

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO
DENOMINATO “PORTIERE STELLA”, DI POTENZA GENERATA PARI A 27,0144 MWP
POSIZIONATO A TERRA, SITO IN CONTRADA PORTIERE STELLA COMUNE DI
PATERNO’ (CT)



Società proponente:
CHUB 2 SRL

Società di progettazione:
E-PRIMA SRL

Professionista:

Dott. Biol. Agnese Elena Maria Cardaci
Ordine dei Biologi della Sicilia n. Sic. A5170



Sommario

1.	Introduzione	3
2.	Piano Di Monitoraggio Ambientale (PMA)	4
	2.1 Obiettivo e finalità del monitoraggio	4
	2.2 Attività di monitoraggio ambientale	6
	2.3 Monitoraggio componenti suolo	7
	2.3.1 Metodica GR– 1.....	11
	2.3.2 Metodica GR– 2.....	14
	2.3.3 Riepilogo monitoraggio suolo	15
	2.3.4 Monitoraggio della pedofauna.....	16
	2.4 Monitoraggio acque.....	19
	2.4.1 Riferimenti normativi	19
	2.4.2 Monitoraggio delle acque superficiali	20
	2.4.3 Consumi di acqua utilizzata	27
	2.5 Monitoraggio flora	27
	2.6 Manutenzione del verde	30
	2.7 Monitoraggio fauna.....	32
	2.7.1 Monitoraggio fauna– metodica F-1	36
	2.7.2 Monitoraggio fauna– metodica F-2	40
	2.7.3 Monitoraggio fauna– metodica F-3	44
	2.7.4 Monitoraggio fauna- metodica F-4	44
	2.7.5 Analisi ed elaborazione dati.....	46
	2.8 Monitoraggio qualità dell’aria	47
	2.8.1 Riferimenti normativi	48
	2.8.2 Parametri	49
	2.8.3 Recettori critici.....	50
	2.8.4 Monitoraggio stato ante-operam (AO)	52
	2.8.5 Monitoraggio in fase di realizzazione dell’opera (CO).....	52
	2.8.6 Monitoraggio in fase di esercizio dell’opera (Post Operam PO).....	53
	2.9 Monitoraggio ambientale e climatico	54
	2.10 Monitoraggio delle emissioni acustiche	56
3.	Tabelle riepilogative monitoraggi componenti.....	58
	3.1 Suolo.....	58
	3.2 Acque.....	58
	3.3 Flora	59

3.4	Fauna	59
3.5	Qualità dell'aria	60
3.6	Ambiente e clima.....	60
3.8	Emissioni acustiche	60
	Bibliografia	61

1. Introduzione

La relazione in oggetto illustra il “Piano di Monitoraggio Ambientale” relativo al progetto per la realizzazione di un impianto agrofotovoltaico costituito da tracker e relative opere connesse (infrastrutture impiantistiche e civili), ubicato nel comune di Paternò (CT), di potenza complessiva pari a 27,0144 MWp, denominato “Portiere Stella”. Le aree di progetto hanno una superficie totale pari a circa 89,10 ettari totali.

Il progetto si compone di due macro aree individuabili alle seguenti coordinate geografiche:

Lotto Ovest: Latitudine 37°30'45.58"N, Longitudine 14°50'22.89"E;

Lotto Est: Latitudine 37°30'33.85"N, Longitudine 14°51'11.76"E.4

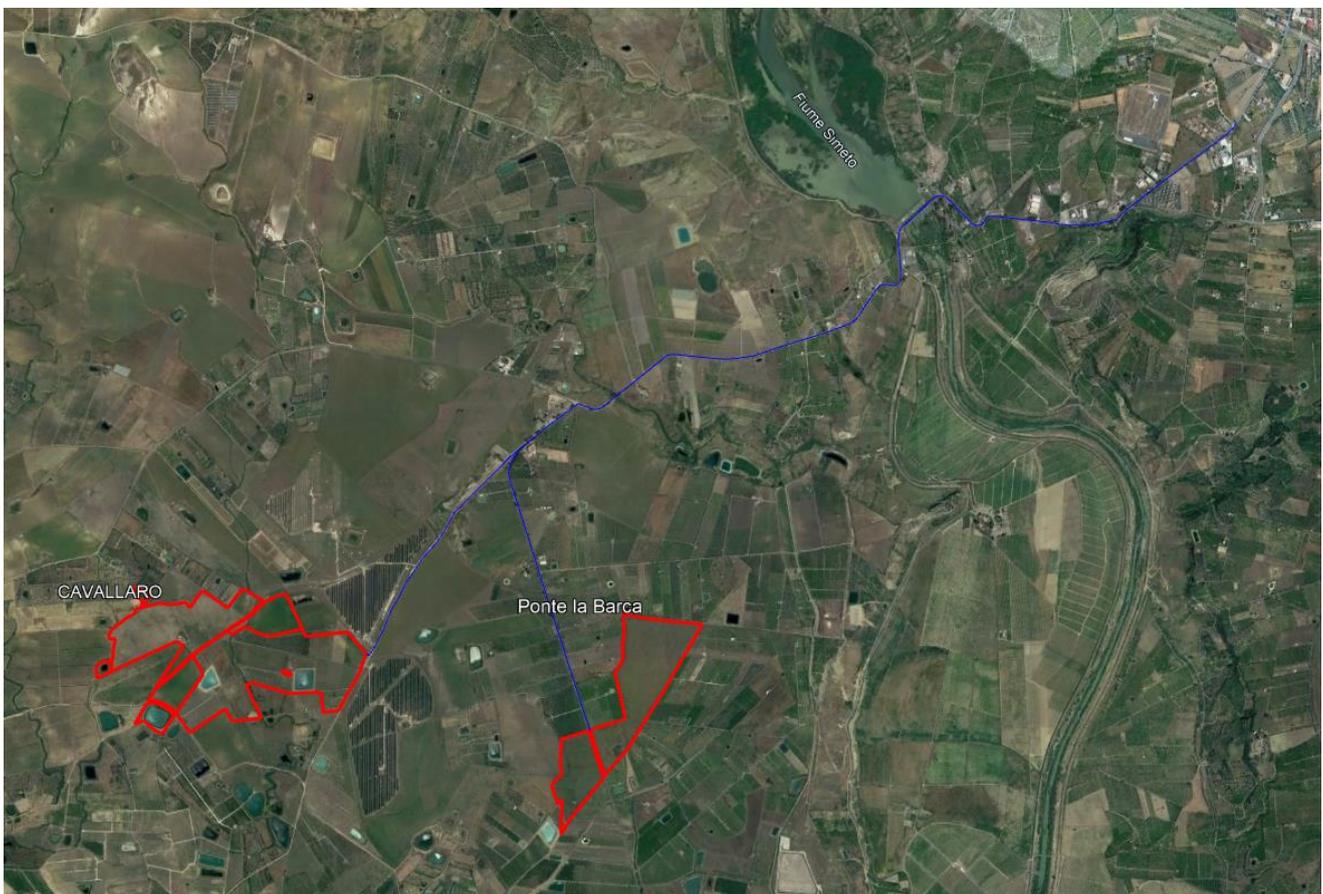


Figura 1: Individuazione delle aree oggetto di studio. In rosso le aree di progetto e in blu il cavidotto.

2. Piano Di Monitoraggio Ambientale (PMA)

2.1 Obiettivo e finalità del monitoraggio

La European Environment Agency (EEA) definisce il monitoraggio ambientale come l'insieme delle misurazioni, valutazioni e determinazioni – periodiche o continuative – dei parametri ambientali, effettuato per prevenire possibili danni all'ambiente. Il presente documento riporta le indicazioni relative al Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) inerente allo sviluppo del Progetto.

Il PMA ha lo scopo di individuare e descrivere le attività di controllo che il proponente intende attuare relativamente agli aspetti ambientali più significativi interessati dall'opera. Il presente documento è stato sviluppato tenendo in considerazione, laddove possibile, le linee guida redatte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) in collaborazione con l'ISPRA, in merito al monitoraggio ambientale delle opere soggette a VIA - 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 (Rev.1 del 16/06/2014).

La normativa di riferimento, comunitaria e nazionale include:

- Direttiva 96/61/CE: inerente la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento, sostituita dalla Direttiva 2008/1/CE e successivamente confluita nella Direttiva 2010/75/UE.
- D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.: noto come Testo Unico Ambientale, individua il monitoraggio ambientale come una vera e propria fase del processo della VIA (Valutazione di Impatto Ambientale) che si attua successivamente all'informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h) ed è infine parte integrante del provvedimento di VIA (Parte Seconda, art.28)
- D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.: regola la VIA per opere strategiche e di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definisce i contenuti specifici del monitoraggio ambientale, considerandolo come parte integrante del progetto definitivo. Sono inoltre definitivi i criteri per la redazione del PMA per le opere soggette a VIA in sede statale e ove richiesto.
- Direttiva 2014/52/UE: modifica la Direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, riconosce il monitoraggio ambientale come strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente derivanti dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera.

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale è stato realizzato tenendo conto delle stazioni o punti di monitoraggio in cui effettuare i campionamenti delle matrici ambientali (acqua, suolo, ecc), dell'individuazione dei parametri e degli indicatori ambientali, delle tecniche di campionamento e la

misurazione dei parametri, della frequenza dei campionamenti e la durata temporale delle attività e dei controlli periodici, le metodologie di controllo qualità e, laddove possibile, validazione dei dati.

Relativamente alle metodologie di controllo qualità e validazione dei dati è necessario sottolineare che i laboratori che effettuano analisi fisiche, chimiche e biologiche sulle matrici ambientali, e non solo, debbano essere dotati di specifici metodi di validazione dei dati. Per “validazione” si intende la verifica, nel quale i requisiti specificati sono adatti all’utilizzo previsto (Rapporti Istisan 13/41). Si stabilisce quindi se le prestazioni di una procedura di misura soddisfano quanto richiesto. Ai sensi della norma ISO/IEC 17025 "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura", i laboratori di prova e di taratura devono assicurare la qualità dei dati analitici tenendo conto di una serie di parametri statistici come l’accuratezza, la precisione, il limite di rivelabilità e di documenti, come le carte di controllo, per valutare la qualità dei dati ottenuti, l’adeguatezza di strumenti e reagenti utilizzati e la competenza dell’operatore di laboratorio.

Per ottenere dati analitici soddisfacenti i requisiti di qualità richiesti, il laboratorio che effettua le analisi sarebbe plausibile che si dotasse di specifici programmi di validazione del dato, che prevedono l’utilizzo di matrici certificate con analiti a concentrazione nota e reagenti certificati, programmi di tarature degli strumenti, anch’essi da effettuarsi con materiali di riferimento certificati e partecipazione ai circuiti interlaboratorio, ossia prove eseguite da più laboratori che ricevono lo stesso materiale di prova (da parte di soggetti accreditati ai sensi della norma ISO/IEC 17043 Valutazione della conformità-Requisiti generali per prove valutative interlaboratorio), utili nella valutazione dell’abilità dell’operatore che in tal modo può confrontare il proprio risultato con quello degli altri operatori mediante il confronto dello z-score, un parametro che consente al laboratorio di capire se tutte le componenti che possono influenzare l’esito di un’analisi (abilità dell’operatore, strumentazione, reagenti, ecc) sono conformi o se è necessario attuare azioni correttive.

Per la realizzazione del piano di monitoraggio ambientale è necessario effettuare sopralluoghi specialistici e la misurazione di specifici parametri indicatori dello stato di qualità delle componenti ambientali; si rende inoltre utile effettuare azioni correttive nel caso in cui gli standard di qualità ambientale, stabiliti dalla normativa, dovessero essere superati. Alla fine della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, qualora ci fossero delle prescrizioni impartite dagli Enti competenti o, in caso di insorgenza di anomalie inattese o situazioni impreviste, si apportioneranno modifiche e aggiornamenti al presente elaborato. Nell’attuazione del PMA si devono considerare, inizialmente, le condizioni ambientali prima dell’inizio dei lavori (fase Ante Operam), durante l’esecuzione dei lavori (fase in Corso d’Opera) e in seguito alla fine della realizzazione dell’opera (fase Post Operam). La valutazione

delle eventuali variazioni a carico delle matrici ambientali servirà a stabilire se, effettivamente, le misure di mitigazione e compensazione previste sono sufficienti alla riduzione degli impatti sull'ambiente. Per tutte le matrici ambientali e i bersagli del monitoraggio previsti nel presente elaborato, nelle fasi in Corso d'Opera e Post Operam sarà necessario evidenziare eventuali criticità ambientali che non sono state rilevate nella fase Ante Operam al fine di prendere i relativi provvedimenti. I risultati delle analisi effettuate durante il monitoraggio ambientale dovranno essere periodicamente raccolti all'interno di relazioni ed inoltrate ad ARPA Sicilia UOC Attività produttive – Area Orientale e all'Autorità Competente al rilascio dell'autorizzazione.

