

ISTANZA DI VIA (Artt. 23-24-25 del D. Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.)

COMMITTENTE



SUN LEGACY 5 srl

Via Nairobi 40
00144 Roma (RM)
P.I. 17205121001
PEC sunlegacy5@legalmail.it
Numero REA RM - 1702900

PROGETTISTI INCARICATI

Arch. DANIELE CONTICCHIO

STUDIO PROFESSIONALE IN VIA DELL'INDUSTRIA N.57
01100 VITERBO (VT)
C.F. CNTDNL84B16G148E - P.IVA 02193820566
tel. +39 3406705346 - mail: daniele.conticchio@gmail.com
pec: d.conticchio@pec.archrm.it
Iscritto all'Ordine degli Architetti P.P.C. di Roma e Provincia
al n. 22831 sez.A

Ing. MARCO GRANDE

STUDIO PROFESSIONALE IN VIA CASILINA NORD N.93
03100 FROSINONE (FR)
C.F. GRNMRC71D22D810A - P.IVA 02439640604
tel. +39 392 5867910 - mail: enstudio71@gmail.com
pec: marco1.grande@ingpec.eu
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di
Frosinone al n.1161

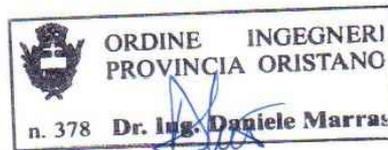
Ing. DANIELE MARRAS

STUDIO PROFESSIONALE IN VIA GALASSI N.2
09131 CAGLIARI (CA)
C.F. MRRDNL73H22B354N - P.IVA 01033560952
tel. +39 393 9902969 - mail: daniele@mvprogetti.com
pec: daniele.marras@ingpec.eu
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di
Oristano al n. 378

Ing. LORENA VACCA

STUDIO PROFESSIONALE IN VIA GALASSI N.2
09131 CAGLIARI (CA)
C.F. VCCLRN75C48H856P - P.IVA 02738080924
tel. +39 342 0776977 - mail: lorena@mvprogetti.com
pec: lorena.vacca@ingpec.eu
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di
Cagliari al n. 4766

PROGETTO DI UN'OASI AGRIVOLTAICA PER LA SALVAGUARDIA DELLA BIODIVERSITA' E IL MIGLIORAMENTO FONDIARIO Potenza nominale 87,3868 MWp in Località "Pian D'Organo" - Comune di Tarquinia (VT) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN Comuni di Tarquinia (VT) e Civitavecchia (RM)



TITOLO ELABORATO

QUADRO AMBIENTALE

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
01		Definitivo	Luglio 2023		SIAPROG003
REV.		FASE PROGETTUALE	DATA	SCALA	IDENTIFICATORE



SOMMARIO

Studio di Impatto Ambientale	3
Premessa	3
Quadro Ambientale	5
Contesto ambientale di riferimento	6
Climatologia	6
Geomorfologia	9
Idrogeologia	10
Pedologia	12
Vegetazione	15
Fauna	15
Ecosistemi	17
Paesaggio	17
Rumore	19
Campi Elettromagnetici	20
Evoluzione dell'ambiente non perturbato	20
Valutazione degli impatti sulle componenti ambientali	20
Ambiente idrico	23
Fase di cantiere	23
Fase di esercizio	24
Flora, Fauna ed Ecosistemi	24
Fase di cantiere	25
Fase di esercizio	26
Opzione 1 - sfalcio stagionale	35
Opzione 2 - pascolo libero vagante	37
Apicoltura	38
Suolo e sottosuolo	54
Fase di cantiere	56
Fase di esercizio	57
Atmosfera e Qualità dell'aria	62
Fase di cantiere	63
Fase di esercizio	65
Campi elettromagnetici	66
Fase di cantiere	66
Fase di esercizio	66
Clima acustico	66
Fase di cantiere	66
Fase di esercizio	67
Microclima	67
Salute pubblica	71
Inquinamento luminoso	72
Ambiente socioeconomico	77
Rischio di incidenti	78
Rischio elettrico	79
Rischio di incendio	81
Paesaggio	82
Fase di cantiere	82
Fase di esercizio	83
Caratteri del contesto storico-paesaggistico	83
Metodologia di analisi dell'impatto visivo	89
Individuazione dei potenziali recettori sensibili	96



Analisi della compatibilità dell'intervento	96
Mitigazioni dell'impatto visivo	98
Fotoinserimenti e rendering	99
Impatto sui Beni Culturali e Paesaggistici presenti	100
Conclusioni	100
Cumulo con altri progetti	101
Conclusioni	101

<i>Figura 1 - assetto attuale del territorio</i>	88
<i>Figura 2 - modello digitale del terreno (DTM) elaborato</i>	91
<i>Figura 3 - punti di osservazione considerati ai fini della intervisibilità</i>	92
<i>Figura 4 - visibilità calcolata per il punto di osservazione interno al lotto 1</i>	93
<i>Figura 5 - visibilità calcolata per il punto di osservazione interno al lotto 2</i>	94
<i>Figura 6 - visibilità calcolata per il punto di osservazione interno al lotto 3</i>	94
<i>Figura 7 - vista dei terreni di progetto dalla A12 (schematizzazione su Street View)</i>	95
<i>Figura 8 - vista dei terreni di progetto dalla A12 (schematizzazione su Street View)</i>	95
<i>Figura 9 - foto dal drone dell'area di impianto (porzione ovest del lotto 2)</i>	99
<i>Figura 10 - rendering dello scatto riportato in figura 9</i>	100
<i>Figura 11 - impianti fotovoltaici esistenti e/o autorizzati presenti nell'area di studio</i>	102

Studio di Impatto Ambientale

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Premessa

Il presente progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico funzionalmente connesso ad interventi di miglioramento fondiario e salvaguardia e potenziamento della biodiversità su un lotto di terreni agricoli ubicato nel territorio del Comune di Tarquinia (VT), in località Pian D'Organo.

L'intervento previsto consiste nella realizzazione, sulla superficie di tre lotti, di un impianto fotovoltaico costituito da moduli installati su zavorre di supporto poggiate a terra e nella realizzazione di tutte le opere accessorie di impianto.

I terreni su cui è progettato l'impianto ricadono in una zona distante da agglomerati residenziali e nello specifico a Sud del territorio comunale di Tarquinia a circa 12 km dal centro abitato dello stesso, a circa 5 km a nord-est del Comune di Civitavecchia e a circa 6 km ad ovest del Comune di Allumiere.

L'area di progetto ricade in zona agricola E1 (zone per attività agricole e di trasformazione) del PRG di Tarquinia, in adiacenza alla zona industriale del medesimo Comune, ed è delimitata verso sud dall'Autostrada A12 Genova-Rosignano-Civitavecchia-Roma (anche detta Autostrada Azzurra).

Il sito risulta accessibile dalla viabilità locale, costituita da strade comunali e vicinali che si diramano dalla E80 a Sud-Ovest del lotto. L'impianto fotovoltaico verrà realizzato a terra, su una superficie sub-pianeggiante, a una quota media di circa 100 metri sul livello del mare.

L'area di progetto risulta interamente ricompresa nella porzione estrema ovest della ZPS "Comprensorio Tolfetano-Cerite-Manziate" (IT6030005), dell'estensione di 67.573 ettari, e nella IBA "Lago di Bracciano e Monti della Tolfa" (210), dell'estensione di 90.681 ettari.

L'area a disposizione ha una superficie di circa 127 ha; di questi, una parte è dedicata all'impianto agrivoltaico, mentre la restante parte è destinata alla funzione di restauro passivo e rinaturazione, funzionali alla conservazione e al potenziamento dell'habitat per la fauna selvatica della ZPS, nonché alla promozione e potenziamento della biodiversità locale.

La superficie coperta in progetto (intesa come area di proiezione dei moduli) è di circa 39 ettari, per un indice di copertura del 30% circa.

La parte fotovoltaica del progetto è stata studiata in modo da non compromettere in alcun modo le valenze naturalistico-ambientali e le funzioni ecologiche dell'area, e prevede soluzioni integrate volte a eliminare gli eventuali impatti sul suolo e sulla sua copertura vegetale e al contempo fornire supporto e potenziamento alla biodiversità, con particolare attenzione anche all'avifauna della ZPS oggetto di specifici indirizzi di protezione e tutela.

A tale scopo, sono state progettate soluzioni tecnologiche non invasive a impatto nullo, e del tutto reversibili in fase di decommissioning dell'impianto.

In particolare, gli elementi tecnologici dell'impianto fotovoltaico sono stati progettati per non avere alcuna interferenza e modificazione con il suolo e l'ambiente idrico.

Le soluzioni di progetto prevedono che le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici vengano non infisse (come avviene nella normale pratica industriale) ma poggiate sul terreno, mediante plinti zavorrati che garantiscono la totale permeabilità del suolo sottostante e al contempo una funzione complementare di potenziamento e promozione della biodiversità per insetti, rettili e piccola fauna.

I tracciati dei cavidotti interni all'impianto, anziché essere realizzati con le consuete tecniche di scavo e reinterro, saranno poggiate nello strato superficiale del terreno in appositi cunicoli affioranti, facilmente ispezionabili e ancor più facilmente rimovibili in fase di decommissioning.

Con tali soluzioni si prevede di lasciare pressoché inalterati il suolo e il sottosuolo sia nella fase di realizzazione che in quella di esercizio, evitando operazioni di scavo e movimento terra ed effettuando solamente limitate operazioni di scavo superficiale.

Il progetto di valorizzazione agrovoltica cardine del progetto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra con tecnologia ad inseguimento monoassiale, organizzato in file nord-sud distanziate per consentire la coltivazione tra e sotto le fila e ottimizzare la produzione fotovoltaica.

Si tratta di un impianto fotovoltaico di ultima generazione che, per le sue caratteristiche costruttive, che ha un impatto limitato sul suolo agricolo, consentendo la continuità nell'esercizio conveniente dell'agricoltura e la produzione di energia elettrica rinnovabile.

Considerati i dati progettuali, la copertura fotovoltaica lascia tra i filari una zona priva di ingombro di larghezza variabile in funzione dell'orario del giorno, dal 50% al 75%.

La fascia libera tra le file consente quindi la necessaria movimentazione dei mezzi meccanici per la gestione delle ordinarie attività di coltivazione del terreno e manutenzione dell'impianto.

È possibile, tuttavia, la coltivazione dell'intera superficie e la valorizzazione dell'agroecosistema attraverso una opportuna scelta delle colture.

Il progetto infatti prevede di coltivare tutto il terreno sotto i pannelli fotovoltaici attraverso la realizzazione di un prato polifita permanente, di durata illimitata, che risulterebbe ben adatto alle condizioni microclimatiche che si vengono a realizzare all'interno dell'impianto.

Tale scelta, che verrà descritta nel seguito del SIA, ha indubbi vantaggi in termini di conservazione della qualità del suolo (accumulo di sostanza organica), incremento della biodiversità, favorendo lo sviluppo di organismi terricoli (biota), la diffusione e la protezione delle api selvatiche, il popolamento di predatori e antagonisti delle più comuni malattie fungine e parassitarie delle piante coltivate, e della fauna selvatica.

La redditività del prato polifita non risulterebbe alterata dalla presenza del fotovoltaico, al contrario si intravede la possibilità di aumentare la marginalità rispetto alle condizioni di pieno sole, e sarebbe possibile la conversione al metodo di coltivazione biologico per il ridotto apporto di input colturali richiesti dal prato.

La scelta della realizzazione di un prato permanente stabile è dovuta alla risultanza della valutazione dei seguenti fattori:

- Caratteristiche fisico-chimiche del suolo agrario;
- Caratteristiche morfologiche e climatiche dell'area;
- Caratteristiche costruttive dell'impianto fotovoltaico;
- Vocazione agricola dell'area.

Gli obiettivi che si intende raggiungere sono:

- Stabilità del suolo attraverso una copertura permanente e continua della vegetazione erbacea;
- Miglioramento della fertilità del suolo;
- Mitigazione degli effetti erosivi dovuti agli eventi meteorici soprattutto eccezionali quali le piogge intense concentrate;
- Realizzazione di colture agricole che hanno valenza economica per il pascolo e la fauna selvatica;
- Tipologia di attività agricola che non crea problemi per la gestione e manutenzione dell'impianto fotovoltaico;
- Operazioni colturali agricole semplificate e ridotte di numero;
- Favorire la biodiversità creando anche un ambiente idoneo per lo sviluppo e la diffusione di insetti pronubi e animali di piccola e media taglia.

Il presente progetto, così impostato e sviluppato, può rientrare nella categoria dei progetti agrovoltai, caratterizzati da una doppia valorizzazione, energetica e agricola, dei terreni utilizzati.

Quadro Ambientale

In questa sezione dello Studio di impatto Ambientale verranno sviluppati i seguenti argomenti:

- Caratteristiche dello stato attuale dell'ambiente in cui si inserisce il progetto;
- Probabile evoluzione dell'ambiente in caso di mancata attuazione del progetto;
- Descrizione delle componenti e caratteristiche dell'ambiente potenzialmente soggette a impatti ambientali dovuti alla realizzazione del progetto;
- Individuazione e descrizione dei probabili impatti ambientali significativi del progetto;
- Descrizione delle misure previste per evitare, prevenire, ridurre o compensare gli impatti ambientali negativi del progetto;

- Individuazione degli impatti ambientali negativi derivanti dalla vulnerabilità del progetto al rischio di gravi incidenti o calamità.

Quanto riportato nel seguito deriva da osservazioni dirette sul campo, da dati della letteratura tecnica, nonché dalle esperienze consuntive derivate dalla gestione di impianti fotovoltaici di taglia industriale nell'arco degli ultimi 15 anni da parte sia dei progettisti che della società proponente.

Le informazioni utilizzate per l'inquadramento ambientale sono state raccolte da indagini analitiche e sopralluoghi effettuati nelle aree di progetto e limitrofe, da dati reperiti su pubblicazioni scientifiche e studi relativi alle aree di progetto effettuati da Enti ed organismi pubblici e privati.

L'elaborazione delle suddette informazioni consente di tracciare il quadro delle differenti componenti ambientali potenzialmente oggetto d'impatto da parte dell'intervento in progetto.

Viene infine definito e valutato l'impatto ambientale dell'impianto agrovoltaiico e delle opere connesse agente su ogni singola componente individuata a valle delle eventuali misure di mitigazione previste.

L'ambito di influenza potenziale di un progetto può essere definito come l'estensione massima entro cui, allontanandosi gradualmente dall'opera progettata, gli effetti sull'ambiente gradualmente si affievoliscono fino a diventare impercettibili.

L'ambito di influenza potenziale, tuttavia, non ha un limite geografico definito, valido per ogni componente ambientale, in quanto ogni componente ha sue peculiari caratteristiche di incidenza potenziale.

Gli impianti fotovoltaici, rispetto ad altre fonti di produzione di energia, sono caratterizzati dall'assenza di emissioni solide, liquide o gassose e da emissioni sonore non significative in fase di funzionamento; da un punto di vista paesaggistico invece, l'estensione planimetrica a terra può comportare impatti visivo-percettivi sul paesaggio.

Come ambito di influenza potenziale del progetto, pertanto, è stato considerato quello dell'areale di percezione visiva del progetto stesso, cautelativamente stabilito in una porzione di territorio di circa 5 km intorno all'area vasta dell'impianto.

Contesto ambientale di riferimento

Le informazioni contenute in questo capitolo sono desunte dalla bibliografia ufficiale di settore (Studi, Piani, Carte Regionali), dall'esito dei sopralluoghi effettuati preliminarmente alla fase di progettazione e dalle relazioni specialistiche elaborate a corredo del SIA e del progetto definitivo (Studio di Incidenza, Relazione Pedo-Agronomica, Relazione Geologica e Idrogeologica), alle quali si rimanda per ulteriori informazioni di maggior dettaglio.

Climatologia

Secondo la classificazione di Köppen le caratteristiche di tutta la Maremma Laziale (Relazione sullo stato dell'ambiente, S. Baldini, M. Ciambella) possono essere espresse con la formula climatica Csa.

La lettera "C" si riferisce ai climi mesotermici (o temperati), con temperatura media del mese più freddo compresa tra 18 e -3 °C.

La lettera "s" minuscola in seconda posizione è l'iniziale del termine tedesco sommertrocken, cioè estate secca, e indica un regime di pioggia con accentuato minimo estivo, (in particolare, la pioggia che cade nel mese estivo meno piovoso non giunge a un terzo di quella del mese invernale più piovoso).

La lettera "a" minuscola in terza posizione, infine, sta a significare che la temperatura media del mese più caldo supera i 22 °C.

A voler andare ancor più in dettaglio, si potrebbe aggiungere nella zona tiberina una quarta lettera, una "n", iniziale del tedesco nebel, nebbia, per indicare la presenza di nebbie invernali, in genere durante le prime ore del mattino. Sintetizzando, quindi, nella regione si possono distinguere tre varietà climatiche:

- a) Csa a influenza marittima, in una fascia costiera ampia anche più di 25 km, dove le altezze rimangono generalmente inferiori ai 200 metri;
- b) Csa di tipo collinare, nella zona adiacente alla prima verso l'interno fino allo spartiacque, e anche nella zona non lontana dal mare, quando le quote superano i 200 -250 metri;
- c) Csan nel versante che dà verso la valle del Tevere. In ogni caso, la variazione tra la costa e l'interno è piuttosto contenuta.

In queste condizioni climatiche, nella zona in cui dal Tirreno le quote salgono con dolci ondulazioni fino ai circa 300 metri della Cassia si possono distinguere principalmente tre ambienti bioclimatici, la cui diversità è dovuta alla morfologia di dettaglio più che alla maggiore o minore distanza dal mare:

1. Le zone più pianeggianti, dove non si può dire che sia svantaggiata la vita arborea, ma è indubbiamente favorita quella erbaceo-arbustiva. Per l'uomo si tratta anche di quella di più facile utilizzazione, e pertanto ormai da millenni è diventata sede di attività pastorali e agricole. Nell'insieme, escludendo ovviamente i tratti in coltivazione (cereali e ortaggi), nelle zone dedicate al pascolo prevale oggi una prateria secondaria interrotta da frequenti boschetti residuali di roverella con sottobosco ricco di arbusti spinosi, con esempi di flora residuale di periodi più caldi, quali le numerose orchidee selvatiche.

2. Tutt'altra situazione si riscontra nelle forre, dove l'uomo non ha quasi turbato l'ambiente naturale a causa delle forti pendenze. Qui la vegetazione è particolarmente ricca non solo lungo le rive dei corsi d'acqua, favorite dai microclimi più umidi, ma anche sui versanti, dove hanno tutto il tempo per svilupparsi alberi quali ontani, carpini e pioppi. Il sottobosco è meno ricco che nelle pianure e vi abbondano felci e muschi.

3. Terzo ambiente morfologico è quello degli speroni di roccia vulcanica, che si allungano restringendosi progressivamente per centinaia di metri alla confluenza di corsi d'acqua che, pur se modesti, hanno scavato le profonde forre di cui si è appena parlato. In condizioni di naturalità si trova la macchia mediterranea, con vari tipi di querce di media taglia, tra le quali sono numerosi anche i noccioli e i castagni. Nella zona dei rilievi più elevati, dalla cinta craterica di Bolsena agli apparati del Cimino e di Vico, le condizioni morfologiche sono meno favorevoli per l'agricoltura, e questo ha consentito alla vegetazione naturale di conservarsi su spazi più ampi. Questa zona rientra nelle fasce del castanetum e, alla sommità dei rilievi, del fagetum. Scendendo verso la valle del Tevere si torna verso i boschi di querce meno fitti, pur se ricchi di sottobosco, e man mano occupa spazi sempre più ampi l'attività agricola.

L'area di studio si colloca a cavallo tra la Provincia di Viterbo e quella di Roma.

Dal punto di vista climatico e fitoclimatico tale territorio presenta maggiori affinità con i territori limitrofi della Toscana meridionale (Scoppola 1995) dove, in genere, le scarse precipitazioni vengono compensate dall'elevata ritenzione idrica dei suoli.

Emerge pertanto una netta autonomia di questo territorio rispetto alla porzione più meridionale del Lazio.

Considerando la provincia di Viterbo, procedendo dalla costa verso l'interno, assistiamo al passaggio dalla Regione mediterranea a quella temperata; in particolare, con riferimento alla Carta del Fitoclima del Lazio (Blasi 1993, 1994), il fitoclima passa dal termotipo mesomediterraneo inferiore con ombrotipo piuttosto secco di Montalto di Castro o Tarquinia, fino al termotipo montano inferiore con ombrotipo umido, che caratterizza esclusivamente l'area dei Monti Cimini, attraversando aspetti di transizione che rientrano ora nella Regione mediterranea ora in quella temperata.

Il sito si estende su una morfologia sub-collinare, a una distanza di circa 6 km in linea d'aria dalla costa tirrenica.

Secondo la Carta del Fitoclima del Lazio (Blasi 1993, 1994), il sito di progetto ricade nella Regione mediterranea, all'interno del termotipo mesomediterraneo inferiore, Ombrotipo secco superiore/subumido inferiore, Regione xeroterica.

In tale orizzonte si hanno piogge scarse con pochi episodi estivi, aridità estiva intensa e prolungata per almeno 4 mesi (maggio-agosto) con il mese di aprile di sub aridità, freddo poco pronunciato concentrato nel periodo invernale:

- P** scarsa (593÷811 mm);
- Pest** da 53 a 71 mm;
- T** da 15 a 16.4 °C con **Tm** <10°C per 2-3 mesi; t da 3.7 a 6.8 °C.
- Aridità intensa da maggio a agosto con valori non elevati a aprile (**SDS** 159÷194; **YDS** 194÷240).
- Stress da freddo non intenso da dicembre a marzo spesso presente anche a novembre e aprile (**YCS** 79÷210; **WCS** 66÷141).

La vegetazione climacica rimanda a Querceti con sughera, leccio o roverella, macchia mediterranea.

Geomorfologia

Dal punto di vista geomorfologico generale la zona in cui sono ubicati i lotti di interesse è quella del Lazio settentrionale dominato da elementi e forme vulcaniche verso l'interno e da elementi e forme fluviali verso la costa; l'area è caratterizzata da ampia variabilità di paesaggio dove sono rappresentati vari tipi o motivi morfologici in relazione alle caratteristiche delle diverse formazioni geologiche, alla tettonica ed al conseguente vulcanismo dei centri eruttivi nord laziali.

I settori dominati dalle vulcaniti presentano un paesaggio caratterizzato dalle morfostrutture essenzialmente tabulari legate prevalentemente, ma non esclusivamente, alla presenza ed alla diffusione delle ignimbriti.

Movimentano la morfologia di questa zona il modesto rilievo di Monte Razzano (340 m s.l.m.), caratterizzato da versanti dolcemente ondulati in conseguenza della ridotta competenza delle rocce sedimentarie affioranti, ed i locali coni e bancate di depositi travertinosi, legati a fenomeni idrotermali tardo-vulcanici.

Le forme sono ancora connesse con la natura vulcanica delle rocce, però la prevalenza di un'attività di tipo areale, quale quella del Distretto Vulcanico Vulsino, dà luogo alla presenza di diversi centri eruttivi e, nella zona centrale, di vaste depressioni.

Tra le forme positive, si ricordano i numerosi coni di scorie e ceneri (per esempio, Montefiascone e Valentano) e la colata lavica di Selva del Lamone; tra quelle negative le più evidenti sono la grande caldera e la depressione vulcano-tettonica rispettivamente di Latera e del Lago di Bolsena. Versanti piuttosto acclivi, che corrispondono prevalentemente ai bordi delle caldere ed a faglie e fratture o a colate laviche, si alternano, quindi, con versanti più dolci, in corrispondenza dei prodotti piroclastici meno coerenti e delle ampie superfici strutturali, come i plateaux ignimbritici.

Le valli incise entro questo paesaggio, e successivamente rimodellate ed ammantate, parzialmente, da depositi alluvionali, sono generalmente strette e profonde.

Il paesaggio fisico cambia nettamente in corrispondenza delle due fasce marginali di territorio perivulcanico, in ragione dell'affioramento di depositi prevalentemente sedimentari.

Nel settore più a occidente, nella fascia compresa tra la zona di affioramento delle vulcaniti e la costa, ed in un piccolo lembo del settore più settentrionale, il paesaggio ha una conformazione prevalentemente collinare.

La morfologia è caratterizzata da forme irregolari, con versanti poco acclivi, dove affiorano litologie con una significativa componente argillosa, che diventano localmente più ripidi dove affiorano formazioni relativamente più competenti, quali conglomerati, calcareniti ed arenarie.

Dall'analisi dello stralcio degli elementi della Carta Tecnica Regionale Numerica del Lazio alla scala 1:5.000 è possibile rilevare le caratteristiche plano-altimetriche e geomorfologiche di sito specifiche relativamente ai lotti in esame. I riferimenti topografici che offrono il maggior dettaglio sono rappresentati dagli elementi 363022 e 363061 alla scala 1:5.000.

In planimetria la forma dei lotti è poligonale irregolare, con asse maggiore orientato circa nord ovest - sud est, e asse minore orientato in direzione perpendicolare alla precedente.

Per quanto riguarda l'assetto altimetrico, le caratteristiche dei lotti sono le seguenti:

- le quote massime si registrano lungo i confini sudorientali dei lotti che coincidono con il confine comunale tra Tarquinia e Allumiere; esse sono comprese fra 126 metri s.l.m., nel settore più settentrionale, e 93 metri s.l.m. nel settore meridionale;
- le quote minime si registrano invece lungo i confini nordoccidentali e coincidono con l'isoipsa di quota 75 metri s.l.m.

Per quanto riguarda l'assetto morfologico locale, le caratteristiche della superficie dei lotti sono pressoché simili; si tratta di tre blandi rilievi allungati in direzione nord-ovest sud-est separati da altrettante aste fluviali, aventi medesima direzione, con le quote maggiori ad sud est e quelle minori a nord ovest.

La pendenza generale dei crinali dei rilievi e delle incisioni fluviali è verso nord ovest mentre quella dei versanti laterali è sia verso sud ovest che verso nord est.

Si tratta quindi di una superficie blandamente ondulata incisa da aste fluviali minori che si immettono da sinistra nel limitrofo corso fluviale principale rappresentato dal Fiume Mignone.

Dall'analisi dello stralcio del Foglio geologico n.142 "Civitavecchia" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 il substrato geologico affiorante sulla superficie delle aree in oggetto è rappresentato da litotipi di natura sedimentaria di ambiente marino.

Il substrato dei lotti di interesse è costituito principalmente dai litotipi appartenenti alla "Serie comprensiva" argilloso-calcareo-marnosa e sono rappresentati in affioramento dai terreni della seguente formazione:

- Formazione P - Calcari marnosi grigi e avana chiari in taluni orizzonti prevalenti, in altri alternati o intercalati a marne ed argille grigie, rossastre, avana e biancastre tripolacee, a luoghi passanti lateralmente a calcari marnosi con fitto reticolato di sottili litoclasti e con plaghe di ossidazione ocracee, brunastre o rossastre "pietra paesina" - Oligocene - Maastrichtiano.

Inoltre, è probabile che al tetto dei terreni/rocce sopra descritte, in affioramento, sia presente terreno di alterazione e/o vegetale-agrario con spessore variabile da pochi decimetri a qualche metro.

Idrogeologia

La rete idrografica dell'intera area settentrionale della Regione Lazio è rappresentata da due corsi d'acqua principali, il Torrente Arrone, il Fiume Marta e il Fiume Mignone che presentano asse orientato in direzione circa NE-SW, con il Fiume Mignone che invece presenta in corso più articolato.

Oltre i fiumi e torrenti menzionati in precedenza, nel settore in esame è presente una serie di corsi d'acqua minori, con direzione prevalente NE-SW e talora N-S, che hanno inciso piccole valli per lo più poco profonde e sub-parallele.

Inoltre, in prossimità della costa tirrenica laziale il corso di numerosi corsi d'acqua minori ha subito modifiche antropiche che li hanno trasformati in canali di irrigazione.

Il bacino idrografico all'interno del quale si trova l'area in esame è quello del Fiume Mignone

Il Torrente Mignone nasce dal versante nord-occidentale dell'antico cratere sabatino, che ospita oggi il lago di Bracciano, prevalentemente nel territorio comunale di Vejano.

Prende origine dalla confluenza di piccoli torrenti provenienti dalla zona a nord di Vejano (fosso della Strega e fosso Papagliano) e dalla zona di Capranica e Bassano di Sutri (fosso Scatenato).

Il bacino idrografico si estende per una superficie di circa 500 km² e comprende comuni facenti parte sia della provincia di Viterbo che di quella di Roma: Bassano di Sutri, Vejano, Oriolo Romano, Barbarano Romano, Capranica, Canale Monterano, Manziana, Blera, Monte Romano, Tolfa, Allumiere e Tarquinia.

Dopo 65 km il corso del Mignone sfocia nel Mar Tirreno, in località S. Agostino, nel comune di Tarquinia.

I lotti di interesse sono bordati da due fossi minori che convergono da sinistra nel corso principale del Mignone; si tratta del Fosso della Vite a sud e dal Fosso dei Veneti a nord.

Dal punto di vista idrogeologico, le principali rocce serbatoio dell'area in esame si identificano nelle unità dei depositi sedimentari clastici. Queste ultime, raggruppabili nel complesso argilloso-sabbioso-conglomeratico ed in quello marnoso-calcareo-arenaceo, sono caratterizzate da una permeabilità relativamente bassa e svolgono il ruolo di substrato impermeabile e di limite laterale dell'acquifero vulcanico.

Le sorgenti sono generalmente di portata ridotta, anche se numerose; quelle più diffuse sono caratterizzate da una portata generalmente inferiore a qualche litro al secondo e sono riconducibili a falde sospese o ad affioramenti della superficie piezometrica di base.

Le sorgenti con portata maggiore (fino ad alcune decine di l/s) si ritrovano presso Tuscania e sono legate all'affioramento della falda di base o a limiti di permeabilità.

La ricostruzione delle isopieze è ottima per l'acquifero vulcanico mentre poco o nulla è possibile definire riguardo alla piezometria e alle direzioni di flusso della circolazione idrica all'interno delle formazioni flyschoidi in quanto dotati di potenzialità acquifera bassissima come evidenziato nello stralcio del Foglio n°4 della Carta Idrogeologica del Territorio della Regione Lazio, alla scala 1: 100.000.

Dall'analisi della suddetta carta è possibile rilevare che il complesso idrogeologico in cui sono inseriti i lotti di interesse è il seguente:

- 15 Complesso dei flysch marnoso-argillosi - *potenzialità acquifera bassissima*.

Pedologia

Si è fatto riferimento alla Carta della Classificazione Agronomica dei terreni in scala 1:10.000, al fine di valutare le potenzialità dei terreni dal punto di vista agricolo ed il grado di limitazione d'uso riferito alla Land Capability Classification U.S.D.A., 1961.

La scala con cui viene rappresentata la classificazione agronomica dei suoli consente di orientare le varie sperimentazioni e prove nel comparto agricolo, in funzione della variabilità della componente suolo.

Inoltre, permette di predisporre dei criteri di lettura dei risultati delle prove ottenute e di mettere a punto dei modelli di gestione e di tecniche colturali, sia in chiave conservativa che produttiva del suolo, differenziati per le varie tipologie pedologiche rappresentate.

Nel rilevamento è stato evidenziato il tipo di tessitura del suolo riscontrato, particolarmente importante nel caso di agricoltura intensiva, per la determinazione dei turni e dei volumi di adacquamento, onde tener conto dei fenomeni di risalita capillare.

Il dato della risalita capillare è importante, a livello gestionale, al fine di limitare i rischi di inquinamento derivante da nitrati originati dalla percolazione su suoli agricoli.

L'esigenza di conoscere la classificazione agronomica del terreno per le aree interessate, deriva dalla volontà di comprendere quale sia la capacità delle terre (land capability), affinché possano esserne valutate le potenzialità produttive per le utilizzazioni agro—silvo—pastorali, sulla base di una gestione della risorsa suolo di tipo conservativo, o più precisamente sostenibile.

Vi è da rilevare che questa classificazione utilizza altre caratteristiche non strettamente riferite al suolo, quindi il concetto principale del metodo della Land Capability, è quello della limitazione, ossia di una caratteristica fisica che è sfavorevole, in senso lato, all'uso agricolo.

Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti e non quelle temporanee, eventualmente risolvibili grazie ad appropriati interventi di miglioramento come i drenaggi, le concimazioni, le sistemazioni superficiali e così via.

I criteri fondamentali della capacità di uso dei suoli e che risultano di grande ausilio alla determinazione della classificazione agronomica dei terreni sono:

- comprendere nel termine difficoltà di gestione tutte quelle pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché, in ogni caso, l'uso non determini perdita di fertilità o di degradazione del suolo; o la capacità di produzione di biomassa vegetale; o la possibilità di adottare le specie vegetali normalmente presenti in sito o adattabili; o riferirsi al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare;
- essere in relazione alle limitazioni fisiche permanenti, escludendo le valutazioni dei fattori socioeconomici;
- considerare un livello di conduzione abbastanza elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggioranza degli operatori agricoli.

Il metodo più utilizzato per la classificazione agronomica dei suoli è quello che fa riferimento a Klingebiel e Montgomery (1961), conosciuto come Land Capability Classification (abbreviata in LCC) o classificazione della capacità delle terre.

Alla base di tale metodo vi era la gestione razionale delle aziende agricole sia dal punto di vista imprenditoriale, in senso stretto, che della conservazione della fertilità del suolo.

Le terre sono classificate in otto classi, identificate con numeri romani, con la classe I, quella migliore, e le restanti classi con gradi di limitazione sempre più ampi.

In sintesi: le prime 4 classi sono compatibili con l'uso sia agricolo che forestale e zootecnico; le classi che vanno dalla 5 alla 7 escludono l'uso agricolo intensivo, mentre nelle aree appartenenti alla classe 8 non è possibile alcuna forma di utilizzazione produttiva.

Sono state quindi definite le unità pedologiche con lo standard F.A.O. e con la classificazione U.S.D.A.

Per quanto concerne il regime di umidità dei suoli e il relativo drenaggio, viene utilizzata la seguente dicitura:

- eccessivo se nel profilo di controllo lo sgrondo dell'acqua è troppo rapido;
- leggermente eccessivo se l'allontanamento avviene in modo rapido;
- normale se il terreno ritiene la quantità d'acqua non limitativa alla crescita della pianta;
- moderatamente buono se il terreno è umido per brevi periodi ma importanti per la vita delle piante;
- imperfetto se il terreno è umido per periodi lunghi e importanti per la vita delle piante;
- lento se resta bagnato per molto tempo;
- molto lento se l'acquifero è superficiale.

In definitiva l'area di intervento viene identificata nelle classi VI e IV, che indicano una tipologia, che nello specifico si identifica come nella classe IV S, rispettivamente, di "suoli con notevoli limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati su pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo" dovute a difetti del suolo generalmente per la presenza di scheletro o a causa della topografia, rientra comunque nelle zone a pendenza compresa entro il 5%.

Si evidenzia infine, che la Regione Lazio dispone della Carta della Capacità d'Uso dei Suoli alla scala 1:250.000, consultabile sul Geoportale Regionale.

Da tale cartografia si evince che l'area di realizzazione dell'impianto agrivoltaico proposto ricade nelle Classi VI-IV (indica che i suoli della VI classe sono i prevalenti e quelli della IV i secondari).

Ciò evidenzia la facilità di lavorazione dei terreni dal punto di vista meccanico delle principali lavorazioni agricole, le difficoltà di operare sono spesso dovute alla presenza nel suolo di ciottoli che ostacolano le lavorazioni spesso per alcuni anni.

I casi con maggiori difficoltà sono relegati nelle zone a pendenza maggiore dove le lavorazioni del terreno sono possibili solamente con motocoltivatori.

