

TEAGRI SOLARE 1 S.r.l.

Galleria del Corso, n. 4

Milano 20122

P.Iva 03159970213

teagrisolare1@legalmail.it

Impianto AGROVOLTAICO - Fratta

PROGETTO DEFINITIVO



Coordinamento e progettazione:



In collaborazione con:



Progettisti:

Ing. M. Bertoneri - Ord. Ing. Prov. di Massa Carrara, n. 669

sez. A

Collaboratori: Geom. Nicola Ambrosini

TITOLO:

RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO

DATA:

03/2025

REVISIONE:

0

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

F R P S A 0 7 0 1

SCALA:

NA

FORMATO:

A4

INDICE

PREMESSA.....	2
1 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
2 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	4
3 INQUADRAMENTO PROGETTUALE	5
3.1 CRITERI DI PROGETTAZIONE.....	5
3.2 LAYOUT DI IMPIANTO.....	5
3.3 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI ELETTRICI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	7
3.4 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI CIVILI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	8
3.4.1 Strutture di supporto pannelli	8
3.4.2 Fondazioni cabine	9
3.4.3 Recinzione.....	9
3.4.4 Viabilità interna di servizio	10
4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	11
5 CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI	12
6 VALUTAZIONE DI IMPATTO LUMINOSO	16
7 CONCLUSIONI	18

Indice delle Figure

<i>Figura 3.1 – Layout di progetto</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3.2 - Tipico recinzione.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3.3 - Tipico accesso.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4.1 – Localizzazione dell'area di progetto (fonte: Google Earth Pro)</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5.1 – Indio Led con ottica asimmetrica</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5.2 – Dimensioni Indio Led con ottica asimmetrica.....</i>	<i>14</i>

Premessa

Il presente studio restituisce la Valutazione di inquinamento luminoso in fase di esercizio, relativa alla realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare denominato "Fratta" con potenza di picco (DC) pari a 22,38 MWp e potenza nominale (AC) di 22 MW da realizzare nel Comune di Fratta Polesine (RO) e relative opere annesse alla RTN, le quali si sviluppano nei territori comunali di Fratta Polesine (RO), Villamarzana (RO), Arquà Polesine (RO) e Rovigo (RO).

La presente Valutazione mira a garantire la conformità con le normative vigenti e a promuovere una coesistenza equilibrata tra la produzione di energia rinnovabile e la tutela del patrimonio paesaggistico e ambientale della regione.

In particolare, nel presente documento vengono descritte le caratteristiche principali del tipo di apparecchio utilizzato per la realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna ed i criteri ottimali di installazione degli stessi nel rispetto delle leggi e norme in materia di illuminazione al fine di perseguire le seguenti finalità:

- 1) Ridurre l'inquinamento luminoso ed i consumi da esso derivanti,
- 2) Realizzare un impianto ad alta efficienza favorendo il risparmio energetico,
- 3) Ottimizzare gli oneri di gestione e quelli di manutenzione.

Il presente documento è redatto dall'Ing. Matteo Bertoneri, con il gruppo di lavoro per l'esecuzione del presente documento, composto, inoltre, dall'Ing. Claudio Fiaschi; Ing. Andrea Battistini; Arch. Fabrizio Brozzi; Geom. Nicola Ambrosini e dal Geom. Michele Squillaci.

1 Riferimenti Normativi

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti di illuminazione esterna sono:

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

CEI EN 60439: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT);

CEI EN 60445: Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori;

CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 60099: Scaricatori

CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750

CEI 81-10/1/2/3/4: Protezione contro i fulmini;

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

Norma UNI 10819 (1999) Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna –

Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso

Norma UNI EN 12464-2 (2014) – Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 2: Posti di lavoro in esterno;

D. Lgs. 81/2008 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

DM 37/2008 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005.

La Regione del Veneto con propria legge del 7 agosto 2009 n. 17 si è dotata pur in assenza di una legge quadro nazionale, di uno strumento normativo che risponde alle finalità di razionalizzare e ridurre i consumi energetici con iniziative ad ampio respiro che possano incentivare lo sviluppo tecnologico, ridurre l'inquinamento luminoso sul territorio regionale e conseguentemente salvaguardare gli equilibri ecologici nelle aree naturali protette e proteggere gli osservatori astronomici professionali e non, nonché i siti di osservazione di rilevanza culturale e scientifica in quanto patrimonio regionale, per tutelarne l'attività di ricerca e divulgativa.