Le azioni da svolgere, qualora il monitoraggio ambientale dovesse evidenziare impatti negativi, devono essere precisate e dettagliate nel presente documento per ciascuna componente ambientale considerata. In particolare, deve essere riportata la modalità di attuazione delle stesse.

Il set di azioni da svolgere deve comprendere le seguenti:

- comunicazione dei dati e delle segnalazioni all'Ente di controllo ed all'autorità competente;
- attivazione tempestiva delle azioni mitigative;
- nuova valutazione degli impatti dell'opera a seguito delle evidenze riscontrate in fase di monitoraggio.

2.2 Attività di monitoraggio ambientale

A seguito della valutazione degli impatti sono state identificate le seguenti componenti da sottoporre a monitoraggio:

- Suolo
- Corpi idrici superficiali e consumi di acqua utilizzata
- Flora
- Fauna (avifauna, chiroteri, erpetofauna e lagomorfi)
- Qualità dell'aria
- Parametri ambientali e climatici
- Emissioni acustiche

2.3 Monitoraggio componenti suolo

Il monitoraggio del suolo viene effettuato per la valutazione delle ripercussioni che possono verificarsi a causa della realizzazione dell'impianto agro voltaico e, in secondo luogo, per garantire il corretto ripristino della matrice stessa.

In linea generale, sarà utile prevedere degli accorgimenti da adottare nelle fasi di cantiere, esercizio e dismissione al fine di ridurre il rischio di contaminazione di suolo e del sottosuolo.

Relativamente al monitoraggio, la normativa nazionale in tema di suolo è mostrata in Tabella 1.

Tabella 1. Normative nazionali componente suolo

ARGOMENTO	ESTREMI NORMATIVA	TITOLO
SUOLO	D.Lgsn.152/06es.m.i.	Norme in materia ambientale
	D.M.21/03/2005	Metodi ufficiali di analisi mineralogica del suolo
	D.M.25/03/2002	Rettifica del DM 13/09/99 n. 185 “Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (MUACS)”.
	D.M. n. 471/99	Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni (oggi abrogati dal D.Lgs. 152/2006).
	D.M.n.185/99	Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (MUACS).
	D.M.01/08/97	Approvazione dei “ Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo”.
	D.M n. 79/92	Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo, in accordo con le normative previste dalla Società Italiana della Scienza del Suolo e pubblicati sulla G.U. n°121 del 25.5.1992 “Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo”.

Le linee guida alle quali fare riferimento sono:

- “Soil Survey Manual” (Soil Survey Staff S.C.S. U.S.D.A, 1993);
- “Soil Taxonomy” (Soil Survey Staff N.R.C.S. U.S.D.A., 1999);

Il monitoraggio della componente suolo consisterà nella determinazione di parametri fisici, chimici ed edologici, da effettuarsi prima, durante ed dopo la realizzazione dell’impianto stesso.

Di seguito, saranno sinteticamente esposte le principali azioni previste per il monitoraggio per il profilo metodologico, modalità e tempi di attuazione.

Il monitoraggio del suolo prevede l’applicazione di due metodiche di indagine:

- il monitoraggio chimico-fisico (GR-1) (AO - CO - PO);
- il profilo pedologico (GR-2) (solo AO).

Tutte le determinazioni analitiche devono essere effettuate mediante le indicazioni contenute nel Decreto Ministeriale del 13/09/1999 Approvazione dei “Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo”, con le rettifiche indicate nel Decreto Ministeriale del 25 marzo 2002.

È importante, per la valutazione di eventuali effetti a lungo termine, effettuare un monitoraggio del suolo secondo le metodologie GR-1 e GR-2. I punti per il monitoraggio del terreno, mostrati nella *Figura 2*, tengono conto delle modificazioni che potrebbero interessare il suolo in termini, ad esempio, di inquinamento e variazioni morfologiche del terreno, soprattutto nelle aree interessate dai principali cambiamenti che verranno apportati allo stesso. Il monitoraggio in fase di AO ha lo scopo di conoscere il quadro iniziale relativo, ad esempio, alle caratteristiche del terreno, al naturale arricchimento in alcuni elementi chimici e alle caratteristiche di fertilità. Il monitoraggio in fase CO ha lo scopo di evidenziare eventuali alterazioni a carico del terreno come ad esempio l’inquinamento accidentale. Il monitoraggio in fase PO ha il compito di evidenziare se l’opera determina delle variazioni alle caratteristiche del suolo.

Come specificato nelle “Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra. Regione Piemonte – Direzione Agricoltura” infatti, la valutazione di alcune caratteristiche del suolo deve essere effettuata a intervalli temporali prestabiliti (dopo 1-3-5-10-15-20 anni dall’impianto) e su almeno due siti dell’appezzamento, uno in posizione ombreggiata dalla presenza del pannello fotovoltaico, l’altro nelle posizioni meno disturbate dell’appezzamento.



Figura 2: Punti di campionamento per il monitoraggio del suolo nelle aree di progetto.

Tabella2. Indicazione punti di monitoraggio del suolo.

NOME PUNTO	LATITUDINE	LONGITUDINE
A	37°30'50.57"N	14°49'28.71"E
B	37°30'54.57"N	14°49'38.12"E
C	37°30'46.87"N	14°49'29.93"E
D	37°30'49.24"N	14°49'36.90"E
E	37°30'50.72"N	14°49'41.18"E
F	37°30'55.02"N	14°49'46.65"E
G	37°30'49.02"N	14°49'45.61"E
H	37°30'55.63"N	14°49'56.05"E
I	37°30'44.52"N	14°49'41.24"E

J	37°30'41.10"N	14°49'41.42"E
K	37°30'37.03"N	14°49'46.58"E
L	37°30'37.19"N	14°49'55.26"E
M	37°30'45.55"N	14°49'50.62"E
N	37°30'46.79"N	14°50'15.93"E
O	37°30'47.23"N	14°50'9.49"E
P	37°30'53.53"N	14°50'0.87"E
Q	37°30'26.64"N	14°51'8.80"E
R	37°30'33.17"N	14°51'18.36"E
S	37°30'43.00"N	14°51'22.75"E

Le coordinate dei punti di campionamento indicate sono da considerare sempre suscettibili di rivalutazione in corso di eventuali modifiche del progetto e in campo sulla base alla effettiva possibilità di campionamento nel punto indicato; tali coordinate, infatti, sono indicazioni generali per la realizzazione del campionamento in posizione ombreggiata e soleggiata e, pertanto, si deve tenere quindi conto di qualsiasi ingombro o condizione che non rende possibile il campionamento per motivi di praticità e/o di sicurezza degli operatori e delle opere impiantistiche.

Questo principio vale non solo per la matrice suolo, ma anche per il campionamento dell'acqua e per il monitoraggio degli altri indicatori discussi nel presente elaborato.

Le campagne di monitoraggio successive alla prima dovranno interessare punti il più possibile adiacenti a quelli già interessati dal precedente prelievo del suolo (di cui sopra sono state fornite le coordinate), al fine di effettuare un monitoraggio su aree con caratteristiche simili e ottenere dati che possano fornire informazioni circa la condizione del terreno nel corso del tempo.

2.3.1 Metodica GR– 1

Il campionamento del suolo deve essere effettuato mediante trivellazione fino a 1 metro di profondità; nello specifico un primo prelievo nello strato superficiale fino a circa 30 cm e uno più profondo fino a circa 100 cm. Le profondità sono riferite all'altezza del piano campagna (p.c.).

Ogni campione sarà ottenuto dal mescolamento di 3-4 sub-campioni e sarà analizzato in laboratorio. Tutti i campioni verranno preparati in duplice copia di cui una verrà analizzata e l'altra resterà a disposizione per ulteriori successive verifiche.

La presenza di materia organica nel suolo è essenziale per mantenerne la fertilità e la struttura, assicurando il circolo dei nutrienti, l'assorbimento e la ritenzione idrica e diminuendo l'erosione. In particolare, il carbonio organico (CO) costituisce circa il 60% della materia organica e la sua presenza varia sensibilmente a seconda dell'uso e della tipologia di suolo. Un altro indicatore da tenere in considerazione è il rapporto C/N. Il valore di questo rapporto, infatti, fornisce utili informazioni relativamente alla velocità di mineralizzazione della sostanza organica nel terreno e, quindi, alla velocità con cui si liberano i nutrienti disponibili per le piante. Pertanto, la fertilità del suolo verrà favorita dalla messa a dimora di un prato permanente e mediante analisi periodiche dei parametri pedologici nel seguente piano di monitoraggio ambientale.

Tutti i campioni di terreno prelevati saranno caratterizzati mediante analisi di laboratorio relative ai seguenti parametri chimico-fisici:

Tabella 3. Parametri chimico– fisici del suolo

Parametri Chimico Fisici	Descrizione
Tessitura	(Triangolo tessiturale USDA): La tessitura è una proprietà responsabile di proprietà fisiche, idrologiche e chimiche dei suoli che includono la permeabilità, la capacità di scambio cationico, ecc.
Scheletro (%)	Lo scheletro rappresenta la frazione di terreno costituita da elementi di diametro superiore a 2mm 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	Il valore del pH influisce sulla disponibilità degli elementi nutritivi del suolo. In funzione della tipologia di pH che prediligono, infatti, le specie agrarie possono essere suddivise in acidofile se crescono preferenzialmente su suoli acidi, alcalofile se prediligono suoli alcalini e neutrofile se i suoli neutri sono quelli in cui crescono meglio. La determinazione del pH va effettuata per via potenziometrica, con pHmetro tarato, poco prima della determinazione analitica, con soluzioni di riferimento certificate.
Carbonio organico (g/kg)	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 (g/kg)	L'analisi dell'azoto totale consente la determinazione delle frazioni di azoto organiche e ammoniacali presenti nel suolo; il Metodo Kjeldhal è il metodo analitico per la determinazione della concentrazione di azoto totale, espresso in g/kg.
Rapporto carbonio organico/azoto	Il rapporto carbonio organico/azoto organico fornisce informazioni inerenti lo 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)	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)	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 centimoli/kilogrammo di suolo asciutto.
Basidiscambio (Ca, Mg, Na, K)	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 basica (TSB)	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)	Il calcare totale è un parametro che consente una migliore interpretazione del pH e la proporzione della frazione più interessata alla nutrizione vegetale.

Oltre i parametri pedologici e agronomici, la metodica GR-1 prevede anche i seguenti parametri chimici, che includono i seguenti inquinanti inorganici e organici:

Inquinanti inorganici	Inquinanti organici
Arsenico	Benzene
Cadmio	Etilbenzene
Cromo totale	Stirene
Nichel	Toluene
Piombo	Xilene
Rame	Idrocarburi pesanti (C>12)
Zinco	Somma organici aromatici (Etilbenzene, stirene, toluene, xilene).
Alluminio	
Calcio	
Ferro	
Magnesio	
Manganese	
Potassio	
Sodio	

Unità di misura dei risultati dei parametri analitici elencati: mg/Kgss.

I parametri da laboratorio dovranno essere determinati ai sensi delle normative e procedure standardizzate, come la norma ISO/IEC 17025.

La metodica GR-1 è prevista con la seguente frequenza:

- AO: una prima degli inizi dei lavori;
- CO: una campagna a circa metà della durata della fase di cantiere;
- PO: una volta l'anno per i primi tre anni e successivamente una campagna ogni cinque anni.

2.3.2 Metodica GR– 2

La presente metodica introdotta nel PMA ha come finalità quella di fornire informazioni stratigrafiche dei suoli interessati dalle attività, utili a garantire la corretta realizzazione dell’impianto.

La metodica verrà applicata, solo nella fase Ante Operam, negli stessi punti per i quali sono previste le indagini GR-1 di monitoraggio chimico-fisico del suolo.

Per ogni area identificata come omogenea, viene eseguito con pala meccanica un profilo pedologico con uno scavo di dimensioni pari a 1x1m profondo sino a 1,50/2m e, per ciascun profilo, si procede al campionamento degli orizzonti superficiali A e sotto superficiali B.

La presente metodica ha come finalità quella di fornire informazioni stratigrafiche dei suoli interessati dalle attività, utili a garantire la corretta realizzazione dell’impianto.

Per ogni area identificata come omogenea, viene eseguito con pala meccanica un profilo pedologico con uno scavo di dimensioni pari a 1x1m profondo sino a 1,50/2m.

La posizione dei profili viene definita tramite una coppia di coordinate. Per ogni profilo pedologico dovranno essere forniti i dati contenuti all’interno del “Manuale di campagna per il rilevamento e la descrizione dei suoli – IPLA Regione Piemonte”.

