

BLUE STONE
renewable IV

P.I. 15304981002
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma



**IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI PRODUZIONE DI ENERGIA E
PRODUZIONI AGRICOLE, DELLA POTENZA IN DC DI 14,125
MWp E POTENZA IN IMMISSIONE DI 11 MW, DENOMINATO
"CSPV SAN DONACI" SITO NEL COMUNE DI SAN DONACI (BR)
ZONA MASSERIA MARIANA ED OPERE CONNESSE NEL
COMUNE DI CELLINO SAN MARCO (BR)**



Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

Via Degli Arredatori, 8
70026 Modugno (BA) - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO
ing. Giulia CARELLA
ing. Valentina SAMMARTINO
ing. Carlo TEDESCO
geol. Lucia SANTOPIETRO
ing. Tommaso MANCINI
ing. Martino LAPENNA
ing. Francesco GIGANTE

Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO	TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
E03	RELAZIONE SULL'INQUINAMENTO LUMINOSO (L.R. 15/2005)	22138	D		
		CODICE ELABORATO			
		DC22138D-E03			
REVISIONE	Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l. e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA		
01		-	-		
		NOME FILE	PAGINE		
		DC22138D-E03 rev01.doc	11 + copertina		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	28/10/22	Emissione	Mastroserio	Mancini	Pomponio
01	25/11/22	Modifica recinzione, perimetro Stazione Elettrica RTN e numero inverter	Mastroserio	Mancini	Pomponio
02					
03					
04					
05					
06					

INDICE

1. OGGETTO	2
1.1 Normativa	2
1.2 Descrizione dell'intervento	2
2. STUDIO ILLUMINOTECNICO	4
2.1 Terminologia	4
2.2 Impianti di illuminazione	5
2.3 Apparecchi di illuminazione esterna impianto fotovoltaico.....	5
2.4 Impianto elettrico	7
2.5 Analisi illuminotecnica	8
2.6 Risultati dell'analisi	9
3. CONCLUSIONI	11



1. OGGETTO

La presente relazione è parte integrante del progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e produzioni agricole, della potenza di circa 14,125 MWp denominato "CSPV SAN DONACI" in agro di San Donaci (BR), zona "Masseria Mariana", e delle relative opere connesse anche in agro di San Donaci e di Cellino San Marco (BR), proposto dalla società BLUE STONE RENEWABLE IV, con sede legale in Via Vincenzo Bellini, Roma. Questo studio è finalizzato alla valutazione dell'impatto ambientale dovuto dall'emissione luminosa degli stessi impianti da realizzare.

Tale studio è stato redatto in conformità alla Legge Regionale del 23 Novembre 2005 n. 15 ed al successivo Regolamento di Attuazione (Regolamento Regionale del 22 Agosto 2006 n 13).

1.1 Normativa

Le norme di riferimento principali, utilizzate per l'elaborazione del presente studio, sono:

- **Legge Regionale 23 Novembre 2005 n. 15**, "Misure Urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico";
- **Regolamento Regionale 22 Agosto 2006 n. 13**, "Misure Urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico";
- **Norma UNI EN 12464-2**, "Illuminazione dei luoghi di lavoro in esterno";
- **Norma UNI 10819**, "Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
- **Norma CEI EN 60598-1 (CEI 34-21)**, "Apparecchi di illuminazione";
- **Norma CEI 64-8**, "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V a corrente alternata e a 1500 V a corrente continua".

1.2 Descrizione dell'intervento

L'impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica, oggetto della presente relazione, avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata lato DC: 14,125 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 645 Wp;
- n. 59 inverter di stringa;
- n. 6 cabine di trasformazione dell'energia elettrica;
- n. 1 cabina di raccolta utente;
- n. 1 reattanza shunt;
- rete elettrica interna a 1500 V tra i moduli fotovoltaici, e tra questi e le cabine di trasformazione;

- rete elettrica interna a 36 kV per il collegamento tra le varie cabine trasformazione e con la cabina di raccolta utente;
 - rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (controllo, illuminazione, videosorveglianza, forza motrice, ecc...);
 - rete elettrica esterna a 36 kV dalla cabina di raccolta utente alla futura Stazione Elettrica;
 - rete telematica interna ed esterna di monitoraggio per il controllo dell'impianto agrivoltaico;
- Di seguito sono riportati il layout dell'impianto fotovoltaico e l'inquadratura geografica dello stesso.