2 Descrizione generale del progetto

3 Inquadramento progettuale

3.1 Criteri di progettazione

I criteri con cui è stata redatta la progettazione definitiva dell'impianto fotovoltaico fanno riferimento sostanzialmente a:

- rispetto delle normative di pianificazione territoriale e urbanistica;
- analisi del PAI;
- scelta preliminare della tipologia impiantistica, ovvero impianto fotovoltaico a terra fisso con tecnologia moduli bifacciali;
- ottimizzazione dell'efficienza di captazione energetica realizzata mediante orientamento dei pannelli;
- disponibilità delle aree, morfologia ed accessibilità del sito acquisita sia mediante sopralluoghi che rilievo topografico di dettaglio.

Oltre a queste assunzioni preliminari si è proceduto tenendo conto di:

- rispetto delle leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- soddisfazione dei requisiti di performance di impianto;
- conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici;
- impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto, al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

3.2 Layout di impianto

Il layout di impianto è stato sviluppato secondo le seguenti "best practice" di progettazione:

- rispetto dei confini dei siti disponibili;
- posizione delle strutture di sostegno con geometria a matrice, in modo da ridurre i tempi di esecuzione;
- disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in una fila verticale;
- interfila tra le schiere calcolate al fine di evitare fenomeni di ombreggiamento;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ai locali tecnici;
- zona di rispetto per l'ombreggiamento dovuto ad ostacoli esistenti;
- zona di rispetto al reticolo idrografico e ai vincoli all'interno delle fasce di rispetto;
- zona di rispetto agli elettrodotti.

A seguire si riporta una rappresentazione grafica del layout di impianto su Google Earth.

Figura 3.1 – Layout di progetto



3.3 Descrizione dei componenti elettrici dell'impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico avrà una potenza in DC di 22.377,6 kWp (in condizioni standard 1000W/m²) ed una potenza nominale pari a 22 MW.

L'impianto è così costituito:

- n. 1 Cabina di Consegna (o Cabina Utente), posizionata adiacentemente all'area di impianto dedicata alle BESS (vedi layout di impianto). All'interno della cabina saranno presenti, oltre al trasformatore di servizio da 160 kVA 30.000/400 V, le apparecchiature di protezione del cavidotto di consegna proveniente dal campo e le celle MT di arrivo e partenza, una stanza ad uso ufficio ed un locale quadri AT per la consegna dell'energia a 36 kV, dopo il successivo aumento di tensione operato tramite un trasformatore elevatore esterno.
- n. 5 Power Station con Inverter centralizzato da 4400 kVA (marca SMA Sunny Central SC 4000 UP, con cabina di trasformazione MVPS 4400-S2 similari), avente la funzione principale di elevare la tensione da bassa (BT) 660 V, proveniente dall'inverter centralizzato interno ad essa, a media tensione (MT) 30.000 V e convogliare l'energia raccolta dall'impianto fotovoltaico alla Cabina Utente. La Power Station è dotata di 26 input DC.
- n. 31.080 pannelli fotovoltaici da 720 Wp (marca Canadian Solar CS7N-720TB-AG o similare) installati su apposite strutture metalliche di tipo tracker con il sostegno fondato su pali infissi nel terreno;

L'impianto è completato da:

- tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di distribuzione nazionale;
- opere accessorie, quali: impianti di illuminazione, videosorveglianza, monitoraggio, cancelli e recinzioni.

L'impianto sarà in grado di alimentare dalla rete tutti i carichi rilevanti (ad esempio quadri di alimentazione, illuminazione, rete di trasmissione dati, ecc.).

Inoltre, in mancanza di alimentazione dalla rete, tutti i carichi elettrici indispensabili e privilegiati verranno alimentati da uno o più generatori temporanei di emergenza, che si ipotizza possa essere rappresentato da un generatore diesel.

I manufatti destinati a contenere gli inverter centralizzati, la cabina utente ed i locali ad uso ufficio e magazzino saranno del tipo container prefabbricati o strutture prefabbricate in cemento precompresso, come riportato negli elaborati di dettaglio.

3.4 Descrizione dei componenti civili dell'impianto fotovoltaico

3.4.1 Strutture di supporto pannelli

La fondazione delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici sarà costituita da pali infissi nel terreno con una profondità determinata in funzione delle caratteristiche geotecniche del terreno sul quale verranno installate:

- 1) **A pali infissi:** costituita da profili in acciaio infissi nel terreno per una profondità minima di 5,50 m, e comunque tale da garantire la stabilità della "vela" costituita dall'insieme dei pannelli e della struttura a sostegno.