Nel caso specifico dato che la coltivazione delle terre avviene da diversi decenni, i difetti dovuti a rocciosità o pietrosità sono scemate nel tempo in seguito alle lavorazioni successive, comunque perdurano le limitazioni d'uso che riducono la scelta colturale o che richiedono particolari pratiche di conservazione, o entrambe.

Da quanto rilevato in merito alle caratteristiche agronomiche del fondo, con l'adeguato supporto cartografico e strumentale, è stato possibile individuare i limiti dello stesso e accertare quanto di seguito riportato:

1. Il terreno presenta una giacitura da pianeggiante a leggermente acclive, con natura di medio impasto tendenzialmente argilloso e un franco di coltivazione mediamente profondo (circa 40 – 45 cm). Inoltre, si stima un modesto livello di fertilità apparente e un discreto livello di pietrosità;
2. La SAU (Superficie Agricola Utilizzata) dei fondi è utilizzata integralmente come seminativo. L'ordinamento colturale cerealicolo foraggero è quello tipico della zona dei seminativi non irrigui e cioè lavorazioni con aratura in piena estate, affinamento del terreno e semina della foraggera prima dell'inizio dell'autunno (1/2 settembre), pascolamento in inverno e sfalcio in primavera, mentre nell'anno in cui si semina il cereale (frumento) si eseguono più interventi di erpicatura per impedire alle erbacce di nascere poi in inverno (novembre) si semina il frumento per raccogliarlo a giugno luglio. Annualmente sullo stesso appezzamento si avvicendano cereali – colture foraggere quindi si verifica la classica rotazione colturale biennale, con lo scopo di lasciare inalterati i livelli di fertilità del suolo (che altrimenti con il ringrano verrebbero compromessi) nonché la struttura dello stesso.
3. La SAU non è intervallata da tare improduttive (cespuglieti, siepi, filari ecc.) o aree diversamente sfruttabili.

Il fondo in oggetto possiede, nel suo complesso, un ordinamento agricolo e dispone di dotazioni fondiarie che rientrano nell'ordinarietà del territorio circostante.

Il terreno non si distingue per una particolare vocazione agricola o per eccellenti caratteristiche agropedologiche del suolo.

Nessuna delle colture presenti, può essere classificata come di pregio essendo frutto unicamente della espansione agro-antropica dell'uomo con colture tipicamente ed unicamente cerealicole industriali e foraggere.

Il carattere vegetazionale appare altrettanto di basso pregio, per la forte limitazione dovuta all'attività di cui sopra, che ne ha fortemente ridotto la diffusione, e per la geomorfologia e climatologia che ne avrebbe potenzialmente influenzato la crescita in fitocenosi tipicamente comuni alla fascia temperato-mediterranea.

Vegetazione

Come visibile dalla Carta dell'Uso del Suolo (CORINE LAND COVER) le aree interessate dalle opere di progetto, sono essenzialmente aree a seminativo, identificate nella classe dei SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE.

Dal punto di vista vegetazionale la composizione floristica dei terreni agricoli coltivati risulta alterata rispetto ad una ipotetica composizione naturale, maggiormente dove sono più intensi gli interventi antropici.

La composizione della flora avventizia dei campi coltivati non è infatti casuale.

Le lavorazioni regolari eliminano ogni volta la copertura vegetale.

Le sole specie che riescono a mantenersi sono quelle i cui semi arrivano a maturità prima delle lavorazioni; la flora spontanea è molto spesso rappresentata da specie infestanti le colture attuate ed è confinata nelle bordure degli appezzamenti coltivati.

Numerosi sopralluoghi in campo hanno riscontrato l'assenza di aspetti botanici pregiati e/o vulnerabili minacciati nell'area d'impianto.

I terreni su cui si intende sviluppare l'impianto fotovoltaico in studio ricadono in un'area a bassa connotazione agricola e rurale.

L'area vasta e caratterizzata dalla presenza di sporadiche aree boscate e dalla ingente e diffusa presenza di appezzamenti di terreno utilizzati come pascolo o coltivati in modo estensivo oltreché da una serie di insediamenti di tipo industriale.

Il territorio è solcato dai tracciati della viabilità, perlopiù rurale e sterrata, e dai fossi che costituiscono un reticolo idrografico caratterizzato da basse portate e periodi di secca prolungati durante l'anno.

Non sono rilevabili criticità emergenti relative ai vari comparti ambientali per quanto riguarda specificamente l'area di progetto.

L'area direttamente interessata dall'impianto fotovoltaico si presenta completamente libera da ogni tipo di vegetazione, fatta eccezione per alcuni esemplari adulti di quercia che verranno mantenuti integri e intatti all'interno del progetto.

Fauna

La caratterizzazione della componente fauna è stata preliminarmente effettuata attraverso un'indagine bibliografica consultando le principali raccolte di dati a disposizione in letteratura.

Per ogni gruppo di vertebrati è stata quindi redatta una descrizione delle principali specie e comunità di specie presenti e/o potenzialmente presenti in base alle potenzialità degli ecosistemi rilevati nell'area indagata.

Le analisi floristico-vegetazionali hanno messo in evidenza come l'area di studio sia caratterizzata prevalentemente da aree interessate da seminativi e solo in minima parte da boschi e da aree a pascolo (porzione orientale dell'area di studio).

Quest'ultime aree sono comprese nel più ampio Comprensorio Tolfetano che rappresenta un'area di interesse naturalistico, caratterizzata da pascoli e boschi mediterranei, dove sono ancora presenti comunità vegetali ed habitat molto peculiari che permettono l'insediamento a loro volta, di una comunità faunistica ricca di elementi di interesse conservazionistico e naturalistico.

All'interno dell'area di studio è inoltre presente la Important Bird Area 210 denominata "Lago di Bracciano e Monti della Tolfa".

Per la descrizione di dettaglio delle specie animali e vegetali presenti all'interno della ZPS e delle aree IBA si rimanda all'Allegato VINCA a firma del Dott. Mirko Amato.

In linea generale, fatte salve le specificità delle aree ZPS e IBA sopra citate, la restante porzione dell'area di studio, essendo essenzialmente agricola, esprime una vocazione faunistica più contenuta e, nella fattispecie, risulta attrattiva/idonea per specie adattate agli habitat antropici quali i seminativi.

Tale tipologia di habitat consente la presenza quasi esclusiva, a livello di popolamento ornitico, di specie terricole, cui possono essere aggiunte altre specie, più generaliste, che utilizzano anche altri ambienti limitrofi, prime fra tutte Gazza, Cornacchia grigia, Passera d'Italia, Passera Mattugia e molte specie di Fringillidi (Cardellino, Verzellino, Fanello, Verdone).

In generale, la distribuzione degli anfibi appare strettamente legata agli elementi idrici di superficie e alle aree immediatamente vicine: in particolare gli Anuri dipendono dalla disponibilità di corpi idrici di buona qualità per la riproduzione.

Nello specifico la mancanza di corpi idrici significativi e di raccolte d'acqua superficiale, rendono minima (se non nulla) la vocazionalità di tali aree per la componente in oggetto.

A livello di erpetofauna, tra i gechi la specie più diffusa nel territorio in esame è Tarentola mauritanica che, come del resto Hemidactylus turcicus (meno numerosa di Tarentola), ha trovato beneficio dall'antropizzazione generale del territorio. Podarcis sicula è comune in ogni sorta di ambiente compresi quelli fortemente antropizzati. Tra gli Ofidi Hierophis viridiflavus è il più comune nell'area di studio, essendo presente lungo le coste, nelle campagne comprese quelle maggiormente sfruttate in agricoltura, e anche negli ambiti periurbani e nei centri abitati. La Lucertola campestre è l'unica specie ampiamente adattata all'uso degli ambienti antropizzati, ivi comprese le aree edificate, tanto da risultare tra le più diffuse nella regione e nel comparto in esame.

Nelle aree di studio, la mancanza di sistemi boschivi continui importanti, associata alla mancanza di raccolte d'acqua e l'elevata pressione antropica presente (agricoltura, infrastrutture), rendono tale territorio poco adatto ad ospitare complesse comunità di mammiferi, definendo conseguentemente un popolamento faunistico composto da specie caratterizzate da ecologia plastica di poco interesse conservazionistico e naturalistico.

La comunità di mammiferi presente è quella tipica delle aree agricole con colture intensive e scarsa strutturazione del paesaggio.

La fauna dell'area strettamente interessata dalle opere di progetto e quella maggiormente rappresentata in tutta l'area di studio: i popolamenti faunistici sono quelli tipici delle aree agricole con colture intensive e scarsa strutturazione del paesaggio.

Come descritto in precedenza i seminativi interessati dalle opere di progetto esprimono una vocazione faunistica per specie generaliste, che utilizzano anche altri ambienti limitrofi, prime fra tutte Gazza, Cornacchia grigia, Passera d'Italia, Passera Mattugia e molte specie di Fringillidi per le quali rappresentano un habitat di foraggiamento molto comune nell'area.

A livello di mammalofauna tra le specie potenzialmente presenti si possono citare Arvicola del Savi, Lepre, Volpe e Talpa romana.

A livello di sito specifico si può quindi affermare che la diffusa pressione antropica e la forte riduzione di vegetazione naturale si traducono in un basso livello di naturalità.

Ecosistemi

Consultando la Carta della Natura, in relazione alla carta degli habitat, prodotta da ISPRA, si osserva come la maggioranza delle aree poste all'interno dell'area di studio, nonché delle aree direttamente interessate dalle opere di progetto siano classificate come habitat antropici ai quali viene associata una classe di sensibilità bassa:

Habitat: 82.3 - Colture estensive

Identificativo del biotopo: LAZ43860

INDICI DI VALUTAZIONE IN CLASSI:

Valore Ecologico: Bassa

Sensibilità Ecologica: Bassa

Pressione Antropica: Bassa

Fragilità Ambientale: Bassa

Si evince come nell'area di studio siano presenti i seguenti ecosistemi:

- Ecosistema agricolo: è l'ecosistema maggiormente rappresentativo dell'area di studio, fortemente antropizzato e con specie vegetali infestanti comuni. La vocazionalità faunistica è contenuta, tipica di specie generaliste ben adattabili alla presenza dell'uomo.

In tale ecosistema ricade il sito di impianto e la maggior parte del cavo AT di connessione alla RTN.

Paesaggio

Le componenti del paesaggio analizzate possono essere distinte in quattro classi principali:

- componente naturale,
- componente antropica-culturale,
- componente insediativo-produttiva,
- componente percettiva,

che a loro volta comprendono diversi aspetti ognuno afferente alla componente di riferimento, per come riportato nello schema seguente:

Componente naturale:	Componente antropico – culturale:	Componente insediativo - produttiva:	Componente percettiva:
geomorfologica	socio-culturale-	infrastrutturazione	visuale
idrologica	testimoniale	attività produttive	formale-semiologica
vegetazionale e	storico-	servizi	estetica
faunistica	architettonica		

In questi ultimi decenni il territorio comunale di Tarquinia ha visto l'affermazione delle colture irrigue, dei frutteti specializzati e delle primizie coltivate in serra.

Evidenti sono state le fenomenologie verificatesi in questa porzione di territorio laziale: la progressiva diminuzione delle aree coltivabili e l'accelerato processo di suddivisione della proprietà fondiaria che viene considerata come un bene di rifugio, privo di significato economico a causa degli insufficienti proventi derivanti dalle lavorazioni agricole.

Questa visione ha posto grossi limiti al processo di ammodernamento delle strutture aziendali ed alla formazione di una realtà imprenditoriale vivace.

La maglia poderale di una certa consistenza in termini di superficie si specializza nell'allevamento ovino.

Dunque, l'agricoltura locale se da una parte soffre di una estrema o comunque negativa frantumazione delle proprietà che porta molta parte delle attività agricole ad essere condotta in forma familiare senza reale rilevanza dal punto di vista del mercato e dello sviluppo del settore, dall'altra ha visto la specializzazione in serra di numerose colture ad alto reddito con notevole incidenza di mano d'opera e propensione per un mercato di ampia dimensione.

L'aumento della richiesta di carne bianca ha visto l'avvento, in questi ultimi decenni, di allevamenti avicoli.

In via del tutto generale, il processo progettuale di nuove iniziative imprenditoriali si concentra sulla definizione delle nuove funzioni e degli aspetti economici e, spesso, non stabilisce rapporti conoscitivi con i luoghi/oggetti su cui si va ad intervenire, con quelli che gli stanno intorno

fisicamente e con i quali la nuova realizzazione entrerà inevitabilmente in stretto rapporto: molto spesso le proposte progettuali si limitano a ragionare all'interno del lotto di terreno di proprietà, a tutte le scale e per tutti i tipi di intervento.

La progettazione dell'impianto, in linea con i principi sanciti nella convenzione europea sul paesaggio, si fonda su presupposti che rendono possibile la coniugazione dello sviluppo sostenibile con i bisogni sociali, le attività economiche e l'ambiente.

Il paesaggio agricolo risulta normalmente costituito da una serie di ambienti diversi che si intersecano e si susseguono in una sequenza di campi coltivati, siepi alberate, filari di alberi, frequentati da una fauna caratteristica.

La ricchezza biologica dell'ambiente è determinata dal grado di differenziazione e dalla presenza dei suddetti elementi di naturalità.

I terreni su cui si intende sviluppare l'impianto fotovoltaico in studio ricadono in un'area a media connotazione agricola, contornato ad est dalle aree boscate della ZPS, a nord da aree agricole, ad ovest e a sud da una forte infrastrutturazione antropica: aree industriali, centri logistici e della grande distribuzione, stazioni elettriche, rete di alta e altissima tensione con relativa massiccia presenza di tralicci e linee aeree, strade locali di media rilevanza e tracciati autostradali di rilevanza nazionale.

L'area circostante a connotazione rurale risulta caratterizzata dalla presenza di sporadiche aree parzialmente boscate e dalla ingente e diffusa presenza di appezzamenti di terreno utilizzati come pascolo o coltivati in modo estensivo. Sono presenti prevalentemente uliveti di piccole dimensioni, coltivazioni di ortaggi, campi di cereali. Le uniche edificazioni presenti sono quelle relative a rimesse e capannoni agricoli, casolari e casali parzialmente abitati dagli stessi proprietari dei fondi.

Il territorio rurale è solcato dai tracciati della viabilità, perlopiù rurale e sterrata, e dai fossi che costituiscono un reticolo idrografico caratterizzato da basse portate e periodi di secca prolungati durante l'anno.

La presenza faunistica e quella tipica delle zone agricole moderatamente collinari, con prevalenza di specie stanziali e opportunistiche che usano i campi aperti come zona di nutrizione o predazione.

Non è rilevabile la presenza di specie floreali o arboree protette o di pregio, né di specie animali protette, con l'ovvia eccezione dell'avifauna della ZPS.

La geografia agraria del territorio in esame ha subito nel corso degli ultimi decenni delle profonde trasformazioni in stretta connessione con le attività di bonifica, la domanda di mercato e gli indirizzi di politica agraria.

Rumore

Come descritto anche nel Quadro Progettuale, il clima acustico dell'area di progetto è caratterizzato dall'apporto del vento (consistente in molti periodi dell'anno), dalle periodiche lavorazioni agricole con macchinari dedicati, dal traffico locale (su viabilità sterrata e di modesta entità), e soprattutto dalla presenza delle limitrofe attività dell'area industriale ad ovest e dell'Autostrada A12 ad ovest e a sud.

Campi Elettromagnetici

L'area di progetto non presenta fonti di campi elettromagnetici essendo sostanzialmente libera da abitazioni o edifici di natura residenziale, commerciale o industriale.

Si rileva però la presenza di due linee aeree di alta tensione che passano sopra i terreni, e nell'area circostante sono presenti numerose linee aeree di varia tensione, con relativi tralicci, che confluiscono nelle stazioni elettriche Terna presenti a nord e a sud dell'area di impianto (Aurelia e Santa Lucia).

Il contributo elettromagnetico di dette infrastrutture contribuisce a rendere diverso da zero il valore dei campi perlomeno nelle fasce a cavallo dei conduttori, con valori variabili (sebbene non misurati) nella porzione di spazio che va dal livello del suolo alla quota dei conduttori stessi.

Evoluzione dell'ambiente non perturbato

Una predizione, seppure qualitativa, dell'evoluzione dello stato dell'ambiente in assenza di realizzazione del progetto dell'impianto fotovoltaico in studio risulta di per sé difficoltosa per via della intrinseca aleatorietà dello sviluppo dei sistemi naturali.

L'unica considerazione ragionevole che si può avanzare è quella del permanere dello stato di banalità faunistica e vegetazionale relative, vista l'assenza di attrattori sia turistici, che residenziali.

Si può ipotizzare dunque una continuazione della conduzione agricola dei fondi, eventualmente con rotazione o cambio delle colture, con il connesso aumento nel tempo del carico organico apportato a danno del sistema idrologico dai vari input energetici richiesti dalle pratiche agricole (fertilizzanti, ammendanti, diserbanti).

Il futuro sviluppo e infrastrutturazione della limitrofa area industriale di Tarquinia ad ovest potrà portare ad un aumento della densità di elementi antropico-produttivi di varia natura, della relativa infrastrutturazione e della conseguente ulteriore pressione e semplificazione degli elementi ecosistemici e naturali.

Valutazione degli impatti sulle componenti ambientali

Sulla base delle caratteristiche e della localizzazione del progetto, nei paragrafi precedenti è stato descritto lo stato attuale (scenario di base) delle componenti ambientali potenzialmente interferite dalla realizzazione del progetto in esame.

Nei paragrafi che seguono invece si è proceduto all'analisi dei possibili impatti significativi potenzialmente correlati alla costruzione, all'esercizio e alla dismissione dell'impianto fotovoltaico su tutte le componenti ambientali descritte in precedenza nonché le misure previste per impedire, ridurre e compensare nel modo più completo possibile gli eventuali impatti negativi potenzialmente derivanti sull'ambiente dalla realizzazione del progetto.

Allo scopo di definire la stima della significatività degli impatti, è stata condotta un'analisi dell'alterazione quali-quantitativa delle singole componenti ambientali rispetto alla condizione di riferimento dovuta all'impatto generato dalle attività in progetto, definendo la significatività di ciascun impatto in funzione della sua tipologia, portata (intesa come estensione dell'areale interessato e densità della popolazione interessata), reversibilità e durata nel tempo.

La sensibilità dei recettori è stata classificata come di seguito:

Sensibilità dei ricettori	Trascurabile	<i>La componente non presenta elementi di sensibilità</i>
	Bassa	<i>La componente presenta limitati elementi di sensibilità e poco rilevanti</i>
	Media	<i>La componente presenta molti elementi di sensibilità ma poco rilevanti</i>
	Alta	<i>La componente presenta rilevanti elementi di sensibilità</i>

Per la magnitudo degli impatti si è utilizzata la seguente classificazione:

	Classe	Livello di magnitudo
Magnitudo degli impatti	3 - 4	Trascurabile
	5 - 7	Basso
	8 - 10	Medio
	11 - 12	Alto

La classe associata al livello di magnitudo è stata determinata utilizzando i criteri di valutazione di seguito elencati:

Durata	Temporanea	<i>≤5anni</i>
	Breve	
	Media	<i>5 – 10 anni</i>
	Lunga	<i>≥ 10 anni</i>
	Concentrata	<i>Evento di breve durata ed unico evento</i>

Distribuzione temporale	Discontinua	<i>Evento ripetuto nel tempo di riferimento</i>
	Continua	<i>Evento costante nel tempo di riferimento</i>
Area di influenza	Circoscritta	<i>Impatti con effetti nell'area di intervento o nel suo intorno</i>
	Estesa	<i>Impatti con effetti nell'intorno di alcuni chilometri</i>
	Globale	<i>Impatti con effetti su larga scala o su scala globale</i>
Rilevanza / intensità	Trascurabile	<i>Effetti non significativi o tali da non comportare il superamento dei valori di qualità della componente</i>
	Bassa	<i>Effetti rilevabili ma tali da non comportare il superamento dei valori di qualità della componente</i>
	Media	<i>Effetti rilevabili ma tali da non comportare il superamento dei valori di qualità della componente e delle altre componenti connesse</i>
	Alta	<i>Effetti rilevabili tali da compromettere significativamente una o più componenti</i>
Reversibilità	Breve termine	<i>Impatti i cui effetti si esauriscono al cessare dell'azione di impatto</i>
	Medio/lungo termine	<i>Impatti i cui effetti si esauriscono dopo un periodo definito ($\geq 5 - 10$ anni)</i>
	Irreversibile	<i>Le condizioni iniziali non possono essere ripristinate</i>
Probabilità	Bassa	<i>Bassa frequenza di accadimento</i>
	Media	<i>Media frequenza di accadimento</i>
	Alta	<i>Alta frequenza di accadimento</i>
	Certa	<i>Evento inevitabile</i>
Mitigazione	Trascurabile	<i>Il potenziale impatto non può essere mitigato in alcun modo</i>
	Bassa	<i>Il potenziale impatto può essere mitigato ma con scarsa efficacia</i>
	Media	<i>Il potenziale impatto può essere mitigato con sufficiente efficacia</i>
	Alta	<i>Il potenziale impatto può essere mitigato con alta efficacia</i>

Per determinare la significatività degli impatti è stata utilizzato lo schema di valutazione sintetizzato nella tabella seguente:

	Sensibilità dei ricettori		
	Bassa	Media	Alta

Magnitudo degli impatti	Trascurabile	bassa	bassa	bassa
	Bassa	bassa	media	alta
	Media	media	alta	critica
	Alta	alta	critica	critica

Ambiente idrico

Fase di cantiere

Gli impatti che la fase di cantiere può determinare sulle acque sono riconducibili a:

- presenza dei mezzi
- necessità di approvvigionamento di cantiere
- operazioni di scavo.

Il progetto, per le sue caratteristiche costruttive e dimensionali, non ha alcuna interferenza con le falde sotterranee (le profondità di scavo previste si limitano perlopiù allo scotico superficiale, e quindi hanno una limitatissima profondità, tale da mantenere il corpo dello scavo a quota ben superiori a quelle di falda).

Analogamente le operazioni di cantiere non comportano variazioni nel ciclo di ricarica delle falde in quanto non causano variazioni degli equilibri idrici superficiali e non comportano impermeabilizzazioni o variazioni nella permeabilità dei terreni.

Per quanto riguarda le aree oggetto di intervento, si evidenzia che sia in fase di cantiere che in fase di esercizio il terreno non sarà pavimentato/impermeabilizzato consentendo il naturale drenaggio delle acque meteoriche nel suolo.

Il consumo di acqua per le attività di cantiere è legato soprattutto alle operazioni di bagnatura delle superfici, al fine di limitare il sollevamento delle polveri prodotte dal passaggio degli automezzi sulle strade sterrate.

Non sono previsti prelievi diretti da acque superficiali o da pozzi per le attività di realizzazione delle opere.

Sulla base di quanto precedentemente esposto, si ritiene che l'impatto sia di breve termine, di estensione locale ed entità trascurabile.

Un potenziale impatto, così come per la componente suolo e sottosuolo, è costituito dallo sversamento accidentale degli idrocarburi provenienti dai mezzi d'opera.

In considerazione delle esigue quantità di idrocarburi contenuti nei serbatoi dei mezzi d'opera e visto che gli acquiferi sono protetti da uno strato di terreno superficiale con spessore rilevante, i rischi specifici sono poco rilevanti.

L'organizzazione operativa del cantiere e la relativa sorveglianza terranno al minimo la probabilità di sversamenti e la loro durata. Ad ogni modo, in caso di accadimento si procederà alla rimozione della parte di terreno contaminato che sarà caratterizzato e smaltito ai sensi della legislazione vigente.

La durata dell'impatto è da ritenersi circoscritta, sia spazialmente che temporalmente, alla durata del cantiere e quindi locale e temporanea.

Fase di esercizio

Per la fase di esercizio gli impatti potenziali sull'ambiente idrico sono individuabili in:

- utilizzo dell'acqua per la pulizia dei pannelli
- impermeabilizzazione delle aree
- modifica del drenaggio superficiale.

La quantità di acqua stimabile per le operazioni di pulizia dei pannelli è di circa 300 mc/anno. Tale quantità andrà a dispersione direttamente nel terreno.

L'approvvigionamento sarà effettuato mediante la rete di approvvigionamento idrico o qualora non disponibile tramite autobotte; quindi, sarà garantita la qualità delle acque di origine in linea con la normativa vigente.

Data la natura occasionale con cui è previsto avvengano tali operazioni di pulizia, si ritiene che l'impatto sia temporaneo, di estensione locale e di entità trascurabile.

Le aree di impianto non sono interessate da copertura o pavimentazioni di sorta, e le sole aree impermeabili presenti sono quelle di sedime delle varie cabine di campo.

Le file di pannelli prevedono un interasse dei trackers di oltre 4,00 metri e a una distanza minima tra i moduli di circa 2,00 m in posizione orizzontale allo scopo di consentire la naturale permeabilità del suolo.

Le strutture che alloggiavano i pannelli sono ancorate a plinti costituiti da gabbioni zavorrati con materiale lapideo sfuso; pertanto, le caratteristiche sia la permeabilità che il drenaggio superficiale non sono interferiti e restano quelli allo stato naturale.

L'impatto derivante è considerato quindi nullo.

Flora, Fauna ed Ecosistemi

Fase di cantiere

I potenziali impatti sulla vegetazione correlati alla costruzione e dismissione dell'impianto sono collegabili alla rimozione del cotico erboso esistente, dovuta ai puntuali movimenti terra di regolarizzazione dei lotti e all'eventuale espianto di esemplari arborei, limitato ai 4 esemplari di eucalipto rilevati nel lotto 3.

Le mitigazioni previste a salvaguardia della flora e della vegetazione sono riassumibili come segue:

- esclusione e non interferenza con aree rilevanti da un punto di vista naturalistico, a norme di salvaguardia o incluse nella rete ecologica naturale
- non interferenza con aree popolate da esemplari di specie di flora minacciate o soggette a tutela
- esclusione di aree con colture agricole di pregio (oliveti secolari, vigneti tradizionali, frutteti, etc.)
- esclusione di aree agricole di pregio paesaggistico
- bagnatura periodica delle strade di cantiere allo scopo di ridurre l'emissione e la dispersione sugli apparati fogliari di polveri da parte dei mezzi impiegati
- progetto di reimpianto degli esemplari arborei che dovranno essere eventualmente espantati, lungo il perimetro dell'impianto ed impianto di altre specie autoctone. La presenza dei suddetti esemplari arborei esistenti e di nuovo impianto ed il mantenimento delle siepi e alberature lungo la viabilità esistente contribuiranno a non compromettere la connessione ecologica tra le aree agricole e boschive circostanti le aree di impianto e l'impianto stesso
- utilizzo della viabilità esistente allo scopo di limitare al massimo gli sbancamenti e l'asportazione di terreno erboso
- realizzazione di nuova viabilità di cantiere utilizzando materiali naturali stabilizzati.

Data la natura agricola intensiva delle aree di progetto, costituite perlopiù da aree agricole frammentate o incolte con scarsa vegetazione autoctona a causa dell'intensa attività antropica esercitata da lungo tempo, i potenziali impatti in fase di cantiere sulla componente fauna sono ravvisabili

- nel transito dei mezzi di cantiere,
- nel rumore causato dalle attività di cantiere
- nella sottrazione di suolo.

Tutti questi impatti possono essere considerati di breve durata per quanto riguarda il rumore ed il transito dei mezzi, in quanto limitati al tempo stimato per la realizzazione dell'impianto.

Sono impatti valutati di magnitudo bassa, con un'area di influenza locale (limitati all'area di impianto e a quelle limitrofe), temporanei e reversibili (al termine delle attività di costruzione non vi saranno elementi ostativi alla stanzialità e/o al passaggio delle specie faunistiche).

Le mitigazioni previste consistono in:

- esclusione di aree con presenza di elementi faunistici rilevanti. Inoltre, in fase di costruzione e dismissione, compatibilmente con le esigenze tecniche le attività saranno eseguite esclusivamente nel periodo diurno allo scopo di ridurre il potenziale impatto sulla componente in oggetto, evitando in tal modo anche potenziali disturbi causati dalle luci di cantiere
- le attività di costruzione e di smantellamento dell'impianto inoltre saranno programmate cercando di evitare i periodi di riproduzione delle specie faunistiche eventualmente riscontrate in sito;
- per l'esecuzione delle attività saranno prioritariamente opzionati i mezzi con il massimo rapporto di efficienza in termini di rumore e di consumi.

Fase di esercizio

Nel presente paragrafo verranno esaminate ed espone, oltre le risultanze di letteratura, anche le soluzioni progettuali previste nell'ambito di uno sviluppo agrivoltaico dei terreni.

Questo perché, come meglio si specificherà nel seguito, la loro implementazione ha un impatto diretto e positivo proprio sulle componenti ecosistemiche in esame, al punto da configurarsi al contempo come soluzioni di progetto e mitigazioni degli impatti valutati.

Al fine di valutare, in aree agricole, gli impatti dell'installazione di un impianto fotovoltaico sulle capacità di rigenerazione e di sviluppo dello strato di vegetazione autoctona presente al suolo, si espongono di seguito le considerazioni contenute negli studi di letteratura.

Il primo ha avuto come obiettivo la valutazione dei potenziali cambiamenti annuali su un habitat vegetativo tipo prato stabile (ossia habitat composto per la quasi totalità da specie erbacee e pertanto votato ad esempio ad attività di pascolo), a seguito dell'aumento di ombreggiamento al suolo conseguente l'installazione di un parco fotovoltaico di grandi dimensioni.

Lo studio sopra citato, oltre ad essere incentrato specificatamente sul tema in oggetto, risulta essere particolarmente esemplificativo in quanto condotto su una scala estremamente più ampia rispetto a quella del progetto in esame.

L'impianto monitorato ha una potenza di circa 250 MWp. Sebbene non si sia quantificata con esattezza l'entità dell'ombreggiamento che segue l'installazione di un impianto fotovoltaico a terra, valutazioni preliminari stimano approssimativamente che una porzione pari al 40÷45% della superficie coperta (equivalente alla proiezione sul piano orizzontale dei moduli) sarà parzialmente

ombreggiata, sebbene la configurazione mobile ad inseguimento solare permetta comunque il soleggiamento ciclico dell'intera superficie al disotto dei moduli.

In particolare, i moduli determineranno un ombreggiamento di circa il 40% a mezzogiorno, quando il sole è più alto nella volta celeste (lo zenith viene raggiunto solo all'equatore) raggiungendo picchi di circa 45% alle prime ore della mattina e nel tardo pomeriggio quando l'angolo di incidenza al suolo della radiazione solare sarà particolarmente basso.

Studi di settore mostrano che vari gradi di ombreggiamento possano incentivare lo sviluppo di svariate specie erbacee seminate, provocando una graduale modifica della composizione della comunità locale a vantaggio di specie erbacee a foglia larga e leguminose.

Ciò nonostante, ulteriori ricerche indicano che la variazione della luminosità non è la principale concausa della strutturazione del manto erboso rispetto ad altri fattori biotici e abiotici quali ad esempio: l'uso di fertilizzanti, l'apporto idrico, il clima, le interazioni biotiche (ossia la competizione interspecifica, nonché la presenza di erbivori) e l'accesso alle risorse nutritive.

Per quanto riguarda l'irraggiamento, la crescita vegetativa, essendo primariamente correlata all'efficienza fotosintetica, è maggiormente influenzata dalle variazioni della qualità della luce (ad esempio la variazione della quantità della radiazione nello spettro dell'infrarosso) piuttosto che dalla sua quantità.

Sebbene quindi il manto erboso cresca al disotto dei moduli fotovoltaici, nell'arco del periodo diurno questo sarà certamente raggiunto da una quantità sufficiente di radiazioni luminose entro un intervallo di lunghezza d'onda utile a consentire al meglio il naturale processo di organizzazione della materia inorganica nell'ambito delle reazioni di fotosintesi clorofilliana.

Nel corso dell'anno solare di osservazione, lo studio californiano si chiude rilevando che l'installazione di impianti fotovoltaici non integrati su ampie superfici aperte ha come principale effetto sulla comunità vegetale quello di incentivare l'insorgere di particolari forme di adattamento nelle specie autoctone (cambiamento delle dimensioni medie dell'apparato vegetativo, del contenuto di clorofilla ecc...) ed eventualmente consentire la colonizzazione da parte di ulteriori specie che non prediligono l'irraggiamento diretto.

In considerazione di quanto sopra esposto, al fine in ogni caso di disincentivare la diffusione di specie infestanti non autoctone pur supportando la biodiversità dell'ecosistema, si riportano di seguito alcuni contenuti tratti da uno studio il cui fine è quello di individuare una metodologia per consentire il mantenimento e/o l'aumento della copertura e del numero di specie autoctone nell'ambito di prati stabili.

Lo studio si è focalizzato su lotti di terreno superficialmente perturbati (banchine stradali, sentieri, pascoli ecc...) e particolarmente ricchi di infestanti diffusamente presenti anche in Italia quali cardi selvatici e in particolare il cosiddetto fiordaliso giallo (*Centaurea solstitialis*).

Le tecniche di intervento prescelte furono le seguenti: pascolo intensivo di ovini, incendi controllati seguiti dalla semina di specie erbacee locali, taglio manuale mirato, taglio con trinciatrice e applicazioni mirate di erbicidi.

Le analisi sono state effettuate su due aree contigue e circoscritte: un'area è stata sottoposta in maniera alternata alle tecniche sopracitate, mentre l'altra è stata lasciata integra al fine di confrontare i cambiamenti con la situazione non perturbata.

I risultati sono sintetizzati di seguito:

- taglio manuale mirato: riduce sensibilmente la densità delle infestanti, non ha invece effetto sulla copertura di specie autoctone e in entrambi i casi non sono state osservate variazioni nel numero di specie;
- trattamento mirato con erbicidi ad ampio spettro: riduce drasticamente la copertura delle specie infestanti ed ha modeste ripercussioni sul numero delle stesse, nonché sul numero e la densità delle specie autoctone;
- taglio con trinciatrice: riduce sensibilmente la copertura delle infestanti, ma non ha considerevoli effetti sul loro numero né sul numero e la densità di specie autoctone;
- pascolo intensivo di ovini (pecore e capre): riduce drasticamente la copertura delle infestanti a partire dal fiordaliso giallo e determina un lieve aumento nel numero di specie esotiche nonché nel numero e nella copertura di specie autoctone;
- incendi controllati e semina di specie erbacee autoctone: non hanno effetto sulla copertura delle specie infestanti, incrementano la copertura delle specie autoctone, e curiosamente incrementano il numero di entrambe.

Tutte le tecniche sopra elencate, eccetto gli incendi mirati e la semina di specie autoctone, riducono la copertura di infestanti a partire dal fiordaliso giallo.

Quand'anche inoltre l'approccio più efficace, economico e veloce per contrastare la densità delle infestanti sia l'utilizzo di erbicidi ad ampio spettro, tra le altre possibili opzioni la più interessante in termini di ecocompatibilità ed efficacia è il ricorso controllato al pascolo o, se quest'ultimo non fosse attuabile, il taglio ciclico del prato durante i periodi dell'anno più propizi per la riproduzione e la diffusione delle infestanti.

La superficie interessata dal progetto fotovoltaico è un terreno agricolo usualmente coltivata a foraggio, con cicli di rotazione annuali intercalati ad erbaio per il pascolo.

L'inizio dei lavori dell'impianto fotovoltaico in progetto sarà coordinato con i proprietari, per consentire di installare il cantiere in terreni sgombri, e quindi dopo la periodica raccolta del frumento o delle graminacee precedentemente seminate secondo la consueta gestione agricolturale ante operam.

Il progetto di valorizzazione agrovoltica qui previsto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra con tecnologia ad inseguimento monoassiale, organizzato in file nord-sud distanziate per consentire la coltivazione tra e sotto le fila e ottimizzare la produzione fotovoltaica.

