

**IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA
DA FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE
PARI A 43,0 MVA DENOMINATO "PADULA"**

**REGIONE PUGLIA
PROVINCIA di FOGGIA
COMUNE di CANDELA**

Località: Masseria Padula

**PROGETTO DEFINITIVO
Id AU HF0TH51**

Tav.:

Titolo:

MiTE

**RICHIESTA INTEGRAZIONI MiTE
prot. n. 1317 del 07.03.2022**

ELABORATO UNICO INTEGRAZIONI

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

n.a.

A4

HF0TH51_DocumentazioneIntegrativa_MiTE

Progettazione:

Committente:

DOTT. ING. Fabio CALCARELLA

Via Bartolomeo Ravenna, 14 - 73100 Lecce
Mob. +39 340 9243575
fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu
P. IVA 04433020759

Whysol-E Sviluppo S.r.l.

Via Meravigli, 3 - 20123 - MILANO
Tel: +39 02 359605
info@whysol.it - whysol-e.sviluppo@legalmail.it
P. IVA 10692360968



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Fabio Calcarella'.

| Data | Motivo della revisione: | Redatto: | Controllato: | Approvato: |
|---------------|--|----------|--------------|---------------------------|
| Luglio 2020 | prima emissione | STC | FC | WHYSOL E- Sviluppo s.r.l. |
| Dicembre 2020 | Richiesta di integrazioni Regione Puglia Prot. AOO 159/27-11-2020 n. 8488 | STC | FC | WHYSOL E- Sviluppo s.r.l. |
| ottobre 2021 | Integrazioni-Inserimento P.M.A. | STC | FC | WHYSOL E- Sviluppo s.r.l. |
| Maggio 2022 | Integr. MiTE prot. 1317 07.03.22 - MIC prot. 7540 25.02.22 | STC | FC | WHYSOL E- Sviluppo s.r.l. |
| | | | | |
| | | | | |

Sommario

| | |
|--|----|
| PREMESSA..... | 3 |
| ASPETTI GENERALI | 4 |
| 1.1 Uso del suolo | 4 |
| 1.2 Produzioni agricole di pregio..... | 6 |
| 1.3 Collegamento AT in cavo SSE Matisse – SSE Degas..... | 6 |
| ACQUE SOTTERRANEE | 9 |
| BIODIVERSITA’ | 11 |
| Biodiversità dell’area di progetto..... | 12 |
| Allevamento ovino..... | 12 |
| Gestione ed uso del suolo. Tecnica di coltivazione e tutela biodiversità..... | 13 |
| Siepe perimetrale | 13 |
| Apicoltura | 16 |
| Tabella riepilogativa delle specie vegetale autoctone che si intende piantumare nell’ambito del progetto agrovoltaiico | 17 |
| Misure di compensazione ambientale a favore dei Comuni interessati dal progetto | 18 |
| PAESAGGIO..... | 20 |
| Impatti cumulativi | 20 |
| Simulazione e fotoinserimenti..... | 20 |
| Misure di Mitigazione..... | 21 |
| Siepe perimetrale | 22 |
| USO DEL SUOLO..... | 27 |
| ARIA E CLIMA..... | 29 |
| Analisi delle emissioni inquinanti | 29 |
| Fase di cantiere - Polveri | 29 |
| Fase di cantiere - Emissioni da gas di scarico dei mezzi meccanici di cantiere | 38 |
| Fase di esercizio..... | 41 |
| Fase di dismissione | 41 |
| Risorse necessarie in termini di energia e materiali..... | 42 |
| Obiettivo dello studio | 42 |
| Definizioni | 42 |
| Qualità dei dati | 43 |
| Il ciclo di vita di un modulo fotovoltaico | 43 |
| Il sistema studiato..... | 46 |
| Strutture di supporto in acciaio..... | 46 |
| Strutture in cemento | 46 |

| | |
|---------------------------|----|
| Inverter | 47 |
| Trasformatori..... | 48 |
| Moduli fotovoltaici | 49 |
| Conclusioni | 51 |

ALLEGATO Screening VinCA (Linee Guida Nazionali – GU n. 303 del 28.12.2019)

PREMESSA

Nell'ambito della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. relativa alla costruzione ed esercizio dell'impianto Agrovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza complessiva di 43 MW, sito nel Comune di Candela (FG) in località "Masseria Padula" e delle relative opere connesse, - proponente Whysol S.r.l.- la Commissione Tecnica PNRR – PNIEC del Ministero della Transizione Ecologica ha richiesto integrazioni documentali con nota prot.n. 1317 del 07/03/2022.

Il presente documento e gli elaborati allegati costituiscono puntuale riscontro alla citata nota di cui sopra. Per facilità di lettura all'inizio di ciascun paragrafo è stato riportato testualmente (in riquadro verde e in corsivo) l'oggetto di richiesta di integrazioni come contenuto nella nota prot.n.1317.

ASPETTI GENERALI

Richiesta Commissione Tecnica PNRR-PNIEC

Si richiedono indicazioni più dettagliate

1.1.a Sulla gestione dell'uso del terreno destinato a pascolo

1.1.b Su come il progetto terrà conto delle disposizioni di sostegno al settore agricolo (art. 12 D.lgs. 387/2003 comma 7) con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agricole locale, quali: olio extra vergine d'oliva Dauno DOP, IGP Olio di Puglia, e vini DOC, DOCG, IGT (aleatico di Puglia, DOC Ortanova, DOC Rosso di Cerignola, DOC Daunia, IGT Puglia.

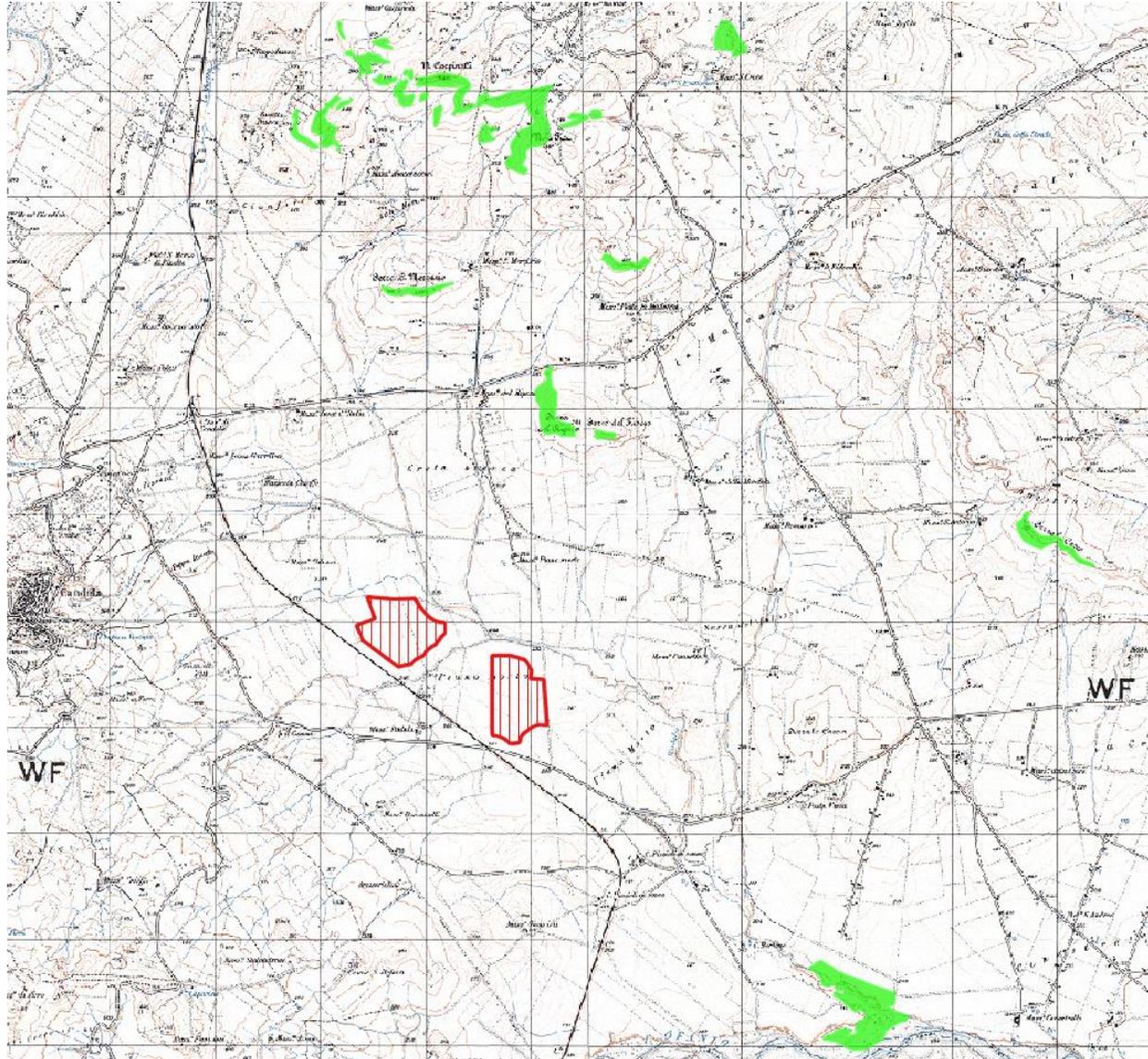
1.1.c Relativamente alle caratteristiche progettuali, fornire una documentazione dettagliata sul collegamento di AT a 150 kV tra la SE "Matisse" e la SE "Degas"

1.1 Uso del suolo

Gli interventi di semina delle specie erbacee, per la realizzazione di praterie all'interno dell'impianto agrovoltico, verranno eseguiti impiegando materiale raccolto *in loco*, ovvero il miscuglio naturale di sementi derivato dallo sfalcio opportunamente scelto delle specie pascolive autoctone dell'habitat 6220* (praterie xerofile a dominanza di graminacee), presenti in modo residuale nel comprensorio. La scelta dell'utilizzo del fiorume garantisce la continuità genetica e il mantenimento del carattere di rusticità delle specie erbacee presenti. La fase iniziale consisterà, pertanto, nella raccolta di sementi di specie caratteristiche delle praterie erbose secche seminaturali della zona, da utilizzare per interventi di ripristino. Dopo avere individuato le aree, avverrà in queste aree la raccolta dei semi tramite sfalcio del fiorume, in modo da tutelare contemporaneamente l'autoctonia e la variabilità genetica intraspecifica delle popolazioni da riprodurre. Le modalità di raccolta del materiale di propagazione saranno quelle raccomandate dalla britannica MSB (Millennium Seed Bank), in particolare per quanto riguarda la preservazione delle popolazioni spontanee fatte oggetto di raccolta. Lo sfalcio sarà pianificato secondo il calendario fenologico delle specie nelle varie aree selezionate, in modo da massimizzare il numero di specie presenti nel fiorume finale. Potranno anche essere eventualmente individuate alcune specie guida che possano fungere da indicatori del momento più idoneo alla raccolta che orientativamente si concentrerà principalmente tra la primavera e l'estate. Per ogni stock di fiorume raccolto saranno registrati i dati identificativi, tra cui origine del materiale di partenza (luogo di raccolta) e data di raccolta. La semina avverrà durante la stagione umida, ovvero nei mesi di ottobre - novembre. In attesa di essere seminato, il materiale raccolto sarà conservato temporaneamente in cella frigorifera utilizzata per la conservazione dei prodotti ortofrutticoli. Durante la conservazione sarà garantito il controllo della temperatura e il monitoraggio dell'umidità: questi due parametri saranno compresi tra 4-7°C e 40-50%.

Specie da utilizzare per la realizzazione di praterie interne all'impianto agrovoltico:

Relativamente alla ricostituzione dell'habitat 6220*, si provvederà alla semina delle seguenti specie erbacee autoctone, il cui seme sarà raccolto nelle praterie xeriche relittuali presenti nel comprensorio: *Stipa pennata, Phleum nodosum, Trisetum flavescens, Avena barbata, Cynosurus echinatus, Dactylis glomerata, Poa spp., Bromus fasciculatus, Brachypodium distachyum, Triticum villosum, Aegilops ovata, Hypericum perforatum, Medicago minima, Trifolium spp., Lotus corniculatus, Eryngium campestre.*



**Aree dell'impianto fotovoltaico in progetto e aree potenziali di raccolta del fiorume
(Praterie xerofile a dominanza di graminacee - habitat 6220* Percorsi sub steppici)**

1.2 Produzioni agricole di pregio

La realizzazione del avverrà in aree caratterizzate da seminativi intensivi che caratterizzano l'intera area del Tavoliere. Pertanto tutte le aree di progetto (Area impianto, Area SSE) **non interesseranno aree caratterizzate da produzioni agricole di pregio** tipiche del luogo, ovvero aree con vitigni DOC, DOCG, IGT, o ad uliveto per produzione di Olio extra vergine di oliva Dauno.

1.3 Collegamento AT in cavo SSE Matisse – SSE Degas

È previsto che la centrale fotovoltaica venga allacciata alla Rete di Trasmissione Nazionale, con immissione dell'energia prodotta nella sezione 150 kV della Stazione Elettrica TERNA 150/380 kV "Deliceto".