La struttura di sostegno sarà costituita dai seguenti profili in acciaio:

Montanti: HEA 220, HEB 220

Traverso: Scatolare 100x200x14 mm

Sostegni pannelli fotovoltaici: Omega 30x100x50x3 mm.

3.4.2 Fondazioni cabine

La scelta della tipologia di fondazione da utilizzare è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le fondazioni sono costituite da platee in calcestruzzo armato.

Il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato cementizio magro (magrone) o altro materiale idoneo eventualmente indicato dal direttore dei lavori.

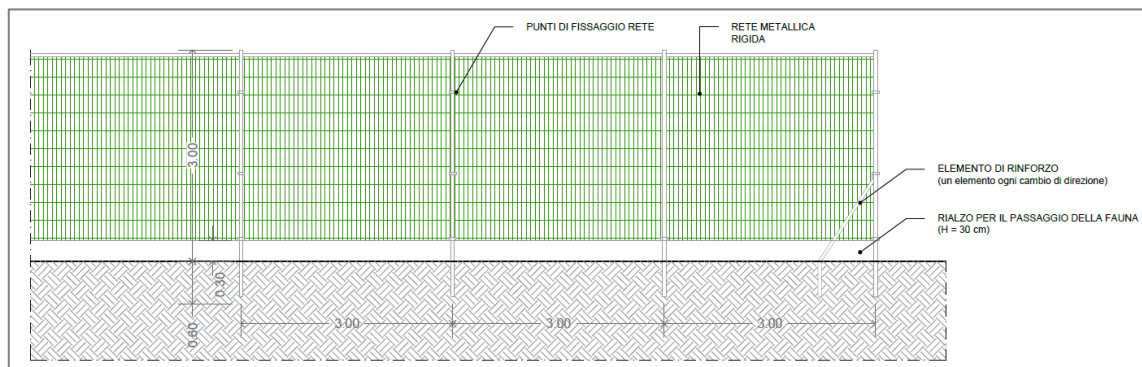
Saranno previsti rinterri di raccordo tra la superficie del piano campagna e la quota di installazione cabine.

3.4.3 Recinzione

È prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale a delimitazione dell'area di installazione dell'impianto; la recinzione sarà formata da rete metallica, di tipo grigliato, piatto e leggero, a pali con plinti.

La recinzione verrà sollevata da terra di 30 cm per non ostacolare il passaggio della fauna locale e sarà priva di filo spinato e con i tiranti inseriti negli ultimi ordini delle maglie (non lateralmente) per evitare il ferimento degli animali. Sarà, inoltre, realizzata con elementi di minimo ingombro visivo e di colorazione coerente con il contesto paesistico. Ad integrazione della recinzione di nuova costruzione, è prevista la realizzazione di varchi di accesso; essi saranno costituiti ciascuno da un cancello pedonale e da un cancello carrabile per un agevole accesso all'area d'impianto.

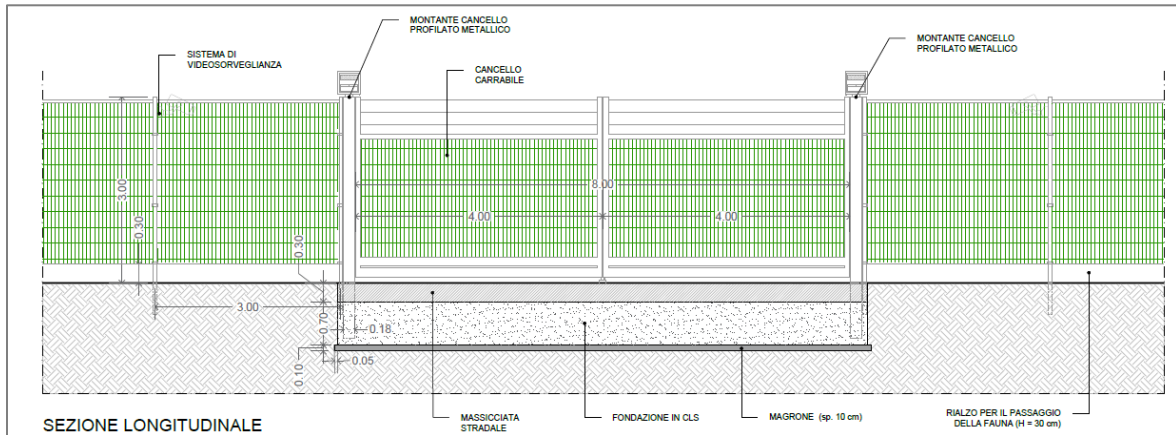
Figura 3.2 - Tipico recinzione



I cancelli di accesso all'impianto di nuova installazione sono costituiti da una parte carrabile e una parte pedonale. Per quanto riguarda la parte carrabile, il cancello prevede due ante con sezione di passaggio pari ad almeno 8 m di larghezza e 3,0 m di altezza. L'accesso pedonale prevede una sola anta di larghezza minima almeno 0,90 m e altezza 3,0 m. I montanti saranno realizzati con profilati metallici e dovranno essere marcati CE.