Il progetto in studio prevede un impianto agrivoltico di ultima generazione che, per le sue caratteristiche costruttive, ha un impatto molto limitato sul suolo agricolo, consentendo la continuità nell'esercizio conveniente dell'agricoltura e la produzione di energia elettrica rinnovabile.

Considerati i dati progettuali, la copertura fotovoltaica lascia tra i filari una zona priva di ingombro di larghezza variabile in funzione dell'orario del giorno, dal 50% al 75%.

La fascia libera tra le file consente quindi la necessaria movimentazione dei mezzi meccanici per la gestione delle ordinarie attività di coltivazione del terreno e manutenzione dell'impianto.

Poiché la superficie di progetto rimarrà inerbita durante la vita utile dell'impianto, è possibile la coltivazione dell'intera superficie e la valorizzazione dell'agroecosistema attraverso una opportuna scelta delle colture.

In tale ottica il progetto prevede di coltivare tutto il terreno sotto i pannelli fotovoltaici attraverso la realizzazione di un prato polifita permanente, di durata illimitata, che risulterebbe ben adatto alle condizioni microclimatiche che si vengono a realizzare all'interno dell'impianto.

Tale scelta ha indubbi vantaggi in termini di:

- conservazione della qualità del suolo (accumulo di sostanza organica)
- incremento della biodiversità
- lo sviluppo di organismi terricoli (biota)
- la diffusione e la protezione delle api selvatiche
- il popolamento di predatori e antagonisti
- riduzione delle più comuni malattie fungine e parassitarie delle piante coltivate, e della fauna selvatica.

La redditività del prato polifita non risulterebbe alterata dalla presenza del fotovoltaico, al contrario si intravede la possibilità di aumentare la marginalità rispetto alle condizioni di pieno sole, e sarebbe possibile la conversione al metodo di coltivazione biologico per il ridotto apporto di input colturali richiesti dal prato.

La scelta della edificazione di un prato permanente stabile è dovuta alla risultanza della valutazione dei seguenti fattori:

- Caratteristiche fisico-chimiche del suolo agrario;
- Caratteristiche morfologiche e climatiche dell'area;
- Caratteristiche costruttive dell'impianto fotovoltaico;
- Vocazione agricola dell'area.

Gli obiettivi da raggiungere sono:

- Stabilità del suolo attraverso una copertura permanente e continua della vegetazione erbacea;
- Miglioramento della fertilità del suolo;
- Mitigazione degli effetti erosivi dovuti agli eventi meteorici soprattutto eccezionali quali le piogge intense;

- Realizzazione di colture agricole che hanno valenza economica per il pascolo e la fauna selvatica;
- Tipologia di attività agricola che non crea problemi per la gestione e manutenzione dell'impianto fotovoltaico;
- Operazioni colturali agricole semplificate e ridotte di numero;
- Favorire la biodiversità creando anche un ambiente idoneo per lo sviluppo e la diffusione di insetti pronubi e animali di piccola taglia.

In ottica di ulteriore sviluppo futuro, la produzione di foraggio dall'impianto, che si caratterizza così come agrivoltaico e di erbai intensivi nella parte rimanente dell'azienda consentirebbe di realizzare una ottimale sinergia con allevamenti di ovini dell'area circostante.

La presenza dei pannelli fotovoltaici determina alcune modificazioni microclimatiche riferibili alla disponibilità di radiazione, alla temperatura e all'umidità del suolo, che possono avere effetti positivi, nulli o negativi, in funzione delle specifiche esigenze della specie coltivata.

La radiazione solare è un fattore essenziale per le piante, garantendo lo svolgimento della fotosintesi clorofilliana, l'accrescimento e la produzione dei prodotti agricoli.

Le piante, tuttavia, utilizzano solo una minima parte della radiazione solare, dal 2 al 5%, ed in particolare possono impiegare per la fotosintesi solo la frazione visibile, definita PAR (radiazione fotosinteticamente attiva), compresa tra 400 e 700 nm di lunghezza d'onda, che è pari a circa il 40% della radiazione globale.

Le piante peraltro riflettono alla superficie delle foglie il 25% della radiazione globale, pari al 10% della radiazione visibile PAR.

Va sottolineato che, in condizioni normali di pieno sole, la radiazione globale che raggiunge la superficie del terreno si compone per metà di radiazione diretta, e per metà di radiazione diffusa priva di direzione prevalente.

La presenza del pannello fotovoltaico riduce la percentuale di radiazione diretta, ovvero quella che raggiunge direttamente il suolo, con intensità variabile in funzione della distanza dal filare fotovoltaico, del momento del giorno e del periodo dell'anno, mentre aumenta la quantità di radiazione diffusa.

Nel presente impianto si stima che la riduzione media annua della radiazione diretta sia dell'80% nelle zone immediatamente adiacenti al filare (fino a circa 1 m di distanza), mentre nella zona centrale sia solamente del 35-40%.

In realtà, queste riduzioni devono considerarsi meno marcate nel periodo primaverile- estivo durante il quale si realizza lo sviluppo delle maggior parte delle piante coltivate essendone soddisfatte le esigenze termiche, per effetto del maggior angolo di elevazione solare.

Inoltre, la tipologia mobile del pannello fotovoltaico adottata in progetto, per effetto di riflessione consente alle piante coltivate di sfruttare la radiazione sia riflessa che diffusa dai pannelli stessi.

In generale, si considerano piante con elevate esigenze di intensità di radiazione i cereali, le piante da zucchero, le specie oleaginose, da fiore e da frutto.

Sono invece considerate sciafile, con basse esigenze luminose, le specie da fibra, le piante foraggere e alcune piante orticole, nelle quali l'elevata fittezza di semina e l'ombreggiamento sono realizzati agronomicamente per accentuare l'allungamento dei fusti e quindi la produzione di fibra, foraggio e foglie, per effetto della maggiore presenza dell'ormone della crescita (auxina) che è foto-labile.

Nell'insalata, ad esempio, un leggero ombreggiamento aumenta lo sviluppo fogliare e riduce lo spessore delle foglie, rendendo il prodotto anche di migliore qualità commerciale.

In riferimento alla temperatura dell'aria, questa rappresenta la diretta conseguenza della radiazione solare.

Sebbene sia lecito attendersi una riduzione dei valori termici dell'atmosfera in zone ombreggiate rispetto alle zone in pieno sole, anche di 3-4 °C, l'ombreggiamento determina generalmente uno sfasamento termico, con un ritardo termico al mattino in fase di riscaldamento dell'atmosfera, e un rallentamento del raffreddamento pomeridiano-serale.

Al di sotto dell'impianto fotovoltaico, inoltre, è lecito attendersi una maggiore umidità relativa dell'aria al mattino, e minore nel tardo pomeriggio-sera rispetto a zone in pieno sole.

L'ombreggiamento delle colture è una pratica agricola molto utilizzata, ad esempio nelle serre per ridurre le temperature nel periodo estivo tramite reti ombreggianti (dal 30 al 50% di ombreggiamento) o pannelli fotovoltaici; l'ombreggiamento riduce la percentuale di nicotina nel tabacco e, nelle serre serve per favorire la colorazione rossa del pomodoro che sarebbe ostacolata da temperature troppo elevate.

Ogni specie vegetale necessita di una specifica temperatura minima per accrescersi, il cosiddetto zero di vegetazione.

Oltre questa base termica, l'accrescimento accelera all'aumentare della temperatura fino ad una temperatura ottimale, specifica per ciascun stadio di sviluppo, oltre la quale l'accrescimento rallenta fino ad arrestarsi (temperatura massima).

Le elevate temperature estive, oltre la temperatura massima, possono quindi danneggiare l'accrescimento delle piante, condizione che si sta progressivamente accentuando in pieno sole a causa del cambiamento climatico.

Per mitigare questi effetti, numerosi studi scientifici oggi sono concordi nel suggerire l'introduzione nei sistemi agricoli di filari alberati e siepi a distanza regolare, proprio per attenuare l'impatto negativo delle elevate temperature e della carenza idrica estive.

Una funzione analoga può essere svolta dall'impianto agri-fotovoltaico.

In funzione delle esigenze termiche, le piante vengono raggruppate in microterme, generalmente a ciclo autunno-primaverile, aventi modeste esigenze termiche, e macroterme, piante estive che necessitano di temperature mediamente più elevate.

I cereali microtermi (frumento, orzo, avena, segale) e molte specie foraggere graminacee (erba mazzolina in particolare, ma anche loiessa, loietto inglese, poa, festuca arundinacea, coda di topo, etc.), che hanno zero di vegetazione molto bassi, vicini a 1-2 °C, trarrebbero vantaggio dalla condizione di parziale ombreggiamento che si realizza in un impianto agrivoltaico.

Ne sarebbero comunque avvantaggiate anche le specie macroterme per la riduzione dei picchi di temperatura estivi e per la riduzione dell'evapotraspirazione, consentendo peraltro una riduzione dell'apporto irriguo artificiale.

Il parziale ombreggiamento del suolo riduce il riscaldamento estivo del suolo stesso con effetti positivi sull'accrescimento delle radici, che possiedono un ottimo di temperatura per l'accrescimento inferiore rispetto alla parte aerea della pianta (16°C in molti cereali autunno-primaverili); in tali condizioni le radici possono accrescersi maggiormente anche grazie alla maggiore umidità e minore tenacità del terreno.

Nel periodo invernale, invece, ci si attende che la presenza del fotovoltaico, mantenga la temperatura del suolo leggermente più elevata rispetto al pieno sole poiché le ali fotovoltaiche riflettono le radiazioni infrarosse (raggi caloriferi) emesse dalla terra durante il raffreddamento notturno, e questo permette un sensibile accrescimento delle piante microterme anche nei periodi più freddi dell'anno.

Ne trarrebbero vantaggio in particolare le piante foraggere microterme.

Allo stato attuale esistono limitate informazioni in merito agli effetti dell'ombreggiamento per la maggior parte delle piante erbacee coltivate, ed i dati disponibili derivano da studi di consociazione di specie erbacee con piante arboree organizzate in filari, e da pochi e giovani impianti agrivoltaici.

Le colture meno penalizzate dalla presenza del fotovoltaico sono quelle microterme e sciafile.

Con una percentuale di riduzione della radiazione del 50%, comparabile a quella che si realizzerà nell'impianto agrivoltaico in oggetto, sono state rilevate produttività uguali o addirittura superiori al pieno sole in specie graminacee foraggere microterme, ed una moderata riduzione, dell'ordine del 20-30%, in specie macroterme foraggere sia graminacee (es. mais, sorgo, panico, setaria, etc.) che leguminose (es. trifoglio bianco, trifoglio violetto, erba medica, etc.), e in lattuga.

L'evapotraspirazione è definita dalla somma delle perdite di acqua per evaporazione dal terreno e di traspirazione fogliare.

Delle due, solo la perdita dalla pianta è utile all'accrescimento delle piante poiché mantiene gli stomi aperti, e quindi consente gli scambi gassosi utili alla fotosintesi (ingresso di anidride carbonica nella foglia).

In condizioni di ombreggiamento è lecito attendersi una riduzione della traspirazione fogliare, e in modo più marcato, una riduzione dell'evaporazione dal terreno, determinando un aumento dell'efficienza d'uso delle riserve idriche del suolo.

In frumento è stato stimato che al 50% di ombreggiamento si verifichi una riduzione del 30-35% dell'evapotraspirazione, con un risparmio di circa 200 mm di acqua rispetto ai 600 mm normalmente richiesti dalla coltura in pieno sole nei territori della Pianura Padana.

Poiché in Italia, la carenza idrica in fase di riempimento della granella ha conseguenze negative marcate sulla resa e sulla qualità ("stretta del grano"), il parziale ombreggiamento che si realizza nel sistema agri-voltaico deve essere considerato positivamente per questa coltura.

Il sistema agri-voltaico proposto rappresenta un piano di miglioramento e modernizzazione aziendale inquadrabile come Agricoltura 5.0.

Il progetto prevede di installare inseguitori solari mono-assiali nei quali, contrariamente a quanto avviene con il fotovoltaico tradizionale (pannelli fissi rivolti verso sud) che presenta una zona d'ombra concentrata in corrispondenza dell'area coperta dai pannelli stessi, vi è una fascia d'ombra che si sposta con gradualità durante il giorno da ovest a est sull'intera superficie del terreno.

Come conseguenza non si vengono a creare zone costantemente ombreggiate o costantemente soleggiate.

Date le premesse su esposte in merito alla risposta delle piante all'ombreggiamento, nell'impianto agrivoltaico in oggetto si prevede di coltivare un prato polifita permanente destinato alla produzione di foraggio per la vendita o alternativamente al pascolo di greggi ovini provenienti da allevamenti estensivi, a seconda delle contingenze.

Tale scelta, incontra un elevato livello di naturalità e di rispetto ambientale per effetto del limitatissimo impiego di input colturali, consente di attirare e dare protezione alla fauna e all'entomofauna selvatica, in particolare le api, e rappresenta la migliore soluzione per coltivare l'intera superficie di terreno e ottenere produzioni analoghe a quelle che si raggiungerebbero in pieno sole.

Va evidenziato, infatti, che negli impianti agrivoltaici ad inseguimento solare esistenti viene coltivato solamente la fascia centrale, corrispondente al 70% della superficie, mentre vengono mantenute inerbite le fasce di rispetto immediatamente adiacenti al filare.

In aggiunta e in sinergia con la coltivazione del prato polifita permanente, si prevede di implementare una attività di allevamento ad api, con ritorni positivi sia suoi economici che di potenziamento e tutela della biodiversità.

Tale scelta, incontra un elevato livello di naturalità e di rispetto ambientale per effetto del limitatissimo impiego di input colturali, consente di attirare e dare protezione alla fauna e all'entomofauna selvatica, in particolare le api, e rappresenta la migliore soluzione per coltivare l'intera superficie di terreno e ottenere produzioni analoghe a quelle che si raggiungerebbero in pieno sole.

Inoltre, è la naturale integrazione, completamento e rafforzamento dell'attuale area a pascolo che ricopre la parte dell'impianto non utilizzata per l'installazione dei tracker, sia in termini agronomici che ecosistemici.

La coltivazione scelta è quella della produzione di foraggio con prato permanente (detto anche prato stabile). Le superfici oggetto di coltivazione attuale (ante operam) non sono irrigue e pertanto si prevede una tecnica di coltivazione in "asciutto", cioè tenendo conto solo dell'apporto idrico dovuto alle precipitazioni meteoriche.

La produzione foraggera può essere realizzata in vario modo, con prati monofiti (formati da una sola essenza foraggera), prati oligofiti (formati da due o tre foraggere) e prati polifiti, che prevedono la coltivazione contemporanea di molte specie foraggere.

In base alla durata si distinguono: erbai, di durata inferiore all'anno; prati avvicendati, di durata pluriennale, solitamente 2-4 anni; permanenti, di durata di alcuni decenni o illimitata.

Per garantirne una durata prolungata, la stabilità della composizione floristica e una elevata produttività, i prati permanenti possono essere periodicamente traseminati nel periodo autunnale senza alcun intervento di lavorazione del terreno (semina diretta).

Il prato polifita permanente, ritenuto la miglior scelta per l'impianto agrivoltaico in progetto, si caratterizza per la presenza sinergica di molte specie foraggere, generalmente appartenenti alle due famiglie botaniche più importanti, graminacee e leguminose, permettendo così la massima espressione di biodiversità vegetale, a cui si unisce la biodiversità microbica e della mesofauna del terreno, e quella della fauna selvatica che trova rifugio nel prato (volpi, lepri, etc.).

Molte leguminose foraggere, come il trifoglio pratense, il trifoglio bianco ed il trifoglio incarnato, ed il ginestrino, sono anche piante mellifere, potendo fornire un ambiente edafico e di protezione idoneo alle api selvatiche e all'ape domestica.

In merito al potere mellifero, il trifoglio pratense è classificato come specie di classe III, mentre il ginestrino di classe II, potendo fornire rispettivamente da 51 a 100 kg miele e da 25 a 50 kg di miele per ettaro.

Il prato polifita permanente non necessita di alcuna rotazione e quindi non deve essere annualmente lavorato come avviene negli altri seminativi, condizione che favorisce la stabilità del biota e la conservazione/aumento della sostanza organica del terreno, e allo stesso tempo la produzione e la raccolta del foraggio.

Diversamente da quello che si potrebbe pensare, questa condizione mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso con conseguente arricchimento sia in termini di biodiversità che di quantità della biofase del terreno, rappresentando un indubbio miglioramento rispetto all'attuale rotazione grano/foraggio con cui vengono condotti i terreni di progetto.

Il cotico erboso permanente consente anche un agevole passaggio dei mezzi meccanici utilizzati per la pulizia periodica dei pannelli fotovoltaici anche con terreno in condizioni di elevata umidità.

Le piante che costituiscono il prato permanente variano in base al tipo di terreno e alle condizioni climatiche e saranno individuate dopo un'accurata analisi pedologica e biochimica.

In generale, si può dire che verrà impiegato un miscuglio di graminacee e di leguminose:

- le graminacee, a rapido accrescimento dopo lo sfalcio, sono ricche di energia e di fibra;
- le leguminose sono molto importanti perché fissano l'azoto atmosferico, in parte cedendolo alle graminacee e fornendo una ottimale concimazione azotata del terreno, e offrono un foraggio di elevato valore nutritivo grazie alla abbondante presenza di proteine.

La prevalenza di specie vegetali scelte per la costituzione del prato permanente stabile apparterrà alla famiglia delle leguminosae, e pertanto aumenteranno la fertilità del terreno principalmente grazie alla loro capacità di fissare l'azoto.

Le graminacee considerate hanno funzione di supporto prevalentemente ai fini faunistici.

La tipologia di piante scelte ha ciclo poliennale, a seguito anche della loro capacità di autorisemina (in modo particolare il trifoglio sotterraneo ed il loietto perenne), consentendo così la copertura del suolo in modo continuativo per diversi anni dopo la prima semina.

Per massimizzare la produzione e l'adattamento del prato alle condizioni di parziale ombreggiamento sarà opportuno impiegare due diversi miscugli, uno per la zona centrale dell'interfilare e uno, più adatto alla maggior riduzione di radiazione solare, per le fasce adiacenti il filare fotovoltaico e le zone limitrofe all'interno dell'impianto.

Pur tuttavia, l'impiego di un unico miscuglio con un elevato numero di specie favorirà la selezione naturale di quelle più adatte a diverse distanze dal filare fotovoltaico in funzione del gradiente di soleggiamento/ombreggiamento.

Una volta giunto a matura crescita il prato stabile polifita, si potranno scegliere due metodi per la gestione della biomassa vegetale:

1. cicli stagionali di sfalcio e raccolta del foraggio in balle per la vendita ad allevamenti di bovini e ovini
2. consumo periodico in situ delle erbe utilizzando il pascolo di greggi ovini (pascolo libero vagante).

Opzione 1 - sfalcio stagionale

I prati stabili di pianura gestiti in regime non irriguo possono fornire 2-3 sfalci all'anno con produzioni medie pari a 8-10 tonnellate per ettaro di fieno, derivanti principalmente dal primo sfalcio, e fino a 4-5 sfalci, con una produzione complessiva di 12-14 tonnellate, in irriguo.

Tradizionalmente gli sfalci vengono denominati, in ordine cronologico, maggengo, agostano, terzuolo e quartiolo. Il maggengo, come detto, è il primo e viene ottenuto nella prima metà del mese di maggio. Gli altri cadono a intervallo variabile dai 35-40 giorni per i prati irrigui e fino a 50-60 giorni per quelli asciutti, anche in funzione dell'andamento pluviometrico. Il primo e l'ultimo sfalcio forniscono un foraggio ricco di graminacee (microterme), mentre le leguminose (macroterme) prevalgono nei mesi estivi.

Essendo un erbaio di prato stabile non irriguo sono ipotizzabili un numero massimo di due periodi durante i quali le piante completerebbero il loro ciclo vitale.

Si prevede una fioritura a scalare che, a seconda dell'andamento climatico stagionale, può avere inizio ad aprile-maggio. Pertanto, oltre alla produzione di foraggio tardo primaverile (fine maggio normalmente), nel caso di adeguate precipitazioni tardo-primaverili ed estive, è ipotizzabile effettuare una seconda produzione a fine agosto – settembre.

Il fieno ricavato verrà utilizzato prevalentemente per l'alimentazione dei bovini, ma potrà essere usato anche in allevamenti ovini.

Date le parziali condizioni di ombreggiamento, per accelerare il processo di essiccazione del foraggio si può prevedere di utilizzare la fienagione in due tempi, con appassimento dell'erba in campo e completamento dell'essiccazione in fienile, da implementare in futuro con un sistema di ventilazione forzata che sfrutta l'energia elettrica prodotta dal fotovoltaico.

Tale sistema riduce notevolmente le perdite meccaniche durante le operazioni di rivoltamento e di raccolta e fornisce un prodotto di qualità superiore, in particolare più ricco di proteine per effetto della limitata perdita di foglie, rispetto alla fienagione tradizionale.

I prati stabili presentano una varietà di specie molto più elevata rispetto ai prati avvicendati, nei quali in genere si coltiva erba medica, i trifogli e il loietto.

Per questo motivo, in alcune regioni italiane i prati stabili sono diventati e divengono oggetto di tutela normativa dopo 5 anni di permanenza continuativa, allo scopo di proteggerne la biodiversità floristica e faunistica.

Il prato polifita potrà essere seminato in autunno (settembre-ottobre) al termine della messa in opera dell'impianto fotovoltaico, comprensivo di plinti zavorrati e ali fotovoltaiche, previa ripuntatura del terreno ed erpicatura.

La semina verrà realizzata con seminatrici a file o a spaglio al dosaggio di 35-40 kg/ha di semente con miscugli costituiti da 8-12 specie e varietà di foraggiere graminacee e leguminose.

Si adotterà una elevata biodiversità nella realizzazione del miscuglio, utilizzando le seguenti specie graminacee (loietto italico e loietto inglese, erba fienarola, festuca, erba mazzolina, fleolo) e leguminose (trifoglio pratense, trifoglio bianco, trifoglio incarnato, ginestrino)

Nel caso si opti per la raccolta mediante sfalcio e imballatura, le operazioni meccaniche di fienagione saranno realizzate con trattori di medio-bassa potenza (40- 60 CV) di piccole dimensioni facilmente manovrabili all'interno degli interfilari.

Le operazioni di sfalcio con barre falcianti frontali o laterali consentiranno di svolgere le operazioni fino a ridosso del filare fotovoltaico.

Le successive fasi di rivoltamento e andanatura del foraggio, da svolgere rispettivamente con macchine spandivolfafieno e andanatori, sono agevolate dalla modesta altezza di tale attrezzature (massimo 75-80 cm), che possono compiere il lavoro anche sotto i pannelli fotovoltaici.

La permanenza del foraggio in campo e il numero di rivoltamenti sarà contenuto, nel caso si intende valorizzare la qualità del foraggio attraverso la fienagione in due tempi in sostituzione della fienagione tradizionale, con pre-appassimento in campo e successivo completamento dell'essiccazione attraverso idoneo impianto.

Il foraggio ottenuto sarebbe di maggiore quantità per effetto della minimizzazione delle perdite meccaniche, e di migliore qualità (contenuto proteico) potendo preservare da rotture e perdite soprattutto le parti più nobili e ricche di proteine del foraggio (foglie).

Le macchine per la raccolta, essenzialmente rotoimballatrici, sono comunemente di larghezza e dimensioni contenute, compatibili con la movimentazione in campo rispetto ai dati progettuali dell'impianto fotovoltaico (larghezza interfila, altezza delle ali fotovoltaiche e loro rotazione).

Va tenuto comunque in considerazione che eventuali particolari necessità di movimentazione di attrezzature di dimensioni maggiori, ivi compreso il sistema di carico e trasporto delle rotoballe di fieno, è possibile attraverso il bloccaggio delle ali fotovoltaiche in posizione completamente a est o ad ovest.

Nel caso invece non si voglia eseguire l'essiccazione in due fasi, l'erba sfalciata verrebbe lasciata ad essiccare sul terreno e poi raccolta e imballata secondo le modalità e con i macchinari già descritti.

Il foraggio prodotto in azienda dal sistema agri-voltaico potrà essere commercializzato e destinato, come detto, all'alimentazione di diverse tipologie di animali (bovini, ovini, equini, conigli, etc.).

L'elevata qualità del foraggio ottenuto con l'essiccazione in due tempi consentirebbe di ottenere una marginalità superiore rispetto ai prezzi medi di mercato.

La presenza di ampi spazi non utilizzati per l'impianto fotovoltaico permetterebbe anche la creazione di stalle per allevamento di bovini o ricovero di ovini.

L'ipotesi di sviluppare la filiera di produzione della carne aumenterebbe significativamente il margine lordo aziendale senza ulteriori investimenti.

Quelle qui indicate sono azioni di potenziale sviluppo che andranno però scelte e definite dopo l'autorizzazione dell'impianto.

Opzione 2 - pascolo libero vagante

Considerato che obiettivo primario è quello di mantenere la continuità ed il livello di efficienza produttiva della copertura vegetale del terreno per ottimizzare le performances di protezione del suolo, si ritiene tecnicamente altrettanto valido ed opportuno svolgere una attività pascoliva (ovini) sull'intera superficie.

Il pascolo consentirebbe una naturale ed efficiente manutenzione dell'area con una forte valorizzazione economica delle biomasse di foraggio prodotte senza che ci sia bisogno di lavorazioni meccaniche per la raccolta del foraggio.

La produzione di foraggio avrebbe dunque funzione pabulare per attività di pascolo ovino a carattere temporaneo (pascolo vagante), pertanto si avrebbe una gestione dell'attività zootecnica affidata ad allevatore professionale esterno.

Il pascolo ovino di tipo vagante è la soluzione ecocompatibile ed economicamente sostenibile che consente di valorizzare al massimo le potenzialità agricole del parco fotovoltaico.

Le finalità nonché gli obiettivi dell'attività pascoliva sono:

- Mantenimento e ricostituzione del prato stabile permanente attraverso l'attività di brucatura ed il rilascio delle deiezioni (sostanza organica che funge da concime naturale) degli animali;
- L'asportazione della massa vegetale attraverso la brucatura delle pecore ha notevole efficacia in termini di prevenzione degli incendi;
- Valorizzazione economica attraverso una attività zootecnica tipica dell'area;
- Favorire e salvaguardare la biodiversità delle razze ovine locali.

L'attività di pascolo nell'area di progetto necessita che venga svolta con una certa continuità nel periodo autunnale-invernale e, successivamente al periodo di fioritura prevista del prato stabile permanente di leguminose messo a coltura.

Nello specifico per il prato stabile permanente a prevalenza di leguminose sono previste due produzioni annue, la prima in primavera e la seconda nel periodo estivo.

Il pascolo del prato permanente deve essere effettuato successivamente alla fioritura delle specie vegetali seminate al fine di consentire l'attività impollinatrice e produttiva delle api.

La scelta delle razze ovine da utilizzare è condizionata fortemente dall'esigenza di favorire lo sviluppo di un'attività zootecnica legata alle radicate tradizioni territoriali nell'ottica della tutela della biodiversità e la conservazione dei genotipi autoctoni. In un ambito di operatività proteso verso la sostenibilità ecologica, nell'ambito degli erbivori domestici, ogni razza è caratterizzata da una diversa capacità selettiva e da percorsi preferenziali e di sosta.

L'attività di pascolamento in particolari habitat è stata riconosciuta quale fattore chiave nella conservazione di quegli stessi habitat semi-naturali di altissimo valore ecologico; inoltre il pascolamento da parte delle razze autoctone ha un basso impatto sulla biodiversità vegetale ed ha, di contro, un effetto benefico nel creare condizioni favorevoli per l'avifauna erbivora ed insettivora.

Da quanto riportato risulta evidente come l'attività economica zootecnica del pascolo sia sostenibile dal punto di vista agro-ambientale.

Affinché l'attività di pascolo sia anche economicamente sostenibile per le finalità afferenti alla gestione del parco fotovoltaico, risulta essere necessario (come già accennato in precedenza) affidare l'attività pascoliva ad imprenditore agricolo- zootecnico che disponga di strutture adeguate (ovile, sale mungitura, ecc..) nelle immediate vicinanze dell'area di pascolo.

Apicoltura

Al fine di ottimizzare le operazioni di valorizzazione ambientale ed agricola dell'area a completamento di un indirizzo programmatico gestionale che mira alla conservazione e protezione dell'ambiente nonché all'implementazione delle caratterizzazioni legate alla biodiversità, si intende avviare un allevamento di api stanziale.

La messa a coltura del prato stabile e le caratteristiche dell'areale in cui si colloca il parco fotovoltaico, crea le condizioni ambientali idonee affinché l'apicoltura possa essere considerata una attività zootecnica economicamente sostenibile.

L'ape è un insetto, appartenente alla famiglia degli imenotteri, al genere *Apis*, specie mellifera (*adamsonii*). Si prevede l'allevamento dell'ape italiana o ape ligustica (*Apis mellifera ligustica*) che è una sottospecie dell'ape mellifera (*Apis mellifera*), molto apprezzata internazionalmente in quanto particolarmente prolifica, mansueta e produttiva.

Di seguito si analizzano i fattori ambientali ed economici per il dimensionamento dell'attività apistica, considerando nel calcolo della PLV (Produzione Lorda Vendibile) la sola produzione di miele.

L'attività apistica ha come obiettivo primario quella della tutela della biodiversità e pertanto non si prevede lo sfruttamento massivo delle potenzialità tipico degli allevamenti zootecnici intensivi, facendo svolgere all'apicoltura una funzione principalmente di valenza ambientale ed ecologica.

Si definisce potenziale mellifero di una pianta la quantità teorica di miele che è possibile ottenere in condizioni ideali da una determinata estensione di terreno occupata interamente dalla specie in questione.

Conoscendo il numero di fiori presenti in un ettaro e la quantità di nettare prodotto da un fiore nella sua vita, e considerando che gli zuccheri entrano a far parte della composizione media del miele in ragione dell'80% (cioè 0,8 Kg zuccheri = 1 Kg miele), si applica la seguente formula:

$$\text{Kg miele/ha} = \text{Kg zucchero/ha} \times 100/80$$

Il valore così calcolato non tiene conto di tutti quegli eventi negativi che tendono ad abbassarlo (condizioni climatiche sfavorevoli ecc...) né può ovviamente fornire previsioni dirette sulla quantità di miele che l'apicoltore può realmente ottenere: su questa incidono infatti vari fattori quali l'appetibilità della specie, la concorrenza di altri pronubi (diurni e notturni), il consumo di miele da parte della colonia stessa per la propria alimentazione, lo sfruttamento più o meno oculato della coltura (n. di arnie per ettaro e la loro disposizione), ecc... .

Tuttavia, sulla base dei dati riscontrati in letteratura, è possibile raggruppare le varie specie studiate secondo classi di produttività concepite così come riportato nella seguente tabella:

CLASSE	POTENZIALE MELLIFERO (Kg/Ha di miele)
I	meno di 25
II	da 26 a 50
III	da 51 a 100
IV	da 101 a 200
V	da 201 a 500
VI	oltre 500

Nello specifico, nel valutare e definire il potenziale mellifero per la vegetazione presente nell'area di progetto si è tenuto conto di diversi fattori quali:

- Specie vegetali utilizzate per la messa a coltura del prato stabile permanente di leguminose e loro proporzione nel miscuglio;
- Piante mellifere caratterizzanti la vegetazione spontanea;
- Caratterizzazione Agro-ambientale (clima, coltivazioni agrarie, ecc..).

Il potenziale mellifero è estremamente variabile rispetto ad alcuni parametri: condizioni meteo (vento, pioggia, ...), temperature (sotto i 10 gradi molte piante non producono nettare), umidità del suolo e dell'aria, caratteristiche del suolo (alcune piante pur crescendo in suoli non a loro congeniali, non producono nettare), posizione rispetto al sole e altitudine, ecc...

Naturalmente per avere un dato quanto più attendibile, sarebbe opportuno fare dei rilievi floristici di dettaglio per più anni di osservazione (calcolo del numero di fiori per specie e per unità di superficie, periodo di fioritura, ecc..).

Pertanto, in base alle criticità individuate, si reputa opportuno considerare il potenziale mellifero minimo di quello indicato in letteratura.

La sottostima del dato consente di fare valutazioni economiche prudenziali, abbassando notevolmente i fattori di rischio legati all'attività d'impresa.

Nella tabella seguente si riporta il nome delle piante mellifere afferenti al prato stabile permanente e non alla vegetazione spontanea con il riferimento del periodo di fioritura, della classe e del potenziale mellifero.

FAMIGLIA	SPECIE	FIORITURA	CLASSE	POTENZIALE MELLIFERO (Kg/ha di miele)
LEGUMINOSAE	<i>Medicago sativa L.</i>	V-IX	V	250
LEGUMINOSAE	<i>Hedysarum coronarium L.</i>	V	V	250
LEGUMINOSAE	<i>Trifolium subterraneum L.</i>	IV-IX	III	60

Nella tabella non viene preso in considerazione il loietto permanente in quanto non è pianta mellifera.

Una volta definito il potenziale mellifero delle principali piante prese in considerazione, si rapporta la produzione di miele unitaria all'intera superficie di riferimento progettuale. Dal calcolo viene escluso il potenziale mellifero del sistema agro-ambientale extra-progetto.

La superficie destinata alle opere di mitigazione ambientale sicuramente incide nella valutazione del potenziale mellifero complessivo, ma non è definibile in modo statisticamente valido l'apporto dei dati inerenti alla vegetazione.

La quantità di miele prodotto da un'arnia è molto variabile: si possono ottenere dalla smielatura di un'arnia stanziale in media 10-15 Kg di miele all'anno, con punte che oltrepassano i 40 Kg.

Come per il polline, anche per il nettare l'entità della raccolta per arnia è in linea di massima proporzionale alla robustezza e alla consistenza numerica della colonia e segue nel corso dell'anno un andamento che è correlato con la situazione climatica e floristica.

Anzi in questo caso il fattore clima è di importanza ancora più rilevante, in quanto, come già detto, influisce direttamente sulla secrezione nettariifera. Se ad esempio i valori di umidità relativa si innalzano oltre un certo limite, la produzione di nettare è elevata, ma esso è anche più diluito e per ottenere la stessa quantità di miele le api devono quindi svolgere un lavoro molto maggiore.

Per l'area di progetto è ipotizzabile un carico di n. 2-3 arnie ad ettaro (numero ottimale in funzione del tipo di vegetazione).

Oltre al numero di alveari/arnie per ettaro acquista molta importanza anche la loro disposizione all'interno della coltura.

Il raggio di azione della bottinatrice di nettare è molto più ampio di quello della bottinatrice di polline: normalmente; infatti, può estendersi fino a 3 chilometri, e in condizioni particolari può essere largamente superato.

Il raggio di volo degli altri apoidei, escluso i bombi che possono volare per distanze più rilevanti, è in genere limitato, circoscritto a poca distanza dal nido, da poche decine di metri a 200-300 metri.