Inoltre, per ciascun profilo si è previsto di prelevare due campioni, uno nell’orizzonte superficiale e uno nell’orizzonte sottosuperficiale:

1. uno superficiale rappresentativo dell’orizzonte superficiale (orizzonte A) da 10 a 40 cm;
2. uno sottosuperficiale rappresentativo dell’orizzonte profondo (orizzonte B) da 60 a 80 cm;

I campioni A e B (superficiale e sottosuperficiale) verranno sottoposti all’analisi di laboratorio secondo il set analitico previsto per la metodica GR1 (Tabella 3 + parametri inorganici e organici).

I campioni di terreno degli orizzonti A e B vengono preparati eliminando sul posto le frazioni granulometriche più grossolane e conservati in contenitori di vetro sui quali vengono riportate, su un’etichetta, le informazioni relative all’area studiata, il nome del campione, la data e l’orario di campionamento. Tutti i campioni verranno prelevati in duplice copia, di cui una verrà analizzata e l’altra resterà chiusa per ulteriori successive verifiche.

Al termine di ogni campagna verranno redatte le schede di fine campagna con il resoconto delle attività svolte, i parametri rilevati, un report fotografico e i risultati ottenuti. Tale metodica sarà applicata solo nella fase Ante Operam.

2.3.3 Riepilogo monitoraggio suolo

Fase Ante Operam:

- Monitoraggio secondo la Metodica GR-1 per i punti A-B-C-D-E-F-H-I-K-L-M-N-R.
- Monitoraggio secondo la Metodica GR-2 (inclusi anche i parametri della metodica GR-1) per i punti G, J, O, P Q, S.

Fase Corso d’Opera:

- Metodica GR-1 per tutti i punti A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N-O-P-Q-R-S.

Fase Post Operam:

- Metodica GR- 1 per tutti i punti A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N-O-P-Q-R-S, che, in tale fase, saranno così posizionati

NOME PUNTO	POSIZIONE
A	Posizione soleggiata
B	Posizione soleggiata
C	Zona sottostante i pannelli
D	Zona sottostante i pannelli
E	Zona sottostante i pannelli
F	Zona sottostante i pannelli
G	Zona sottostante i pannelli
H	Posizione soleggiata
I	Posizione soleggiata
J	Zona sottostante i pannelli
K	Zona sottostante i pannelli
L	Posizione soleggiata
M	Posizione soleggiata
N	Zona sottostante i pannelli
O	Zona sottostante i pannelli

P	Posizione soleggiata
Q	Posizione soleggiata
R	Zona sottostante i pannelli
S	Zona sottostante i pannelli

2.3.4 Monitoraggio della pedofauna

Il suolo rappresenta una componente ambientale abiotica estremamente importante per diversi motivi. Esso è popolato da organismi viventi che svolgono un ruolo primario nei processi di formazione del suolo (pedogenesi), nella successione ecologica, nella decomposizione e trasformazione della sostanza organica, nei cicli di carbonio, azoto, fosforo, zolfo e acqua, nel rilascio di elementi disponibili per piante e altri organismi (micronutrienti), nel controllo del regime delle acque, nell'attenuazione della contaminazione chimica e biologica e nella conservazione del patrimonio genetico.

Tuttavia, il suolo può essere interessato da intensi processi degradativi causati dall'antropizzazione e/o altri fattori come le scorrette pratiche agricole e forestali, le attività industriali spesso concentrate in aree localizzate, lo sviluppo urbano incontrollato, le attività turistiche non sostenibili, i cambiamenti climatici e le variazioni di uso del suolo stesso.

Insieme alla valutazione delle caratteristiche chimiche e pedologiche, risulta utile effettuare una valutazione dei microartropodi presenti nel terreno (insetti, aracnidi, miriapodi, crostacei) per il calcolo dell'indice QBS.

Il QBS-ar, acronimo di Indice di Qualità Biologica del Suolo, è stato ideato nel 1998 nell'Università di Parma da Parisi *et al.* Il QBS-ar è un punteggio totale attribuito a un campione di terreno, dato dalla somma di tutti i valori dei singoli EMI. Il grado di adattamento delle forme biologiche varia in base a diversi fattori, tra i quali sicuramente gli equilibri della rete trofica; per quantificare si utilizza una scala di riferimento di punteggi chiamati EMI (Indici EcoMorfologici): per ogni carattere che evidenzia l'adattamento al suolo si attribuisce un punteggio, da un minimo di 1 ad un massimo di 20, a seconda che la forma considerata sia pochissimo o decisamente adattata al suolo.

L'applicazione dell'indice QBS-ar prevede le seguenti fasi:

- 1. Prelievo del campione:** prima di procedere al campionamento vengono raccolte informazioni come uso del suolo, la coltura e la fase della stessa, la zona climatica di riferimento e il bacino deposizionale di appartenenza. Tramite la realizzazione di trivellate e profili vengono rilevati tessitura, granulometria, drenaggio, le percentuali di carbonati e di carbonio organico del suolo. Ogni singolo campione estratto è costituito da tre distinte zolle cubiche di 10 cm di lato (repliche), raccolte in punti distanti una decina di metri l'uno dall'altro, curando di comprendere la massima variabilità; affinché il calcolo del QBS-ar sia valido, l'umidità del suolo al momento del prelievo deve essere compresa tra il 40% e l'80% della capacità di campo. Dopo aver rimosso l'eventuale lettiera o copertura erbacea, i campioni sono riposti in buste di plastica in cui deve rimanere una riserva di aria.
- 2. Estrazione e conservazione dei microartropodi:** entro le 24 ore seguenti i campioni vengono posizionati nel *selettore di Berlese-Tullgren*, che consente di isolare la pedofauna in quanto al di sopra di esso è posizionata una sorgente di calore, generalmente una lampada da 40 watt, che provoca lo spostamento progressivo della pedofauna attiva verso il basso per sfuggire all'essiccamento, fino a cadere nel recipiente. Una permanenza di cinque giorni della zolla nel selettore porta all'estrazione di oltre il 95% degli animali così raccolti (definiti "selettura"). La selettura subisce successivamente un processo di fissazione nel recipiente mediante una soluzione composta da due parti di etanolo al 70% e una di glicerina.
- 3. Determinazione delle forme biologiche:** per effettuare il riconoscimento delle forme biologiche, la selettura viene osservata e analizzata utilizzando un microscopio ottico stereoscopico a luce riflessa ad ingrandimenti variabili da 8X a 50X. La determinazione viene condotta, ove possibile, fino al livello di famiglia o genere e ad ogni taxon è assegnato un punteggio utilizzando una scala di riferimento chiamata EMI.
- 4. Calcolo dell'indice QBS-ar:** gli EMI (Indici EcoMorfologici) si basano sul principio secondo il quale tutti gli organismi del suolo, indipendentemente dalla loro origine, convergono verso una forma biologica (FB) che consenta il miglior adattamento all'ambiente. Il grado di adattamento alla vita nel suolo varia in base alla presenza e alla combinazione di alcuni caratteri quali: depigmentazione, allungamento e appiattimento del corpo, accorciamento delle appendici sensoriali e locomotorie (spesso irrobustite), riduzione o scomparsa degli organi deputati alla vista, sviluppo di organi sensoriali atti alla percezione del grado di umidità. Le forme che presentano il maggior grado di adattamento alle condizioni del suolo (*euedafiche*), viene

attribuito un punteggio EMI pari a 20, mentre a quelle che lo sono scarsamente è assegnato un punteggio pari a 1 (*epiedafiche*); tutte le forme biologiche caratterizzate da condizioni intermedie, presentano un punteggio pari al loro grado di specializzazione (*emiedafiche*).

A questo punto, l'indice QBS-ar verrà assegnato ad un campione di terreno mediante la somma di tutti i valori dei singoli EMI. Il metodo non è quantitativo, quindi è sufficiente trovare un singolo individuo di un gruppo per attribuire il punteggio assegnato.

Il monitoraggio della pedofauna sarà realizzato nelle fasi AO, CO e PO con le cadenze temporali indicate al paragrafo 3.1.

I punti di campionamento nei quali effettuare il monitoraggio della pedofauna sono i punti D-N-H-M-R.

2.4 Monitoraggio acque

2.4.1 Riferimenti normativi

Secondo le Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA, i riferimenti normativi nazionali a cui fare riferimento per il monitoraggio delle acque sono:

- DM 16/06/2008, n. 131 – Regolamento recante “I criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni” (Tipizzazione, Analisi delle pressioni e degli impatti e individuazione dei corpi idrici).
- DM 14/04/2009, n. 56 – Regolamento recante “Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l’identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 152/2006, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’art. 75, comma 3, del D. Lgs. medesimo”;
- D.Lgs 16 marzo 2009 n. 30 “Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento e dal deterioramento”;
- D. Lgs. 13 ottobre 2010 n. 190 “Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l’azione comunitaria nel campo della politica per l’ambiente marino;
- D. Lgs. 10/12/2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l’analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;
- D.M. 08/10/2010, n. 260 – Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.

A livello comunitario invece si fa riferimento a:

- Decisione della Commissione 2013/480/UE del 20/09/2013. Acque – Classificazione dei sistemi di monitoraggio – Abrogazione decisione 2008/915/CE: decisione che istituisce i valori di classificazione dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall’esercizio di

intercalibrazione;

- Decisione della Commissione 2010/477/UE del 1/9/2010 sui criteri e gli standard metodologici relativi al buono stato ecologico delle acque marine;
- Direttiva 2013/39/UE del 12/08/2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

2.4.2 Monitoraggio delle acque superficiali

Lo stato di Qualità ambientale dei corpi idrici superficiali deriva dalla valutazione attribuita allo stato ecologico e allo stato chimico del corpo idrico, così come previsto dal D.M.260/2010 e dal D. Lgs. 172/2015, che hanno modificato il D. Lgs. 152/2006 a sua volta recepite la Direttiva 2000/60/CE, nota come “Direttiva Quadro sulle Acque” (*Water Framework Directive*).

Lo Stato Ecologico è *l'espressione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici associati alle acque superficiali*. Esso è definito da:

1. Elementi di Qualità Biologica (EQB):

- Macroinvertebrati attraverso il calcolo dell'indice STAR_ICMi (Indice multi metrico STAR di Intercalibrazione);
- Macrofite attraverso il calcolo dell'indice trofico IBMR (Indice Biologico delle Macrofite nei Fiumi);
- diatomee mediante l'indice ICMi (Indice multi metrico di Intercalibrazione);
- fauna ittica valutata attraverso l'indice ISECI (Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche).

Per ciascun elemento, mediante il confronto del valore assunto dall'elemento di qualità biologica (EQB) con delle condizioni di riferimento (RC), si calcola il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), che stabilisce la qualità del corpo idrico non in valore assoluto, ma in modo tipo-specifico in relazione alle caratteristiche proprie di ciascun corso d'acqua.

2. Elementi fisico-chimici e chimici a sostegno degli elementi biologici

A supporto degli EQB si considerano i parametri chimico-fisici indicati nell'allegato 1 del D.M.260/2010, che si valutano attraverso il calcolo del Livello di Inquinamento da Macrodescrittori per lo stato ecologico (LIMEco). I parametri sono:

- Azoto ammoniacale

- Azoto nitrico
- Fosforo totale
- Ossigeno disciolto

Di seguito vengono riportate le indicazioni per una corretta gestione dei campioni per la determinazione dei quattro parametri che definiscono il LIMeco.

Parametro	Tipo di contenitore	Conservazione	Tempo massimo di conservazione
Azoto ammoniacale	Polietilene, vetro	Refrigerazione	24 ore
Azoto nitrico	Polietilene, vetro	Refrigerazione	48 ore
Fosforo totale	Polietilene, vetro	Aggiunta di H ₂ SO ₄ fino a pH< 2 e refrigerazione	1 mese
Ossigeno disciolto (misura in situ con elettrodo)	-	-	Misura “in situ”, analisi immediata
Ossigeno disciolto (Metodo di Winkler)	Vetro	Aggiunte dei reattivi di Winkler sul posto	24 ore

(Fonte: Metodi analitici per le acque – Metodi di campionamento – APAT IRSA-CNR. Tabella 2)

Come indicato nel D.M. 260/2010, il LIMeco di ciascun campionamento si ottiene dalla media dei punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie di concentrazione indicate nella Tabella 4.1.2/a di seguito riportata.

