui o della densità della specie nell'area campione.

La conta degli escrementi terrà conto degli esemplari maschi e femmine (la forma è diversa per una precisa diversità morfologica anatomica) e delle dimensioni degli escrementi che indicano se trattasi di esemplari giovani e/o adulti nel gruppo.

Per mettere in pratica questo metodo è necessario scegliere delle aree campione che siano rappresentative del territorio studiato. All'interno di ogni area campione sono scelti in maniera casuale dei punti di conteggio, che saranno georeferenziati con GPS e resi individuabili all'operatore tramite segnalazione sul terreno. I punti di osservazione corrisponderanno ad altrettante aree di conteggio dalla superficie nota all'interno delle quali le pallottole fecali vengono prima rimosse per l'azzeramento e successivamente contate dopo un intervallo di tempo noto.

L'algoritmo che permette di associare il numero di pallottole fecali rinvenute durante il conteggio alla densità di individui è quello proposto da Eberhardt e Van Etten (R. C. Van Etten, 1965) attraverso l'espressione:

$$N = m / (g * t)$$

in cui **N** è la densità di individui per unità di superficie campionata, ma è il numero di pallottole su ciascuna superficie campione, **g** è la produzione giornaliera di pallottole fecali per coniglio e **t** è il periodo di tempo nel quale queste sono state depositate. Si procede poi a calcolare la media della densità cunicola registrata nei vari punti di osservazione relativi ad una determinata area campione, moltiplicandone il valore per stimare il numero di animali presenti sull'intera area.

CONTEGGIO DIRETTO CON FARO

Il conteggio dei conigli selvatici lungo ogni transetto sarà effettuato con il metodo di censimento notturno con i fari. Questi, manovrati a mano, avranno un raggio utile di 150 m circa. I conteggi saranno realizzati in un arco temporale compreso tra un'ora dopo il tramonto e le ore 0:30 del giorno successivo.

La localizzazione geografica di ogni coniglio osservato sarà derivata utilizzando un programma GIS, attraverso la georeferenziazione con un GPS tipo *Garmin*, il punto geografico sul tratto dell'itinerario perpendicolare rispetto alla posizione del coniglio e stimando la distanza anche con l'uso di un telemetro. Su un'apposita scheda saranno riportate quindi le coordinate e l'orario di ogni avvistamento, annotando anche l'età (adulto o giovane) di ogni individuo e la tipologia ambientale in cui veniva osservato il coniglio.

ANALISI E REGISTRAZIONE DEI DATI

I dati registrati verranno elaborati e riportati in un *report* di fine campagna. Tutte le elaborazioni verranno effettuate per verificare ricchezza e complessità delle diverse specie. In fase d'opera la modifica di alcuni parametri come la scomparsa di specie, porteranno ad una ulteriore verifica ed alla messa in atto di misure di compensazione. Il monitoraggio della fauna *ante operam*, sarà limitato alle

stagioni effettivamente intercorrenti tra la conclusione del Provvedimento Autorizzatorio e la data effettiva di inizio lavori (Pantelleria, 2020).

3.6 Paesaggio

Il monitoraggio della componente paesaggio sarà strettamente correlato alle altre componenti ambientali. Per tale componente è importante la valutazione approfondita degli impatti potenziali attesi su patrimonio culturale e beni paesaggistici con la relativa analisi dello stato ante per operare in maniera opportuna attraverso l'introduzione di misure mitigative e compensative.

Per tale componente non è ancora prevista una metodologia univoca in quanto le relative linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale non contengono ancora un capitolo dedicato al paesaggio, anche se lo prevedono. Ciononostante, considerato che la componente paesaggio è una di quelle sulle quali si prevedono gli impatti maggiori dovuti all'inserimento dell'opera nel contesto territoriale, si prevede comunque il suo monitoraggio.

Il monitoraggio del sistema paesaggio sarà predisposto per tutte le fasi di vita dell'opera, in quanto un opportuno monitoraggio della componente paesaggio è lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente 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 coerenti con le previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA (ISPRA, et al., 2021).

Durante le attività di monitoraggio verrà verificata la possibile insorgenza di impatti sulla sensibilità paesaggistica (sottrazione di elementi caratteristici del paesaggio, alterazione della percezione da punti di vista privilegiati, etc.) e verranno evidenziati eventuali criticità legate principalmente ai seguenti parametri:

- **INTRUSIONE FISICA:** ovvero verificare se il progetto provoca l'inserimento di elementi incongrui ai caratteri peculiari del paesaggio.
- **QUINTA VISIVA:** verificare che il progetto o i lavori per la sua realizzazione non implichi cambiamenti importanti tali da modificare lo skyline naturale ed antropico del paesaggio circostante;
- **RELAZIONI VISIVE:** verificare che il progetto non provochi alterazioni delle relazioni visive che insistono sul territorio e, quindi, anche che la morfologia degli elementi naturali e antropici risulti invariata.

LOCALIZZAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO

Per quanto riguarda la localizzazione dei punti di monitoraggio, nello studio d'impatto ambientale, così come nella relazione paesaggistica, vengono riportati alcuni punti di interesse utilizzati per l'analisi dell'impatto estetico-percettivo dell'opera.

La scelta dei punti di osservazione si basa sulle reti di fruizione del paesaggio, ovvero i luoghi caratteristici del territorio che un utente privilegia in funzione della panoramicità o storicità dei luoghi (Moretti, et al., 2015). Sono quindi stati individuati i seguenti elementi costituenti la rete:

- Strade panoramiche e/o a valenza paesaggistica individuate dal PPR;
- Punti panoramici;
- Centri urbani e nuclei storici;
- Aree archeologiche ex art. 136 del Codice;
- Siti facenti parte di Rete Natura 2000: SIC/ZPS/ZSC;
- Beni paesaggistici tutelati ai sensi dell'art. 142, lettere a, b, c, e, i, m del Codice.

Tali punti verranno utilizzati come stazioni per il monitoraggio AO, CO e PO rendendo possibile il confronto tra l'impatto reale dell'opera in realizzazione e in esercizio e l'impatto potenziale valutato in fase di analisi. In questo modo si potrà verificare l'insorgenza di impatti sul paesaggio legati al progetto e dimostrare la coerenza dei potenziali impatti calcolati in fase di analisi e rispetto agli impatti reali dell'opera, intervenendo opportunamente nel caso vengano registrati impatti imprevisi.

TABELLA 16 – GEOLOCALIZZAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO COMPONENTE PAESAGGIO

Punti monitoraggio paesaggio				
Numero identificativo	Tipologia	Descrizione	Latitudine (y)	Longitudine (x)
1	Parco Nazionale	Parco Nazionale Marghine e Planargia	40.2930102	8.8054439
2	Centro di prima formazione	Centro abitato di Bortigali	40.2809573	8.8337416
3	Centro di prima formazione	Centro abitato di Birori	40.261241	8.811045
4	Centro di prima formazione	Centro abitato di Macomer	40.262320	8.780401
5	Monumento naturale	Monte Sant'Antonio	40.235350	8.679468
6	Strada	SS 131	40.222819	8.780036
7	Centro di prima formazione	Centro abitato di Borore	40.216052	8.795637
8	Parco Regionale	Parco Regionale Sinis Montiferru	40.1783128	8.6641776

9	Strada	SS 131	40.1917213	8.7403317
10	Strada	SP 26	40.193782	8.840623
11	Centro di prima formazione	Centro abitato di Aidomaggiore	40.1736301	8.8550978