Gli elementi che bisogna considerare per l'ubicazione e posizionamento degli alveari per l'apicoltura stanziale, posso essere così elencati:

1. Scegliere un luogo in cui sono disponibili sufficienti risorse nettariifere per lo sviluppo e la crescita delle colonie. Se possibile evitare campi coltivati con monocolture dove si pratica la coltura intensiva.
2. L'apiario deve essere installato lontano da strade trafficate, da fonti di rumore e vibrazioni troppo forti e da elettrodotti. Tutti questi elementi disturbano la vita e lo sviluppo della colonia.
3. Luoghi troppo ventosi o dove c'è un eccessivo ristagno di umidità sono vivamente sconsigliati. Troppo vento non solo disturba le api, contribuendo a innervosirle e ad aumentarne l'aggressività, ma riduce la produzione di nettare. Per contro, troppa umidità favorisce l'insorgenza di micosi e patologie.
4. Accertarsi della disponibilità di acqua corrente nelle vicinanze, altrimenti predisporre degli abbeveratoi con ricambio frequente dell'acqua. L'acqua serve in primavera per l'allevamento della covata, e in estate per la regolazione termica dell'alveare. In primavera le api abbandonano la raccolta d'acqua quando le fioriture sono massime.
5. Preferire postazioni che si trovano al di sotto della fonte nettariifera da cui attingono le api. In tal modo, saranno più leggere durante il volo in salita e agevolate nel volo di ritorno a casa, quando sono cariche di nettare e quindi più pesanti.
6. Posizionare le arnie preferibilmente dove vi è presenza di alberi caducifoglie. Questo tipo di vegetazione è davvero ottimale, in quanto permette di avere ombra d'estate, evitando così eccessivi surriscaldamenti degli alveari, ma allo stesso tempo in inverno i raggi del sole possono scaldare le famiglie senza essere ostacolati e schermati da fronde sempreverdi. Anche in questo caso, però, si può intervenire artificialmente creando tettoie o ripari per proteggere le api dalla calura estiva o sistemi di coibentazione per il freddo.
7. Una volta scelto il luogo è anche importante il posizionamento delle arnie. Sicuramente è importantissimo che le arnie siano rivolte a sud e che siano esposte al sole almeno nelle ore mattutine. Questo favorisce la ripresa dell'attività delle api. Ottimo sarebbe se ricevessero luce anche nel pomeriggio, soprattutto d'inverno.
8. Dopo aver scelto la direzione, bisogna considerare il posizionamento vero e proprio. Per poter limitare il fenomeno della deriva è utile posizionare le arnie lungo linee curve, a semicerchio, in cerchio, a ferro di cavallo, a L o a S. Inoltre, bisogna avere l'accortezza di disporre le cassette in modo da intercalarne i colori per non confondere ulteriormente le api.
9. Bisogna considerare la distanza da terra e fra le arnie stesse. Non bisogna posizionarle troppo vicino al suolo perché altrimenti si favorirebbe il ristagno di umidità. L'opzione migliore è quella di metterle su blocchi singoli perché se poggiassero su traversine lunghe le eventuali vibrazioni, indotte su un'arnia si propagherebbero alle arnie contigue. Generalmente, inoltre, le arnie devono essere posizionate a 35-40 cm l'una dall'altra e, se disposte in file, deve esserci una distanza di almeno 4 m. In generale, si consiglia sempre di non avere apiari che eccedano di molto le 50 unità.
10. È necessario evitare ostacoli davanti alle porticine di volo delle arnie, siano essi erba alta, arbusti o elementi di altra natura. Questi ovviamente disturbano le api e il loro lavoro.

In base alle precauzioni sopra riportate e in funzione della morfologia e l'uso del suolo definitivo dell'area di progetto, si ritiene opportuno posizionare le arnie in area dove vi è disponibilità continua di acqua, soprattutto durante la stagione secca.

Pertanto, per garantire le disponibilità idriche ed assicurare la facile accessibilità alle arnie si può pensare di collocare gli apiari in posizione contrapposta sull'area di pertinenza dell'impianto fotovoltaico con il posizionamento di contenitori d'acqua nel periodo estivo.

La presente analisi economica si pone i seguenti obiettivi:

- stimare, dal confronto tra ricavi e costi relativi ad un ciclo produttivo, il reddito dell'imprenditore;
- determinare, attraverso l'individuazione delle singole voci di spesa, i costi relativi alla produzione del miele.

Per raggiungere entrambi gli obiettivi, è necessario predisporre un bilancio aziendale.

Tale bilancio, che prende lo spunto da un bilancio normalmente utilizzato in aziende zootecniche, è stato tarato e modificato per rispondere alle esigenze peculiari di un'azienda apistica.

Il ciclo produttivo dell'azienda agraria al quale, di norma, fa riferimento il bilancio è un anno che normalmente nel sud Italia ha inizio nel mese di settembre.

Nel caso specifico, per le aziende apistiche si è optato per la durata convenzionale del periodo di riferimento (1 anno), ma utilizzando come giorno di inizio il 1° marzo: questa scelta è dettata dal fatto che, a quella data, si è normalmente in grado di stimare il numero corretto di famiglie/nuclei che hanno superato il periodo invernale che costituirà il capitale bestiame iniziale.

In questo caso viene redatto un bilancio preventivo considerando che non ci sia variazione della consistenza zootecnica tra l'inizio e la fine dell'annata agraria di riferimento.

Non si considerano, poiché non valutabili preventivamente, le perdite di famiglie dovute alla sciamatura e a problemi sanitari (es. Varroa).

Si considera che l'attività apistica venga svolta in modo stanziale da un singolo apicoltore e che per la definizione della Produzione Lorda Vendibile venga valutato solo il prodotto miele (non si considerano gli altri prodotti apistici vendibili quali: pappa reale, propoli, polline, cera, idromele, aceto di miele, veleno, ...).

Nella analisi economica si tiene conto che l'azienda è condotta secondo i dettami del Reg. CE 834/07 "agricoltura biologica" e che la produzione di miele bio sia venduta all'ingrosso.

Il costo d'impianto è definito dall'investimento iniziale necessario per la realizzazione delle arnie e l'acquisto degli animali (sciami).

Di seguito si riporta il dettaglio dell'investimento riferito alla singola arnia.

Voce di costo	Numero	Costo Unitario (€/Pz o €/Kg)	Costo totale	Precisazioni	IVA	Costo totale + IVA
Famiglia	1	100,00 €	100,00 €		10%	110,00 €
Regina	1	20,00 €	20,00 €		10%	22,00 €
Arnia (12 telaini)	1	55,00 €	55,00 €		22%	67,10 €
Melari	5	9,00 €	45,00 €		22%	54,90 €
Telai	12	0,70 €	8,40 €		22%	10,25 €
Cera bio per telai nido	1,32	35,00 €	46,20 €	Per ogni telaino è necessario un foglio di cera del peso di 110 gr. Sono necessari 12 fogli per un peso complessivo di Kg. 1,32. Il costo è definito come €/Kg di cera.	10%	50,82 €
Telaini per melario	55	0,70 €	38,50 €	Per ogni arnia si considerano n. 5 melari, e per ogni melario n. 11 telaini	22%	46,97 €
Cera bio per telaini melario	3,025	35,00 €	105,88 €	Per ogni telaino è necessario un foglio di cera del peso di 55 gr. Sono necessari 55 fogli per un peso complessivo di Kg. 3,025. Il costo è definito come €/Kg di cera.	10%	116,46 €
Escludi regina	1	5,00 €	5,00 €		22%	6,10 €
Apiscampo	1	15,00 €	15,00 €		22%	18,30 €
Costo totale arnia			438,98 €			502,90 €

Considerando una prima ipotesi di posizionamento di n. 50 arnie avremo che il costo necessario per l'avvio attività sarà:

$$\text{costo singola arnia} \times 50 = € 438,98 \times 50 = € 21.949,00 \text{ (Iva esclusa)}$$

Il calcolo delle spese varie viene fatto tenendo conto della gestione complessiva dell'allevamento effettuata da 1 solo operatore.

Si considera il prezzo medio ordinario di mercato riferito alla singola voce di spesa dando il valore complessivo.

La voce di spesa riferita al candito (alimento di soccorso da dare alle api nel periodo invernale) è fortemente condizionato dall'andamento climatico stagionale e pertanto si considerano valori prudenziali alti di gestione.

Per quanto riguarda le spese di trasformazione, non essendo previste attrezzature e locali, ci si avvarrebbe della prestazione di contoterzisti.

Voce di costo		Numero	Costo Unitario (€/Pz o €/Kg)	Costo totale (iva inclusa)	Precisazioni
Alimenti (candito bio)		500	5,00 €	2.500,00 €	Consumo medio di 10 Kg ad arnia
Antiparassitari e medicinali	Acido ossalico	50	1,00 €	50,00 €	Trattamento invernale per Varroa
	Acido formico	50	3,00 €	150,00 €	Trattamento estivo per Varroa
Erogatori per acido formico		50	11,00 €	550,00 €	
Materiale per confez. (vasi, etichette, ecc...)	Vasetti in vetro da 1 Kg	625	0,50 €	312,50 €	Si tiene conto di una produzione media di miele millefiori ad arnia di 25 Kg
	Vasetti in vetro da 0,5 Kg	1250	0,35 €	437,50 €	
	Etichetta e sigillo	1875	0,25 €	468,75 €	
Trasformazione		1250	0,50 €	625,00 €	Il calcolo è riferito al costo medio per 1 Kg di miele
Spese per spostamenti		67	30,00 €	2.010,00 €	Si considera che l'apicoltore visiti l'apiario ogni 5 giorni nel periodo che va dal 1 marzo al 1 ottobre ed in inverno ogni 10 gg. Quindi il totale delle giornate minime di spostamento sarà di 67 gg.
Spese generali	Associazionismo	1	60,00 €	60,00 €	
	Ente di certificazione bio	1	1.000,00 €	1.000,00 €	
	Contabilità (fiscalista)	1	1.000,00 €	1.000,00 €	
	Altro (telefono, imprevisti vari,...)	1	50,00 €	50,00 €	
Totale spese varie				9.213,75 €	

Nel calcolo delle quote di reintegrazione si considera che la vita economica di un'arnia stanziale sia di circa 5 anni.

QUOTE	Importo	Precisazioni
Reintegrazione arnie	4.064,63 €	Durata di un'arnia= 5 anni. Tasso d'interesse applicato 5%
Assicurazione	500,00 €	
Manutenzione	329,24 €	Si considera che la quota manutenzione sia pari all' 1,5% del valore imponibile delle arnie
Totale quote	4.893,87 €	

Come già detto l'unica produzione vendibile dell'attività apistica è il miele.

Si prevede una produzione di miele media per singola arnia di 25 Kg/anno.

Bisogna inoltre considerare che trattasi di produzione biologica certificata e pertanto il prezzo di vendita risulta essere in media superiore del 20-30% (mercato italiano) rispetto al prodotto convenzionale.

Prodotto	Quantità (Kg)	Prezzo (€/Kg)	Importo totale (iva inclusa)
Miele bio millefiori - vaso da 1Kg	625	17,00 €	10.625,00 €
Miele bio millefiori- vaso da 0,5 Kg	625	18,00 €	11.250,00 €
Totale PLV			21.875,00 €

Di seguito si definisce il conto economico presumibile dell'attività apistica.

VOCE CONTABILE	SPECIFICA VOCE DI BILANCIO	Importo	Precisazioni
INVESTIMENTO INIZIALE	<i>CONTO ARNIE</i>	21.949,00 €	importo IVA esclusa
RICAVI VENDITA MIELE	<i>Produzione Lorda Vendibile (PLV)</i>	21.875,00 €	
COSTI DI GESTIONE	<i>SPESE VARIE</i>	9.213,75 €	
	<i>SPESE MANODOPERA</i>	5.778,94 €	
	<i>ASSICURAZIONE</i>	500,00 €	
	<i>MANUTENZIONE</i>	329,24 €	
	<i>REINTEGRAZIONE ARNIE</i>	4.064,63 €	Durata di un'arnia= 5 anni. Tasso d'interesse applicato 5%
<i>Totale costi di gestione</i>		19.886,56 €	

L'impianto di pannelli fotovoltaici si integra perfettamente nella coltivazione del prato stabile come sopra evidenziato, potendo far aumentare la resa in foraggio grazie agli effetti di schermo e protezione con parziale ombreggiamento nelle ore più assolate delle giornate estive ed il mantenimento di condizioni ottimali di umidità del terreno per un tempo più prolungato.

Questa condizione è particolarmente interessante dopo lo sfalcio, quando l'assenza di copertura vegetale causerebbe un rapido essiccamento del terreno nel periodo estivo, a discapito della capacità di ricaccio delle essenze foraggere.

L'interasse tra i filari fotovoltaici, unitamente alla possibilità di reclinare completamente i pannelli con appositi automatismi, consente l'accesso a qualsiasi tipo di mezzo meccanico comunemente impiegato nella fienagione, che consistono in trattrici di potenza medio-bassa, e piccole e medie attrezzature agricole (barre falcianti, spandi-voltafieno, giro-andanatori, rotoimballatrici).

Va inoltre ribadito che la combinazione tra fotovoltaico ad inseguimento monoassiale e prato polifita permanente consente l'utilizzo, ai fini agrovoltaici, dell'intera superficie al suolo per scopi agricoli.

Nel caso del pascolo vagante, la struttura dell'impianto non pone alcun problema al transito e alla sosta degli ovini, che possono brucare anche sotto i tracker vista la loro altezza da terra.

Nell'analisi dell'interazione coltura-sistema fotovoltaico vanno considerati i seguenti elementi:

- I filari fotovoltaici consentono un agevole accesso per le lavorazioni agricole ai mezzi meccanici utilizzati per la coltivazione, lo sfalcio e la raccolta del foraggio;
- È prevista la posizione di blocco dei pannelli in totale rotazione ovest o est, in questo modo è agevole lavorare il terreno per la semina del prato fino a ridosso dei sostegni;
- L'assenza di elettrodotti interrati consente eventuali lavorazioni di ripuntatura/scarificazione, e arieggiamento del terreno;
- I supporti sono costituiti da pali in acciaio infissi in zavorre appoggiate sul terreno e di facile rimozione a fine vita operativa;
- Il prato polifita permanente arricchisce progressivamente di sostanza organica e di biodiversità il terreno, mantiene un ecosistema strutturato e solido del cotico erboso, le leguminose presenti nel miscuglio fissano l'azoto atmosferico fornendo una ottimale concimazione azotata del terreno, e offrono un foraggio di elevato valore nutritivo ricco di proteine;
- A fine vita operativa, ad impianto dismesso, il suolo così rigenerato sarà ideale anche per coltivazioni agricole di pregio (es. orticole, frutteto, vigneto).

Relativamente alla gestione del sistema agrovoltaico, si evidenziano i seguenti punti di forza del sistema proposto:

- Il prato permanente è una coltura pluriennale la cui durata è dell'ordine di decenni e più e, offrendo una copertura vegetale verde costante, anche nel periodo invernale;
- Le attività di impianto del prato polifita, che consistono in aratura, erpicatura e semina, non interferiscono con l'impianto in quanto sono attività una-tantum propedeutiche e preliminari all'installazione dell'impianto stesso;
- L'attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico, che consiste in sostanza nell'annuale lavaggio dei pannelli, avviene con mezzi leggeri che non arrecano danno al prato, al contrario, vi è un impatto positivo del prato sulla transitabilità del terreno;

- Il lavaggio dei pannelli avviene con l'uso di roto-spazzoloni, utilizzando acqua pura, senza alcun detergente che possa inquinare la coltivazione e le falde;
- Le attività di manutenzione delle siepi perimetrali presenti, assimilabili per tipologia alle attività agricole, rappresenteranno un'importante integrazione al reddito del personale impiegato.

Per verificare la sostenibilità economica dell'attività agricola nell'impianto fotovoltaico (soluzione agrivoltaica di progetto) si è fatto riferimento ai dati di sintesi, reperibili presso le principali fonti bibliografiche regionali.

La comparazione tra le diverse coltivazioni viene fatta in termini di MARGINE LORDO unitario (per ettaro), ricavabile da ciascuna tipologia di coltivazione, calcolato con la seguente formula:

$$\text{Margine Lordo (ML, espresso in €/ha)} = \text{PLT} - \text{CV}$$

Dove:

- PLT = produzione lorda totale come sommatoria della produzione lorda vendibile (PLV) e della produzione reimpiegata e/o trasformata in azienda;
- CV = costi variabili = SS (spese dirette) + ASP (Altre spese) + RA (Reimpieghi).

I CV possono essere calcolati anche come somma delle seguenti voci: anticipazioni, acqua, assicurazioni, energia, concimi, conto-terzismo, commercializzazione, difesa, sementi, altri costi, reimpieghi.

Facendo riferimento alle sole colture erbacee, e confrontando il prato polifita con le colture attualmente presenti nei terreni oggetto del progetto di riqualificazione agrovoltaica, che peraltro sarebbero solo parzialmente compatibili con il fotovoltaico, si osserva che il risultato economico è sostanzialmente equivalente: il margine lordo del prato polifita (anno 2019) è infatti più elevato di quello del prato pascolo permanente (190 €/ha vs. 145 €/ha), di poco inferiore a quello dell'avena (225 €/ha) ed è all'incirca equivalente a quello delle graminacee (200 €/ha).

L'erba medica, che potrebbe rappresentare una alternativa economicamente valida, avrebbe come controindicazione la necessità di reimpiantare la coltura ogni 3-4 anni.

I dati della Rete di Informazione Contabile Agricola RICA, dimostrano che si possono avere situazioni economiche più vantaggiose, con un margine lordo del prato polifita inferiore solo a quello delle coltivazioni cerealicole e oleaginose.

Va tuttavia evidenziato che la minore adattabilità di queste ultime alle condizioni di parziale ombreggiamento del sistema agrovoltaico, ne ridurrebbe significativamente il margine lordo, rendendole economicamente simili (es. mais) o meno convenienti (soia, frumento) rispetto al prato polifita.

Quando la scelta di una opzione progettuale interessa più criteri di valutazione (es. economico, ambientale, sociale, etc.), e non solo quelli economici, è opportuno utilizzare una metodologia di analisi multicriterio (AMC).

L'analisi multicriterio prevede che il confronto fra le alternative di intervento venga effettuato tramite l'utilizzo della cosiddetta matrice di valutazione: una matrice in cui ogni alternativa è messa a confronto per una serie di criteri di valutazione, che possono essere obiettivi del progetto o dei portatori di interesse, criteri tecnici, sociali, etc.

Le alternative vengono elencate nelle colonne della matrice, mentre i criteri di valutazione sono descritti nelle righe.

Il grado di raggiungimento di ogni obiettivo (o di soddisfacimento del criterio di valutazione) da parte delle alternative considerate è indicato tramite un indice che, ad esempio può variare tra 0 (obiettivo non raggiunto o criterio non soddisfatto) e 5 (obiettivo raggiunto), passando per valori intermedi che indicano un obiettivo raggiunto parzialmente.

Nel caso di criteri che possono avere un significato negativo o positivo (ad esempio gli impatti ambientali) si può ricorrere anche a valori indice che variano da negativi (impatto negativo) a positivi (impatto completamente positivo), ove 0 assume il significato di impatto nullo.

Ad ogni criterio di valutazione viene assegnato un peso (valore compreso tra 0 e 1) moltiplicativo degli indici assegnati ad ogni criterio. Tale peso viene in genere assegnato tenendo conto anche di quanto espresso dai portatori di interesse.

I valori degli indici per ogni alternativa (moltiplicati per i pesi) vengono sommati, cosicché ad ogni alternativa di intervento corrisponda un punteggio totale, confrontabile con quello delle diverse opzioni/alternative.

Può essere inoltre condotta un'analisi di sensibilità dei punteggi finali ai valori dei pesi, così da verificare quanto robusta sia la scelta della soluzione migliore.

L'AMC viene utilizzata per arrivare alla scelta della soluzione preferibile, in quanto permette di tener conto di tutti i benefici e gli impatti, inclusi quelli di difficile quantificazione (per esempio alcuni impatti ambientali e sociali) e permette, inoltre, di coinvolgere i portatori di interesse mostrando in maniera trasparente il processo decisore.

Per un'analisi oggettiva tra le due coltivazioni a confronto (proposta di progetto: agrivoltaico con prato polifita permanente; stato attuale: colture foraggere attuali a destinazione allevamento estensivo e ceralicole), si è costruita una matrice che assegna punteggi compresi tra -5 (minimo) e +5 (massimo) ad alcuni indicatori socioeconomici ed ambientali.

Poiché si è voluto pesare in egual misura tutti i criteri, si è deciso di assegnare a ciascuno di essi un peso uguale e pari a 1.

Voce	Coltivazione attuale (cerealicola/foraggera)	Coltivazione futura (Prato Polifita Permanente)
1. Occupazione (impiego di personale)	(+2) Limitato, in conseguenza della totale meccanizzazione e della periodicità di taglio.	(+4) Medio, per le operazioni di sfalcio e raccolta del foraggio ripetute 3-5 volte. Impiego addizionale di maestranze agricole per la manutenzione delle siepi perimetrali di inserimento ambientale. Voce a parte è rappresentata dall'impiego dei tecnici specializzati impiegati nella costruzione e manutenzione dell'impianto foto-voltaico.
2. Fertilità agronomica dei terreni (contenuto di sostanza organica)	(-2) L'aratura profonda annuale comporta l'impovertimento progressivo per ossidazione della matrice organica del terreno.	(+2) L'aratura è necessaria solo nel primo anno di impianto del prato polifita. Le specie leguminose presenti nel miscuglio fissano l'azoto atmosferico, fornendo una naturale concimazione del terreno, e le piante arricchiscono di sostanza organica il terreno.
3. Effetti sul sistema idrico (consumo di acqua e qualità)	(+1) Elevate necessità di acqua di irrigazione. Elevato utilizzo di concimi, ammendanti e antiparassitari che contribuiscono all'inquinamento delle acque superficiali e di falda.	(+3) Moderate necessità di acqua di irrigazione. Limitato utilizzo di concimi. Nessun utilizzo di antiparassitari.
4. Utilizzo di carburanti fossili per le macchine agricole	(+2) Il taglio e trasporto richiede mezzi potenti ed un elevato consumo di carburante.	(+3) La coltivazione richiede l'uso di mezzi agricoli leggeri e consumi ridotti di carburante.
5. Biodiversità floristica e faunistica	(0) La coltivazione è condotta in monocoltura (una sola specie coltivata), con minima biodiversità. Il taglio, se pur con un periodo medio, elimina completamente l'ecosistema impattando drasticamente su flora e fauna.	(+2) I miscugli polifiti generalmente prevedono la coltivazione di numerose specie foraggere contemporaneamente (6-10 specie). Molte specie attraggono insetti impollinatori (api), ed il prato crea rifugio per fauna selvatica e nemici naturali (parassitoidi) dei parassiti delle piante.
6. Margine lordo (valore economico del prodotto agricolo)	(+2) La coltivazione ha marginalità media rispetto a colture orticole o frutticole a più alto reddito.	(+2) Il prato polifita produce una marginalità molto simile a quella delle coltivazioni cerealicole.
7. Produzione di Energia Rinnovabile	(+1) La produzione dei cereali in sito è in buona parte destinata all'alimentazione umana e animale.	(+5) La produzione dell'associato impianto fotovoltaico raggiunge annualmente per ogni ettaro di superficie circa: 1650 MWh/ha L'intera produzione di foraggio è inoltre destinata all'alimentazione animale per la produzione di alimenti per l'uomo.
PUNTEGGIO TOTALE	5	22

La matrice AMC evidenzia un punteggio significativamente maggiore del prato polifita permanente combinato all'impianto fotovoltaico, rispetto alle colture attuali.



L'associazione tra impianto fotovoltaico a inseguimento solare e l'attività agricola rappresenta una soluzione innovativa e sostenibile dell'impiego del territorio che trova giustificazione nel maggiore output energetico (LER, Land Equivalent Ratio) complessivamente ottenuto dai due sistemi combinati rispetto alla loro realizzazione individuale.

Sebbene siano diverse le colture realizzabili all'interno di un impianto agrivoltaico, e con marginalità spesso comparabile, come frumento, orzo, insalata, pomodoro, pisello, etc., la scelta del prato polifita permanente consente di raggiungere contemporaneamente più obiettivi, oltre alla convenienza economica: conservazione della qualità dei corpi idrici, aumento della sostanza organica dei terreni, minor inquinamento ambientale da fitofarmaci, minor consumo di carburanti fossili, aumento della biodiversità vegetale e animale, creando, in particolare, un ambiente idoneo alla protezione delle api, raggiungendosi così il massimo dei benefici.

La maggior parte dei terreni della pianura della maremma laziale sta progressivamente perdendo di fertilità a causa della coltivazione intensiva e della frequenza e profondità delle lavorazioni.

È frequente rilevare valori di sostanza organica del terreno inferiori a 1,5% e in molti casi anche inferiori all'1%, condizione che agronomicamente viene definita di terreno "povero" poiché inferiore alla soglia ideale del 2%.

La situazione viene efficacemente migliorata dai prati permanenti, poiché in questi è frequente rilevare contenuti di sostanza organica ben superiori, pari al 3-4% e più.

A tale riguardo, il terreno è considerato uno dei sink di carbonio più importanti per la sua fissazione, dopo le foreste e gli oceani, e riveste quindi un ruolo fondamentale nella mitigazione climatica; l'applicazione del sistema fotovoltaico alla coltivazione di specie foraggere è documentato possa aumentarne la produttività, facilitare il ricaccio dopo lo sfalcio e ridurre gli apporti idrici artificiali.

Il principale impatto sulla fauna correlato alla realizzazione dell'impianto è la potenziale sottrazione di suolo e di habitat.

Durante la fase di esercizio, l'occupazione o sottrazione di suolo è in gran parte teorica, in quanto il terreno sottostante i pannelli rimane libero e allo stato naturale, così come il soprasuolo dei cavidotti.

La parte di suolo interessata dalle viabilità di impianto e dalle cabine risulta, a progetto realizzato, modificata rispetto allo stato naturale ante operam,

La dimensione dell'impianto non sottrae spazio funzionale e fisico o habitat alla fauna.

In considerazione del fatto che sono state escluse dal progetto le aree interessate dal sistema delle aree protette e che la progettazione è finalizzata al mantenimento della naturalizzazione della superficie erbosa sottostante i pannelli che consentirà il passaggio e/o la stanzialità della fauna eventualmente presente, si ritiene che gli impatti saranno di lunga durata in quanto correlati all'intera vita utile dell'impianto fotovoltaico stimata in circa 25-30 anni, locali, in quanto limitati all'area di progetto e alle aree poste nelle immediate vicinanze, reversibile – in quanto al termine delle attività di costruzione non vi saranno elementi ostativi alla stanzialità e/o al passaggio delle specie faunistiche, e di minima entità.

La fauna potrà utilizzare lo spazio libero della superficie tra i moduli e ai bordi degli impianti come zona di caccia, nutrizione e nidificazione.

I moduli solari sono utilizzati come punti di posta e/o di canto e per effetto della non trasparenza ed è inverosimile registrare collisioni dell'avifauna con i pannelli, come avviene nel caso di finestre.

La presenza di una recinzione fornita di passaggio per la fauna consentirà l'attraversamento della struttura e permetterà di creare dei corridoi ecologici di connessione, che consentono di mantenere un alto livello di biodiversità, minimizzando i disagi per animali fino alla taglia di conigli, lepri, talpe, volpi, ecc.

In aggiunta, l'area non sarà praticabile per l'attività venatoria, ciò determina come conseguenza una misura di protezione indiretta per le specie faunistiche e vegetali.

Dagli studi tedeschi risulta che molte specie di uccelli possono utilizzare le zone tra i moduli e i bordi degli impianti come terreno di caccia, di alimentazione o nidificazione.

Certe specie come *Phoenicurus ochruros*, *Motacilla alba* e *Turdus pilaris*, nidificano sui supporti e altre, quali *Alauda arvensis* o la *Perdix perdix*, covano nelle superfici libere tra i moduli.

Gli uccelli canori provenienti da boschetti limitrofi che cercano cibo fra le installazioni e, nei paesi freddi, in autunno e in inverno, le colonie più numerose (*Carduelis cannabina*, *Passer domesticus*, *Emberiza citrinella*, etc.) prediligono gli spazi sottostanti i moduli.

Specie come *Buteo buteo* o *Falco tinnunculus*, sono state avvistate cacciare tra gli impianti.

I moduli fotovoltaici non costituiscono un ostacolo per i rapaci.

L'effetto specchio è un fenomeno registrato esclusivamente per le superfici fotovoltaiche montate sulle architetture verticali degli edifici.

Data l'inclinazione variabile e la tecnologia utilizzata, il fenomeno dell'abbagliamento visivo è mitigato; la superficie del modulo risulta opaca e non ha nulla a che vedere con quello di comuni superfici finestrate. Inoltre, l'entità della riflessione della radiazione solare generata dai moduli fotovoltaici è di gran lunga inferiore a quella che si registrerebbe da altre comuni superfici quali: superficie dell'acqua non increspata, plastica, vetro comune, neve, acciaio.

Le caratteristiche tecniche delle celle fotovoltaiche, fanno sì che, aumentando il coefficiente di efficienza delle stesse, diminuisca ulteriormente la quantità di luce riflessa (riflettanza superficiale caratteristica del pannello), e conseguentemente la probabilità di abbagliamento.

La minoritaria percentuale di luce solare che viene riflessa dalla superficie del modulo fotovoltaico, grazie alla densità ottica dell'aria è quindi destinata nel corto raggio ad essere ridirezionata, ma soprattutto convertita in energia termica.

L'abbagliamento visivo dovuto a moduli fotovoltaici nelle ore diurne è da ritenersi pressoché ininfluenza sulla componente faunistica, con riguardo all'avifauna.

Le osservazioni sul comportamento degli uccelli rivelano che i moduli fotovoltaici servono spesso da posto d'avvistamento.

Il movimento dei moduli degli impianti ad inseguimento non comporta una fuga immediata dei volatili.

Non c'è alcun indizio di perturbazione provocata da effetti di specchiamento o abbagliamento.

Le osservazioni tedesche avanzano l'ipotesi che gli impianti fotovoltaici possono avere anche effetti positivi per alcune specie di uccelli. In particolare, nei paesaggi agricoli sottoposti ad uno sfruttamento intensivo, gli impianti di grande taglia possono divenire rifugi preziosi per *Carduelis*

cannabina, *Passer domesticus*, *Motacilla flava*, *Coturnix coturnix*, *Emberiza hortulana*, *Emberiza calandra*. Anche le specie che non richiedono ampi spazi trovano probabilmente condizioni di vita favorevoli.

I terreni dove i moduli sono poco ravvicinati offrono un ambiente attrattivo per i piccoli mammiferi, che trovano un riparo dalla pioggia o dall'eccessivo irraggiamento.

Le scelte progettuali e gli accorgimenti previsti sono siffatti che il distanziamento dei moduli è tale da rendere l'ambiente attrattivo per i piccoli mammiferi, evitano il deterioramento degli habitat e ripercussioni sulla consistenza delle popolazioni.

Inoltre, in fase di esercizio potranno esservi sporadici impatti correlati al rumore causato dagli interventi di sfalcio della vegetazione e raccolta delle coltivazioni, che possono essere correlati al transito dei mezzi agricoli. Tali impatti avrebbero un carattere discontinuo, un'estensione locale e una magnitudo bassa, risultando peraltro completamente reversibili al cessare delle lavorazioni; sono impatti che comunque già caratterizzano la conduzione attuale dei terreni, definendo una sostanziale non variazione degli stessi tra le fasi ante e post operam.

Gli impatti nella fase di esercizio saranno tutti di lunga durata, in quanto potenzialmente correlati alla vita utile dell'impianto, ma con effetti negativi transitori e di modesta entità.

Studi scientifici dimostrano che nel complesso i parchi fotovoltaici garantiscono la biodiversità. Gli autori collazionano molteplici dati provenienti da 75 installazioni FV in nove stati tedeschi, giungendo alla conclusione che i parchi solari "hanno sostanzialmente un effetto positivo sulla biodiversità", perché consentono non solo di proteggere il clima attraverso la generazione di energia elettrica rinnovabile, ma anche di migliorare la conservazione del territorio.

L'uso di fertilizzanti in agricoltura ostacola la diffusione di molte specie animali e vegetali; invece, in molti casi le installazioni solari a terra costituiscono un ambiente favorevole e sufficientemente "protetto" per la colonizzazione di diverse specie, alcune anche rare che difficilmente riescono a sopravvivere sui terreni troppo sfruttati, o su quelli abbandonati e incolti.

Inoltre, gli autori nelle loro ricerche hanno osservato che l'irraggiamento solare sul terreno sotto i moduli è stato del 30% circa inferiore rispetto al campo agricolo di riferimento (quello senza pannelli FV), quindi la temperatura del suolo era più bassa e la terra più umida e fresca.

Anche altri autori giungono alla stessa conclusione, dimostrando che i parchi solari con uno strato erbaceo ben mantenuto possono avere un impatto positivo sulla biodiversità. Inoltre, le attività di naturalizzazione dell'area possono restituire questi spazi alle popolazioni di impollinatori, migliorando il servizio ecosistemico di impollinazione, cosa che non avviene nelle aree coltivate a causa dei prodotti chimici utilizzati

Riassumendo, la soluzione progettuale proposta implica alcune positività che di fatto mitigano i già bassi impatti sulle componenti esaminate:

- Dal punto di vista paesaggistico, la superficie a prato contribuisce a mitigare la presenza dell'impianto fotovoltaico anche nel periodo invernale, fornendo una superficie stabilmente verde.
- La realizzazione aggiuntiva delle siepi perimetrali con specie arbustive ed arboree costituisce un ulteriore importante elemento di arricchimento paesaggistico e un corridoio ecologico

per la fauna selvatica, nonché dei validi sistemi di intercettazione di nutrienti e fitofarmaci provenienti dai campi coltivati.

- Le aree arboree e boscate, peraltro frammentate ed esterne all'area di intervento non subiranno alcuna interferenza a causa del progetto proposto.
- L'agroecosistema attuale, eccezionalmente semplificato, non conserva spazio vitale all'istaurarsi di siepi o incolti, dove potrebbe trovare albergo la fauna selvatica.
- Sotto l'aspetto delle connessioni ecologiche, attualmente non si rinviene nessun tipo di collegamento al suolo che potrebbe essere compromesso dai lavori di realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto.
- Il progetto in esame non pregiudica in alcun modo la situazione ambientale esistente ed in particolare non prevede interferenze negative con habitat segnalati nella Rete Natura 2000 o con aree naturali protette.
- Il progetto non interferirà negativamente con la presenza di ambienti atti alla nidificazione, al rifugio ed all'alimentazione della fauna selvatica anche in relazione all'ambito allargato, considerando anche che l'attività trofica e in generale quella etologica non sarà turbata dai lavori e dalle opere previste.
- Il progetto prevede, per consentire il passaggio della piccola fauna, un franco da terra lungo tutta la recinzione perimetrale, eliminando di fatto il pericolo di precludere il passaggio e la fruizione dei terreni ad animali di piccola e media taglia.
- Tutti gli interventi in progetto sono ubicati marginalmente alle aree protette, ne consegue che la loro realizzazione non determinerà frammentazioni che potrebbero interferire con la contiguità fra le unità ambientali presenti.
- Grazie alla realizzazione di ulteriori fasce perimetrali verdi, la connessione ecologica dell'intero sito, a livello locale e globale, sarà migliorata e potenziata.

Si ritiene che le suddette soluzioni progettuali consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sulla componente analizzata sia per la fase di costruzione che di esercizio e anche per quella di dismissione a fine vita dell'impianto in quanto l'aver cura di mantenere una buona naturalizzazione della copertura erbacea sottostante i pannelli consentirà una completa rinaturalizzazione dopo che l'impianto sarà dismesso.

Estendendo la valutazione a quella che possiamo considerare l'area vasta di riferimento, è possibile affermare che l'intervento previsto, non sottrarrà che una minima porzione di territorio agricolo al sistema ambientale.

Per concludere, è ragionevole affermare che, in considerazione dei lievi mutamenti dell'habitat conseguenti l'installazione di moduli fotovoltaici, adottando opportune forme di gestione del manto erboso, non sarà riscontrabile alcun sostanziale cambiamento nella struttura dell'ecosistema, nella disponibilità di risorse nutrizionali nel suolo, ma soprattutto nella stabilità della comunità vegetale che si alterna nei cicli stagionali.

Le opere di valorizzazione agricola e mitigazione ambientale previste nel presente progetto, tendono ad impreziosire ed implementare il livello della biodiversità dell'area.

In un sistema territoriale di tipo misto (agricolo estensivo semplificato e silvicoltura intensiva), la progettualità descritta nel presente lavoro consente di:

- diversificare la consistenza floristica;
- aumentare il livello di stabilizzazione del suolo attraverso la prevenzione di fenomeni erosivi superficiali;
- consentire un aumento della fertilità del suolo;
- contribuire al sostentamento e rifugio della fauna selvatica;
- contribuire alla conservazione della biodiversità agraria.