Il tamponamento sarà conforme alla tipologia di recinzione utilizzata e la serratura sarà di tipo manuale. Il materiale dovrà essere acciaio rifinito mediante zincatura a caldo.

Figura 3.3 - Tipico accesso



3.4.4 Viabilità interna di servizio

In assenza di viabilità esistente adeguata sarà realizzata una strada in misto granulometrico (larghezza carreggiata netta di ca. 4 m) per garantire l'ispezione dell'area di impianto dove necessario e per l'accesso alle piazzole delle cabine.

La scelta della tipologia pacchetto stradale è stata valutata in base alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla morfologia del sito, alla posizione ed accessibilità del sito.

Le opere viarie saranno costituite da una regolarizzazione di pulizia del terreno con uno scotico del piano campagna di 0.3 m, fornitura e posa di uno strato di sottofondo di Tout-Venant di spessore pari a 0.20 m e dalla fornitura e posa in opera di inerti tipo ghiaia con pezzatura 12/22 mm, per uno spessore pari a 0.10.

4 Inquadramento territoriale

L'area di impianto del progetto in esame si collocherà nella porzione centro-ovest del comune di Fratta Polesine (RO), in Veneto. Il cavidotto di connessione, invece, attraverserà i comuni di Fratta Polesine, Villamarzana, Arquà Polesine e Rovigo, in quest'ultimo, si collocheranno anche la SSE e le opere di connessione alla RTN.

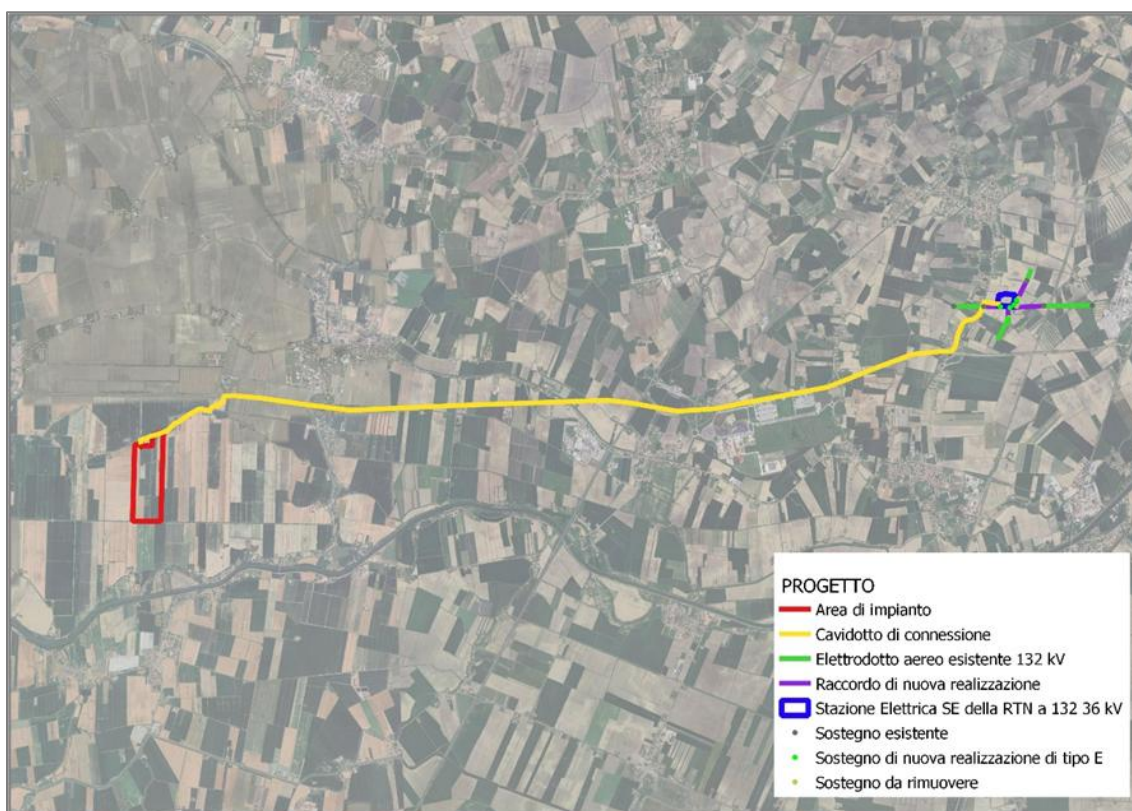
L'area di impianto si posiziona nella zona centro-occidentale della provincia di Rovigo, in prossimità del confine comunale tra Fratta Polesine e San Bellino e a circa. 1,9 km a sud-ovest dal centro abitato di Fratta Polesine. La superficie di impianto si posiziona in prossimità della frazione di San Bellino Nane di sotto e il centroide dell'impianto si posiziona alle generiche coordinate:

