



Progetto: **Progetto «Mirabella»**
Impianto fotovoltaico per una potenza nominale di 120 MW ed una potenza in immissione di 96 MW.

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Procedura: Valutazione di impatto ambientale ex art. 23, 24 e 25 Dlgs 152/2006

Ubicazione: Piazza Armerina (EN), Mirabella Imbaccari (CT), Caltagirone (CT), San Michele di Ganzaria (CT) - SICILIA

Committente:  **IBVI 12 s.r.l.**
Viale Amedeo Duca D'Aosta, n. 76
39100 Bolzano(BZ)
ibvi12srl@pec.it

Titolo:

Progetto di Monitoraggio Ambientale

Codice elaborato: FVMIR-CT-PMA000A0

N. elaborato: PMA

Visti/ Firme /Timbri:

Revisioni

Data	Rev.	Descrizione	Elaborato da:	Controllato da:	Approvato da:
9.1.2024	0	1° Emissione	Dott. Agr. Paolo Castelli	Arcadia s.r.l.	IBVI 12 s.r.l.



1. TITOLO DEL PROGETTO	3
1.1 DATI DEL PROPONENTE E LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	3
1.2 DESTINAZIONE D'USO	3
1.3 DATI CATASTALI	3
2. PREMESSA.....	3
2.1 INTRODUZIONE AL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA).....	4
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO.....	7
4.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE	7
5. INQUADRAMENTO AMBIENTALE – GEOLOGICO – PAESAGGISTICO	9
5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO	9
5.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	9
5.3 INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO	10
6. OBIETTIVI GENERALI E REQUISITI DEL PMA.....	11
6.1 FASI DELLA REDAZIONE DEL PMA	11
6.2 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI OGGETTO DI MONITORAGGIO	12
6.3 DEFINIZIONE CRONOLOGICA PER LO SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ	12
7. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ARIA.....	13
7.1 QUALITÀ DELL'ARIA	13
7.2 METODOLOGIE DI MONITORAGGIO	14
7.3 PARAMETRI MICROCLIMATICI	19
7.4 IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO.....	22
7.5 PIANO DI MONITORAGGIO	24
7.6 FREQUENZA RESTITUZIONE DATI	25
8. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO	25
8.1 ASPETTI METODOLOGICI GENERALI	26
8.2 DEFINIZIONI	27
8.3 PRELIEVO DI CAMPIONI PER ANALISI DI LABORATORIO	27
8.4 PUNTI DI CAMPIONAMENTO.....	31
8.5 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO	32
8.6 ANALISI DI LABORATORIO PER LA COMPONENTE SUOLO.....	34
8.7 PROVE IN SITU	38
8.8 METODOLOGIE DI MONITORAGGIO	39
8.9 UBICAZIONE PUNTI DI PROVA.....	43
8.10 PIANO DI MONITORAGGIO	43
8.11 FREQUENZA RESTITUZIONE DATI.....	45
9. MONITORAGGIO DELLA ACQUA.....	45
9.1 ASPETTI METODOLOGICI	45
9.2 PIANO DI MONITORAGGIO	47



9.3 FREQUENZA RESTITUZIONE DATI	48
10. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE RUMORE.....	48
10.1 ASPETTI METODOLOGICI	50
10.2 DEFINIZIONE DEGLI INDICATORI E DEI PARAMETRI DEL MONITORAGGIO ...	50
10.3 IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO E METODOLOGIE	52
10.4 PIANO DI MONITORAGGIO	53
10.5 FREQUENZA RESTITUZIONE DATI.....	54
11. MONITORAGGIO COMPONENTE VEGETAZIONE, FAUNA E PAESAGGIO	54
11.1 COMPONENTE AMBIENTALE VEGETAZIONE	54
11.2 PIANO DI MONITORAGGIO COMPONENTE VEGETAZIONE	57
11.3 COMPONENTE AMBIENTALE FAUNA.....	58
11.4 COMPONENTE AMBIENTALE PAESAGGIO.....	59
11.5 FREQUENZA RESTITUZIONE DATI.....	62
12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	62



1. TITOLO DEL PROGETTO

Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico della potenza nominale quantificabile in 120 MWp, e potenza di immissione di 95 MW, la cui ubicazione ricade nei Comuni di Caltagirone, San Michele di Ganzaria e Mirabella Imbaccari in provincia di Catania, nelle località " Stagno, Molino della Gatta, Poggio Vignazza, Poggio Bianco" e Piazza Armerina in provincia di Enna.

1.1 DATI DEL PROPONENTE E LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Ragione Sociale: IBVI 12 S.r.l., società appartenente al gruppo IB VOGT GmbH Bolzano (BZ) - Viale Amedeo Duca d'Aosta 76 - P.I. 05709520877.

1.2 DESTINAZIONE D'USO

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo, come da Certificati di Destinazione Urbanistica allegati alla documentazione di progetto.

1.3 DATI CATASTALI

Nella cartografia del Catasto Terreni l'area di impianto è ricompresa in diversi fogli siti nei diversi comuni interessati dal progetto. Tali documenti sono consultabili nel piano particellare che fa parte integrante degli elaborati di progetto. Dal punto di vista cartografico, le opere in progetto ricadono in provincia di Catania in agro di San Michele di Ganzaria, Mirabella Imbaccari e Caltagirone (CT), e in provincia di Enna in agro di Piazza Armerina, all'interno delle sezioni 639090 – 639050 – 639060 e 639100 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000. Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.), l'area oggetto di studio è individuabile all'interno del Foglio 639 "Caltagirone", in scala 1:50.000.

2. PREMESSA

La redazione del presente Piano di Monitoraggio Ambientale è riferita ed inserita nell'ambito della presentazione del progetto per la progettazione e la costruzione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 120 MWP comprese le opere connesse, nei territori comunali di Caltagirone, San Michele di Ganzaria e Mirabella Imbaccari in provincia di Catania e Piazza Armerina in provincia di Enna.

L'intero impianto è stato suddiviso in 2 campi interconnessi da una rete elettrica ad AT 36kV e collegati alla cabina principale dell'impianto AT SSEU (stazione elettrica di impianto 36Kv) posta in posizione baricentrica ai campi e collegata ad una nuova stazione elettrica (SE) a 150/36 kV della RTN, da inserire in doppio entra - esce alle linee RTN a 150 kV "S. Cono – Caltagirone 2" e "Barrafranca - Caltagirone", di cui al Piano di Sviluppo Terna, attraverso un elettrodotto Interrato AT lungo diversi km.



2.1 INTRODUZIONE AL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA)

Con l'entrata in vigore della Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il monitoraggio ambientale è entrato a far parte integrante del processo di VIA assumendo, ai sensi dell'art.28, la funzione di strumento capace di fornire la reale "misura" dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un progetto e soprattutto di fornire i necessari "segnali" per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito della VIA. Le linee Guida per la redazione del PMA sono state prodotte dalla collaborazione tra ISPRA e il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo e sono finalizzate a: fornire indicazioni metodologiche ed operative per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale e a stabilire criteri e metodologie omogenee per la predisposizione dei PMA affinché, nel rispetto delle specificità dei contesti progettuali ed ambientali, sia possibile il confronto dei dati, anche ai fini di un loro riutilizzo. Le linee guida citate sono dunque la base di riferimento del presente studio.

Il presente documento rappresenta la redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), da intendersi come strumento di controllo di eventuali processi di trasformazione delle componenti ambientali sulle quali il progetto si andrà ad inserire, ovvero, suolo, sottosuolo, aria, acqua e rumore, ecc... Il PMA proposto è stato ideato per essere uno strumento all'occorrenza adattabile e modificabile di concerto con l'Ente Vigilante (ARPA Sicilia); esso, nei fatti, funzionerà come strumento imprescindibile di controllo dell'intervento progettuale proposto, permettendo di individuare tempestivamente eventuali problematiche ambientali scaturite dall'inserimento dell'opera nuova nel contesto territoriale esistente, fornendo le opportune indicazioni per correggere eventuali errori nelle scelte progettuali iniziali.

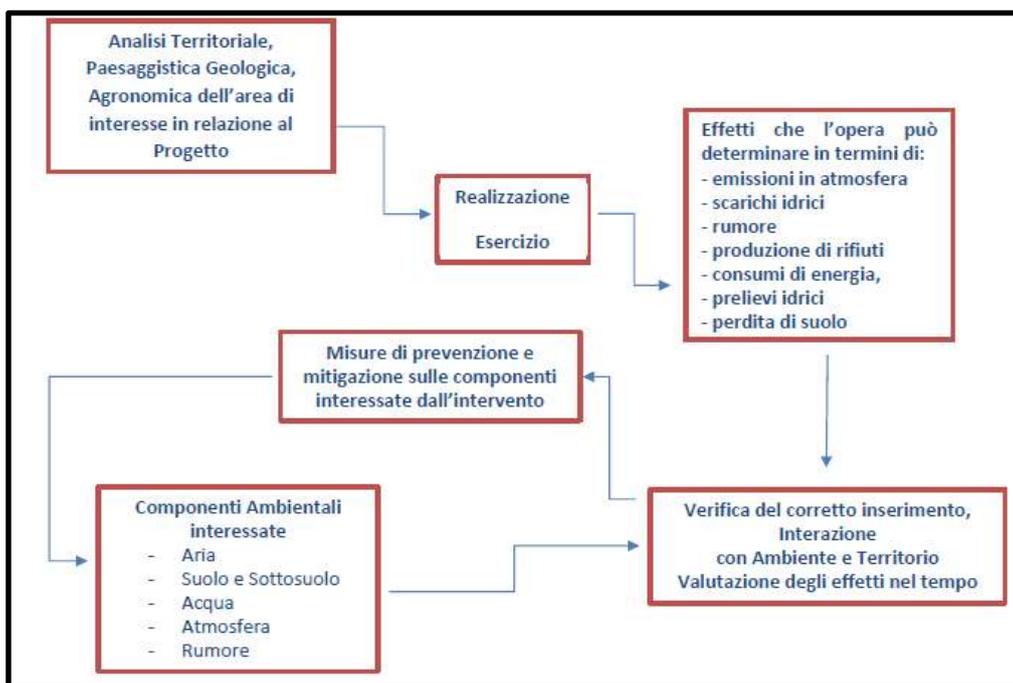
Al fine di valutare al meglio le azioni derivanti dagli interventi in progetto sulle varie componenti ambientali, il PMA ha tenuto conto dei vari stadi progettuali, che sinteticamente sono stati discretizzati in 3 fasi:

fase ante-operam, rappresentativo della situazione iniziale delle componenti ambientali. (fotografia reale dello stato attuale delle varie componenti che in futuro potrebbero essere interessate da possibili cambiamenti)

fase di cantiere, ovvero il periodo transitorio relativo alla realizzazione dell'opera caratterizzato dalla presenza e gestione di mezzi meccanici (macchine, strumenti, materiali) e uomini.

fase post-operam, rappresentativo della situazione delle componenti ambientali dopo la realizzazione degli interventi in progetto e quindi durante tutta la fase di esercizio.

La metodologia utilizzata per l'individuazione delle interazioni ambientali è rappresentata nel seguente schema grafico:



Metodologia utilizzata per definire il PMA

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il DPCM 27.12.1988 recante “Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale”, tutt’ora in vigore in virtù dell’art.34, comma 1 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., nelle more dell’emanazione di nuove norme tecniche, prevede che “...la definizione degli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni” costituisca parte integrante del Quadro di Riferimento Ambientale (Art. 5, lettera e). Il D.Lgs.152/2006 e s.m.i. rafforza la finalità del monitoraggio ambientale attribuendo ad esso la valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si attua successivamente all’informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h). Il monitoraggio ambientale è individuato nella Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., (art.22, lettera e) e al punto 5-bis dell’Allegato VII come “descrizione delle misure previste per il monitoraggio” facente parte dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale ed è quindi documentato dal proponente nell’ambito delle analisi e delle valutazioni contenute nello stesso SIA. Il monitoraggio è infine parte integrante del provvedimento di VIA (art.28 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.) che “contiene ogni opportuna indicazione per la progettazione e lo svolgimento delle attività di controllo e monitoraggio degli impatti”. In analogia alla VAS, il processo di VIA non si conclude quindi con la decisione dell’autorità competente ma prosegue con il monitoraggio ambientale per il quale il citato art.28 individua le seguenti finalità:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dalle opere approvate;
- corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera;
- individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisti per consentire all'autorità competente di adottare le opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale, possono



comportare, a titolo cautelativo, la modifica del provvedimento rilasciato;

- informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell'autorità competente e delle agenzie interessate.

Il D.Lgs.163/2006 e s.m.i regola la VIA per le opere strategiche e di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definisce per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti specifici del monitoraggio ambientale.

Ai sensi dell'Allegato XXI (Sezione II) al D.Lgs.163/2006 e s.m.i.:

- il Progetto di Monitoraggio Ambientale costituisce parte integrante del progetto definitivo (art.8, comma 2, lettera g);

La relazione generale del progetto definitivo "racconta in merito ai criteri in base ai quali si è operato per la redazione del progetto di monitoraggio ambientale con particolare riferimento per ciascun componente impattata e con la motivazione per l'eventuale esclusione di taluna di esse" (art.9, comma 2, lettera i); sono definiti i criteri per la redazione del PMA per le opere soggette a VIA in sede statale, e comunque ove richiesto (art.10, comma 3):

Il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) deve illustrare i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate successivamente per attuare il piano di monitoraggio ambientale (PMA), definito come l'insieme dei controlli da effettuare attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere.

Il progetto di monitoraggio ambientale dovrà uniformarsi ai disposti del citato D.M. 1° aprile 2004 del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio; in particolare dovranno essere adottati le tecnologie ed i sistemi innovativi ivi previsti. Secondo quanto stabilito dalle linee guida nella redazione del PMA si devono seguire le seguenti fasi progettuali:

- analisi del documento di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione;
- definizione del quadro informativo esistente;
- identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
- scelta delle componenti ambientali;
- scelta delle aree da monitorare;
- strutturazione delle informazioni;
- programmazione delle attività.

Per consentire una più efficace attuazione di quanto previsto dalla disciplina di VIA delle opere strategiche e considerata la rilevanza territoriale e ambientale delle stesse, l'allora "Commissione Speciale VIA" ha predisposto nel 2003, e successivamente aggiornato nel 2007, le "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. 163/2006 che rappresentano un utile documento di riferimento tecnico per la predisposizione del PMA da parte dei proponenti e per consentire alla Commissione stessa di assolvere con maggiore efficacia ai propri compiti (art.185 del D.Lgs.163/2006 e s.m.i.).



4. LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

4.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

Le aree interessate dal posizionamento del campo fotovoltaico sono distribuite su tre differenti territori comunali su superfici a destinazione agricola, con coltura prevalente seminativo semplice non irriguo, pascolo, aree incolte e sporadici frutteti. Circa il 50% del progetto si sviluppa nel Comune di Piazza Armerina, in provincia di Enna, il 40% nel Comune di Mirabella Imbaccari e solo il 10% in territorio di S. Michele di Ganzaria. I terreni ricadono pertanto fra la provincia di Catania e quella di Enna. Le quote variano da circa 500 m s.l.m. alla sommità dei versanti collinari fino a circa 350 m s.l.m. nelle aree di fondovalle. Il sito risulta accessibile dalla viabilità locale, e rurale che si collega con la viabilità statale costituita dalla A19 Palermo – Catania, la SS561 e la SS117bis; il tutto si interseca con la viabilità provinciale costituita dalla SP 65.

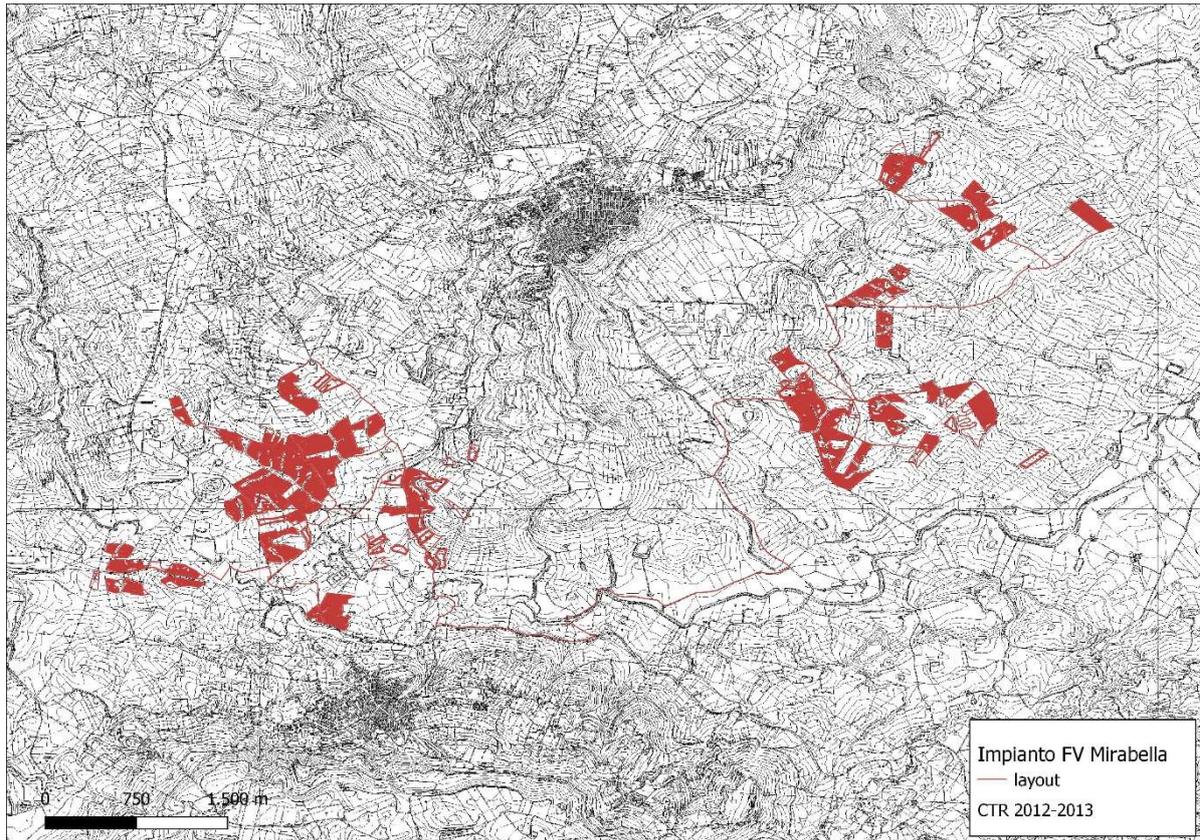
Il terreno è caratterizzato da una conformazione variabile e si presenta:

- con un andamento collinare e pendenza verso nord e disposto longitudinalmente a Nord-Sud, condizione, quest'ultima, che garantisce la massima esposizione solare durante tutto l'arco della giornata;
- accessibile dal punto di vista viario, in quanto attraversato dalla viabilità locale e interpodereale;

Esaminando la documentazione relativa alle aree interessate dal progetto, si evince che il sito risulta classificato, in base piani e ai regolamenti urbanistici dei Comuni interessati al progetto, come area verde agricolo. In merito a tutti gli aspetti riguardanti la geologia, l'idrologia e la sismica si rimanda agli elaborati specifici che sono parte integrante del progetto presentato.