Nel suo complesso le opere previste avranno un effetto potente a supporto degli insetti pronubi e cioè che favoriscono l'impollinazione.

La soluzione agrivoltaica proposta nel presente progetto risulta compatibile con il contesto territoriale nel quale si colloca, in quanto non indurrà modificazioni tali da interferire negativamente con la struttura, la dinamica ed il funzionamento degli ecosistemi naturali e seminaturali.

Di contro, può contribuire ad aumentarne la biodiversità e la probabilità di frequentazione da parte della fauna ed avifauna sia stanziale che migratoria, agevolando altresì il raggiungimento degli obiettivi posti dall'attuale governo regionale e nazionale, sull'uso e la diffusione delle energie rinnovabili, che stanno alla base delle politiche di controllo e di attenuazione dei cambiamenti climatici tutt'ora in corso.

In particolare, a livello paesaggistico, tale intervento si potrebbe inserire all'interno della Rete Ecologica Regionale (un sistema interconnesso di habitat, di cui salvaguardare la biodiversità, ponendo quindi attenzione alle specie animali e vegetali potenzialmente minacciate) in quanto, in un contesto fortemente antropizzato e caratterizzato da monoculture, andrebbe a costituire un'isola di vegetazione a prato che può supportare sia gli insetti pronubi che l'avifauna stanziale e migratoria.

Tale intervento si può configurare nel contesto della Rete Ecologica Regionale come una stepping zone ovvero "habitat attestati su aree di piccola superficie che, per la loro posizione strategica o per la loro composizione, rappresentano siti importanti per la sosta delle specie in transito in un territorio non idoneo alla loro vita. Sono piccoli habitat in cui le specie possono trovare temporaneamente ricovero e cibo".

È importante rimarcare l'importanza che le opere previste possono avere sul territorio attraverso l'implementazione di una rete territoriale di prossimità, e cioè di collaborazione con altre realtà economiche prossime all'area di progetto del parco fotovoltaico.

Suolo e sottosuolo

Il suolo è costituito da componenti minerali, acqua, aria e sostanza organica. Esso quindi è una risorsa biologica complessa e dinamica che assolve molte funzioni vitali: produzione di nutrienti e biomassa, stoccaggio, filtrazione e trasformazione di innumerevoli sostanze, tra cui l'acqua, il carbonio e l'azoto. Il suolo inoltre funge anche da habitat per numerosi microrganismi, da pool genico e costituisce il fondamento per lo svolgimento delle attività umane, per la formazione del paesaggio e del patrimonio culturale, nonché il luogo di estrazione delle materie prime.

Il suolo può subire una serie di processi degradativi tra cui: erosione idrica, eolica e meccanica (lavorazione del terreno), diminuzione del contenuto di carbonio organico, riduzione della biodiversità della flora microbica, compattazione, salinizzazione, sodificazione, desertificazione, contaminazione ecc...

La sostanza organica del suolo in particolare rappresenta non solo un serbatoio di nutrienti essenziali per garantirne la fertilità, ma è anche responsabile della sua tessitura trattenendo acqua e favorendo la penetrazione delle radici nonché l'aerazione.

Un suolo ricco di materia organica è pertanto meno suscettibile a fenomeni degradativi.

La rotazione delle colture è una consolidata tecnica agricola finalizzata a mantenere e/o migliorare la fertilità dei suoli aumentando così il rendimento degli impianti colturali.

Essa consiste nella semina ciclica di diverse colture che si succedono sul medesimo terreno in un ordine ben definito ripetendosi così ad intervalli regolari (biennali, triennali, quadriennali ecc..).

I vantaggi di una tale tecnica consistono essenzialmente in:

- contribuire ad interrompere il ciclo riproduttivo di piante infestanti e microorganismi patogeni legati ad una determinata famiglia e/o specie e/o varietà vegetale;
- mantenere buone caratteristiche chimico-fisiche del suolo grazie alle diverse necessità metaboliche delle colture che si alternano preservando così sufficienti contenuti di nutrienti e alla diversa capacità dei loro apparati radicali di esplorare il profilo del terreno limitandone il compattamento.

Ad oggi, per rispondere ad un sempre crescente fabbisogno globale, l'industrializzazione del settore agricolo ha comportato l'abbandono di una tale pratica puntando su impianti intensivi monocolturali coadiuvati dall'uso massivo di risorse idriche, energetiche e di sostanze di sintesi (fertilizzanti, pesticidi, erbicidi ecc..) con conseguente inquinamento dell'ecosistema (ad es. eutrofizzazione del suolo per eccessivo contenuto di fosforo e azoto) e dell'intera catena alimentare.

L'aumento di resa nel breve periodo viene pertanto conseguito a spese della riproducibilità delle risorse primarie nel lungo periodo sovrasfruttando i servizi ecosistemici di supporto e di fornitura dai quali dipendono le stesse coltivazioni.

La compattazione del suolo in particolare si verifica essenzialmente in conseguenza di una continuata pressione esercitata sulla superficie da parte di forze naturali e/o forze di origine antropica.

Un tale fenomeno degradativo riduce la porosità e la permeabilità a gas e acqua comportando quindi una riduzione della capacità penetrativa delle radici, della fertilità, dello scambio gassoso e

dell'infiltrazione delle acque meteoriche incentivando così il ruscellamento superficiale e la vulnerabilità all'erosione idrica.

L'entità del processo di erosione dipende dalle caratteristiche della precipitazione (quantità, intensità, dimensione delle gocce, energia ecc..) e del suolo su cui essa cade (granulometria delle particelle, rugosità, umidità iniziale, porosità, permeabilità ecc..).

Nel caso, ad esempio, di terreni pendenti e a prevalente composizione argillosa (bassa granulometria e quindi scarsa permeabilità all'acqua) durante un evento meteorico sufficientemente intenso e/o prolungato le gocce di pioggia provocano il distacco di parcelle di terreno che possono essere successivamente trasportate altrove dal flusso superficiale che si genera.

Questo fenomeno è tuttavia intensificato e accelerato dalle attività dell'uomo essenzialmente riconducibili in ambiti extraurbani alla pressione esercitata sui suoli dalle macchine agricole necessarie all'aratura, allo spandimento di sostanze chimiche, alla semina e al raccolto.

Queste ultime hanno infatti un effetto compattante notevolmente superiore a quello delle forze naturali a cui sono normalmente soggetti gli strati più superficiali del terreno (impatto della pioggia, rigonfiamento e crepacciamento, accrescimento radicale ecc..).

Fase di cantiere

In fase di cantiere si individuano impatti generati dall'occupazione del suolo da parte dei mezzi di cantiere impegnati nella progressiva installazione dei moduli fotovoltaici.

Inoltre, i lavori di regolarizzazione del lotto creeranno delle modifiche localizzate dello stato morfologico dell'area di progetto.

Infine, bisogna considerare la possibilità di accidentali sversamenti di idrocarburi presenti nei serbatoi dei mezzi di cantiere.

Le misure mitigative che sono state considerate allo scopo di ridurre i potenziali impatti sulla componente suolo e sottosuolo in fase di cantiere sono:

- l'ottimizzazione del numero dei mezzi di cantiere previsti;
- la dotazione a bordo dei mezzi di cantiere di kit anti-inquinamento in caso di sversamenti accidentali dai mezzi.

Paragonando gli effetti locali del passaggio delle macchine agricole su di un campo più volte all'anno con quelli relativi agli interventi di realizzazione e di manutenzione ordinaria e straordinaria di un impianto fotovoltaico, appare ovvio che, ai fini del mantenimento delle caratteristiche fisiche del suolo entro l'area di intervento, a seguito dei primi mesi di cantierizzazione il terreno sarà di fatto a riposo, o perlomeno in una condizione simile e più favorevole rispetto alle condizioni ante operam, durante l'intera fase di esercizio dell'impianto.

Durante la fase di realizzazione gli impatti morfologici locali si limitano agli sbancamenti necessari per la posa delle cabine di campo e ai puntuali rimodellamenti necessari alle installazioni di impianto, nonché al calpestio del cotico erboso da parte dei mezzi che sono previsti di capienza massima 40 t (autocarri per la consegna dei moduli).

In ogni caso le alterazioni subite dal soprassuolo sono immediatamente reversibili alla fine delle lavorazioni con il naturale rinverdimento della superficie e si eviterà quindi la compattazione diffusa nonché il formarsi di sentieramenti che possono fungere da percorsi di deflusso preferenziale delle acque.

Gli impatti si giudicano dunque di bassa magnitudo, localizzati, temporanei e completamente reversibili.

Fase di esercizio

Il progetto non comporterà impatti negativi né sul suolo né sul sottosuolo.

Infatti, non sono previste modificazioni significative della morfologia e della funzione dei terreni interessati.

Non è prevista alcuna modifica della stabilità dei terreni né della loro natura in termini di erosione, compattazione, impermeabilizzazione o alterazione della tessitura, delle caratteristiche pedologiche e delle caratteristiche chimiche.

Sia le strutture degli inseguitori che la recinzione saranno poggiate o infisse direttamente nel terreno, e per il riempimento degli scavi necessari (viabilità, area di sedime delle cabine) si riutilizzerà il terreno asportato e materiale lapideo di cava.

I cavidotti interni all'impianto saranno realizzati ad una profondità tale da non comportare scavi, ma solo scotichi superficiali (canalette passacavo affioranti).

Durante l'esercizio dell'impianto il terreno sarà condotto a prato polifita, e le operazioni di dismissione garantiscono il ritorno allo stato ante operam senza lasciare modificazioni, ma anzi con caratteristiche biochimiche migliorate.

Durante la vita utile dell'impianto, stimabile in 25 anni, il suolo risulterà protetto dalla degradazione indotta dalle pratiche agricole attualmente condotte con la rotazione colturale cereali-foraggiere..

Per quanto riguarda invece la fase di esercizio, gli unici interventi all'interno del sito saranno quelli programmati per le operazioni di manutenzione ordinaria, come la raccolta o il pascolo delle foraggiere del prato polifita e la pulizia dei moduli, mentre quelle di manutenzione straordinaria, dovute ad esempio alla rottura o al cattivo funzionamento di un componente elettrico o meccanico, saranno limitate nel tempo (poche ore) e comunque effettuate con veicoli di dimensioni e peso decisamente minori rispetto a quelli di una comune macchina agricola.

Non da ultimo, si ritiene interessante evidenziare che durante la fase di produzione del generatore fotovoltaico l'interruzione di somministrazione di fitofarmaci e concimanti tipici di coltivazioni agrarie si tradurrà in una diminuzione di pressione antropica sulle falde e sui corsi d'acqua.

A supporto di tali argomenti, oltre a quanto riportato nello Studio di impatto Ambientale, si citano gli studi e le misurazioni effettuati dalla Regione Piemonte - Direzione Agricoltura - Settore

Agricoltura Sostenibile ed Infrastrutture Irrigue - in merito all'applicazione del protocollo di monitoraggio dei suoli coperti da impianti fotovoltaici in pieno campo ad alcuni casi campione riferiti alle diverse tipologie di impianto (fisso, ad inseguimento) e alle classi di capacità d'uso dei suoli.

Nel seguito si riportano in stralcio le parti pertinenti dei documenti di sintesi dei monitoraggi annuali effettuati dalla Regione Piemonte nel periodo temporale 2011-2017.

A partire dal 2009 la realizzazione di impianti fotovoltaici a terra su suoli agricoli ha iniziato ad interessare una superficie crescente del territorio regionale piemontese.

Poiché gli effetti sulle caratteristiche fisico-chimiche e microbiologiche del suolo determinati dalla copertura operata dai pannelli fotovoltaici in relazione alla durata dell'impianto (stimata indicativamente in 20-30 anni) non erano conosciuti, si è evidenziata la necessità di predisporre un protocollo di monitoraggio da applicare ai suoli agricoli e naturali interessati dalla realizzazione di impianti fotovoltaici a terra.

Al fine di standardizzare le attività di monitoraggio, è quindi emersa la necessità di individuare una metodologia comune da utilizzare nel monitoraggio dei suoli e di fornire un adeguato supporto alle Amministrazioni e ai tecnici operanti sul territorio.

Su incarico della Direzione Agricoltura, l'Istituto per le piante da legno e l'ambiente (IPLA S.p.A.) ha predisposto le "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra", che sono state approvate con D.D. 27 settembre 2010, n. 1035/DB11.00.

Le relazioni fra l'impianto fotovoltaico ed il suolo agrario che lo ospita sono da indagare con una specifica attenzione, poiché, con la costruzione dell'impianto, il suolo è impiegato come un semplice substrato inerte per il supporto dei pannelli fotovoltaici. Tale ruolo meramente "meccanico" non fa tuttavia venir meno le complesse e peculiari relazioni fra il suolo e gli altri elementi dell'ecosistema, che possono essere variamente influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico e dalle sue caratteristiche progettuali.

Le caratteristiche del suolo importanti da monitorare in un impianto fotovoltaico sono quelle che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica, accentuando o mitigando i processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli delle nostre regioni (cfr. Thematic Strategy for Soil Protection, COM (2006) 231), fra i quali la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità.

Il protocollo di monitoraggio sperimentale regionale si attua in due fasi. La prima fase precede la realizzazione dell'impianto fotovoltaico e consiste nella caratterizzazione stazionale e pedologica dell'appezzamento

La seconda fase del monitoraggio prevede la valutazione di alcune caratteristiche del suolo ad intervalli temporali prestabiliti (dopo 1-3-5-10-15-20 anni dall'impianto) e su almeno due siti dell'appezzamento, uno in posizione ombreggiata dalla presenza del pannello fotovoltaico, l'altro nelle posizioni meno disturbate dell'appezzamento.

In tutte e due le fasi del monitoraggio deve essere effettuata un'analisi stazionale, l'apertura di profili pedologici con relativa descrizione e campionamento del profilo pedologico e successive analisi di laboratorio dei campioni di suolo. Si devono descrivere tutti i caratteri della stazione e del profilo richiesti dalla metodologia regionale. Saranno poi oggetto di monitoraggio nella seconda fase solo quelle caratteristiche e proprietà che si ritiene possano essere influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico.

Caratteri stazionali:

- Presenza di fenomeni erosivi.
- Dati meteo e umidità del suolo (ove stazioni meteo, dotate di sensoristica pedologica).

Caratteri del profilo pedologico e degli orizzonti:

- Descrizione della struttura degli orizzonti
- Presenza di orizzonti compatti
- Porosità degli orizzonti
- Analisi chimico-fisiche di laboratorio
- Indice di Qualità Biologica del Suolo (IQBS)
- Densità apparente

È stato inoltre valutato anche l'Indice di Fertilità Biologica del suolo (IBF) che, grazie alla determinazione della respirazione microbica e al contenuto di biomassa totale, dà un'indicazione immediata del grado di biodiversità del suolo.

La componente biotica del suolo, responsabile dello svolgimento dei principali processi, è considerata la più vulnerabile; questa è la ragione per cui è stato proposto, oltre agli indicatori riportati in figura, l'uso di bioindicatori che si riferiscono ad organismi (batteri, funghi, piante e animali) particolarmente sensibili a possibili stress (Biagini et al. 2006). Questi bioindicatori sono in grado, da un lato, di fornire indicazioni complementari a quelle fornite dalle analisi chimico-fisiche, dall'altro di integrare le informazioni relative ai possibili fattori (ambientali o esogeni) che influenzano la fertilità del suolo.

In letteratura esistono molti indici ecologici che vengono calcolati sulla base della struttura tassonomica della comunità biotica; essi hanno il vantaggio di descrivere la comunità con un numero che, pur senza riferirsi agli specifici taxa presenti, permette un facile confronto fra ambienti.

Tra gli indici utilizzabili ve ne sono di quelli applicabili solo ai microartropodi, come l'indice di Qualità Biologica dei Suoli (QBS, Parisi, 2001) che si riferisce solo ai raggruppamenti ecomorfologicamente omogenei presenti nella comunità. Nel calcolo dell'indice si parte dall'individuazione dei gruppi tassonomici presenti e, successivamente, si definisce, attraverso l'osservazione dei caratteri morfologici, il livello di adattamento alla vita nel suolo di ciascuno di essi.

A ciascuna delle forme è attribuito un punteggio variabile tra 1 e 20. I valori più bassi sono tipici delle forme epiedafiche, che vivono in superficie, quindi con un minore adattamento, e quelli più alti di quelle euedafiche, che vivono in profondità, quindi con un maggiore adattamento. Infine, valori intermedi sono attribuiti alle forme emiedafiche, parzialmente adattate alla vita tra le particelle di suolo. Il valore finale dell'indice è la somma dei punteggi attribuiti a ciascun gruppo tassonomico individuato nella comunità.

Sono definite otto classi di qualità (dalla classe 0 alla classe 7), in ordine crescente di complessità del popolamento in relazione all'adattamento alla vita edafica.

Le classi di qualità biologica sono in tutto 8 (Parisi 2001 modificata D'Avino 2002, manuale Arpa) e vanno da un minimo di 0 (ritrovamento di solo gruppi epigei e/o larve di olometaboli, ossia nessuna forma di vita veramente stanziale nel suolo) a un massimo di 7 (almeno 3 gruppi euedafici, proturi e/o coleotteri edafobi presenti, QBS >200).

I grafici riassuntivi che illustrano gli andamenti dei valori e delle classi di QBS ripartiti secondo le stazioni e il campionamento Fuori e Sotto Pannello lungo tutto il periodo di monitoraggio mostrano che la copertura operata dai pannelli ad inseguimento sia migliorativa della qualità del suolo.

In ogni caso soprattutto in primavera il QBS migliora maggiormente sotto pannello come risposta positiva agli input pluviometrici.

Un altro metodo di determinazione è descritto dall'Atlante di indicatori della qualità del suolo (ATLAS. Ed. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e CRA – Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma – 2006).

Il metodo in oggetto prevede di analizzare i parametri caratterizzanti la biomassa nel suo complesso: contenuto in carbonio organico totale nel suolo (TOC, metodo Springer&Klee), contenuto in carbonio organico ascrivibile alla biomassa microbica (per fumigazione-estrazione), velocità di respirazione della biomassa (incubazione del suolo umido in ambiente ermetico e titolazione con NaOH della CO₂ emessa). Da questi tre parametri principali misurati derivano per calcolo alcuni indici: respirazione basale (CO₂ emessa nelle 24 ore), quoziente metabolico (respirazione in funzione della quantità di biomassa microbica), quoziente di mineralizzazione (velocità di emissione di CO₂ in rapporto alla quantità di carbonio organico totale).

A ciascuno dei parametri determinati analiticamente o calcolati (carbonio organico totale, carbonio microbico, respirazione basale, quoziente metabolico e quoziente di mineralizzazione) si attribuisce un punteggio in funzione del valore, in base a quanto riportato nelle tabelle che seguono. Si sommano poi i punteggi per arrivare a quello totale, secondo il quale si determina la classe di fertilità biologica.

In base ai risultati analitici ottenuti si applica il metodo a punteggio indicato nell'Atlante ministeriale di cui si riportano qui sotto le tabelle, in modo da procedere ad attribuire una delle cinque classi di Fertilità di codesto Indice sintetico di fertilità biologica (IBF) al suolo oggetto di indagine.

Alla luce dei risultati emersi dalle elaborazioni si può affermare che gli effetti delle coperture siano tendenzialmente positivi, come si evince dai commenti parziali riportati nei paragrafi specifici.

Da quanto risulta dai rilievi pedologici effettuati, non ci sono state nei primi cinque anni di monitoraggio variazioni sostanziali nei suoli sotto pannello rispetto a quelli fuori pannello.

L'unico parametro chimico che mostra un lieve incremento è quello della sostanza organica; il che costituisce senza dubbio un elemento di miglioramento dei suoli. Questo incremento di sostanza organica è lievemente superiore fuori pannello rispetto a sotto pannello, probabilmente in ragione del maggior irraggiamento.

È risultato inoltre evidente che la presenza dei pannelli modifica l'andamento di due fondamentali parametri come temperatura e umidità, consentendo da una parte una maggiore conservazione delle riserve idriche favorevoli ad un migliore approvvigionamento della vegetazione e in genere

dell'attività biologica, ma, d'altra parte, creando situazioni di temperatura più costante, almeno nello strato superficiale, che dal punto di vista microbiologico andrebbero approfondite.

Da quanto risulta dai rilievi pedologici effettuati su impianti a pannelli fissi non risultano nemmeno in questo caso nel corso dei primi cinque anni di monitoraggio, variazioni sostanziali delle caratteristiche chimico fisiche dei suoli sotto pannello rispetto a quelli fuori pannello.

Bisogna specificare che l'impianto a pannelli fissi determina una sostanziale difformità di radiazione solare al suolo tra le superfici sotto pannello rispetto a quelle fuori pannello; tuttavia, questo fatto non sembra avere alcuna influenza sulle proprietà del suolo.

Allo stato attuale del monitoraggio non è possibile individuare un trend preciso che consenta di differenziare con chiarezza un diverso regime pedoclimatico fuori pannello e sotto pannello.

L'unico aspetto evidente è la capacità di ombreggiamento dei pannelli che in alcuni casi gioca un ruolo favorevole nel mantenere l'umidità del suolo quando questo è in condizioni al limite della saturazione, viceversa una volta persa l'umidità per effetto di alta temperatura, la copertura, soprattutto in estate impedisce all'acqua piovana derivante da fenomeni temporaleschi, di raggiungere il suolo ed infiltrarsi.

In particolare, per quanto riguarda le differenze tra i diversi valori si osserva a partire dai dati del 2012 fino a quelli rilevati nel 2016:

- un costante incremento del contenuto di carbonio negli orizzonti superficiali e, quindi, della sostanza organica sia fuori che sotto pannello, con valori che si sono mantenuti sempre maggiori sotto pannello rispetto al fuori pannello;
- un leggero incremento nel tempo del valore di azoto negli orizzonti superficiali sia fuori che sotto pannello nel primo triennio per arrivare poi a valori sostanzialmente costanti e pressoché identici, sia fuori che sotto pannello. Questo fatto è da imputare al progressivo maggior insediamento nel cotico erboso di specie di leguminose azotofissatrici e/o dalla più rapida mineralizzazione della sostanza organica;
- bassi valori di fosforo sia sotto che fuori pannello, come è lecito aspettarsi in questi suoli che non essendo calcarei hanno una naturale tendenza al dilavamento di questo principio.

Da quanto risulta dai rilievi pedologici effettuati nell'ambito del monitoraggio e dei rilievi pedologici completi effettuati mediante scavo di profili nel 2016, non si osservano in questi primi cinque anni di monitoraggio variazioni sostanziali nei suoli sotto pannello rispetto a quelli fuori pannello.

L'unico parametro chimico che mostra un lieve incremento è quello della sostanza organica che nel primo anno (2012) mostrava valori molto bassi che hanno subito nel corso del tempo un progressivo aumento; questo incremento di sostanza organica è superiore sotto pannello rispetto al fuori pannello, probabilmente in ragione della maggiore quantità d'acqua di cui il cotico erboso si può avvantaggiare date le elevate condizioni di irraggiamento e temperature estive e data la scarsa piovosità di queste zone. In questo senso la presenza del pannello costituisce un elemento di miglioramento dei suoli.

Dal diagramma delle temperature risulta evidente l'effetto schermo dal sole nel periodo estivo quando fuori pannello si registrano le temperature più alte, sia in superficie sia in profondità.

Diverso l'andamento nel periodo invernale dove, per effetto del gradiente geotermico, il suolo tende ad essere più caldo in profondità sia fuori che sotto pannello, con valori comunque nettamente più alti sotto pannello, segno che in questo periodo si conserva maggiormente il calore assorbito nei mesi estivi grazie alla copertura.

Nei periodi primaverile/autunnali si registra invece un comportamento intermedio.

Per quanto riguarda l'effetto ombreggiamento risulta marcato l'effetto positivo sull'umidità del suolo in impianti a pannello fisso, mentre in impianti a inseguimento, probabilmente per la rotazione dei pannelli, tende ad asciugare anche sotto pannello e quindi l'effetto ombreggiamento è meno marcato.

Le misure mitigative che sono state considerate allo scopo di ridurre i potenziali impatti sulla componente suolo e sottosuolo sono:

- progettazione dell'impianto fotovoltaico sulla base del principio di ottimizzazione dell'uso del suolo per il minor consumo e impoverimento dello stesso e allo stesso tempo per il più facile ripristino a fine vita dell'impianto;
- utilizzo della viabilità esistente e previsione di realizzazione della sola nuova viabilità interna per la fase di costruzione prima e di manutenzione poi utilizzando materiali naturali stabilizzati;
- messa in atto di un programma di manutenzione programmata di tutti gli spazi verdi, compresi quelli sottostanti i moduli fotovoltaici, mediante azioni agrovoltaiiche

Si ritiene che le suddette misure mitigative proposte contribuiranno a mantenere l'equilibrio biologico degli strati superficiali del suolo impedendo l'impoverimento della componente microbica e biologica del terreno e quindi a ridurre l'eventuale impatto potenziale sulla componente analizzata.

La realizzazione e la conduzione del prato polifita cardine del progetto agrovoltaiico qui proposto (ampiamente descritto nei paragrafi precedenti) viene giudicato come impatto positivo e permanente sulle caratteristiche della componente suolo.

Inoltre, il permanente e vario inerbimento delle aree consente una maggiore protezione dall'erosione superficiale, specialmente ad opera di eventi meteorici intensi.

La scelta di strutture di sostegno dei tracker permeabili e appoggiate sul terreno e delle canalette passacavo affioranti rendono le installazioni di progetto facilmente amovibili in fase di dismissione e permettono una completa reversibilità allo stato ante operam del suolo e del sottosuolo.

Pertanto, gli impatti si giudicano di magnitudo nulla, oltre che localizzati e completamente reversibili.

Atmosfera e Qualità dell'aria

Come già descritto, la fase di costruzione dell'impianto avrà degli impatti minimi sulla qualità dell'aria, che opportunamente mitigati saranno completamente reversibili al termine dei lavori e facilmente assorbibili dall'ambiente rurale circostante.

Nella fase di esercizio l'impianto fotovoltaico non avrà emissioni di sorta, e a livello nazionale eviterà una significativa quantità di emissioni in atmosfera evitando il ricorso a combustibili fossili per la generazione dell'energia prodotta.

Pertanto, l'impatto derivante si ritiene positivo.

Fase di cantiere

I principali impatti sulla componente atmosfera in fase di realizzazione e dismissione dell'impianto sono creati dai mezzi di cantiere (camion, gru, mezzi di movimento terra, etc.) per le emissioni di gas di scarico dovute all'aumento del traffico veicolare, e per le emissioni di polveri, dovute ai movimenti terra.

Le sorgenti di queste emissioni sono:

- gli automezzi pesanti da trasporto,
- i macchinari operatori da cantiere,
- i cumuli di materiale di scavo,
- i cumuli di materiale da costruzione.

Le polveri saranno prodotte dalle operazioni di:

- scavo e riporto per il livellamento dell'area cabine;
- scavo e riporto per il livellamento delle trincee cavidotti;
- battitura piste viabilità interna al campo;
- movimentazione dei mezzi utilizzati nel cantiere.

Rimandano ai dati presentati nel Quadro Progettuale, si riportano di seguito alcune considerazioni di merito.

In merito all'innalzamento di polveri l'impatto che può aversi è di modesta entità, temporaneo, pressoché circoscritto all'area di cantiere e riguarda essenzialmente la deposizione sugli apparati fogliari della vegetazione circostante.

L'entità e il raggio dell'eventuale trasporto ad opera del vento e della successiva deposizione del particolato e delle polveri più sottili dipenderà dalle condizioni meteo-climatiche (in particolare direzione e velocità del vento al suolo) presenti nell'area nel momento dell'esecuzione di lavori.

Data la granulometria media dei terreni di scavo, si stima che non più del 10% del materiale particolato sollevato dai lavori possa depositarsi nell'area esterna al cantiere.

Le emissioni sono solo in parte concentrate nell'area di cantiere.

Le emissioni dovute agli automezzi da trasporto sono in massima parte diffuse su un'area più vasta, dovuta al raggio di azione dei veicoli, con conseguente diluizione degli inquinanti e minor incidenza sulla qualità dell'aria locale.

Si ritiene che gli impatti derivanti dall'immissione di tali sostanze siano facilmente assorbibili dall'atmosfera locale, sia per la loro temporaneità, sia per il grande spazio a disposizione per una costante dispersione e diluizione da parte del vento.

Si osserva infine che le emissioni sono circoscritte in un'area a densità abitativa pressoché nulla, per cui i modesti quantitativi di inquinanti atmosferici immessi interesseranno di fatto i soli addetti alle attività del cantiere e le componenti ambientali del sito.

Una considerazione analoga vale anche per gli eventuali effetti generati dall'inquinamento atmosferico sulle componenti biotiche.

L'area di progetto ricade in un contesto di aperta campagna destinato per lo più ad attività agricole di tipo estensivo e in parte intensivo.

In prossimità del margine ovest e sud dell'impianto corre l'autostrada A12.

L'impatto potenziale sulla qualità dell'aria, riconducibile alle suddette emissioni di inquinanti e particolato, consiste in un eventuale peggioramento della qualità dell'aria rispetto allo stato attuale, limitatamente agli inquinanti emessi durante la fase di cantiere.

La durata degli impatti potenziali è classificata come discontinua, perché relativa solo ad alcune fasi di cantiere ed a breve termine, in quanto l'intera fase di costruzione avrà una durata inferiore ai 12 mesi.

Inoltre, le emissioni di gas di scarico dei mezzi di cantiere e di polveri da movimentazione terre, sono rilasciate al livello del suolo con limitato galleggiamento e raggio di dispersione, determinando impatti potenziali di estensione ridotta.

Si stima infatti che le concentrazioni di inquinanti indotte al suolo dalle emissioni della fase di costruzione si estinguano entro 100 m dalla sorgente emissiva.

La magnitudo degli impatti risulta pertanto trascurabile e la significatività bassa data la dislocazione dei più vicini ricettori.

Gli impatti sulla qualità dell'aria derivanti dalla fase di costruzione del progetto sono di bassa significatività e di breve termine, a causa del carattere temporaneo delle attività di cantiere.

Pertanto, non sono previste azioni permanenti ma durante la fase di cantiere saranno adottate tutte le accortezze utili per ridurre le interferenze dovute all'innalzamento di polveri e di emissioni in atmosfera, ed in particolare saranno messe in campo le seguenti mitigazioni degli impatti:

- i mezzi di cantiere saranno sottoposti, a cura dell'appaltatore, a regolare manutenzione come da libretto d'uso e manutenzione;

- durante le operazioni di carico e/o scarico di materiali o rifiuti, si limiteranno le emissioni di gas di scarico degli automezzi, evitando di mantenere il motore acceso quando non necessario;
- periodica e frequente bagnatura dei tracciati interessati dagli interventi di movimento terra;
- circolazione degli automezzi a bassa velocità per evitare l'eccessivo sollevamento delle polveri;
- bagnatura e/o copertura dei cumuli di terreno e altri materiali da riutilizzare e/o smaltire.

Fase di esercizio

In merito alle eventuali emissioni durante la fase di esercizio, si precisa che gli impianti fotovoltaici, per loro stessa costituzione, non comportano emissioni in atmosfera di nessun tipo e pertanto non hanno impatti sulla qualità dell'aria locale.

Inoltre, la tecnologia fotovoltaica consente di produrre kWh di energia elettrica senza ricorrere alla combustione di combustibili fossili, peculiare della generazione elettrica tradizionale (termoelettrica).

Ne segue che l'impianto avrà un impatto positivo sulla qualità dell'aria, a livello nazionale e non sito-specifico, in ragione della quantità di inquinanti non immessa nell'atmosfera.

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è 131.639.364,85 kWh, (equivalente a 1.503,47 kWh/kW).

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica:

Le emissioni evitate durante l'esercizio dell'impianto sono state calcolate facendo riferimento ai fattori di emissione medi del parco generativo nazionale, e sono riassunte nella tabella successiva:

Impianto SUN LEGACY 5 srl				
Risparmio di combustibile in				
	TEP			
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187			
TEP risparmiate in un anno	24 616.56			
TEP risparmiate in 20 anni	452 425.50			
Emissioni evitate in atmosfera di				
	CO₂	SO₂	NO_x	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	62 397 058.94	49 101.48	56 210.01	1 842.95
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	1 146 789 772.55	902 431.61	1 033 078.55	33 871.43

Gli impatti sulla componente sono valutati decisamente positivi.

Campi elettromagnetici

Fase di cantiere

Non sono previste sorgenti né emissioni di campi elettromagnetici durante la fase di cantiere, in virtù della tipologia delle lavorazioni e dei macchinari utilizzati.

Gli impatti si valutano pertanto nulli.

Fase di esercizio

Per quanto riguarda le emissioni elettromagnetiche, negli impianti fotovoltaici esse sono potenzialmente legate alla presenza delle cabine di trasformazione, dei cavi elettrici, dei dispositivi elettronici ed elettromeccanici installati nell'area di impianto e soprattutto delle linee elettriche in media tensione di interconnessione con la cabina primaria e/o con la rete di trasmissione nazionale.

Sulla base della normativa in vigore nell'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto non sono evidenziabili delle aree in cui debbano individuarsi delle fasce di rispetto a causa della possibile e/o ipotizzabile vicinanza di aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere

Come già descritto in dettaglio nel Quadro Progettuale, i campi elettromagnetici generati dalle apparecchiature e infrastrutture dell'impianto fotovoltaico nel suo esercizio sono circoscritti in limitatissime porzioni di territorio, delle quali solo quelle relative al tracciato del cavidotto AT e della soluzione di connessione alla RTN (SEU e SE – RTN) risultano esterne all'area di impianto.

In ogni caso, i valori calcolati (in condizioni conservative) rispettano i limiti di legge entro le fasce di rispetto previste, che ricadono in luoghi dove non è prevista la permanenza di persone né la presenza di abitazioni.

Pertanto, l'impatto derivante si ritiene basso o non significativo.

Clima acustico

Fase di cantiere

Come descritto nel Quadro Progettuale, le emissioni acustiche durante la fase di costruzione dell'impianto sono del tutto compatibili con la classificazione dell'area, e opportunamente mitigati con accorgimenti gestionali e operativi del cantiere.

L'impatto derivante è giudicato basso e completamente reversibile.

Fase di esercizio

Nella fase di esercizio l'impianto non avrà di fatto emissioni rilevabili se non nell'immediato intorno delle cabine, che risultano precluse dall'accesso al pubblico e distanti e schermate da qualsiasi tipo di recettore.

L'impianto fotovoltaico, in virtù della tecnologia applicata e della configurazione complessiva delle apparecchiature, non è sede, nella sua fase di normale esercizio, di significative emissioni acustiche.

Le sole apparecchiature che possono determinare un rilevabile impatto acustico sul contesto ambientale sono gli inverter solari e i trasformatori, entrambi localizzati all'interno di cabine di campo in calcestruzzo armato prefabbricato.

In alcune condizioni di non normale funzionamento, i trasformatori e gli inverter possono produrre un ronzio più o meno intenso.

Tali eventualità saranno monitorate e gestite dal sistema di controllo dell'impianto, poiché si riflettono direttamente in inefficienze di produzione, e avranno pertanto una durata molto limitata nel tempo.

Inoltre, è statisticamente assai improbabile che si rompano più di due apparecchiature contemporaneamente.

Sulla base di quanto esposto, è possibile affermare con ragionevole certezza che, a seguito della realizzazione dell'impianto, i valori di $Leq(A)$ stimati immessi in ambiente esterno e abitativo, simulando l'attività nelle peggiori condizioni di esercizio, sono inferiori ai valori di immissione ed emissione previsti dalle zonizzazioni acustiche comunali vigenti.