31		Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
	Punteggio*	1	0,5	0,25	0,125	0
Parametro						
100-O ₂ % sat.	Soglie**	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH ₄ (mg/l)		< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
N-NO ₃ (mg/l)		< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
Fosforo totale (µg/l)		< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	> 400

* Punteggio da attribuire al singolo parametro

** Le soglie di concentrazione corrispondenti al Livello 1 sono state definite sulla base delle concentrazioni osservate in campioni (115) prelevati in siti di riferimento (49), appartenenti a diversi tipi fluviali. In particolare, tali soglie, che permettono l'attribuzione di un punteggio pari a 1, corrispondono al 75° percentile (N-NH₄, N-NO₃, e Ossigeno disciolto) o al 90° (Fosforo totale) della distribuzione delle concentrazioni di ciascun parametro nei siti di riferimento. I siti di riferimento considerati fanno parte di un database disponibile presso CNR-IRSA.

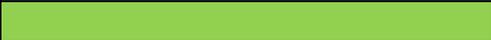
3. *Sostanze inquinanti non appartenent iall’elenco di priorità (tab.1/B del D.M. 260/10 e del D. Lgs.172/2015)*

Per esse si verifica la conformità o meno a gli Standard di Qualità Ambientale in termini di media annua (SQA-MA).

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.

I giudizi relativi allo STAR_ICMi, IBMR, ICMi, ISECI, all’LIMeco e agli SQA-MA della tabella 1/B vengono integrati per la definizione dello Stato Ecologico.

Le classi di Stato Ecologico sono cinque rappresentate da specifici colori, come riportato di seguito:

Elevato	
Buono	
Sufficiente	
Scarso	
Cattivo	

Oltre la valutazione dello Stato Ecologico, il D.M. 260/10, che è stato in parte modificato dal D. Lgs. 172/2015, prevede la valutazione dello Stato Chimico mediante la determinazione delle sostanze inquinanti incluse nell’elenco di priorità (Tab.1/A del D.M. 260/2010).

Fonte: D.M. n. 260 del 08/11/201

Per il conseguimento dello stato “Buono”, le concentrazioni di tali sostanze devono essere inferiori agli Standard di Qualità Ambientale (SQA) in termini di media annua (SQA-MA) o di concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA), ove prevista. È sufficiente che un solo elemento superi tali valori per il mancato conseguimento dello stato Buono.

Le Classi di qualità dello Stato Chimico sono due:

Buono	
Mancato conseguimento dello Stato Buono	

Dal punto di vista idrografico, l'area di progetto è così caratterizzata:

Area Ovest: in corrispondenza del punto indicato dalla freccia si evince la presenza di un corso d'acqua. Si specifica che per tale fiume vige la fascia di rispetto dei 150 metri per lato come riportato nel Piano Paesaggistico di Catania; pertanto, tale fascia di rispetto sarà esclusa dall'installazione delle strutture e destinata alle sole opere a verde componenti del sistema agrovoltaico. Saranno comunque previsti un punto di campionamento a monte e due ipotesi a valle, uno dei quali verrà scelto sulla base della facilità di accesso al punto indicato.



Figura 3: reticolo idrografico dell'area Ovest.

Area Est: come mostrato in *Figura 4*, non si evincono corsi d'acqua nei pressi del Lotto di interesse.

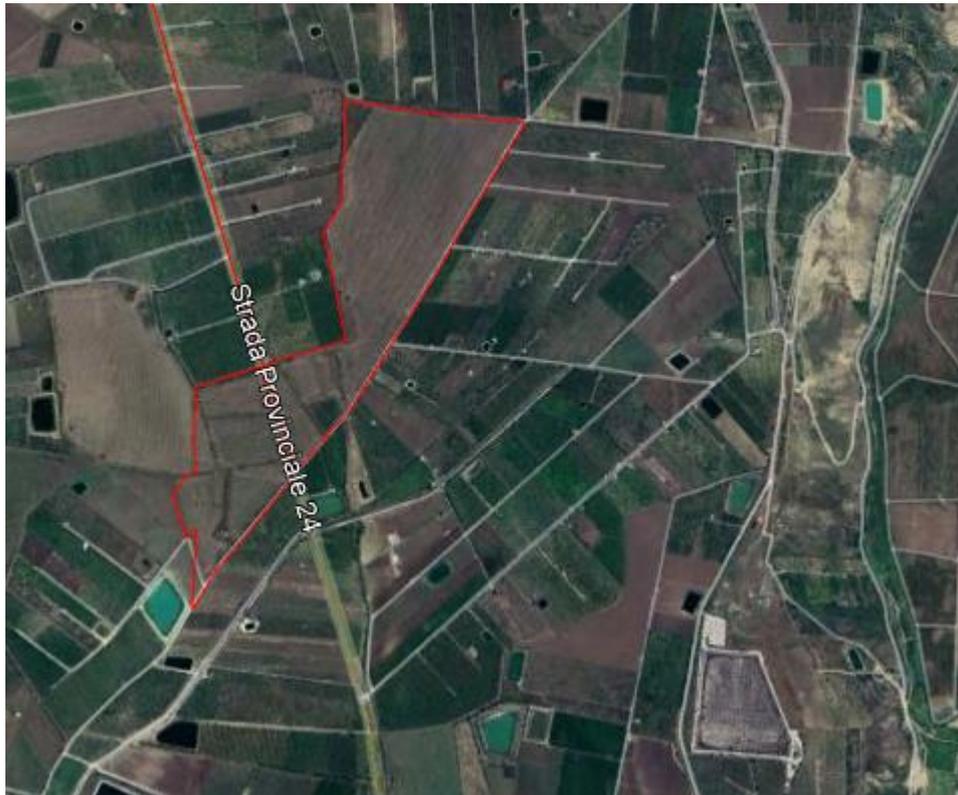


Figura 4: reticolo idrografico dell'area Est.

Qualora le condizioni idriche risultassero idonee, si propone di effettuare il campionamento dell'acqua, del corpo idrico che scorre in posizione mediana dell'area ovest.



Figura 5: Posizionamento dei punti di monitoraggio delle acque superficiali per l'area Ovest.

Qualsiasi condizione che possa comportare un'impossibilità di effettuare il campionamento dovuta alla siccità dei corpi idrici stessi (o a qualsiasi altra situazione di natura organizzativa, climatica, di sicurezza, ecc.), dovrà essere registrata sui verbali di campionamento la cui compilazione è responsabilità degli operatori che effettuano il monitoraggio.

Tabella 4: Punti di monitoraggio del corpo idrico.

Corpo idrico	Coordinate geografiche		
	Punto a monte	Punto a valle Ipotesi 1	Punto a valle Ipotesi 2
Impluvio Lotto area	1.1	1.2	1.3
Ovest	37°30'56.12"N 14°49'59.76"E	37°30'35.99"N 14°50'5.61"E	37°30'31.69"N 14°50'10.07"E

Per il monitoraggio delle acque superficiali la frequenza di monitoraggio sarà la seguente:

- Fase Ante Operam: una campagna
- Fase Corso d’Opera: due campagne
- Fase Post Operam: una campagna/anno per i primi due anni e poi una campagna ogni 5 anni

I parametri che si propone di valutare sono:

- Temperatura
- Azoto ammoniacale
- Azoto nitrico
- Fosforo totale
- Ossigeno disciolto
- Torbidità
- pH
- Conducibilità
- TDS (Solidi Totali Disciolti)
- TSS (Solidi Totali Sospesi)

Nelle “Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA – Indirizzi specifici: Ambiente idrico”, si specifica che *per i “corpi idrici di riferimento” o in generale quelli che devono essere monitorati ai sensi della normativa di settore, la frequenza e la durata di monitoraggio dovranno adeguatamente integrarsi con quanto previsto dalla normativa di settore, considerando le specifiche finalità delle indagini mirate al controllo degli effetti determinati dalla realizzazione/esercizio dell’opera. Qualora dovessero verificarsi manifestazioni di instabilità dei parametri analitici valutati, si dovrà rivalutare la possibilità di effettuare il monitoraggio con frequenze più ravvicinate per comprendere meglio i cambiamenti a*

carico dei corpi idrici e prevedere gli eventuali interventi da mettere in atto.

2.4.3 Consumi di acqua utilizzata

Il fabbisogno in fase di costruzione, gestione e dismissione è legato alle esigenze di cantiere, alla pulizia dei moduli fotovoltaici e all'irrigazione delle specie vegetali. Nell'ambito del monitoraggio idrico si prevede anche il monitoraggio dei consumi di acqua utilizzata nel contesto del progetto. Nello specifico dovrà essere predisposto un registro nel quale si dovranno indicare i consumi di acqua utilizzata nell'ambito della pulizia dei pannelli.

2.5 Monitoraggio flora

Nel contesto del progetto sarà prevista una fascia di mitigazione perimetrale pari a 10 metri nella quale saranno messe a dimora piante di ulivo (*Olea europaea*). Alcuni dei perimetri attualmente presenti nell'area oggetto di studio saranno reimpiantati nella fascia di 150 m di rispetto del fiume. Saranno incrementati gli agrumeti attualmente presenti e saranno inoltre previsti un prato polifita di leguminose e una coltivazione di aromatiche.

Infine, alcune aree saranno destinate a coltivazione di tipo seminativo.

Il monitoraggio della flora consiste nella valutazione dei popolamenti di piante spontanee che potrebbero potenzialmente crescere in alcune zone delle aree di progetto. I transetti lungo i quali realizzare il monitoraggio della flora sono indicati nelle *Figure 6-7* e in *Tabella 5*.

Il monitoraggio della flora sarà così realizzato:

- Fase Corso d'Opera: 1 campagna in primavera/estate
- Fase Post Operam: 1 campagna/anno in primavera-estate per i primi 3 anni di esercizio, successivamente 1 campagna in primavera/estate ogni 5 anni (come specificato nelle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.) Indirizzi metodologici specifici: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna)

Ogni transetto previsto per il monitoraggio della flora ha una lunghezza di circa 100 metri. 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 e georeferenziando i transetti percorsi. Questa operazione è utile perché consente di effettuare un confronto tra le specie censite e indicate nello Studio Botanico Faunistico e quelle riscontrate in fase

di esercizio dell'opera.

Il rilievo delle specie vegetali dovrà inoltre evidenziare se le specie osservate sono specie protette o a rischio estinzione (secondo le liste rosse IUCN, delle quali si rimanda a una spiegazione più approfondita al paragrafo 2.6 sul monitoraggio della fauna) o se si tratta di specie alloctone. Ogni organismo vegetale per il quale è stata possibile la determinazione della specie dovrà essere indicato con la nomenclatura binomia, ovvero con l'indicazione del genere (in maiuscolo) e della specie (in minuscolo). Qualora non si riuscisse a identificare la specie, si dovranno censire gli organismi osservati mediante un'indicazione del *taxon* (la categoria o l'entità di qualsiasi grado come genere, famiglia, ordine), il più prossimo possibile alla specie, al quale può essere ricondotto l'organismo.



Figura 6: transetti per il monitoraggio della flora nell'area Ovest.

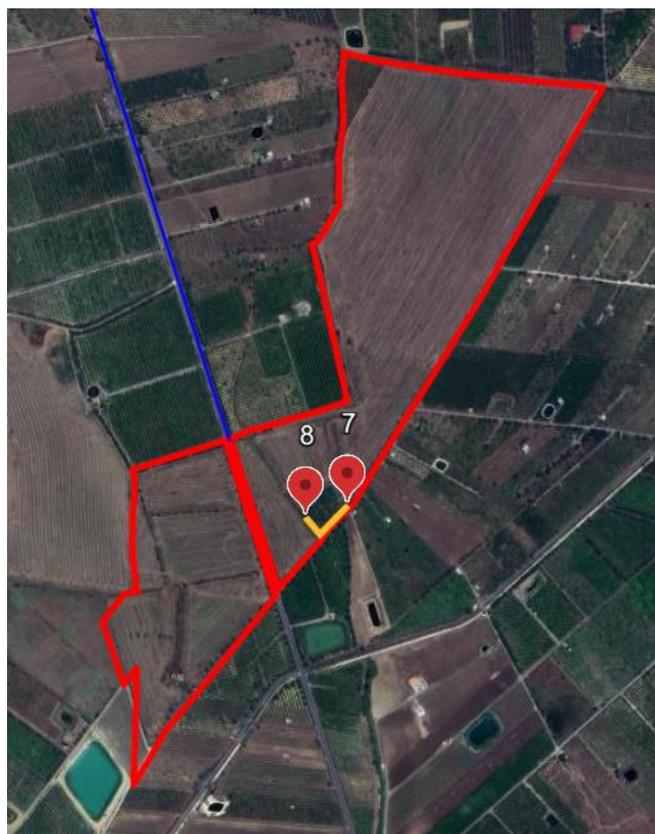


Figura 7: transetti per il monitoraggio della flora nell'area Est.

Tabella 5. Punti di monitoraggio della flora.