Inquadramento territoriale regionale



Inquadramento layout di progetto su CTR 2012-2013



Stralcio Ortofoto



5. INQUADRAMENTO AMBIENTALE – GEOLOGICO – PAESAGGISTICO

5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO

L'area che interessa il progetto racchiude terreni di natura sedimentaria di età compresa fra il Miocene medio ed il Pleistocene. Sotto il profilo morfologico, sono aree che hanno un aspetto ondulato con versanti poco acclivi e sono costituite da terreni essenzialmente di natura argillosa. Alcuni lotti di terreno fanno parte dei rilievi ove sono presenti rocce appartenenti alla serie gessoso-solfifera (Tripoli, calcari, gessi e sovrastanti Trubi), che spesso danno luogo a morfologie piuttosto aspre ed acclivi; tuttavia, i rilievi sono intercalati da fasce di pendio meno acclivi ove nel tempo si sono sviluppate le pratiche agricole apportando una certa regolarità alla morfologia del versante. La morfologia dell'area è quasi dappertutto di tipo collinare con acclività di versante solo in alcuni casi piuttosto accentuata (fino al 48%). L'acclività di versante è legata alla costituzione geologica delle formazioni presenti, tipicamente le maggiori pendenze, con presenza anche di scarpate molto acclivi, si localizzano in corrispondenza delle formazioni litoidi (Calcari e Gessi), mentre sui versanti argillosi l'acclività è sensibilmente inferiore. Le pendenze medie delle aree interessate dal progetto sono comprese generalmente fra il 10 ed il 25%, con balze localmente più acclivi e pendenze generalmente più ridotte nelle aree di fondovalle. Il profilo dei versanti è generalmente uniforme e indica una sostanziale stabilità degli stessi. Le rotture di pendio si verificano in presenza di terreni prevalentemente litoidi (creste rocciose) o in corrispondenza di fenomeni di versante (nicchie di distacco o erosione calanchiva). Nel corso del rilevamento l'individuazione delle unità stratigrafiche è stata effettuata sulla base del criterio litostratigrafico che ha permesso di definire i rapporti geometrici (stratigrafici e/o tettonici) di sovrapposizione tra le varie unità e formazioni affioranti e di riconoscere le geometrie delle strutture ad andamento regionale. Per maggiori ragguagli si rimanda allo studio geologico allegato al progetto definitivo.

5.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

L'analisi della cartografia P.A.I. è il punto di partenza per l'esame dell'area sotto il profilo geomorfologico; le aree a pericolosità geomorfologica sono state preliminarmente escluse per l'installazione degli impianti. Successivamente è stato effettuato uno screening preliminare basato sull'analisi delle immagini storiche disponibili su ortofoto satellitari, mediante rappresentazioni dinamiche in prospettiva tridimensionale. Sono terreni impermeabili, dove le acque ruscellano in superficie lungo i versanti e, ancor prima di giungere alle linee di impluvio del reticolo idrografico, operano sul terreno una erosione di tipo areale e/o diffusa che si evidenzia attraverso numerose microincisioni con larghezza e profondità da qualche cm fino a 20-30 cm. Il risultato di questi processi è il continuo trasporto a valle di terreno limoso-argilloso che spesso va ad intasare le stradelle agricole ma anche strade di maggiore importanza. Le indagini effettuate indicano che, al di sotto della coltre superficiale di natura eluviale o colluviale, la formazione in posto possiede discrete caratteristiche meccaniche tali da garantire una sostanziale stabilità di



versante. Sotto il profilo idrogeologico a causa della presenza di terreni in prevalenza argillosi e quindi impermeabili o comunque a permeabilità molto bassa, la circolazione idrica sotterranea è assai poco significativa. Soltanto nei fondovalle delle aste fluviali principali può esistere un minimo di deflusso sotterraneo all'interno dei depositi alluvionali. Per il resto, nelle formazioni calcaree lapidee riferibili alla serie evaporitica può configurarsi una circolazione idrica sotterranea più marcata, che alimenta falde acquifere superficiali ed effimere, limitate ai terreni lapidei permeabili per fratturazione. Tali formazioni non sono comunque affioranti nelle aree facenti parte del progetto se non in maniera assai limitata e marginale. Gli aspetti idrogeologici legati al deflusso delle acque sotterranee si esplicano in maniera più marcata in corrispondenza dei terreni alluvionali di fondovalle, comunque al di fuori delle aree in cui si svilupperà il progetto. Si tratta in ogni caso di falde relativamente superficiali e di modesta importanza, sostenute dal substrato impermeabile delle varie formazioni a prevalente costituzione argillosa affioranti lungo i versanti. Per maggiori ragguagli si rimanda alle Relazioni Geologica e Idrogeologica che fanno parte integrante del progetto definitivo.

5.3 INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO

L'area progettuale è compresa in un territorio molto ampio che abbraccia due province e diversi comuni: in particolare il comune di S. Michele di Ganzaria, Caltagirone e Mirabella Imbaccari nella provincia di Catania e Piazza Armerina nella provincia di Enna. Il progetto in questione, quindi, si inserisce all'interno di diversi ambiti del PTPR regionale e nella fattispecie: Ambito 11 – “Area delle colline di Mazzarino e Piazza Armerina”, Ambito 12 - “Area delle Colline dell’Ennese” e Ambito 16 – “Area delle colline di Caltagirone e Vittoria”. L'ambito che interessa buona parte del progetto è quello delle “Colline di Mazzarino e Piazza Armerina”: l'ambito è caratterizzato dalle colline argillose mioceniche, comprese fra il Salso e il Maroglio, e che giungono fino al mare separando la piana di Gela da quella di Licata. Un ampio mantello di sabbie plioceniche tipiche dei territori di Piazza Armerina, Mazzarino, Butera e Niscemi ricopre gli strati miocenici. Dove il pliocene è costituito nella parte più alta da tufi calcarei e da conglomerati il paesaggio assume caratteri più aspri con una morfologia a rilievi tabulari a “mesas” o una morfologia a gradini di tipo “cuestas”. Su questi ripiani sommitali sorgono alcuni centri urbani (Mazzarino, Butera, Niscemi). Determinante nel modellamento del paesaggio è stata l'azione dei fiumi Salso, Disueri e Maroglio che ha frequenti e talora violente piene ed esondazioni. Il paesaggio agrario aperto e ondulato prevalente è quello del seminativo. Solo alcune zone sono caratterizzate dall'oliveto e dai frutteti (mandorleti, nocioleti, ficodindieti) che conferiscono un aspetto particolare. Lo sfruttamento agrario e il pascolo hanno innescato fenomeni di degrado quali l'erosione, il dissesto idrogeologico e l'impoverimento del suolo. Il paesaggio vegetale naturale ridotto a poche aree è stato profondamente alterato dai rimboschimenti che hanno introdotto essenze non autoctone (Eucalyptus). Il territorio è stato abitato fin da tempi remoti, come testimoniano i numerosi insediamenti (necropoli del Disueri, insediamenti di M. Saraceno, di M. Bubbonia) soprattutto a partire dal periodo greco ha subito un



graduale processo d'ellenizzazione ad opera delle colonie della costa. Le nuove fondazioni (Niscemi, Riesi, Barrafranca, Pietraperzia, Mirabella, S. Cono e S. Michele di Ganzaria) si aggiungono alle roccaforti di Butera e Mazzarino e alla città medievale di Piazza Armerina definendo la struttura insediativa attuale costituita da grossi borghi rurali isolati.

Per ulteriori e specifiche informazioni si rimanda alla Relazione Paesaggistica che fa parte integrante del progetto definitivo.

6. OBIETTIVI GENERALI E REQUISITI DEL PMA

Il Piano di Monitoraggio Ambientale che si propone persegue i seguenti obiettivi:

- verifica della conformità delle previsioni di progetto sulle matrici ambientali dell'opera nelle sue varie fasi di sviluppo;
- correlazione degli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam (ovvero fase di esercizio vera e propria dell'impianto), per valutare l'evoluzione del contesto ambientale nel breve, medio e lungo periodo;
- garanzia del controllo della situazione ambientale durante la costruzione dell'impianto e l'esercizio dello stesso;
- verifica dell'efficacia delle misure di mitigazione previste;
- fornitura elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- controllo, nelle fasi di costruzione e di esercizio, dell'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

Tali obiettivi verranno raggiunti attraverso il monitoraggio di molteplici parametri, da quelli microclimatici (temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, etc.), a quelli chimico-fisici e microbiologici del suolo e delle acque, fino all'analisi delle componenti floro-faunistiche. Ogni matrice oggetto di monitoraggio verrà descritta attraverso le metodologie di rilevamento, l'ubicazione dei punti di monitoraggio, la frequenza delle rilevazioni e le modalità di trasmissione dei dati agli enti vigilanti di riferimento.

6.1 FASI DELLA REDAZIONE DEL PMA

Per la redazione del PMA si è proceduti alle seguenti attività:

- Analisi dei documenti di progetto e definizione del quadro informativo esistente;
- Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
- Definizione dei fattori ambientali da monitorare;
- Definizione dei parametri ambientali da monitorare;



- Scelta delle metodologie più idonee;
- Scelta dei punti di monitoraggio.

6.2 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI OGGETTO DI MONITORAGGIO

Di seguito si evidenziano i fattori ambientali ritenuti significativi che sono stati tenuti in considerazione all'interno del PMA, in relazione alle componenti ambientali individuate.

A) ARIA: i fattori ambientali ritenuti significativi della componente aria sono:

- Qualità dell'aria
- Caratterizzazione meteorologica;

B) SUOLO: i fattori ambientali ritenuti significativi sono:

- Qualità del suolo (fertilità – inquinamento)
- Caratterizzazione fisico-chimica, microbiologica, entomologica e meccanica;

C) ACQUA: i fattori ambientali ritenuti significativi sono:

- Qualità dell'acqua (caratteristiche fisico-chimiche)
- Profondità e variazione dell'eventuale falda idrica;

D) RUMORE: da monitorare con riferimento all'ambiente antropico e faunistico;

Le metodologie di monitoraggio e la documentazione prodotta sarà standardizzata in modo da rendere immediatamente confrontabili le tre fasi di monitoraggio (ante-operam, in corso d'opera e post-operam). A tal fine il PMA risulta organizzato in modo da poter garantire ad ogni livello:

- il controllo e la validazione dei dati;
- l'archiviazione dei dati e l'aggiornamento degli stessi;
- confronti, simulazioni e comparazioni tra i dati ottenuti;
- trasmissione delle informazioni agli enti responsabili.

6.3 DEFINIZIONE CRONOLOGICA PER LO SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ

Monitoraggio ante-operam

Il monitoraggio ante-operam è finalizzato alla determinazione dei parametri ambientali, futuro oggetto di monitoraggio, allo stato attuale (qualora tale valore risulti significativo), ovvero la determinazione dei "valori di fondo". Il monitoraggio per ciascun parametro verrà realizzato in una o più soluzioni (in funzione del parametro di interesse) nel periodo immediatamente precedente all'inizio delle attività di cantiere propedeutiche alla progettazione esecutiva.



Monitoraggio in corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera riguarda tutto il periodo di realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti eventualmente interessati da tali operazioni. Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità, poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori e perché è influenzata dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri apportate dalle imprese aggiudicatrici dei lavori, pertanto, il monitoraggio in corso d'opera sarà suscettibile di variazioni in funzione l'andamento dei lavori. Preliminarmente sarà definito un piano volto all'individuazione, per le aree di impatto da monitorare, delle fasi critiche della realizzazione dell'opera per le quali si ritiene necessario effettuare la verifica durante i lavori. Le operazioni di monitoraggio saranno condotte per tutta la durata dei lavori (ovvero circa 8-14 mesi) con intervalli definiti e distinti in funzione della componente ambientale indagata. Le tempistiche individuate in via preliminare saranno aggiornate in corso d'opera sulla base dell'andamento dei lavori.

Monitoraggio post-operam

Il monitoraggio post-operam comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera e deve iniziare obbligatoriamente non prima del completo smantellamento e ripristino delle aree di cantiere. La durata del monitoraggio per le opere in oggetto è stata fissata pari alla vita utile dell'impianto.

7. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ARIA

L'attività di monitoraggio collegata alla componente ambientale aria ha lo scopo di valutare:

- a) Qualità dell'aria stessa;
- b) Parametri microclimatici dell'impianto: temperatura e umidità dell'aria, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazione e radiazione solare.

7.1 QUALITÀ DELL'ARIA

L'aria è una miscela di gas e vapori (azoto e ossigeno in prevalenza, vapore acqueo e anidride carbonica e molti altri elementi in piccolissime quantità) che nell'insieme costituiscono l'atmosfera terrestre. Gli elementi principali mantengono concentrazioni più o meno costanti nel tempo e nello spazio mentre gli elementi minori possono presentare notevoli variazioni. L'articolo 268 del D.Lgs 152/2006 definisce il concetto di inquinamento atmosferico come "ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente". Monitorare la qualità dell'aria significa quindi misurare, in modo continuo o discontinuo, in base ai vari scopi, le concentrazioni di alcune sostanze minori, dette inquinanti, nell'ambiente. A tale scopo la normativa europea (direttiva 50/2008/CE, direttiva 107/2004/CE) e nazionale (D.Lgs 155/10 che recepisce le citate direttive) dettano le regole secondo cui eseguire queste misure, in termini di:



- inquinanti da monitorare e relativi metodi di misura da utilizzare;
- ubicazione dei punti di misura, anche in relazione agli inquinanti monitorati;
- qualità dei dati rilevati;
- numero minimo di punti di misura, in relazione alla popolazione interessata ed al livello di inquinamento

Nello specifico, nelle Disposizioni Generali dell'Allegato III del D.Lgs. 155/2010 relativo alla "Valutazione della qualità dell'aria ambiente ed ubicazione delle stazioni di misurazione delle concentrazioni in aria ambiente per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, piombo, particolato (PM10 e PM2,5), benzene, monossido di carbonio, arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici", al comma 4 lettera a) si specifica che:

4. In relazione ai valori limite finalizzati alla protezione della salute umana **la qualità dell'aria ambiente non deve essere valutata:**

- a) nei luoghi in cui il pubblico non ha accesso e in cui non esistono abitazioni fisse;
- b) nei luoghi di lavoro di cui all'articolo 2, comma 1, lettera a);
- c) presso le carreggiate delle strade e, fatti salvi i casi in cui i pedoni vi abbiano normalmente accesso, presso gli spartitraffico.

Allegato III – D.Lgs 155/2010

In ragione di quanto fino ad ora asserito, si fa presente che il monitoraggio della qualità dell'aria si limiterà esclusivamente alla fase in corso d'opera ovvero durante la fase di cantiere. Sebbene i cantieri di lavoro impattino l'ambiente per periodi di tempi limitati e ridotti rispetto ad altre attività umane che invece sono considerate durature o permanenti, il legislatore ritiene comunque necessario valutare l'impatto esercitato sull'ambiente. Le emissioni in aria da cantieri possono essere stimate in sede di progettazione, in funzione delle modalità di lavoro e dei mezzi impiegati per le attività previste. Tuttavia, in fase di realizzazione dell'opera risulta necessario predisporre un adeguato piano di monitoraggio per verificare che la qualità dell'aria, durante tutta l'attività di cantiere rispetti i valori limite dettati dalla normativa vigente e dalle linee guida presenti in materia, con particolare attenzione alla presenza di possibili recettori ed intervenendo, laddove necessario, con opportune misure mitigative. Gli inquinanti interessati dal monitoraggio saranno essenzialmente le polveri totali sospese, polveri fini e sedimentabili e, se ritenuti non trascurabili, i principali inquinanti da traffico veicolare.

7.2 METODOLOGIE DI MONITORAGGIO

I parametri relativi alla componente aria, sottoposti al piano di monitoraggio saranno:

- Il particolato "respirabile" ovvero con un diametro aerodinamico inferiore a 10 μm (PM₁₀)
- Il particolato "sottile" con un diametro aerodinamico inferiore a 2.5 μm (PM_{2.5})
- Il monossido di carbonio (CO) proveniente da traffico veicolare;



- Gli ossidi di azoto (NO_x) provenienti anch'essi da traffico veicolare.

Si porta in evidenza il fatto che le misurazioni degli inquinanti vanno sempre correlate con i dati di velocità e direzione del vento, temperatura e umidità relativa dell'aria, pressione atmosferica, radiazione solare, e precipitazioni che influiscono in maniera significativa sulla diffusione degli eventuali inquinanti rilevati.

Monitoraggio del PM₁₀ e del PM_{2.5}

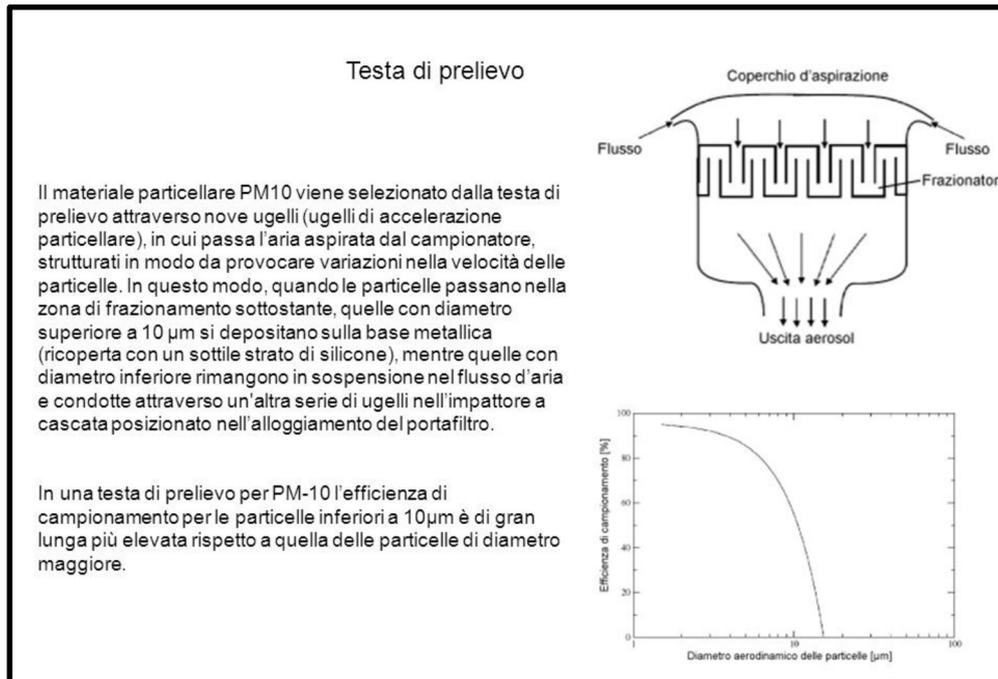
Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM₁₀ è descritto nella norma UNI EN 12341:2001 "Qualità dell'aria. Determinazione del particolato in sospensione PM10. Metodo di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenza dei metodi di misurazione rispetto ai metodi di riferimento". Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM_{2.5} è invece descritto nella norma UNI EN 14907:2005 "*Qualità dell'aria ambiente: metodo normalizzato di misurazione gravimetrico per la determinazione della frazione massima PM_{2,5} del particolato in sospensione*".

Le tipologie di misura previste sono essenzialmente due:

- a) Analisi gravimetrica
- b) Analisi in continuo

a) L'analisi gravimetrica rappresenta il cosiddetto "metodo primario": si basa sulla raccolta del particolato su un filtro e sulla determinazione della sua massa per via gravimetrica. Tale metodo consente la misura della concentrazione media della massa della frazione PM₁₀ e PM_{2.5} in atmosfera su un periodo di campionamento di 24 o più ore. Il sistema di campionamento è costituito essenzialmente da un aspiratore, con portata volumetrica costante in ingresso, dotato di un filtro che ferma qualsiasi tipologia di particella, ossia il filtro non è in grado di effettuare una classazione delle particelle in funzione del diametro, occorre pertanto utilizzare degli opportuni dispositivi di separazione granulometrica che vengono denominate teste di campionamento, le quali effettuano la separazione con una metodologia "gravimetrica" grazie ad un "separatoro ad impatto inerziale".

La testa di prelievo è progettata per permettere il campionamento nelle condizioni ambientali più generali e per proteggere il filtro dalla pioggia, da insetti e da altri corpi estranei che possono pregiudicare la rappresentatività della frazione accumulata sul filtro. Le specifiche normative prevedono che la linea di prelievo che porta il campione sul filtro deve essere tale che la temperatura dell'aria in prossimità del filtro non ecceda di oltre 5°C la temperatura dell'aria ambiente e che non ci siano ostruzioni o impedimenti fluidodinamici tali da provocare perdite quantificabili sul campione di particolato.



Testa campionamento prelievo del particolato

La scelta del mezzo filtrante deve essere un compromesso tra diverse esigenze quali l'efficienza di filtrazione richiesta, perdita di carico ridotta sul mezzo filtrante durante il campionamento, la minimizzazione degli artefatti nella fase di campionamento (cattura di gas da parte del mezzo filtrante, evaporazione di sostanze volatili).

I mezzi filtranti di riferimento sono:

- filtro in fibra di quarzo (diametro 47 mm)
- filtro in fibra di vetro (diametro 47 mm)
- membrana in Politetrafluoroetilene (diametro 47 mm, porosità $2\ \mu\text{m}$).