- 45°00'48" N;
- 11°36'37" E;

e ad un'altitudine media di ca 4 m s.l.m.

In Figura 4.1 si riporta un estratto tratto da Google Earth, che restituisce l'intervento di progetto e il contesto territoriale nel quale si colloca.

Figura 4.1 – Localizzazione dell'area di progetto (fonte: Google Earth Pro)



5 Caratteristiche degli apparecchi illuminanti

L'impianto di illuminazione perimetrale esterna nel rispetto delle prescrizioni della normativa di settore, specificata nei paragrafi precedenti, avrà le seguenti principali caratteristiche:

- apparecchi illuminanti in grado di non avere emissioni del flusso luminoso verso l'alto chiusi con vetro piano ed installati con schermo parallelo al terreno e grado di protezione minimo IP54;
- sorgenti luminose di tipo a LED con efficienza luminosa non inferiore a 90 lm/W
- disposizione ottimizzata dei punti luce per il raggiungimento dei parametri illuminotecnici a seconda della classificazione delle aree;
- orologio astronomico e relè crepuscolare per ottimizzare accensioni e spegnimenti di impianto secondo le specifiche coordinate geografiche del luogo e secondo le effettive condizioni meteorologiche;
- altezza massima di installazione pari a 7m realizzata con sostegni verticali e sistemi di attacco;
- sensori di movimento per accensione solo nel caso di effettiva lavorazione nei dintorni e di movimenti significativi al fine di limitare l'impatto sulla fauna.

A maggior chiarezza dei termini tecnici riguardanti le terminologie sulle lampade, si allega il seguente glossario:

Flusso Luminoso: È la quantità di energia luminosa emessa nello spazio da una sorgente per unità di tempo; il flusso è identificato dal simbolo ϕ e la sua unità di misura è il lumen (lm)

Intensità luminosa: È la quantità di luce (I) emessa da una sorgente puntiforme che si propaga in una determinata direzione. Tale intensità viene definita come il quoziente del flusso ϕ emesso in una certa direzione in un cono di angolo solido unitario w da cui $I = d\phi / dw$, e la sua unità di misura è la candela (cd).

Temperatura di colore: È la mescolanza in giusta misura di diversi colori, viene misurata in gradi Kelvin ed è fondamentale per la scelta e l'installazione degli apparecchi illuminanti.

Illuminamento: È il numero con cui si procede con la progettazione illuminotecnica; con questo numero è possibile valutare la quantità di luce che emessa da una sorgente è presente su una superficie, in pratica è quello che ci permette di vedere più o meno bene in ambiente notturno, ed è pari al rapporto tra il flusso luminoso incidente ortogonalmente su una superficie e l'area della superficie che riceve il flusso; l'unità di misura è il lux (lx) in pratica lumen su metro quadro.

Luminanza: Rapporto fra l'intensità luminosa infinitesima dI in una direzione assegnata e l'areola elementare apparente A entro cui è compresa l'emissione luminosa. La sua unità di misura è cd/m^2 .

Resa cromatica: La resa dei colori o resa cromatica è una valutazione qualitativa sull'aspetto cromatico degli oggetti illuminati dalle nostre sorgenti: l'indice Ra che si trova nei cataloghi delle lampade più è elevato e più la resa cromatica è elevata.

L'apparecchio illuminante scelto per l'illuminazione dell'area esterna dei seguenti manufatti:

- Cabina Uffici
- Cabina Magazzino
- Cabina BT/MT/AT
- Cancelli

è un proiettore IP66 in doppio isolamento (classe II) con lampade a LED ed ottica asimmetrica da 101W tipo Indio della Disano o modello equivalente posto sulla sommità del palo e con inclinazione parallela al terreno. Quindi, la morsettiera a cui saranno attestati i cavi dovrà essere anche essa in classe II e i pali utilizzati, se metallici, non dovranno essere collegati a terra.