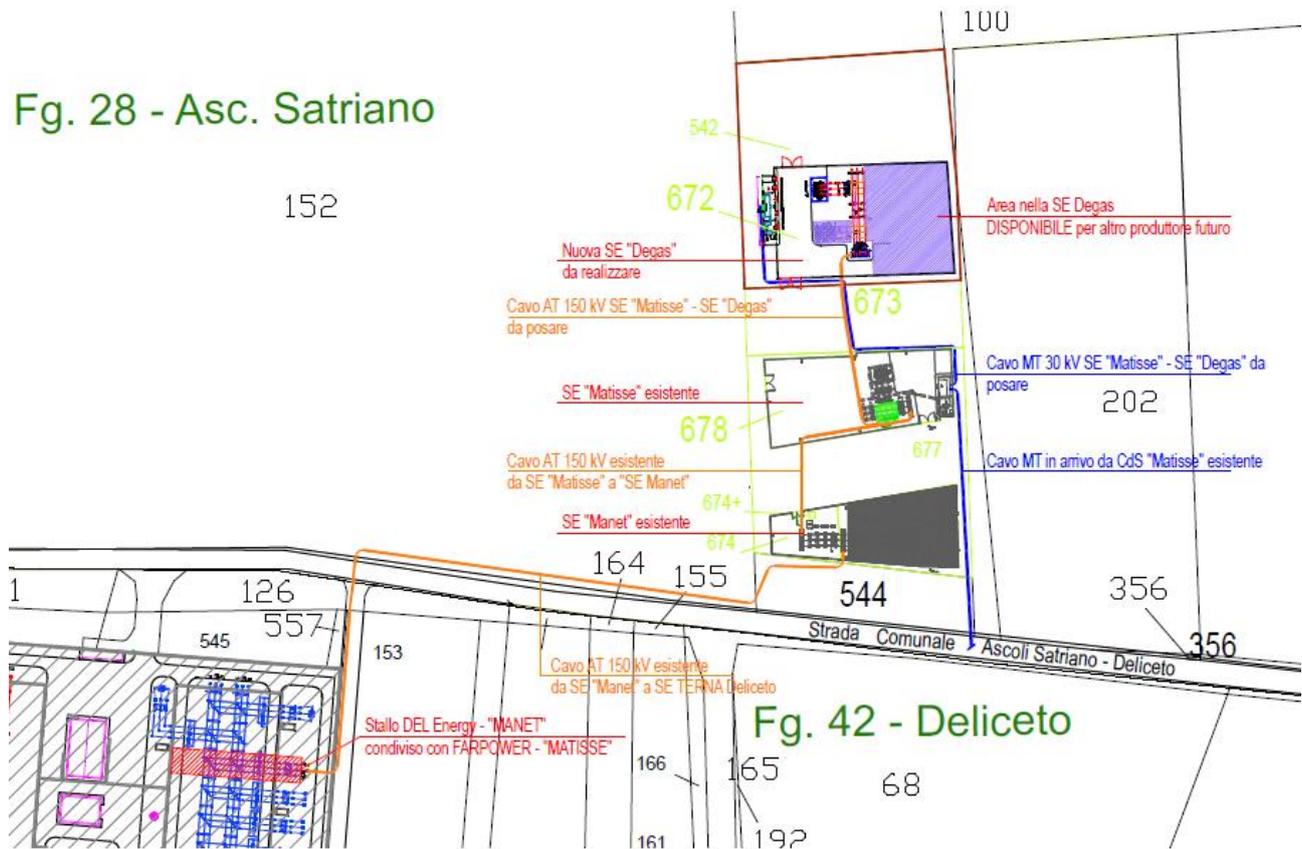
Il collegamento avviene seguendo il seguente flusso.

1. La Cabina di Smistamento "Matisse" ubicata in prossimità dell'impianto fotovoltaico in agro di Candela sarà ampliata per poter accogliere le linee MT a 30 kV in arrivo dall'impianto agrovoltaiico.
2. La CdS "Matisse" è collegata tramite una linea MT esistente alla SE "Matisse" (in agro di Deliceto) anche essa esistente, ed ubicata in prossimità della SE Terna di Deliceto.
3. Sarà realizzato un nuovo cavidotto MT a 30 kV (lunghezza 140 m circa) per collegare la SE "Matisse" esistente con la nuova SE "Degas" da realizzare.
4. Nella SE "Degas" avverrà un innalzamento di tensione da 30 a 150 kV dell'energia
5. Dalla SE "Degas" partirà un cavo di collegamento AT a 150 kV (lunghezza 80 m circa), di nuova realizzazione, di collegamento alla SE "Matisse"
6. La SE "Matisse" è a sua volta collegata con sempre in AT a 150 kV (lunghezza 80 m circa) tramite cavo esistente con la SE "Manet"
7. La SE "Manet" è collegata a stallo dedicato della SE Terna con cavo AT esistente (lunghezza 300 m circa)

E' evidente che per quanto apparentemente complessa questa modalità di connessione permette di utilizzare delle infrastrutture esistenti con minimizzazione di ogni relativo impatto con l'esistente peraltro già caratterizzato da tale tipologia di interventi.

In particolare il collegamento tra la SE "Degas" e la SE "Matisse" avverrà tramite un cavo AT interrato di lunghezza pari a 80 m circa.

Fg. 28 - Asc. Satriano



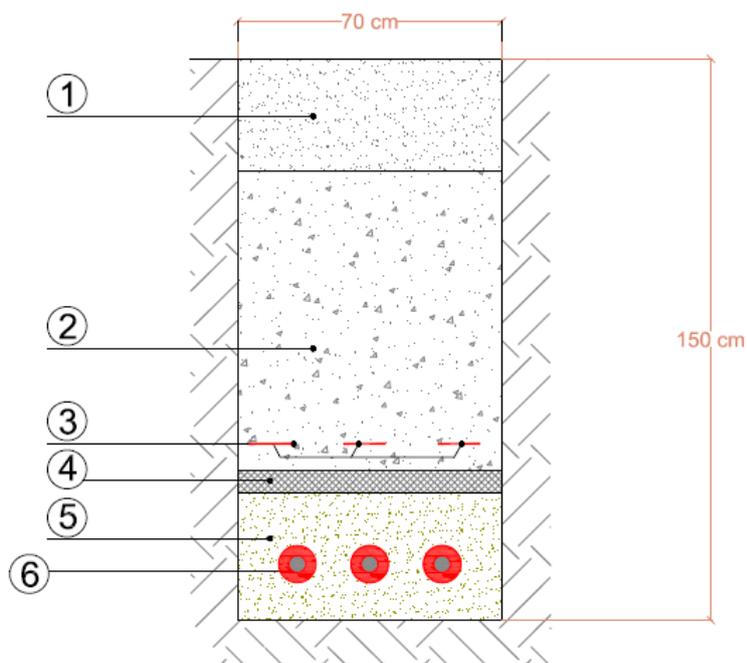
Posizioni delle SE esistenti e da realizzare e relativi collegamenti elettrici in MT e AT

Come indicato nella sezione sotto riportata la trincea per cavo AT ha profondità di 1,5 m rispetto al piano di campagna.

Le modalità di posa saranno le seguenti:

1. Scavo della trincea
2. Posa cavi AT che saranno annegati in un uno strato di calcestruzzo magro di spessore pari a 340 cm.
3. Posa tegolo in c.a.v. ad ulteriore protezione meccanica e allo scopo di individuare la posizione dei cavi
4. Nastro bianco rosso di segnalazioni cavi
5. Rinterro con materiale vagliato rinvenente dagli scavi
6. Rinterro della parte superiore con terreno vegetale rinvenente sempre dallo scavo e che si avrà avuto cura di aver separato.

SEZIONE CAVIDOTTO IN TERRENO AGRICOLO
N. 1 TERNA CAVI AT



- 1-Terreno vegetale rinveniente dallo scavo (spessore 30 cm)
- 2-Riempimento con materiale vagliato rinveniente dallo scavo (spessore 80 cm)
- 3-Nastro segnalazione cavi
- 4-Piastra di protezione in c.a.v. (spessore 6 cm)
- 5-Calcestruzzo (spessore 34 cm)
- 6-Cavi AT 150 kV

ACQUE SOTTERRANEE

Richiesta Commissione Tecnica PNRR-PNIEC

Ai fini della completa valutazione degli impatti sulle acque sotterranee si richiede di fornire per ciascuna delle fasi di vita del Progetto (cantierizzazione, esercizio e dismissione):

2.a la quantificazione risorse idriche utilizzate;

2.b la descrizione dei livelli di inquinamento e gli eventuali danni ambientali attualmente presenti nell'area.

2.a la quantificazione risorse idriche utilizzate;

FASE CANTIERE

Per quanto attiene le risorse idriche necessarie in fase di cantiere per l'installazione dei moduli fotovoltaici su inseguitori mono assiali queste sono molto limitate. Nell'area logistica cantiere è prevista l'installazione di due serbatoi tipicamente in materiale plastico di colore blu, con capacità di 1.000 litri ciascuno. Uno sarà utilizzato esclusivamente per fornire l'acqua a bagni e docce installati nell'ambito della stessa area logistica di cantiere. L'altro per le "piccole necessità" necessarie durante la costruzione dell'opera. La necessità principale è quella della bagnatura delle strade nelle giornate ventose. L'approvvigionamento idrico dei serbatoi avviene tramite autobotti che saranno **rifornite da pozzi AQP autorizzati all'emungimento per utilizzo non agricolo**.

Per quanto attiene la siepe perimetrale le specie di cui è prevista la piantumazione non necessitano di interventi di irrigazione, ad ogni modo effettuata la piantumazione si effettuerà se necessario una irrigazione di soccorso. Ancora una volta l'acqua necessaria per gli interventi di irrigazione di soccorso sarà fornita tramite autobotti rifornite a loro volta da pozzi o riserve idriche dell'Acquedotto Pugliese (AQP) autorizzati all'emungimento.

FASE ESERCIZIO

Il lavaggio dei moduli fotovoltaici sarà effettuato una o due volte l'anno. Ovviamente sarà di tipo automatizzato con sistemi del tipo indicato in figura. Anche in questo caso il riempimento dei serbatoi (bianco in primo piano in figura) avverrà **tramite autobotti rifornite da pozzi AQP autorizzati all'emungimento per utilizzo non agricolo**. E' bene sottolineare che per il lavaggio dei pannelli fotovoltaici **sarà utilizzata esclusivamente acqua senza l'aggiunta di alcun tipo di additivo o detergente**.

Anche nella fase di esercizio non sono previsti interventi di irrigazione per le siepi perimetrali. Come detto al Punto 1, la semina del fiorume utilizzato per il prato pascolo all'interno delle aree di progetto avverrà nella stagione umida (ottobre – novembre) e pertanto non si prevede la necessità di irrigazione.

Nel caso di estati eccessivamente siccitose si potrà prevedere una irrigazione di soccorso per la siepe perimetrale, effettuata sempre con l'ausilio di autobotti rifornite da pozzi AQP autorizzati.



Sistema automatizzato lavaggio moduli fotovoltaici

FASE DISMISSIONE

Le modalità di gestione e approvvigionamento idrico nella fase di dismissione sono esattamente le stesse di quelle utilizzate in fase di cantiere. Anche in questo caso avremo due serbatoi (da 1.000 litri ciascuno) per riserva idrica, uno per bagni e docce dell'Area Logistica, l'altra per le "piccole" necessità di cantiere (bagnatura strade quando necessario).

Il riempimento di questi serbatoi avverrà anche in questo caso tramite autobotti che saranno **rifornite da pozzi AQP autorizzati all'emungimento per utilizzo non agricolo.**

2.b Descrizione dei livelli di inquinamento

La realizzazione del progetto non determina utilizzi indiscriminati della risorsa idrica né tanto meno può generare rischi di inquinamento della falda acquifera. A tal proposito rammentiamo quanto segue.

1. I paletti di sostegno delle strutture (inseguitori monoassiali) saranno infissi nel terreno con la tecnica del battipalo, senza l'ausilio di malta cementizie o di altro genere che potrebbero creare infiltrazioni nel terreno.
2. Nella fase di Esercizio il lavaggio dei moduli avverrà solo con acqua senza l'aggiunta di alcun tipo di additivo o detergente
3. Nella fase di esercizio non saranno utilizzati diserbanti, o composti chimici di alcun genere. La piantumazione del fiorame avverrà in maniera del tutto naturale e il "taglio" dell'erba sarà di fatto a cura dei capi di ovini lasciati liberi di pascolare nell'area recintata di impianto.
4. Tutte le attività agricole previste sono condotte in regime di agricoltura biologica, non è quindi previsto alcun impiego di fitofarmaci o prodotti di sintesi ivi inclusi i fertilizzanti e i diserbanti.

Per quanto attiene possibili attuali inquinamenti del terreno, non sono state effettuate analisi chimico fisiche del terreno nelle aree di progetto. Tuttavia dall'analisi a vista effettuata nei sopralluoghi di progetto effettuati in diversi periodi dell'anno non sono state ravvisate anomalie. Il terreno si presenta con le caratteristiche tipiche del seminativo intensivo comune a tutta l'area del Tavoliere.

Indagini specifiche in tal senso saranno effettuate prima dell'inizio dei lavori allo scopo di definire lo stato del terreno *ante operam.*

BIODIVERSITA'

Richiesta Commissione Tecnica PNRR-PNIEC

3.1 Posto che l'impianto interessa aree prossime alla ZSC IT9120011, si richiede di:

3.1.a redigere lo screening finalizzato alla VInCA tenendo in considerazione il documento: "Valutazione di piani e progetti in relazione ai siti Natura 2000 – Guida metodologica all'art. 6, paragrafi 3 e 4, della Direttiva Habitat 92/43/CEE. Comunicazione della Commissione. Bruxelles 28.09.2021 C (2021) 6913 final" della Commissione Europea

(https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/pdf/methodological-guidance_2021-10/IT.pdf)

3.1.b Fornire un documento con maggiori dettagli sulle misure di mitigazione di impatti sulla biodiversità previste e su eventuali misure di compensazione anche a favore dei Comuni interessati dal progetto (All. 2 del DM 10/09/2010).

3.2 Al fine di preservare la biodiversità e di rispettare la vocazione agro-naturalistica della zona, tutte le piantumazioni interne ed esterne (manto erboso e siepi) all'area di impianto dovranno essere eseguite utilizzando specie autoctone. Pertanto si richiede di:

3.2.a integrare il progetto riportando una lista o tabella con le specie vegetali che si intende utilizzare

Screening VInCA

3.1.a redigere lo screening finalizzato alla VInCA tenendo in considerazione il documento: "Valutazione di piani e progetti in relazione ai siti Natura 2000 – Guida metodologica all'art. 6, paragrafi 3 e 4, della Direttiva Habitat 92/43/CEE. Comunicazione della Commissione. Bruxelles 28.09.2021 C (2021) 6913 final" della Commissione Europea

(https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/pdf/methodological-guidance_2021-10/IT.pdf)

Il Documento relativo allo Screening VInCA è prodotto in Allegato.

3.1.b Fornire un documento con maggiori dettagli sulle misure di mitigazione di impatti sulla biodiversità previste e su eventuali misure di compensazione anche a favore dei Comuni interessati dal progetto (All. 2 del DM 10/09/2010).

3.2 Al fine di preservare la biodiversità e di rispettare la vocazione agro-naturalistica della zona, tutte le piantumazioni interne ed esterne (manto erboso e siepi) all'area di impianto dovranno essere eseguite utilizzando specie autoctone. Pertanto si richiede di:

3.2.a integrare il progetto riportando una lista o tabella con le specie vegetali che si intende utilizzare

Biodiversità dell'area di progetto

L'area di progetto è inserita in un ambiente di elevatissima e ormai pluridecennale antropizzazione agricola. Fa parte infatti delle aree utilizzate per seminativi estensivi che caratterizza gran parte del **Tavoliere**. La pianura del Tavoliere, la più vasta del Mezzogiorno, la seconda pianura per estensione nell'Italia peninsulare dopo la pianura padana, si estende tra i Monti Dauni a ovest, il promontorio del Gargano e il mare Adriatico a est, il fiume Fortore a nord e il fiume Ofanto a sud

In questo Ambito Paesaggistico del Tavoliere il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale PPTR Puglia stima che su una superficie complessiva di 352.400 ettari:

- Il 72% sia rappresentato da seminativi irrigui e non irrigui
- Il 17% da altre colture (vigneti uliveti ed altre colture arboree)
- Il 3,1% da boschi, prati, pascoli ed incolti
- Il 2,3% sono zone umide
- Il 4,5% è urbanizzato

In questo contesto **la valenza ecologica** delle estese aree (dal sub appennino sino a quasi la fascia costiera) caratterizzate da seminativi estensivi è **medio bassa**. La matrice agricola ha infatti una scarsa presenza di boschi residui, siepi e filari con sufficiente contiguità agli ecotoni delle serre e del reticolo idrografico. L'agroecosistema, anche senza la presenza di elementi con caratteristiche di naturalità, mantiene una relativa permeabilità orizzontale data la modesta densità di elementi di pressione antropica.