Transetto	Identificativo su mappa	Coordinate
Transetto n. 1	1 (inizio transetto)	37°30'47"N 14°49'28"E
	2 (fine transetto)	37°30'44"N 14°49'27"E
Transetto n. 2	3 (inizio transetto)	37°30'47"N 14°49'52"E
	4 (fine transetto)	37°30'44"N 14°49'53"E
Transetto n. 3	5 (inizio transetto)	37°30'40"N 14°50'11"E
	6 (fine transetto)	37°30'40"N 14°50'07"E
Transetto n. 4	7 (inizio transetto)	37°30'30"N 14°51'18"E
	8 (fine transetto)	37°30'29"N 14°51'15"E

Correlando il monitoraggio della flora con quello del terreno, è importante sottolineare che durante il monitoraggio del suolo secondo la metodica GR-1, l'osservazione del suolo e la registrazione dei dati relativi alla copertura vegetale, può essere utile anche al monitoraggio della flora. In corso d'opera il monitoraggio dovrà essere eseguito con particolare attenzione nelle aree prossime ai cantieri, dove è ipotizzabile si possano osservare le interferenze più significative sulla vegetazione.

È importante comunque sottolineare che nelle opere relative alla manutenzione del verde è prevista anche la gestione delle piante spontanee. Non tutte le specie spontanee rappresentano però delle piante infestanti; molte, infatti, svolgono anche importanti funzioni per la nutrizione degli insetti e, pertanto, la gestione delle opere a verde deve rappresentare un equilibrio tra la corretta manutenzione e gestione degli spazi e una possibilità di sviluppo di caratteri naturalistici ed ecologici nell'area di progetto.

2.6 Manutenzione del verde

È previsto un piano di manutenzione quinquennale. In generale la prima fase di gestione, relativa ai due anni successivi alla realizzazione, è da considerarsi di assestamento dell'area a verde nel suo complesso. Successivamente ai primi due anni, la manutenzione può considerarsi ordinaria.

Manutenzione dell'impianto arboreo: la manutenzione della vegetazione arborea prevede irrigazioni di soccorso, concimazioni, potature di formazione, spollonature, eliminazione e sostituzione delle piante morte, difesa della vegetazione infestante con lavorazione meccanica, ripristino della verticalità delle piante a seguito di cedimenti del suolo, controllo legature e tutoraggi e controllo dei parassiti e delle fitopatie.

Manutenzione essenze aromatiche: durante l'attecchimento dell'impianto, la manutenzione delle macchie arbustive sarà finalizzata all'ottenimento di uno sviluppo armonico, equamente distribuito in tutto lo sviluppo, e il più possibile rapido. L'esatta definizione dell'epoca e della metodologia di taglio andrà modulata a seconda della specie considerata, delle dimensioni all'impianto e allo sviluppo richiesto in progetto.

Gestione delle infestanti: lungo la fascia perimetrale e tra gli arbusti la gestione delle infestanti sarà effettuata per mezzo di interventi meccanici mediante l'impiego di una piccola trattrice e trinciaerba/erpice o decespugliatore.

Interventi di manutenzione primo e secondo anno

Gli interventi da eseguire annualmente e ove necessario più volte nel corso dell'anno consistono in:

- N° 1 intervento di reintegrazione delle fallanze;
- N° 2 interventi di concimazione con concimi organici a lenta cessione;
- N° 1 intervento annuo di potatura di formazione e di rimozione del secco;
- N° 2 verifiche dei pali tutori e dei legacci di consolidamento al fusto;
- N° 1 intervento di controllo fitosanitario ed eventuale intervento antiparassitario;
- N° 3 interventi di rimozione dalla vegetazione infestante con lavorazione meccanica;
- N° 3 interventi di monitoraggio impianto di irrigazione;

Interventi di manutenzione successivi al secondo anno fino al quinto

Gli interventi da eseguire annualmente e ove necessario più volte nel corso dell'anno nell'impianto arboreo e arbustivo consistono in:

- N° 3 (indicativamente) sarchiature lungo i filari della fascia perimetrale;
- N° 1 intervento di reintegrazione delle fallanze;
- N° 1 interventi di concimazione con concimi organici a lenta cessione;
- N° 1 intervento di potatura e spollonatura ogni due anni sulle alberature della fascia di mitigazione e sulle altre essenze;
- N° 3 interventi di rimozione dalla vegetazione infestante con lavorazione meccanica;
- N° 1 verifica dei pali tutori e dei legacci di consolidamento al fusto;
- N° 1 intervento di controllo fitosanitario ed eventuale intervento antiparassitario;
- N° 3 interventi di monitoraggio impianto di irrigazione;

Alla fine del terzo anno potranno essere rimossi i pali tutori.

Programma di manutenzione prato permanente

Gli interventi da eseguire annualmente:

- N° 1 Semina (novembre-dicembre), da eseguirsi solo una volta durante il ciclo (max ogni 7 anni);
- N° 1 Sfalcio (maggio-giugno);

2.7 Monitoraggio fauna

Il monitoraggio della componente fauna ha lo scopo di tenere sotto controllo e prevenire eventuali cause di degrado delle comunità faunistiche esistenti nel territorio in esame.

Come indicazione generale bisogna tenere conto delle caratteristiche del territorio in esame e della possibile presenza di specie faunistiche. L’*Atlante della Biodiversità della Sicilia: Vertebrati Terrestri* redatto da ARPA (Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente) illustra la distribuzione delle specie dei vertebrati nel territorio siciliano. La conoscenza delle specie presenti secondo l’Atlante può essere d’ausilio nel riconoscimento delle specie che verranno osservate durante le campagne di monitoraggio nelle aree di interesse.

Nell’area di interesse verranno interrati pali in legno sui quali andranno posizionati sia nidi artificiali, per attirare specie avifaunistiche, che rifugi per pipistrelli (o Bat Box). La distribuzione dei vari nidi, all’interno della proprietà interessata dal progetto, è indicata nelle *Figure 8-9* e nella Tabella 6.



Figura 8: Localizzazione dei nidi artificiali e bat box nell’area di progetto Ovest.

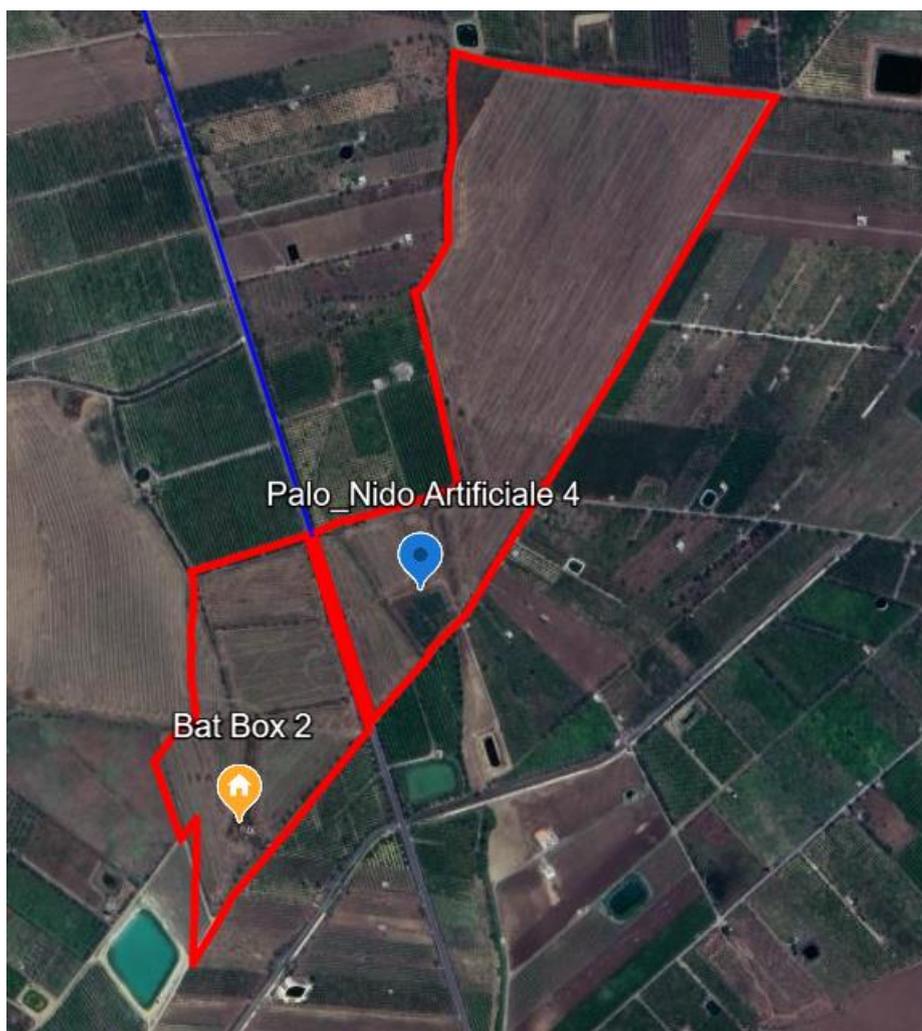


Figura 9: Localizzazione dei nidi artificiali e bat box nell'area di progetto Est.

Tabella6. Localizzazione nidi artificiali e bat box.

Nome Nido/Bat box	Coordinate di posizionamento
Palo_Nido artificiale 1	37°30'47"N 14°49'52"E
Palo_Nido artificiale 2	37°30'45"N 14°49'27"E
Palo_Nido artificiale 3	37°30'40"N 14°50'10"E
Palo_Nido artificiale 4	37°30'30"N 14°51'16"E
Bat Box 1	37°30'46"N 14°49'53"E
Bat box 2	37°30'21"N 14°51'07"E

Per la fauna le attività di monitoraggio consisteranno in:

- Caratterizzare in fase di Ante Operam (AO) delle comunità faunistiche presenti nell'area per valutare gli attuali livelli di diversità e di abbondanza specifica;
- In Corso d'Opera(CO) e Post Operam (PO) si verificheranno le comunità faunistiche presenti per evitare l'insorgere di variazioni in termini di diversità e di abbondanza specifica delle comunità rispetto a quanto rilevato in AO;
- Verifica dell'efficacia delle opere di mitigazione previste per la componente in oggetto, sia in termini di variazione della qualità dell'ambiente che di risposta delle comunità faunistiche. Verranno quindi controllati i nidi e le bat box per valutarne l'occupazione da parte degli animali.

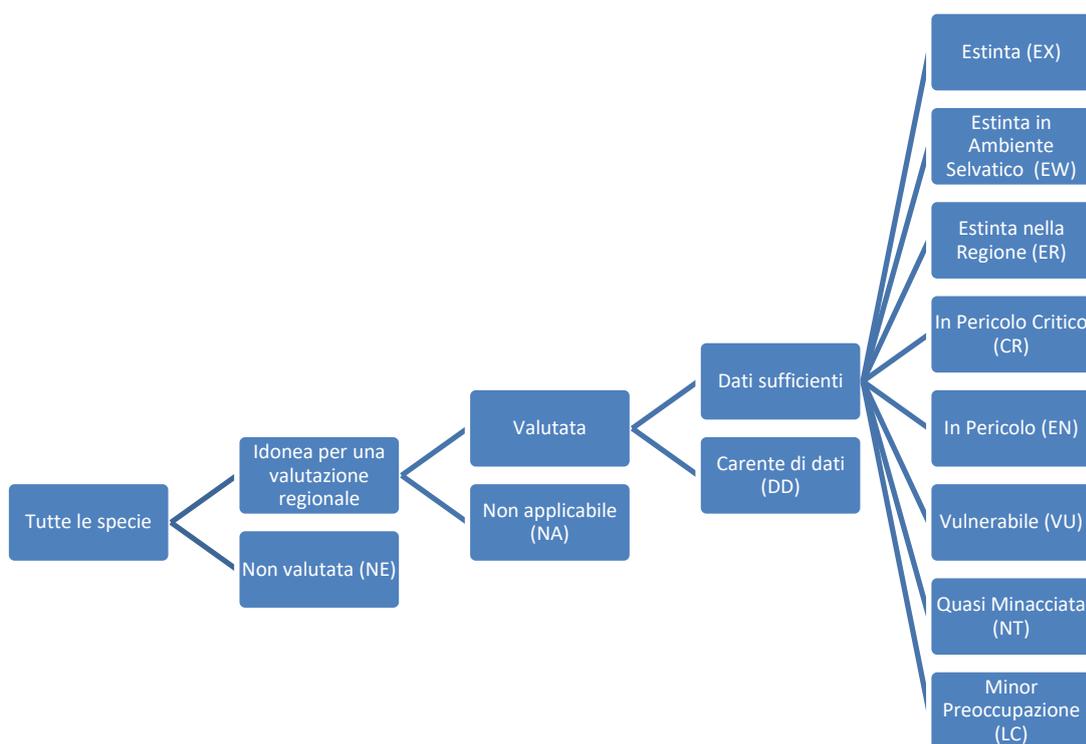
Indicazioni operative per l'installazione delle Bat box: il nido va montato su un palo ad almeno 4 metri di altezza. Se la temperatura media a luglio è 30-35°C, il nido deve essere posizionato all'ombra in modo tale che la luce diretta del sole lo raggiunga per non più di 6 ore; se invece la temperatura media a luglio è inferiore ai 27°C il nido deve essere esposto alla luce per almeno 10 ore al giorno.