Pertanto, l'impatto derivante si ritiene di magnitudo trascurabile ed estensione localizzata.

Microclima

In climatologia per microclima si intende comunemente il clima dello strato di atmosfera a immediato contatto col terreno fino a circa 2 m di altezza, il più interessante per la vita umana e l'agricoltura, determinato dalla natura del suolo, dalle caratteristiche locali degli elementi topografici, dalla vegetazione e dall'esistenza di costruzioni e/o manufatti prossimali che portano a differenziazioni più o meno profonde ed estese nella temperatura, nell'umidità atmosferica e nella distribuzione del vento.

In considerazione del fatto che i moduli fotovoltaici possono raggiungere temperature superficiali di picco di 60° - 70°C, nel presente paragrafo per impatto sul microclima si intende sostanzialmente la variazione del campo termico al disotto ed al disopra della

superficie dei moduli fotovoltaici a seguito del surriscaldamento di questi ultimi durante le ore diurne.

Preliminarmente occorre sottolineare che l'altezza media dei moduli dal suolo pari a circa 2 m, nonché la disposizione mutua delle stringhe e le dimensioni di ognuna di esse non si ritiene che possano causare variazioni microclimatiche alterando la direzione e/o la potenza dei venti.

Nell'ambito della letteratura scientifica di settore non sono infatti stati rinvenuti dati che supportino la tesi della modifica delle temperature dell'aria per effetto della presenza di moduli fotovoltaici. Al contrario, come argomentato negli studi di seguito riportati, si ritiene che non vi siano le condizioni perché si verifichi un tale fenomeno.

A tal proposito, uno studio interno condotto dalla SunPower Corporation nel Luglio 2010 ha consentito di valutare se un impianto fotovoltaico di vaste dimensioni (circa 4365 acri pari a 1766 ettari per un totale di 250 MWp), da installarsi nel sud della California, possa comportare modifiche ambientali nell'area circostante i moduli fotovoltaici.

Dapprima si è analizzata la situazione ambientale ed i parametri di irraggiamento ante operam, valutando in un secondo momento i possibili effetti conseguenti l'inserimento dell'impianto.

Lo studio si apre analizzando il fattore "albedo", cioè la proprietà che una superficie ha di riflettere e quindi complementariamente di assorbire una quota parte della radiazione luminosa su di essa incidente. L'albedo è espressa tramite un valore percentuale variabile da 0, per le superfici molto scure come ad esempio il carbone, a 1, per le superfici molto chiare come ad esempio la neve.

Si forniscono di seguito alcuni valori di albedo per varie tipologie di superficie (Markvart et al. 2003, "Practical Handbook of Photovoltaics: Fundamentals and Applications):

Tipo di superficie	Albedo
Prato (Luglio, Agosto, UK)	0,25
Prati	0,18÷0,23
Prato asciutto	0,28÷0,32
<i>Terreno non coltivato</i>	0,26
Suolo nudo	0,17
Pavimentazione stradale tipo macadam	0,18
Asfalto	0,15
Calcestruzzo nuovo	0,55
Calcestruzzo degradato da agenti atmosferici in ambito industriale urbano	0,20
Neve fresca	0,80÷0,90
Neve vecchia	0,45÷0,70

Superficie di corpi d'acqua per diversi angoli di incidenza della radiazione solare

$\gamma_s > 45^\circ$	0,05
$\gamma_s = 30^\circ$	0,08
$\gamma_s = 20^\circ$	0,12
$\gamma_s = 10^\circ$	0,22

La quantità di energia riflessa dal suolo è uguale all'energia solare impattante sulla sua superficie moltiplicata per la relativa frazione di albedo del suolo stesso.

Per l'area californiana di studio, le misurazioni effettuate mostrano un'energia di irraggiamento pari a 21 MWh/acro/giorno ed un fattore di albedo ante operam del 29%.

La quantità di energia dissipata sotto forma di calore intesa come complemento dell'energia riflessa è quindi pari al 71% dell'energia totale incidente ed equivale pertanto a 14,9 MWh/acro/giorno.

Volendo a questo punto valutare se a seguito dell'installazione dell'impianto possa cambiare il fattore albedo dell'area si definisce il concetto di "albedo effettiva" dato dalla formula seguente:

$$\text{Albedo effettivo} = (\text{quantità di energia solare incidente sul suolo}) \cdot AN + (\text{quantità di energia solare incidente sui moduli fotovoltaici}) \cdot AP$$

dove:

- AN = albedo naturale del suolo;
- AP = albedo dei pannelli in silicio monocristallino.

La centrale fotovoltaica di studio è costituita da moduli collegati ad un sistema di inseguimento monoassiale con un angolo di tilt incluso tra -45° e $+45^\circ$.

Una tale configurazione di impianto è sotto il profilo tecnologico del tutto assimilabile a quella dell'impianto in progetto in quanto in entrambi i casi si fa uso di inseguitori monoassiali e inoltre i moduli sono dimensionalmente simili ai moduli che verranno impiegati.

Indicando come superficie coperta la somma delle proiezioni sul piano orizzontale dei moduli, la superficie complessiva del generatore fotovoltaico sarà data dalla somma della superficie coperta e dello spazio tra le stringhe di moduli.

Considerando quindi la superficie complessiva, al massimo il 40% circa dell'energia solare impatterà direttamente sul suolo, mentre la porzione residua approssimabile al 60% sarà intercettata dai moduli.

Di tale ultima quota di energia si prevede che circa il 74% verrà convertita e dissipata in calore mentre la restante porzione sarà in parte riflessa e in parte convertita in energia elettrica.

Assumendo pertanto che i moduli fotovoltaici abbiano un'albedo di circa 26%, tramite l'equazione di cui sopra si ricava che l'albedo effettivo di un generatore fotovoltaico dotato di sistema di inseguimento monoassiale sia approssimativamente pari al $27\% = (0.4 \cdot 0.29) + (0.6 \cdot 0.26)$.

Ciò comporta che l'energia solare dissipata sotto forma di calore da un generatore fotovoltaico di questo tipo nel suo complesso sia pari a circa il 73% dell'energia solare incidente, ossia 15,3 MWh/acro/giorno.

Nel suddetto caso di studio, al fine di individuare ulteriori argomentazioni utili, si prende inoltre in considerazione un'analisi universitaria (Borstein, "Observation of the Urban Heat Island Effect in New York City" New York University, 1968) la quale, nell'argomentare il fenomeno del riscaldamento delle aree urbane rispetto alle aree rurali circostanti, si incentra su tre punti chiave:

- uso di materiali che assorbono maggiore radiazione solare;
- uso massivo di materiali che assorbono maggior calore e lo ricedono lentamente in atmosfera;
- calore generato dall'uso di energia, ad esempio, per alimentare apparati elettrici.

Per quanto riguarda il primo aspetto, un generatore fotovoltaico presenta un'albedo effettivo inferiore rispetto a quello del solo suolo (0.27 contro 0.29) assorbendo quindi più calore. In considerazione però del fatto che il silicio ha la capacità di disperdere il calore acquisito in maniera molto più rapida rispetto al suolo o al calcestruzzo, è pertanto corretto affermare che per il sistema suolo-moduli non vi sarà alcun guadagno netto in calore.

Relativamente al secondo aspetto, come in parte già precedentemente accennato, il calore ceduto dai materiali da costruzione e dal suolo è funzione della loro massa e della quantità di calore assorbito. Tipicamente il calore assorbito durante il giorno viene quindi dissipato lentamente durante la notte, ma, se si hanno masse elevate come ad esempio edifici in calcestruzzo, pavimentazioni stradali in asfalto o ampi lotti di terreno, il corso di una sola notte potrebbe non essere sufficiente a dissipare tutto il calore assorbito incrementando così la temperatura netta del materiale. I moduli fotovoltaici, invece, sebbene possano raggiungere temperature superficiali superiori a 50° C, sono molto sottili e leggeri e quindi, a parità di condizioni, pur assorbendo maggiori quantità di calore rispetto al suolo o al calcestruzzo, hanno la capacità di disperderlo in maniera estremamente rapida nel momento in cui cessa l'irraggiamento solare dopo il tramonto.

In merito, infine, al terzo aspetto, considerando l'energia elettrica circuitante negli apparati elettrici di una centrale fotovoltaica, il calore da questi emesso nel caso di un vasto impianto come quello californiano risulta minore di 0,21 MWh/acro/giorno, corrispondente a meno dell'1% dell'energia solare totale impattante i moduli. L'energia termica di scarto dovuta all'utilizzo di apparati elettrici in un contesto urbano si stima essere pari a circa il 250% dell'energia solare che impatta sulla medesima area nel corso di un anno solare. Relativamente a quest'ultimo aspetto quindi, è bene sottolineare che l'energia termica generata dagli apparati elettrici di un parco fotovoltaico di grandi dimensioni può tranquillamente essere omessa nel computo del bilancio termico in quanto risulta essere ben 250 volte inferiore a quella generata dall'uso dell'elettricità in un ambiente urbano di pari estensione.

Per quanto sin qui esposto, si può pertanto concludere che nell'area di installazione di un parco fotovoltaico non vi sarà alcuna sensibile variazione di temperatura se non nell'immediato intorno dei moduli fotovoltaici durante il solo periodo diurno.

Volendo però avere un ulteriore riscontro in merito al tema in oggetto, si riportano di seguito alcune considerazioni contenute in uno studio scientifico commissionato ad hoc dalla società Enerprog al Dipartimento di Fisica ed Ingegneria dei Materiali e del Territorio dell'Università Politecnica delle Marche che ha provveduto a monitorare tramite un sistema di sonde la temperatura dell'aria in prossimità dei moduli fotovoltaici installati su un'ampia copertura della propria Facoltà di Ingegneria

Pur trattandosi di moduli non identici a quelli utilizzati per l'impianto in progetto, i risultati del monitoraggio sui moduli installati presso la Facoltà di Ingegneria sono ragionevolmente applicabili ai moduli del futuro impianto, anche alla luce dei risultati ottenuti: dalle misurazioni effettuate gli innalzamenti di temperatura che si registrano a contatto con il pannello (sia sopra che sotto di esso) decadono molto velocemente, al punto tale che già a 5 cm di distanza dal pannello (sia sopra che sotto) si registra già la temperatura ambientale che è data dalla misura eseguita con la sonda di riferimento, posta lontano dal pannello.

Il fatto che la velocità del vento agente nel corso della sperimentazione sia risultata sempre modesta rende i risultati ottenuti ancor più significativi.

Pertanto, sulla base delle misure effettuate è possibile affermare che l'innalzamento di temperatura che si registra a contatto con il pannello interessa uno spazio molto limitato posto nelle immediate vicinanze del pannello stesso.

In sintesi, è possibile affermare che le variazioni di temperatura associate con la presenza dell'impianto fotovoltaico sono tali da:

- non poter compromettere in alcun modo l'attività agricola circostante l'area dell'impianto nel periodo di funzionamento dell'impianto stesso;
- non poter produrre modificazioni di clima tali da alterare irreversibilmente l'attività agricola nell'area destinata all'impianto.

In conclusione, i risultati ottenuti nel monitoraggio condotto dall'Università Politecnica delle Marche non solo sono pienamente adattabili all'impianto in progetto, ma si ritiene anche che la maggiore altezza dal suolo dei moduli fotovoltaici abbia un maggiore effetto mitigatore su eventuali variazioni del campo termico consentendo un maggior grado di ventilazione al disotto dei moduli e quindi anche una migliore dispersione dell'eventuale calore da questi generato.

L'impatto derivante si ritiene pertanto trascurabile o nullo.

Salute pubblica

I potenziali impatti sulla salute pubblica correlati alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto sono essenzialmente riconducibili alle emissioni rumorose in fase di costruzione dell'impianto e alle emissioni elettromagnetiche in fase di esercizio.

Per quanto riguarda il rumore, le uniche emissioni attese sono quelle dovute ai mezzi nella fase di costruzione delle opere di impianto; in considerazione del limitato numero di autocarri e mezzi meccanici impiegati, della durata limitata nel tempo delle attività, che le attività saranno eseguite esclusivamente nel periodo diurno in aggiunta alla distanza dai principali ricettori, si ritiene che l'impatto acustico sarà di breve durata, locale - in quanto circoscritto alle aree di cantiere e reversibile - in quanto cesserà al termine delle attività.

Per quanto riguarda le emissioni elettromagnetiche, la loro intensità è, grazie alle soluzioni progettuali scelte, contenuta in areali ristretti attorno alle sorgenti.

Tutti i luoghi dove è prevista l'installazione di apparecchiature che danno luogo a campi elettromagnetici, e di fatto tutta l'area di impianto, non è frequentata da persone con permanenze superiori alle 4 ore.

Nello specifico, l'area di impianto è recintata e interdetta al pubblico, mentre il cavidotto di collegamento alla RTN corre su strade sterrate e asfaltate locali, senza intercettare nuclei abitati, case sparse o abitazioni singole, né edifici di alcun genere.

La realizzazione e l'esercizio dell'impianto fotovoltaico non avranno dunque impatti sulla salute pubblica, in quanto:

- l'impianto è distante da potenziali ricettori
- non si utilizzano sostanze tossiche o cancerogene
- non si utilizzano sostanze combustibili, deflagranti o esplosivi
- non si utilizzano gas o vapori
- non si utilizzano sostanze o materiali radioattivi
- non ci sono emissioni in atmosfera.

Un impatto positivo sulla salute pubblica in senso generale si avrà dalle emissioni evitate, come già descritto.

L'impatto, pertanto, si ritiene trascurabile o nullo.

Inquinamento luminoso

L'inquinamento luminoso è un'alterazione dei livelli di luce naturalmente presenti nell'ambiente notturno.

Questa alterazione, più o meno elevata a seconda della località, può provocare danni di diversa natura:

- Danni ambientali: difficoltà o perdita di orientamento negli animali (uccelli migratori, tartarughe marine, falene notturne), alterazione del fotoperiodo in alcune piante, alterazione dei ritmi circadiani nelle piante, animali ed uomo (ad esempio la produzione della melatonina viene bloccata già con bassissimi livelli di luce). Nel 2001 è stato scoperto

nell'uomo un nuovo fotorecettore che non contribuisce al meccanismo della visione, ma regola il nostro orologio biologico. Il picco di sensibilità di questo sensore è nella parte blu dello spettro visibile. Per questo le lampade con una forte componente di questo colore (come i LED) sono quelle che possono alterare maggiormente i nostri ritmi circadiani. Le lampade con minore impatto da questo punto di vista sono quelle al sodio ad alta pressione e, ancora meno dannose, quelle a bassa pressione;

- **Danni culturali:** aumento della brillantezza e perdita di visibilità del cielo stellato soprattutto nei paesi più industrializzati. Il cielo stellato che è stato da sempre fonte di ispirazione per la religione, la filosofia, la scienza e la cultura in genere. Fra le scienze più danneggiate dalla sparizione del cielo stellato vi è inoltre l'astronomia sia amatoriale che professionale; un cielo troppo luminoso, infatti, limita fortemente l'efficienza dei telescopi ottici che devono sempre più spesso essere posizionati lontano da questa forma di inquinamento;
- **Danno economico:** spreco di energia elettrica impiegata per illuminare inutilmente zone che non andrebbero illuminate, come la volta celeste, le facciate degli edifici privati, i prati e i campi a lato delle strade o al centro delle rotonde. Anche per questo motivo uno dei temi trainanti della lotta all'inquinamento luminoso è quello del risparmio energetico non contando inoltre le spese di manutenzione degli apparecchi, sostituzione delle lampade, installazione di nuovi impianti ecc...

Attualmente la prevenzione dell'inquinamento luminoso non è regolamentata da alcuna vigente legge nazionale.

Le singole Regioni e Province autonome hanno tuttavia promulgato testi normativi in materia, mentre la norma UNI 10819 disciplina la materia laddove non esista alcuna specifica più restrittiva.

In ambito di Inquinamento Luminoso la Regione Lazio ha emanato le seguenti norme specifiche:

- Legge Regionale n.23/2000: "Norme per la riduzione e per la prevenzione dell'inquinamento luminoso".
- Regolamento attuativo n. 8 del 18 aprile 2005 della L.R. 23/2000.
- D.G.R. n. 447 del 28 giugno 2008: "Aggiornamento dell'elenco degli osservatori della regione Lazio e delle zone particolari da proteggere contro l'inquinamento luminoso".

Nelle linee guida e nelle modalità tecniche di attuazione, si intende per inquinamento luminoso ogni alterazione dei livelli di illuminazione naturale e, in particolare, ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata, in particolar modo se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte.

Da un punto di vista legislativo più ampio per inquinamento luminoso si intende qualunque alterazione della quantità naturale di luce presente di notte nell'ambiente esterno e dovuta ad immissione di luce di cui l'uomo abbia responsabilità.

Nel caso del progetto in esame, occorre sottolineare che la zona di Tarquinia non rientra neppure parzialmente entro le "zone di particolare protezione" afferenti ad osservatori astronomici.

Ciò nonostante, gli impatti previsti, sia pur di modesta entità, potrebbero essere determinati dagli impianti di illuminazione del campo, cioè dalle lampade, che posizionate lungo il perimetro consentono la vigilanza notturna del campo durante la fase di esercizio.

Al fine di contenere il potenziale inquinamento luminoso, nonché di agire nel massimo rispetto dell'ambiente circostante e di contenere i consumi energetici, l'impianto perimetrale di illuminazione notturna sarà realizzato facendo riferimento ad opportuni criteri progettuali quali:

- utilizzare dissuasori di sicurezza, ossia l'impianto sarà dotato di un sistema di accensione da attivarsi solo in caso di allarme intrusione;
- impiegare, ovunque sia possibile, lampade al vapore di sodio a bassa pressione. Tali lampade, oltre ad assicurare un ridotto consumo energetico, presentano una luce con banda di emissione limitata alle frequenze più lunghe, lasciando quasi completamente libera la parte dello spettro corrispondente all'ultravioletto. Ciò consente di limitare gli effetti di interferenza a carico degli invertebrati notturni che presentano comportamenti di "fototassia";
- indirizzare il flusso luminoso verso terra, evitando dispersioni verso l'alto e al di fuori dell'area di intervento;
- utilizzare esclusivamente ottiche schermate che non comportino l'illuminazione oltre la linea dell'orizzonte.

Allargando il campo di indagine dell'inquinamento luminoso, si può considerare anche l'abbagliamento visivo.

Con abbagliamento visivo si intende la compromissione temporanea della capacità visiva dell'osservatore a seguito dell'improvvisa esposizione diretta ad una intensa sorgente luminosa.

L'irraggiamento globale è la somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso, ossia l'irraggiamento che non giunge al punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto a partire dal sole, ma che viene precedentemente riflesso o scomposto.

Per argomentare il fenomeno dell'abbagliamento generato da moduli fotovoltaici nelle ore diurne occorre considerare diversi aspetti legati alla loro tecnologia, struttura e orientazione, nonché al movimento apparente del disco solare nella volta celeste e alle leggi fisiche che regolano la diffusione della luce nell'atmosfera.

Come è ben noto, in conseguenza della rotazione del globo terrestre attorno al proprio asse e del contemporaneo moto di rivoluzione attorno al sole, nell'arco della giornata il disco solare sorge ad est e tramonta ad ovest (ciò in realtà è letteralmente vero solo nei giorni degli equinozi).

Durante questo movimento apparente il disco solare raggiunge il punto più alto nel cielo al mezzogiorno locale e descrive un semicerchio inclinato verso la linea dell'orizzonte tanto più in direzione sud quanto più ci si avvicina al solstizio d'inverno (21 Dicembre) e tanto più in direzione nord quanto più ci si avvicina al solstizio d'estate (21 Giugno).

In considerazione del fatto che per l'impianto in progetto verranno utilizzati moduli fotovoltaici dotati di sistema di inseguimento solare (tracker), che la loro altezza dal suolo sarà superiore ai 2 m

circa e che il loro angolo di inclinazione sarà variabile da -45° verso est a $+45^\circ$ verso ovest rispetto al piano orizzontale, il verificarsi e l'entità di fenomeni di riflessione ad altezza d'uomo della radiazione luminosa incidente alla latitudine a cui è posto l'impianto fotovoltaico in esame sono in ogni caso ciclici in quanto legati al momento della giornata, alla stagione nonché alle condizioni meteorologiche.

La radiazione luminosa riflessa viene inoltre ridirezionata verso l'alto con un angolo rispetto al piano orizzontale tale da non colpire un eventuale osservatore posizionato ad altezza del suolo nelle immediate vicinanze della recinzione perimetrale dell'impianto.

Nel computo dei fattori che incidono sull'efficienza di un modulo fotovoltaico le perdite per riflessione rappresentano un fattore determinante e ad oggi la tecnologia fotovoltaica ha individuato soluzioni in grado di minimizzare un tale fenomeno.

Con l'espressione perdite di riflesso si intende l'irraggiamento che viene riflesso dalla superficie di un collettore o di un pannello oppure dalla superficie di una cella solare e che quindi non può più contribuire alla produzione di calore e/o di corrente elettrica.

Strutturalmente i componenti di un modulo fotovoltaico dai quali primariamente dipende un tale fenomeno sono:

- Rivestimenti anteriore e posteriore: nel caso dei moduli fotovoltaici che si prevede di utilizzare, l'insieme delle celle solari costituenti il modulo è protetto frontalmente da un doppio strato antiriflettente costituito dal cosiddetto vetro solare, ossia un vetro temprato a basso contenuto di ferro e ad alta trasmittanza, il quale è inoltre ricoperto esternamente da un rivestimento trasparente antiriflesso e idrofilo. Una tale struttura incrementa l'assorbimento non solo delle radiazioni incidenti perpendicolarmente alla superficie (irraggiamento diretto), ma anche di quelle a basso angolo di incidenza (irraggiamento diffuso). Grazie all'idrofilia del rivestimento esterno, inoltre, le gocce d'acqua che si depositano in superficie tendono a formare un sottile strato uniforme che evapora velocemente senza interferire sulle proprietà antiriflettenti del rivestimento stesso. Abbattendo in questo modo la quantità di radiazioni luminose riflesse, non solo si incrementa la resa energetica di una quota pari al 3-5%, ma al contempo si mitiga il fenomeno dell'abbagliamento visivo donando alla superficie del modulo un aspetto opaco che non ha nulla a che vedere con quello di comuni superfici finestate. Non da ultimo, il vetro solare impiegato presenta a livello microscopico una superficie non liscia bensì frastagliata da innumerevoli incavature. Una tale struttura alveolare frontale associata ad uno specchio metallico fissato sul retro delle celle solari incentiva il processo di canalizzazione delle radiazioni incidenti all'interno delle celle piuttosto che rifletterle, e al contempo permette l'intrappolamento della luce che, una volta penetrata, viene retroriflessa all'interno della cella fintanto che non è assorbita sotto forma di energia elettrica o dissipata in calore.
- Contatti elettrici: nel caso dei moduli fotovoltaici che si prevede di utilizzare, collocando tutti i contatti elettrici sul retro delle celle solari, i moduli acquistano un aspetto totalmente nero mentre nella maggior parte delle celle solari tradizionali i numerosi contatti elettrici di metallo sono collocati sul lato frontale in una struttura digitiforme. Queste linee di trasmissione sono infatti necessarie per completare il circuito elettrico e raccogliere

l'elettricità solare, ma, ogni volta che sul lato frontale della cella è presente del metallo, la luce solare su questo incidente viene riflessa generando così una perdita per ombreggiatura.

Continuando, è chiaro che il fenomeno dell'abbagliamento è causato dalle sole radiazioni luminose, ossia quelle onde elettromagnetiche percepite dall'occhio umano e facenti parte del cosiddetto spettro del visibile che va da circa 400 nm (luce blu) a 700 nm (luce rossa) di lunghezza d'onda.

I moduli impiegati nel progetto in esame sono studiati per catturare una maggiore quantità di energia solare rispetto alle tradizionali celle solari presentando una risposta spettrale più ampia la quale concorre al raggiungimento di un'efficienza di conversione totale di oltre il 22% mentre la restante quota di radiazioni incidenti viene essenzialmente dissipato sotto forma di calore.

Di fatto le celle solari impiegate convertono quindi in elettricità più fotoni nelle lunghezze d'onda estreme dello spettro del visibile.

Nel caso dei moduli fotovoltaici prescelti dotati di doppio strato anteriore (vetro solare + rivestimento antiriflesso), estesi studi hanno rilevato percentuali di riflessione incluse tra il 2.47% al 6.55% rispettivamente nel caso in cui la radiazione incida perpendicolarmente alla superficie (ossia 0° rispetto alla normale al piano) o provenga lateralmente (ossia 90° rispetto alla normale al piano).

Si evince che l'entità della riflessione della radiazione solare generata dai moduli fotovoltaici adottati è abbondantemente inferiore a quella che si registrerebbe da altre comuni superfici quali: superficie dell'acqua non increspata, plastica, vetro comune, neve, acciaio.

Non da ultimo, è bene sottolineare che le stesse molecole componenti l'aria al pari degli oggetti danno luogo a fenomeni di riflessione, rifrazione e assorbimento delle radiazioni luminose su di esse incidenti, e proprio per tale ragione nel grafico inerente l'efficienza quantistica delle celle solari si specifica che il fattore AM (Air Mass = Massa dell'Aria) di riferimento è quello terrestre pari a 1.5 corrispondente nella normativa europea e nella pratica impiantistica al valore di massima radiazione solare al suolo pari a 1.000 W/m².

La minoritaria percentuale di luce solare che viene riflessa dalla superficie del modulo fotovoltaico, grazie alla densità ottica dell'aria è quindi destinata nel corto raggio ad essere ridirezionata, ma soprattutto convertita in energia termica.

Ad oggi inoltre numerosi sono in Italia gli aeroporti che si stanno munendo o che hanno già da tempo sperimentato con successo estesi impianti fotovoltaici per soddisfare il loro fabbisogno energetico (es. Bari Palese: Aeroporto Karol Wojtyła; Roma: Aeroporto Leonardo da Vinci; Bolzano: Aeroporto Dolomiti ecc...) e da tali esperienze emerge che, indipendentemente dalle scelte progettuali, è del tutto accettabile l'entità del riflesso generato dalla presenza dei moduli fotovoltaici installati a terra o integrati al di sopra di padiglioni aeroportuali.

In conclusione, in mancanza di una normativa specifica che regoli una tale problematica, nonché alla luce di quanto sin qui esposto e delle positive esperienze di un numero crescente di aeroporti italiani, si può ragionevolmente affermare che il fenomeno dell'abbagliamento visivo dovuto a moduli fotovoltaici nelle ore diurne è da ritenersi pressoché ininfluenza nel computo degli impatti conseguenti un tale intervento non rappresentando una fonte di disturbo per l'abitato e la viabilità prossimali nonché per i velivoli che dovessero sorvolare l'area di progetto.

Per quanto esposto, l'impatto si ritiene trascurabile o non significativo

Ambiente socioeconomico

La realizzazione e la gestione ed esercizio dell'impianto fotovoltaico in progetto comporterà delle ricadute positive sul contesto occupazionale locale.

Infatti, sia per le operazioni di cantiere che per quelle di manutenzione e gestione delle varie parti di impianto, è previsto di utilizzare in larga parte, compatibilmente con la reperibilità delle professionalità necessarie, risorse locali.

In particolare, per la fase di cantiere si stima di utilizzare, compatibilmente con il quadro economico di progetto, per le varie lavorazioni le seguenti categorie professionali:

- lavori di preparazione del terreno e movimento terra: ruspisti, camionisti, gruisti, topografi, ingegneri/architetti/geometri;
- lavori civili (strade, recinzione, cabine): operai generici, operai specializzati, camionisti, carpentieri, saldatori;
- lavori elettrici (cavidotti, quadri, cablaggi, rete di terra, cabine): elettricisti, operai specializzati, camionisti, ingegneri;
- montaggio supporti pannelli: topografi, ingegneri, operai specializzati, saldatori;
- opere a verde: vivaisti, agronomi, operai generici.

Anche l'approvvigionamento dei materiali ad esclusione delle apparecchiature complesse, quali pannelli, inverter e trasformatori, verrà effettuato per quanto possibile nel bacino commerciale locale dell'area di progetto.

Successivamente, durante il periodo di normale esercizio dell'impianto, verranno utilizzate maestranze per la manutenzione, la gestione/supervisione dell'impianto, nonché ovviamente per la sorveglianza dello stesso.

Alcune di queste figure professionali saranno impiegate in modo continuativo, come ad esempio il personale di gestione/supervisione tecnica e di sorveglianza.

Altre figure verranno impiegate occasionalmente a chiamata al momento del bisogno, ovvero quando si presenta la necessità di manutenzioni ordinarie o straordinarie dell'impianto.

La tipologia di figure professionali richieste in questa fase sono, oltre ai tecnici della supervisione dell'impianto e al personale di sorveglianza, elettricisti, operai edili, artigiani e operai agricoli/giardinieri per la manutenzione del terreno di pertinenza dell'impianto (taglio dell'erba, sistemazione delle aree a verde ecc.).

A queste si aggiungono le figure professionali necessarie alla conduzione agrovoltica dell'impianto: macchine e operatori agricoli, apicoltori, allevatori e pastori di ovini.

In aggiunta ai dati riportati nella documentazione progettuale presentata, si riportano di seguito alcune valutazioni e dati circa il beneficio occupazionale a regime dell'impianto una volta realizzato.

Un recente studio realizzato dal dipartimento di ingegneria elettrica dell'Università di Padova, denominato "Il valore dell'energia fotovoltaica in Italia", basandosi su dati e studi effettuati per altri paesi europei (Germania in particolare), ha realizzato un'analisi generale dell'impatto dell'installazione del fotovoltaico sull'occupazione, identificando un indice da associare alla potenza fotovoltaica installata.

Tenendo conto di un tasso di crescita annua dell'installato pari a +15,6% (inferiore a quello di altri Paesi ma ritenuto attendibile per l'Italia) lo studio ha stimato in 35 posti di lavoro per MW installato la ricaduta occupazionale in fase di realizzazione dell'investimento (naturalmente ripartiti su tutta la filiera), ed in 1 posto di lavoro ogni 2 MW installati la ricaduta per l'intera durata della vita degli impianti.

Le valutazioni in merito svolte dalla società proponente si dimostrano più cautelative almeno per quanto riguarda le unità lavorative dell'impianto in esercizio. Nella fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico si prevedono a regime almeno 16 occupati a tempo indeterminato di cui 10 destinati alla manutenzione e 6 per la sorveglianza dell'impianto.

Il fotovoltaico è caratterizzato, così come le altre tecnologie che utilizzano fonti rinnovabili, da elevati costi di investimento in rapporto ai ridotti costi di gestione e di manutenzione.

A parità di costo dell'energia prodotta, tale specificità può avere il vantaggio di essere trasformata in occupazione in quanto si viene a sostituire valore aggiunto al combustibile utilizzato negli impianti che usano fonti combustibili convenzionali.

L'occupazione del settore fotovoltaico è associata alle seguenti principali attività:

- costruzione: estrazione del silicio; purificazione; produzione di lingotti e wafer; produzione di celle e moduli;
- installazione: consulenza; installazioni elettriche; cavi e connessioni alla rete; trasformatori; sistemi di controllo remoto; strade; potenziamento reti elettriche (EPC);
- gestione/manutenzione (O&M).

È evidente che altri riflessi economici e ricadute positive per il territorio si avranno in conseguenza dell'apertura dei cantieri e per le attività collaterali ed indotte dai cospicui investimenti messi in atto dall'iniziativa (approvvigionamento materiali, servizi di ristorazione, ecc.).

A fronte dei dati sopra esposti, la attuale conduzione dei terreni ha impiegato un massimo di 2 persone, in maniera discontinua.

Il bilancio occupazionale, pertanto, escludendo le ovvie positività della fase di realizzazione che daranno occupazione temporanea a decine di persone con vari compiti e qualifiche, risulta del tutto migliorativo e in ogni caso positivo.

Rischio di incidenti

Le lavorazioni necessarie per l'installazione dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse ricadono nella normale pratica dell'ingegneria civile, con l'eccezione dei lavori relativi alla parte elettrica del progetto, che attengono all'ingegneria impiantistica.

In entrambe i casi non comportano rischi particolari che possano dare luogo ad incidenti, né l'utilizzo di materiali tossici, esplosivi o infiammabili.

La fase di cantiere sarà gestita in accordo con le norme vigenti in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e sarà organizzata secondo un Piano Operativo di Sicurezza e un Piano di Sicurezza e Coordinamento.

La fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico non comporta rischio di incidenti per i seguenti motivi:

- assenza di materiali infiammabili;
- assenza di gas o sostanze volatili tossiche;
- assenza di gas o sostanze volatili infiammabili;
- assenza di gas, composti e sostanze volatili esplosivi;
- assenza di materiali lisciviabili;
- assenza di stoccaggi liquidi.

Inoltre, dalla casistica incidentale di impianti già in esercizio, si riscontra una percentuale pressoché nulla di eventi, con le poche eccezioni di incendi in magazzini di stoccaggio di materiali elettrici (pannelli, cablaggi ecc..).

Le tipologie di guasto di un impianto a pannelli fissi sono sostanzialmente di due tipi: meccanico ed elettrico.

I guasti di tipo meccanico comprendono la rottura del pannello o di parti del supporto, e non provocano rilascio di sostanze estranee nell'ambiente essendo solidi pressoché inerti.

I guasti di tipo elettrico comprendono una serie di possibilità che portano in generale alla rottura del mezzo dielettrico (condensatori bruciati, cavi fusi, quadri danneggiati...) per sovratensioni, cortocircuiti e scariche elettrostatiche in genere.

L'impianto non risulta vulnerabile di per sé a calamità o eventi naturali eccezionali, e la sua distanza da centri abitati elimina ogni potenziale interazione.

La tipologia delle strutture e della tecnologia adottata eliminano la vulnerabilità dell'impianto a eventi sismici (non sono previste edificazioni o presenza di strutture che possono causare crolli), inondazioni (la struttura elettrica dell'impianto è dotata di sistemi di protezione e disconnessione ridondanti), trombe d'aria (le strutture sono certificate per resistere a venti di notevole intensità senza perdere la propria integrità strutturale), incendi (non sono presenti composti o sostanze infiammabili).

Rischio elettrico

Sebbene l'area di impatto per eventuali guasti rimanga ampiamente confinata entro l'area di impianto, l'esperienza insegna che i guasti elettrici nell'ambito di un generatore fotovoltaico, al di là del dato accidentale, non producono situazioni di pericolo per la vita umana.

Ciò nonostante, in materia di rischio elettrico, l'impianto elettrico costituente l'impianto fotovoltaico, in tutte le sue parti costitutive, sarà costruito, installato e mantenuto in modo da prevenire i pericoli derivanti da contatti accidentali con gli elementi sotto tensione ed i rischi di incendio e di scoppio derivanti da eventuali anomalie che si verifichino nel loro esercizio.

Tutti i materiali elettrici impiegati che lo richiedano saranno accompagnati da apposita dichiarazione del produttore (o del suo rappresentante stabilito nella Comunità) riportante le norme armonizzate di riferimento e saranno muniti di marcatura CE attestante la conformità del prodotto a tutte le disposizioni comunitarie a cui è disciplinata la sua immissione sul mercato in quanto, ai sensi dell'articolo 2 della direttiva 2006/95/CE, "Gli Stati membri adottano ogni misura opportuna affinché il materiale elettrico possa essere immesso sul mercato solo se, costruito conformemente alla regola dell'arte in materia di sicurezza valida all'interno della Comunità, non compromette, in caso di installazione e di manutenzione non difettose e di utilizzazione conforme alla sua destinazione, la sicurezza delle persone, degli animali domestici o dei beni".

In particolare, gli elettrodotti interni all'impianto saranno posati in cavo secondo modalità valide per rete di distribuzione urbana ed inoltre sia il generatore fotovoltaico che le cabine elettriche annesse saranno progettati ed installati secondo criteri e norme standard di sicurezza a partire dalla realizzazione delle reti di messa a terra delle strutture e componenti metallici.

