

Impianto di produzione di energia elettrica agrivoltaico di potenza nominale pari a 71,05 MWp situato nei Comuni di Troia (FG), Lucera (FG) e Biccari (FG) e relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Troia (FG), in provincia di Foggia

ANALISI DEL CICLO DI VITA DELL'IMPIANTO

Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Nov. 2023	00	Richiesta A.U.	IOLANDA PASSARIELLO	PATRIZIA RUBERTO	DOMENICO ANTONIO NUZZOLO
Logo Committente e Denominazione Commerciale			ID Documento Committente		
			H004_FV_BGR_00136		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale			ID Documento Appaltatore		
 <p> sede legale e operativa San Martino Sannita (BN) Loc. Chianarile snc Area Industriale sede operativa Lucera (FG) via A. La Cava 114 P.IVA 01465940623 Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873 </p> <p> Il Progettista Dott. Ing. Domenico Antonio NUZZOLO </p> 			SEZIONE 0 00136_Relazione LCA		



ID Documento Committente

H004_FV_BGR_00136

Pagina
2 / 10

Numero
Revisione

00

INDICE

1	PREMESSA	4
2	ANALISI DEL CICLO VITA DELL'IMPIANTO	5
2.1	Informazione sull'analisi condotta e dati del progetto	5
2.2	Informazione sull'analisi condotta e dati del progetto	6
2.3	Assunzioni dell'analisi condotta	7
2.4	Considerazioni sulla sostenibilità dell'intervento	10

	ID Documento Committente H004_FV_BGR_00136	Pagina 4 / 10
		Numero Revisione
		00

1 PREMESSA

Il progetto proposto riguarda la realizzazione di un impianto di tipo agrivoltaico di potenza nominale pari a 71,05 MWp da installarsi in provincia di Foggia, nei territori comunali di Troia, Lucera e Biccari.

Proponente dell'iniziativa è la società Iren Green Generation Tech s.r.l.

L'impianto consta di sedici campi che si sviluppano nella parte settentrionale del territorio di Troia, interessando anche le zone immediatamente limitrofe di Biccari e Lucera. Gli stessi sono collegati a mezzo di un cavidotto MT interrato che si diparte dalla cabina di raccolta presente all'interno del Campo 14 e che arriva fino alla stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV di utenza sita alla località "Monsignore" del comune di Troia. In particolare, per la connessione alla rete RTN sarà realizzato il prolungamento del sistema sbarre in AT 150 kV, all'interno dell'esistente stazione elettrica condivisa e di trasformazione.

La presente relazione, nel dettaglio, descrive l'impatto ambientale generato dall'impianto, in termini di emissioni in aria dei principali gas inquinanti o causa di effetto serra, per le fasi di produzione dei materiali, realizzazione ed esercizio dell'impianto, nonché durante le fasi di manutenzione e dismissione dello stesso.

In altri termini si effettua una valutazione del ciclo vita dell'impianto, tecnicamente nota come "Life Cycle Assessment" (LCA). L'obiettivo di questo strumento a supporto delle decisioni è identificare e quantificare gli impatti generati da un prodotto o da un servizio lungo il suo ciclo di vita (produzione, uso, smaltimento) secondo l'approccio "dalla culla alla tomba" o, in ottica di economia circolare, "dalla culla, alla culla".

	ID Documento Committente H004_FV_BGR_00136	Pagina 5 / 10
		Numero Revisione
		00

2 ANALISI DEL CICLO VITA DELL'IMPIANTO

2.1 Informazione sull'analisi condotta e dati del progetto

Di seguito vengono presentati i dati delle emissioni dovute ai materiali, alla realizzazione dei pannelli fotovoltaici e degli altri componenti che costituiscono l'impianto in esame e alla loro messa in opera, con particolare riferimento alle emissioni in aria di CO₂ in quanto principale causa dell'effetto serra e dei cambiamenti climatici.

La stima è stata condotta applicando la metodologia LCA (Life Cycle Assessment, eseguita in accordo alle norme della serie ISO standards for LCA (ISO 14040: 2006, ISO 14044: 2006). Si fa presente che, in assenza di dati certi derivanti direttamente dalla casa produttrice dei pannelli previsti per il progetto in esame, la presente trattazione si basa su un'attenta analisi e valutazione dei dati relativi a pannelli fotovoltaici simili a quelli di progetto.

L'unità funzionale di riferimento per eseguire LCA è 1 kWh di energia elettrica consegnata alla rete elettrica nazionale e prodotta dall'impianto agrivoltaico di progetto avente potenza di picco pari a 71.05 MWp. Il tempo di vita utile dell'impianto è stato assunto pari a 25 anni.