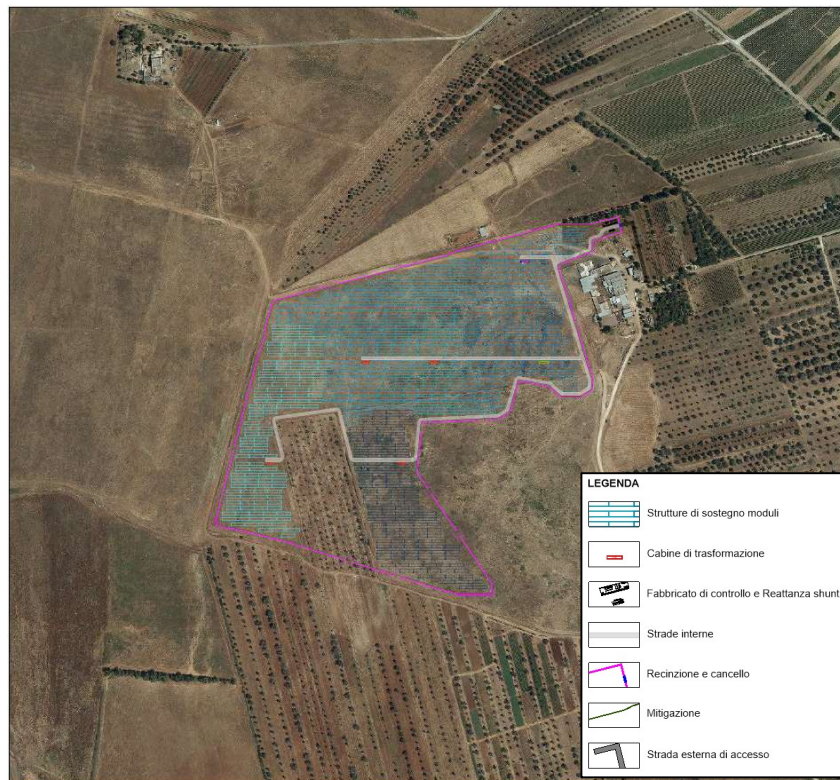


Figure 1 - Layout impianto agrivoltaico

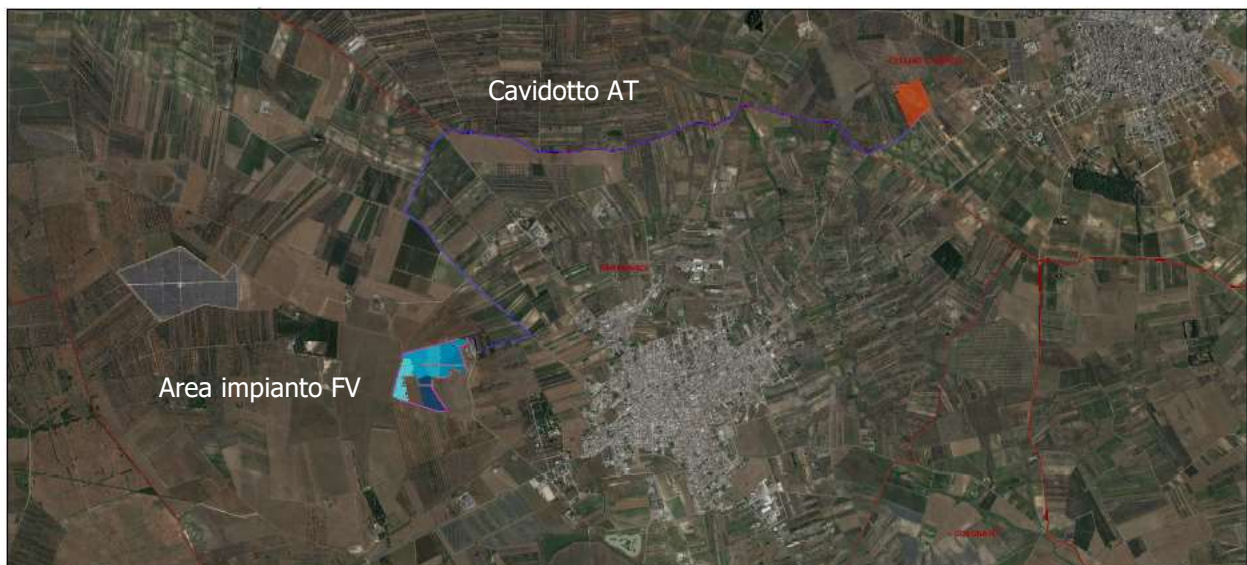


Figure 2 - Inquadramento su ortofoto dell'area occupata dal futuro impianto agrivoltaico



2. STUDIO ILLUMINOTECNICO

2.1 Terminologia

Si riportano di seguito le definizioni di alcuni termini ricorrenti nello studio illuminotecnico.

Inquinamento luminoso, alterazione dei livelli di illuminazione naturale e, in particolare, ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata, in particolar modo se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte.

Flusso luminoso, rappresenta la potenza luminosa, cioè la quantità di energia nell'unità di tempo (un secondo) nel campo visibile all'occhio umano, emessa complessivamente dalla lampada in tutte le direzioni.