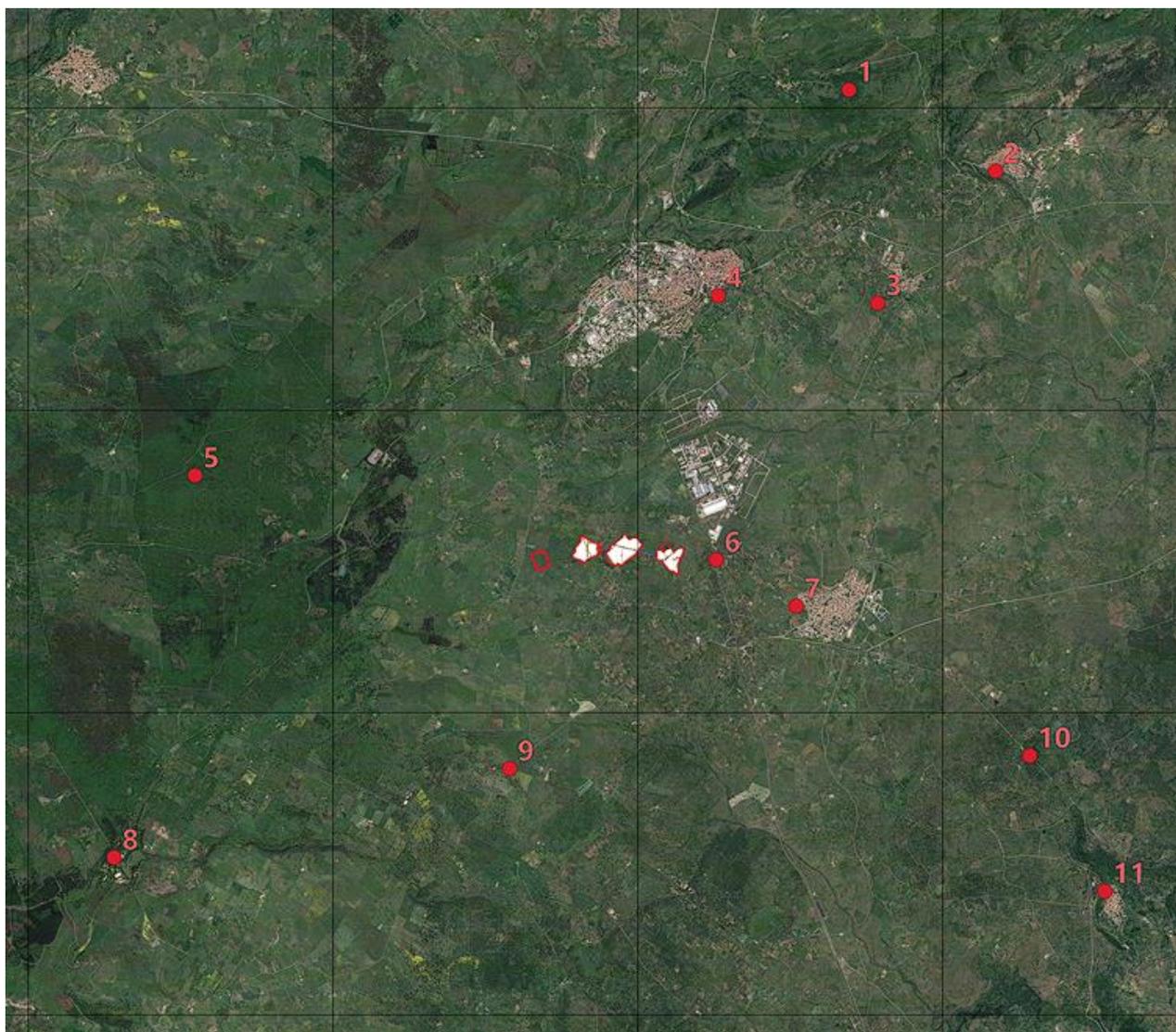


FIGURA 11 – INDIVIDUAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO COMPONENTE PAESAGGIO

3.6.1 Monitoraggio AO

Il monitoraggio in fase AO consente di determinare quale sia lo scenario di base in cui l'opera si inserisce e consiste, quindi, nell'analisi dello stato dell'ambiente, dei beni paesaggistici e culturali che lo caratterizzano. La valutazione qualitativa del sistema paesaggistico viene determinata attraverso l'analisi di:

- a. aspetti intrinseci degli elementi costituenti il sistema paesaggistico;
- b. caratteri percettivo-interpretativi
- c. tipologia di fruizione.

Tale fase si concretizza, quindi, nella verifica approfondita dello scenario ambientale di riferimento contenuto nello SIA e nella relazione paesaggistica a cui si giunge a seguito di una serie di analisi bibliografiche del contesto territoriale, fotointerpretative dell'evoluzione storica del contesto agrario di riferimento, estetico-percettive oltre che dell'inserimento dell'opera e survey archeologici e paesaggistici.

I risultati derivanti dal monitoraggio della fase AO saranno rappresentati da:

- Report fotografico dai punti di visibilità
- Relazione paesaggistica in particolare Parr. 2.1.8, 4.1.
- Fotosimulazioni di impatto estetico-percettivo (cod. MAC2-IAT17)

3.6.2 Monitoraggio CO

Durante la fase di realizzazione dell'opera si provvederà a monitorare l'impatto che il cantiere ha sul contesto territoriale. A tale scopo, durante le **3 campagne di monitoraggio** in CO verranno raccolti dati in relazione a:

- a. la percezione che si ha della presenza del cantiere dai punti di visibilità analizzati in fase AO;
- b. le modifiche indotte dalla presenza del cantiere al traffico veicolare;
- c. le interferenze del cantiere con l'ecosistema, e quindi flora ma in particolare fauna che frequenta l'area;

Tutti i dati raccolti durante il monitoraggio confluiranno quindi in un report di sintesi degli impatti – contenente documentazione fotografica e fonometrica – e si valuterà la necessità di applicare eventuali misure correttive e/o compensative non già previste.

3.6.3 Monitoraggio PO

Per quanto riguarda il monitoraggio relativo alla fase PO si prevede di operare **una campagna di monitoraggio un anno dopo la messa in esercizio dell'impianto**, per consentire alla vegetazione prevista nella fascia perimetrale di attecchire. Successivamente, si prevede di operare attraverso **ulteriori 2**

campagne di monitoraggio dopo 3 e 5 anni per verificare le modifiche dello skyline e, eventualmente, prevedere ulteriori misure mitigative.

I risultati del monitoraggio verranno riportati in un report fotografico riassuntivo utile a monitorare il rispetto dei parametri di intrusione fisica, quinta visiva e relazioni visive.