Come prima cosa è stata calcolata la producibilità dell'impianto durante la sua vita utile, assunta, come detto, pari a 25 anni, partendo dalla stima di producibilità annua dell'impianto. Come dettagliatamente descritto nell'elaborato H004_FV_BGR_00089, la stima di producibilità annua tiene conto dei seguenti fattori di perdita:

- Perdita per ombre vicine che sono funzione della geometria di disposizione del campo agrivoltaico e degli ostacoli all'orizzonte.
- Perdite dovute all'angolo di incidenza, ovvero tra la direzione dei raggi solari e la normale alla superficie del modulo fotovoltaico.
- Perdite per conversione fotovoltaica legata al rendimento dei singoli moduli fotovoltaici.
- Perdita a causa del livello d'irraggiamento solare.
- Perdita a causa della temperatura dei moduli fotovoltaici.
- Perdita dovute alla qualità del modulo fotovoltaico.
- Perdite di mismatching dovute all'accoppiamento non ottimale fra le stringhe.
- Perdite ohmiche di cablaggio dovute alle sezioni e alla lunghezza dei cavi elettrici e al loro cablaggio, ossia dovute al loro allacciamento e collegamento.
- Perdita dovuta all'efficienza dell'inverter in funzione, ovvero, la percentuale di energia disponibile in corrente continua che viene immessa in rete in corrente alternata.
- Perdite sugli inverter per:
 - superamento della potenza massima (Pmax), della massima corrente in ingresso, della tensione massima (Vmax);

	ID Documento Committente H004_FV_BGR_00136	Pagina 6 / 10
		Numero Revisione
		00

- non raggiungimento della potenza minima (P_{min}), della tensione minima (V_{min});
- Consumi notturni.

L'impianto agrivoltaico di progetto ha una potenza complessiva di picco installata pari a **71.05 MWp** per una produzione di **130,785 GWh annui**, corrispondente a **1841 ore di funzionamento equivalenti annue**.

Considerando un ciclo di vita di trent'anni dei pannelli fotovoltaici ed utilizzando i dati messi a disposizione da IEA List, si è calcolato un risparmio di **2589538.3** tonnellate di anidride carbonica.

2.2 Informazione sull'analisi condotta e dati del progetto

Il ciclo di vita dell'impianto agrivoltaico è stato suddiviso in 4 fasi che saranno di seguito brevemente descritte:

- Produzione delle componenti necessarie;
- messa in opera dell'impianto;
- mantenimento in attività dell'impianto;
- fine vita.

Produzione

Questa fase comprende la produzione di materie prime e la fabbricazione delle componenti che costituiranno l'impianto agrivoltaico come i pannelli, i cavi, le cabine e le componenti della stazione di trasformazione. In tale studio è incluso il trasporto delle materie prime ai siti di produzione specifici.

Allestimento impianto agrivoltaico

Questa fase prende in considerazione la messa in opera dell'impianto stesso. I lavori in sito quali adeguamenti stradali, realizzazione di nuovi tratti di viabilità sono inclusi nell'analisi di tale fase.

In particolare, la messa in opera dell'impianto comprende le seguenti operazioni:

- preparazione del terreno;
- installazione delle cabine di campo e della cabina di raccolta;
- installazione della recinzione;
- installazione delle strutture di supporto;
- cablaggio;
- realizzazione della sottostazione ed installazione delle apparecchiature per il collegamento alla rete elettrica;
- installazione di moduli fotovoltaici.

L'installazione dei pannelli fotovoltaici comprende anche il loro trasporto fino all'area d'impianto, prevedendo una parte di trasporto via nave ed una parte di trasporto con camion.

	ID Documento Committente H004_FV_BGR_00136	Pagina 7 / 10
		Numero Revisione
		00

La parte di trasporto con camion prevede un kilometraggio notevolmente inferiore rispetto a quello con nave, ma, data la dimensione dell'impianto, richiede l'utilizzo di più camion.

Mantenimento in attività dell'impianto

Tale fase prende in considerazione le principali attività necessarie al mantenimento in funzione dell'impianto. Per valutare i flussi energetici è stato considerato il consumo di carburante di un furgone per le ispezioni trimestrali. È stato inoltre prevista la sostituzione di una parte degli inverter (dato che la loro vita utile stimata è solitamente inferiore a quella dei pannelli fotovoltaici) e la sostituzione di alcuni moduli fotovoltaici per tener conto dei possibili danni dovuti agli agenti atmosferici e delle possibili rotture accidentali. Anche in tal caso è stato valutato il consumo di carburante considerando l'utilizzo dei camion necessari per il trasporto di materiali.

Fine vita

Alla fine della vita utile dell'impianto, i principali componenti vengono smantellati e il sito viene bonificato allo stato concordato. Questa fase considera anche il trattamento di fine vita dei materiali che derivano dalla dismissione. In fase di redazione del piano di gestione dei rifiuti saranno valutate per ciascun tipo di rifiuto diverse possibili alternative: riciclaggio; incenerimento con recupero energetico, riutilizzo dei componenti e deposito in discarica. In base alla destinazione prevista del rifiuto e, quindi, in base alla possibilità o meno di un recupero energetico o materiale, si avranno potenziali impatti ambientali positivi o negativi.