Le comunità faunistiche dell'area interessata verranno studiate per identificare la presenza di emergenze e potenzialità faunistiche di rilievo. Le comunità faunistiche indicatrici e le metodiche di monitoraggio sono indicate in Tabella 7.

Tabella 7. Metodiche di monitoraggio

Attività	Metodica	Descrizione
Avifauna	F- 1	Monitoraggio mediante transetti di identificazione diretta (visivo) e indiretta (sonoro)
Erpetofauna	F- 2	Monitoraggio tramite transetti
Chiroteri	F- 3	Monitoraggio per mezzo del bat- detector
Conigli selvatici	F- 4	Monitoraggio mediante pellet count e diretto con faro

Come nel caso della flora, ogni individuo per il quale è stata possibile la determinazione della specie dovrà essere indicato con la nomenclatura binomia e, anche in questo contesto se non è possibile l'identificazione della specie dovrà essere indicato il taxon il più prossimo possibile alla specie al quale può essere ricondotto l'organismo. Per ogni specie che verrà individuata nel corso delle campagne di monitoraggio viene individuata l'iscrizione all'elenco delle specie inserite in All. 1 della direttiva 2009/147/CE e il livello di classificazione nelle liste rosse italiane IUCN, acronimo di *International Union for Conservation of Nature*, un'organizzazione non governativa fondata nel 1948 con lo scopo di tutelare la biodiversità, l'ambiente e favorire lo sviluppo sostenibile. In questo contesto sono state create le "Liste Rosse", documenti realizzati grazie al lavoro di ricercatori su scala globale e contenenti informazioni circa lo stato di conservazione delle specie animali e vegetali. Le specie vengono così classificate sulla base di specifici criteri come il numero di individui, il successo riproduttivo e la struttura delle comunità, rispetto al rischio di estinzione e associando, per ciascuna di esse, una delle seguenti sigle:



Le categorie CR, EN e VU rientrano tra le “Categorie di Minaccia”.

2.7.1 Monitoraggio fauna– metodica F-1

Il monitoraggio dell’avifauna avviene mediante transetti la cui dimensione deve essere sufficientemente adeguata all’area di monitoraggio; il riconoscimento delle specie può avvenire o per avvistamento diretto e/o per riconoscimento del canto. Il censimento avifaunistico viene effettuato percorrendo lentamente i transetti. Vengono indicati su una scheda da campo le specie, identificate a vista o al canto, indicando ogni individuo segnalato con 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)

Questi codici possono essere applicati ad ogni segnalazione così da poter ottenere 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 che vengono individuati entro un intervallo di circa 100 m di raggio dalla posizione dell'osservatore. L'ubicazione dei transetti e la rispettiva lunghezza sono indicate nelle *Figure 10-11* e in Tabella 8. Le frequenze del monitoraggio per l'avifauna sono indicate nel paragrafo 3.4. Nella fase di cantiere (Corso d'Opera) la frequenza di monitoraggio sarà maggiore in quanto deve essere necessario valutare se, rispetto le fasi Ante Operam e Post Operam, le fasi di cantiere possono arrecare disturbo alla fauna presente (correlate ad esempio al rumore o a un maggior traffico veicolare).



Figura 10: Localizzazione transetti per il monitoraggio dell'avifauna nell'area di progetto Ovest.



Figura 11: Localizzazione transetti per il monitoraggio dell'avifauna nell'area di progetto Est.

Tabella 8. Indicazione transetti.

N.TRANSETTO	LUNGHEZZA(m)	IDENTIFICATIVO TRANSETTO	COORDINATE
1	~100	A (inizio transetto)	37°30'48.25"N14°49'51.86"E
		B (fine transetto)	37°30'45.27"N14°49'53.46"E
2	~100	C (inizio transetto)	37°30'43.93"N14°50'11.71"E
		D (fine transetto)	37°30'40.71"N14°50'11.39"E
3	~100	E (inizio transetto)	37°30'38.28"N14°49'36.16"E
		F (fine transetto)	37°30'36.98"N14°49'39.92"E
4	~100	G (inizio transetto)	37°30'31.12"N14°51'17.38"E
		H (fine transetto)	37°30'29.13"N14°51'16.54"E

È preferibile effettuare i rilevamenti durante la massima attività dell'avifauna, ossia tra l'alba e la metà della mattinata, anche se, se sussistono particolari necessità organizzative, l'orario può variare in base alle condizioni climatiche e della luce. I dati relativi agli individui in attività riproduttiva o di definizione dei territori, censiti in periodo tardo primaverile e estivo, possono essere utilizzati per la stima delle coppie nidificanti. 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 di Evenness*: esprime il grado di omogeneità col quale gli individui sono distribuiti nelle varie specie che compongono una comunità
- *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:

- n_i = 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 singoli punti di monitoraggio, aggiornati nel corso delle diverse fasi 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 a partire dal CO.

2.7.2 Monitoraggio fauna– metodica F-2

Il censimento dell'erpetofauna, ovvero dei rettili e degli anfibi, consiste nell'individuazione di transetti, indicati nella *Figure 12-13*, al fine di individuare gli esemplari presenti nell'area per effettuare, successivamente, un'analisi quali-quantitativa del popolamento. I transetti verranno posti lungo quelle aree che si ritiene possano favorire la frequentazione da parte di questo gruppo di animali.



Figura 12: transetti per il monitoraggio dell'erpetofauna nell'area di progetto Ovest.

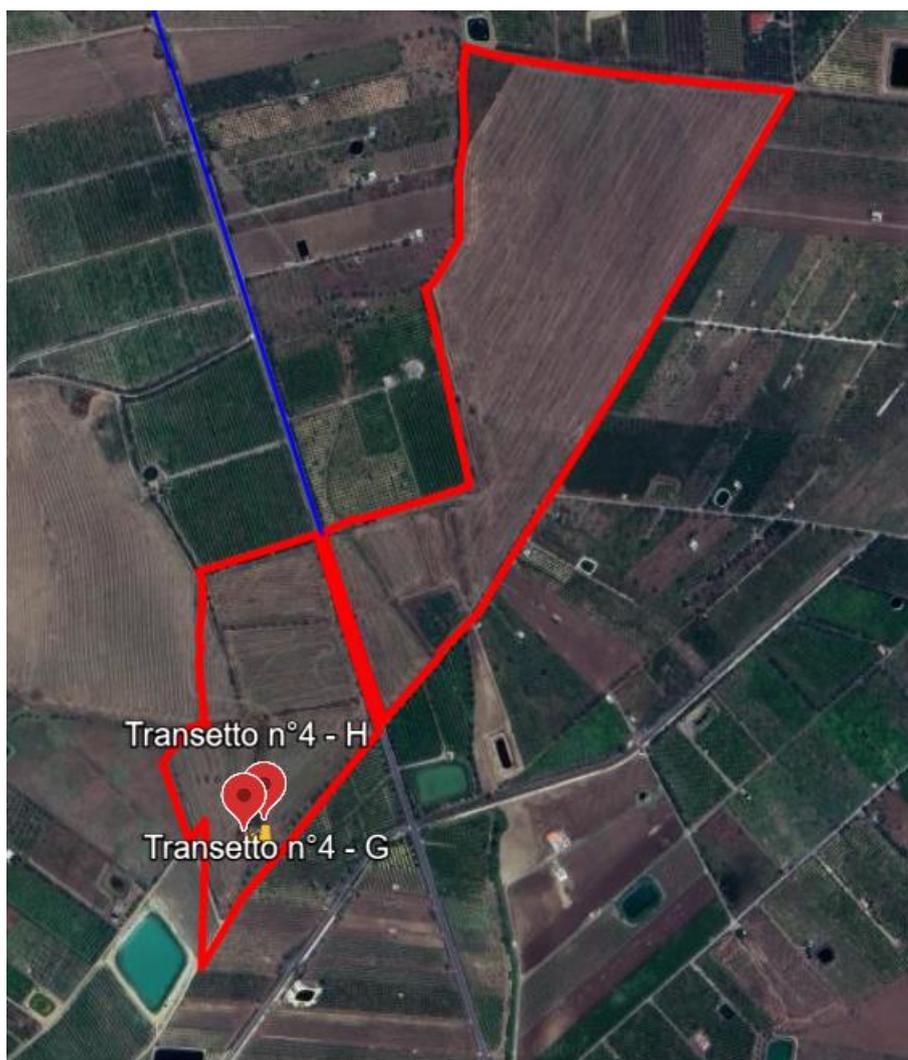


Figura 13: transetti per il monitoraggio dell'erpeto fauna nell'area di progetto Est.

Tabella 9. Indicazione transetti monitoraggio erpetofauna.

N.TRANSETTO	LUNGHEZZA(m)	IDENTIFICATIVO TRANSETTO	COORDINATE
1	~50	A (inizio transetto)	37°30'37.97"N 14°49'36.93"E
		B (fine transetto)	37°30'37.31"N 14°49'38.79"E
2	~50	C (inizio transetto)	37°30'36.89"N 14°49'57.97"E
		D (fine transetto)	37°30'35.69"N 14°49'57.43"E
3	~50	E (inizio transetto)	37°30'40.40"N 14°50'7.98"E
		F (fine transetto)	37°30'40.56"N 14°50'10.05"E
4	~50	G (inizio transetto)	37°30'21.47"N 14°51'7.82"E
		H (fine transetto)	37°30'21.01"N 14°51'6.77"E

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 nella tarda mattinata (aprile-maggio) quando le condizioni di luce sono favorevoli e quando si ha il picco del periodo riproduttivo delle specie oppure il periodo estivo.
- 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:

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

2.7.3 Monitoraggio fauna– metodicaF-3

Il censimento dei Chiroteri 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. Non si prevede intrappolamento.

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 in notturna in presenza di buio; tendenzialmente tra le 09.30 p.m e le ore 01.00 a.m (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, al di là del range dell'orecchio umano che percepisce, al massimo, suoni con una frequenza che va da 20 a 20.000 Hz.

La restituzione dei dati e analisi è analoga a quella dei precedenti metodi illustrati fino ad adesso.

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 (Kunz et al., 1996).

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

2.7.4 Monitoraggio fauna- metodica F-4

Le metodologie utili alla stima della grandezza di popolazione per il coniglio selvatico sono il trappolaggio-marcaggio-conteggio, la conta delle pallottole fecali (pellet count), 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 (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 ed il metodo del conteggio delle pallottole fecali nel periodo estivo.

2.7.4.1 Pellet count

Il metodo del conteggio delle pallottole fecali è considerato indiretto perché consente di calcolare la densità di individui su unità di superficie, raccogliendo testimonianze dell'attività dell'animale, come appunto le feci, e assoluto, perché può condurre ad 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. Le aree devono essere rappresentative dell'intero territorio indagato, devono consentire il facile accesso per i lavori di monitoraggio. All'interno di ogni area campione devono essere 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. Tutte le fatte rinvenute durante il conteggio saranno state deposte dopo l'azione di azzeramento e durante l'intervallo di tempo intercorso tra l'azzeramento e il conteggio, saranno state deposte all'interno della superficie di conteggio un numero di fatte che sono correlate alla densità dei conigli presenti nell'area.

L'algoritmo che permette di trasformare il numero di pallottole fecali rinvenute durante il conteggio in densità di individui è quello proposto da Eberhardt e Van Etten (1956):

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

In cui N è la densità di individui per unità di superficie campionata, m 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.

2.7.4.2 Conteggio diretto con fari

Il conteggio dei conigli selvatici lungo ogni transetto sarà effettuato con il metodo di censimento notturno con i fari (Salzmann et al., 1973; Pfister, 1978; Arthur, 1980; Schantz e Von e Liberg, 1982; Frylestam, 1981; Barnes e Tapper, 1985; Moreno e Villafuerte, 1992; Biadi e Le Gall, 1993).

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, georeferenziando 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, annotato anche l'età (adulto o giovane) di ogni individuo e la tipologia ambientale in cui viene osservato il coniglio.

2.7.5 Analisi ed elaborazione dati

Il conteggio diretto dei conigli selvatici verrà effettuato in un punto interno dell'area di progetto, il più vicino possibile a un recettore sensibile. L'ubicazione del punto di osservazione sarà definita solo quando verranno individuati i punti idonei per la collocazione della strumentazione, utilizzata per l'acquisizione 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 di CO la modifica di alcuni parametri come la scomparsa di specie, porteranno ad una ulteriore verifica e dalla 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 Unico Regionale e la data effettiva di inizio lavori.