Anche in considerazione del fatto che i moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili a sovratensioni e alle alte temperature, per rendere comunque pressoché nulle le eventualità di contatti accidentali, scoppi e incendi, a titolo indicativo e non esaustivo si sottolinea in particolare che:

- come forma di protezione contro il contatto accidentale i conduttori presenteranno, tanto fra di loro quanto verso terra, un isolamento adeguato alla tensione dell'impianto;
- le linee di cablaggio dei pannelli così come i condotti interni ed esterni all'area di progetto saranno interrati e provvisti di conduttori in rame e/o alluminio rivestiti da "materiale non propagante l'incendio";
- tutte le parti metalliche dell'impianto in tensione saranno collegate ad una rete di messa a terra come protezione da eventuali scariche atmosferiche ed elettrostatiche;
- l'impianto è dotato di una serie di dispositivi (diodi di blocco, interruttori, sezionatori ecc..) che, partendo dal singolo modulo fino al condotto di connessione alla RTN, mettono in sicurezza le singole parti di impianto localizzando l'eventuale danno;
- l'impianto è dotato di sistemi di segnalazione di guasti e anomalie elettriche. In particolare, gli inverter sono muniti di un dispositivo di rilevazione degli sbalzi di tensione che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme;
- le cabine impiegate saranno prefabbricate e dotate di marcatura CE e relativo Certificato di Conformità. In dette cabine sono alloggiati sia i trasformatori che gli inverter centralizzati e

sono costituite da calcestruzzo armato con un grado di resistenza al fuoco non inferiore a R30;

- le cabine elettriche saranno dotate di due accessi, griglie di aerazione, nonché di mezzi di illuminazione di sicurezza, sensori di fumo e mezzi di allarme in caso di incendio;
- le cabine elettriche, non essendo presidiate, saranno tenute chiuse a chiave e riporteranno su apposita targa l'avviso di pericolo e il divieto di ingresso per persone non autorizzate;
- all'interno delle cabine non saranno depositati materiali, indumenti ed attrezzi che non siano strettamente attinenti al loro esercizio. In particolare, non vi saranno depositati oggetti, materiali e macchine che possano aggravare il carico di incendio;
- trattandosi di ambienti nei quali la causa di incendio è essenzialmente di origine elettrica, le cabine elettriche saranno dotate di estintori ad anidride carbonica quali mezzi antincendio di primo impiego.

Per maggiori dettagli in merito alle installazioni costituenti l'impianto fotovoltaico in esame nonché alla sua configurazione elettrica si rimanda alla documentazione progettuale allegata al presente studio.

Rischio di incendio

Per la sua tipica strutturazione un generatore fotovoltaico industriale è realizzato a terra su spazi aperti di rilevante estensione a destinazione di norma agricola e nella localizzazione delle installazioni che ne fanno parte occorre rispettare distanze minime da una serie di elementi sensibili individuati dal vigente quadro normativo tra cui: centri abitati e fabbricati isolati, rete viaria e ferroviaria, beni culturali e paesaggistici, nonché aree soggette a vincoli di carattere ambientale, aree a valenza naturalistica ecc...

Un campo fotovoltaico è pertanto configurabile come un impianto industriale pressoché isolato e accessibile al solo personale addetto sebbene non ne richieda la presenza stabile al suo interno durante la fase di esercizio se non per le poche ore destinate ad interventi di monitoraggio, nonché di manutenzione ordinaria (lavaggio dei pannelli e sfalcio del manto erboso) e straordinaria (rotture meccaniche e/o elettriche).

Ad integrazione di quanto esposto precedentemente, occorre evidenziare che in tema di sicurezza anticendio, nell'ambito del vigente quadro normativo nazionale di fatto gli impianti fotovoltaici non configurano, di per sé stessi, attività soggette né al parere di conformità in fase progettuale né tantomeno al controllo in fase di esercizio ai fini del rilascio del Certificato di Prevenzione Incendi (CPI) da parte del competente comando provinciale dei Vigili del Fuoco (VV.F.).

Il solo disposto di legge ad oggi in vigore che contenga indicazioni specifiche per questo genere di installazioni è la Lettera Circolare del 26/05/2010 (Prot. 5158) emanata dal "Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile" del Ministero dell'Interno. Detta circolare include in allegato la "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" la quale trova applicazione per i soli impianti fotovoltaici con tensione di corrente continua non superiore a 1500V.

Per quanto riguarda gli impianti fotovoltaici non integrati, non essendo questi presenti in attività soggette al parere preventivo e al controllo periodico dei VVF, la summenzionata Circolare Ministeriale non fornisce alcun particolare requisito tecnico bensì prevede il solo rispetto di quanto stabilito dalla Legge n.186 del 01/03/1968 (Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici).

Tutti i materiali elettrici che saranno impiegati nella realizzazione del generatore fotovoltaico in oggetto e che rientrano nel campo di applicazione della Direttiva Comunitaria Bassa Tensione 2006/95/CE, sono da ritenersi a norma riportando la marcatura CE.

Con specifico riferimento al tema della sicurezza dei materiali elettrici da adoperarsi entro taluni limiti di tensione, la marcatura CE ne consente la commercializzazione, vendita e installazione testimoniando la loro costruzione conformemente alla regola dell'arte in materia di sicurezza valida all'interno della Comunità, e la non compromissione, in caso di installazione e di manutenzione non difettose e di utilizzazione conforme alla loro destinazione, della sicurezza delle persone, degli animali domestici e dei beni.

Concludendo, sulla base di quanto sopra, il progetto in corso di autorizzazione è da ritenersi conforme alle prescrizioni della Lettera Circolare del 26/05/2010 (Prot. 5158) emanata dal "Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile" del Ministero dell'Interno in tema di sicurezza antincendio degli impianti fotovoltaici.

Ciò nonostante, all'interno della centrale fotovoltaica saranno comunque adottate le normali procedure previste dalla vigente normativa in tema di sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro, tra cui in particolare: D.Lgs. 81/08 s.m.i. - D.lgs 626/94 s.m.i. - Circolare Ministeriale 29.08.1995 - Decreto Ministeriale Interno 10 Marzo 1998 - DPR 547/55 - DPR 302/56.

Si evidenzia che i trasformatori presenti all'interno delle cabine di campo saranno del tipo a secco (resina), e non conterranno quindi olio diatermico combustibile.

Paesaggio

L'unica forma di impatto significativo, e solo potenzialmente negativo, derivante dalla realizzazione del progetto è ascrivibile al suo inserimento nel contesto paesaggistico dell'area.

Pertanto, nel seguito sarà trattata la problematica della percezione visiva dell'impianto e le soluzioni progettuali adottate per mitigare tale aspetto.

Fase di cantiere

Le fasi di realizzazione dell'impianto comporteranno una modificazione graduale e continua del paesaggio locale.

Le aree in lavorazione si allargano a partire dall'istante zero del cantiere (avvio dei lavori), con estensione e velocità variabili in funzione del ritmo di avanzamento dei lavori (alcune attività vanno

eseguite in serie, a coprire tutta l'area di impianto; altre attività vanno eseguite per lotti, che possono essere spaziali o funzionali).

In aggiunta, alcune aree, macchinari, attrezzature potranno dovere essere segnalate con materiali o dispositivi ad alta visibilità, per ragioni di sicurezza sui luoghi di lavoro.

L'area dell'impianto è comunque situata in un contesto pressoché isolato, in parte boscoso, non abitato, non attraversato da strade o percorsi a valenza panoramica, fatta eccezione per l'Autostrada A12, e comunque lontano da recettori sensibili.

Il disturbo arrecato dal cantiere per gli aspetti paesaggistici è comunque reversibile, temporaneo, e la sua area di influenza è circoscritta.

L'impatto viene considerato pertanto trascurabile e non significativo.

L'unica mitigazione ragionevolmente applicabile è lo svolgimento dei lavori solo nel periodo diurno.

Fase di esercizio

Caratteri del contesto storico-paesaggistico

Il territorio della provincia di Viterbo si estende per circa 3.600 Km² tra Roma, la Toscana, il Mar Tirreno e l'Umbria. La popolazione si aggira sui 300.000 abitanti ed il capoluogo è Viterbo con i suoi 60.000 abitanti, situata geograficamente al centro del territorio.

La costa marina si presenta con un litorale sabbioso a ridosso del quale cresce la tipica vegetazione mediterranea. Dal mare, spingendoci verso l'interno, la provincia di Viterbo si presenta dapprima pianeggiante in maremma, poi collinare fino al monte Cimino, ad oltre 1000 metri di altitudine, per poi ridiscendere nella valle del Tevere. L'origine vulcanica del terreno della Provincia di Viterbo ha favorito nei crateri ormai spenti la formazione due bacini lacustri, il Lago di Bolsena (primo lago vulcanico d'Europa per estensione) e il lago di Vico, ambedue oasi naturali.

Sebbene molteplici siano le testimonianze della presenza umana nella Tuscia già in epoca preistorica, furono tuttavia gli Etruschi i primi a lasciare nel territorio viterbese un'impronta indelebile della loro civiltà. Ma è soprattutto Tarquinia la città madre dell'Etruria, la cui storia si identifica con quella del Popolo etrusco. Se nel corso dell'VIII e del VII sec. a.C. la supremazia politica di Tarquinia si estende per un vasto territorio che si prolunga nell'entroterra fino ai Monti Cimini e al lago di Bolsena, nel VI secolo sempre più attivi diventano i traffici con l'Oriente e la Grecia che la rendono ancora più ricca e potente. Successivamente, la conquista del territorio ad opera dei Romani portò all'edificazione di terme (numerose sono i ruderi sparsi nella campagna prossima a Viterbo), città, ville patrizie, anfiteatri (notevoli quelli di Ferentino e di Sutri), ponti (arditissimo quello dell'Abbadia di Vulci, sul fiume Fiora) e acquedotti, soprattutto lungo la Via Cassia, arteria di storica importanza che unisce Roma e Firenze (ora sostituita, per più rapidi collegamenti, dall'Autostrada del Sole), costruita certamente al tempo delle prime relazioni dei Romani con gli Etruschi per assicurare, insieme con le vie Aurelia e Clodia, i collegamenti tra Roma e le città dell'Etruria. La caduta dell'impero e le invasioni barbariche, l'incerto dominio bizantino e la pressione longobarda portarono poco a poco all'abbandono degli abitati disposti lungo le vie e al ripristino dei luoghi alti

per necessità di difesa e sicurezza: le domuscultae, villaggi sparsi posti sotto la tutela del vescovo di Roma, dettero origine ad un vasto patrimonio ecclesiastico, mentre i castra, villaggi chiusi sorti in luoghi alti in prossimità del castello baronale, furono invece i nuclei di una numerosa feudalità laica. La formazione dello Stato Pontificio, che attraverso un lento e faticoso processo iniziato nell'VIII secolo con la cessione a papa Gregorio II, da parte del re longobardo Liutprando, di Sutri, può dirsi compiuto nei suoi tratti essenziali solo nel XV secolo, portò alla costruzione di castelli-palazzi, spesso ricostruiti su preesistenti fortezze medievali appartenute a nobili feudatari del posto e a principi della Chiesa - Orsini (Soriano nel Cimino, Vasanello, etc.), Marescotti-Ruspoli (Vignanello), Monaldeschi (Bolsena, etc.), Farnese (Caprarola, Gradoli, Valentano, etc.), Borgia (Civitacastellana, Nepi), Odescalchi (Bassano Romano), Albornoz (Viterbo), Santacroce-Altieri (Oriolo Romano), etc. - , centri storici (Viterbo, Vitorchiano, Calcata, Bassano in Teverina, Orte, etc.); ville e giardini di pregio (Villa Lante a Bagnaia, Palazzo Farnese a Caprarola, Parco dei Mostri a Bomarzo); e chiese più o meno elaborate (mirabili quelle romaniche di S. Maria in Castello a Tarquinia, di S. Pietro e S. Maria Maggiore a Tuscania, il Duomo di Civita Castellana con lo splendido portico cosmatesco, l'abbazia cistercense di S. Martino al Cimino, il raffinato Santuario rinascimentale della Madonna della Quercia, etc.).

La provincia di Viterbo occupa un ruolo di primo piano nell'ambito dello scenario agricolo regionale, in particolare per la coltivazione di cereali e nocciole, fortemente presenti nella provincia viterbese.

È un patrimonio che si intreccia con la storia e la cultura del territorio, con i suoi centri storici e con la sua tradizione agricola, evidenziata dalla presenza, nell'ambito dell'Università degli Studi della Tuscia, di una delle più prestigiose Facoltà di Agraria italiane ed europee.

La Tuscia Viterbese si divide in tre zone, cui corrispondono altrettante particolarità ambientali e urbanistiche: ad ovest, lungo la costa tirrenica, si affacciano Tarquinia e Montalto di Castro davanti alle distese maremmane di Canino, Tuscania e Monteromano; al centro si addensano le colline boschive del monte Rufeno, dei Volsini e dei Cimino (lago di Bolsena, lago di Vico e la stessa Viterbo); ad est scivola la valle del Tevere segnata da colate di argilla (calanchi).

Il paesaggio attuale di gran parte del territorio della provincia di Viterbo, un'area geografica compresa tra la catena appenninica e la costa tirrenica, è il risultato di un lungo periodo di attività vulcanica sviluppatosi dalla fine del Pliocene e soprattutto nel Pleistocene (tra un milione e settecentomila e diecimila anni fa).

In questo territorio è possibile distinguere quattro distretti geologici principali:

- il distretto vulcanico vulsino, con al centro il lago di Bolsena ed ai margini il complesso vulcanico di Latera, quello del paleobolsena e quello di Montefiascone;
- il distretto vulcanico cimino-vicano, sovrastato dalla vetta del Monte Cimino (1053 metri) e con al centro la caldera del Lago di Vico;
- il distretto vulcanico tolfetano, caratterizzato da sedimenti sabbioso-argilloso-ghiaiosi nelle zone meno elevate, sovrastate dai Monti della Tolfa, complesso vulcanico denominato Tolfa-Ceriti-Manziana;
- il distretto vulcanico sabatino, al confine meridionale del territorio viterbese, caratterizzato dalla presenza di numerosi crateri pleistocenici, il principale dei quali è oggi occupato dal bacino lacustre di Bracciano.

La rete idrografica della provincia di Viterbo è molto ramificata. I fiumi principali sono:

- il Fiora, che nasce in Toscana in provincia di Siena e fa da confine tra quella regione ed il Lazio, antico confine tra l'Etruria settentrionale e meridionale, poi tra Granducato di Toscana e Stato della Chiesa, sfociando nel Tirreno presso Montalto di Castro;
- il Marta, che ha origine nel lago di Bolsena, si arricchisce delle acque del Biedano e sfocia nel mar Tirreno presso Tarquinia;
- il Mignone, che nasce nel territorio di Vejano, attraversa la Riserva Naturale Regionale Monterano, riceve le pulite acque della Vesca sfociando nel Tirreno presso Civitavecchia (Roma) di cui costituisce il principale apporto d'acqua.

Gran parte del corso di questi fiumi, soprattutto nei tratti più prossimi alle sorgenti, riveste un interesse naturalistico assai rilevante per l'alto grado di naturalità dell'ambiente.

Affluiscono nei corsi d'acqua principali numerosi torrenti e fossi, spesso incassati in profonde valli tagliate nel tufo, che costituiscono il ricco tessuto idrografico di questa provincia: la presenza di alcuni animali nelle loro acque, come le larve degli insetti tricotteri, indica la qualità dell'ambiente, testimoniando come gran parte di questi corsi d'acqua sia relativamente immune da inquinamento.

La fitta rete di forre più o meno profonde, scavate negli strati di roccia vulcanica dai corsi d'acqua, ospita una vegetazione mesofila, legata cioè alle particolari condizioni microclimatiche di forte umidità e scarso soleggiamento. Tipici di questo ambiente sono le felci (capelvenere, felce maschio, lingua cervina e la rara *Osmunda regalis*) e gli ontani, i carpini bianchi, i noccioli, il sambuco, talvolta anche i faggi, sebbene il loro limite altimetrico sia attorno agli 800 metri. I corsi d'acqua perenni sono l'habitat ideale per numerose specie di anfibi, tra cui i rari tritone crestato e salamandrina dagli occhiali, l'ululone a ventre giallo e la rana rossa; sul fondo delle forre, in cui i massi di crollo offrono riparo e tana a numerosi mammiferi, vivono gatti selvatici, nutrie, istrici, diversi mustelidi come il tasso, la martora e la donnola. Sembra pressoché scomparsa la lontra, anche se raramente se ne rinvencono tracce lungo il corso del fiume Fiora.

Sui pianori sovrastanti le valli e le profonde forre, spesso interessati da coltivazioni a cereali o lasciati incolti per il pascolo ed il set-a-side, prospera una vegetazione xerofila, legata cioè ad un clima più caldo ed asciutto: tipici i lecci e le roverelle, frequenti arbusti e cespugli della vegetazione mediterranea, quali eriche, fillirea, alaterno, cisto.

Un altro ambiente tipico della Tuscia sono i numerosi prati-pascoli, su cui da secoli pascolano allo stato brado soprattutto bovini ed equini della razza maremmana: questo tipo di allevamento ha generato nel tempo una prateria secondaria, una prateria cioè creata non solo dalle condizioni pedologiche (del suolo) e climatiche, ma anche dagli animali stessi, con la ricerca di cibo e il calpestio. I grandi erbivori hanno infatti selezionato alcune piante, lasciando cioè solo quelle non mangiabili: sono diffusi in queste aree i cespugli spinosi come il rovo e la marruca (*Paliurus spina christi*), o arbusti come il prugnolo (*Prunus*), il pero mandorlino (*Pyrus amygdaliformis*) ed il biancospino (*Crataegus* sp.). Il paesaggio del prato-pascolo è tipico della Maremma toscana laziale non solo sulla fascia costiera, ma anche nelle zone dell'entroterra.

La prevalente origine vulcanica del territorio della provincia di Viterbo tenderebbe a favorire una certa omogeneità floristico-vegetazionale che è invece arricchita dalla presenza dei due bacini lacustri principali, il lago di Bolsena e il lago di Vico, nonché dai piccoli laghi di Mezzano e Monterosi, non meno significativi sul piano naturalistico.

La provincia di Viterbo ha una scarsa densità di abitanti (76 ab/km² contro i 188 in media dell'Italia e 294 del Lazio) ed è scarsamente industrializzata; questa situazione ha favorito la presenza di grandi beni ambientali e storici che è necessario tutelare e valorizzare. Inoltre, è di notevole interesse un elemento molto importante per la caratterizzazione del paesaggio, ovvero l'integrazione dell'ambiente naturale con le attività agricole e forestali praticate nell'area.

Una delle tipicità del territorio provinciale è costituita dalle forre, elemento caratteristico della morfologia e del paesaggio di questa zona.

Le forre della provincia di Viterbo, profonde incisioni scavate nei substrati vulcanici dall'erosione delle acque, sono presenti in zone diverse e al loro interno presentano tuttavia delle omogeneità in relazione a determinati parametri che sono: contesto territoriale di uso del suolo; altitudine; esposizione; litologia.

Il territorio, sulla base della modalità d'uso prevalente, può essere diviso in due ambiti di estensione più o meno equivalente.

Il primo comprende l'area di Acquapendente e i bacini del Fiora, dell'Arrone e del Marta, mentre il secondo comprende gli affluenti del Tevere, la valle del Treja e il bacino del Mignone. Nel primo ambito, più settentrionale, le forre si trovano immerse in un tessuto agricolo ampiamente diffuso tanto che i boschi di latifoglie costituiscono la seconda tipologia di uso del suolo dopo quella agricola. Nel secondo, invece, più meridionale, l'estensione dei terreni agricoli è decisamente inferiore. Qui siamo di fronte ad un paesaggio costituito prevalentemente da boschi di latifoglie, oliveti e frutteti, con prevalenza di coltivazioni di nocciolo, presenza quest'ultima che rientra in ambito agricolo visto l'uso che di tale coltura si fa e che può provocare un inquinamento del suolo da pesticidi e fertilizzanti, laddove si pratici un trattamento convenzionale.

In relazione all'altitudine si individuano tre ambiti paesaggistici omogenei che possono o no comprendere le forre:

- la zona del Monte Cimino e un'area costiera sul versante occidentale comprendente i bacini del Fiora, dell'Arrone, del Marta e del Mignone, con una quota che va da 0 a 300 metri che non comprendono alcuna forra;
- un'area orientale di cui fanno parte gli affluenti del Tevere e la valle del Treja dove le forre sono ampiamente diffuse;
- un ambito centrale con una quota che va dai 300 ai 700 metri, che attraversa il territorio provinciale da Nord a Sud e comprende le forre più settentrionali (area di Acquapendente).

La classificazione, in base all'esposizione, è più complessa e articolata in quanto non è possibile individuare delle aree ben definite, ma piuttosto degli ambiti ampi, dai contorni molto sfumati, con esposizioni prevalenti.

Un'altra tipicità del territorio Viterbese è evidente nell'area di Bagnoregio, dove il paesaggio è modellato nelle caratteristiche forme dei calanchi, ai piedi dei quali i corsi d'acqua sono incastonati all'interno delle forre. Qui sono evidenti, negli ambiti stratigrafici presenti in affioramento nelle forre, le argille plioceniche, profondamente erose lungo gli impluvi, che scanzano lo sperone tufaceo sovrastante, dando luogo a fenomeni di dissesto. Per tali motivi a Civita di Bagnoregio è stato dato il caratteristico attributo di "città che muore" anche se essa costituisce un forte richiamo turistico.

L'attuale assetto morfologico dell'area vasta è il risultato di tutti gli eventi geologico - strutturali che hanno interessato la zona.

I Distretti vulcanici laziali nel loro complesso presentano caratteristiche morfologiche particolari rispetto a quelle delle altre regioni vulcaniche italiane, infatti, la messa in posto di lave, piroclastiti di ricaduta e soprattutto di importanti colate piroclastiche, connesse ad un'attività altamente esplosiva, ha originato ampi plateau debolmente degradanti dalle aree centrali verso le zone periferiche.

L'azione modellatrice delle acque correnti superficiali ha fortemente inciso i rilievi e le ampie superfici strutturali debolmente inclinate generando valli fluviali strette e profonde. Laddove la natura delle rocce è prevalentemente litoide, a causa della forte resistenza opposta all'erosione, le pareti vallive sono principalmente subverticali; laddove, invece, si osserva un'alternanza di colate piroclastiche e lave litoidi a piroclastiti di ricaduta le pareti vallive assumono un andamento a gradoni.

In contrasto con la morfologia dei versanti i fondi vallivi si presentano spesso ampi e piatti; questo fenomeno è una probabile conseguenza di processi di sovralluvionamento delle valli collegato con il sollevamento eustatico del livello marino al ritiro dei ghiacciai wurmiani. L'andamento radiale e centrifugo delle valli rispetto ai centri vulcanici è spesso legato alla presenza di linee di frattura e/o faglie estremamente recenti che hanno interessato la copertura vulcanica.

L'azione esercitata dalle acque fluviali nella fase di massima attività ha eroso con molta facilità gli strati piroclastici superficiali, causando un approfondimento delle valli, portando in affioramento le rocce laviche più profonde che attualmente costituiscono il letto dei fiumi.

Il territorio si caratterizza da un assetto morfologico abbastanza morbido, dovuto alla messa in posto dei materiali piroclastici che hanno esercitato un effetto livellante della paleomorfologia. Lungo questa fascia, che si allunga in direzione nord-sud si possono osservare delle zone topograficamente più elevate, denominati poggi. Nell'insieme, l'orizzonte è collinare e sub-pianeggiante, inciso da solchi, anche profondi, ricchi di vegetazione in cui scorrono il fiume ed i suoi affluenti. Dappertutto restano segni del passato, conformando in alcuni punti le strutture dei tipici paesaggi di questa parte dell'Italia, che accoglie la rigogliosa asprezza della Maremma Laziale interna, i declivi della Maremma Litoranea e le successioni di piani e gole dell'Etruria interna viterbese.

Per quanto riguarda l'area in studio, nel complesso risulta caratterizzata da una successione di deboli dossi e avvallamenti digradanti verso la fascia costiera. Per quanto riguarda le forme morfologiche individuate nella zona, sono soprattutto i compluvi a essere rilevati, con dossi morfologici rari e contenuti. Solo raramente si riscontra la presenza di orli di scarpata, nella quasi totalità, infatti, i dossi morfologici degradano con pendenze comprese tra 5 % e il 10 %. Trattandosi di zone libere da vegetazione arborea ed essendo sfruttati prevalentemente ad uso agricolo, seminativo, o pascolivo, le zone sommitali sono, quasi sempre percorse da strade poderali che

coincidono con gli spartiacque superficiali secondari dai quali si dipartono linee di compluvio radiali rispetto alle cime in direzione dei corsi d'acqua.

L'area di progetto si inserisce nel mosaico del paesaggio agricolo-rurale della Maremma tarquiniese, caratterizzata da agglomerati di lotti coltivati o condotti a uliveto, alternati a sporadici prati spontanei e pascoli.

La parte antropica del paesaggio si riconduce alla presenza di isolati casali agricoli, con stalle e depositi annessi, e alcuni casali a funzione anche residenziale.

Sono massicciamente presenti elementi di infrastrutturazione produttiva e industriale: l'area industriale di Tarquinia (non ancora completamente occupata e infrastrutturata), grandi edificazioni e spazi di pertinenza di importante sviluppo areale (centro logistico, grande distribuzione alimentare), stazioni elettriche Terna di importanza nazionale (Aurelia e Santa Lucia), area militare inglobata nel perimetro della ZPS (poligono).

Gli elementi lineari che caratterizzano le visuali sono costituiti dalla viabilità locale, spesso sterrata; dai pali e tralicci per il vettoriamento dell'energia elettrica, di dimensioni rilevanti, che solcano il territorio edanno una forte connotazione antropica (linee di alta e altissima tensione, con importanti zone di congestionamento in prossimità delle stazioni elettriche); dalla importante presenza dei tracciati dell'Autostrada A12 e relativi svincoli e complanari; e dalla residuale vegetazione ripariale dei pochi fossi e impluvi che solcano il territorio.

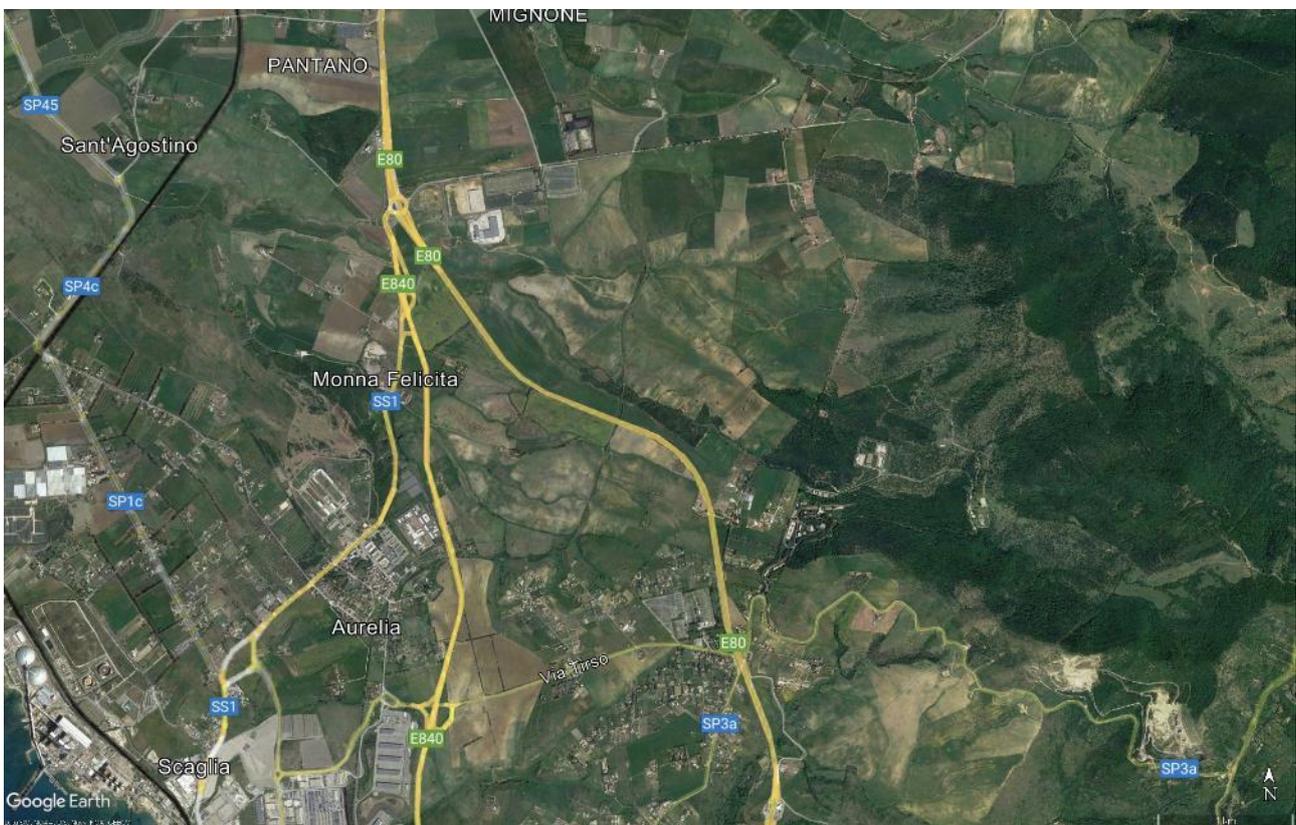


Figura 1 - assetto attuale del territorio

Metodologia di analisi dell'impatto visivo

Al fine di valutare l'intrusione visiva del progetto agrovoltaiico proposto, è stata realizzata una simulazione di inserimento paesaggistico che ha prodotto una fotosimulazione dell'opera nella visuale più significativa presente nell'area vasta di indagine.

Le fotosimulazioni mostrano, in maniera otticamente conforme alla visione dell'occhio umano, come sarà il paesaggio quando saranno installati tutti i pannelli previsti nel progetto, e sono un valido supporto per la valutazione dell'impatto paesaggistico.

In generale, l'impatto di un'opera sul contesto paesaggistico di un determinato territorio è legato a due ordini di fattori:

- Fattori oggettivi: caratteristiche tipologiche, dimensionali e cromatiche, numerosità delle opere, dislocazione sul territorio;
- Fattori soggettivi: percezione del valore paesaggistico di determinate visuali, prefigurazione e percezione dell'intrusione dell'opera.

La valutazione dell'impatto sul paesaggio è complessa perché, a differenza di altre analisi, include una combinazione di giudizi sia soggettivi che oggettivi.

Pertanto, è importante utilizzare un approccio strutturato, differenziando giudizi che implicano un grado di soggettività da quelli che sono normalmente più oggettivi e quantificabili.

Gli orientamenti attuali nel settore prevedono di valutare il carattere del paesaggio ponendosi le seguenti domande:

- Quali sono i benefici del paesaggio (tranquillità, eredità culturali, senso di individualità e copertura);
- Chi riceve i benefici e a quali scale;
- Quanto è raro il beneficio;
- Come potrebbe essere sostituito il beneficio.

Per rispondere a queste domande vi sono molti metodi. Negli studi reperibili in letteratura è presente uno spettro di metodi che presenta due estremità: da un lato tecniche basate esclusivamente su valutazioni soggettive di individui o gruppi; dall'altro tecniche che usano attributi fisici del paesaggio come surrogato della percezione personale.

Per il presente progetto si è optato per un approccio oggettivo alla valutazione, determinando analiticamente e geometricamente l'intrusione visiva del progetto nel panorama locale con la realizzazione di fotosimulazioni.

Questo tipo di approccio garantisce, al di là di ogni eventuale considerazione soggettiva, una quantificazione reale della percezione delle opere in progetto, in termini di superficie di orizzonte visuale occupata dalla sagoma dei pannelli, per un dato punto di osservazione.

Il progetto, per la sua natura di servizio della collettività, va valutato a livello di area vasta, ma ha un impatto visivo a livello locale.

La principale caratteristica dell'impatto paesaggistico di un impianto fotovoltaico a terra è determinata dall'intrusione visiva dei pannelli nel panorama di un generico osservatore.

In generale, la visibilità delle strutture da terra risulta ridotta, in virtù delle caratteristiche morfologiche del territorio e dimensionali degli elementi.

Questi presentano altezze contenute, nel caso specifico circa 2,4 m dal piano campagna nel punto di massima elevazione dei pannelli col tracker inclinato, e sono assemblati su un terreno debolmente ondulato.

La visibilità in generale è condizionata verso monte, nel senso della riduzione, anche dalla topografia, dalla densità vegetazionale, dalle condizioni meteorologiche dell'area e dalla presenza, nell'intorno dei punti di osservazione, di ostacoli di altezze paragonabili a quelle dell'opera in esame.

Verso valle invece, ovvero verso la fascia costiera, la morfologia uniformemente digradante favorisce la visibilità delle aree di impianto, anche se limitatamente ad alcuni settori, per la maggior parte coincidenti con il tracciato della A12, che in forza della sua giacitura e modalità realizzativa funge da barriera visiva per molti punti del territorio verso l'impianto.

Da un'analisi critica di vari studi di settore, emergono due tipologie di metodologie di valutazione dell'impatto paesaggistico che, per estensione da altri campi, è possibile adottare nel caso degli impianti fotovoltaici:

- la prima, di tipo puntuale, è condotta attraverso l'analisi di immagini fotografiche reali o simulazioni visuali;
- la seconda, di tipo estensivo, è condotta attraverso l'individuazione di indici di visibilità dell'impianto su un vasto territorio.

La prima tipologia di analisi prende in considerazione non solo la visibilità dell'impianto ma anche altri aspetti percettivi più difficilmente misurabili, quali ad esempio la forma ed il colore dei manufatti e del paesaggio.

La seconda tipologia di analisi si basa, in primo luogo, su una discretizzazione del territorio potenzialmente ricettore dell'impatto paesaggistico del manufatto, successivamente, nella determinazione di indici di impatto paesaggistico per ogni unità di territorio ed infine, nella pesatura di questi indici in funzione della densità di popolazione di ogni singola porzione di territorio.

Per il progetto dell'impianto agrovoltico in esame, la metodologia adottata è quella a carattere puntuale, come detto in precedenza, condotta attraverso l'utilizzo della fotosimulazione.

Per quantificare il livello di interferenza con gli elementi paesaggistici dell'intorno, è stata condotta una ulteriore analisi di intervisibilità dell'impianto fotovoltaico in progetto.

L'analisi è stata effettuata sui punti di maggiore elevazione del lotto di terreno, e l'area di analisi è un cerchio, centrato sul punto, avente un raggio di 5 km.

Tale distanza è stata scelta in quanto permette di ricomprendere nell'analisi sia le abitazioni presenti nell'intorno del progetto, sia i percorsi panoramici regionali indicati nelle tavole C del PTPR ricadenti in vicinanza dell'area di progetto: l'autostrada A12, che scorre a 1.000 m a ovest e 400 m a sud del perimetro di impianto.

Il modello digitale del terreno utilizzato è stato ricavato interpolando i dati geografici reperibili sul portale Open Data della Regione Lazio e desunti dalle elaborazioni della nuova CTRN numerica in scala 1:5000.

I dati consistono in curve di livello e punti quotati, cui sono stati aggiunti i tematismi ricavati dalla Carta dell'Uso del Suolo per quanto riguarda la copertura vegetale.

Dalla elaborazione di tali dati in ambiente GIS si è ottenuto un DTM estremamente dettagliato, che rappresenta la morfologia reale del territorio.