A livello normativo in Italia, secondo il Decreto Legislativo. n. 49/2014 ("Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche), i pannelli fotovoltaici in quanto rientranti nella categoria RAEE, devono essere consegnati a operatori specializzati (i cosiddetti consorzi) che devono gestirne il riciclo, estraendo da essi il massimo delle risorse riutilizzabili. Lo stesso GSE si occupa di verificare che tali adempimenti siano rispettati sugli impianti incentivati. Ad oggi nel nostro continente sono stati riciclati più del 90% dei pannelli, grazie al continuo studio di nuovi e più efficienti processi.

2.3 Assunzioni dell'analisi condotta

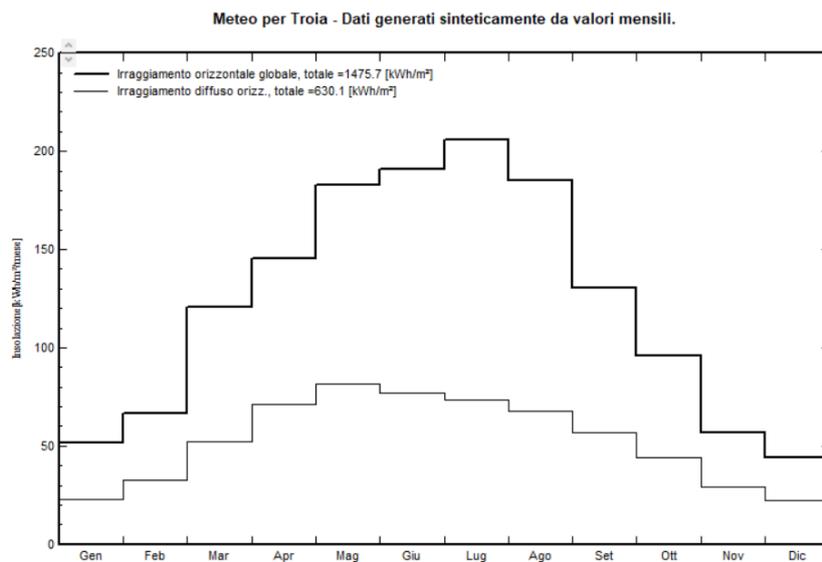
L'analisi condotta si basa sulle seguenti assunzioni:

- La vita utile del pannello fotovoltaico e, quindi, dell'intero impianto è assunta pari a 25 anni, ma, grazie ad un'attenta manutenzione, la vita utile dell'impianto può superare i 25 anni previsti per l'impianto in analisi. Infatti, come riportato nel report relativo alla task 12 dell'IEA PVPS (International energy agency – Photovoltaic power system programme) la vita utile di un pannello fotovoltaico può arrivare anche a 30 anni. Entrano sicuramente in gioco anche valutazioni di tipo economico dato che, trattandosi di una tecnologia in continua evoluzione, da un punto di vista prettamente economico, può risultare più conveniente sostituire i pannelli con altri più efficienti piuttosto che mantenere gli stessi in

esercizio fino al loro fine vita. In ogni caso rimane comunque possibile soddisfare il raggiungimento dei 30 anni di vita utile del pannello fotovoltaico attraverso un riutilizzo dello stesso. Un esempio di seconda vita del pannello è rappresentato dalla vendita dello stesso nel mercato residenziale.

Tali considerazioni fanno sì che i risultati che si otterranno dall'LCA in termini di kg di emissioni per kWh, possano essere considerati cautelativi, dato che l'energia prodotta durante tutto il ciclo di vita potrà, con ogni probabilità, essere maggiore di quella stimata considerando una vita utile di 25 anni.

- L'energia prodotta dall'impianto è stata valutata in base ai dati radiometrici di METEONORM® che è una fonte meteorologica comunemente usata per località internazionale. I dati dell'irraggiamento sono di seguito riportati.



La valutazione della produzione di energia attesa su base mensile, delle perdite che interessano i singoli moduli e l'energia complessivamente immessa in rete al netto delle perdite è stata invece effettuata servendosi del software PVsyst.

Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray GWh	E_Grid GWh	PR ratio
January	52.8	26.85	2.41	82.0	76.7	1.493	1.471	0.898
February	68.5	32.42	2.57	96.0	91.8	1.765	1.738	0.907
March	120.5	57.73	5.26	143.9	138.4	2.604	2.565	0.893
April	145.5	55.99	8.56	159.6	153.3	2.789	2.745	0.861
May	183.8	77.14	13.01	178.9	171.2	3.159	3.109	0.870
June	197.4	80.02	17.53	186.0	178.2	3.250	3.197	0.861
July	208.7	62.45	20.68	199.0	191.1	3.397	3.339	0.840
August	187.5	65.37	20.74	198.3	190.5	3.406	3.348	0.846
September	134.0	54.75	15.12	159.0	153.0	2.810	2.765	0.871
October	99.7	45.93	11.88	134.3	129.0	2.425	2.387	0.890
November	59.0	32.16	7.40	86.8	81.6	1.566	1.542	0.890
December	46.9	25.59	3.85	73.6	68.0	1.322	1.303	0.886
Year	1504.1	616.42	10.80	1697.3	1622.9	29.984	29.509	0.871

- Non avendo a disposizione dati sul grado di contenuto riciclato dei materiali utilizzati è stato assunto che tutti i materiali necessari derivino da materie prime;
- Il ciclo di vita dell'impianto si conclude con il processo di decommissioning, con il quale si prevede di ripristinare le condizioni iniziali del sito. Poiché ciò avverrà tra 25 anni, durante i quali sicuramente le tecnologie per lo smaltimento e il recupero dei rifiuti saranno migliorate, è stato ipotizzato uno scenario ottimistico, secondo il quale tutto il materiale tecnicamente riciclabile, al di là dell'economicità, verrà di fatto riciclato.

Un tipico pannello fotovoltaico è composto da una cornice in alluminio (circa 10% del peso), una lastra di vetro (altro 80% del peso) su cui vengono appoggiate le celle fotovoltaiche e i contatti elettrici che vengono poi sigillati a caldo da un foglio di plastica. La prima fase del procedimento di riciclo consiste nello staccare meccanicamente il vetro dal foglio plastico, recuperandolo. In un secondo momento, un apposito macchinario spazzolerà via le altre componenti ancora attaccate, tritando finemente il materiale rimasto che verrà poi fatto passare attraverso una serie di vagli e cicloni a soffio di aria, dove i vari materiali saranno separati secondo la loro densità.

Dal processo di riciclo si possono ottenere polvere di plastica, rame e argento dei contatti elettrici oltre, naturalmente, al silicio. I componenti principali del modulo fotovoltaico sono, quindi, potenzialmente riciclabili. In alcune nazioni, quale ad esempio la Germania, sono stati sviluppati impianti pilota con processi che permettono di recuperare il 100% dell'alluminio, almeno il 90% del vetro e del silicio e lo strato di argento presenti nel pannello fotovoltaico. Nella stima delle emissioni effettuato si è tenuto conto del trasporto dei moduli agli impianti di riciclaggio. Non potendo attualmente prevedere in quale impianto di riciclaggio saranno trattati i pannelli fotovoltaici una volta raggiunto il fine vita utile

	<p>ID Documento Committente</p> <p>H004_FV_BGR_00136</p>	Pagina 10 / 10
		Numero Revisione
		00

dell'impianto, è stato cautelativamente assunto un valore del tragitto Troia→impianto di riciclaggio pari a 600km

2.4 Considerazioni sulla sostenibilità dell'intervento

In definitiva, l'impianto fotovoltaico di progetto sarà realizzato impiegando componenti, materiali e apparecchiature che al termine della fine utile dell'impianto ne garantiranno la reversibilità e il quasi totale riutilizzo limitando al massimo la produzione di rifiuti. Le previsioni progettuali sono quelle di mantenere in esercizio le opere che potranno essere destinate da altri utilizzi o cedute ad altri produttori, come la stazione di utenza ed i tratti di cavidotto MT posati lungo viabilità esistente. In tal modo, oltre a limitare ulteriormente la produzione di rifiuti, anche gli impatti correlativi con la fase di fine vita utile dell'impianto e quindi di dismissione saranno ridotti.

L'intervento proposto risulta, pertanto, altamente sostenibile sotto il profilo degli impatti ambientali e della reversibilità delle aree interessate.

In considerazione del fatto che la fine utile dell'impianto è stimabile dopo 20-25 anni dalla sua entrata in esercizio, ad oggi non è possibile prevedere i centri di recupero, riciclaggio e le discariche ove verranno conferiti i diversi materiali provenienti dalla fase di dismissione dell'impianto. Sicuramente si prediligeranno i centri più vicini anche al fine di limitare al minimo i trasporti. Presumibilmente, i materiali in acciaio e le apparecchiature che costituiscono i pannelli e le varie apparecchiature elettriche, saranno portati nel polo industriale più vicino, dove saranno rivenduti.

È ipotizzabile, inoltre, che le tecnologie relative al riutilizzo/riciclaggio nei prossimi anni migliorino ulteriormente per cui è auspicabile che si possa ridurre ulteriormente la percentuale di componenti/materiali che alla fine utile dell'impianto fotovoltaico verranno conferiti come rifiuto presso discariche autorizzate.