3.7 Rifiuti

I rifiuti prodotti durante la realizzazione dell'impianto verranno correttamente catalogati e conferiti in discariche autorizzate preferendo il recupero e il riuso di buona parte del materiale di risulta prodotto, ad eccezione di quelli pericolosi e contaminati che verranno correttamente conferiti ai fini dello smaltimento definitivo.

Il monitoraggio dei rifiuti seguirà tutto il processo, dalla loro produzione al loro smaltimento. I rifiuti saranno tracciati, caratterizzati e, ai sensi di quanto definito alla parte quarta del D. Lgs 152/06 e s.m.i., registrati e classificate sulla base dei relativi processi produttivi e dell'attribuzione dei rispettivi codici CER (Codice Europeo dei Rifiuti).

Per il trasporto dei rifiuti speciali dal cantiere all'impianto di smaltimento sarà necessaria la compilazione del Formulario di Identificazione Rifiuti (FIR) come da normativa vigente. Una copia del FIR sarà conservata presso il cantiere come storico. Apposito Registro di Carico e Scarico (RCS) permetterà di monitorare quantità e tipologia di rifiuti prodotti sulla base del materiale in ingresso in cantiere. Le operazioni di carico e scarico dovranno essere trascritte su RCS entro il termine di legge di 10 giorni lavorativi. Anche in questo caso, una copia del registro verrà conservata in cantiere.

Il responsabile del monitoraggio verificherà che, in prossimità delle aree di stoccaggio e logistica, vengano allestite aree adeguatamente recintate e impermeabilizzate – nel rispetto della normativa vigente in materia di sicurezza dei cantieri temporanei e mobili (D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii.) – che fungano da deposito temporaneo (come definito dall'art. 183, comma 1, lett. bb), del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii.), in accordo con società specializzata e regolarmente autorizzata al ritiro e allo smaltimento.

Con il fine di monitorare la quantità e qualità dei rifiuti prodotti **in fase di cantiere (CO)** verranno anche redatti dei **report mensili** in cui verranno riportate le seguenti informazioni:

TABELLA 17 – SCHEDA MONITORAGGIO RIFIUTI

CODICE CER	TIPO RIFIUTO	DESCRIZIONE RIFIUTO	QUANTITÀ	UNITÀ DI MISURA	ATTIVITÀ DI PROVENIENZA	STATO FISICO	DESTINAZIONE	GRADO PERICOLO
XX XX XX	imballaggio carta	-	-	tonnellate	imballaggio di pannelli	solido	Recupero	HP1
XX XX XX	imballaggio plastica	-	-	tonnellate	imballaggio di strutture	liquido	Termovalorizzatore	HP2
XX XX XX	...	-	-	tonnellate	...	fango	Discarica	...

Dove, il grado di pericolo verrà definito secondo la scala che segue, consultabile nel regolamento Europeo n. 1357/2014 del 18.12.2014 che sostituisce l'allegato III della direttiva 2008/98/CE:

- HP 1 - Esplosivo
- HP 2 - Comburente
- HP 3 - Infiammabile
- HP 4 - Irritante - Irritazione cutanea e lesioni oculari
- HP 5 - Tossicità specifica per organi bersaglio (STOT)/ Tossicità in caso di respirazione
- HP 6 - Tossicità acuta
- HP 7 - Cancerogeno
- HP 8 - Corrosivo
- HP 9 - Infettivo
- HP 10 - Tossico per la riproduzione
- HP 11 - Mutageno
- HP 12 - Liberazione di gas a tossicità acuta
- HP 13 - Sensibilizzante
- HP 14 - Ecotossico
- HP 15 - Rifiuto che non possiede direttamente una delle caratteristiche di pericolo già menzionate ma può manifestarla successivamente.

I dati mensili raccolti durante la fase di realizzazione dell'opera saranno quindi confrontati con i dati relativi alla stima delle quantità di rifiuti prodotti riportata all'interno dello SIA e riportata di seguito.

MACOMER 2		
Estensione	[ha]	41,9
Potenza	[MW]	20
Plastica	[t]	2,7
Carta e cartone	[t]	9,5
Bombolette spray	[kg]	14,1
Legno	[t]	29,5
Oli esausti	[L]	3,3
Terre contaminate	[kg]	16,4

Si specifica, inoltre, che gli stessi accorgimenti relativi alla gestione dei rifiuti previsti per la fase di cantiere saranno adottati anche nella fase di dismissione dell'impianto.

4. SCHEDE DI SINTESI

4.1 Componenti e fattori oggetto del monitoraggio

Si riportano di seguito delle schede che sintetizzano il monitoraggio delle diverse componenti ambientali con relative tipologie, frequenza e durata delle campagne.