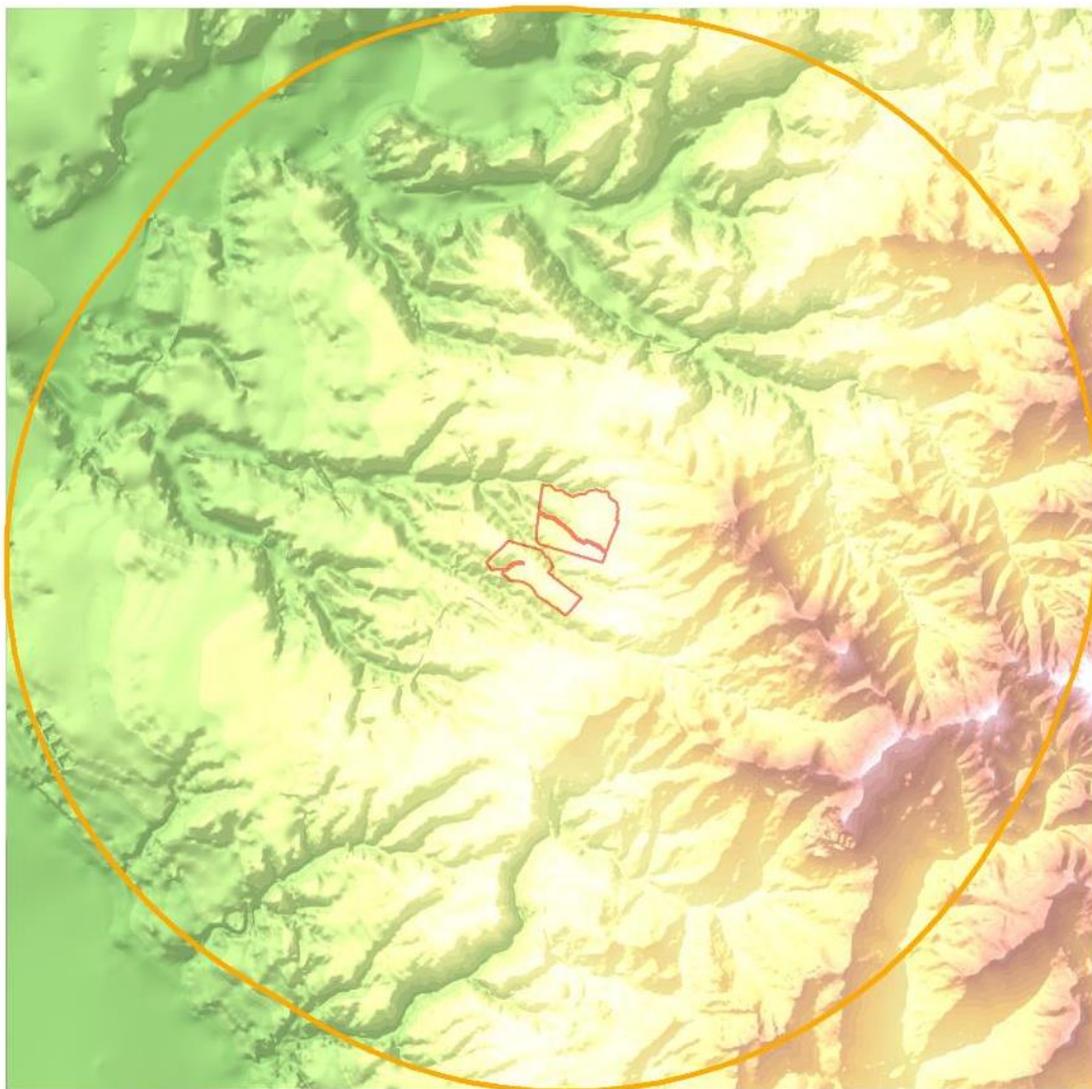


Figura 2 - modello digitale del terreno (DTM) elaborato

Il software utilizzato analizza la visibilità diretta (secondo le leggi dell'ottica geometrica) di un determinato punto del territorio (sorgente) da tutti i punti del territorio stesso compresi all'interno di un determinato raggio (rilevatori).

La visibilità del singolo rilevatore è analizzata secondo un modello spaziale che tiene conto, oltre che delle caratteristiche geometriche di sorgente, rilevatore e territorio, anche delle modalità fisiche di trasmissione delle lunghezze d'onda visibili, delle caratteristiche ottiche dell'atmosfera, dell'assorbimento da queste dipendente, nonché della curvatura terrestre.

I punti di cui si è simulata la visibilità sono stati scelti coincidenti con i punti a quota più elevata delle aree di impianto (un punto per ognuno dei lotti in cui esso risulta suddiviso).

Come altezza della sorgente è stata scelta la quota massima del pannello in fase di esercizio; come altezza del rilevatore è stata scelta una statura media di 1.75 m.

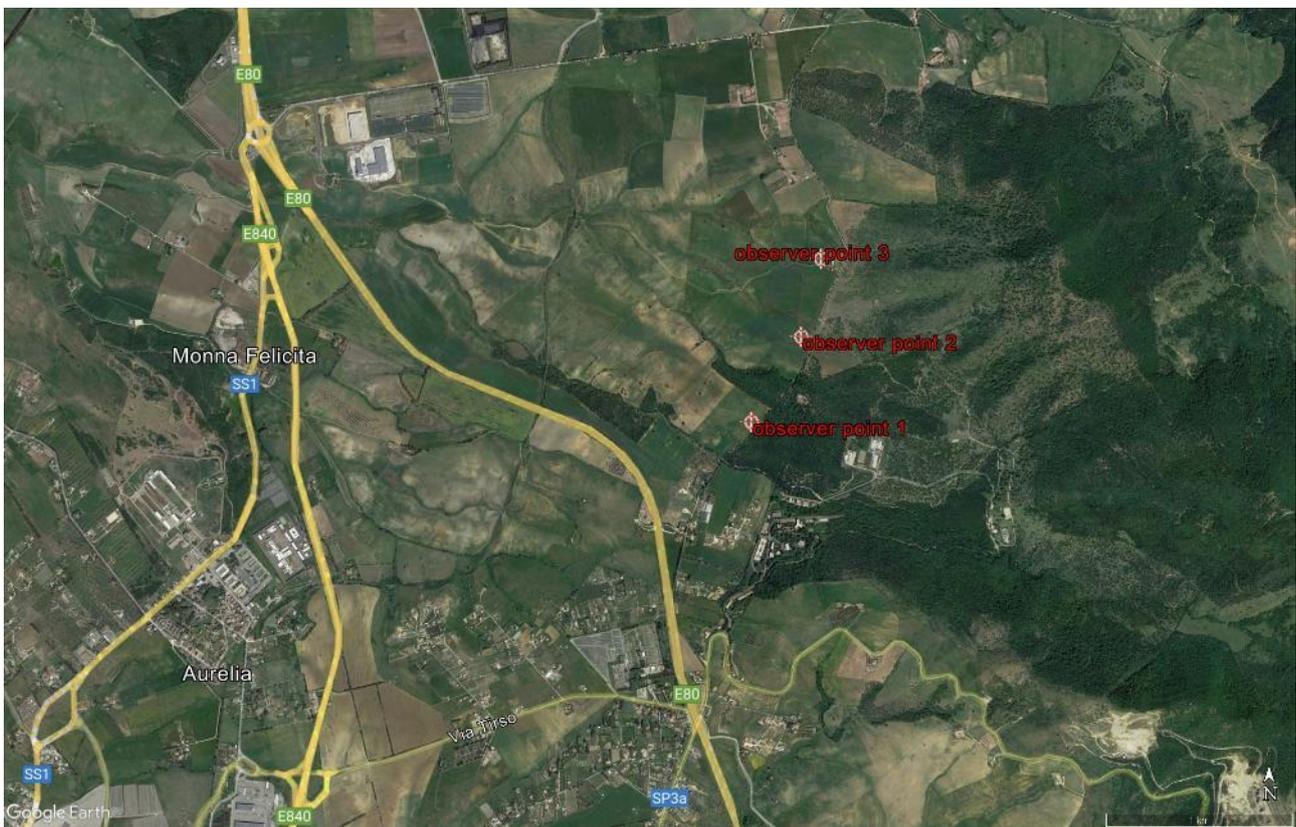


Figura 3 - punti di osservazione considerati ai fini della intervisibilità

Naturalmente, una analisi condotta solo sulla base della morfologia fornisce un bacino di visibilità dell'impianto che è solo teorico, e che sovrastima la visibilità perché non tiene conto di tutti quegli elementi comunque presenti sul territorio (edificato, infrastrutture, alberi, modificazioni della morfologia a seguito di movimenti e rimodellazioni del terreno, ecc...) e che riducono in maniera sensibile la visibilità di un oggetto da un determinato punto di osservazione.

Per dare una stima meno approssimata della visibilità reale dell'impianto, sono stati inseriti nel modello del terreno, gli elementi sicuramente identificabili nella Carta dell'Uso del Suolo della Regione Lazio.

Fra le varie classi di utilizzo del territorio individuate nella carta, sono state considerate quelle relative all'edificato residenziale e non, in quanto rappresentative degli elementi maggiormente presenti nell'area in studio.

Parimenti, non sono state inserite le edificazioni singole (case, capannoni agricoli, etc.) presenti sul territorio.

L'elaborazione effettuata mostra che la visibilità dei punti dell'impianto considerati risulta frammentata in virtù della morfologia ondulata del territorio.

In particolare, la visibilità dai percorsi panoramici regionali (tavola C del PTPR) risulta frammentata e attenuata.

Nel corso dei sopralluoghi effettuati, la visibilità reale è di fatto risultata ovviamente superiore a quella simulata, dato che l'analisi GIS è basata su punti discreti e non su tutta l'area dell'impianto.

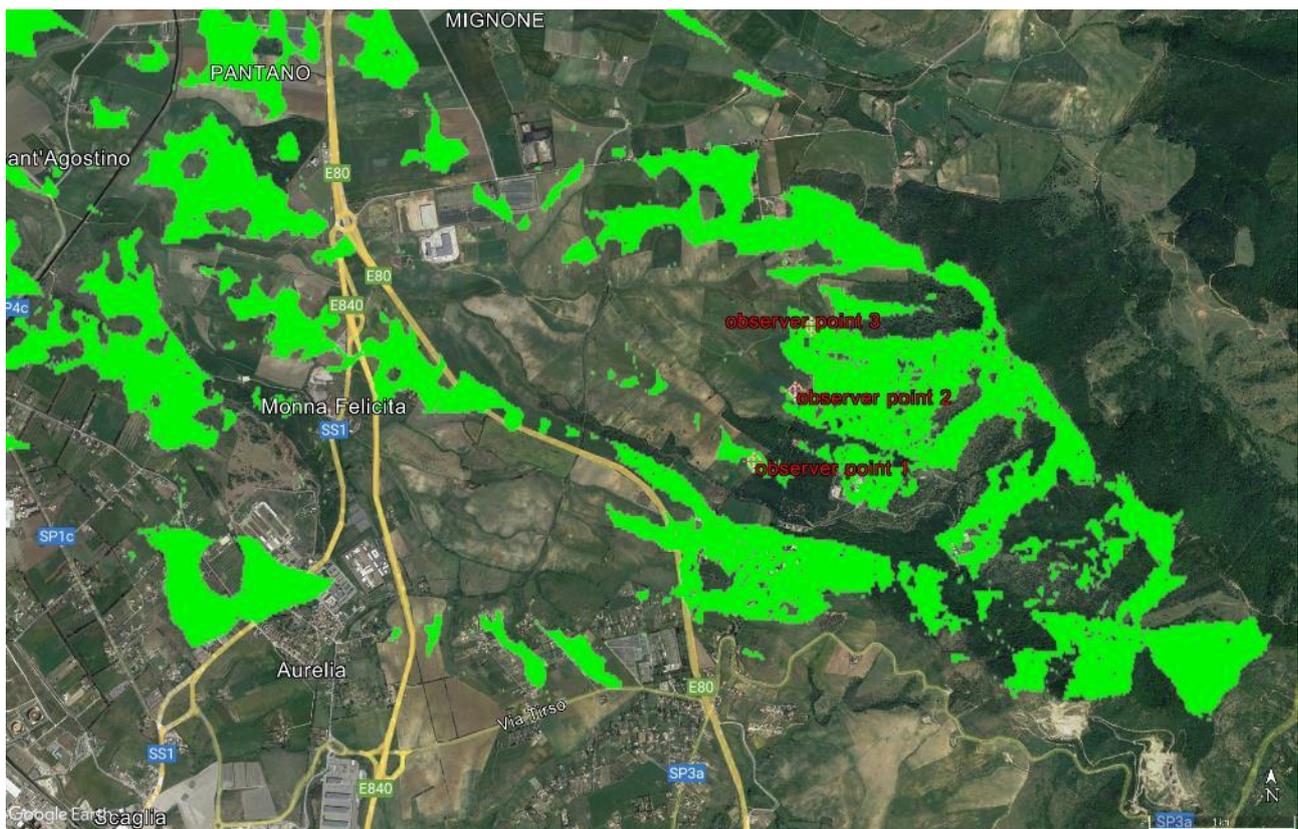


Figura 4 - visibilità calcolata per il punto di osservazione interno al lotto 1

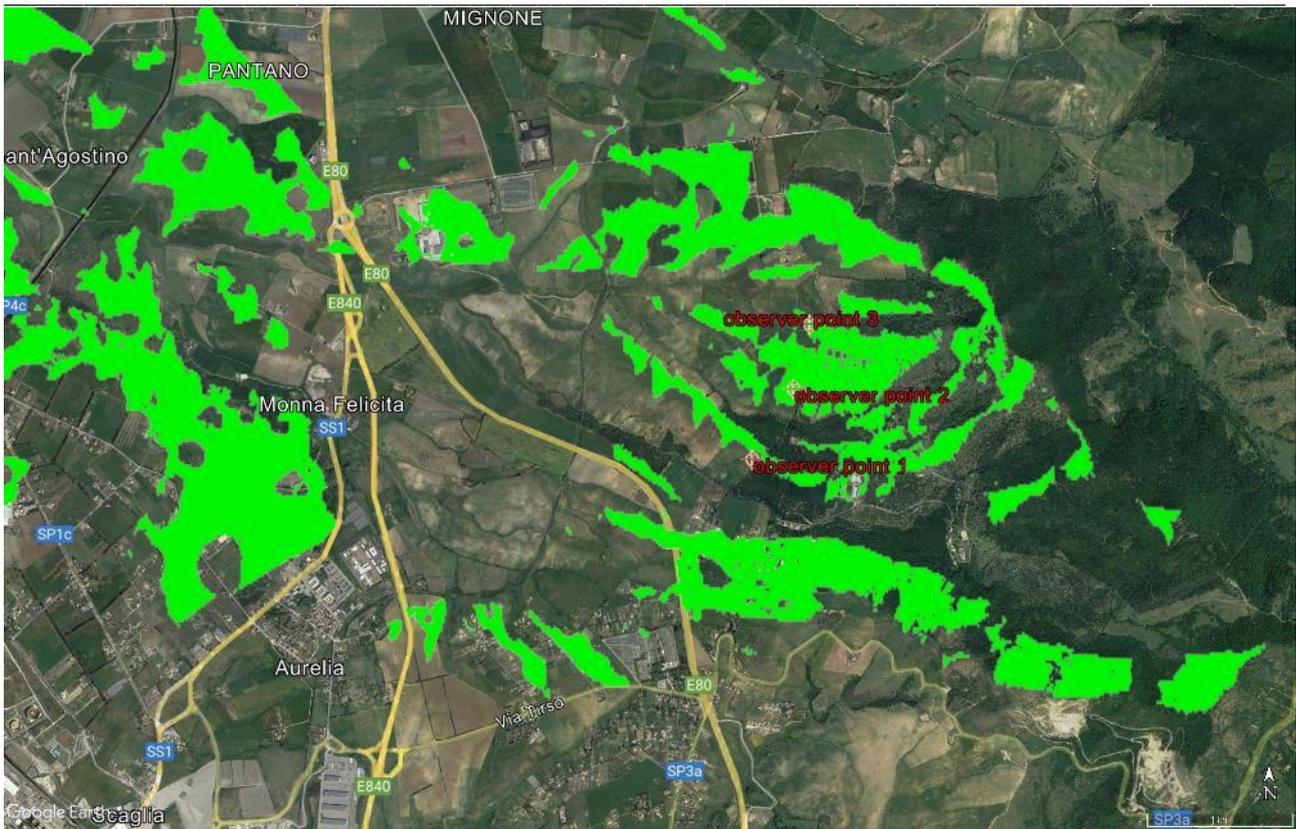


Figura 5 - visibilità calcolata per il punto di osservazione interno al lotto 2

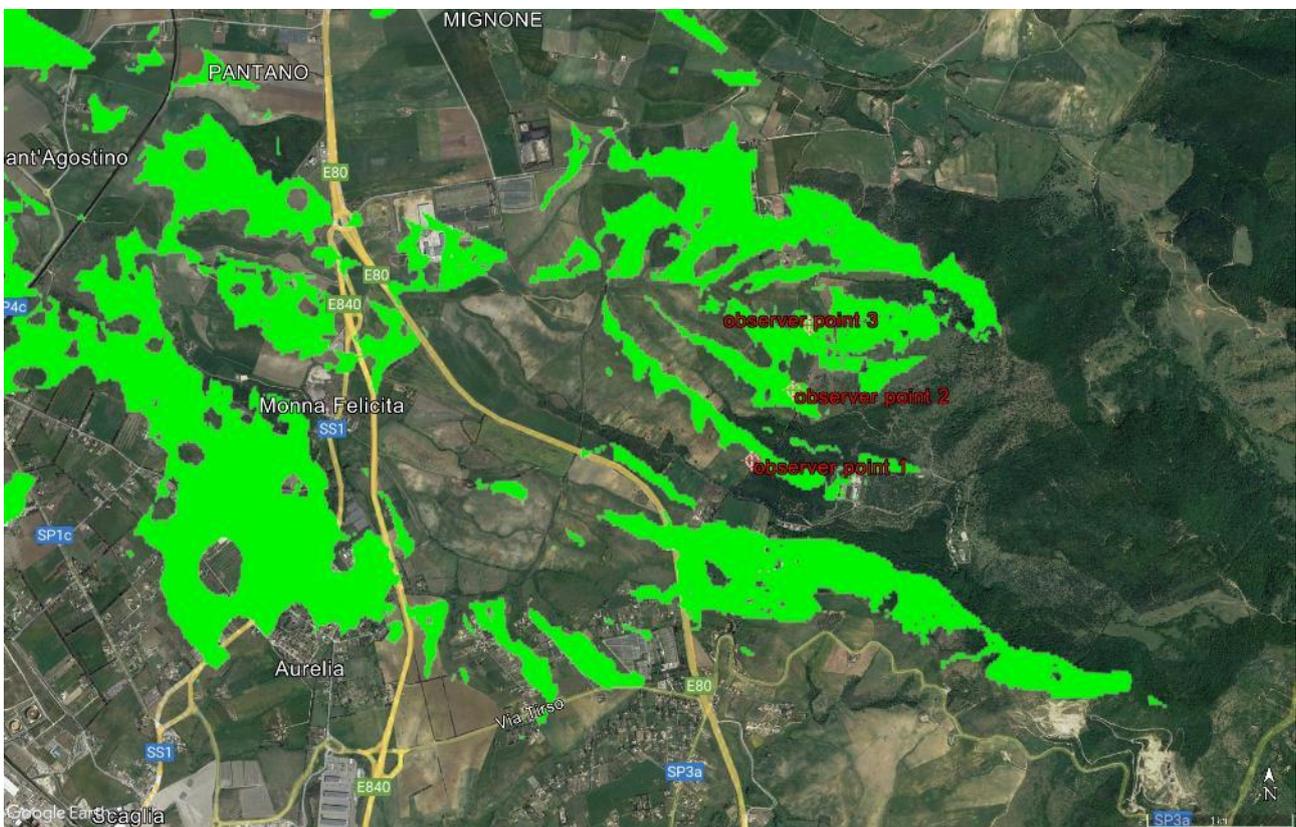


Figura 6 - visibilità calcolata per il punto di osservazione interno al lotto 3



Figura 7 – vista dei terreni di progetto dalla A12 (schematizzazione su Street View)



Figura 8 – vista dei terreni di progetto dalla A12 (schematizzazione su Street View)

Individuazione dei potenziali recettori sensibili

L'individuazione dei potenziali recettori sensibili dell'impatto visivo generato dall'impianto è stata effettuata utilizzando come criteri di selezione i seguenti:

- presenza di nuclei urbani
- presenza di abitazioni singole
- presenza di scuole e ospedali
- presenza di percorsi panoramici (tavola C del PTPR)
- presenza di aree in cui è prevista nuova edificazione
- presenza di viabilità principale e locale
- presenza di luoghi di culto
- presenza di luoghi di frequentazione turistica o religiosa
- presenza di punti panoramici elevati
- presenza di beni del patrimonio culturale
- presenza di beni del patrimonio naturale
- presenza di parchi o aree protette

La reale presenza di elementi appartenenti alle categorie sopra elencate è stata valutata a seguito di numerosi sopralluoghi nell'area vasta d'indagine.

Gli elementi rilevati, tra quelli sopra elencati, possono essere riferiti alla categoria delle abitazioni singole, sebbene siano compresi anche capannoni agricoli e casali rurali, oltre che ai percorsi panoramici già citati (Autostrada A12).

Analisi della compatibilità dell'intervento

Per valutare i possibili impatti del parco fotovoltaico proposto sono state fatte oggetto di valutazione specifiche categorie:

- Significato storico-ambientale;
- Patrimonio storico-culturale;
- Frequentazione del paesaggio.

Per significato storico-ambientale si intende l'espressione del valore dell'interazione dei fattori naturali e antropici nel tempo.

Tale parametro si valuta attraverso l'analisi della struttura del mosaico paesaggistico prendendo in considerazione la sua frammentazione, la qualità delle singole tessere che lo compongono e combinandolo con la morfologia del territorio e le caratteristiche vegetazionali.

Nel caso in esame ci troviamo di fronte ad un paesaggio molto semplificato dove i campi coltivati rappresentano la quasi totalità delle aree rurali, ed è forte l'impronta antropica con le molteplici edificazioni e infrastrutture energetiche, logistiche e produttive.

Per quanto riguarda il patrimonio storico-culturale, la Provincia di Viterbo dal punto di vista archeologico è punteggiata dalla presenza più o meno evidente ed importante degli Etruschi che in queste terre si sono insediati ed hanno prosperato per secoli.

Tuttavia, ci sono zone dove la loro presenza è stata forte (come ad esempio Tarquinia, Vulci, S. Giuliano, Castel d'Asso, Norchia, Sutri) ed altre in cui non hanno trovato un substrato adatto alla loro significativa permanenza.

L'area di progetto è esterna e distante dalle aree archeologiche censite e riportate nel PTPR.

La frequentazione analizza il livello di riconoscibilità sociale del paesaggio, indipendentemente dal significato storico, ma tenendo presente la percezione attuale del pubblico. Un paesaggio sarà tanto più osservato e conosciuto quanto più si troverà situato in prossimità di grandi centri urbani, vie di comunicazione importanti e luoghi di interesse turistico.

Nei primi due casi si tratterà di una frequentazione regolare, negli altri casi di una frequentazione irregolare, ma caratterizzata da diverse tipologie di frequentatori, i quali a seconda della loro cultura hanno una diversa percezione di quel paesaggio.

Nel caso in esame, il sito di progetto si trova defilato rispetto ai centri abitati e alle case sparse (frazioni), e risulta visibile solo dai tratti prospicienti della A12.

L'analisi condotta permette di redigere le seguenti considerazioni:

- la zona nella quale verrà realizzato il parco fotovoltaico è dotata di una struttura paesaggistica fortemente segnata dall'articolazione rurale, che si traduce spesso in una banalizzazione del paesaggio naturale. Le cause sono indubbiamente di natura antropica ponendo le attività pastorali ed agricole succedutesi nel tempo come primaria fonte di impatto;
- l'area riveste un ruolo di modesto pregio dal punto di vista del patrimonio storico - archeologico vista la presenza dei pochi siti e poco interessanti ancorché poco visitati. Infatti, molti di essi non sono adeguatamente curati e serviti da un'attenta rete di servizi sia a fini culturali che turistici e pertanto non valorizzati dalla presenza massiccia di visitatori;
- la frequentazione paesaggistica dell'area sottoposta ad indagine appare chiaramente differente a livello di area locale e di area vasta, ed a questo si accompagna una differente percezione visiva del paesaggio. Nel primo caso l'utenza coinvolta è soprattutto quella legata alla diretta utilizzazione e sfruttamento del territorio per diversi fini (agricoltura, pastorizia, ecc.). Nel secondo caso si tratta di una utenza alquanto eterogenea essendo caratterizzata da frequentatori sia regolari (abitanti, lavoratori, ecc) che irregolari (di passaggio verso altre

località) e per i quali la percezione visiva nei confronti dell'impianto fotovoltaico potrebbe risultare assai inferiore rispetto ai primi. Nel caso specifico, gli osservatori sono quelli transitanti sulla A12, che avranno una visione dell'impianto per un tempo limitato; inoltre dalla stessa A12 sono ben visibili, e con un raggio di visibilità ben più ampio, le numerose infrastrutturazioni energetiche della zona (non solo i numerosi tralicci e linee aeree di alta tensione, ma anche le infrastrutture portuali di Civitavecchia, l'imponente centrale termoelettrica di Torre Valdaliga, la ex centrale nucleare di Montalto di Castro).

Mitigazioni dell'impatto visivo

Le mitigazioni al progetto sono pensate per ridurre gli impatti prevalenti, che sono a carico della componente visuale dell'impianto.

Data la frammentazione del territorio, la conformazione sub-pianeggiante e la sua forte componente sia agricola che antropica, la naturalità del contesto non risente in maniera significativa dell'inserimento dell'impianto fotovoltaico.

L'impatto legato alla percezione visiva su scala locale è ridotto in virtù della morfologia dei luoghi, e la visuale risulta ostruita o nascosta da molti punti nell'intorno.

Gli unici punti di visibilità diretta sono sulla viabilità locale e rurale che corre bordo impianto, sebbene spesso schermata dalla vegetazione e dai dislivelli tra rilevato stradale e terreni limitrofi.

Più ampio, e non completamente eliminabile, è l'impatto visivo su scala vasta, per il quale valgono le considerazioni precedentemente esposte.

La mitigazione dell'impatto visivo verrà attuata mediante interventi volti a ridurre l'impronta percettiva dell'impianto dalle visuali di area locale.

Si rimarca come i cavidotti, sia interni che esterni all'impianto, sono interrati e quindi non percepibili dall'osservatore.

Le mitigazioni previste nel progetto proposto consistono essenzialmente nella schermatura fisica della recinzione perimetrale con uno spazio piantumato con essenze arboree ed arbustive autoctone, in modo da creare un gradiente vegetale compatibile con la realtà dei luoghi.

La creazione di un gradiente vegetazionale sui lati del lotto, mediante l'impianto di alberi, arbusti, cespugli e essenze vegetali autoctone, seguirà uno schema che preveda la compresenza di specie e individui (scelti di preferenza fra quelli già esistenti nell'intorno, e secondo quanto indicato nella letteratura tecnica ufficiale circa la vegetazione potenziale della zona fitoclimatica) di varie età e altezza.

Le essenze saranno piantate su filari sfalsati, in modo da garantire una uniforme copertura della visuale.

La porzione di fascia limitrofa alla recinzione sarà piantumata con cespugli e arbusti a diffusione prevalente orizzontale.

La struttura e la composizione spaziale della fascia di mitigazione è stata studiata tenendo conto anche dell'effetto schermante operato in alcuni tratti del perimetro dalla vegetazione arbustiva e arborea presente.

Sono state pertanto individuate 2 tipologie di mitigazione, distribuite lungo il perimetro come meglio riportato negli elaborati di progetto.

Fotoinserimenti e rendering

Per valutare l'efficacia delle mitigazioni proposte sono stati effettuati dei fotoinserimenti con relativi rendering.

Data la scarsissima frequentazione della viabilità rurale dell'intorno, e data l'impossibilità (per ovvie ragioni di sicurezza) di prendere scatti fotografici dalla Autostrada A12, si è optato per l'utilizzo di un drone per sorvolare e fotografare i terreni di progetto.

Alcuni di questi scatti sono stati analizzati nelle configurazioni ante e post operam, con e senza la mitigazione perimetrale.

Per ulteriori dettagli e per una completa consultazione si rimanda alla documentazione progettuale allegata, in particolare all'elaborato SIAPROG005_fotoinserimenti e render, dal quale si evince più che la ridotta e poco invasiva visibilità dell'impianto con le mitigazioni proposte, l'armonico inserimento del progetto nel paesaggio locale grazie anche alle soluzioni progettuali appositamente ideate.



Figura 9 - foto dal drone dell'area di impianto (porzione ovest del lotto 2)



Figura 10 - rendering dello scatto riportato in figura 9

Impatto sui Beni Culturali e Paesaggistici presenti

L'area interessata dal progetto dell'impianto fotovoltaico risulta contornata da Beni culturali e Paesaggistici appartenenti alle categorie delle aree boscate e della fascia di rispetto dei corsi delle acque pubbliche.

Inoltre, lo stesso cavidotto AT attraversa in subalveo un corso d'acqua pubblica.

Le modalità di esecuzione del cavidotto, in tracciato interrato, e le modalità previste per l'attraversamento in subalveo dei corsi d'acqua incontrati, garantiscono in ogni caso il rispetto delle norme e delle tutele imposte per tale tipo di vincolo, non introducendo alterazioni di sorta sull'assetto morfologico, vegetazionale e idraulico dei terreni, che sono ripristinati allo stato naturale dopo l'esecuzione dei lavori previsti.

Le aree archeologiche risultano distanti dalle installazioni di progetto e non toccate da esse.

Le modalità di installazione dei moduli (su zavorre semplicemente poggiate sul terreno) e dei cavidotti interni (in canalette affioranti) riducono a zero ogni potenziale interferenza con il suolo e il sottosuolo, e quindi con eventuali presenze di interesse archeologico.

Nella fase di costruzione dell'impianto, come buona prassi ingegneristica, tutte le attività potenzialmente interferenti saranno monitorate e vigilate in tempo reale da archeologi debitamente autorizzati e accreditati.

Conclusioni

Per quanto riportato nel presente capitolo del SIA, l'impatto sui Beni Paesaggistici e Culturali viene giudicato, data la bassa sensibilità dei ricettori potenziali e la bassa magnitudo, ulteriormente attenuata dalle soluzioni progettuali implementate e mitigate, basso e compatibile con il contesto locale e di area vasta.

Cumulo con altri progetti

Con riferimento all'area di studio, che si estende per un raggio di 5 km a partire dal perimetro dell'impianto in progetto, sono rilevabili i seguenti impianti fotovoltaici:

- impianto PV nelle aree di pertinenza della Stazione Terna Aurelia (esistente)
- impianto PV nelle aree di pertinenza della Stazione Terna Santa Lucia (esistente)
- impianto PV parzialmente compreso nel margine ovest dell'area di studio (esistente)
- impianto PV NLSOLARE esterno all'area di studio (potenza 20 MWp, autorizzato e in costruzione)
- impianto PV SUNCORE (potenza 44 MWp, autorizzato e in costruzione)
- impianto PV DIONISO (potenza 53 MWp, autorizzato e in costruzione)

Si specifica che tali impianti sono rilevabili dalle ortofoto regionali e dalla consultazione dei portali della Regione Lazio.

Non sono stati rilevati altri impianti FER nell'area di studio dalla consultazione del portale del MASE.

Altri eventuali impianti FER per i quali non sia ad oggi stata avviata la procedura di consultazione pubblica non risultano rilevabili.

Conclusioni

Da quanto esposto nel SIA e nello Studio di VINCA per il progetto in esame, questo appare compatibile con i regimi di vincolo e tutela esistenti sul territorio, che si sostanziano unicamente nelle aree perimetrate come ZPS e IBA al cui interno il progetto ricade per intero.

In particolare, lo Studio di Incidenza non ha evidenziato interferenze negative con gli obiettivi di conservazione della ZPS e dell'IBA, mentre il SIA non ha evidenziato impatti di magnitudo o significatività tali da non poter essere considerati sostenibili dal territorio o mitigati dalle azioni di progetto.

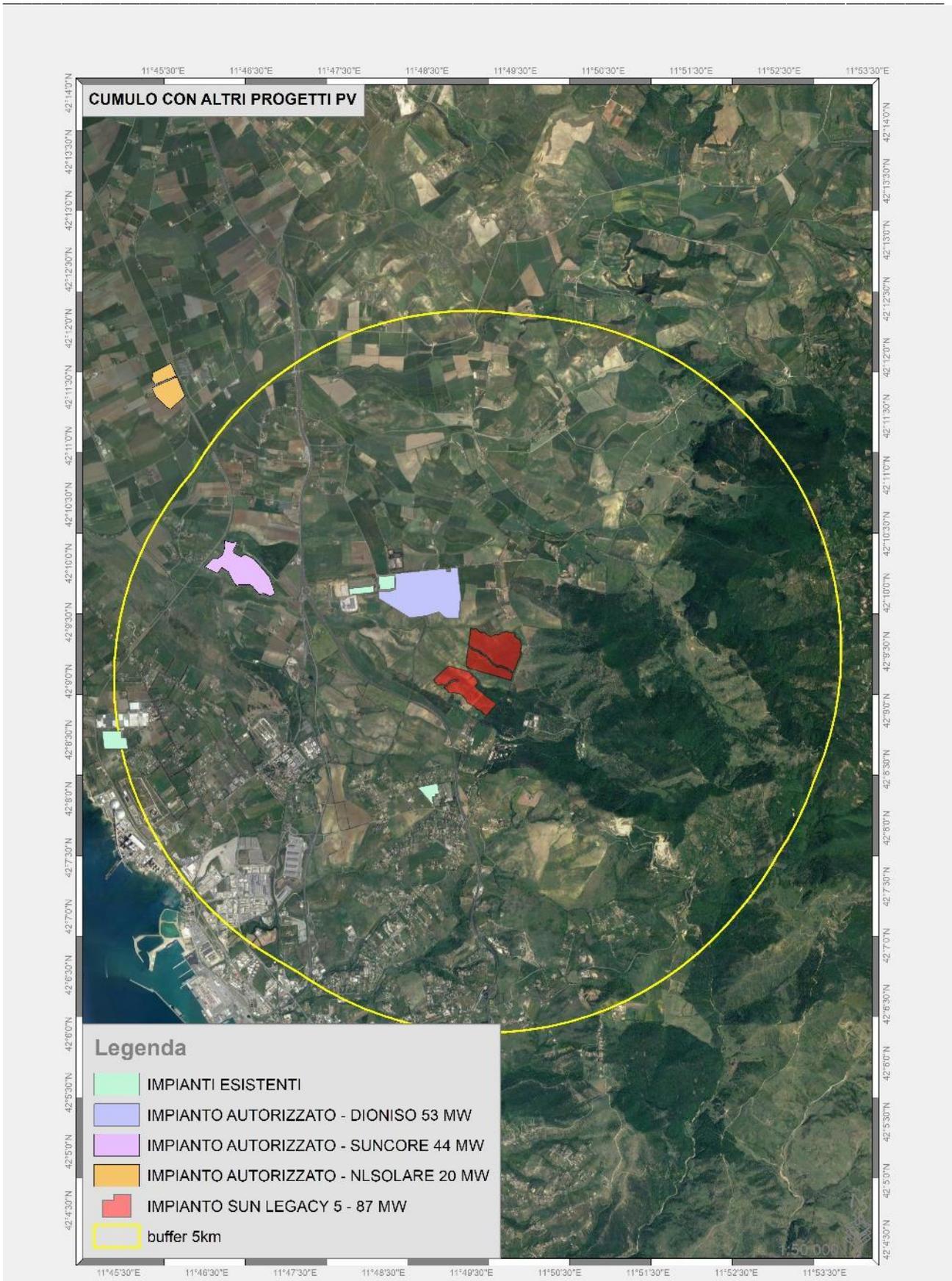


Figura 11 - impianti fotovoltaici esistenti e/o autorizzati presenti nell'area di studio