In questo contesto l'impatto la realizzazione il progetto agrovoltico al fine di rispettare la vocazione agro-naturalistica del territorio mette in atto le seguenti misure.

Allevamento ovino

Allo scopo di coniugare la generazione di energia pulita con l'utilizzo efficiente e sostenibile del suolo è previsto l'allevamento di ovini in ragione di due capi per ettaro, per un totale quindi di circa 135 animali, all'interno delle aree (recintate) dell'impianto fotovoltaico in progetto, stabilendo, opportuni accordi di filiera con allevatori locali.

L'allevamento è concepito allo stato brado/libero dove i capi sono allevati all'aperto e le strutture dei moduli costituiscono un ricovero di fatto dalle intemperie e dal sole, con pascolo diurno degli animali.

La realizzazione di un allevamento ovino rappresenta, quindi, un'opportunità di:

- reale utilizzo del suolo in abbinamento alla produzione di energia da fonte solare;
- mantenimento della biodiversità e di creazione di filiere locali,

- manutenzione del manto erboso in modo naturale e ad “emissioni zero” annullando l’utilizzo di mezzi meccanici e minimizzando ulteriormente l’impatto ambientale, anche rispetto alle colture agricole.

Non dimentichiamo inoltre che prima dell’utilizzo intensivo del territorio per colture a seminativo, vaste aree del territorio erano in realtà dei grandi pascoli naturali, caratterizzati da specie pascolive autoctone.

Gestione ed uso del suolo. Tecnica di coltivazione e tutela biodiversità

L’allevamento di ovini all’interno dei parchi fotovoltaici consente di utilizzare il suolo agricolo, in misura pari ad oltre il 95% dell’area di impianto perimetrata dalla recinzione per il pascolo.

Per quanto attiene la gestione del terreno destinato a pascolo all’interno delle aree recintate di progetto, saranno poste in atto pratiche agricole che permettono di conservare e preservare la biodiversità dell’area.

Come visto al Punto 1) di questo stesso documento nel periodo tardo primaverile sarà recuperato il fiorume da praterie residuali presenti nella zona e peraltro mappate dalla Regione Puglia, ovvero il miscuglio naturale di sementi derivato dallo sfalcio opportunamente scelto delle specie pascolive autoctone dell’habitat 6220* (praterie xerofile a dominanza di graminacee), presenti in modo residuale nel comprensorio.

I semi, contenuti nel fiorume, saranno conservati e stoccati sino al periodo autunnale, quando saranno utilizzati per la semina nell’area dell’impianto fotovoltaico

La scelta dell’utilizzo del fiorume garantisce la continuità genetica e il mantenimento del carattere di rusticità delle specie erbacee presenti. **Questa tecnica permette, come detto, di conservare la biodiversità dell’area, ma anche di preservarla. L’utilizzo di ecotipi locali evita l’inquinamento genetico derivante dalla ricombinazione dei pool genici delle popolazioni dell’area con quelli alloctoni introdotti.**

Relativamente alla ricostituzione dell’habitat 6220*, si provvederà alla semina delle seguenti specie erbacee autoctone, il cui seme sarà raccolto nelle praterie xeriche relittuali presenti nel comprensorio: *Stipa pennata*, *Phleum nodosum*, *Trisetum flavescens*, *Avena barbata*, *Cynosurus echinatus*, *Dactylis glomerata*, *Poa spp.*, *Bromus fasciculatus*, *Brachypodium distachyum*, *Triticum villosum*, *Aegilops ovata*, *Hypericum perforatum*, *Medicago minima*, *Trifolium spp.*, *Lotus corniculatus*, *Eryngium campestre*.

Siepe perimetrale

Per la realizzazione delle siepi perimetrali saranno utilizzate specie autoctone che svolgeranno sicuramente un ruolo di schermo visivo all’esterno della recinzione ma avranno anche una funzione di carattere naturalistico e finiranno per incrementare la biodiversità nell’area. Infatti avranno la funzione di attrazione e rifugio per la piccola fauna selvatica, inoltre alcune di esse sono specie mellifere essendo ricche di polline e nettare. Le specie utilizzate In particolare, le specie utilizzate saranno specie per lo più sempreverdi tipicamente mediterranee e produttrici sia di fioriture utili agli insetti pronubi sia di frutti eduli appetibili alla fauna e con una chioma favorevole alla nidificazione

e al rifugio per l'avifauna del luogo (con rami procombenti, in grado di fornire copertura anche all'altezza del suolo). Di seguito uno specchio riepilogativo.

| Specie | Tipologia |
|----------------------------|------------------|
| <i>Acer campestre</i> | Arborea |
| <i>Pistacia terebintus</i> | Arborea |
| <i>Pyrus pyraister</i> | Arbustiva |
| <i>Crataegus spp.</i> | Arborea |
| <i>Rosa canina</i> | Arborea |
| <i>Prunus spinosa</i> | Arbustiva |

Per quanto concerne la fase di attecchimento, data la natura arido resistente delle stesse, si prevede di adottare solamente interventi di irrigazione di soccorso effettuati a mezzo autobotte da ripetersi in casi siccità prolungata.

Si precisa inoltre che l'operazione di messa a dimora di suddette specie sarà effettuata nel periodo autunnale, come da specifica prassi agronomica, proprio per migliorare le capacità di attecchimento grazie anche alle precipitazioni del periodo.



Acer campestre



Pistacia terebinthus



Pyrus pyraster



Crataegus monogyna



Rosa canina



Prunus spinosa

Apicoltura

Altra attività svolta nell'ambito del progetto agrovoltico è quella dell'apicoltura. E' prevista infatti all'interno dell'area di progetto l'installazione di 54 arnie. La presenza di alveari sul sito comporta tre principali benefici:

- 1) Aumento della biodiversità vegetale e animale;
- 2) Produzione di miele di qualità e di origine certificata
- 3) Opportunità di porre in essere un progetto di biomonitoraggio certificato e diffuso alle Autorità ed Enti competenti

Le api garantiscono alle piante un'alta probabilità di **impollinazione** aumentando la loro presenza sul territorio e migliorando in tal modo la biodiversità di un territorio. L'aumento della presenza vegetale porta direttamente ad un aumento di altre specie di insetti, volatili e mammiferi che si nutrono di quelle piante, e quindi in generale ad un miglioramento dell'ecosistema. Nel caso specifico l'installazione degli alveari **sarà associata alla piantumazione di piante nettariifere**, ovvero di specie vegetanti di origine spontanea nella zona (*Helianthus annuus*, *Brassic napus var oleifera*, *Hedysarum coronarium*, *Trifolium pratense*, *Phacelia tanacetifolia*, *Fagopyrum esculentum*), *Salvia rosmarinus*, *Helichrysum*, *Lavandula*, la cui crescita e proliferazione sarà favorita dalla presenza degli alveari, con vantaggi in termini di rinaturalizzazione delle campagne, aumento della biodiversità e miglioramento dell'ecosistema, ma anche paesaggistici.

In definitiva sarà realizzata l'introduzione di ulteriori specie vegetali che contribuiranno all'aumento della biodiversità unitamente alle siepi perimetrali

La piantumazione delle specie mellifere avverrà in alcuni punti all'esterno delle aree di progetto in prossimità delle siepi perimetrali.

Infine l'apicoltura permetterà la produzione di miele di qualità. Le parti dell'arnia contenente il miele da estrarre saranno trasferite in un laboratorio di smielatura, qui si provvederà ad estrarre il miele con smielatori a centrifuga. Il miele estratto subirà un processo di maturazione naturale e infine verrà confezionato per la distribuzione e vendita. Tipicamente si avranno due raccolte una in maggio (millefiori primaverile) e l'altra in settembre (millefiori estivo). **Il miele prodotto sarà di qualità, venduto in barattoli con un'etichetta che ne certificherà le caratteristiche e l'origine.**



Tabella riepilogativa delle specie vegetale autoctone che si intende piantumare nell'ambito del progetto agrovoltaico

| Comparti | Specie da utilizzare |
|-------------------------|--|
| Piante mellifere | <i>Helianthus annuus, Brassicanapus var oleifera, Hedysarum coronarium, Trifolium pratense, Phacelia tanacetifolia, Fagopyrum esculentum, Salvia rosmarinus, Helichrysum, Lavandula</i> |
| Siepe mista perimetrale | <i>Quercus ilex, Ceratonia siliqua, Pyrus amygdaliformis, Pistacia lentiscus, Spartium junceum, Olea europaea var. olivaster, Laurus nobilis, Rhamnus alaternus, Tamarix spp., Prunus spinosa, Cistus spp., Calicotome infesta, Crataegus azarolus</i> |
| Specie Habitat 6220* | <i>Stipa pennata, Phleum nodosum, Trisetum flavescens, Avena barbata, Cynosurus echinatus, Dactylis glomerata. Poa spp., Bromus fasciculatus, Brachypodium distachyum, Triticum villosum, Aegilops ovata, Hypericum perforatum, Medicago minima, Trifolium spp., Lotus corniculatus, Eryngium campestre.</i> |

Misure di compensazione ambientale a favore dei Comuni interessati dal progetto

Con **biomonitoraggio** si intende il monitoraggio dell'inquinamento mediante organismi viventi. Le api sono un ottimo biondicatore poiché hanno un corpo peloso che trattiene le polveri, una riproduzione elevata, effettuano numerose ispezioni al giorno, campionano il suolo, la vegetazione acqua e aria, abbiamo una moltitudine di indicatori per alveari, sono organizzate socialmente secondo regole ripetitive e codificate.

Un alveare contiene mediamente 50.000 api, di cui 10.000 sono le raccogliatrici. Ognuna di queste visita ogni giorno mille fiori. Ogni alveare compie 10 milioni di micro prelievi ogni giorno, in un'area definita sul raggio medio di volo delle api pari a 7 kmq. Tutto ciò che le api campionano in ambiente viene stoccato in un unico punto l'alveare, luogo di misura del biomonitoraggio.

Analizzando le api e il miele sarà possibile condurre due tipi di indagini riconducibili entrambe allo stesso scopo: misurare il grado di qualità ambientale presente nell'area di impianto. La ricerca principale avrà l'obiettivo principale di rilevare le tracce antropiche presenti nell'area di studio. Saranno rilevati il tenore dei metalli pesanti, IPA (Idrocarburi policiclici aromatici), diossine e qualsiasi altro tipo di particolato sia presente sul corpo delle api. Per rilevare la presenza di questi inquinanti saranno catturate alcuni esemplari di api bottinatrici prima del loro rientro in alveare con cadenza mensile da aprile a settembre. Ogni campione di api raccolto sarà immediatamente riposto in un recipiente sterile ed avviato al laboratorio di analisi.

A margine della ricerca sugli inquinanti, analizzando, con cadenza quindicinale al microscopio il miele giovane contenuto all'interno dell'alveare sarà possibile identificare e contare le proporzioni di pollini presenti al suo interno (**analisi melissopalinoologica**). I dati estrapolati dall'analisi melissopalinoologica saranno messi in rapporto per estrapolare gli indici di biodiversità. Tutta l'attività di biomonitoraggio sarà condotta in partnership con l'**Università Cattolica di Piacenza** (dott.ssa Ilaria Negri) che assicurerà, fra l'altro la **validità scientifica dei dati e dell'analisi effettuata**.

Tutti i dati di validità scientifica del biomonitoraggio saranno messi a disposizione delle Amministrazioni Locali a titolo gratuito, inoltre a margine della realizzazione del progetto di apicoltura e biomonitoraggio saranno organizzate visite, incontri e divulgazione dei dati raccolti presso gli istituti scolastici della zona.

Una forma di **compensazione ambientale indiretta** è costituita dalle assunzioni e dall'indotto generato dalla realizzazione dell'impianto, nonché da tasse e costo di affitto dei terreni. Si tratta di **contropartite economiche effettive per il territorio** che così possiamo riassumere.

Innanzitutto il Comune di Candela, in cui è prevista l'installazione dell'impianto, percepirà in termini di IMU un introito annuale stimabile in circa (valori medi) **4.000,00 €** per ogni ettaro occupato dall'impianto e quindi complessivamente:

$$67,4 \text{ ha} \times 4.000,00 \text{ €/ha} = 258.800,00 \text{ €/anno}$$

I proprietari dei terreni percepiranno mediamente (valore stimato sulla base di dati medi per i terreni della zona) da altri impianto **2.500,00 €** per ogni ettaro occupato dall'impianto per la cessione del diritto di superficie, e quindi:

$$67,4 \text{ ha} \times 2.500,00 \text{ €/ha} = 168.500,00 \text{ €/anno}$$

L'attività di gestione e manutenzione dell'impianto è stimata essere di 10.000,00 €/MWp ogni anno. Assumendo cautelativamente che solo il 20% (2.000,00 €/MWp) sia appannaggio di imprese locali (sorveglianza, tagli del verde, piccole opere di manutenzione), stimiamo cautelativamente un ulteriore vantaggio economico per il territorio di:

$$45,3 \text{ MW} \times 2.000,00 \text{ €/MWp} = 90.600,00 \text{ €/anno}$$

Per quanto concerne i costi di costruzione dell'impianto e delle relative opere di connessione si stima un costo di 510.000,00 €/MWp. Considerando, ancora in maniera conservativa, che il 20% (102.000,00 €/MWp) sia appannaggio di imprese locali, abbiamo complessivamente un introito di:

$$45,3 \text{ MW} \times 102.000,00 \text{ €/MWp} = 4.620.600,00 \text{ €}$$

Non considerando (conservativamente) alcun tasso di attualizzazione e dividendo semplicemente per 20 anni (durata presunta del periodo di esercizio dell'impianto), abbiamo:

$$4.620.600,00 / 20 \text{ anni} = 231.030,00 \text{ €/anno}$$

In pratica consideriamo un introito diretto ed ulteriore per il Territorio di circa 231.030,00 euro ogni anno per 20 anni.