TABELLA 18 – TABELLA DI SINTESI MONITORAGGIO COMPONENTE ATMOSFERA

ATM - ATMOSFERA				
Tipo	Parametri	Numero/frequenza/durata campagne		
		AO	CO	PO
Qualità dell'aria	Meteoclimatici	2 campagne di 2 settimane: una in estate, una in inverno + dati qualità aria stazione CENMA1	4 campagne della durata di 2 settimane con cadenza trimestrale	1 campagna ogni 5 anni della durata di 2 settimane
	Chimici CO NO2 PM10 PM2.5 SO2 C6H6 (benzene)			

TABELLA 19 – TABELLA DI SINTESI MONITORAGGIO COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO

GR - SUOLO E SOTTOSUOLO				
Tipo	Parametri	Numero/frequenza/durata campagne		
		AO	CO	PO
Analisi profilo pedologico	Stratigrafia	1 campagna prima dell'avvio dei lavori	1 campagna dopo 3 mesi dall'avvio del cantiere	-
Analisi chimico-fisica	Tessitura Scheletro pH TOC N TOC/N(org.) Fosforo ass. CSC Ca, Mg, Na, K TSB Carbonati tot.	1 campagna prima dell'avvio dei lavori per ogni unità stratigrafica individuata da Carta dei suoli Sardegna	4 campagne di campionamento con cadenza trimestrale e relative analisi di laboratorio per confronto risultati AO	7 campagne dopo 1, 3, 5, 10, 15, 20, 25 anni dalla messa in esercizio dell'impianto

TABELLA 20 – TABELLA DI SINTESI MONITORAGGIO COMPONENTE AMBIENTE IDRICO

AI - Ambiente idrico				
Tipo	Parametri	Numero/frequenza/durata campagne		
		AO	CO	PO
Analisi chimiche di laboratorio e acquisizione dati ARPAS	Inquinanti non appartenenti all'elenco di priorità Tab. 1/B del D.M. 260/2010	3 campagne: una ogni 4 mesi per 1 anno prima dell'inizio dei lavori	4 campagne a cadenza trimestrale durante le diverse fasi di cantiere	Acquisizione annuale dati ARPAS
Consumo idrico	Confronto tra consumi idrici effettivi e consumi stimati	-	Report mensili riportanti il consumo idrico	Report annuali riportanti il consumo idrico

TABELLA 21 – TABELLA DI SINTESI MONITORAGGIO COMPONENTE ECOSISTEMA E BIODIVERSITÀ / FATTORE FLORA E VEGETAZIONE

FL - FLORA E VEGETAZIONE				
Tipo	Parametri	Numero/frequenza/durata campagne		
		AO	CO	PO
Stato fitosanitario	Presenza di patologie/parassitosi Alterazioni della crescita Tasso mortalità	1 campagna prima dell'avvio dei lavori con risultati in Relazione botanico-faunistica	4 campagne a cadenza trimestrale per verifica specie conservate e stato di crescita nuovo impianto	2 campagne cadenza semestrale i primi 2 anni. 1 campagna annuale dal 3° al 5° anno
Stato popolazioni	Condizioni e trend di specie o gruppi selezionati Comparsa/aumento specie alloctone	1 campagna prima dell'avvio dei lavori con risultati in Relazione botanico-faunistica	4 campagne a cadenza trimestrale per controllo popolazioni conservate	1 campagna annuale per controllo popolazioni preesistenti e aree compensazione
Stato Habitat	Frequenza specie ruderali e esotiche conta specie di target divise per età rapporto specie alloctone / specie autoctone	Se presenti: 1 campagna prima dell'avvio dei lavori con risultati in Relazione botanico-faunistica	Se presenti: controllo e protezione habitat prima dell'avvio dei lavori, 4 campagna di monitoraggio cadenza trimestrale	1 campagna annuale

	grado di conservazione habitat di interesse			
--	---	--	--	--

TABELLA 22 – TABELLA DI SINTESI MONITORAGGIO COMPONENTE ECOSISTEMA E BIODIVERSITÀ / FATTORE FAUNA

FAU - FAUNA				
Tipo	Parametri	Numero/frequenza/durata campagne		
		AO	CO	PO
Avifauna	Numero per ogni specie Numero nidificanti Indice di Shannon-Wiener	1 campagna prima dell'avvio dei lavori	-	1 campagna dopo 1 anno dalla messa in esercizio e successivamente 1 ogni 3 e 5 anni
Erpetofauna	Indice di abbondanza Specie	1 campagna prima dell'avvio dei lavori	1 campagna durante i lavori	1 campagna dopo 1 anno dalla messa in esercizio e successivamente 1 ogni 3 e 5 anni
Chiroteri	Numero totale individui	1 campagna prima dell'avvio dei lavori	-	1 campagna dopo 1 anno dalla m.e. e poi 1 ogni 3 e 5 anni
Coniglio selvatico	Numero Specie Stato popolazione	1 campagna prima dell'avvio dei lavori	1 campagna durante i lavori	1 campagna dopo 1 anno dalla m.e. e poi 1 ogni 3 e 5 anni