Intensità luminosa, corrisponde al flusso luminoso emesso nell'unità di angolo solido (steradiano).

Efficienza luminosa, rapporto tra il flusso luminoso emesso e la potenza elettrica assorbita.

Illuminamento, rapporto tra il flusso luminoso che incide perpendicolarmente e l'area della superficie.

Resa del colore, varia da 0 a 100 ed esprime l'attitudine di una sorgente luminosa a rendere correttamente i colori degli oggetti illuminati. Quanto maggiore è l'indice tanto più la sorgente luminosa permette di apprezzare i colori.

Tonalità del colore, rappresenta la temperatura a cui occorre portare un corpo nero, affinché emetta una luce più uguale possibile a quella emessa dalla lampada in esame.

Illuminamento orizzontale medio in esercizio E_{hav} , media degli illuminamenti orizzontali nei punti delle griglie di riferimento.

Illuminamento verticale medio in esercizio E_{vav} , media degli illuminamenti verticale nei punti delle griglie di riferimento.

Indice di abbagliamento GR , parametro che definisce la classe dell'abbagliamento debilitante.

Luminanza velante prodotta dai centri luminosi presenti nel campo visivo L_v , incremento equivalente della luminanza del campo visivo determinata dall'abbagliamento debilitante.

Luminanza velante prodotta dall'ambiente L_{ve} , incremento equivalente della luminanza del campo visivo determinata dall'ambiente illuminato.

Illuminamento orizzontale minimo E_{hmin} , valore minimo fra gli illuminamenti orizzontali nei punti delle griglie di riferimento.

Illuminamento verticale minimo E_{vmin} , valore minimo fra gli illuminamenti verticali nei punti delle griglie di riferimento.

Illuminamento orizzontale massimo E_{hmax} , valore massimo fra gli illuminamenti orizzontali nei punti delle griglie di riferimento.

Illuminamento verticale massimo E_{vmax} , valore massimo fra gli illuminamenti verticali nei punti delle griglie di riferimento.

Fattore di uniformità U_o , rapporto tra i valori minimo e medio degli illuminamenti orizzontali (E_{hmin}/ E_{hav}) o verticali (E_{vmin}/ E_{vav}).

Fattore di uniformità U_g , rapporto tra i valori massimo e minimo degli illuminamenti orizzontali (E_{hmax}/ E_{hmin}) o verticali (E_{vmax}/ E_{vmin}).

2.2 Impianti di illuminazione

Gli impianti di illuminazione che si prevede di realizzare sono i seguenti:

- Illuminazione dei locali interni del parco fotovoltaico;
- Illuminazione esterna del parco fotovoltaico.

Ai fini del presente studio, valuteremo le sole emissioni luminose dovute agli impianti di illuminazione esterna, in quanto, gli impianti di illuminazione interni, risultano schermati dalle strutture stesse, non producendo pertanto, alcun effetto sull'ambiente circostante.

Per quanto riguarda l'illuminazione esterna del parco fotovoltaico, non essendo prevista, in progetto, una viabilità perimetrale di tutto il parco agrivoltaico, l'illuminazione installata non avrà l'obiettivo di illuminare aree di transito o di lavoro ma sarà utilizzata esclusivamente come illuminazione allarmata, con attivazione solo nei casi di necessità, emergenza e in funzionamento non continuo. Per quanto detto, pertanto, non è necessario effettuare la verifica degli standard illuminotecnici dell'illuminazione perimetrale ma solo il rispetto dei requisiti minimi richiesti dalla normativa relativa all'inquinamento luminoso. Al contrario, per corpi illuminanti presenti nei pressi delle cabine, atti ad illuminare l'area ad essi circostanti, saranno verificati anche i requisiti illuminotecnici secondo la normativa vigente.

È importante precisare che la Legge Regionale del 23 Novembre del 2005, n. 15 all'art. 6 commi b) e e) ammette delle deroghe applicative dei requisiti richiesti nei seguenti casi:

- Per sorgenti di luce, non a funzionamento continuo, che non risultino, comunque, attive oltre due ore dal tramonto del sole (comma *b*);
- Per impianti di uso saltuario ed eccezionale, purché destinati a impieghi di protezione, sicurezza o per interventi di sicurezza (comma *e*).

Per quanto su esposto, nonostante l'applicabilità delle deroghe agli impianti in oggetto, saranno comunque progettati e realizzati nel rispetto dei requisiti richiesti dalla normativa di riferimento relativa alla riduzione dell'inquinamento luminoso.