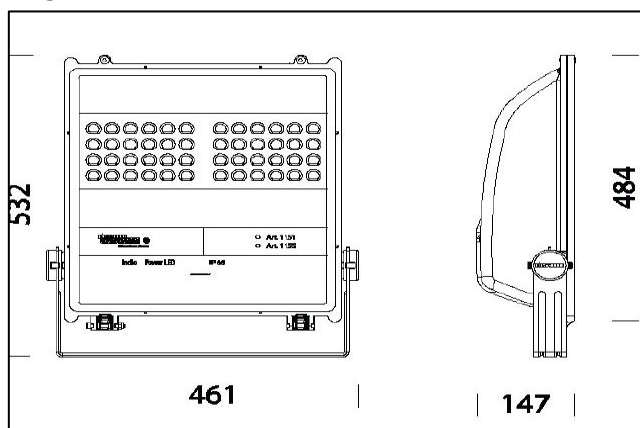
L'impiego degli apparecchi a LED rispetto a quelli di tipo tradizionale, a parità di valori illuminotecnici da raggiungere nelle varie aree, comporta potenze di installazione minori per singolo corpo illuminante (favorendo quindi il risparmio energetico) e costi di manutenzione ridotti, grazie alla lunga aspettativa di vita e durata dei LED.

Di seguito una descrizione delle caratteristiche tecniche del corpo illuminante selezionato per l'illuminazione dell'area esterna della stazione di utenza.

Figura 5.1 – Indio Led con ottica asimmetrica



Figura 5.2 – Dimensioni Indio Led con ottica asimmetrica



Corpo/Telaio in alluminio pressofuso, con alettature di raffreddamento.

Diffusore In vetro temperato sp. 5mm resistente agli shock termici e agli urti.

Ottiche Sistema a ottiche combinate realizzate in PMMA ad alto rendimenti resistente alle alte temperature e ai raggi UV.

Verniciatura il ciclo di verniciatura standard a polvere e composto da una fase di pretrattamento superficiale del metallo e successiva verniciatura a mano singola con polvere poliestere, resistente alla corrosione, alle nebbie saline e stabilizzata ai raggi UV.

Equipaggiamento Guarnizione di gomma siliconica. Pressacavo in nylon f.v. diam.1/2 pollice gas.. Viterie in acciaio imperdibili, anticorrosione e antigrippaggio. Staffa in acciaio inox con scala goniometrica. Telaio frontale, apribile a cerniera, rimane agganciato al corpo dell'apparecchio.

Normativa: Prodotti in conformità alle norme EN60598 - CEI 34 - 21. Hanno grado di protezione secondo le norme EN60529.

Altri Dati Ta-30+40°C

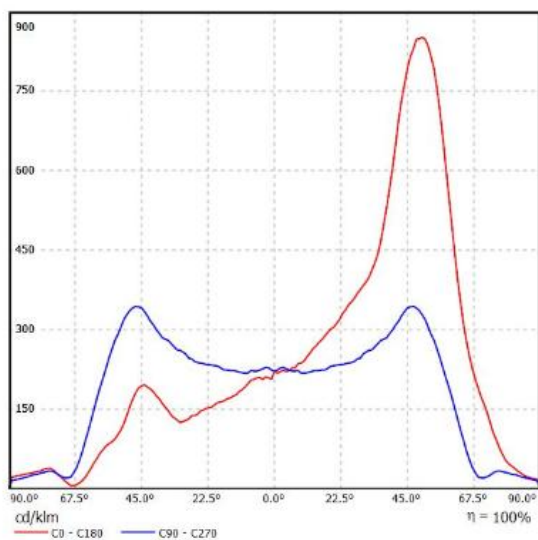
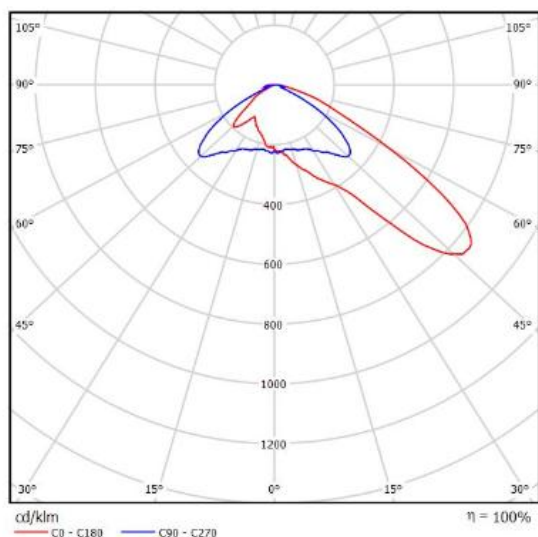
Mantenimento del flusso luminoso al 80% 80.000h L80B20.

Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo esente

Fattore di potenza: 0,9

Superficie di esposizione al vento 1970cm².

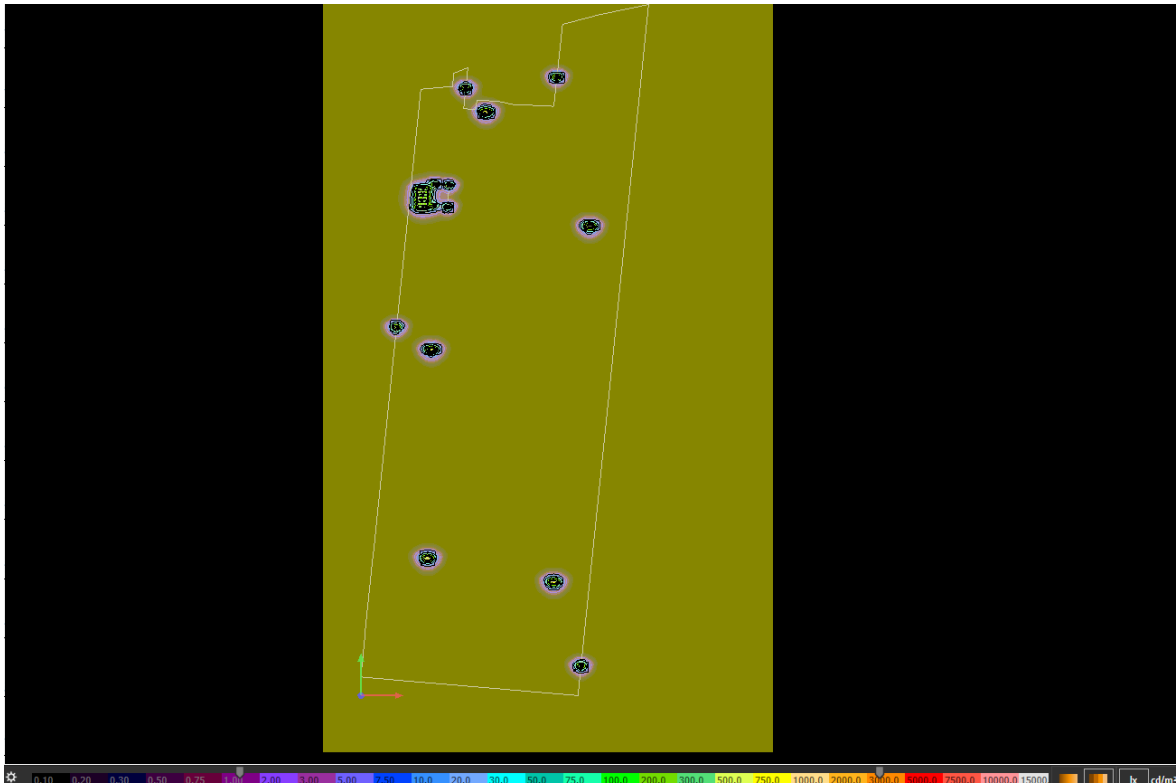
Disano 1151 Indio - LED asimmetrico Disano 1151 48 led CLD CELL grafite / Scheda tecnica CDL