(Fonte: Piano di gestione e controllo del coniglio selvatico nel Parco Nazionale dell'Isola di Pantelleria).

2.8 Monitoraggio qualità dell'aria

Gli impatti sulla qualità dell'aria in fase di cantiere sono limitati nel tempo e, qualora significativi, potranno essere tenuti sotto controllo mediante un piano di monitoraggio atmosferico. Le attività di monitoraggio della componente atmosfera sono finalizzate a determinare, in conseguenza della costruzione dell'opera, le eventuali variazioni dello stato di qualità dell'aria per il sito in esame. Pertanto, l'estensione temporale del progetto di monitoraggio riguarda il controllo e la verifica delle fasi Ante Operam e in corso d'opera.

L'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.

Il rilievo dei dati di monitoraggio è previsto prioritariamente di ante campagne di misura appositamente predisposte.

I potenziali impatti sulla componente atmosfera durante la fase di costruzione sono sostanzialmente riconducibili a:

- Sollevamento e dispersione di polveri legate alla movimentazione di inerti o al transito di mezzi d'opera su piste di cantiere;
- Inquinanti da traffico emessi dai mezzi d'opera.

Il monitoraggio in fase di costruzione ha lo scopo di valutare se si verifica la riduzione della qualità dell'aria a causa delle azioni descritte nei precedenti due punti. In questo caso, il monitoraggio consiste nella valutazione della concentrazione delle polveri sospese o aereo disperse, soprattutto alle frazioni PM₁₀ e dal PM_{2,5}, rispettivamente definite porzione inalabile e porzione respirabile. Nel caso in cui si abbia la necessità di effettuare un numero rilevante di viaggi durante il giorno e/o per prolungati periodi di tempo, può rendersi necessario effettuare la misurazione delle concentrazioni dei principali inquinanti, come ad esempio gli ossidi di azoto (NO_x), il monossido di carbonio (CO) e il benzene, unità di base degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Riassumendo, il monitoraggio della qualità dell'aria comprende i seguenti elementi:

- Raccolta dei dati meteorologici locali;
- Monitoraggio dei livelli di concentrazione degli inquinanti emessi durante la fase di costruzione (in particolare PM₁₀ e PM_{2,5}), in prossimità di ricettori critici posti lungo l'infrastruttura in costruzione, presso i cantieri operativi o in prossimità della viabilità utilizzata per il trasporto dei materiali necessari alla costruzione dell'infrastruttura;

- Monitoraggio dei livelli di concentrazione degli inquinanti prodotti dai motori dei veicoli in transito sulla strada (NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, Benzene).

2.8.1 Riferimenti normativi

I principali riferimenti legislativi da considerare per il monitoraggio della componente atmosfera sono i seguenti:

- D.Lgs. 21 maggio 2004, n.183 Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria
- D.M. 1 ottobre 2002, n.261 “Direttive tecniche per la valutazione della qualità dell'aria ambiente-elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del DLgs 351/1999”
- D.M.60/2002 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio"
- D.M. 25 agosto 2000"Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1998, n.203"
- D.Lgs.351/99 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente".
- D.P.R. 203/1988 (parzialmente abrogato dal DL 351del 4-08-1999) “Emissioni in atmosfera”
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.;
- D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.

I campionamenti devono essere eseguiti 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. Il D. Lgs. 155/2010 stabilisce:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM₁₀;
- i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto;
- le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto;

- il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM_{2,5};
- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

2.8.2 Parametri

Le misure saranno eseguite con i laboratori mobili strumentali in grado di rilevare in automatico i parametri richiesti. I parametri che verranno monitorati attraverso la strumentazione installata sul laboratorio mobile sono riportati nella seguente tabella, nella quale, per ogni inquinante, viene indicato il tempo di campionamento, l'unità di misura e le eventuali elaborazioni statistiche particolari da effettuare sui dati.

Tabella10. Parametri di monitoraggio.

Parametro	Campionamento	Unità di misura	Elaborazioni statistiche
CO	1h	mg/m ³	Media su 8 ore /mediasu 1 h
NO _x	1h	µg/m ³	mediasu 1 h
PM ₁₀	24h	µg/m ³	mediasu 1 h
PM _{2,5}	1h	µg/m ³	mediasu 1 h
Benzene	1h	µg/m ³	mediasu 1 h ovvero media settimanale

Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati in Tabella 11:

Tabella11. Parametri metereologici di monitoraggio.

Parametro	Unità di misura
Direzionedel vento	Gradi sessagesimali
Velocitàdel vento	m/s
Temperature aria	°C
Radiazionesolare	W/m ₂
Umidità relativa	%
Pressione aria	KPa

2.8.3 Recettori critici

Nel contesto della valutazione della qualità dell'aria si deve tenere conto della presenza di eventuali recettori critici, ovvero strutture o elementi che possono essere interessate da fonti di inquinamento, in questo caso a carico della matrice aria. In prossimità delle aree di progetto sono presenti degli edificati come illustrato nelle *Figure 14-15*.

Si ritiene doveroso specificare che, gli edificati, cerchiati in verde, pur presenti all'interno dell'area di progetto, non ricadono all'interno delle particelle contrattualizzate.

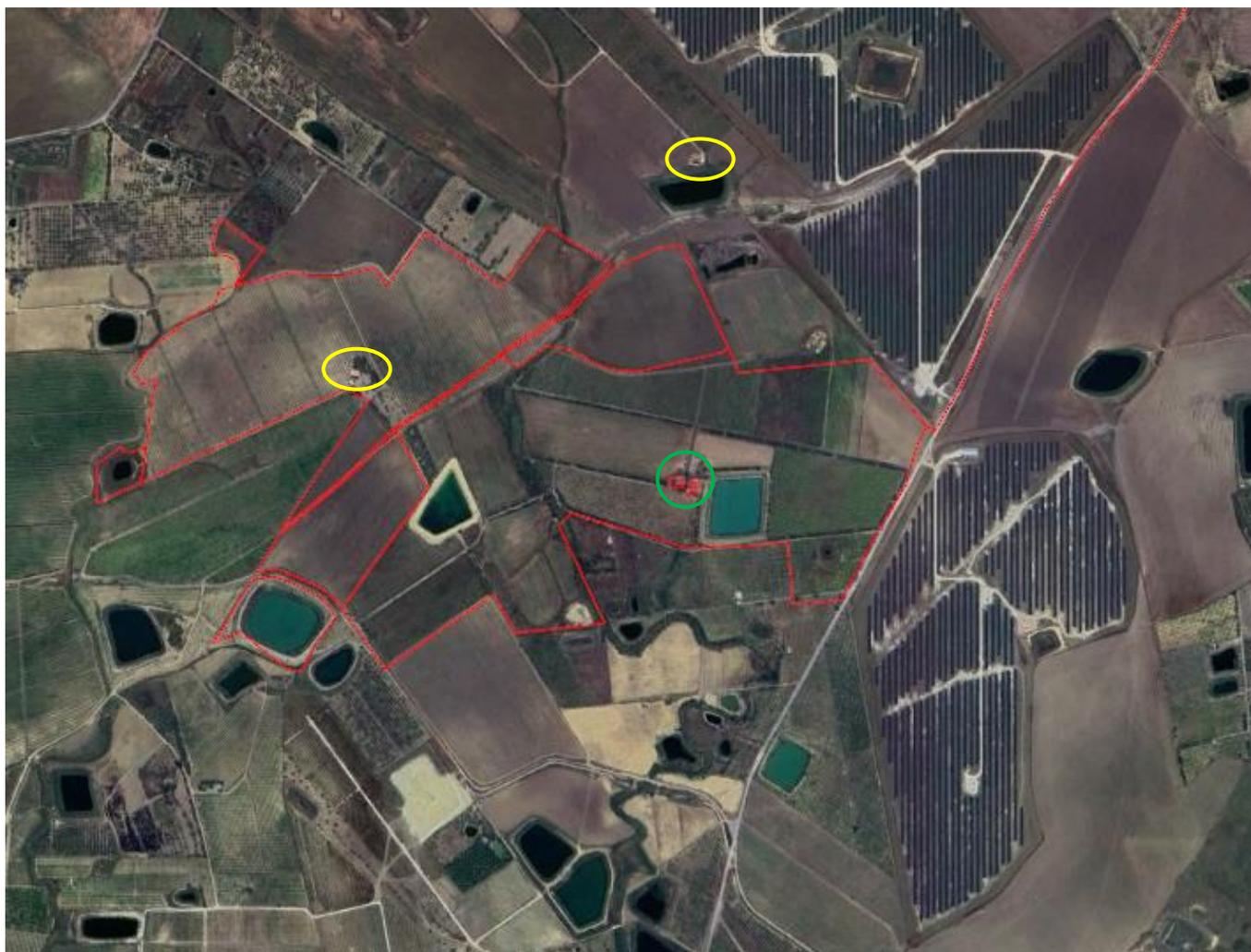


Figura 14: Principali recettori sensibili presenti in prossimità e all'interno delle aree di progetto Ovest.



Figura 15: Principali recettori sensibili presenti in prossimità delle aree di progetto Est.

La centralina di monitoraggio deve essere posizionata in stretta prossimità di uno di tali recettori, al fine di evidenziare se sussistono superamenti della qualità dell'aria in tale punto. Vista la necessità di avere una fornitura elettrica adeguata all'acquisizione continuativa dei parametri indicati al precedente paragrafo, la scelta del punto di monitoraggio più adeguato alla realizzazione di tale attività sarà indicato successivamente ad ARPA, mediante apposita comunicazione.

2.8.4 Monitoraggio stato ante-operam (AO)

Il monitoraggio della fase ante-operam ha inizio e si conclude prima dell'avvio delle attività che possono interferire con il territorio e con l'ambiente, cioè prima dell'insediamento dei cantieri e dell'inizio dei lavori.

Questa parte del Monitoraggio è tesa a definire lo stato fisico dei luoghi, le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico, esistenti prima dell'avvio delle azioni finalizzate alla realizzazione dell'opera. In relazione alle caratteristiche dell'opera in oggetto e del sito interessato, si ritiene sufficiente per la fase ante-operam una campagna della durata di quattordici giorni. La determinazione dei parametri verrà realizzata in un punto dove sarà possibile avere una fornitura elettrica per l'alimentazione della centralina.

2.8.5 Monitoraggio in fase di realizzazione dell'opera (CO)

Il monitoraggio in corso d'opera comprende il periodo di realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti.

Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità, perché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori e perché può venire influenzata dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri.

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

Nel caso specifico, si propone di effettuare una campagna da 14 giorni con frequenza trimestrale.

In questa fase i dati raccolti hanno lo scopo di verificare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte direttamente o indirettamente dalla realizzazione dell'opera, identificando le eventuali criticità ambientali che richiedono di adeguare la conduzione dei lavori o che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio.

In tale fase, i punti di monitoraggio dovranno essere 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 parametri previsti dovrà omogeneizzarsi alle aree logistiche di cantiere. I punti di monitoraggio scelti dovranno quindi essere georiferiti e riportati in specifici report di campagna.

2.8.6 Monitoraggio in fase di esercizio dell’opera (Post Operam PO)

Il monitoraggio post-operam riguarda la fase di avvio in esercizio dell’opera. In tale fase il monitoraggio dell’atmosfera, previsto con riferimento agli standard di qualità e ai valori limite previsti dalla normativa vigente, assicura il controllo dei livelli di concentrazione nelle aree nei punti ricettori soggetti a maggiore impatto. Si ritiene sufficiente per la fase post-operam una campagna di monitoraggio ogni 5 anni di vita dell’impianto della durata di due settimane. I punti di monitoraggio da realizzare in tale fase potranno essere gli stessi indicati per la fase AO.

2.9 Monitoraggio ambientale e climatico

Nell'ambito del presente progetto si preve l'installazione di un opportuno sistema di monitoraggio al fine di garantire l'acquisizione dei parametri ambientali e climatici presenti sui campi fotovoltaici. In particolare, il sistema in oggetto permetterà la rilevazione di dati climatici e di dati di irraggiamento. I dati monitorati verranno, quindi, gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio. Il sistema di monitoraggio ambientale da installare è composto da:

- stazioni di rilevazione;
- sistema di rilevazione dati di irraggiamento (componente diretta, diffusa e globale);
- piranometri installati sul piano dei moduli;
- sistemi di tracking solare;
- albedometro;
- sistema di rilevazione temperatura moduli;
- dispositivi di comunicazione;
- dispositivi di interfaccia;
- dispositivi di memorizzazione.