L'efficacia di una testa di Campionamento è fortemente influenzata dalla capacità di erogare un flusso di aspirazione costante; pertanto, è opportuno che il campionatore sia dotato di un sistema automatico per il controllo della portata volumetrica. La portata deve essere misurata in continuo ed il suo valore non deve differire più del 5% dal valore nominale, il coefficiente di variazione CV (deviazione standard divisa per la media) della portata misurata sulle 24 ore non deve superare il 2%. Il campionatore deve essere dotato di sensori per la misura della caduta di pressione sul mezzo filtrante. Il campionatore deve essere in grado di registrare i valori della caduta di pressione all'inizio della fase di campionamento e immediatamente prima del termine della fase di campionamento (controllo di qualità sulla tenuta dinamica dei portafiltri e sull'integrità del mezzo filtrante durante la fase di campionamento). Il campionatore deve:

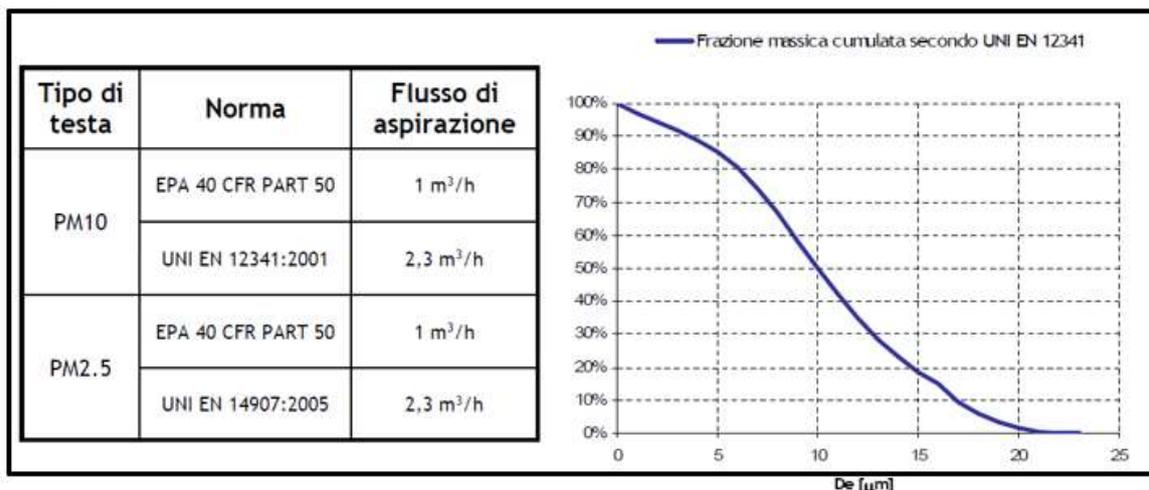
- essere in grado di interrompere il campionamento se il valore della portata devia dal valore nominale per più del 10% e per un tempo superiore ai 60 secondi.

- essere dotato di sensori per la misura della temperatura ambiente e della pressione atmosferica (sensore di temperatura: intervallo operativo $-30^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$, risoluzione 0.1°C , accuratezza $\pm 2^{\circ}\text{C}$; sensore di pressione: intervallo operativo $70 \div 110\text{KPa}$, risoluzione 0.5KPa , accuratezza $\pm 1\text{KPa}$).

- essere in grado di misurare la temperatura dell'aria campionata in prossimità del mezzo filtrante nell'intervallo $-30^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$, sia in fase di campionamento che di attesa. Questo dato deve essere disponibile all'operatore. Il campionatore deve essere in grado di attivare un allarme se la temperatura in prossimità del mezzo filtrante eccede la temperatura ambiente per più di 5°C per più di 30 minuti consecutivi.

I tempi di campionamento, la data e l'ora di inizio del campionamento devono poter essere programmabili dall'operatore. La durata del campionamento deve avere un'accuratezza di ± 1 minuto. Il campionatore deve essere in grado di ripartire automaticamente dopo ogni eventuale interruzione di corrente e di registrare la data e l'ora di ogni interruzione di corrente che abbia una durata superiore al minuto (numero minimo di registrazioni 10).

Si riportano, in seguito, le diverse normative di riferimento per le teste di campionamento.



Normativa di riferimento Teste di Campionamento

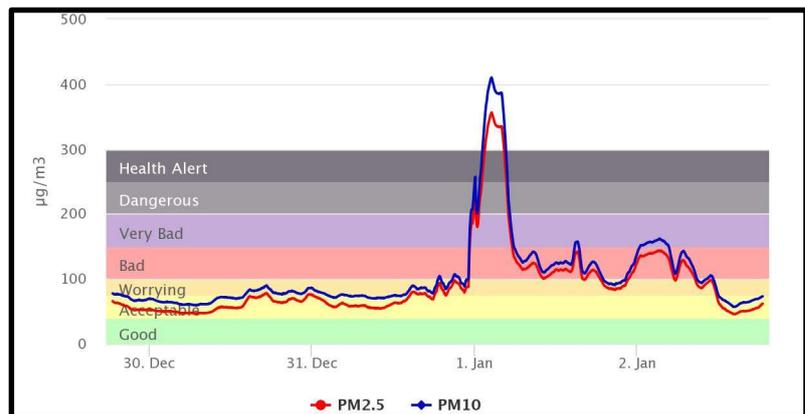
Successivamente al prelievo, i filtri vengono avviati al laboratorio dove avverranno le procedure di condizionamento e di pesata; il locale di condizionamento e pesatura deve essere preferibilmente lo stesso o in locali aventi comunque identiche condizioni di temperatura e umidità relativa.

La procedura in estrema sintesi prevede:

- essiccazione in forno per almeno 1 ora a 60°C .
- raffreddamento in ambiente termicamente controllato (Temperatura ed U.R.) per 12 ore in gel di silice.
- pesatura ed etichettatura
-

I filtri dovranno essere pesati immediatamente dopo il periodo di condizionamento. Le pesate pre e post-campionamento devono essere eseguite con la stessa bilancia e, possibilmente, dallo stesso operatore, utilizzando una tecnica efficace a neutralizzare le cariche elettrostatiche sul filtro.

b) L'analisi in continuo è effettuata mediante dispositivi conta-particelle in tempo reale, portatili. Tali dispositivi vanno sempre tarati con le misure effettuate con il metodo primario.



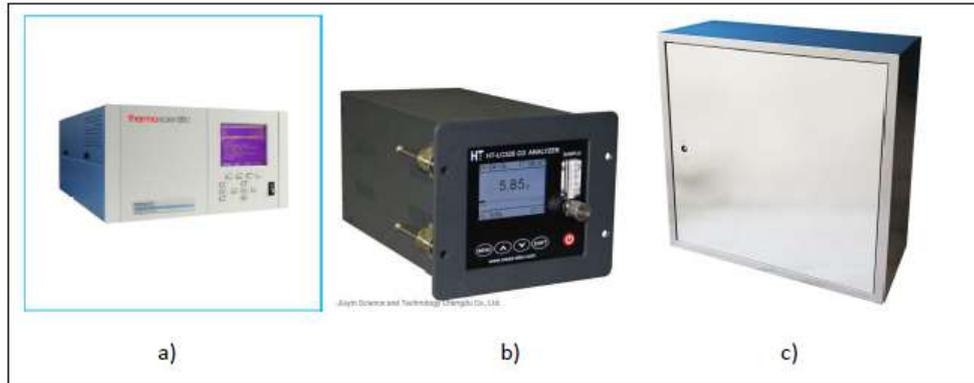
Strumentazione per la misura del particolato in continuo

Monitoraggio degli inquinanti dovuti al traffico

Gli inquinanti provenienti da traffico veicolare che dovranno essere monitorati, in quanto ritenuti più significativi, saranno gli ossidi di azoto ed il monossido di carbonio. Il metodo di riferimento per la misurazione del biossido di azoto e degli ossidi di azoto è descritto nella norma UNI EN 14211:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza".

Il metodo di riferimento per la misurazione del monossido di carbonio è invece descritto nella norma UNI EN 14626:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva".

Il monitoraggio degli inquinanti provenienti da traffico veicolare avverrà con stazione di monitoraggio fissa, dotata di apposita strumentazione per il rilievo singolo o multiplo dei parametri monitorati. I sistemi di misura automatici dovranno essere corredati dalle apparecchiature necessarie per la taratura



Stazione mobile per il monitoraggio degli inquinanti da traffico veicolare. a) Misuratore ossidi di azoto a chemiluminescenza; b) Misuratore CO a infrarossi; c) cassetta zincata protezione sonde

7.3 PARAMETRI MICROCLIMATICI

Unitamente al monitoraggio degli inquinanti risulterà necessario misurare anche i parametri meteorologici dell'area, fondamentali per una valutazione della potenziale diffusione degli stessi inquinanti nell'intorno dell'area di cantiere. Andrà pertanto prevista l'installazione di una stazione meteorologica multiparametrica (1 o più in funzione della grandezza dell'area da sottoporre ad indagine) per la rilevazione dei seguenti parametri meteorologici: temperatura dell'aria, umidità relativa, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazioni, radiazione solare.



Strumentazione modulare per la misurazione del microclima

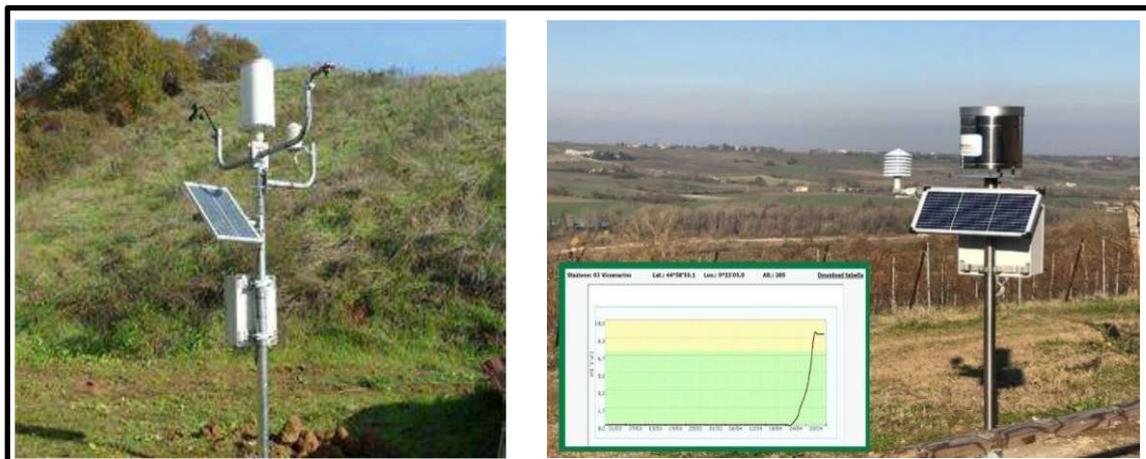


Temperatura dell'aria

La temperatura dell'aria è influenzata da vari fattori, tra cui la latitudine, l'altitudine, l'alternarsi del dì e della notte e delle stagioni, la vicinanza del mare; essa, a sua volta, influisce sulla densità dell'aria e ciò è alla base di importanti processi atmosferici. La temperatura dell'aria verrà misurata tramite sensori di temperatura specifici per applicazioni meteorologiche.

Umidità

L'umidità è una misura della quantità di vapore acqueo presente nell'aria. La massima quantità di vapore d'acqua che una massa d'aria può contenere è tanto maggiore quanto più elevata è la sua temperatura, pertanto, le misurazioni non sono generalmente espresse in umidità assoluta, bensì in umidità relativa, che è il rapporto tra la quantità di vapore d'acqua effettivamente presente nella massa d'aria e la quantità massima che essa può contenere a quella temperatura; nel periodo estivo, valori pari al 100% di umidità relativa corrispondono a condensazione, ovvero ad eventi di pioggia. La componente umidità verrà misurata e monitorata tramite termo-igrometri specificatamente disegnati per applicazioni meteorologiche dove possono essere richieste misure in presenza di forti gradienti termici ed igrometrici.



Termoigrometro digitale

Velocità e direzione del vento

In meteorologia il vento è il movimento di una massa d'aria atmosferica da un'area con alta pressione (anticiclonica) ad un'area con bassa pressione (ciclonica); in genere con tale termine si fa riferimento alle correnti aeree di tipo orizzontale, mentre per quelle verticali si usa generalmente il termine correnti convettive, le quali si originano invece per instabilità atmosferica verticale. Le misurazioni saranno effettuate tramite sensori combinati di velocità e direzione del vento, con anemometri a coppe e banderuola e ultrasonici.



Pressione atmosferica

La pressione atmosferica normale o standard è quella misurata alla latitudine di 45°, al livello del mare e ad una temperatura di 25 °C su una superficie unitaria di 1 cm², che equivale alla pressione di una colonnina di mercurio di 760 mm e che corrisponde a 1013,25 hPa (ettopascal) o mbar (millibar). La pressione atmosferica è influenzata dalla temperatura dell'aria e dall'umidità che, al loro aumentare, generano una diminuzione di pressione. Gli spostamenti di masse d'aria fredda e calda generano importanti variazioni di pressione. Infatti, non è tanto il valore assoluto di pressione che deve interessare, ma la sua variazione nel tempo. Nelle giornate di alta pressione, l'umidità e gli inquinanti contenuti nell'atmosfera vengono "premuti" verso il basso e costretti a rimanere concentrati in prossimità del suolo, generando inevitabilmente un peggioramento della qualità dell'aria. Tra le sostanze principali che "subiscono" questo meccanismo di accumulo vi sono il biossido di azoto, l'ozono e le polveri sottili. La pressione atmosferica verrà rilevata attraverso appositi sensori barometrici.

Precipitazioni

Quando l'aria umida, riscaldata dalla radiazione solare si innalza, si espande e si raffredda fino a condensarsi (l'aria fredda può contenere meno vapore acqueo rispetto a quella calda e viceversa) e forma una nube, costituita da microscopiche goccioline d'acqua diffuse dell'ordine dei micron. Queste gocce, unendosi (coalescenza) e diventando più grosse e pesanti, cadono a terra sotto forma di pioggia, neve o grandine. Le precipitazioni vengono in genere misurate utilizzando due possibili tipologie di strumenti, il Pluviometro ed il Pluviografo: il primo consiste in un piccolo recipiente, in genere di forma cilindrica, e dalle dimensioni standardizzate che ha il compito di raccogliere e conservare la pioggia che si è verificata in un certo intervallo di tempo, generalmente un giorno, sul territorio dove è installato. In questo modo è possibile ottenere una misura giornaliera delle precipitazioni in una data località. Diversamente il pluviografo è uno strumento che ha il compito di registrare la pioggia verificatasi a una scala temporale inferiore al giorno, attualmente sono disponibili pluviografi digitali con risoluzione temporale dell'ordine di qualche minuto. Convenzionalmente in Italia la pioggia viene misurata in millimetri (misura indipendente dalla superficie).



Pluviometro e Pluviografo



Radiazione solare

La radiazione solare globale, generalmente espressa in W/m^2 , è ottenuta dalla somma della radiazione solare diretta e della radiazione globale diffusa ricevuta dall'unità di superficie orizzontale. La radiazione solare verrà misurata tramite un piranometro che è un radiometro per la misura dell'irraggiamento solare secondo la normativa ISO 9060 e WMO N. 8. Questi sensori sono classificati come Standard Secondario ISO9060, con un'incertezza giornaliera totale di solo il 2%, tempi di risposta rapidi, sensori ideali per misure accurate ed affidabili.

Per l'installazione delle stazioni di misurazione si sceglieranno dei punti idonei in modo tale che la misura di parametri quali per esempio la velocità massima e soprattutto, la direzione prevalente del vento non siano falsate dalla morfologia del territorio o dalla presenza di ostacoli quali alberi, manufatti etc.

7.4 IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Nella scelta dei punti di monitoraggio è stato fatto riferimento ai potenziali e vari livelli di criticità dei singoli parametri, con riferimento a:

- tipologia e localizzazione dei recettori;
- distribuzione omogenea dei punti per garantire la rappresentatività globale;
- morfologia del territorio interessato e valutazioni logistiche generali.

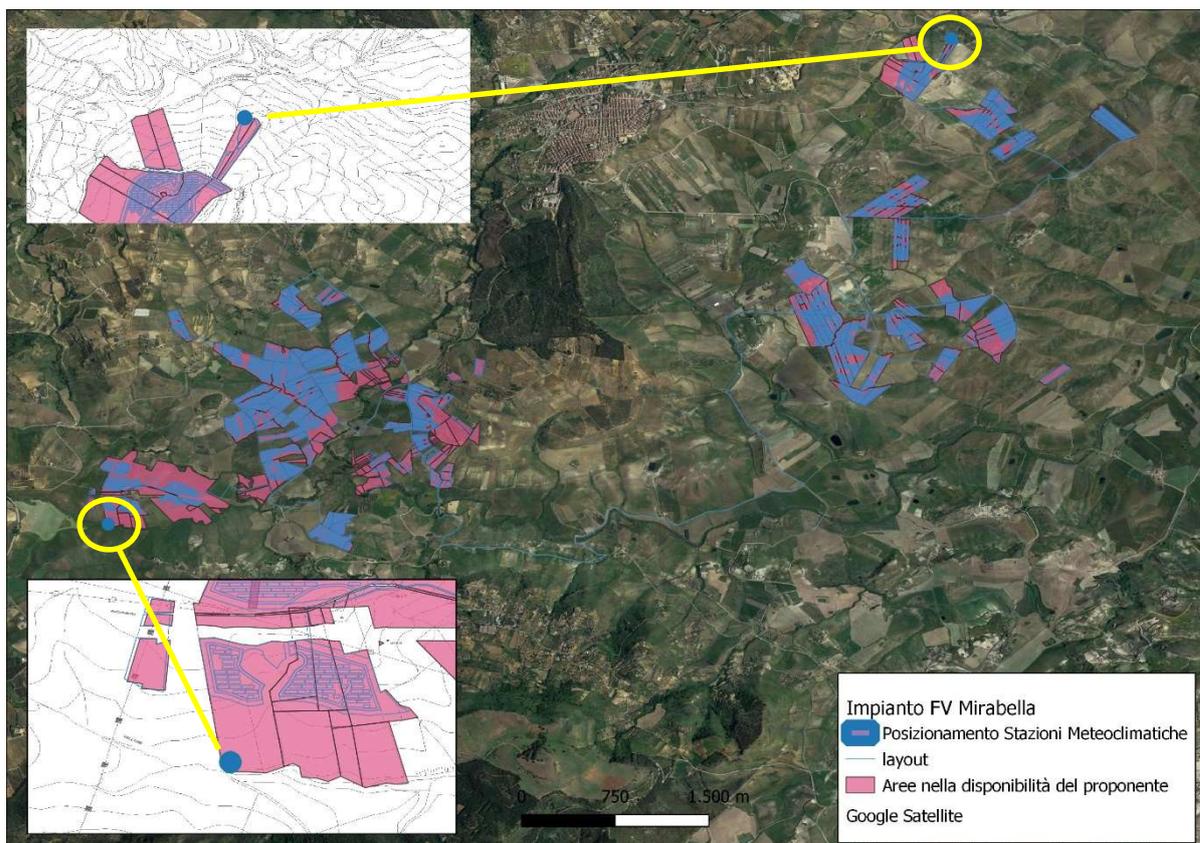
Gli impatti sull'atmosfera connessi alle attività di cantiere per la realizzazione dell'impianto in esame, sono prevalentemente attribuibili alle attività di scavo delimitato per la posa dei cavidotti delle linee elettriche. Tale intervento, ad ogni modo, interesserà solo la coltre superficiale del substrato areato in loco e alla movimentazione di piccole porzioni di suolo che serviranno a livellare alcune aree all'interno del sito per ricreare zone omogenee ed uniformi; inoltre verrà considerato anche il transito dei mezzi pesanti e di servizio, che in determinate circostanze, specie durante la fase di cantiere, possono causare il sollevamento di polveri (originata dalle suddette attività) e l'emissione di gas di scarico nell'aria. Per quanto riguarda la fase di cantiere le azioni di lavorazione maggiormente responsabili delle emissioni nell'aria saranno:

- operazioni di scotico e livellamento delle aree di cantiere;
- dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico dei materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento alle attività dei mezzi nelle aree di stoccaggio;
- dispersione e deposizione al suolo di polveri in fase di costruzione;
- sollevamento di polveri localizzate nelle aree di deposito degli inerti
- risollevarimento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle stesse ad opera dei mezzi;
- risollevarimento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento;
- emissione di gas di scarico nell'aria.