In definitiva abbiamo la seguente quantificazione prudenziale dei benefici locali.

| | BENEFICI LOCALI |
|---|--------------------------|
| IMU | 258.800,00 €/anno |
| Diritto di superficie a proprietari dei terreni | 168.500,00 €/anno |
| Manutenzione impianto | 90.600,00 €/anno |
| Lavori di costruzione | 231.030,00 €/anno |
| TOTALE | 748.930,00 €/anno |

PAESAGGIO

Richiesta Commissione Tecnica PNRR-PNIEC

4.1 Posto che l'impianto si inserisce in un'area vasta su cui insistono altri impianti FER, impianti in via di autorizzazione o per i quali è in atto la procedura di VIA (taluni anche dello stesso proponente), si richiede di:

4.1.a Fornire un documento aggiornato che descriva il possibile effetto cumulativo con altri progetti realizzati, progetti provvisti di titolo di compatibilità ambientale e progetti per i quali i lavori di realizzazione siano già iniziati (Regione Puglia Determina Dirigente Servizio Ecologia 6 giugno 2014).

4.1.b Produrre simulazioni e/o fotoinserimenti dell'impianto

4.1.c Fornire un documento con maggiori dettagli sulle misure di mitigazione previste e su eventuali misure di compensazione anche a favore dei comuni interessati

4.2 Posto che i proponenti hanno previsto la realizzazione di siepi perimetrali, al fine di valutare l'effetto mitigativo dell'impatto visivo, si richiedono:

4.2.1 Informazioni dettagliate su estensione, ubicazione e altezza delle siepi perimetrali ed interne previste dal progetto con indicazioni delle specie arbustive da utilizzare. Tali siepi dovranno essere costituite da specie arbustive autoctone assicurando un'adeguata irrigazione fino all'attecchimento delle specie vegetali.

4.2.2 I fotoinserimenti delle siepi di cui al punto precedente

Impatti cumulativi

Si premette che la società Proponente ha in Valutazione di Impatto Ambientale presso il MiTE, un altro progetto agrovoltatico con caratteristiche analoghe a quello in esame nel territorio comunale di Ascoli Satriano.

Le aree dei due impianti in progetto distano tra loro oltre 10 km. Si tratta evidentemente di una distanza per la quale non è possibile ipotizzare alcun tipo di cumulo degli impatti sia diretti sia indiretti (impatto visivo).

Per un approfondimento dell'analisi degli impatti cumulativi si rimanda ai documenti allegati

HF0TH51_Integrazioni_MIC01a.ImpattiCumulativi,

HF0TH51_Integrazioni_MIC01b.SSEDegas.

Simulazione e fotoinserimenti

Si faccia riferimento ai seguenti documenti:

HF0TH51_IntegrazioniMIC4.2a_FotoinsMasserie

HF0TH51_IntegrazioniMIC4.2b_FotoinsAltriBeni

HF0TH51_IntegrazioniMIC4.4_Rendering3D

Misure di Mitigazione

Le misure di mitigazione previste oltre all'allevamento ovino e all'apicoltura che in realtà sono parte integrante della stessa idea di progetto è rappresentata dalla siepe perimetrale. Per l'approfondimento dell'argomento si veda il Punto 4 successivo

Siepe perimetrale

La siepe sarà realizzata lungo tutto il perimetro delle due aree di impianto e della SSE elettrica, come chiaramente indicato nelle tavole grafiche sotto riportate. L'altezza sarà di circa 2,80 m ed avranno ampiezza di almeno 5 m.

Le specie arbustive che la compongono sono quelle riportate nella tabella di cui al punto 3 che ora si ripete per facilità di lettura

| Specie | Tipologia |
|----------------------------|------------------|
| <i>Acer campestre</i> | Arborea |
| <i>Pistacia terebintus</i> | Arborea |
| <i>Pyrus pyraster</i> | Arbustiva |
| <i>Crataegus spp.</i> | Arborea |
| <i>Rosa canina</i> | Arborea |
| <i>Prunus spinosa</i> | Arbustiva |

Si ribadisce inoltre che per quanto concerne la fase di attecchimento, data la natura arido resistente delle stesse, si prevede di adottare solamente interventi di irrigazione di soccorso effettuati a mezzo autobotte da ripetersi in casi siccità prolungata.

Si precisa inoltre che l'operazione di messa a dimora di suddette specie sarà effettuata nel periodo autunnale, come da specifica prassi agronomica, proprio per migliorare le capacità di attecchimento grazie anche alle precipitazioni del periodo.

Per quanto riguarda i fotoinserti delle siepi perimetrali si rimanda ai seguenti documenti in cui la siepe perimetrale è sempre riportata.

HF0TH51_IntegrazioniMIC4.2a_FotoinsMasserie

HF0TH51_IntegrazioniMIC4.2b_FotoinsAltriBeni

Sotto si riporta un fotorendering della siepe perimetrale.

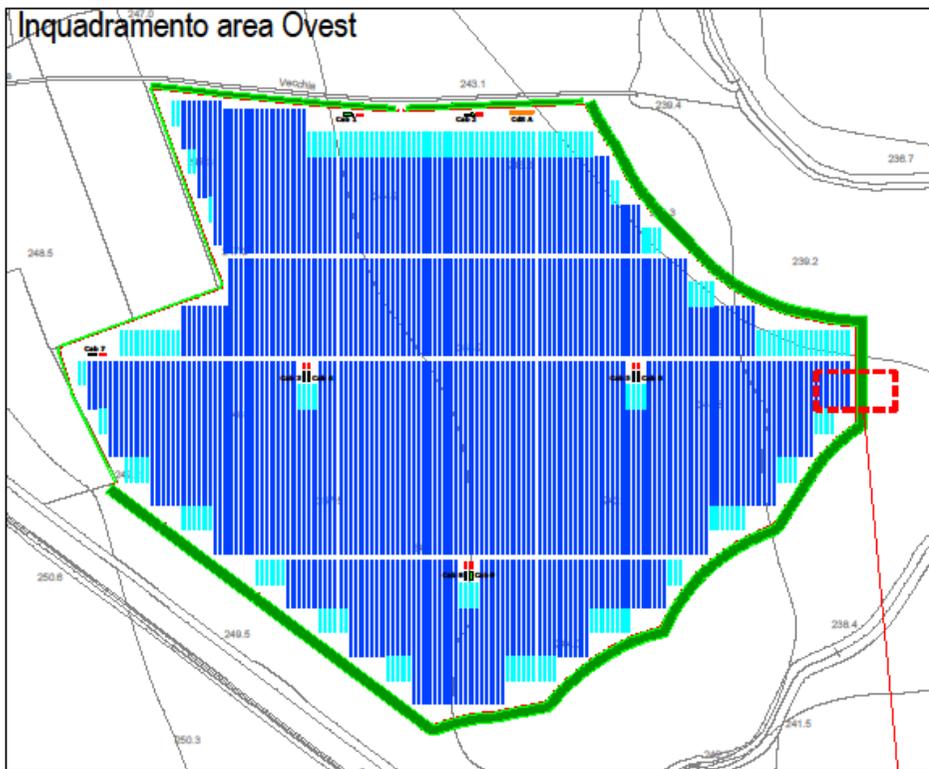


Fotorendering della siepe perimetrale prevista in progetto

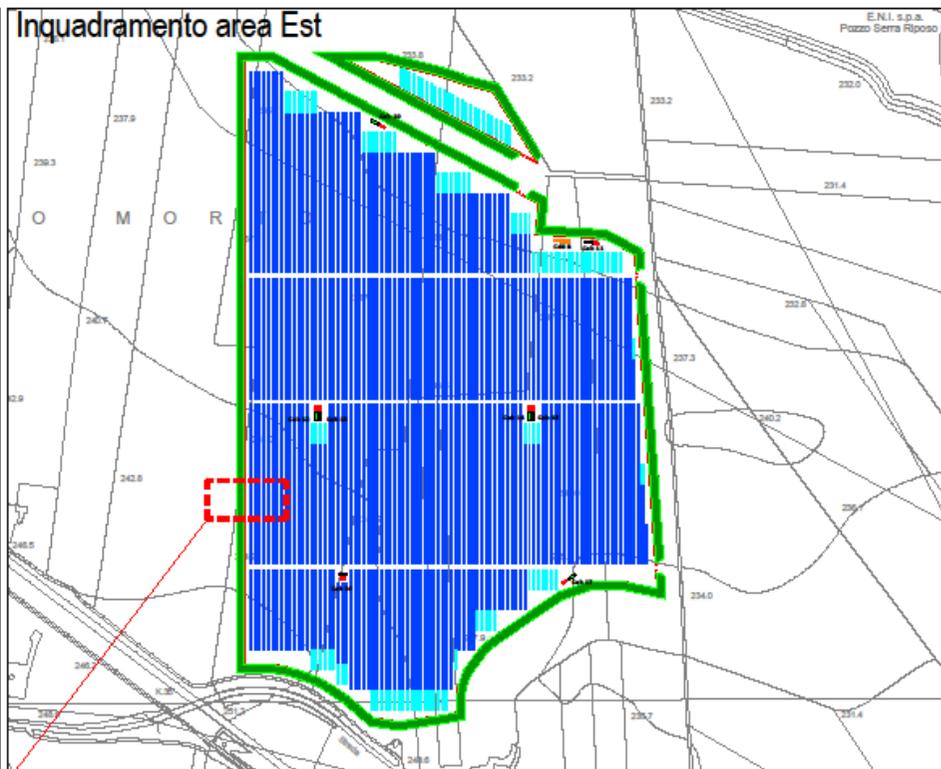


Fotorendering della siepe perimetrale prevista in progetto vista dall'interno dell'impianto

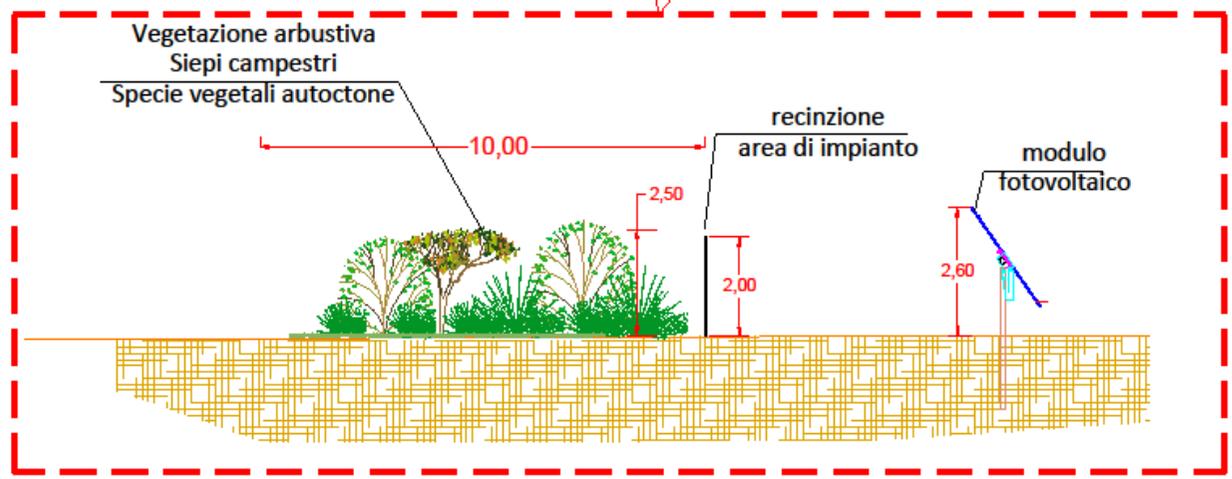
Inquadramento area Ovest



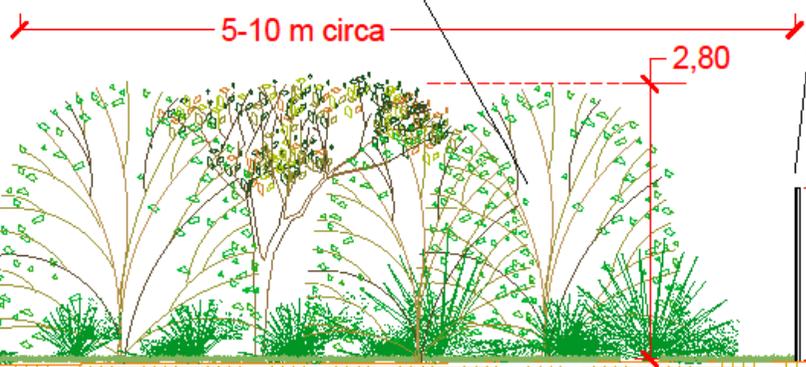
Inquadramento area Est



Vista in sezione



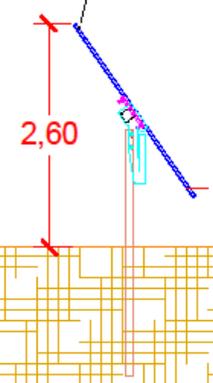
Vegetazione arbustiva
Siepi campestri
Specie vegetali autoctone



recinzione
area di impianto



modulo
fotovoltaico



Vista in sezione

USO DEL SUOLO

Richiesta Commissione Tecnica PNRR-PNIEC

5 Al fine di meglio comprendere l'impatto sul sistema agricolo si chiede di fornire maggiori dettagli di come l'intervento proposto mantenga la continuità nello svolgimento delle attività agricole e pastorali, e dei relativi sistemi di monitoraggio come previsto dall'articolo 31 comma5 del D.L. n.77 del 31 maggio 2021

Uso del Suolo

Per quanto attiene l'uso del suolo all'interno delle aree di progetto ed immediatamente al di fuori di queste (aree perimetrali) abbiamo detto nei punti precedenti. Qui osserviamo quanto segue.

L'attuale uso del suolo è quello di seminativo intensivo in aree non irrigue. Questa tipologia di utilizzo del terreno agricolo è tipica di tutto il Tavoliere tanto da averne caratterizzato completamente il paesaggio ed averne ridotto sensibilmente la biodiversità. In realtà in epoche anche non lontane le aree utilizzate per il seminativo si alternavano a pascoli. L'idea progettuale è proprio quella di riportare questo lembo di territorio alle caratteristiche di naturalità originarie ovvero ricostituire un prato pascolo, utilizzando le modalità di semina di specie autoctone sopra descritte. Tale intervento riteniamo abbia un significato nella direzione di **continuità agro – ecologica nell'area**.

L'allevamento di ovini all'interno dei parchi fotovoltaici consente di utilizzare il suolo agricolo, in misura pari almeno al 99% dell'area di impianto perimetrata dalla recinzione, per il pascolo e per la preparazione dei foraggi destinati all'allevamento, in modo permanente durante tutto l'anno.

La realizzazione di un allevamento ovino rappresenta, quindi, un'opportunità di:

- reale utilizzo del suolo in abbinamento alla produzione di energia da fonte solare;
- mantenimento della biodiversità e di creazione di filiere locali,
- manutenzione del manto erboso in modo naturale e ad "emissioni zero" annullando l'utilizzo di mezzi meccanici e minimizzando ulteriormente l'impatto ambientale, anche rispetto alle colture agricole.