Pertanto, tramite il sistema installato, i valori climatici e di irraggiamento del campo FTV puntualmente misurati saranno trasmessi al sistema al fine di permettere la valutazione della producibilità del sistema di produzione FTV. Il sistema nel suo complesso garantisce ottime capacità di precisione di misura, robusta in sensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

Quindi, al fine di poter eseguire una corretta stima della producibilità dell'impianto, si prevede un sistema che assicurerà la valutazione puntuale dei valori di irraggiamento e insolazione presenti sul campo oltre a tutti i valori climatici. I dati ambientali ricavati, uniti ai dati di targa dell'impianto, saranno utilizzati in conformità a quanto previsto dalla norma IEC 61724 e norme CEI 82-25 per la valutazione delle performance d'impianto.

Il sistema previsto nell'ambito del presente progetto permetterà, quindi, di monitorare i seguenti dati ambientali:

- dati di irraggiamento;
- dati meteorologici;
- temperature dei moduli.

I dati ambientali sopra elencati saranno rilevati da sistemi distinti.

I dati di irraggiamento, necessari per la valutazione delle performance di impianto, saranno rilevati mediante l'utilizzo di piranometri montati sul piano dei moduli (indicativamente uno ogni sotto campo).

Per quanto riguarda i dati meteorologici si prevede il montaggio di strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto.

Il sistema di monitoraggio, in aggiunta, avrà la funzione di rilevare la temperatura dei moduli.

La/le stazioni meteo e per la rivelazione delle componenti normale, diffusa e globale dell'irraggiamento saranno posizionate sul campo in modo da rispettare una posizione in grado di rilevare i dati in maniera più fedele possibile sull'effettivo stato del campo e tale da non risentire condizionamenti ambientali esterni che inficiano la misura (momenti di ombre, riparo dal vento...).

Tutti i dati misurati saranno condizionati da dispositivi elettronici, ove vi fosse la necessità e comunicati al sistema di monitoraggio mediante protocollo MODBUS su RS-485 o tramite Interfaccia Ethernet.

Il sistema di monitoraggio ambientale previsto sarà in grado di operare in modalità automatica, completamente autonoma assicurando le funzioni di autodiagnosi per il rilevamento di eventuali malfunzionamenti o lettura di parametri fuori scala.

Le funzioni assicurate dal sistema di monitoraggio sono:

- Temperatura esterna in gradi Celsius o Fahrenheit;
- Umidità relativa;
- Umidità assoluta;
- Indicazione della pressione atmosferica in Hg o hPa;
- Selezione della velocità del vento in mph, km/h; m/s;
- Selezione della pressione atmosferica relativa e assoluta;
- Indicazione della pluviometria in mm;
- Indicazione della pluviometria per 1 ora, 24 ore, 1 settimana, 1 mese o all'ultimo azzeramento;
- Indicazione della direzione del vento;
- Indicazione dei valori meteorologici;
- Funzioni di allarme programmabili per differenti valori meteorologici;
- Memorizzazione valori massimo e minimo;
- Funzione di risparmio energetico;
- Valori di irraggiamento.

2.10 Monitoraggio delle emissioni acustiche

L'esecuzione dei rilievi avviene a mezzo di fonometri, che registrano, nel tempo, i livelli di potenza sonora (espressi in dBA) e le frequenze a cui il rumore viene emesso. Strumentazione e posizionamento devono essere conformi ai requisiti previsti dal DM 16.03.1998 di riferimento per la misura del rumore. La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore è composta dai seguenti elementi:

- analizzatori di precisione real time o fonometri integratori;
- microfoni per esterni con schermo antivento;
- calibratori;
- cavalletti, stativi o aste microfoniche;
- mini-cabine o valigette stagne, antiurto, complete di batterie e per il ricovero della strumentazione;
- centralina meteorologica.

Il rilievo è effettuato mediante fonometro integratore di classe I dotato di certificato di taratura conforme alle normative vigenti, installato su apposito “box” ovvero postazioni mobili tipo “automezzi attrezzati”. Per quanto riguarda i filtri ed i microfoni, questi dovranno essere conformi alle Norme EN 61260 ed EN 61094-1, 61094-2, 61094-3 e 61094-4.

Preliminarmente all'attività di misura è opportuna la caratterizzazione della postazione di misura e del territorio circostante (destinazione d'uso, presenza di ostacoli e/o di vegetazione, sorgente sonora principale ed eventuale presenza di altre sorgenti inquinanti, stradali e/o ferroviarie e/o puntuali).

Prima e dopo ogni ciclo di misurazioni, la strumentazione dovrà essere calibrata, con le modalità di cui al D.M. 16.03.1998, utilizzando a tale proposito idonea strumentazione (conforme alla Norme IEC 942 -Classe I), il cui grado di precisione non risulti inferiore a quello del fonometro stesso. La differenza massima tollerabile affinché la misura possa essere ritenuta valida a valle del processo di calibrazione è di 0,5 dB.

Il posizionamento del fonometro deve essere conforme a quanto previsto dal DM 16.03.1998 e devono essere eseguite in assenza di pioggia, neve o nebbia e in condizioni anemometriche caratterizzate da una velocità del vento inferiore a 5 m/s.

Durante l'intero periodo di misura devono essere rilevati contemporaneamente i dati meteo mediante specifica stazione per il monitoraggio, l'archiviazione e la visualizzazione dei dati ambientali comprensivo di dispositivo per il monitoraggio.

I dati meteorologici oggetto di monitoraggio sono:

- velocità e la direzione del vento,
- temperatura dell'aria,
- umidità relativa,
- pressione atmosferica,
- precipitazioni.

Le principali caratteristiche prestazionali dei sensori sono:

- Velocità vento con precisione $\pm 3\%$;
- Direzione vento con precisione $\pm 3\%$;
- Precipitazioni: Altezza minima mm 0,01 con precisione $\pm 5\%$;
- Temperatura: con precisione $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ a 20°C ;
- Pressione: con precisione 1 hPa fino a 60°C ;
- Umidità relativa: con precisione $\pm 3\%$ per umidità relativa fino a 90% e $\pm 5\%$ con umidità relativa da 90% a 100%.

Verranno effettuate due campagne di misurazione della durata di due giorni durante la fase di cantiere (CO).

Il monitoraggio delle emissioni acustiche sarà effettuato in un punto interno dell'area di progetto, il più vicino possibile a un recettore sensibile.

3. Tabelle riepilogative monitoraggi componenti

3.1 Suolo

Tipo	Parametri	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
Metodica GR-1 Chimico-fisico	Cfr. paragrafo 2.3.1	1 campagna (punti A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L-M-N-O-P-Q-R-S)	1 campagna a metà della durata della di cantiere (tutti i punti)	1 campagna ogni 5 anni (tutti i punti)
Metodica GR-2 Pedologico	Cfr. paragrafo 2.3.2	1 campagna (punti G, J, O, P Q, S)	-	-
Pedofauna	Cfr. paragrafo 2.3.3	Campagne da realizzare nel periodo primaverile e/o autunnale in funzione della durata della fase Ante Operam	Campagne da realizzare nel periodo primaverile e/o autunnale in funzione della durata della fase Post Operam	1 campagna l'anno da realizzare nel periodo primaverile per i primi 5 anni di esercizio

3.2 Acque

Tipo	Parametri	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
Acque superficiali	Cfr. paragrafo 2.4.2	1 campagna	2 campagne	una campagna/anno per i primi due anni e poi una campagna ogni 5 anni
Lavaggio pannelli e irrigazione	Cfr. paragrafo 2.4.3	-	-	In fase di esercizio

3.3 Flora

Tipo	Parametri	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
Flora spontanea	Cfr. paragrafo 2.5		1 Campagna in primavera/estate	- 1 campagna/anno in primavera-estate per i primi 3 anni di esercizio -Successivamente 1 campagna in primavera/estate ogni 5 anni

3.4 Fauna

Tipo	Parametri	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
Avifauna (Metodica F-1)	Cfr. paragrafo 2.7.1	2 campagne (possibilmente una nel periodo autunno/inverno e una nel periodo primavera/estate)	1 campagna	Per tutta la durata di vita dell'impianto 1 campagna primavera/estate
Erpetofauna (Metodica F-2)	Cfr. paragrafo 2.7.2	1 campagna (possibilmente in primavera/estate)	1 campagna (possibilmente in primavera/estate)	Per tutta la durata di vita dell'impianto 1 primavera/estate
Chiroteri (Metodica F-3)	Cfr. paragrafo 2.7.3	1 campagna (possibilmente in primavera/estate - orenotturne)	1 campagna (possibilmente primavera/estate-orenotturne)	Per tutta la durata di vita dell'impianto 1 primavera/estate (orenotturne)
Conigli selvatici (Metodica F-4)	Cfr. paragrafo 2.7.4	Periodo compreso tra l'ora successiva al tramonto e le ore 0:30 del giorno successivo 1 campagna (possibilmente in primavera/estate)	Periodo compreso tra l'ora successiva al tramonto e le ore 0:30 del giorno successivo 1 campagna (possibilmente in primavera/estate)	Per tutta la durata di vita dell'impianto Periodo compreso tra l'ora successiva al tramonto e le ore 0:30 del giorno successivo 1 campagna (possibilmente in primavera/estate)

3.5 Qualità dell'aria

Parametri	Numeri di campagne		
	AO	CO	PO
PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO, NO _x , CO, Benzene	1 campagna da 14giorni	Campagne da 14 giorni da svolgere a cadenza trimestrale e/o in concomitanza con le attività di cantiere	Campagne da 14 giorni a cadenza trimestrale il primo anno di esercizio e poi ogni 5 anni di vita dell'impianto

3.6 Ambiente e clima

Tipo	Parametri	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
Ambiente e clima	Dati di irraggiamento; Dati meteorologici;			Continuo nella fase di esercizio dell'impianto

3.8 Emissioni acustiche

Tipo	Parametri	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
Emissioni acustiche	Potenza sonora e frequenze		2 campagne della durata di due giorni	

Bibliografia

- Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni
- Piano di gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) All. A. 30 - Bacino Idrografico del Fiume Simeto (094) - Regione Siciliana Assessorato Territorio e Ambiente - Dipartimento dell'Ambiente Servizio 3 "Assetto Del Territorio E Difesa Del Suolo".
- Belli M, Patriarca M, Segà M (Ed.). Guida Eurachem. Terminologia per le misurazioni analitiche – Introduzione al VIM 3. Traduzione italiana. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2013. (Rapporti ISTISAN 13/41).
- Kunz T. H., Thomas D. W., Richards G. C., Tidemann C. R., Pierson E. D., Racey P. A., 1996. Observational Techniques for Bats. In: Wilson D. E., Cole F. R., Nichols J. D., Rudran R., Foster M. S. (Eds.), Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Mammals. Washington e Londra, Smithsonian Institution Press: 105-114.
- Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra. Regione Piemonte – Direzione Agricoltura.
- 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 (Capitoli 1-2-3-4-5) - Rev.1 del 16/06/2014.
- 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 per componente/fattore ambientale.
- P. Agnelli, A. Martinoli, E. Patriarca, D. Russo, D. Scaravelli e P. Genovesi, 2004. “Linee guida per il monitoraggio dei Chiroteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia” – Quaderni di conservazione della natura”.
- Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale.
- Viterale L., Oppedisano R., “L’importanza delle analisi del terreno nella fertilizzazione delle colture agrarie”, ARSSA - Agenzia Regionale per lo Sviluppo e per i Servizi in Agricoltura, Collana Informativa 2011.
- Bainbridge DA. 2007. Guida per il ripristino del deserto e delle zone aride. Nuova speranza per le terre aride. Island Press, Washington DC.
- Cortina J, Amat B, Castillo V, Fuentes D, Maestre FT, Padilla FM & Rojo L. 2011. Il ripristino della vegetazione copertura nel semi-arido sud-est iberico. Journal of Arid Environments 75: 1377-

1384.

- Cortina J, Ruiz-Mirazo J, Amat B, Amghar F, Bautista S, Chirino E, Derak M, Fuentes D, Maestre FT, Valdecantos A & Vilagrosa A. 2012. Bases para la restauración ecológica de espartales. UICN, Ghiandola - Malaga.
- Desert Restoration Hub. Ripristino delle terre aride e lotta alla desertificazione. URL: <http://desertrestorationhub.com/>
- Vallejo VR, Allen EB, Aronson J, Pausas JG, Cortina J & Gutiérrez JR. 2012. Restauro di tipo mediterraneo boschi e arbusti. In: Restoration Ecology: The New Frontier (van Andel J & Aronson J (eds.)). Blackwell Publishing Ltd, Oxford
- Il monitoraggio del risparmio idrico negli impianti agrovoltai. – ASSOCIAZIONE ELETTRICA SARDA (indipendenzaenergetica.com)
- file:///C:/Users/giual/Downloads/Rapporto%20Monitoraggio_suoli_2021.pdf