In tutto verranno collocate:

- ✓ n.2 stazioni per i rilievi microclimatici. Vista la natura dei parametri da rilevare, considerate le distanze tra i due campi di impianto e la distanza assoluta tra gli appezzamenti più distanti (nonché la superficie complessiva delle aree contrattualizzate), due stazioni riusciranno ad interpretare meglio i fenomeni. Considerata la morfologia, le stazioni saranno posizionate nel campo A nella zona a nord-est e nel campo B nella zona a sud-ovest. Le stazioni acquisiranno i dati giornalieri, i quali verranno immagazzinati in un cloud per essere visualizzati da remoto.
- ✓ n.1 stazione per il monitoraggio della Qualità dell'Aria. La stazione (fissa per tutta la durata del cantiere) sarà ubicata in prossimità dell'area di stoccaggio e deposito in quanto ritenuta la zona con il massimo traffico veicolare giornaliero e presenze di materiali soggetti a produrre polveri. Qualora dovessero esserci più zone di stoccaggio si provvederà ad inserirne un'altra.
- ✓ Qualora significativo n. 2 o più punti di monitoraggio mobili della qualità dell'Aria. In sede di primo rilievo i punti saranno definiti e georeferenziati. Il rilevamento avverrà tramite strumentazione in continuo portatile, certificata e opportunamente tarata utilizzando i parametri della postazione fissa.



Ubicazioni stazioni meteorologiche



7.5 PIANO DI MONITORAGGIO

Il piano di monitoraggio previsto è sinteticamente illustrato nelle tabelle seguenti:

	Monitoraggio Qualità dell'aria	Microclima
<i>Ante Operam</i>	non previsto	non previsto
<i>Corso d'Opera</i>	Per tutta la durata dei lavori	Per tutta la durata dei lavori
<i>Post-Operam</i> (fase di esercizio)	non previsto	Vita utile dell'Impianto

Ante – Operam

Nessuna attività di monitoraggio prevista

Corso d'Opera – Monitoraggio Qualità dell'aria

	1a settimana	3a settimana	2° mese	3° mese	4° mese	5° mese	6° mese	a continuare con cadenza mensile
Stazione Fissa	1	1	1	1	1	1	1	1
Misure in continuo (solo se ritenute necessarie)	0	1 o più	1 o più	1 o più	1 o più	1 o più	1 o più	1 o più

Corso d'Opera – Monitoraggio Microclima

	1a settimana	3a settimana	2° mese	3° mese	4° mese	5° mese	6° mese	a continuare con cadenza mensile
Stazioni Fisse	In continuo							
Report misure	1	1	1	1	1	1	1	1



Post – Operam

Monitoraggio Microclima

	1° semestre	2° semestre	3° semestre	4° semestre	5° semestre	6° semestre	7° semestre	cadenza semestrale
Stazioni Fisse	In continuo							
Report misure	1	1	1	1	1	1	1	1

7.6 FREQUENZA RESTITUZIONE DATI

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante individuato dalla CTS secondo modalità da concordare con l'Ente stesso; per quanto riguarda la frequenza di trasmissione dei dati viene di seguito proposta una tempistica di massima.

	Risultati Qualità dell'aria	Dati Microclima
<i>Ante Operam</i>	monitoraggio non previsto	monitoraggio non previsto
<i>Corso d'Opera</i>	Cadenza quindicinale primo mese; Cadenza mensile mesi successivi	Cadenza quindicinale primo mese; Cadenza mensile mesi successivi
<i>Post-Operam (fase di esercizio)</i>	monitoraggio non previsto	Cadenza semestrale

8. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO

Le componenti ambientali suolo e sottosuolo sono state considerate come un'unica matrice ambientale identificando come:

- suolo: la porzione più superficiale del terreno significativamente interessata dai processi biologici legati allo sviluppo delle specie vegetali.
- sottosuolo: Il complesso degli strati del terreno che si trovano sotto la superficie del suolo e in cui non arrivano le radici delle piante.

Nell'insieme si tratta di una componente ambientale fragile ed estremamente preziosa in quanto non rinnovabile nel breve periodo. Il monitoraggio di questa componente avrà l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza ed entità di fattori, legati alle opere in progetto (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati, inquinanti, etc.), con particolare riferimento alle attività di cantiere che potranno incidere sulla qualità del suolo. Il concetto di "qualità", nello specifico, è da riferirsi alla fertilità dello stesso ovvero principalmente alla capacità agro-produttiva, ma anche ad altre funzioni, tra cui la protezione da fenomeni di inquinamento. Con riferimento alle attività previste, le caratteristiche del suolo che dovranno essere monitorate saranno quelle che influiranno sulla stabilità



della copertura pedologica, accentuando o mitigando i processi di degradazione, che maggiormente minacciano i suoli delle nostre regioni, fra i quali la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità, oltre alla presenza di metalli pesanti che, seppur teoricamente, potrebbero essere stati rilasciati dai manufatti in progetto.

Le alterazioni della qualità dei suoli possono essere schematicamente riassunte in tre generiche tipologie:

- alterazioni fisiche;
- alterazione chimiche;
- alterazione biotiche

Andranno, inoltre, monitorati i principali processi di degradazione del suolo in atto, quali erosione da parte dell'acqua, competizione tra uso agricolo e non agricolo del suolo, fenomeni di salinizzazione, movimenti di masse, impaludamenti frequenti, eccessiva essiccazione, etc.

8.1 ASPETTI METODOLOGICI GENERALI

Per la redazione del piano di monitoraggio della componente suolo è stato fatto riferimento alle seguenti fonti:

- Metodi di analisi chimica del suolo approvati dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (D.M.13.09.99 "Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo") e dal DM 471/99.
- "Linee guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale" della Regione Sicilia.
- "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad Impianti fotovoltaici a terra" della Regione Piemonte.
- IRSA-CNR Quaderno 64 Parte IIIa (relativo al campionamento dei metalli pesanti).
- MIPAF Osservatorio Nazionale Pedologico "Analisi Microbiologica del Suolo" Ed. 2002.

Con particolare riferimento alle "Linee Guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad Impianti Fotovoltaici a terra" della Regione Piemonte, il protocollo di monitoraggio si svolgerà in due fasi:

1. La prima fase del monitoraggio precede la realizzazione dell'impianto fotovoltaico e consiste nella caratterizzazione del suolo ante-operam.
2. La seconda fase prevede la valutazione delle stesse caratteristiche nel post-opera (fase di esercizio) ad intervalli temporali prestabiliti; la frequenza di campionamento e/o prove potrà essere aumentata all'emergere di valori critici dei parametri monitorati.

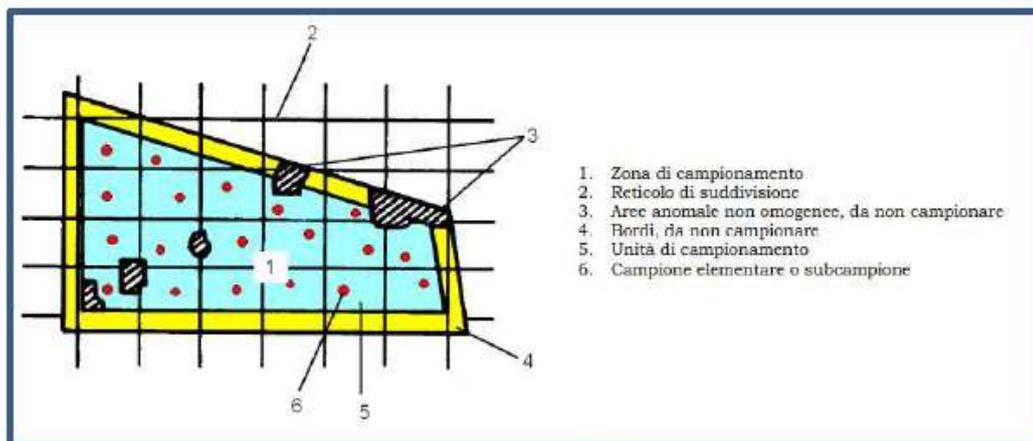
Al fine di rendere rappresentative le analisi, il numero di campioni da prelevare sarà determinato in funzione della superficie occupata dai pannelli fotovoltaici e dalle caratteristiche dell'area in termini di omogeneità ed eterogeneità. I punti di campionamento all'interno dell'area di impianto, in ogni caso, non potranno essere inferiori a 2, uno in posizione ombreggiata al di sotto dei pannelli fotovoltaici e l'altro

nelle aree di controllo non interessate dalla presenza dei pannelli. Tutti i punti di prelievo saranno georeferenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del protocollo di monitoraggio. I campioni dovranno essere prelevati in conformità a quanto previsto nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale 13/09/1999, pubblicato in Gazzetta Ufficiale Suppl. Ordin. n° 248 del 21/10/1999. Le attività di monitoraggio in situ ed il prelievo dei campioni per le analisi di laboratorio dovranno tenere in debito conto la forte influenza sulla componente suolo della stagionalità (periodo caldo-asciutto, periodo piovoso).

8.2 DEFINIZIONI

Di seguito vengono richiamate alcune definizioni inserite nel decreto D.M. 471/99 "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo" e qui utilizzate.

- Analisi di caratterizzazione: insieme di determinazioni che contribuiscono a definire le proprietà fisiche e/o chimiche di un campione di suolo.
- Zona di campionamento: area di terreno omogenea sottoposta a campionamento e suddivisa in più unità di campionamento.
- Unità di campionamento: estensione definita di suolo, dotata di limiti fisici o ipotetici.
- Campione elementare (o sub-campione): quantità di suolo prelevata in una sola volta in una unità di campionamento.
- Campione globale: campione ottenuto dalla riunificazione dei campioni elementari prelevati nelle diverse unità di campionamento.
- Campione finale: parte rappresentativa del campione globale, ottenuta mediante eventuale riduzione della quantità di quest'ultimo.



Schema tipo per la definizione delle zone di campionamento (Linee guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale Regione Sicilia)

8.3 PRELIEVO DI CAMPIONI PER ANALISI DI LABORATORIO

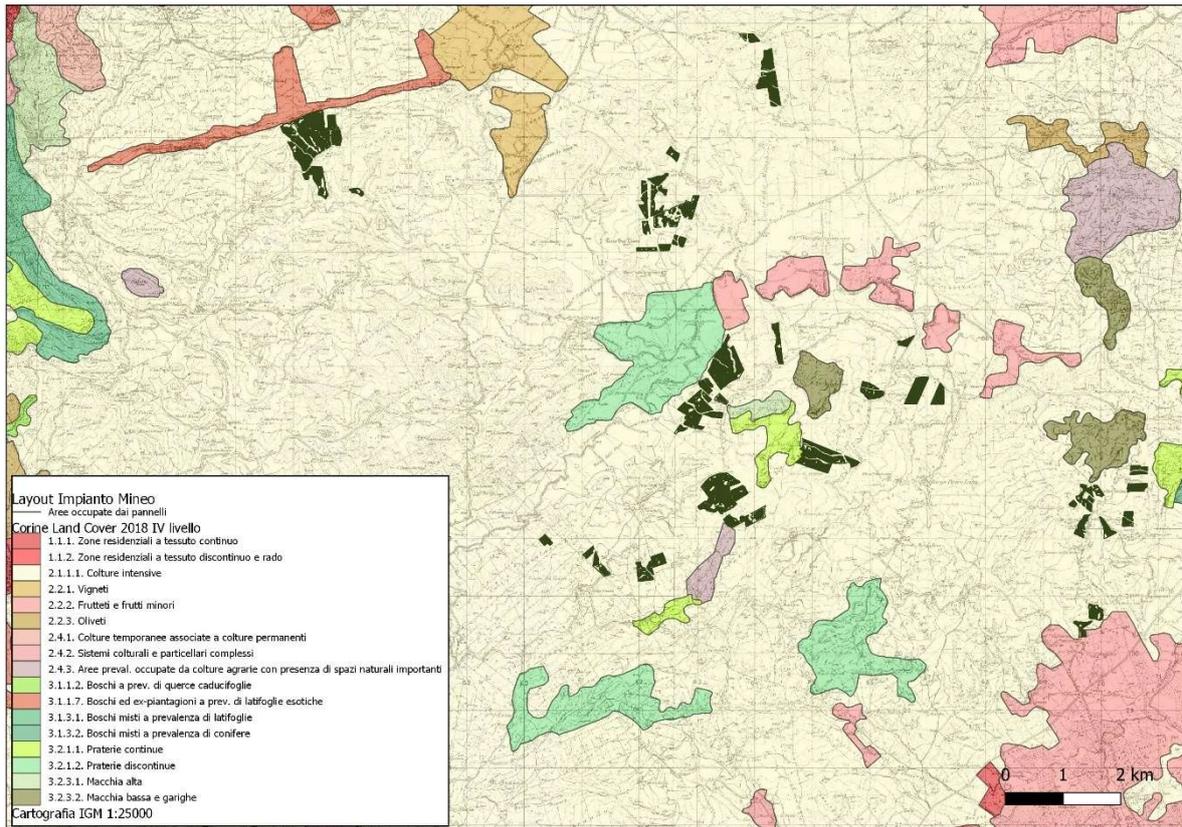
Per la definizione dei punti di campionamento e delle metodologie di campionamento è stato fatto riferimento a:

- Allegato 2 Parte Quarta, del D.Lgs 152/2006;

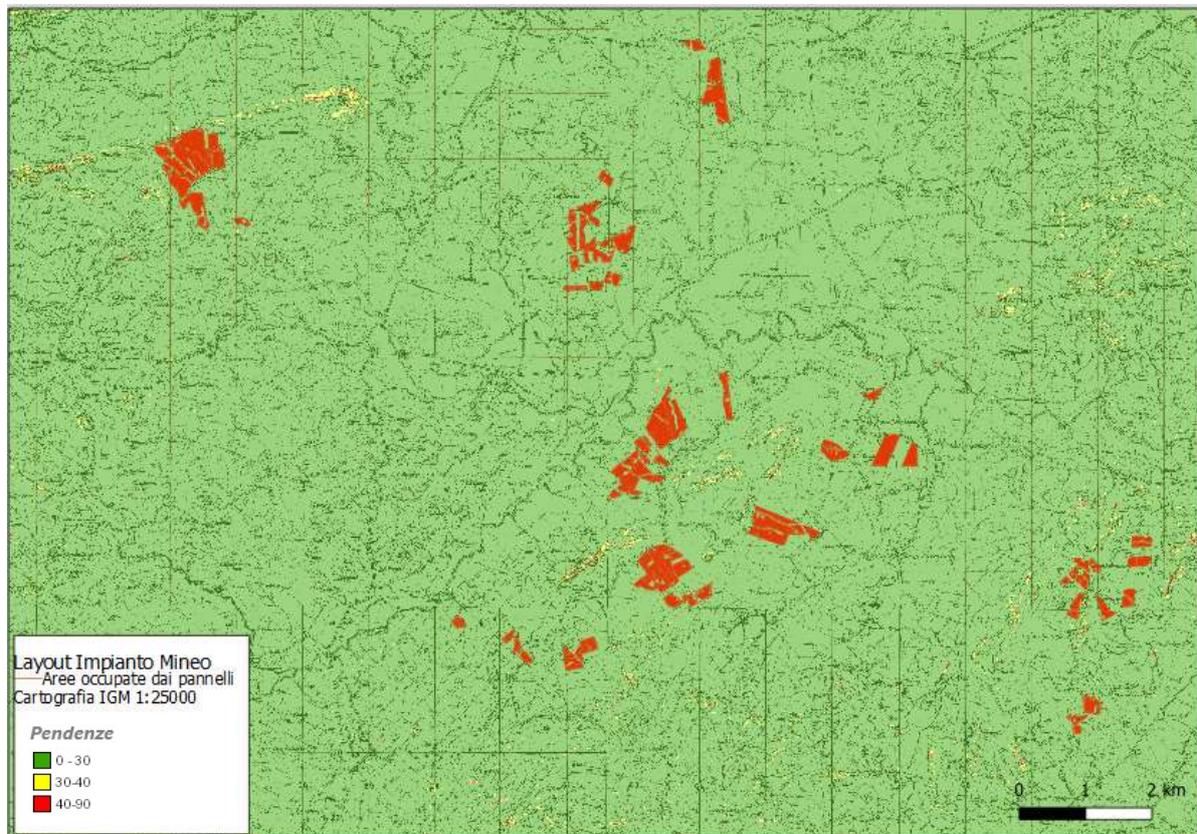


- Manuale APAT 43/2006; Capitolo 2;
- “Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati”, D.M. n.471/1999; “Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell’articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni”
- “Linee Guida in materia di bonifica dei siti inquinati nella Regione Siciliana” (G.U.R.S. parte prima S.O. – n. 17 del 22/04/2016).
- Secondo le normative richiamate, i punti di campionamento possono essere definiti utilizzando le seguenti metodiche:
 - Ubicazione ragionata; se sono disponibili informazioni approfondite sul sito che consentano di prevedere la localizzazione delle aree più vulnerabili e delle più probabili fonti di contaminazione. In genere tale metodica è relegata ad operazioni di bonifica di siti contaminati.
 - Ubicazione Sistemática; a griglia, casuale, statistico. Tale metodica appare più adatta ad un piano di monitoraggio e controllo e pertanto è stata qui utilizzata.
 - La distribuzione a griglia-sistemática prevede unicamente, nell’ambito dell’area di Impianto, l’individuazione di eventuali porzioni areali omogenee; la discretizzazione dell’areale di impianto in porzioni areali omogenee rappresenta un passaggio cruciale per la scelta dei punti e del numero di campioni, poiché da ciò dipende la rappresentatività del campionamento e, di conseguenza, la concreta applicabilità delle informazioni desunte dalle analisi.
 - Al fine di valutare l’esistenza di eventuali eterogeneità significative all’interno del sito di progetto, la modalità ritenuta più corretta consiste nel:
 - Identificare le tipologie di uso del suolo ante-operam mediante le varie Carte di Uso del Suolo regionali (Corine Land Cover);
 - Identificare la natura litologica del sottosuolo (carte Geo-litologiche)
 - Valutare le caratteristiche morfologiche (pendenze e dislivelli), ottenibili dai modelli digitali del terreno (DEM-Digital Elevation Model).
 - Eventuale esecuzione di uno o più sopralluoghi per una verifica in situ dati raccolti ai punti precedenti.

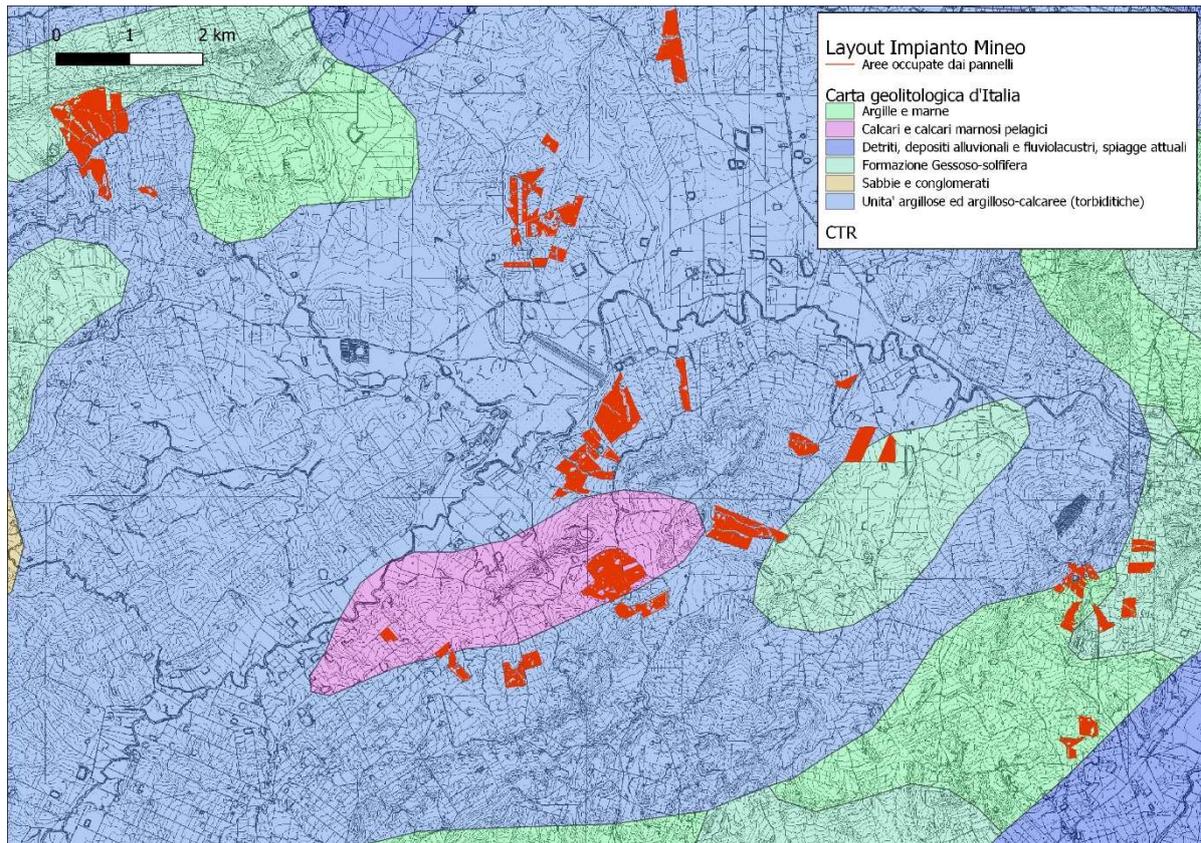
La verifica propedeutica di omogeneità morfologica è stata effettuata in ambiente GIS mediante elaborazioni dei DEM dell’area di impianto; nelle figure seguenti si evidenziano le condizioni di copertura suolo attuale, morfologia, altitudine, pendenza.