Da un punto di vista pratico la permanenza diurna dei capi all'interno dell'impianto fotovoltaico lungo tutto il periodo dell'anno, imporrà la divisione delle aree di impianto in settori per mezzo di reti pastorali metalliche o filo elettrificato per consentire la rotazione dei capi all'interno dei diversi settori in modo da garantire al gregge pascolo fresco e prevenire l'insorgere di parassiti. Tale tecnica di **pascolo turnato a rotazione** sarà facilitata nel progetto in esame dalla presenza di due aree con recinzioni indipendenti.

Circa il mantenimento della biodiversità è noto che sono molte le razze ovine in via di estinzione sul territorio nazionale e che la conservazione di razze autoctone è principalmente affidata ad appassionati ed allevatori non professionisti che non hanno fini di lucro. Infatti, nonostante i diversi strumenti di sostegno economico predisposti dai Piani regionali di Sviluppo Rurale, l'allevamento di razze minori ed antiche non è economicamente vantaggioso e non viene perseguito ai fini imprenditoriali.

In definitiva l'abbinamento della produzione di energia da fonte fotovoltaica con l'allevamento ovino, rappresenta una straordinaria opportunità, economicamente sostenibile, per il mantenimento della biodiversità e protezione delle razze in via di estinzione nonché per la creazione di filiere locali e biologiche certificate di carne e latticini.

La manodopera utilizzata per la gestione del gregge e per la gestione del prato pascolo (soprattutto per la semina) è di gran lunga maggiore di quella necessari alla gestione del seminativo intensivo, in

cui prevale la meccanizzazione. La gestione del gregge richiede l'occupazione di almeno un operatore a tempo pieno durante tutto l'anno, a cui si aggiungono i lavoratori stagionale per la gestione del prato pascolo.

Monitoraggio

Per quanto riguarda le attività di **monitoraggio** che consentano di verificare l'impatto sulle colture e sulle caratteristiche del terreno agricolo si propone un monitoraggio simile a quello che **IPLA S.p.a.** (Istituto per le Pianta da Legno e l'Ambiente) sta conducendo per conto della **Regione Piemonte** su alcuni impianti fotovoltaici in esercizio in questa Regione (*Monitoraggio degli effetti del fotovoltaico a terra sulla fertilità del suolo e assistenza tecnica – Luglio 2016 e Luglio 2017*).

Il monitoraggio consiste nel monitorare l'andamento dei principali parametri chimico fisico del suolo in intervalli temporali prestabiliti: ante operam, dopo 1, 3, 5, 10, 15,20 anni dall'installazione dell'impianto, su almeno due siti dell'appezzamento, uno in posizione ombreggiata dalla presenza del pannello fotovoltaico, l'altro in una posizione meno disturbata.

I punti di prelievo in campo sono georiferiti e sono inviati a laboratori riconosciuti e sono resi disponibili alle amministrazioni che ne facciano richiesta.

Si parte da una prima caratterizzazione pedologica dei terreni ante operam prima dell'inizio dei lavori di costruzione dell'impianto, si procede con l'installazione di due centraline meteo munite anche di sensori di misura dell'umidità e della temperatura del suolo. Una centralina è installata in posizione ombreggiata dai pannelli, l'altra in posizione indisturbata.

L'analisi valuta quelle caratteristiche e proprietà che si ritiene possano essere influenzate dalla presenza dei moduli fotovoltaici di seguito riportati.

Caratteri stazionali:

- Presenza di fenomeni erosivi
- Dati meteo ed umidità del suolo

Caratteri del profilo pedologico

- Descrizione della struttura degli orizzonti
- Presenza di orizzonti compatti
- Porosità degli orizzonti
- Analisi chimico – fisiche di laboratorio
- Indice di Qualità Biologica del Suolo (IQBS)
- Indice di fertilità Biologica del Suolo (IBF), che grazie alla determinazione della respirazione microbica e al contenuto della biomassa totale, dà una indicazione immediata del grado di biodiversità del suolo.

I risultati delle indagini saranno svolte a totale carico della società proponente e messe a disposizione delle Amministrazioni (anche locali) che ne faranno richiesta a titolo gratuito.

Pertanto anche questa è da considerare **una attività di compensazione ambientale** a vantaggio delle comunità locali.

ARIA E CLIMA

Richiesta Commissione Tecnica PNRR-PNIEC

Ai fini della completa valutazione degli impatti sull'atmosfera e sul clima si richiede di fornire per ciascuna delle fasi di vita del progetto (cantierizzazione, esercizio, dismissione):

6.a l'analisi delle emissioni inquinanti in atmosfera, specificando anche le simulazioni modellistiche utilizzate, e le eventuali misure di mitigazione da implementare

6.b la quantificazione delle risorse naturali necessarie in termini di energia e di materiali utilizzati

Analisi delle emissioni inquinanti

Fase di cantiere - Polveri

Durante le fasi di cantiere si prevede un possibile impatto sulla componente aria in termini di produzione di polveri e inquinanti, causato dall'impiego di mezzi e dalla movimentazione terre.

I mezzi impiegati per la movimentazione del materiale in cantiere potranno produrre, con le loro emissioni, microinquinanti in atmosfera che, essendo costituiti in prevalenza da particelle sedimentabili, saranno circoscritti alla zona di impianto e non raggiungeranno le zone abitate.

Le attività di scavo inoltre potranno provocare il sollevamento di polveri. Per limitare gli impatti sopra descritti si utilizzeranno mezzi conformi alle normative sulle emissioni e si provvederà, dove possibile, a inumidire il terreno prima delle attività di scavo e movimentazione.

In ogni caso, tale impatto, data la scarsa entità dei mezzi coinvolti e delle operazioni di movimentazione terre, si può considerare di lieve entità, oltre che di breve durata e reversibile, il tutto, considerando anche che, durante il normale utilizzo delle aree agricole vi sono analoghe emissioni in atmosfera, sia di polveri che di gas di scarico, per effetto dei mezzi agricoli (aratri, fresatrici, sarchiatrici, ecc.) durante le attività di coltivazione delle aree.

Si prevede principalmente l'impiego di escavatori, pale gommate, autocarri; i materiali scavati potranno essere temporaneamente stoccati in apposite aree interne al cantiere oppure, immediatamente reimpiegati nel medesimo sito nelle operazioni di messa in sicurezza e bonifica.

Al fine di ridurre le emissioni in atmosfera verranno adottate le seguenti misure di mitigazione e prevenzione:

- I mezzi di cantiere saranno sottoposti, a cura di ciascun appaltatore, a regolare manutenzione come da libretto d'uso e manutenzione;
- Nel caso di carico e/o scarico di materiali o rifiuti, ogni autista limiterà le emissioni di gas di scarico degli automezzi, evitando di mantenere acceso il motore inutilmente;
- Manutenzioni periodiche e regolari delle apparecchiature contenenti gas ad effetto serra (impianti di condizionamento e refrigerazione delle baracche di cantiere), avvalendosi di personale abilitato

Al fine di ridurre il sollevamento polveri derivante dalle attività di cantiere, verranno adottate le seguenti misure di mitigazione e prevenzione:

- Circolazione degli automezzi a bassa velocità per evitare il sollevamento di polveri;
- Nella stagione secca, eventuale bagnatura con acqua delle strade e dei cumuli di scavo stoccati, per evitare la dispersione di polveri;
- Lavaggio delle ruote dei mezzi pesanti, prima dell'immissione sulla viabilità pubblica, per limitare il sollevamento e la dispersione di polveri, con approntamento di specifiche aree di lavaggio ruote.

Nel seguito si riportano le valutazioni delle principali attività associate al cantiere che interesseranno la qualità dell'aria.

Per la stima delle emissioni polverulente è stata utilizzata la metodologia riportata nelle "Linee Guida ARPAT per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti disponibili nel sito web di ARPAT all'indirizzo <http://www.arpat.toscana.it/> per la quale saranno dettagliate le scelte effettuate ed argomentati i calcoli eseguiti.

L'analisi delle emissioni diffuse di polveri indotte per la preparazione dell'area e per il trasporto verso l'esterno delle terre in eccesso ha comportato l'individuazione delle diverse possibili sorgenti che generano un'emissione di questo tipo. Queste sono state raggruppate in tre macro categorie di seguito indicate:

- scotico e sbancamento del materiale;
- erosione del vento dai cumuli;
- transito di mezzi su strade non asfaltate.

Per ognuna delle categorie individuate si è fatto riferimento a specifiche modalità di stima delle emissioni di polveri riportate nelle Linee Guida di riferimento che prevedono di effettuare il calcolo del quantitativo di polveri emesse secondo la seguente equazione generale:

$$E = A \times EF \times (1-ER/100) \quad [1]$$

Dove:

E = emissione di polvere;

A = tasso di attività. Con questo, secondo i casi, si può indicare ad esempio il quantitativo di materiale movimentato o soggetto a caduta piuttosto che l'area esposta soggetta all'erosione del vento;

EF = fattore di emissione unitario;

ER = fattore di efficienza per la riduzione dell'emissione. Può includere ad esempio attività di bagnatura strade per evitare l'alzarsi della polvere.

Vengono di seguito elencate le metodologie di calcolo delle emissioni di PM10 suddivise sulla base delle diverse tipologie di attività.

Le attività di scavo previste in cantiere sono:

- Scavo trincee cavidotti interni BT
- Scavo trincee cavidotti interni MT
- Scavo cavidotto esterno da aree di impianto a CdS Matisse
- Cavidotto MT da SE "Matisse" a SE "Degas"
- Cavidotto interrato AT
- Scavo di sbancamento per strade perimetrali e interne aree impianto fotovoltaico

- Scavi di sbancamento cabine elettriche impianto fotovoltaico

Come si evince dal Piano di utilizzo il bilancio finale delle materie è il seguente

| Destinazione dei materiali rinvenuti dagli scavi | | | | |
|--|---------------|---|----------------------------|-----------|
| Tipologia materiale | Quantità (mc) | riutilizzo in cantiere o aree limitrofe | invio a centri di recupero | discarica |
| <i>Terreno Vegetale</i> | 16 633,20 | 16 633,20 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Componente sabbiosa/argillosa</i> | 6 873,25 | 5 498,60 | 1 374,65 | 0,00 |

In pratica il terreno vegetale sarà completamente riutilizzato per rinterri e ripristini, mentre il materiale argilloso sarà riutilizzato per l'80% e per il restante 20% sarà avviato a discariche per inerti provenienti da scavo.

In pratica è previsto lo scavo di circa **23.500 mc** di terreno, di questi **5.500 mc** saranno trasportati a rifiuto. Poiché le operazioni di scavo e di riempimento potranno anche non essere immediatamente consecutive, si ipotizza che circa **12.000 mc** saranno stoccati in apposite aree mentre, i restanti **6.000 mc** saranno immediatamente riutilizzati. Va precisato che i **12.000 mc non saranno mai stoccati tutti insieme**, poiché man mano che saranno generati nelle operazioni di scavo verranno provvisoriamente spostati in aree preposte per poi essere subito riutilizzati in sito. È stimato un periodo di **150 giorni** per la realizzazione dei lavori in tale fase.

Fase 1 - Scavi

Lo scavo viene effettuato di norma con ruspa o escavatore. Tali attività producono delle emissioni polverulente. Nella tabella seguente si riportano i fattori di emissione relativi al trattamento del materiale superficiale, proposti dalla Linee Guida per determinate attività con il relativo codice SCC. Tali valori sono disponibili sul database FIRE1.

| SCC | operazione | Fattore di emissione in kg | note | Unità di misura |
|-------------|--|--|---|--|
| 3-05-010-33 | Drilling Overburden | 0.072 | | kg per ciascun foro effettuato |
| 3-05-010-36 | Dragline: Overburden Removal | $\frac{9,3 \times 10^{-4} \times (H/0,30)^{0,7}}{M^{0,3}}$ | H è l'altezza di caduta in m, M il contenuto percentuale di umidità del materiale | kg per ogni m ³ di copertura rimossa |
| 3-05-010-37 | Truck Loading: Overburden | 0.0075 | | kg per ogni Mg di materiale caricato |
| 3-05-010-42 | Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden | 0.0005 | | kg per ogni Mg di materiale scaricato |
| 3-05-010-45 | Bulldozing: Overburden | $\frac{0,3375 \times s^{1,5}}{M^{1,4}}$ | s è il contenuto di silt (vedi § 1.5), M il contenuto di umidità del materiale, espressi in percentuale | kg per ogni ora di attività |
| 3-05-010-48 | Overburden Replacement | 0.003 | | kg per ogni Mg di materiale processato |

Tab. A – fattori di emissione per il PM10 relativi alle operazioni di scavo

Le emissioni dovute a tali tipologie di attività vengono calcolate secondo la formula:

$$E_i(t) = \sum AD_l(t) * EF_{i,l,m}(t) \rightarrow [2]$$

dove:

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- l = processo;
- m = controllo;
- t = periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.);
- E_i rateo emissivo (kg/h) dell'i-esimo tipo di particolato;
- AD_l = attività relativa all'l-esimo processo (ad es. kg materiale lavorato/ora);
- EF_{i, l, m} = fattore di emissione (kg/tonn).

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- Durata = 150 giorni lavorativi;
- Volume da scoticare/scavare = 23.500 mc;
- Densità terreno = 1.700 kg/m³;
- Fattore emissivo = 0,0075 (kg/t);

Come riportato nella precedente Tabella a è stato utilizzato il fattore emissivo previsto per operazioni di scavo e carico su camion identificato dal codice SCC-3-05-010-37.

Per tale attività si prevede, nei periodi siccitosi, di realizzare una bagnatura dell'area interessata dalle operazioni di scavo con acqua ad intervalli periodici e regolari. Il calcolo del coefficiente di abbattimento C (%) è stato effettuato utilizzando la formula proposta da Cowherd et al (1998), riportata al Paragrafo 1.5.1 delle Linee Guida. Nel caso specifico l'efficienza di abbattimento del bagnamento è risultata pari al 96,7%, per la cui stima sono stati utilizzati i seguenti dati:

- Potenziale medio evapotraspirazione giornaliera = 0,34 mm/h;
- Thr = 12 mezz/h;
- I = 1 l/mq;
- t = 1 h trascorse tra una bagnatura e l'altra.

Assumendo il coefficiente di abbattimento sopra riportato ed applicando la [2] si è ottenuto il valore totale di emissione di polveri indotta dalle attività di scotico e scavo per l'allestimento della postazione in oggetto; tale valore risulta pari a **15,5 g/h**.

Fase 2 – Erosione del vento da cumuli

Un cumulo di materiale aggregato, stoccato all'aperto, è soggetto all'azione erosiva del vento che può dare luogo, in tal modo, ad un'emissione di polvere. Le superfici di tali cumuli sono caratterizzate da una disponibilità finita di materia erodibile, la quale definisce il cosiddetto potenziale di erosione.