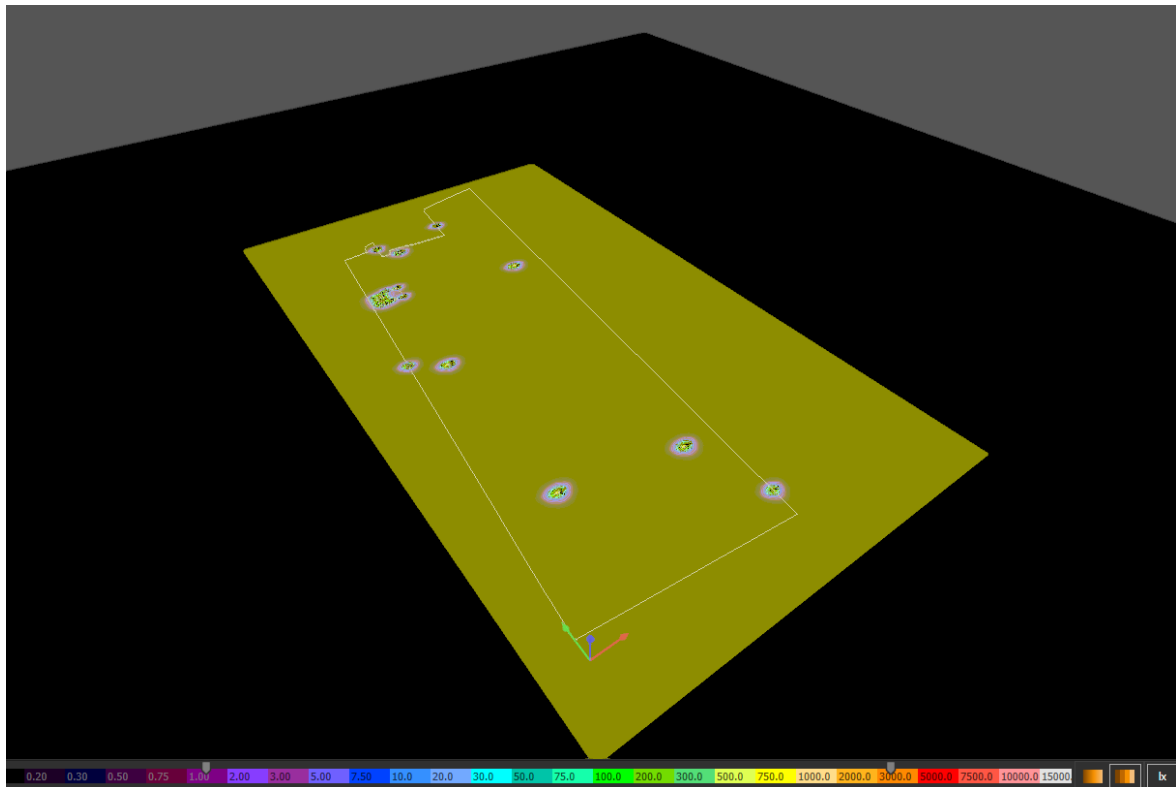


6 Valutazione di Impatto Luminoso

Al fine di verificare l'impatto luminoso dei sistemi di illuminazione del parco, tramite apposito software di illuminazione, sono stati posizionati tutti i sistemi illuminanti e sono stati simulati i livelli di illuminamento generati.

In seguito, si riportano i rendering ottenuti dalle simulazioni effettuate:





Come si evince dalle immagini riportate durante la fase di esercizio si prevede un aumento del grado di illuminazione. Tuttavia, è prevista l'installazione di pannelli con superficie scura non riflettente, dunque, per le ore diurne l'impatto si ritiene trascurabile. Nelle ore notturne, sebbene saranno installate luci artificiali, queste saranno in aree limitate e, comunque, indirizzate totalmente a terra, tali da ritenere l'impatto di bassa significatività.

7 Conclusioni

La Valutazione di Impatto Luminoso in fase di esercizio di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare denominato "Mogliano" ha permesso di esaminare attentamente gli effetti luminosi derivanti dall'operatività dell'impianto. Le conclusioni tratte dalla valutazione sono le seguenti:

- 1) **Aumento del Grado di Illuminazione Durante la Fase di Esercizio:** Durante la fase di esercizio dell'impianto agrivoltaico, è previsto un incremento del grado di illuminazione. Tuttavia, tale aumento è considerato trascurabile nelle ore diurne a causa dell'installazione di pannelli fotovoltaici con superficie scura non riflettente. Ciò contribuirà a minimizzare l'impatto luminoso durante le ore diurne e a preservare il carattere paesaggistico naturale della zona.
- 2) **Illuminazione Notturna Limitata ed Effetti Minimi:** Nelle ore notturne, l'installazione di luci artificiali è prevista, ma tali luci saranno concentrate in aree specifiche e saranno opportunamente progettate per irradiare la luce completamente verso il suolo. Questo approccio è stato progettato per garantire che l'impatto luminoso durante le ore notturne rimanga di bassa significatività e non influenzi negativamente il cielo notturno, l'ambiente circostante e la biodiversità.

In sintesi, la valutazione evidenzia che le misure progettate per mitigare l'impatto luminoso dell'impianto agrivoltaico sono adeguate e a basso impatto ambientale. Ciò contribuirà a preservare la bellezza paesaggistica dell'area e a garantire il rispetto degli standard di qualità ambientale e luminosa.

Pertanto, sulla base dei risultati di questa valutazione, si può concludere che l'impianto agrivoltaico previsto può essere realizzato nel rispetto delle normative ambientali e con un impatto luminoso trascurabile.