Carta di Uso del Suolo – CLC (ISPRA 2018 IV)



Carta delle pendenze



Carta Geolitologica

L'analisi, relativamente alle aree di impianto evidenzia una elevata uniformità di tutti i parametri considerati ovvero una copertura costituita da terreni ad uso agricolo, prevalentemente adibiti a seminativo semplice non irriguo (colture intensive), pascolo, aree ad incolto e piccole porzioni a frutteto.

Avendo definito le zone d'impianto omogenee per indirizzo colturale si è proceduto col definire il numero dei campioni e la loro ubicazione. In tal senso, sono state impiegate le seguenti regole e metodologie:

- I. la distribuzione dei punti di campionamento deve essere tale da evitare zone scoperte o eccessivamente campionate; qualora si riscontrino piccole aree visibilmente differenti per una qualche caratteristica, (ad esempio natura litologica, tessitura, drenaggio, pendenza, esposizione) queste vanno eliminate dal campionamento ed eventualmente campionate a parte; analogamente sono da escludere dal campionamento le aree ai bordi di fossi, cumuli di deiezioni o altri prodotti, zone rimaneggiate, ecc. per una fascia di almeno 5 metri;
- II. il numero dei punti di campionamento deve essere statisticamente significativo, tale da tenere conto della variabilità intrinseca del terreno relativamente a certe proprietà;
- III. i punti di campionamento dovranno essere eseguiti, per ogni zona omogenea individuata, su almeno due postazioni:
 - a. in posizione ombreggiata al di sotto dei moduli fotovoltaici;



- b. nelle aree non direttamente interessate dalla presenza dei moduli fotovoltaici;
- IV. i campioni di suolo prelevati dovranno essere distanti almeno 200 metri uno dall'altro;
- V. tutti i punti di prelievo dovranno essere georeferenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del protocollo di monitoraggio.

8.4 PUNTI DI CAMPIONAMENTO

Il D.Lgs 152/2006, diversamente dal DM 471/99, non riporta indicazioni circa il numero di campionamenti da effettuare, anzi definisce sostanzialmente impossibile indicare un valore predefinito del rapporto fra numero di campioni e superficie di prelievo poiché questo dipende precisamente dal grado di uniformità ed omogeneità della zona campionata, dalle finalità del campionamento e delle relative analisi eseguite. Alcune regioni, tra cui la Sicilia, nelle "Linee Guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale" adottano n. 1 campione ogni 3-5 ettari, mentre in presenza di condizioni di forte omogeneità pedologica e colturale, nell'ottica di un contenimento dei costi, un campione può essere ritenuto rappresentativo per circa 10 ettari.

Anche la Regione Puglia, nel suo Disciplinare di Produzione Integrata – anno 2017 BURP n. 42 (paragrafo 11.3) utilizza un criterio simile:

- 2.000 m² per le colture orticole;
- 5.000 m² per le colture arboree;
- 10.000 m² per le colture erbacee

Pertanto, considerato quanto esposto in precedenza e considerata una condizione di elevata omogeneità dell'area oggetto dell'intervento, si è ritenuto di utilizzare come condizione di campionamento il valore di almeno *n°1 campione ogni 10 ettari* di terreno agrario.

Pertanto, tenuto conto che l'areale di impianto si svilupperà su una superficie totale di circa 360 ettari, tra aree di impianto e superfici di compensazione ambientale e/o agricola, si prevede di attuare un piano che preveda complessivamente n. 72 punti di campionamento, di cui n.36 sotto i pannelli fotovoltaici e n.36 in zone esterne.

Per l'ubicazione dei punti, in funzione delle "linee guida" di cui sopra, si porta all'attenzione il fatto che è stata eseguita la seguente procedura in ambiente GIS:

- Sono state eliminate le aree perimetrali, per una fascia di 25 m dal confine dell'area di progetto, attraverso la funzione GIS "Buffer Interno" all'area di progetto, ottenendo un poligono per l'area interna, da considerarsi come areale operativo di campionamento.
- E' stata creata una griglia a maglia quadrata di 25 mt per lato, dell'areale di campionamento.
- Sono stati generati mediante la funzione GIS "Creazione punti random" all'interno di ogni poligono dei punti, ottenendo così una moltitudine di potenziali punti di campionamento.



- Infine sono stati scelti casualmente i punti di campionamento con la relativa geolocalizzazione definitiva.

8.5 METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO

Ripartizione dei campioni elementari

Il campione caratteristico di suolo da sottoporre ad analisi viene costituito mediante mescolamento di più campioni elementari o sub-campioni, prelevati alla stessa profondità e di volume simile. Per essere rappresentativo, il numero dei sub-campioni non deve essere inferiore a 5. I diversi sub-campioni prelevati, saranno mescolati tra loro in modo da avere un unico campione globale .

Profondità di prelevamento componente suolo

Generalmente il prelievo di suolo destinato ad analisi microbiologiche e biochimiche si esegue ad una profondità di 0-30 cm poiché è questo lo strato di suolo maggiormente colonizzato dai microrganismi. Questo approccio non sempre risulta efficace in quanto la distribuzione della biomassa microbica lungo il profilo risulta regolata da diversi fattori e differisce anche in base al tipo di gestione antropica. A parità di tipo di suolo, infatti, un prato naturale polifita permanente e un campo arato privo di vegetazione devono essere campionati in modo differente; nel primo si avrà in linea di massima una biomassa localizzata nei primi 5 cm di profondità, nel secondo sarà necessario campionare anche gli strati di suolo più profondi.

In linea del tutto generale si può affermare che:

a) nei suoli arati soggetti a rovesciamento o rimescolamento, occorre prelevare il campione alla massima profondità di lavorazione del suolo ed eventualmente, distinguendo i due campioni, anche nello strato immediatamente sottostante al limite di lavorazione;

b) nei suoli a prato naturale e a pascolo è necessario effettuare prima l'eliminazione del cotico erboso e solo successivamente si potrà campionare lo strato interessato dagli apparati radicali delle specie erbacee. In generale, per le analisi biochimiche è comunque sufficiente campionare a profondità comprese tra 0 - 30 cm.

Per le superfici oggetto del presente lavoro, le analisi saranno eseguite nei primi 30 cm di profondità. Per ogni campione saranno prelevati 5 sub-campioni. In sede di monitoraggio bisognerà porre particolare attenzione al controllo del suolo nelle aree di cantiere adibite, seppur temporaneamente, ad aree di stoccaggio e deposito inerti. Tali aree risultano particolarmente soggette, a fenomeni di inquinamento generalmente a seguito di sversamenti accidentali di materiali, nelle operazioni di scarico carico e movimentazione generale. Normalmente tali sversamenti accidentali, risultano vistosamente evidenti e pertanto si può intervenire rapidamente garantendo un elevato margine di sicurezza. In ogni caso al verificarsi di contaminazioni accidentali, di entità significativa, sono previste indagini specifiche supplementari in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, sia sulle acque superficiali e che su quelle sotterranee (se dove). Si precisa che tali circostanze



appaiono comunque estremamente remote nel caso di cantieri relativi alla realizzazione di impianti fotovoltaici.

Profondità di prelevamento componente sottosuolo

Idealmente il sottosuolo viene suddiviso in 3 zone sovrapposte denominate, a partire dalla superficie (escludendo i primi 30 centimetri di suolo) in zona insatura, frangia capillare, zona satura. In funzione della natura e dello scopo del monitoraggio appare sufficiente monitorare unicamente la componente più esposta del sottosuolo ovvero la zona insatura, per uno spessore fino a 1,0 metri (suolo escluso). Si evidenzia che in caso di presenza di acque di falda a profondità significative la zona di eventuale saturazione sarà monitorata direttamente mediante prelievo di acque del sottosuolo (la cui tematica sarà approfondita in seguito).

Metodologia di campionamento

Il campionamento avverrà secondo le procedure di legge tipiche per caratterizzazione ambientale dei suoli nell'ambito delle procedure del documento relativo alla trattazione delle terre e rocce da scavo (TRS). In virtù delle modeste profondità di campionamento sarà possibile prelevare i campioni sia impiegando attrezzature meccaniche (scavo per mezzo di trivella o carotatore manuale, scavo per mezzo di pala meccanica, sistemi di perforazione a rotazione con elica continua o con carotiere, etc.) che manuali.

Periodo di campionamento annuale

Il periodo per effettuare il campionamento di un suolo sottoposto a coltivazione seguirà le lavorazioni principali e le concimazioni. Il suolo su cui insisterà l'impianto fotovoltaico, allo stato attuale interessato principalmente da seminativi ad indirizzo cerealicolo in definitiva manterrà una destinazione d'uso simile poiché rimarrà perennemente coperto dalla vegetazione erbacea spontanea o inerbita per fini di invarianza idraulica, pertanto:

- per le analisi sulla microflora si dovrà far riferimento alle oscillazioni qualitative ambientali, temperature, precipitazioni, umidità, ecc.
- per quanto riguarda le analisi chimiche e biochimiche, si potrà lavorare su suolo essiccato all'aria e successivamente condizionato in laboratorio. Pertanto sarà sufficiente evitare i periodi in cui i suoli da campionare saranno intrisi di acqua (tendenzialmente da novembre a gennaio) o quando saranno troppo asciutti (luglio e agosto).

Verbale di campionamento

Il tecnico che provvederà al prelevamento dei campioni di terreno dovrà stilare il relativo "verbale di campionamento". Poiché nel corso degli anni i soggetti che eseguiranno i campionamenti potrebbero cambiare, sarà buona norma predisporre



un fascicolo cartaceo del PMA (da aggiornare e conservare possibilmente all'interno dell'impianto) con le schede di campagna descrittive del prelievo (come accade per la gestione delle aziende agricole).

In occasione di ogni campionamento andrà compilato in duplice copia una scheda delle operazioni di prelievo la quale riassume, in maniera sintetica, le osservazioni di campo e i dati essenziali relativi ad ogni punto di campionamento. Una delle due copie andrà trasmessa al laboratorio di analisi unitamente ai campioni prelevati mentre l'altra cartacea andrà conservata all'interno dell'impianto o comunque negli archivi del soggetto responsabile individuato. Sulla base della normativa in essere, la scheda di campionamento dovrà riportare quantomeno le seguenti informazioni:

- Data e località
- Identificativo univoco del campione
- Geolocalizzazione dell'area di prelievo
- Profondità di prelievo
- Metodologia di campionamento

8.6 ANALISI DI LABORATORIO PER LA COMPONENTE SUOLO

Con riferimento all'insieme delle 3 fasi del PMA (ante-operam, in corso d'opera e post-operam) saranno previste le seguenti tipologie di analisi:

- Analisi fisico-chimiche
- Analisi microbiologiche
- Analisi sui metalli pesanti

Analisi fisico-chimiche

Nella tabella sotto sono riportati i parametri del suolo ritenuti significativi ai fini di una valutazione sull'evoluzione delle caratteristiche qualitative della componente stessa. In ambiente agricolo e/o naturale tali parametri, tendenzialmente, tendono a mantenersi stabili nel tempo.

ANALISI CHIMICO-FISICHE DEL SUOLO		
Parametro	Unità di misura	Metodo
Tessitura (sabbia, limo e argilla)	g/kg _{tot}	
- Scheletro > 2mm	%	<i>DM 13/09/99 met. II.1</i>
- Sabbia grossa 2.0 – 0.25 mm	%	
- Sabbia media 0.25 – 0.10 mm	%	
- Sabbia fine 0.10 – 0.05 mm	%	
- Limo 0.05 – 0.002 mm	%	
- Argilla < 0.002 mm	%	
(*) pH H ₂ O	- - -	<i>DM 13/09/99 met. III.1</i>
(*) Calcare totale (CaCO ₃)	g/kg	<i>DM 13/09/99 met. V.1</i>



ANALISI CHIMICO-FISICHE DEL SUOLO		
Parametro	Unità di misura	Metodo
(*) Calcare attivo	g/kg	DM 13/09/99 met. V.1
(*) Sostanza organica	g/kg	DM 13/09/99 met. VII.1
(*) Carbonio organico	g/kg	DM 13/09/99 met. VII.1
(*) Azoto totale	g/kg	DM 13/09/99 met. VII.1
(*) CSC	Meq/100g	DM 11/05/92 met. 27
(*) Calcio scambiabile	Meq/100g	DM 13/09/99 met. XIII.5
(*) Magnesio scambiabile	Meq/100g	DM 13/09/99 met. XIII.5
(*) Potassio scambiabile	Meq/100g	DM 13/09/99 met. XIII.5
(*) Fosforo assimilabile (Olsen)	mg/kg	DM 13/09/99 met. XV.3
(*) Conduttività elettrica 1:5	mS/cm	DM 13/09/99 met. IV.1
Salinità E _{Ce}	mS/cm	- - -
Rapporto C/N	- - -	- - -
Saturazione Basica	% CSC	- - -
Rapporto Ca/Mg	- - -	- - -
Rapporto Mg/K	- - -	- - -

Parametri fisico-chimici per la caratterizzazione del suolo

Analisi microbiologiche

Permettono di investigare sulla componente biotica del suolo, responsabile della formazione e dello svolgimento dei principali processi che permettono al suolo stesso di esistere e mantenersi; la componente biotica è considerata la più vulnerabile del suolo e risulta direttamente correlata alla fertilità del suolo tramite l'*Indice sintetico di Fertilità Biologica* (IBF) definito come sintesi di 6 parametri differenti.

Parametri utilizzati	Punteggio				
	1	2	3	4	5
Sostanza organica	<1	1 – 1,5	1,5 – 2	2 – 3	>3
Respirazione basale	<5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	>20
Respirazione cumulativa	<100	100 – 250	250 – 400	400 – 600	>600
Carbonio microbico	<100	100 – 200	200 – 300	300 – 400	>400
Quoziente metabolico	>0,4	0,3 – 0,4	0,2 – 0,3	0,1 – 0,2	<0,1
Quoziente di mineralizzazione	<1	1 – 2	2 – 3	3 – 4	>4

Classe di Fertilità	I	II	III	IV	V
	stanchezza allarme	stress preallarme	media	buona	alta
Punteggio	0-6	6-12	12-18	18-24	24-30

Tabella calcolo IBF (fonte ISPRA "Indicatori Biodiversità per la sostenibilità in agricoltura")

Per la determinazione dell'IBF risulta indispensabile determinare:

- La biomassa microbica
- La respirazione microbica (Basale e cumulativa)

Per **biomassa microbica** (C_{mic}) si intende la "Componente vivente della sostanza organica ad esclusione della macrofauna e delle radici (dim. < 5000 μm^3), esprime la quantità di carbonio microbico presente nel suolo in riferimento al C organico Totale; tra i vari metodi per esistenti in letteratura viene suggerito il Metodo FE (Vance et al., 1987) ovvero il metodo della fumigazione-estrazione con cloroformio effettuato su campioni di suolo secco ricondizionati per 10 giorni alla capacità di campo e incubati al buio a 30°C. Il metodo prevede la fumigazione dei campioni dal quale si estrae il materiale cellulare con una soluzione di K_2SO_4 . Sugli estratti così ottenuti si procede alla determinazione del carbonio organico totale della biomassa mediante ossidazione con bicromato di potassio in ambiente acido. La biomassa microbica è data dalla differenza tra la quantità di C nei campioni fumigati e non fumigati.

Metodi	Informazioni	Bibliografia
FE	Dimensioni della biomassa microbica e rapporto degli elementi (C/N, C/P, C/S).	Vance et al., 1987
SIR	Contenuto di biomassa microbica attiva (misura indiretta).	Anderson and Domsch, 1978
FI	Contenuto di C-biomassa microbica	Jenkinson and Powelson, 1976
ATP	Stima della biomassa microbica attiva	Jenkinson and Oades, 1979
PLFA	Biomassa totale e composizione della comunità microbica	Hill et al., 1993, Zelles and Alef, 1995
Ergosterolo	Contenuto della biomassa funginea	West et al., 1987
Tecniche molecolari	Dimensioni della biomassa diversità microbica mediante l'estrazione dal suolo di DNA e RNA.	Reviewed by Nannipieri et al. 2003
Piastre e conte dirette	Diversità microbica della cellule colture dirette.	Macura, 1974, Bakken, 1997

Metodi determinazione della Biomassa Microbica (fonte ISPRA "Indicatori Biodiversità per la sostenibilità in agricoltura")

La respirazione microbica è il processo più strettamente associato alla "vita", la respirazione microbica, sia aerobica che anaerobica, produce infatti energia a partire da composti organici ed inorganici ridotti.

Si definisce "respirazione basale" la respirazione determinata in assenza di un substrato organico aggiunto e riflette sia la quantità che la qualità delle fonti di carbonio disponibili; in sostanza è un indice del potenziale dei microrganismi del suolo di degradare la sostanza organica nelle condizioni ambientali stabili.

Dal punto di vista pratico si distingue la **respirazione basale** (C_{bas}) e la **respirazione cumulativa** (C_{cum}) che rappresentano rispettivamente l'emissione oraria di CO_2 in assenza di substrato organico all'ultimo giorno di incubazione e quella totale emessa durante tutto l'arco di incubazione (Isermayer, 1952).

Per la determinazione i campioni di suolo secco sono riportati alla capacità di campo e incubati al buio a 30 °C in contenitori di vetro a chiusura ermetica, insieme a un becher contenente una soluzione di idrossido di sodio. Durante l'incubazione si determina la CO_2 emessa mediante titolazione con acido cloridrico dopo l'aggiunta di cloruro di bario e di un indicatore per titolazione acido-base (fenolftaleina) ad intervalli



di tempo prefissati (1, 2, 4, 7, 10, 14, 17, 21 e 28 giorni), da cui si ricava la curva di respirazione potenziale mediante la formula $C_m = C_0 * (1 - e^{-kt})$ (Riffaldi et al., 1996).dove:

t è il tempo di incubazione;

C_m = C mineralizzato (in 28 giorni)

C_0 = carbonio potenzialmente mineralizzabile

k = tasso di crescita (ovvero costante cinetica della respirazione)

A partire dai valori di C_{cum} , C_{bas} e C_{mic} è possibile determinare i restanti valori dei Quozienti Microbici necessari per il calcolo dell'IBF.