TABELLA 23 – TABELLA DI SINTESI MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE PAESAGGIO

PAE - PAESAGGIO				
Tipo	Parametri	Numero/frequenza/durata campagne		
		AO	CO	PO
Visibilità	Intrusione fisica Quinta visiva Relazioni visive	1 campagna durante sopralluogo punti intervisibilità	3 campagne a cadenza quadrimestrale sui punti di intervisibilità	1 campagna 1 anno dopo la messa in esercizio

TABELLA 24 – TABELLA DI SINTESI MONITORAGGIO RIFIUTI

RIFIUTI				
Tipo	Parametri	Numero/frequenza/durata campagne		
		AO	CO	PO
Report quali-quantitativo	Quantità Tipologia P/NP Destinazione	-	Continuo: raccolta dati in report mensile, controllo registri Carico/Scarico RCS	-

4.2 Report

I rapporti tecnici predisposti periodicamente a seguito dell'attuazione del monitoraggio ambientale dovranno contenere:

- le finalità specifiche dell'attività di monitoraggio condotta in relazione alla componente/fattore ambientale;
- la descrizione e la localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- i parametri monitorati;
- l'articolazione temporale del monitoraggio in termini di frequenza e durata;
- i risultati del monitoraggio e le relative elaborazioni e valutazioni, comprensive delle eventuali criticità riscontrate e delle relative azioni correttive intraprese.

Oltre a una descrizione organica dell'attività di monitoraggio e dei dati raccolti, i report finali dovranno includere per ciascuna stazione/punto di monitoraggio apposite schede di sintesi così strutturate e contenenti le seguenti informazioni:

AREA D'INDAGINE	
Codice area di indagine	NOME PROGETTO
Territori interessati	Regione, Provincia, Comune, Loc.
Destinazione d'uso da PRG	(es. residenziale, commerciale, industriale, agricola, etc)
Uso del suolo CORINE	(es. 2111 - SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE, etc.)
Uso del suolo reale	(es. Pascolo)
Fattori/elementi antropici e/o naturali che possono influenzare il monitoraggio	

STAZIONI / PUNTI DI MONITORAGGIO			
Codice punto	(es. ATM_01, GR-AO_01, etc.)		
Regione	Sardegna	Provincia	Nuoro
Comune	Macomer	Località	----
Coordinate	SR - datum	LAT	LONG
	WGS 84 o ETRS 89	in gradi decimali	in gradi decimali
Componente/fattore monitorato	(es. Atmosfera, Suolo e sottosuolo, Ambiente idrico)		
Fase di monitoraggio	<input type="checkbox"/> AO – Ante Operam		
	<input type="checkbox"/> CO – Corso d'Opera		
	<input type="checkbox"/> PO – Post Operam		
Parametri monitorati	(es. CO, SO2, NO2, PM, etc.)		

Strumentazione utilizzata	
Periodicità monitoraggi	(es. 3 mesi, 6 mesi)
Durata monitoraggio	(es. 24 ore, 1 settimana, etc)
Numero campagna	(es. 2 di 4)
Numero tot. campagne	(es. 4)

RECETTORI			
Codice recettore	codice ricettore così come individuato su mappa (es. RIC_01, RIC_02, etc.)		
Descrizione	(es. scuola, abitazione, azienda agricola)		
Regione		Provincia	
Comune		Località	
Coordinate	SR - datum	LAT	LONG

La scheda di sintesi dovrà, inoltre, essere corredata da:

- inquadramento generale (in scala opportuna) che riporti l'intera opera, o parti di essa, la localizzazione della stazione/punto di monitoraggio unitamente alle eventuali altre stazioni/punti previste all'interno dell'area di indagine;
- rappresentazione cartografica su Carta Tecnica Regionale (CTR) e/o su foto aerea (scala 1:10.000) dei seguenti elementi:
 - o stazione/punto di monitoraggio (ed eventuali altre stazioni e punti di monitoraggio previsti nell'area di indagine, incluse quelle afferenti a reti pubbliche/private di monitoraggio ambientale);
 - o elemento progettuale compreso nell'area di indagine (es. porzione di tracciato stradale, aree di cantiere, opere di mitigazione);
 - o ricettori sensibili;
 - o eventuali fattori/elementi antropici e/o naturali che possono condizionare l'attuazione e gli esiti del monitoraggio;
- immagini fotografiche descrittive dello stato dei luoghi.

5. INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Layout d’impianto.....	2
Figura 2 – Storymap di Enerland.....	4
Figura 3 – Individuazione punti di monitoraggio della qualità dell’aria (Componente Atm).....	17
Figura 4 – Individuazione punti di monitoraggio interni all’area di influenza (1 km) del fattore rumore	25
Figura 5 – Esempio di trincea – fonte: (ISPRA, 2010).....	31
Figura 6 – Individuazione punti di monitoraggio Componente suolo e sottosuolo.....	35
Figura 7 - Individuazione transetti per il monitoraggio della flora	42
Figura 8 - Individuazione dei transetti per il monitoraggio dell'avifauna.....	47
Figura 9 - Individuazione dei transetti per il monitoraggio dell'erpetofauna	50
Figura 10 - Individuazione dei transetti per il monitoraggio dei chiroterri	52
Figura 11 – Individuazione punti di monitoraggio componente paesaggio.....	58

6. INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Parametri meteorologici oggetto di monitoraggio	14
Tabella 2 – Parametri chimici e relativi valori limite – (D.Lgs. 155/2010, p. 45, 46).....	15
Tabella 3 – Geolocalizzazione punti di monitoraggio per la Componente Atmosfera	17
Tabella 4 – Tabella di cui all'art. 6 DPCM 1/03/1991 - Limiti di accettabilità emissioni sonore per comuni non provvisti di Piano di Zonizzazione Acustica, ma con PRG.....	23
Tabella 5 – Allegato 4, art. 1, Tabella 2 DPCM 1/03/1991 - Valori dei limiti massimi del Livello sonoro equivalente (Leq A) relativi ai comuni provvisti di Piano di Zonizzazione Acustica	23
Tabella 6 – Geolocalizzazione punti di monitoraggio fattore rumore	25
Tabella 7 – Parametri chimico-fisici oggetto del monitoraggio	33
Tabella 8 – Geolocalizzazione punti di monitoraggio Componente suolo e sottosuolo	34
Tabella 9 – Tabella 1/b – Allegato 1 parte 1 al D.M. 260/2010	39
Tabella 10 – Stima fabbisogno idrico fase di cantiere	40
Tabella 11 – Stima fabbisogno idrico fase di esercizio.....	40
Tabella 12 – Geolocalizzazione transetti monitoraggio flora e vegetazione.....	41
Tabella 13 – Geolocalizzazione transetti monitoraggio avifauna.....	46
Tabella 14 – Geolocalizzazione transetti monitoraggio erpetofauna	49
Tabella 15 - Caratteristiche e individuazione dei transetti per il monitoraggio dei chiroteri	51
Tabella 16 – Geolocalizzazione punti di monitoraggio componente paesaggio	57
Tabella 17 – Scheda monitoraggio rifiuti.....	61
Tabella 18 – Tabella di sintesi monitoraggio componente Atmosfera	63
Tabella 19 – Tabella di sintesi monitoraggio componente Suolo e sottosuolo	63
Tabella 20 – Tabella di sintesi monitoraggio componente Ambiente Idrico	64
Tabella 21 – Tabella di sintesi monitoraggio componente Ecosistema e biodiversità / Fattore flora e vegetazione.....	64
Tabella 22 – Tabella di sintesi monitoraggio componente Ecosistema e biodiversità / Fattore Fauna	65

Tabella 23 – Tabella di sintesi monitoraggio della Componente Paesaggio	65
Tabella 24 – Tabella di sintesi monitoraggio Rifiuti	65
Tabella 25 – Tabella di sintesi monitoraggio fattore Rumore	66
Tabella 26 – Pianificazione monitoraggio Fattore rumore CO	66

7. BIBLIOGRAFIA

Agnelli P., Martinoli A., Patriarca E., Russo D., Scaravelli D., Genovesi P. (Eds.). 2004. *Linee guida per il monitoraggio dei Chiropteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia. Quad. Cons. Natura 19, Min. Ambiente-Ist. Naz. Fauna Selvatica*). 2004.

AGRIS Sardegna. 2016. Linee guida all'interpretazione delle analisi del suolo. [a cura di] territorio e ambiente Settore suolo. novembre 2016.

—. 2014. Rilevamento pedologico: linee guida per la compilazione della scheda di campagna. [a cura di] Stefania Fanni. 2014.

ARPA Sardegna. 2021. Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020. 2021.

ARPAS, ISPRA. 2020. *Climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010*. s.l. : M. Fiori, G. Fioravanti (a cura di), 2020.

Aru, A., Baldaccini, P. e Vacca, A. 1991. Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250000. 1991.

Aru, Angelo, Baldaccini, Paolo e Vacca, Andrea. 1991. *Nota illustrativa alla Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000*. Cagliari : Università degli Studi di Cagliari, 1991.

Bani L., Luppi M., Orioli V., Università degli Studi di Milano Bicocca. 2015. *Monitoraggio dell'avifauna nidificante in Lombardia per l'anno 2015*. Milano : Università degli studi di Milano Bicocca, 2015.