Poiché è stato riscontrato che il potenziale di erosione aumenta rapidamente con la velocità del vento, le emissioni di polveri risultano essere correlate alle raffiche di maggiore intensità. In ogni caso, qualsiasi crosta naturale-artificiale e/o attività di umidificazione della superficie dei cumuli è in grado di vincolare tale materia erodibile, riducendo così il potenziale di erosione.

La metodologia di stima prevista dalle Linee Guida per la valutazione delle emissioni diffuse dovute all'erosione eolica dei cumuli di stoccaggio materiali all'aperto prevede di utilizzare l'emissione effettiva per unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse.

Il tasso emissivo orario si calcola secondo la seguente espressione:

$$E_i \text{ (kg/h)} = E_{Fi} * a * \text{movh} \quad [3]$$

Dove:

i= particolato (PTS, PM10, PM 2.5)

movh= numero di movimentazioni/ora

a= superficie dell'area movimentata in mq

E_{Fi} , l, m= fattore di emissione areali dell'i-esimo tipo di particolato (kg/mq)

Per il calcolo del fattore di emissione areale viene effettuata una distinzione dei cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro, oltre ad ipotizzare, per semplicità, che la forma di un cumulo sia conica, a base circolare. Dai valori di altezza del cumulo (H in m), intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta, e dal diametro della base (D in m), si individua il fattore di emissione areale dell'i-esimo tipo di particolato per ogni movimentazione. I fattori di emissione sono riportati nella seguente tabella.

| cumuli alti $H/D > 0.2$ | |
|-----------------------------|-----------------|
| | $EF_i (kg/m^2)$ |
| PTS | 1.6E-05 |
| PM ₁₀ | 7.9E-06 |
| PM _{2.5} | 1.26E-06 |
| cumuli bassi $H/D \leq 0.2$ | |
| | $EF_i (kg/m^2)$ |
| PTS | 5.1E-04 |
| PM ₁₀ | 2.5 E-04 |
| PM _{2.5} | 3.8 E-05 |

Tab. b - Fattori di emissione areali per ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

Durata = 150 giorni lavorativi;

- Volume da scaricare = 12.000 mc, corrispondente alla parte del materiale scavato destinato allo stoccaggio in attesa del riutilizzo;
- Densità terreno vegetale= 1.700 kg/mc;
- Portata camion = 30 t;
- Fattore emissivo = $5,0 \times 10^{-4}$ (kg/t); tale fattore emissivo, identificato dal codice SCC-3-05-010-42 e riportato nella precedente Tabella a, è relativo alle emissioni polverulente generate dallo scarico dei camion di materiale scavato.

Si specifica che l'emissione relativa allo scarico del materiale dal camion è stata raddoppiata al fine di considerare le emissioni polverulente indotte dalla movimentazione del materiale stesso dopo lo scarico durante le operazioni di sistemazione in rilevato.

Analogamente a quanto considerato per le attività di scotico e scavo, anche per la presente attività si prevede di realizzare, nei periodi siccitosi, una bagnatura con acqua ad intervalli periodici e regolari dell'area interessata dallo scarico di camion del materiale scavato e destinato a stoccaggio/riutilizzo all'interno del perimetro del piazzale. Il calcolo del coefficiente di abbattimento C (%) è stato effettuato utilizzando la formula proposta da Cowherd et al (1998), riportata al Paragrafo 1.5.1 delle Linee Guida. Nel caso specifico l'efficienza di abbattimento del bagnamento è risultata pari al 96,7%, per la cui stima sono stati utilizzati i seguenti dati:

- Potenziale medio evapotraspirazione giornaliera = 0,34 mm/h;
- Thr = 12 mezzi/h;
- I = 1 l/m²;
- t = 1 h trascorse tra una bagnatura e l'altra

Assumendo il coefficiente di abbattimento sopra riportato per tale opera di mitigazione ed applicando la [3] si è ottenuto il valore di emissione di polveri indotta dallo scarico del materiale scavato per la messa a parco e dalla sua movimentazione; tale valore risulta pari a **0,7 g/h**

Fase 3: transito dei mezzi su strade non asfaltate (interne al cantiere)

Il transito di automezzi su strada può determinare un'emissione diffusa di polveri che è funzione del tipo di strada (asfaltata o non asfaltata). Per la stima delle emissioni diffuse dalle strade non asfaltate, le Linee Guida prevedono di applicare il modello emissivo proposto al paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42, di seguito riportato:

$$EF_i = k_i \left(\frac{s}{12} \right)^{a_i} \times \left(\frac{W}{3} \right)^{b_i} \quad [4]_{\text{g}}$$

Dove:

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- s = contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%);
- W = peso medio del veicolo;
- EF = Fattore di emissione della strada non asfaltata (g/km);
- K_i, a_i, b_i = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono riportati nella tabella seguente.

| | k_i | a_i | b_i |
|-------------------|--------|-------|-------|
| PTS | 1.38 | 0.7 | 0.45 |
| PM ₁₀ | 0.423 | 0.9 | 0.45 |
| PM _{2.5} | 0.0423 | 0.9 | 0.45 |

Tab. c - Valori dei coefficienti K_i, a_i, b_i al variare del tipo di particolato

Il peso medio dell'automezzo W deve essere calcolato sulla base del peso del veicolo vuoto e a pieno carico.

Per il calcolo dell'emissione finale, E_i , si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (numero di km/ora), sulla base della lunghezza della pista (km); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno. L'espressione finale sarà quindi:

$$E_i = EF_i \times kmh \quad [5]$$

Dove:

- i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);
- kmh = percorso di ciascun mezzo nell'unità di tempo (km/h).

Nelle Linee Guida si specifica che l'espressione [4] è valida per un intervallo di valori di limo (silt) compreso tra l'1,8% ed il 25,2%. Tuttavia, poiché la stima di questo parametro non è semplice e richiede procedure tecniche e analitiche precise, in mancanza di informazioni specifiche suggeriscono di considerare un valore all'interno dell'intervallo 12-22%.

Il materiale scavato nell'area, pari a circa 23.500 mc, dopo lo scavo una quota parte pari a circa 6.000 mc verrà immediatamente reimpiegato per rinterrati, 5.500 mc saranno trasportati a rifiuto, i restanti 12.000 mc saranno stoccati nell'area di cantiere per riutilizzi in tempi successivi.

La stima delle emissioni polverulente generate da tale attività è stata effettuata utilizzando i seguenti valori/assunzioni:

- durata = 150 giorni lavorativi;
- Volume da movimentare = 17.500 mc;
- Densità terreno vegetale = 1.700 kg/mc;
- Portata camion = 30 t;
- Numero di transiti all'ora = 12 mezzi/h;
- K_i , a_i , b_i = 0,423, 0,9 e 0,45; tali coefficienti sono quelli proposti dalle Linee Guida per il PM10 e riportati nella Tabella c;
- s = 17%; la percentuale scelta è un valore medio tra quelle suggerite dalle Linee Guida (comprese nell'intervallo tra 12% e 22%) in mancanza di informazioni specifiche;
- W = 25 t; tale parametro è stato stimato considerando il peso medio tra la condizione a pieno carico e quella a vuoto nella considerazione che in tale fase nella movimentazione vi sia un percorso di arrivo a vuoto ed un percorso di partenza con carico o viceversa;
- L = 290 m; tale distanza corrisponde alla lunghezza stimata del tratto percorso da ciascun camion all'interno del cantiere (comprensivo di andata e ritorno).

Anche per la presente attività si prevede di realizzare, nei periodi siccitosi, una bagnatura dell'area interessata dalla movimentazione dei mezzi di trasporto del materiale di scavo con acqua ad intervalli periodici e regolari.

Per l'attività di trasporto del materiale scavato all'interno dell'area di cantiere il calcolo del coefficiente di abbattimento C (%) è stato effettuato utilizzando la formula proposta da Cowherd et al (1998), riportata al Paragrafo 1.5.1 delle Linee Guida. Nel caso specifico l'efficienza di abbattimento del bagnamento è risultata pari al 98,4%, per la cui stima sono stati utilizzati i seguenti dati:

- Potenziale medio evapotraspirazione giornaliera = 0,34 mm/h;
- Thr = 12 mezzi/h;
- I = 2 l/m²;
- t = 1 h trascorse tra una bagnatura e l'altra.

Assumendo il coefficiente di abbattimento sopra riportato ed applicando la [4] e la [5] si è ottenuto il valore di emissione di polveri totale indotto dal transito dei mezzi per il trasporto della totalità del materiale scavato all'interno dell'area di cantiere; tale valore risulta pari a **15,1 g/h**.

Determinazione dell'emissione totale

Per la determinazione dell'emissione totale di PM10 durante le varie operazioni di scavo, movimentazione e stoccaggio dei materiali, comprensiva del trasporto verso l'interno delle terre in

eccesso, sono stati sommati i contributi emissivi relativi ad ogni attività potenzialmente generatrice di emissioni pulverulente.

Nella tabella seguente si riportano in forma sinottica le attività considerate. Nella colonna di destra si riporta il contributo emissivo totale indotto dalla realizzazione delle operazioni di cantiere.

| ATTIVITA' | Emissione singola attività [g/h] | Emissione globale macro fase [g/h] | Durata (giorni) |
|---|---|---|------------------------|
| Scavi | 15,5 | | |
| Transito mezzi su strade non asfaltate aree di cantiere | 0,7 | | |
| Erosione del vento | 15,1 | | |
| | 31,3 | 31,3 | 150 |

Sulla base della tipologia ed organizzazione delle attività previste, le emissioni diffuse di polveri (PM10) indotte dalle attività di cantiere non generano interferenze significative sulle aree circostanti e pertanto, non sussistono rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM10 previsti per legge.

Fase di cantiere - Emissioni da gas di scarico dei mezzi meccanici di cantiere

Nella fase cantieristica si prevede l'impiego di escavatori, pale gommate, autocarri ed altri mezzi. La seguente stima delle emissioni durante la fase di cantiere considera il contributo emissivo derivante dalle attività per la realizzazione dello stabilimento produttivo della "Ferretti S.p.a.". In particolare, ai fini della quantificazione delle emissioni in fase di cantiere, sono stati considerati:

- i motori dei mezzi di lavoro (emissione di CO, NO_x, SOV, polveri);
- il movimento di terra (sollevamento polveri);
- il moto dei mezzi di lavoro (sollevamento polveri) – Metodologia AP-42 della US-EPA (capitolo Unpaved Roads);
- Il movimento di terra durante le fasi di scavo (sollevamento polveri) – metodologia AP-42 della USEPA (capitolo Western surface coal mining);
- l'erosione del vento (sollevamento polveri) – metodologia AP-42 (capitolo Industrial wind erosion).

L'emissione di SO₂ è da ritenersi assolutamente trascurabile dal momento che i fattori di emissione generalmente utilizzati per il calcolo delle emissioni dei mezzi di costruzione si basano su valori caratteristici di combustibili a basso contenuto di zolfo (i fattori di emissione utilizzati per il calcolo delle emissioni di NO_x sono generalmente di due ordini di grandezza superiori rispetto a quelli caratterizzanti le emissioni di SO₂). Di seguito è riportato il dettaglio per la stima dei suddetti contributi.

Emissioni dai motori dei mezzi di costruzione

Al fine di valutare le emissioni indotte dai motori dei mezzi di lavoro, la fase di cantiere è stata suddivisa in macrofasi di lavoro che si alterneranno durante l'effettiva durata delle attività di costruzione. Per quanto riguarda le attività di costruzione dello stabilimento nautico, sono state considerate tre macrofasi di lavoro con associato un determinato tipo di strumentazione:

- Movimento terra o lavori civili,
- Opere Meccaniche,
- Opere elettrico-strumentali.

Per ogni macrofase di lavoro è stato considerato il funzionamento simultaneo di un determinato numero e tipologia di mezzi di lavoro. Nelle seguenti tabelle vengono riportati, per ogni macrofase, la tipologia di mezzi di cantiere, il numero di tali mezzi e il numero di ore giornaliere di impiego di ogni singolo mezzo. Applicando i fattori di emissione SCAB Fleet Average Emission Factors dei mezzi di costruzione relativi all'anno 2016, tenendo conto del numero di mezzi impiegati e del numero di ore di lavoro giornaliere di ciascuno di essi, si ottengono le emissioni giornaliere in kg/giorno riportate in Tabella 1. Tali emissioni sono state calcolate considerando il numero di ore di utilizzo di ciascun mezzo e si riferiscono al totale per tipologia di mezzo. Il numero di ore di funzionamento e il numero di mezzi è stato opportunamente valutato in modo da rappresentare uno scenario emissivo realistico. Per facilità di calcolo sono state individuate tre macroaree rappresentative dell'intero cantiere.

| SCAVI, MOVIMENTO MATERIALI, LAVORI EDILI | | | | | | |
|---|-------------|--------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Tipologia di mezzo | N./g | Ore/g | SOV (kg/g) | CO (kg/g) | NOx (kg/g) | PM (kg/g) |
| Escavatori | 3 | 6 | 0.807 | 4.256 | 5.391 | 0.271 |
| Pale caricatrici gommate | 1 | 2 | 0.055 | 0.335 | 0.369 | 0.023 |
| Autocarri ribaltabili | 2 | 4 | 0.034 | 0.114 | 0.213 | 0.009 |
| Terna escavatore | 1 | 5 | 0.138 | 0.837 | 0.923 | 0.059 |
| Rullo compattatore | 1 | 2 | 0.072 | 0.358 | 0.478 | 0.032 |
| Pompe calcestruzzo | 1 | 2 | 0.051 | 0.253 | 0.347 | 0.022 |
| Autobetoniera | 1 | 2 | 0.008 | 0.029 | 0.053 | 0.002 |
| Gru | 1 | 3 | 0.155 | 0.580 | 1.277 | 0.053 |
| Fork lift 2 t | 1 | 3 | 0.058 | 0.298 | 0.383 | 0.019 |
| Generatore 20 kW | 1 | 2 | 0.022 | 0.074 | 0.136 | 0.007 |
| Compressore aria | 2 | 3 | 0.192 | 0.873 | 1.287 | 0.087 |
| Dumper | 1 | 3 | 0.013 | 0.043 | 0.080 | 0.003 |
| Piastra vibrante | 1 | 4 | 0.009 | 0.048 | 0.057 | 0.002 |
| TOTALE (kg/g) | | | 1.613 | 8.095 | 10.996 | 0.020 |

| OPERE IMPIANTISTICHE | | | | | | |
|-----------------------------|-----------|------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Tipologia di mezzo | N. | Ore | SOV (kg/g) | CO (kg/g) | NOx (kg/g) | PM (kg/g) |
| Gru | 3 | 4 | 0.619 | 2.321 | 5.109 | 0.211 |
| Paywelder | 3 | 5 | 1.763 | 6.691 | 14.214 | 0.584 |
| Motosaldatrici | 4 | 5 | 0.438 | 1.769 | 1.972 | 0.153 |
| Autocarro | 2 | 6 | 0.050 | 0.171 | 0.320 | 0.013 |
| Compressori | 1 | 2 | 0.064 | 0.582 | 0.858 | 0.058 |
| Impianto di sabbiatura | 1 | 2 | 0.115 | 0.429 | 0.918 | 0.039 |
| Impianto di controlli CND | 1 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Pompe alta pressione | 1 | 1 | 0.025 | 0.126 | 0.174 | 0.011 |
| Pompe di riempimento | 1 | 1 | 0.025 | 0.126 | 0.174 | 0.011 |
| TOTALE (kg/g) | | | 3.100 | 12.216 | 23.739 | 1.079 |

| OPERE ELETTRICO-STRUMENTALI | | | | | | |
|------------------------------------|-----------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Tipologia di mezzo | N. | Ore | SOV | CO | NOx | PM |
| | | | (kg/g) | (kg/g) | (kg/g) | (kg/g) |
| Gru | 1 | 3 | 0.0830 | 0.5020 | 0.5538 | 0.0351 |
| Paywelder | 1 | 3 | 0.0126 | 0.0428 | 0.0799 | 0.0032 |
| TOTALE (kg/g) | | | 0.096 | 0.545 | 0.634 | 0.038 |

Ricapitolando:

| Attività | SOV | CO | NOx | PM |
|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | [kg/g] | [Kg/g] | [Kg/g] | [Kg/g] |
| Movimento terra - lavori civili | 1.613 | 8.095 | 10.996 | 0.020 |
| Opere impiantistiche | 3.100 | 12.216 | 23.739 | 1.079 |
| Opere elettrico - strumentali | 0.096 | 0.545 | 0.634 | 0.038 |
| TOTALI | 4.809 | 20.856 | 35.369 | 1.137 |

Fase di esercizio

Nella fase di esercizio la movimentazione di mezzi è veramente limitata, si può limitare ad un automezzo leggero che effettua una volta al giorno per 5 giorni alla settimana una ricognizione lungo le piste perimetrali dell'impianto. Pertanto non si ritiene che abbia senso parlare di emissioni di polveri o gas di scarico di automezzi in atmosfera.