<ul style="list-style-type: none"> Quoziente metabolico (qCO_2) $qCO_2 = \frac{C_{bas}}{24 \cdot C_{mic}} \times 100$	$0,2 < qCO_2 < 0,3$
<ul style="list-style-type: none"> Quoziente di mineralizzazione (qM) $qM = \frac{C_{cum}}{TOC \times 100}$	$2 < qM < 3$

Definizione dei "Quozienti microbici" (fonte ISPRA "Indicatori Biodiversità per la sostenibilità in agricoltura")

Analisi sui metalli pesanti

La presenza eccessiva di metalli pesanti al di sopra di determinate soglie, oltre ad essere tossica per animali e uomo, è in grado di influire negativamente sulle attività microbiologiche, sulla qualità delle acque di percolazione, sulla composizione delle soluzioni circostanti e quindi, in definitiva, di alterare lo stato nutritivo delle piante, modificandolo sino ad impedire la crescita ed influire sugli utilizzatori primari e secondari. Nella tabella sotto si riportano i metalli che sono considerati pericolosi per la fertilità del suolo; nei suoli esistono dei valori di fondo, concentrazioni naturali di metalli pesanti, che possono presentare anche una notevole variabilità in funzione della tipologia di suolo o del clima locale, talvolta con concentrazioni superiori a quelle fissate dalla legge. La tabella menziona i valori di concentrazione limite sia in suoli coltivati e/o naturali sia per siti a destinazione "commerciale-industriale" (Decreto Ministeriale del 13/09/1999 - "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo" e il Testo Unico sull'Ambiente 152/2006). Per la determinazione sia farà riferimento ai metodi IRSA.

ANALISI CHIMICO-FISICHE DEL SUOLO			
Analita	Unità di misura	Valori limite (*)	Valori limite (**)
Cadmio	mg/kg ⁻¹	0,1- 5	15
Cobalto	mg/kg ⁻¹	1-20	800
Cromo	mg/kg ⁻¹	10-150	500
Manganese	mg/kg ⁻¹	750-1000	1000



ANALISI CHIMICO-FISICHE DEL SUOLO			
Analita	Unità di misura	Valori limite (*)	Valori limite (**)
Nichel	mg/kg ⁻¹	5-120	600
Piombo (I)	mg/kg ⁻¹	5-120	350
Rame (II)	mg/kg ⁻¹	10-120	1500
Zinco (II)	mg/kg ⁻¹	10-150	15

(*) in suolo coltivati e naturali; (**) in siti commerciali e industriali;

(I) Elevati livelli di fondo di Piombo (non naturali) possono essere riscontrati in suoli ubicati nelle vicinanze di vie di comunicazione ed in suoli in cui le colture hanno reso necessario l'intervento con antiparassitari a base di arseniato di piombo;

(II) Le concentrazioni più elevate di Rame e Zinco sono caratteristiche di molti suoli utilizzate per la viticoltura

Concentrazioni limite metalli pesanti

Nell'interpretazione dei valori relativi ai metalli pesanti, in funzione delle analisi effettuate, risulta di fondamentale importanza la ricostruzione dello storico relativo alla gestione agricola dei terreni su cui si sta progettando il parco fotovoltaico; ciò si rende necessario in quanto all'interno di fertilizzanti agricoli di sintesi, per loro natura, sono presenti in tracce alcuni metalli pesanti sopra riportati. Pertanto, uno sconsiderato uso di tali prodotti potrebbe aver determinato un accumulo di tali metalli nel tempo.

8.7 PROVE IN SITU

Nell'ambito delle valutazioni idrologiche ed idrauliche a supporto dei progetti per la realizzazione di impianto fotovoltaici, su terreni coltivati o meno, vengono generalmente affrontate problematiche relative all'invarianza idrologica ed idraulica degli impianti, ovvero dell'incidenza di un campo fotovoltaico sulla capacità di infiltrazione delle acque meteoriche o, più in generale, sulla ritenzione idrica dell'areale interessato. L'esperienza su campi fotovoltaici esistenti, al netto di una impermeabilizzazione diretta del suolo, indica comunque che i terreni interessati da coperture fotovoltaiche, possono effettivamente essere soggetti ad un aumento della impermeabilizzazione del terreno, seppur indiretta, in ragione di una "compattazione naturale del terreno", non più oggetto di pratiche agricole di rimaneggiamento del suolo e quindi assimilabili a terreni incolti. Tale fenomeno di compattazione è stato riscontrato, in misura anche maggiore, nelle aree non direttamente coperte dai pannelli (per fenomeni di essiccamento) e pertanto meno ombreggiate e soprattutto su terreni ad elevata componente argillosa-marnosa. Sebbene un terreno incolto non necessariamente risulti peggiorativo in termini di ritenzione idrica generale rispetto a una copertura ad uso agricolo dello stesso, dal punto di vista della fertilità del suolo può portare all'affermarsi di situazioni degenerative. Appare opportuno predisporre un piano di monitoraggio della componente suolo anche relativamente ad alcune proprietà del suolo, che influiscono sulla permeabilità del terreno e, quindi, sulle componenti, idrologiche, chimiche e biotiche. La compattazione di un suolo ha infatti, come effetto secondario, la limitazione degli scambi gassosi fra atmosfera e suolo e



la diminuzione della capacità di assorbire e trattenere l'acqua e di allontanare quella in eccesso a causa dell'aumento della tensione superficiale delle particelle terrose; un suolo compattato, inoltre, presenta scarsa elasticità e limita l'approfondimento e lo sviluppo dell'apparato radicale, influenzando negativamente sulla fertilità del suolo.

8.8 METODOLOGIE DI MONITORAGGIO

Il grado di compattamento di un suolo può essere valutato praticamente tenendo conto di alcune sue caratteristiche quali: elasticità, facilità nell'introduzione di un carotatore o di un altro strumento acuminato o tagliente, velocità di infiltrazione dell'acqua, profondità dell'apparato radicale nei mesi di massima attività vegetativa. Importanti parametri qualitativi sono anche la velocità di attecchimento delle specie erbacee e loro resistenza agli stress di vario tipo, sia essi biotici che abiotici. Si ritiene pertanto opportuno inserire nel PMA, in relazione alle problematiche sopra esposte:

- I) Esecuzione di Prove meccaniche in situ sullo stato di compattazione del suolo;
- II) Esecuzione di Prove di permeabilità in pozzetti superficiali;
- III) Misure del grado di umidità del suolo.

I) Prove meccaniche per la valutazione del grado di compattazione

Il grado di compattazione può essere valutato mediante varie tipologie di prove che prevedono l'uso di: Misuratori di densità, penetrografi, strumentazione ad impatto (Clegg Test).

Misuratori di Densità: si tratta di misuratori della resistenza al carico del terreno (N/mm^2) di semplice utilizzo, che prevedono l'infissione manuale nel suolo di un'asta munita di manometro; si prevede di investigare al massimo i primi 30/40 centimetri in quanto più soggetti ai fenomeni di compattazione. Tramite opportuni abachi dalla resistenza alla penetrazione di può risalire alla densità del terreno.



Misuratore di densità manuale



Penetrografi: si tratta di dispositivi concettualmente identici a quello sopra descritto in precedenza ma che permettono di registrare graficamente i risultati per una valutazione anche in continuo.



Esempio di penetrografo

Clegg Test: il dispositivo è costituito da un martello compattatore che opera all'interno di un tubo guida verticale. Quando il martello viene rilasciato da un'altezza fissa, cade attraverso il tubo e colpisce la superficie in esame, decelerando ad una velocità determinata dalla rigidità del materiale all'interno della regione di impatto; un accelerometro di precisione montato sul martello invia la sua uscita ad un'unità di lettura digitale portatile che registra la decelerazione del martello. Per le superfici sportive le letture sono visualizzate in Gravities mentre per le applicazioni stradali le letture visualizzate sono Impact Values (IV). L'IV indica la resistenza del suolo e mostra una buona correlazione con i risultati del test Californian Bearing Ratio (CBR).



Clegg Test

II) Prove di permeabilità

Prove di Permeabilità su pozzetto

Le prove di permeabilità possono essere effettuate direttamente su pozzetti superficiali utilizzando la metodologia illustrata nelle raccomandazioni finali del “Seminario di studi sulla legge 10/05/1976 n° 319 – Perugia 27/06/1977” le quali permettono valutare la permeabilità fino ai primi 50 centimetri di un terreno.



Prova di Permeabilità superficiale

Prove con infiltrometro a doppio anello

L'infiltrometro a doppio anello è uno strumento semplice ma efficace che permette di misurare la velocità di infiltrazione dell'acqua nel suolo in un terreno saturato o meno. Lo strumento si inficca nel terreno, fino alla quota di indagine.



Infiltrometro a doppio anello



III) Misura dell'umidità del suolo

La misura dell'umidità del suolo è un parametro estremamente importante in agricoltura ai fini della pianificazione degli interventi di natura irrigua; l'umidità del suolo ha infatti una grande influenza sulla disponibilità e l'assorbimento delle sostanze nutrienti e, conseguentemente per la vitalità delle colture. Allo scopo di valutare l'impatto della copertura fotovoltaica sul grado di umidità del terreno risulta pertanto opportuno predisporre delle misure di tale parametro "sotto pannello" e "fuori pannello".

Nella pratica 2 sono le metodologie applicabili:

a) Misure tensiometriche: questa metodologia consente di misurare il cosiddetto "potenziale idrico" ovvero la tensione con la quale l'acqua è trattenuta dal suolo e quindi fornisce informazioni sulla forza che una pianta deve applicare per riuscire a estrarre l'acqua dal suolo. Il metodo tuttavia, non offre informazioni sul contenuto assoluto di acqua nel suolo.

b) Contenuto Volumetrico: questa metodologia di misura calcola invece il contenuto volumetrico di acqua nel suolo (inclusa l'acqua non utilizzabile dalla pianta) e non fornisce informazioni sul potenziale idrico del suolo. Le unità di misura per la restituzione dei risultati sono in genere il vol.% o mm di acqua per litro o per m³ di suolo. Data la finalità del monitoraggio tale tipologia di misura appare più idonea.

Nella tabella sotto riportata si menzionano, a titolo di esempio, alcuni dispositivi in commercio.

<i>Nome commerciale</i>	<i>Installazione</i>	<i>Tipo di misura - note</i>
Tensiometro Irrrometer	Fisso	Tensione, campo di misura 0 - 100 centibar. Lettura manuale con manometro. Richiede manutenzione
Watermark	Fisso	Tensione, campo di misura 0 - 220 centibar. Lettura manuale con lettore digitale, possibilità collegamento a registratore o stazione meteo. Non richiede manutenzione
Tensiomark	Fisso	Tensione, campo di misura pF 0 - 7. Uscita digitale o analogica. Si adatta rapidamente alle variazioni di umidità. Non richiede manutenzione
SM 100 Water Scout	Fisso	Contenuto volumetrico. Idoneo per qualsiasi tipo di suolo. Lettura manuale con lettore digitale, possibilità collegamento a registratore o stazione meteo. Non richiede manutenzione
SMEC 300 Water Scout	Fisso	Sonda multi parametro. Contenuto volumetrico + Temperatura + conducibilità. Idoneo per qualsiasi tipo di suolo. Lettura manuale con lettore digitale, possibilità collegamento a registratore o stazione meteo. Non richiede manutenzione
TDR 100 Fieldscout	Portatile	Contenuto volumetrico. Idoneo per qualsiasi tipo di suolo. N 4 profondità disponibili 4 - 8 - 12 - 20 cm. Non richiede manutenzione
TDR 300 Fieldscout	Portatile	Contenuto volumetrico. Idoneo per qualsiasi tipo di suolo. N 4 profondità disponibili 4 - 8 - 12 - 20 cm. Non richiede manutenzione Dotato di memoria interna e possibilità di collegamento a modulo GPS

Strumentazione varia per la misura dell'Umidità del suolo



8.9 UBICAZIONE PUNTI DI PROVA

Le prove in situ saranno effettuate in prossimità delle aree di campionamento per le indagini di laboratorio anche ai fini della definizione di eventuali correlazioni tra le due tipologie di prova.

8.10 PIANO DI MONITORAGGIO

Il piano di monitoraggio previsto è illustrato nelle tabelle seguenti:

	Prelievo Campioni	Prove in Situ
<i>Ante Operam</i>	Previsto in unica soluzione	Previsto in unica soluzione
<i>Corso d'Opera</i>	non previsto	non previsto
<i>Post-Operam</i>	Vita utile dell'Impianto	Vita utile dell'Impianto

Fase Ante – Operam

Attività	n° attività	Periodo attività
Prelievo Campioni	2 x 36 (*)	Unico prima dell'inizio delle attività
Prove di Permeabilità	1 x 72 (**)	Unico prima dell'inizio delle attività
Prove di compattazione	1 x 72 (**)	Unico prima dell'inizio delle attività
Misure Umidità del suolo	1 x 72 (**)	Unico prima dell'inizio delle attività

(*) prelievo n.1 campione componente suolo (0 – 30 cm) + n.1 campioni componente sottosuolo (0,3 – 1,0 metri) per ognuno dei 36 siti di prelievo.

(**) N. 1 prova per ciascuno dei 72 punti di indagine

Fase in corso d'opera

Relativamente al periodo di cantiere non è prevista alcuna attività di monitoraggio della componente suolo. Vanno tuttavia evidenziate alcune raccomandazioni volte a minimizzare l'impatto delle attività di cantiere sulla componente suolo, di seguito riportate:

I) Contenere al massimo le operazioni di "scotico" delle superfici, limitandosi all'asportazione della coltre superficiale solo laddove è prevista la posa di coperture ex-novo (piazze permanenti, viabilità interna, aree destinate a fondazioni per manufatti).

II) Evidenziare immediatamente eventuali sversamenti accidentali (di entità significativa) di sostanze pericolose per l'ambiente (oli, carburanti, vernici etc.) che vanno immediatamente rimosse.

III) Valutare una viabilità di cantiere idonea, che insista prevalentemente sulla futura viabilità definitiva evitando direttrici di compattazione preferenziale non adibite a futura viabilità (ovvero alternare i transiti).



Fase Post – Operam

Il monitoraggio della componente suolo nella fase post-operam sarà esteso a tutta la vita utile dell'impianto. Con riferimento alle linee guida vigenti, la frequenza delle attività di monitoraggio avrà tempistiche variabili nel tempo; tali tempistiche avranno cadenza semestrale nei primi anni di esercizio (i più critici) e si diraderanno nel tempo in assenza di criticità riscontrate e/o in considerazione di eventuali operazioni di mitigazione messe in atto (se ritenute necessarie). Le attività riportate nella tabella sotto indicano, con riferimento a tutti i punti di indagine individuati in precedenza, l'operazione da eseguire e la relativa tempistica. Data l'elevata sensibilità di tutti i parametri da rilevare (chimici, biologici e fisici) alle condizioni meteo-climatiche del periodo, nei rapporti di cantiere (sia per le prove in situ che per il prelievo dei campioni), andranno sempre evidenziate le caratteristiche meteo-climatiche del periodo, desunte dalla stazione meteo-climatica dell'impianto che resterà in attività per tutta la sua vita utile. Per le stesse motivazioni sopra esposte appare opportuno differenziare il monitoraggio con riferimento al periodo estivo ed al periodo invernale avendo cura di evitare periodi di particolare siccità o piovosità evitando pertanto le condizioni estive estreme (luglio-agosto) e invernali (novembre – gennaio).

Piano di Monitoraggio della componente Suolo						
	Estivo	Invernale	Prove di compattazione	Prove di permeabilità	Prelievo campioni	Rilievo Umidità
1° anno (*)	X	X	X	X	X	X
2° anno	X	X	X	X	X	X
3° anno	X		X	X		X
4° anno		X	X	X		X
7° anno	X	X	X	X	X	X
10° anno	X		X	X		X
11° anno		X	X	X	X	X
15° anno	X	X	X	X	X	X
20° anno	X	X	X	X	X	X
+5 anni (**)	X	X	X	X	X	X
Dismissione (***)	X	X	X	X	X	X

(*) nell'immediato della chiusura del cantiere

(**) ogni 5 anni fino a dismissione

(***) successivo allo smantellamento dell'impianto ed al ripristino delle condizioni di campo aperto



8.11 FREQUENZA RESTITUZIONE DATI

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante individuato, secondo modalità da concordare con il medesimo ente; per quanto concerne la frequenza di trasmissione dei dati, viene di seguito prospettata una tempistica, che in seguito potrà essere oggetto di discussione.

	Risultati Laboratorio	Dati Prove in Situ
<i>Ante Operam</i>	Analisi unica trasmessa prima della fase successiva	Analisi unica trasmessa prima della fase successiva
<i>Corso d'Opera</i>	non previsto	non previsto
<i>Post-Operam</i>	Cadenza annuale/pluriennale (*)	Cadenza annuale/pluriennale (*)

(*) calendario da programmare in dettaglio

9. MONITORAGGIO DELLA ACQUA

Relativamente alla componente ambientale "acqua", le Relazioni Geologica e Idrogeologica consultate non rilevano la presenza di elementi idrici superficiali di rilievo né, tanto meno, rappresentano evidenze circa la presenza di falde idriche nel sottosuolo. In virtù di quanto asserito il piano di monitoraggio della componente acqua sarà considerato unicamente per le acque di sottosuolo (acque di falda), condizionatamente al rilevamento di una falda idrica nel sottosuolo (durante i sondaggi geognostici di supporto al progetto definitivo) e ad una profondità ritenuta significativa ai fini di eventuali problematiche di natura ambientale, ovvero inferiore ai 5 metri.

9.1 ASPETTI METODOLOGICI

Per la redazione del piano di monitoraggio della componente acqua è stato fatto riferimento alle linee guida sul Monitoraggio e Qualità delle Acque dell'ISPRA pubblicate sul relativo sito web, con riferimento al documento inerente alla qualità delle acque sotterranee. Nello specifico la "qualità" di un corpo idrico sotterraneo viene definita in funzione di alcuni parametri chimici di base.

STATO CHIMICO	
Le classi chimiche dei corpi idrici sotterranei sono definite secondo il seguente schema:	
Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche;
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche;
Classe 3	Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione;
Classe 4	Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti;
Classe 0 (*)	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della classe 3.
(*) per la valutazione dell'origine endogena delle specie idrochimiche presenti dovranno essere considerate anche le caratteristiche chimico-fisiche delle acque.	

Classi Chimiche qualità acque sottosuolo – Fonte ISPRA

Tabella 20 dell'allegato 1 del D. Lgs. 152/99 Classificazione chimica in base ai parametri di base ⁽¹⁾

	Unità di misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0 (*)
Conducibilità elettrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$ (20°C)	≤ 400	≤ 2500	≤ 2500	> 2500	> 2500
Cloruri	mg/L	≤ 25	≤ 250	≤ 250	> 250	> 250
Manganese	$\mu\text{g}/\text{L}$	≤ 20	≤ 50	≤ 50	> 50	> 50
Ferro	$\mu\text{g}/\text{L}$	< 50	< 200	≤ 200	> 200	> 200
Nitrati	mg/L di NO_3	≤ 5	≤ 25	≤ 50	> 50	
Solfati	mg/L di SO_4	≤ 25	≤ 250	≤ 250	> 250	> 250
Ione ammonio	mg/L di NH_4	$\leq 0,05$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$> 0,5$	$> 0,5$

(1) se la presenza di tali sostanze è di origine naturale, così come appurato dalle Regioni o dalle province autonome, verrà automaticamente attribuita la classe 0.

Elenco parametri da monitorare acque di sottosuolo – Fonte ISPRA

Nel piano di indagini geognostiche propedeutiche al progetto definitivo, pertanto, in caso di rinvenimento di falda sotterranea a profondità intorno ai 5,0 metri o inferiore, occorrerà prevedere il condizionamento di almeno un foro di sondaggio, con l'installazione di un piezometro da 2 o 3 pollici. Il prelievo delle acque da avviare al laboratorio verrà effettuato secondo le normali metodologie previste per i campionamenti di acque in foro, ovvero mediante l'utilizzo di Bailers monouso e contenitori in PVC.



Bailers monouso per il prelievo di acque in foro

Il prelievo avverrà in corrispondenza del punto di installazione dell'eventuale piezometro, preferenzialmente in posizione baricentrale rispetto all'areale di impianto e sufficientemente distante da eventuali fonti di inquinamento non imputabili all'impianto (strade asfaltate, strade interpoderali, aree di attività agricole, etc.).