Battersby. 2010. *Guidelines for Surveillance and Monitoring of European Bats. EUROBATS Publication Series No. 5. UNEP/EUROBATS Secretariat, pag. 95*. Bonn : s.n., 2010.

CRA. 2006. Metodi di valutazione dei suoli e delle terre. [a cura di] A. C. Costantini. *Collana di metodi analitici per l'agricoltura diretta da Paolo Sequi*. s.l. : Cantagalli Edizioni, 2006. Vol. vol. 7.

D.Lgs. 155/2010. G.U. Serie Generale n. 216 del 15 settembre 2010. *Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 - Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*.

EEA. environmental monitoring. *European Environment Agency*. [Online] GEMET. [Riportato: 12 10 2022.] <https://www.eea.europa.eu/help/glossary/gemet-environmental-thesaurus/environmental-monitoring>.

Gatto, Dott. A. e A cura di: C. Cervelli. 2005. Le specie arbustive della macchia mediterranea un patrimonio da valorizzare. Palermo : Dipartimento Azienda Regionale Foreste Demaniali, via Libertà, 97 – Tel 091 7906811 – Palermo, 2005. Vol. Supplemento alla rivista trimestrale Sicilia Foreste.

Green, R.H. 1979. Sampling Design and Statistical Methods for Environmental Biologists. *New York, NY: John Wiley & Sons; Stewart-Oaten, A., and Bence, J. R. 2001 Temporal and spatial variation in environmental impact assessment.* New York : s.n., 1979. Ecol. Monogr. 71, 305-339. doi: 10.1890/0012-9615(2001)0710305:TASVIE2.0.CO.

GSE, Gestore Servizi Energetici. 2022. ATLAIMPIANTI GSE. GSE. [Online] 2022. https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti_Internet.html.

ISPRA. 2021. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. [aut. libro] M. (a cura di) Munafò. *Report SNPA 22/21.* s.l. : Edizione, 2021.

ISPRA e Fasano, Settimio. 2021. Il sistema paesaggistico: Paesaggio, Patrimonio culturale e Beni materiali - Webinar n.5 del 17/03/21. *Norme Tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale.* 17 03 2021.

ISPRA. 2010. Il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture. *Manuali e Linee guida 65.2/2010.* Roma : ISPRA Editore, novembre 2010.

—. **2014.** Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.). *Indirizzi metodologici specifici: Agenti fisici – Rumore (Capitolo 6.5).* 30 12 2014.

MATTM | DG per le Valutazioni Ambientali. 2014. Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.). *Indirizzi metodologici generali.* Roma : ISPRA, 2014.

—. **2015.** Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.). *Indirizzi metodologici specifici.* Roma : ISPRA, 2015.

Moretti, Michela e Lucchesi, Fabio. 2015. La misura delle condizioni di intervisibilità. Una valutazione a supporto del progetto delle trasformazioni del paesaggio toscano. *RI-VISTA.* 2015, Vol. 12, 1-2, p. 102-113.

Pantelleria, Parco Nazionale Isola di. 2020. Parco Nazionale Pantelleria. [Online] 2020. http://www.parconazionalepantelleria.it/pdf/modulistica/PIANO_GESTIONE_CONIGLIO_SELVATICO.pdf.

R. C. Van Etten, C. L. Bennet Jr. 1965. *Some Sources of Error in Using Pellet-Group Counts for Censusing Deer*, *The Journal of Wildlife Management*, Vol. 29, No. 4, pp. 723-729. s.l. : Wiley, 1965.

R. H. Taylor, R. M. Williams. 1956. *The use of pellet counts for estimating the density of populations of the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.)*. New Zeland : New Zeland Journal of Science and Technology, 1956. 38:236-256.

Regione Piemonte e ipla. 2010. Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate a impianti fotovoltaici a terra. *Approvate con D.D. n. 1035 27 settembre 2010*. 2010.

SNPA. 2020. Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale. *Linee Guida SNPA | 28/2020*. Roma : SNPA Editoria, 2020. Vol. 28. 978-88-448-0995-9.

T. H. Kuntz, D. W. Thomas, G. C. Richards, C. R. Tindemann, E. D. Pierson, P. A. Racey. 1996. *Observational Techniques for Bats; In D. E. Wilson, F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, M. S. Foster (Eds.), Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Mammals. Pag. 105-114*. Washington e Londra : Smithsonian Institution Press. , 1996.

The soil survey as paradigm-based science. Hudson, Berman D. 1992. 3, s.l. : SSSA, 1992, Soil Science Society of America Journal, Vol. 56.

U.S. Soil Survey Staff. 1988. *Keys to Soil Taxonomy*. Washington D.C. : SMSS Technical Monopgraphy, 1988.