D'altra parte però la produzione di energia da fonte solare fotovoltaica evita emissioni di gas con effetto serra in atmosfera rispetto ad una situazione in cui la stessa quantità di energia sia prodotta con fonti combustibili tradizionali.

Sulla base del mix di produzione energetica nazionale italiana, ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale) in uno studio del 2020, valuta che la sostituzione di un **kWh** prodotto da fonti fossili con uno prodotto da fonti rinnovabili consente di evitare l'emissione di **289,9 g CO₂**. Tale valore tiene anche in conto il fatto che sebbene nella fase di esercizio le fonti rinnovabili non producano emissioni nocive, nella fase di costruzione dei componenti di impianto (p.e. moduli fotovoltaici), si genera una pur piccola quantità di emissioni di gas nocivi con effetto serra.

Tabella 4.9 – *Fattore di emissione di gas serra del settore elettrico per la produzione di elettricità (g CO₂eq / kWh) nei principali Paesi europei e in EU28. Dati in ordine decrescente del valore del 2018.*

| | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EU28 | 474,5 | 435,0 | 398,3 | 386,0 | 341,6 | 312,3 | 294,6 | 289,3 | 273,4 |
| Polonia | 822,3 | 788,3 | 768,2 | 742,3 | 716,2 | 666,3 | 651,0 | 641,4 | 639,9 |
| Germania | 640,3 | 606,1 | 535,7 | 499,8 | 468,5 | 449,1 | 445,7 | 413,2 | 398,6 |
| Italia | 575,9 | 546,9 | 497,8 | 477,7 | 391,0 | 324,6 | 311,9 | 307,7 | 289,9 |
| Spagna | 438,8 | 468,5 | 444,2 | 407,2 | 239,8 | 304,3 | 258,9 | 303,1 | 271,6 |
| Regno Unito | 690,5 | 560,6 | 485,5 | 507,4 | 468,0 | 378,6 | 297,3 | 264,5 | 248,6 |
| Francia | 111,3 | 75,4 | 76,5 | 80,0 | 76,5 | 55,1 | 60,1 | 68,4 | 52,1 |
| Svezia | 12,0 | 23,5 | 22,9 | 23,4 | 34,1 | 17,4 | 19,1 | 19,5 | 20,6 |

Fonte: fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali paesi europei – ISRA 2020 – Documento 317/2020

L'impianto di Candela ha una potenza installata di 45.272,52 kWp e una produzione annua netta attesa di circa 1.784 kWh/kWp.

In pratica, la produzione annua si attesta su circa:

80.787.898,56 kWh

Con mancata emissione annua di CO₂ pari a:

80.787.898,56 kWh x 0,2899 kg =23.420 ton/anno

Fase di dismissione

Le lavorazioni nella fase di dismissione per quanto attiene agli scavi sono molto simili a quelle di costruzione dell'impianto, pertanto i dati calcolati per la fase di cantiere si possono ritenere sostanzialmente validi anche per la fase di dismissione dell'impianto.

Risorse necessarie in termini di energia e materiali

Obiettivo dello studio

L'obiettivo dello studio è la quantificazione delle risorse naturali necessarie in termini di energia e di materiali utilizzati ai fini della valutazione degli impatti sull'atmosfera e sul clima.

Lo studio riguarda le fasi di vita dell'impianto, ma essendo costituito da una molteplicità di componenti, la valutazione sarà condotta considerando le fasi di vita dei suddetti componenti evidenziandone l'impatto che possono avere. Infatti il ciclo di vita dei componenti che costituiscono l'impianto si riflette sul ciclo di vita dell'impianto stesso nelle sue fasi.

Uno strumento ampiamente utilizzato per effettuare l'analisi del ciclo di vita è la LCA (Life Cycle Assessment). La LCA è uno strumento oggettivo di valutazione ambientale per analizzare e quantificare le implicazioni ambientali dei prodotti/servizi durante tutte le fasi del ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime, alla produzione industriale fino all'uso dei beni, incluso lo smaltimento a fine vita. Le implicazioni ambientali riguardano tutti i tipi di impatto sull'ambiente, inclusi il consumo di risorse e l'emissione di sostanze dannose per l'uomo e l'ecosistema.

Definizioni

LCA viene definito dalla normativa ISO 14040 come *“un sistematico insieme di procedure per individuare ed esaminare gli inputs e gli outputs di materiali ed energia e gli impatti ambientali associati direttamente attribuibili al funzionamento di un sistema prodotto o servizio attraverso il suo ciclo di vita.”*

Mentre più dettagliatamente viene definito dal SETAC nel 1990 come: *“un procedimento oggettivo di valutazione di carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo o attività, effettuato attraverso l'identificazione dell'energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell'ambiente. Successivamente esso valuta l'impatto di tali sostanze assorbite dall'ambiente ed infine identifica le opportunità di miglioramento degli impatti ambientali di ogni attività. La valutazione include l'intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo l'estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, l'uso, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale.”*

In tale definizione si pone l'accento su diversi aspetti: l'oggettività del procedimento, vale a dire l'esecuzione di fasi analitiche, precise, e ben determinate nonché lo studio di dati confrontabili e scientificamente verificabili; l'oggetto della valutazione che sono i carichi energetici ed ambientali imputabili ad un processo o un'attività che portano alla produzione di un prodotto in senso lato o di un servizio; l'intero ciclo di vita a partire dall'acquisizione della materia prima, al ciclo produttivo, all'uso e allo smaltimento finale secondo una visione globale e senza tralasciare nessuna fase direttamente imputabile all'oggetto di studio.

“from cradle to gate” (dalla culla al cancello): lo studio inizia con l'approvvigionamento delle materie prime e delle fonti di energia e si conclude con l'immissione del prodotto finito sul mercato, escludendo pertanto la fase di utilizzo dello stesso;

“from gate to gate” (dal cancello al cancello): lo studio analizza unicamente la realtà aziendale, quindi comprende le fasi di fabbricazione e assemblaggio del prodotto;

“from cradle to grave” (dalla culla alla tomba): l'analisi comprende tutte le fasi del ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime, alla produzione industriale fino all'uso dei beni, incluso lo smaltimento a fine vita.

Nel caso in esame il LCA sviluppato è del tipo “*cradle to gate*”, perciò l’analisi del sistema va dalla raccolta delle materie prime, alla loro lavorazione per la costituzione di semilavorati fino alla produzione dei prodotti componenti, come la struttura di sostegno, l’inverter, l’impianto elettrico ed i moduli fotovoltaici.

Qualità dei dati

Al fine di effettuare la valutazione quantitativa delle risorse in termini energetici e materiali si è fatto riferimento a dati reperiti in letteratura attraverso ricerche mirate in riferimento ai componenti più essenziali dell’impianto, di cui in primis i moduli fotovoltaici. Un modulo FV infatti è caratterizzato da un ciclo di vita che richiede una maggiore attenzione, come descritto in seguito.

Il ciclo di vita di un modulo fotovoltaico

Di seguito una breve digressione qualitativa sul ciclo di vita del modulo fotovoltaico, che ovviamente è il più importante dei componenti necessari per la realizzazione dell’impianto.

Le fasi del ciclo di vita

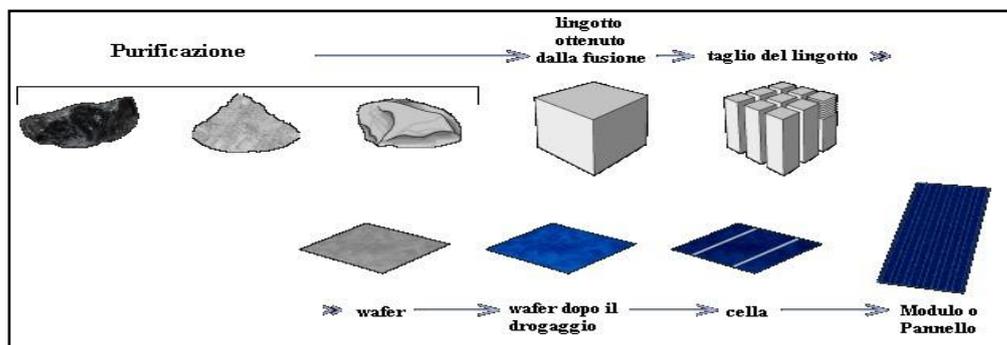
La prima fase di produzione comprende l’estrazione della materia prima, la generazione del silicio policristallino attraverso la purificazione del silicio di grado metallurgico, l’accrescimento dei lingotti, il taglio di wafer, la produzione delle celle e il loro successivo assemblaggio nel modulo FV. Il consumo di energia primaria associato alla produzione dei pannelli è la componente principale del consumo energetico complessivo.

La fase della vita utile, la cui durata può arrivare a 30 anni, è rappresentata dalla produzione di energia, che quindi non necessita dello sfruttamento di quella primaria.

La fase di “end-of-life” comprende la disinstallazione dei moduli, la loro raccolta, la separazione dei materiali principali che poi verranno riciclati o smaltiti.

La fase di produzione

Le fasi del processo di produzione sono: la riduzione del quarzo, la purificazione del silicio, la costituzione dei lingotti di silicio attraverso la fusione, il taglio del lingotto per ottenere il wafer, il drogaggio del wafer per la generazione della cella e l’assemblaggio di queste ultime per la determinazione del pannello.



Dalla purificazione del silicio al modulo fotovoltaico

La vita utile

I moduli fotovoltaici vengono installati ed insieme ad altri componenti formano il sistema fotovoltaico. Questa fase del ciclo di vita di un modulo è caratterizzata dalla generazione di energia elettrica.

Per quanto riguarda l'energia elettrica generata da un modulo o da un sistema fotovoltaico essa dipende dalla taglia in Wp del modulo e dell'impianto, da una serie di altri fattori come ad esempio la località geografica del sito di installazione a cui è correlato l'irraggiamento annuo.

Per esempio con:

- Performance ratio PR = 0,75;
- Irraggiamento Sud Europa = 1700 kWh/m²anno;
- Irraggiamento Europa Centrale = 1000 kWh/m²anno.

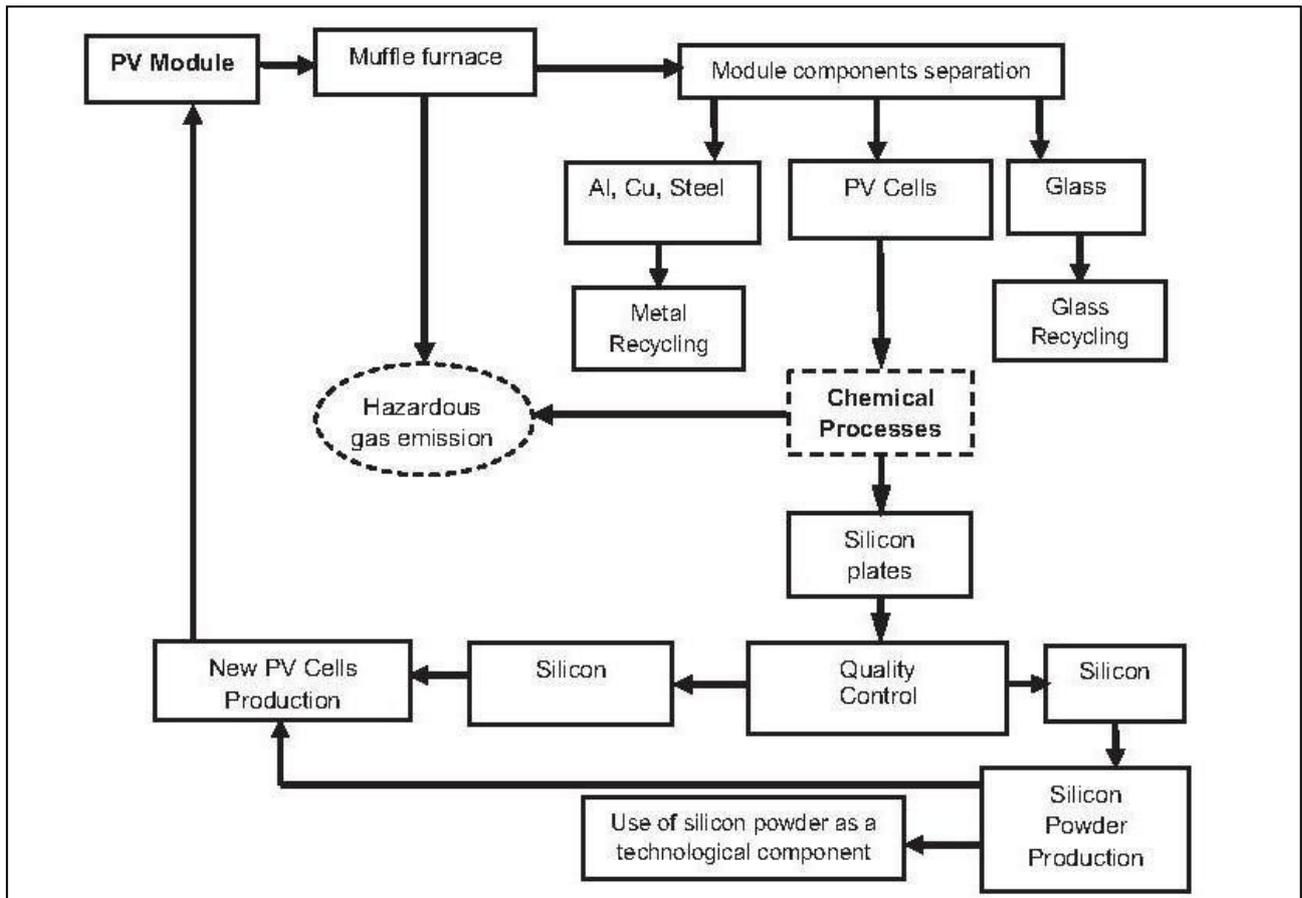
Nel Sud Europa un modulo FV sarebbe teoricamente in grado produrre 1700 kWh/kWp·anno, mentre nell'Europa Centrale 1000 kWh/kWp·anno.