9.2 PIANO DI MONITORAGGIO

Il piano di monitoraggio previsto è illustrato nelle tabelle seguenti:

	Prelievo Campioni
<i>Ante Operam</i>	Previsto in unica soluzione
<i>Corso d'Opera</i>	Previsto in unica soluzione
<i>Post-Operam</i>	Vita utile dell'Impianto

Ante – Operam

Attività	n° prelievi	Periodo attività
Prelievo Campione	1 x n (*)	Unico prima dell'inizio delle attività

(*) prelievo n.1 campione di acqua per ogni piezometro installato

In corso d'opera

Attività	n° prelievi	Periodo attività
Prelievo Campione	1 x n (*)	Unico a chiusura delle attività di cantiere

(*) prelievo n.1 campione di acqua per ogni piezometro installato

Post – Operam

L'attività di monitoraggio nella fase post-operam sarà estesa a tutta la vita utile dell'impianto utilizzando per semplicità logistiche la stessa frequenza prevista per il campionamento dei suoli ovvero:

Piano di Monitoraggio Acque di sottosuolo			
	Estivo	Invernale	<i>Prelievo campioni Acque</i>
1° anno	X	X	X
2° anno	X	X	X
3° anno	X		X
4° anno		X	X
7° anno	X	X	X
10° anno	X		X
11° anno		X	X
15° anno	X	X	X
20° anno	X	X	X
+5 anni (**)	X	X	X
Dismissione (***)	X	X	X

9.3 FREQUENZA RESTITUZIONE DATI

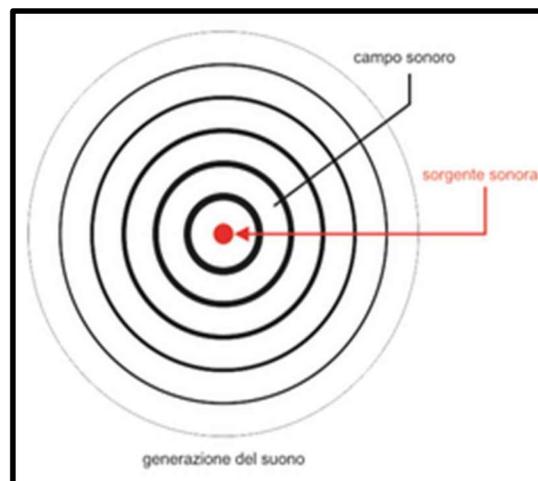
I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante individuato, secondo modalità da concordare dall'Ente stesso; in merito alla frequenza di trasmissione dei dati, si riporta, a titolo di esempio, una ipotesi di tempistica eventualmente da concertare con l'Ente vigilante.

	Trasmissione dati
<i>Ante Operam</i>	Analisi unica trasmessa prima della fase successiva
<i>Corso d'Opera</i>	Analisi unica trasmessa prima della fase successiva
<i>Post-Operam</i>	Cadenza annuale/pluriennale (*)

(*) calendario da concordare

10. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE RUMORE

Da un punto di vista fisico per suono in un certo punto dello spazio si intende una rapida variazione di pressione (compressione e rarefazione) intorno al valore assunto dalla pressione atmosferica in quel punto. Si definisce sorgente sonora qualsiasi dispositivo, apparecchio ecc. che provochi direttamente o indirettamente (ad esempio per percussione) dette variazioni di pressione: in natura le sorgenti sonore sono quindi praticamente infinite. Affinché il suono si propaghi occorre poi che il mezzo che circonda la sorgente sia dotato di elasticità. La porzione di spazio interessata da tali variazioni di pressione è definita campo sonoro. Si può esemplificare che la generazione del suono avvenga mediante una sfera pulsante in un mezzo elastico come l'aria; le pulsazioni provocano delle variazioni di pressione intorno al valore della pressione atmosferica che si propagano nello spazio circostante a velocità finita come onde sferiche progressive nell'aria stessa, similmente a quanto si osserva gettando un sasso in uno stagno: le varie particelle del mezzo entrano in vibrazione propagando la perturbazione alle particelle vicine e così via fino alla cessazione del fenomeno perturbatorio.



Schema modalità di propagazione perturbazioni sonore



Qualora le oscillazioni sonore abbiano una frequenza (numero di cicli in un secondo) compresa all'incirca tra 20 e 20.000 Hz (campo di udibilità) ed una ampiezza, ovvero contenuto energetico, superiore ad una certa entità minima di pressione pari a 2×10^{-5} Pa, definita soglia di udibilità, (inferiore di circa 5 miliardi di volte alla pressione atmosferica standard di 1013 mbar), queste sono allora udibili dall'orecchio umano e possono talora suscitare sensazioni avvertite come fastidiose o sgradevoli, cui attribuiamo genericamente la denominazione di "rumore", anziché di suono. Il Piano di Monitoraggio Ambientale della componente rumore viene redatto per caratterizzare dal punto di vista acustico l'ambito territoriale interessato dall'opera da realizzare, per esaminare le eventuali variazioni nel tempo che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione e dell'esercizio dell'opera.

Risalendo alle loro cause, allo scopo di determinare se tali variazioni siano imputabili all'opera stessa costruita, in maniera tale da potere eventualmente valutare interventi correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente. Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio.
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Nell'ambito di tali fasi operative si procederà, rispettivamente:

- alla rilevazione dei livelli ante-operam (assunti come "punto zero" di riferimento);
- alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione dell'opera e delle attività di cantiere;
- alla rilevazione dei livelli sonori post-operam (fase di esercizio);

Il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato ai seguenti obiettivi:

a) testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri ed all'esercizio dell'infrastruttura di progetto.

b) quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, la "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera.

c) consentire un'agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli eventuali interventi di mitigazione previsti nel progetto acustico.

Le finalità del monitoraggio della fase in corso d'opera saranno le seguenti:

a) documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati rispetto allo stato ante-operam.

b) individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle



attività del cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

Il monitoraggio della fase post-operam sarà finalizzato ai seguenti aspetti:

- a) confronto degli indicatori definiti nello "stato di zero".
- b) controllo ed efficacia degli eventuali interventi di mitigazione realizzati.

L'individuazione dei punti di misura deve essere effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio, alle tipologie costruttive previste per l'opera di cui si tratta, alle caratteristiche dei recettori individuati nelle attività di censimento, oltre che a quanto prescritto dalla normativa vigente (L. 447/95, DM 16/03/98 e s.m.i.).

10.1 ASPETTI METODOLOGICI

Preliminarmente sarà essere effettuata una valutazione dei luoghi e dei momenti caratterizzati da un rischio di impatto particolarmente elevato (intollerabile cioè per entità e/o durata) nei riguardi dei recettori presenti, per individuare i punti maggiormente significativi in corrispondenza dei quali realizzare il monitoraggio. Nello specifico deve essere rilevato sia il rumore emesso direttamente dai cantieri operativi e dal fronte di avanzamento lavori, che il rumore indotto, sulla viabilità esistente, dal traffico dovuto allo svolgimento delle attività di cantiere. La campagna di monitoraggio consentirà inoltre di verificare che sia garantito il rispetto dei limiti previsti dalle normative vigenti nazionali e comunitarie; a tale proposito, infatti, le norme per il controllo dell'inquinamento prevedono sia i limiti del rumore prodotto dalle attrezzature sia i valori massimi del livello sonoro ai confini delle aree di cantiere e presso i recettori o punti sensibili individuati. Per quanto concerne, invece, il monitoraggio del rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere, le rilevazioni previste hanno allo scopo di controllare la rumorosità del traffico indotto dalle attività di costruzione. I punti di misura vanno previsti principalmente nei centri abitati attraversati dai mezzi di cantiere ed in corrispondenza dei recettori limitrofi all'area di cantiere.

10.2 DEFINIZIONE DEGLI INDICATORI E DEI PARAMETRI DEL MONITORAGGIO

Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle 3 fasi temporali devono essere rilevate le seguenti categorie di parametri:

- parametri acustici;
- parametri meteorologici;
- parametri di inquadramento territoriale.

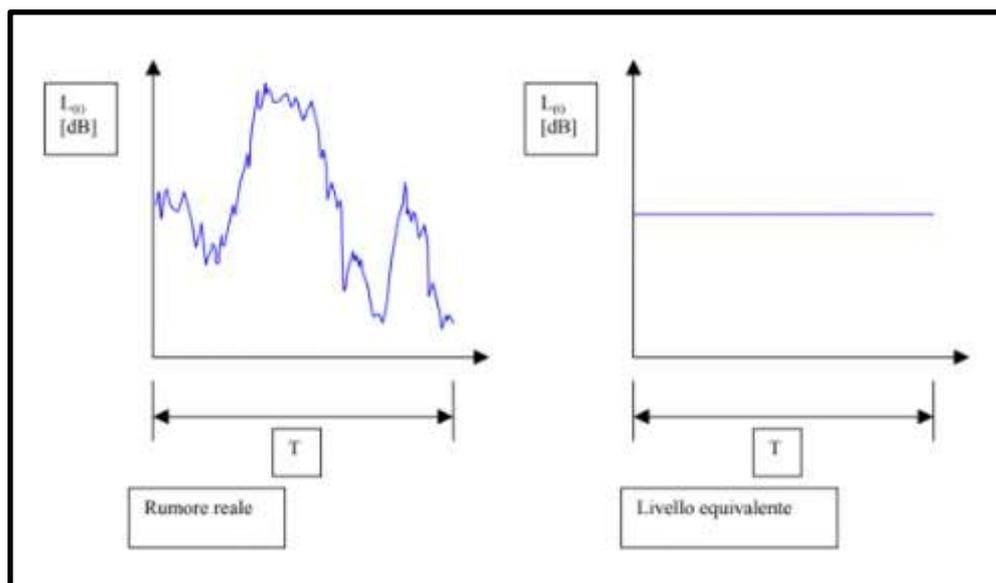
Tali dati andranno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona acustica di indagine con le modalità che verranno di seguito indicate.

Parametri acustici

Di solito le grandezze acustiche variano con il tempo, in relazione alle caratteristiche della sorgente sonora; volendo, quindi, rappresentare un evento sonoro comunque variabile nel tempo T di integrazione con un unico valore del livello sonoro è stato definito il "Livello continuo equivalente di pressione sonora (L_{eq})":

$$L_{eq} = 10 \lg [1/T (0T \int p^2(t) / p_0^2 dt)] \text{ (dB)}$$

Il L_{eq} nella pratica rappresenta un rumore comunque fluttuante mediante il livello di un rumore uniforme avente il medesimo contenuto energetico del rumore fluttuante:



Schema rappresentativo del L_{eq}

Per valutare l'effetto di disturbo che il rumore provoca sugli individui sono state elaborate altre grandezze e tra queste quella di maggiore diffusione, soprattutto per la praticità di misurazione mediante un semplice fonometro, è quella del livello di pressione sonora misurato in dB(A), grandezza psicoacustica base per esprimere le risposte soggettive degli individui ai rumori. Da numerosi studi è emersa, infatti, la conferma che i livelli sonori ottenuti con un fonometro utilizzando un criterio di pesatura "A" esprimono con molta buona approssimazione l'effetto simultaneo di suono e di disturbo di rumori qualunque sia il loro livello di pressione sonora: tale criterio consiste nella correzione dei livelli energetici in funzione della sensibilità dell'orecchio alle varie frequenze.

Per quanto riguarda i Descrittori Acustici, i parametri da rilevare sono:

- Livello equivalente (L_{eq}) ponderato "A" espresso in decibel
- Livelli statistici L_1 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{99} che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 95 e il 99% del tempo di rilevamento. Essi rappresentano la rumorosità di picco (L_1), di cresta (L_{10}), media (L_{50}) e di fondo (L_{90} e, maggiormente, L_{99}).



Parametri Meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio acustica è parimenti importante rilevare i seguenti parametri meteorologici:

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- umidità.

Le misurazioni di tali parametri hanno lo scopo di determinare le condizioni climatiche al fine di verificare il rispetto delle prescrizioni normative che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/s;
- temperatura dell'aria < 5°C,
- presenza di pioggia e di neve.

Parametri di inquadramento territoriale

Nell'ambito del monitoraggio è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentono di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio e dei relativi punti di misura. In corrispondenza di ciascun punto di misura saranno necessariamente riportate le seguenti indicazioni:

- Ubicazione precisa dei recettori;
- Comune con relativo codice ISTAT; Stralcio planimetrico in scala adeguata;
- Zonizzazione acustica da DPCM 1/3/91 o da DPCM 14/11/1997 (quest'ultima se già disponibile);
- Presenza di altre sorgenti sonore presenti, non riconducibili all'opera in progetto;
- Caratterizzazione acustica delle sorgenti sonore individuate, riportando ad esempio le tipologie di traffico stradale presente sulle arterie viarie, etc.;
- Riferimenti della documentazione fotografica a terra;
- Descrizione delle principali caratteristiche del territorio;
- Copertura vegetale, ed eventuale tipologia dell'edificato.

Allo scopo di consentire il riconoscimento ed il riallestimento dei punti di misura nelle diverse fasi temporali in cui si articola il programma di monitoraggio, durante la realizzazione delle misurazioni fonometriche saranno effettuate delle riprese fotografiche, che permetteranno una immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

10.3 IDENTIFICAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO E METODOLOGIE

I punti sensibili per il monitoraggio saranno individuati sulla base della tipologia, della conformazione dell'impianto e dei potenziali recettori. Le posizioni dei punti di misura potranno eventualmente subire variazioni durante lo svolgimento delle misurazioni in funzione delle condizioni rinvenute in sito, al fine di caratterizzare acusticamente al



meglio l'area di interesse; i punti definiti andranno in ogni caso sempre georeferenziati.

Relativamente alle metodologie di rilevamento della componente rumore, andrà fatto riferimento al D.M. 16/03/1998 – Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico, rispettivamente:

- a) Strumentazione di misura: specifiche come da Art. 2 D.M. 16/03/1998.
- b) Modalità di misura: specifiche come da Allegato B D.M. 16/03/1998.
- c) Specifiche sulla presentazione dei risultati delle misure: come da Allegato D D.M. 16/03/1998.

10.4 PIANO DI MONITORAGGIO

Con riferimento all'indicazione del richiamato D.M. 16/03/1998, nella successiva figura 30 vengono riportati i criteri temporali generali per il campionamento della componente rumore ai quali, sostanzialmente, ci si è attenuti.

Tipo misura	Descrizione	Durata	Parametri	Fasi		
				A.O.	C.O.	P.O.
				Frequenza		
TV	Rilevamento di rumore indotto da traffico veicolare	Una settimana	Leq Settimanale – Leq Diurno Leq Notturno	Una volta	-	Una volta
LF	Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori	24 h	Leq 24 ore - Leq Diurno Leq Notturno	Una volta	Una volta	-
LC	Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere	24 h	Leq 24 ore - Leq Diurno Leq Notturno	Una volta	Semestrale.	-
LM	Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere	Una settimana	Leq Settimanale – Leq Diurno Leq Notturno	Una volta	Semestrale	-

Criteri Temporali generali per il campionamento acustico; D.M. 16.03.1998

Pertanto, il piano specifico prevede la seguente tempistica:

Ante – Operam

Tutte le componenti in un'unica soluzione.



Corso d'Opera

	1a settimana	2a settimana	3a settimana	2° mese	3° mese	4° mese	5° mese	a continuare con cadenza mensile
TV	Non previsto							
LF	Non previsto (non significativo per la tipologia di cantiere)							
LC	1	0	1	1	1	1	1	1
LM	1	0	1	1	1	1	1	1

Post – Operam (Fase di esercizio)

Nessuna attività di monitoraggio prevista.

10.5 FREQUENZA RESTITUZIONE DATI

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante secondo modalità da concordare con l'Ente stesso; per quanto riguarda la frequenza di trasmissione dei dati, viene di seguito proposta una tempistica, eventualmente oggetto di concertazione.

	Trasmissione dati
Ante Operam	Analisi unica trasmessa prima della fase successiva
Corso d'Opera	Cadenza quindicinale primo mese; Cadenza mensile mesi successivi
Post-Operam (fase di esercizio)	monitoraggio non previsto

11. MONITORAGGIO COMPONENTE VEGETAZIONE, FAUNA E PAESAGGIO

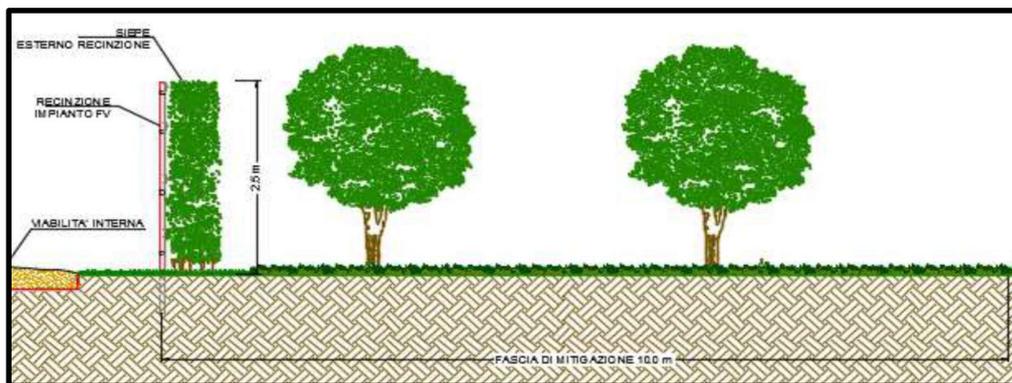
11.1 COMPONENTE AMBIENTALE VEGETAZIONE

Esternamente alle aree di impianto si propone la realizzazione di una fascia di mitigazione, larga 10 m, costituita da varie composizioni di piante arboree e arbustive/cespugliose. Nello specifico gli aspetti legati alla componente vegetazione prevedono la realizzazione di un vasto progetto "a verde" con un intervento di forestazione di circa 120 ha, la realizzazione di un'Oasi Faunistica di circa 45 ha, un

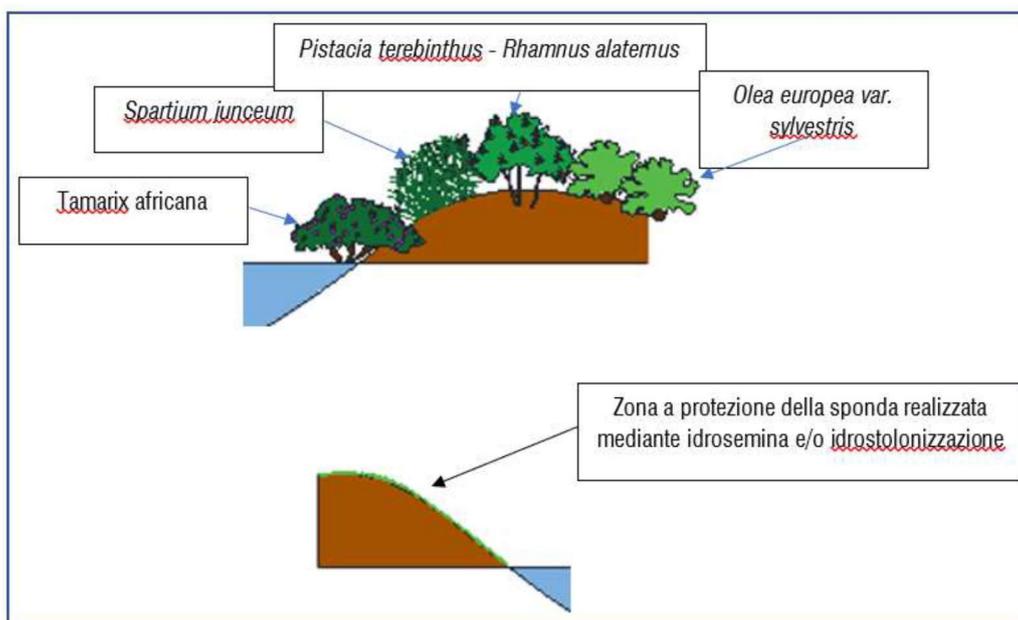


impianto di un mandorleto per circa 50 ha, un sulleto per produzione apistica per circa 55 e un impianto di leguminose da granella per una superficie di 45 ha. Inoltre, le aree interne all'impianto saranno tenute costantemente inerbite "a prato stabile" e verrà realizzata una fascia di mitigazione di 10 m attorno alle aree di impianto per complessivi 50 ha circa.

Inoltre, saranno previsti interventi di rinaturalizzazione degli impluvi con essenze adatte dal punto di vista pedoclimatico.



Sezione tipologica fascia di mitigazione perimetrale



Esempio di sezione tipologica opere di rinaturalizzazione impluvi

Dal punto di vista della componente ambientale "vegetazione", il monitoraggio riguarderà la gestione delle fasce arboree e di tutte le aree a verde comprese quelle di nuova realizzazione per gli impluvi.