Il performance-ratio è un parametro che concerne la qualità di un impianto FV, indipendentemente dalla sua ubicazione, che viene pertanto definito come un fattore di qualità. Esso viene espresso in percentuale e rappresenta la quota di energia realmente disponibile una volta dedotte le varie perdite energetiche riconducibili ad esempio al riscaldamento dei moduli e allo stato di pulizia dei vetri. Moltiplicando quindi PR per l'energia teoricamente producibile, si ottiene l'energia elettrica effettivamente generata all'anno per kWp installato (Eoutput in kWh/kWp·anno).

“End of Life”: la fase finale del ciclo di vita

Lo sviluppo del mercato fotovoltaico durante gli ultimi anni ha enfatizzato la necessità di un metodo sostenibile di smaltimento dei moduli FV giunti a fine vita.

Il processo di riciclaggio prevede che il modulo subisca una serie di trattamenti successivi in accordo con il flusso della figura sottostante.



Riciclo dei moduli fotovoltaici: processo termico e chimico.

Il silicio raccolto potrebbe essere utilizzato come materia prima nell'industria del fotovoltaico, come additivo da unire in lega d'acciaio per alterare le proprietà meccaniche (durezza, duttilità, resistenza all'impatto), e come materiale per la ceramica.

Il processo di riciclaggio è costituito da due fasi fondamentali:

- durante la prima fase avviene il trattamento termico;
- nella seconda fase vi è il processo chimico di corrosione nella "etching line".

La prima fase prevede un di assemblaggio semplice, veloce ed economico dei moduli durante la prima fase del riciclaggio. In primo luogo vengono raccolte le celle FV; in l'alluminio, il rame, l'acciaio ed il vetro vengono recuperati ed inviati alle loro rispettive filiere di riciclaggio.

Durante la seconda fase del riciclaggio è previsto un processo chimico per il trattamento delle celle che permette di recuperare la polvere di silicio e le lastre da riutilizzare nella produzione di nuove celle fotovoltaiche, per far ciò devono essere rimossi gli elettrodi metallici, lo strato AR e il connettore n-p. Queste operazioni possono essere eseguite tramite la dissoluzione in una soluzione acida o basica.

Il sistema studiato

L'intervento consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico ed opere connesse. L'impianto sarà connesso alla RTN tramite una Cabina di Smistamento esistente facente parte del parco eolico denominato "Matisse", già collegata alla SE TERNA "Deliceto". Questa verrà ampliata (entità ampliamento 48 mq) per poter alloggiarvi i Quadri elettrici per l'attestazione delle terne di cavi MT in arrivo dall'Impianto Fotovoltaico.

Confini del sistema

I confini del sistema vanno dalla raccolta delle materie prime, alla loro lavorazione per la costituzione di semilavorati fino alla produzione dei prodotti componenti, come le strutture di sostegno in acciaio, le strutture in cemento, l'inverter, i trasformatori ed i moduli fotovoltaici nelle loro parti: modulo, celle e wafer in silicio.

Di seguito quindi verranno illustrate le risorse naturali necessarie in termini di energia e di materiali utilizzati, per i componenti che costituiscono l'impianto.

Strutture di supporto in acciaio

In Tabella sono ripostati i valori di energia e quantità di materiale necessari per le strutture di supporto in acciaio: tali valori sono stati ottenuti a partire dalla quantità (in kg) di acciaio utilizzata per 24 moduli. Da qui, sapendo che per il ciclo di vita di 1 kg di acciaio occorrono 12,36 MJ e quindi 3,43 kWh/kg, si ottiene l'energia necessaria totale, oltre che la quantità di rifiuti trattata a fine ciclo vita.

| Supporto di Alluminio | | | | |
|------------------------------------|------------------------|------------------------|--|-----------------|
| Materiali/Combustibili | Quantità per 24 moduli | quantità per 48 moduli | Quantità tot | Unità di misura |
| Energia | 2.062 | 4.123 | 8.743.449 | kWh |
| acciaio | 600 | 1.200 | 2.544.600 | kg |
| laminazione lastre di acciaio | 64 | 127 | 269.471 | kg |
| cartone | 4 | 9 | 18.438 | kg |
| Trasporto via nave | 61 | 122 | 258.798 | tkm |
| Trasporto ferroviario | 251 | 502 | 1.064.252 | tkm |
| Trasporto su strada | 112 | 225 | 476.388 | tkm |
| Trattamento dei rifiuti | Quantità per 24 moduli | quantità per 48 moduli | Quantità per superficie totale pannelli (mq) | Unità di misura |
| Smaltimento cartone (inceneritore) | 25 | 49 | 103.916 | kg |

Strutture in cemento

In Tabella sono riportati i valori di energia e quantità di materiale necessari per le strutture in cemento: come nel caso delle strutture in acciaio, anche in questo caso, sapendo che per il ciclo di vita di 1 kg di cemento occorrono 0,15 kWh/kg, si ottiene:

| strutture cemento | | |
|------------------------|--------------|-----------------|
| Materiali/Combustibili | Quantità tot | Unità di misura |
| Energia | 65.626 | kWh |
| calcestruzzo C30/37 | 421.547 | kg |

Inverter

La raccolta delle informazioni è basata sullo studio “Valutazioni ambientali del ciclo di vita di un impianto fotovoltaico” (Valentina Mazzarini), i cui valori sono basati sulla banca dati Ecoinvent. In tabella oltre ai valori di energia e materiali, viene fatta una stima della quantità di rifiuti trattati a fine vita.

| Inverter | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|-----------------|
| Materiali/Combustibili | Quantità singolo inverter | Quantità per tot inverter | Unità di misura |
| Elettricità | 1,06 | 18,02 | kWh |
| Alluminio | 1,4 | 23,8 | kg |
| Rame | 5,5 | 93,5 | kg |
| Acciaio | 9,8 | 166,6 | kg |
| Styrene-acrylonitrile copolymero | 0,882 | 14,994 | kg |
| Polyvinylchloride | 0,202 | 3,434 | kg |
| Scheda stampata di cablaggio | 0,1 | 1,7 | mq |
| Connettore (collegamento impianto) | 0,0244 | 0,4148 | kg |
| Induttore | 0,131 | 2,227 | kg |
| Circuito integrato | 0,155 | 2,635 | kg |
| Transistore | 0,0592 | 1,0064 | kg |
| Diodo | 0,002 | 0,034 | kg |
| Condensatore, film | 0,166 | 2,822 | kg |
| Condensatore di tipo elettrolitico | 0,257 | 4,369 | kg |
| Condensatore Tantalum | 0,007 | 0,119 | kg |
| Resistore | 0,0056 | 0,0952 | kg |
| Laminazione acciaio | 0,9 | 15,3 | kg |
| Trafilatura del rame | 1,9 | 32,3 | kg |
| Estrusione barre alluminio | 4,7 | 79,9 | kg |
| Industri di lavorazione del metallo | 1,10E-08 | 1,87E-07 | p |
| Cartone | 0,6 | 10,2 | kg |
| Polystyrene | 1,16 | 19,72 | kg |
| Polyethylene | 0,01 | 0,17 | kg |
| Trasporto ferroviario | 2,25 | 38,25 | tkm |
| Trasporto transoceanico | 20,3 | 345,1 | tkm |
| Trattamento dei rifiuti | Quantità singolo inverter | Quantità per tot inverter | Unità di misura |
| Smaltimento cartone (inceneritore) | 1,82 | 30,94 | kg |
| Smaltimento polyethylene | 0,011 | 0,187 | kg |
| Trattamento schede stampate di cablaggio | 1,22 | 20,74 | kg |

Trasformatori

Anche in questo caso i dati sono basati sullo studio “Valutazioni ambientali del ciclo di vita di un impianto fotovoltaico”(Valentina Mazzarini), i cui valori fanno riferimento alla banca dati Ecoinvent.

| Trasformatori | | | |
|--|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Materiali/Combustibili | Quantità singolo Trasformatore | Quantità per tot trasformatori | Unità di misura |
| Elettricità | 3,5 | 59,5 | kWh |
| Nucleo | 2.278 | 38722,6 | kg |
| Olio | 1.800 | 30600 | kg |
| Avvolgimenti | 1.150 | 19550 | kg |
| Carpenteria (Cassa, coperchio, conservatore,) | 500 | 8500 | kg |
| Isolanti avvolgimenti | 200 | 3400 | kg |
| Armature | 150 | 2550 | mq |
| Radiatori | 160 | 2720 | kg |
| Schermi magnetici | 119 | 2029,8 | kg |
| Isolatori AT | 46 | 788,8 | kg |
| Trecce per connessioni | 29 | 493 | kg |
| Sostegni per connessioni | 19 | 314,5 | kg |
| Commutatore | 15 | 255 | kg |
| Isolatore neutro | 13 | 224,4 | kg |
| Parapetti | 10 | 170 | kg |
| Materiale elettrico vario | 10 | 170 | kg |
| Isolatori MT | 7 | 112,2 | kg |
| Guarnizioni | 2 | 34 | kg |
| Estrusione barre alluminio | 9,4 | 159,8 | kg |
| Industri di lavorazione del metallo | 5,50E-08 | 9,35E-07 | p |
| Cartone | 3,6 | 61,2 | kg |
| Polystyrene | 8,12 | 138,04 | kg |
| Polyethylene | 0,07 | 1,19 | kg |
| Trasporto ferroviario | 4,5 | 76,5 | tkm |
| Trasporto transoceanico | 40,6 | 690,2 | tkm |
| Trattamento dei rifiuti | Quantità singolo inverter | Quantità per tot inverter | Unità di misura |
| Smaltimento cartone (inceneritore) | 5,46 | 92,82 | kg |
| Smaltimento polyethylene (inceneritore) | 0,033 | 0,561 | kg |
| Trattamento schede stampate di cablaggio | 3,66 | 62,22 | kg |

Moduli fotovoltaici

Per il calcolo si è fatto riferimento alla superficie totale dei moduli presenti nell'impianto. Quindi attraverso le tabelle Ecoinvent si sono ottenuti i valori di energia, materiali utilizzati e quantità di rifiuti trattata a fine ciclo vita. In tabella sono evidenziate, inoltre le emissioni in aria prodotte dal ciclo di vita totale dei moduli fotovoltaici.

| Pannelli Fotovoltaici | | | |
|---|------------------------------|--|-----------------|
| Materiali/Combustibili | Quantità per 1 mq | Quantità per superficie totale pannelli (mq) | Unità di misura |
| Elettricità | 4,711 | 1.040.113,139 | kWh |
| Gas naturale | 5,407 | 1.193.876,866 | MJ |
| Industria pannelli fotovoltaici | 0,000 | 0,883 | p |
| Acqua | 21,286 | 4.699.906,228 | kg |
| Tempra del vetro piano | 10,079 | 2.225.423,042 | kg |
| Trafilatura del rame | 0,113 | 24.881,727 | kg |
| Celle fotovoltaiche (multi-Si) | 0,932 | 205.874,263 | m2 |
| Lega di alluminio | 2,629 | 580.566,261 | kg |
| Nickel | 0,000 | 35,939 | kg |
| Saldatura per brasatura (Cadmio) | 0,009 | 1.935,228 | kg |
| Vetro solare | 10,079 | 2.225.423,042 | kg |
| Rame | 0,113 | 24.881,727 | kg |
| Plastica rinforzata con fibra di vetro | 0,188 | 41.468,072 | kg |
| Ethylvinylacetate | 1,002 | 221.173,357 | kg |
| Pellicola di Polyvinylfluoride | 0,110 | 24.376,099 | kg |
| Polyethylene | 0,373 | 82.351,030 | kg |
| Silicone | 0,122 | 26.926,316 | kg |
| Acetone | 0,013 | 2.861,321 | kg |
| Methanol | 0,002 | 475,952 | kg |
| Vinyl acetate | 0,002 | 362,859 | kg |
| Olio lubrificante | 0,002 | 354,800 | kg |
| Cartone | 1,096 | 241.906,289 | kg |
| 1-propanol | 0,008 | 1.796,987 | kg |
| Trasporto via nave | 1,609 | 355.330,221 | tkm |
| Trasporto ferroviario | 9,448 | 2.086.187,823 | tkm |
| Treatmento dei rifiuti | Quantità per 1 mq | Quantità per superficie totale pannelli (mq) | Unità di misura |
| Smaltimento dei rifiuti solidi (inceneritore) | 0,030 | 6.623,940 | kg |
| Smaltimento polyvinylfluoride (inceneritore) | 0,110 | 24.376,099 | kg |
| Smaltimento plastic (inceneritore) | 1,686 | 372.287,508 | kg |
| Smaltimento oli minerali usati (inceneritore) | 0,002 | 354,800 | kg |
| Trattamento acque | 0,021 | 4.699,906 | m3 |
| Emissioni in aria | Quantità per 1m ² | Quantità per superficie totale pannelli (mq) | Unità di misura |
| Calore disperso | 16,958 | 3.744.292,484 | MJ |

Conclusioni

Dai valori ricavati ed esposti in tabella, è evidente che nel sistema Impianto fotovoltaico, il maggior consumo in termini di energia utilizzata è dato dai pannelli fotovoltaici. Ciò, come descritto in precedenza è dovuto, sia alla complessità della produzione ed in generale del ciclo di vita di un pannello FV, sia all'elevato numero di pannelli FV utilizzati nell'impianto suddetto. Per contro i componenti che meno influenzano il consumo di energia e lo sfruttamento di risorse materiali sono gli inverter e i trasformatori che, seppur complessi nella loro tecnologia, sono presenti in quantità molto ridotte all'interno dell'impianto.