La mancanza di una adeguata manutenzione delle opere a verde previste o la sua errata od incompleta realizzazione genererebbe un sicuro insuccesso, sia per quanto riguarda la realizzazione della fascia alberata di mitigazione, che per il resto delle opere a verde e, dunque, di tutti i principali indici ambientali a questo collegati. Il piano



di monitoraggio e manutenzione prevedrà una serie di valutazioni ed operazioni di natura agronomica nei primi cinque anni (4 stagioni vegetative) successivi all'esecuzione dei lavori. In seguito alla messa a dimora di tutte le piante, verranno pertanto eseguiti i seguenti interventi:

- monitoraggio ed eventuale risarcimento delle fallanze;
- monitoraggio ed eventuale messa in opera di pratiche irrigue di soccorso;
- monitoraggio ed eventuale messa in opera di pratiche di difesa fitosanitaria;
- monitoraggio per eventuali operazioni di potatura di contenimento e di formazione;
- monitoraggio per eventuali operazioni di fertilizzazione.

Sostituzione fallanze

In genere l'impiego di materiale vivaistico di buona qualità permette di garantire elevate percentuali di attecchimento. In questi casi tendenzialmente il numero medio di fallanze riscontrabile risulterà sempre inferiore al 5-10%. Tra i primi di ottobre e la fine di marzo del primo e secondo anno successivi alla messa a dimora si dovrà procedere al monitoraggio ed alla sostituzione dei trapianti eventualmente disseccati.

Pratiche di gestione irrigua

In caso di insorgenza di periodi di siccità prolungata si renderà necessario intervenire con irrigazioni di soccorso, pena il disseccamento dell'impianto e l'insuccesso dell'intervento; il numero di irrigazioni di soccorso verrà valutato sulla base di valutazione meteo-climatiche e di monitoraggio in situ, con maggior frequenza nel primo biennio.

Difesa fitosanitaria

Normalmente non si prevede di effettuare trattamenti fitosanitari preventivi. Potranno risultare opportuni solo in pochi casi, qualora si verificano attacchi di insetti defogliatori che colpiscono usualmente una percentuale molto scarsa del popolamento (tra quelle previste in progetto). In tal caso sarà necessario effettuare trattamenti antiparassitari con distribuzione di opportuni principi attivi registrati e, per esempio, utilizzati in agricoltura biologica, mediante atomizzatore collegato ad una trattatrice. Tali interventi si potranno rendere necessari soprattutto all'inizio della primavera del primo anno del ciclo produttivo, con defogliazioni diffuse su larga scala.

Potatura di contenimento e di formazione

L'intervento di contenimento, nella fattispecie, sarà realizzato perseguendo diverse finalità e obiettivi:

- sui filari arborei più esterni del popolamento l'obiettivo principale sarà il controllo dello sviluppo laterale, allo scopo di lasciare loro uno spazio di crescita predefinito;



- sui filari interni dell'impianto l'obiettivo sarà quello di permettere l'ingresso all'interno del popolamento delle macchine dedicate a una serie di operazioni agronomiche e/o colturali;

- sulle piante arbustive naturaliformi l'obiettivo sarà quello di contenere la vegetazione in altezza e in larghezza.

La frequenza degli interventi di potatura sarà valutata e programmata sulla base dello sviluppo della vegetazione dell'impianto e a seconda del protocollo colturale di gestione dello stesso. Per quanto riguarda la fascia alberata di mitigazione si prevederà di effettuare nel corso degli anni delle operazioni di potatura di formazione; in particolare si effettueranno delle potature, con attrezzature sia manuali che meccaniche, per la periodica esecuzione dei diradamenti del secco e per conferire la giusta forma di allevamento. Lo scopo sarà quello di dare una forma equilibrata, favorendo l'affrancamento, l'accestimento e consentendo una crescita laterale e in altezza. Allo scopo di far sviluppare la pianta nel modo più naturale possibile, gli individui vegetali saranno seguiti nella crescita avendo cura di effettuare interventi di potatura cercando di realizzare la forma più stabile possibile (quella, cioè con 3 branche principali che si troverebbero a 120° tra loro). Le potature di contenimento e di formazione si effettueranno periodicamente ogni anno, nel periodo post-raccolta o nella fase di stasi vegetativa per consentire il raggiungimento di dimensioni tali da dar vita ad un equilibrio senza una concorrenza reciproca.

Pratiche di fertilizzazione

Durante il periodo primaverile, dopo il primo anno di impianto, si provvederà ad apportare, a mezzo di concimi misto-organici o minerali, gli elementi nutritivi necessari al corretto sviluppo della pianta in modo tale da rafforzarne le difese contro eventuali e possibili stress abiotici.

11.2 PIANO DI MONITORAGGIO COMPONENTE VEGETAZIONE

Il piano di monitoraggio previsto è illustrato nelle seguenti tabelle:

	Monitoraggio vegetazione
<i>Ante Operam</i>	Previsto
<i>Corso d'Opera</i>	Previsto
<i>Post-Operam</i>	Vita utile dell'Impianto

Ante Operam - In Corso d'Opera - Post Operam

Le attività di monitoraggio previste in tutte le varie fasi del progetto e della realizzazione delle opere sono sinteticamente riepilogate nella tabella sottostante; nella figura sono evidenziati i periodi dell'anno nei quali si potranno espletare le varie attività di gestione del verde. Le operazioni di monitoraggio verranno necessariamente effettuate nell'imminenza di tali periodi.



Piano di monitoraggio delle cure colturali opere a verde																																																	
MESI	1°anno												2°anno												3°anno												4°anno												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1																																																	
2																																																	
3																																																	
4																																																	
5																																																	
6																																																	

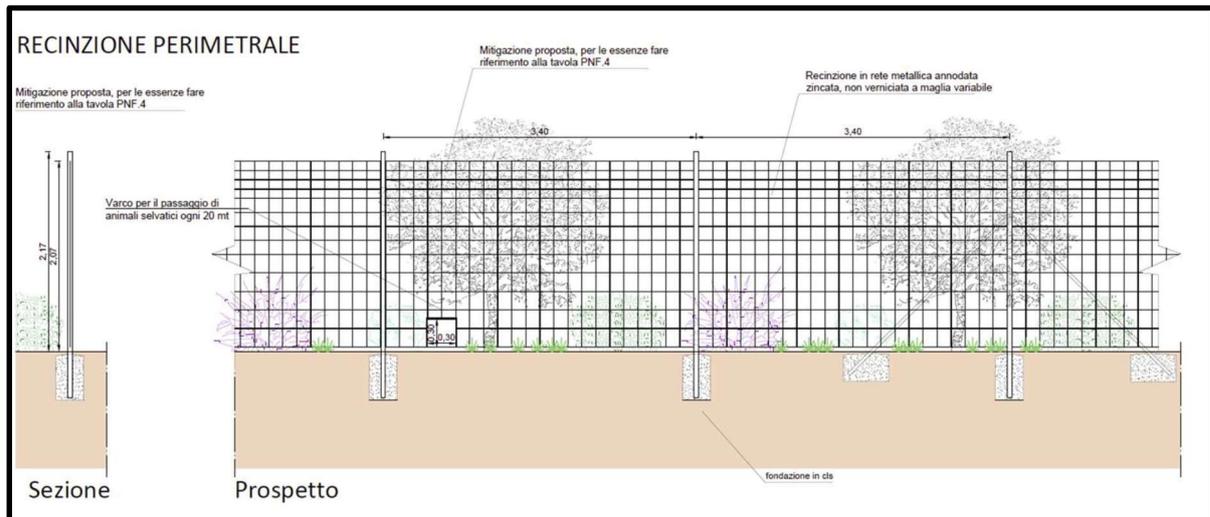
Piano di monitoraggio delle cure colturali delle opere a verde dal 1° al 4° anno

11.3 COMPONENTE AMBIENTALE FAUNA

Dal punto di vista scientifico l'impatto degli impianti fotovoltaici a terra sulla componente ambientale fauna è definito, anche dal punto di vista scientifico, un "impatto trascurabile" in quanto riconducibile al solo areale di impianto (habitat) potenzialmente sottratto, data la sostanziale assenza di vibrazioni e rumore. Tuttavia, anche con riferimento al semplice areale dell'impianto, ovvero al potenziale habitat sottratto va evidenziato che gli aspetti positivi risultano essere molteplici e non trascurabili, poiché:

- la struttura di sostegno dei moduli, vista l'altezza e l'interasse, consente non solo la penetrazione di luce ed umidità sufficiente allo sviluppo di una ricca flora, ma permette una normale circolazione della fauna terrestre, funzionando anche da riparo per le intemperie e da aree di ombreggiamento;
- la falciatura periodica dell'erba, oltre ad evitare un'eccessiva evaporazione del terreno, crea un habitat di stoppie e cespugli, arricchito dai semi delle piante spontanee, particolarmente idoneo alla nidificazione e alla crescita della fauna selvatica;
- la presenza dei passaggi eco-faunistici consente l'attraversamento della struttura da parte della fauna terrestre (piccola fauna).

Una recinzione concepita con i passaggi faunistici come quella di progetto consente di mantenere un alto livello di biodiversità e allo stesso tempo, non essendo praticabile l'attività venatoria all'interno del parco fotovoltaico, crea un habitat naturale di protezione delle specie faunistiche e vegetali; la piantumazione, lungo il perimetro del parco, di specie arboree e arbustive sarà un'ulteriore fonte di cibo sicura per tutti gli animali e per la nidificazione, determinerà la diminuzione della velocità eolica, aumenterà la formazione della rugiada. Dalle valutazioni effettuate su commissione del Ministero dell'Ambiente non sono emersi effetti allarmanti sugli animali, le specie presenti di uccelli continueranno a vivere e/o nidificare sulla superficie dell'impianto e tutta la fauna potrà utilizzare lo spazio libero della superficie tra i moduli e ai bordi degli impianti come zona di caccia, nutrizione e nidificazione. In funzione di quanto fino ad ora asserito, un monitoraggio specifico della componente fauna appare anche superfluo; ciò non di meno, tenuto conto della presenza di sistemi di video-sorveglianza in continuo e con elevata capacità di registrazione video, si potrà valutare, compatibilmente con le esigenze dell'azienda titolare dell'impianto, di effettuare analisi random periodiche orientate in tal senso, delle registrazioni video.



Schema aperture passaggio della fauna in corrispondenza della recinzione perimetrale – ogni 20 m, 30x30cm

11.4 COMPONENTE AMBIENTALE PAESAGGIO

Sulla base di quanto riportato in progetto in relazione alle opere di mitigazione previste, l'impianto oltre ad essere dotato di una recinzione metallica a basso impatto visivo sarà provvisto di macchie arboree e arbustive di mitigazione nelle zone di maggior visibilità e in generale lungo tutto il confine con l'impianto. Il corretto monitoraggio (tradotto in verifica dello stato manutentivo) di tali fasce arboree e arbustive, già previsto in seno alla componente vegetazione, garantirà il corretto funzionamento delle opere di mitigazione ovvero la salvaguardia della componente paesaggistica.

Il piano di monitoraggio previsto prevedrà lo schema sotto riportato:

	Monitoraggio vegetazione
<i>Ante Operam</i>	Previsto, rilievo mensile per il periodo di un anno e relazione di monitoraggio riepilogativa
<i>Corso d'Opera</i>	Previsto, rilievo mensile per il periodo di costruzione dell'impianto e relazione di monitoraggio a fine collaudo dell'opera
<i>Post-Operam</i>	Previsto, rilievo mensile per il periodo di un anno e relazione di monitoraggio riepilogativa

Ante – Operam

Dati climatici: raccolta dati meteorologici per la caratterizzazione dell'area di progetto;

Rilievo comunità vegetali: I rilevamenti fitosociologici saranno eseguiti secondo il metodo di Braun Blanquet (Braun-Blanquet J. 1964; Pignatti S. 1959; Pirola A., 1970;



Westhoff V. E Van Der Maarel E. 1978; Giacomini V., Fenaroli L. 1958) e permetteranno (ove il rilievo sia effettuabile rispettando tutti i criteri previsti dal metodo stesso) l'attribuzione delle porzioni vegetazionali rilevate a fitocenosi note e ad una loro classificazione gerarchica di naturalità, e quindi ad un loro eventuale scostamento da tali categorie durante le fasi successive.

Flora: per fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse sarà utilizzato un indice di naturalità basato sul rapporto tra le percentuali dei corotipi multizonali (definiti secondo S. Pignatti, 1982 appartenenti alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione, codice 9) a quelli euromediterranei (appartenenti, sempre secondo Pignatti alla omonima categoria corologica).

Fauna: si di impiegheranno come bioindicatori dello stato di conservazione delle emergenze faunistiche le classi di vertebrati superiori (Erpetofauna, Avifauna, Mammalofauna). L'attività di monitoraggio in fase ante operam consentirà, per le fasi successive, di individuare e focalizzare l'attenzione sulle componenti eventualmente maggiormente sensibili a seguito dell'individuazione di specie bersaglio e/o specie guida.

In corso d'opera

L'attività di monitoraggio in corso d'opera per la componente vegetazione prevedrà il controllo dello stato di salute, la bontà degli interventi di mitigazione delle opere di cantiere, l'eventuale salvaguardia del terreno agrario di scotico accantonato per il successivo riutilizzo post-opera, il controllo della funzionalità degli impluvi esistenti. Il tutto sarà corredato da report fotografici e schede di rilevazione compilate durante i sopralluoghi.

L'attività di monitoraggio in corso d'opera della fauna prevedrà la fase di rilievo in campo precedentemente descritta con particolare riferimento, eventualmente, alle specie indicatrici e/o bersaglio individuate come specie particolarmente vulnerabili o di rilevante interesse naturalistico nella fase di ante operam.

Sarà, inoltre, verificata l'insorgenza di eventuali impatti negativi non previsti sulle popolazioni animali più significative e rilevanti dal punto di vista ecologico ed eventualmente proposte misure operative per la minimizzazione degli stessi.

Post – Operam

Le attività di monitoraggio previste sono sinteticamente riepilogate nello schema sotto riportato in cui sono evidenziati i periodi dell'anno nei quali si potranno espletare le varie attività agricole. Le operazioni di monitoraggio verranno necessariamente effettuate nell'imminenza di tali periodi.



Componente	Metodologia	Materiali e metodi	Risultati attesi
VEGETAZIONE E FLORA	Rilievo fitosociologico	Metodo di Braun-Blanquet	Strato; Composizione floristica; Copertura; Forma; Fisionomia e struttura della vegetazione;
	Censimento floristico	Rilevatore GPS e attrezzatura fotografica	Lista floristica con fascia prossimale o distale; Emergenze floristiche; Specie sinantropiche; Specie invasive/banalizzatrici; Mappatura percorsi; Indice di variazione; Specie sinantropiche su totale specie censite;
FAUNA	Studio popolazioni potenzialmente presenti	Analisi bibliografica	Elenco delle specie; Individuazione degli ambienti di interesse prioritario; Allestimento di check-list di emergenze faunistiche; Valutazione preliminare sul livello di disturbo;
	Censimento faunistico	Rilievi in campo	Gruppi faunistici indicatori; Campionamento zone per competenze faunistiche; Caratterizzazione ambientale zone secondo i parametri chimico-fisici, ecologici, geomorfologici, pedologici; Applicazione dei metodi di censimento alle caratteristiche delle specie o dei gruppi sistematici interessati;
PAESAGGIO	Ecosistemi vegetazionali compatibili con i tipi di paesaggio con funzione connettiva / filtro / ornamentale / di mascheramento	Attrezzatura fotografica	Riprese fotografiche da punti di vista privilegiati;Giudizio qualitativo espresso mediante scala di valori articolata in classi; Ampiezza e la profondità del campo visivo; Varietà e ricchezza immagine percepita (forme, colori, tessiture; Interferenza con elementi di detrazione o di ostruzione visiva;
		Rilevazione degli interventi di inserimento ambientale e mitigazione	Indicatore di prestazione per interventi gli attuati; Tutela e valorizzazione dei corridoi paesaggistici di continuità visiva e/o di connessione alla rete ecologica interna ed esterna; Riconoscimento dei quadri scenici di sfondo;

Schema di monitoraggio ante-operam, in corso d'opera e post-operam

Il piano prevedrà, così come specificato in precedenza, un orizzonte temporale di 5 anni e andrà rivalutato con cadenza quinquennale.



11.5 FREQUENZA RESTITUZIONE DATI

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante individuato, l'Autorità Ambientale della Regione Sicilia, secondo modalità da concordare con l'Ente stesso; per quanto riguarda la frequenza di trasmissione dei dati, viene di seguito proposta una tempistica, eventualmente oggetto anch'essa di concertazione con l'Autorità competente.

	Trasmissione dati
<i>Ante Operam</i>	Cadenza annuale
<i>Corso d'Opera</i>	Cadenza annuale
<i>Post-Operam</i>	Cadenza annuale

12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito della realizzazione di un impianto a tecnologia fotovoltaica di potenza pari a 120 MWP, la cui ubicazione ricade, comprese le opere connesse, nei Comuni di Piazza Armerina in provincia di Enna, San Michele di Ganzaria, Caltagirone e Mirabella Imbaccari nella provincia di Catania, il presente lavoro ha riguardato il PMA (Piano di Monitoraggio Ambientale) relativamente alle componenti ambientali aria, suolo e sottosuolo, acqua, rumore, fauna, vegetazione e paesaggio.

Per ogni componente sono state fornite metodologie e tempistiche operative; le tempistiche sono state suddivise secondo le 3 fasi del progetto individuate, ovvero ante-operam, in corso d'opera (realizzazione impianto), post-operam (fase di esercizio impianto).

Scopo del presente documento è stato quello di fornire uno strumento operativo che consenta di ottenere un quadro esaustivo dell'evoluzione delle componenti ambientali nel tempo, attraverso un monitoraggio pluriennale di durata anche pari a quella dell'impianto.

In sintesi:

- I) Il monitoraggio della componente "aria" prevede l'installazione di:
 - n.2 stazioni microclimatiche;
 - n.1 stazione di monitoraggio della qualità dell'aria;
 - eventuale valutazione circa di punti di monitoraggio aggiuntivi (qualora ritenuti significativi) della qualità dell'aria con dispositivi portatili;
- II) Il monitoraggio della componente "suolo e sottosuolo" prevede:
 - n. 2 punti di campionamento fissi nel tempo per punto di prelievo;

In prossimità di ogni punto di campionamento saranno previste anche indagini fisiche dello stato del suolo mediante prove di compattazione, prove di permeabilità in pozzetti superficiali, misure del grado di umidità del substrato.

III) Il monitoraggio della componente "acqua" sarà messo in opera unicamente per le acque di sottosuolo condizionatamente al rilevamento di una falda idrica nel sottosuolo (ad una profondità ritenuta significativa) e prevedrà:

- installazione (opzionale) di n.1 piezometro.



IV) Il monitoraggio della componente ambientale “rumore” prevedrà la misurazione dei livelli sonori (misurazioni fonometriche) in punti di rilevazione specifici (non individuati nel presente studio) per la rilevazione dei vari parametri di riferimento, in funzione delle normative vigenti e relativamente alle attività antropiche ed alla presenza umana.

V) Il monitoraggio della componente ambientale “fauna” è apparso sostanzialmente superfluo visto l’impatto trascurabile delle opere in progetto in tal senso; nel presente PMA viene, tuttavia, proposto di effettuare delle analisi random, periodiche, basate sulla visione delle video registrazioni interne. Tempistiche e modalità, qualora richieste, saranno oggetto di concertazione con l’ente vigilante.

VI) Relativamente alla componente “paesaggio” è stato messo in evidenza che la tutela dell’aspetto paesaggistico è legata all’efficienza delle aree di compensazione ambientale previste e delle fasce di mitigazione arboree/arbustive inserite perimetralmente alle aree di impianto; tale aspetto sarà pertanto oggetto di monitoraggio in seno alla componente vegetazione. Nel PMA sono state individuati i criteri temporali di monitoraggio, per ogni singola componente, tali criteri andranno concertati con l’Ente vigilante.

Palermo, 9 Gennaio 2024

Dott. Agr. Paolo Castelli

**Ordine Provinciale Dottori
Agronomi e Forestali di Palermo**

n. 1198 Sez. /A