2.3 Apparecchi di illuminazione esterna impianto fotovoltaico

Per l'impianto di illuminazione perimetrale del parco fotovoltaico si è prevista l'adozione di pali in acciaio zincato con altezza fuori terra massima di 9 mt, distanziati tra loro circa 50 m, su cui

saranno attestate delle armature stradali a LED da 80 W del tipo Tec-Mar MIG 1/T2, conformi alla normativa regionale contro l'inquinamento luminoso. Gli apparecchi illuminanti presenteranno le seguenti caratteristiche:

- Tecnologia: Led
- Potenza elettrica: 80 W (n. 2x12 led)
- Altezza dei pali: 9m
- Flusso luminoso lampada: 12022 lm
- Flusso luminoso apparecchio: 9945 lm
- Efficienza Lm/W: 124
- Temperature di colore: 4000 K
- Indice di resa cromatica CRI: 80
- Materiali: corpo in alluminio pressofuso verniciato con polvere termoindurente poliestere anticorrosione colore antracite, vetro temperato trasparente;
- Ottica: asimmetrico 45°
- Cablaggio: Alimentazione 220-240V/50-60Hz
- Normativa: Prodotti in conformità alle vigenti norme CE/ UNI EN60598-1/ CEI 34-21
- Grado di protezione: IP66IK08
- Range di funzionamento: -25/+45 °C
- Indice di decadimento flusso: L90-B10 (60.000h) – L80-B50 (100.000h)
- Flicker: Low flicker (minore del 4%)
- Rischio fotobiologico: esente

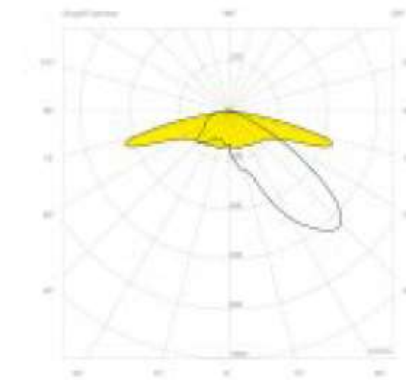


Figure 3 - Immagine fotografica apparecchio di illuminazione perimetrale parco fotovoltaico e diagramma polare delle intensità luminose

Sulle cabine invece saranno installati dei proiettori a LED della potenza di 30 W del tipo Tec-Mar MICRO 2/PR atti ad illuminare le piazzole antistanti le stesse cabine. Gli apparecchi illuminanti presenteranno le seguenti caratteristiche:

- Tecnologia: Led
- Potenza elettrica: 30 W (n. 8 led)
- Flusso luminoso lampada: 4500 lm



- Flusso luminoso apparecchio: 3330 lm
- Efficienza Lm/W: 111
- Temperature di colore: 4000 K
- Indice di resa cromatica CRI: 80
- Materiali: corpo in alluminio pressofuso verniciato con polvere epossidiche;
- Ottica: simmetrico in alluminio satinato 90°
- Cablaggio: Alimentazione 220-240V/50-60Hz
- Normativa: Prodotti in conformità alle vigenti norme CE/ UNI EN60598-1/ CEI 34-21
- Grado di protezione: IP66IK08
- Range di funzionamento: -25/+45 °C
- Indice di decadimento flusso: L80-B20 (50.000h)
- Flicker: Low flicker (minore del 10%)
- Rischio fotobiológico: esente

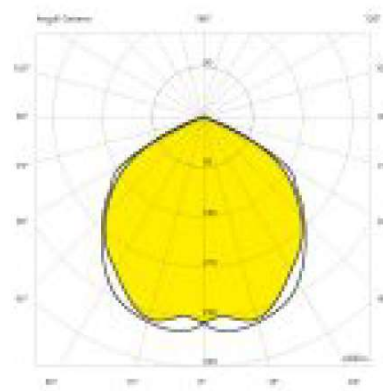


Figure 4 - Immagine fotografica apparecchio di illuminazione esterna cabine e diagramma polare delle intensità luminose

2.4 Impianto elettrico

L'impianto di illuminazione sarà alimentato con linee in derivazione trifase con neutro a 400/240 V 50 Hz a mezzo di specifico quadro di comando e protezione.

Le linee di alimentazione saranno tutte interrate ed i cavi posati entro tubo corrugato flessibile. I cavi saranno multipolari in gomma etilenpropilenica di qualità G16 con rivestimento esterno in PVC del tipo FG16(O)R16-0,6/1 kV flessibile non propagante l'incendio (CEI 20-22) di sezione opportuna.

Alla base di ciascun palo saranno previsti pozzetti di ispezione e derivazione di tipo prefabbricato in cemento di dimensioni adeguate, opportunamente rinfiacati e con chiusino di tipo carrabile.

Tutti i componenti dovranno essere del tipo a doppio isolamento ed i cavi con tensione di isolamento almeno 0,6/1 kV. In fase esecutiva si valuterà l'utilizzo di sistemi di classe I ove richiesto, a seguito degli studi specialistici sull'impianto di terra.

Il dimensionamento dei cavi terrà conto dell'intervento delle protezioni in caso di corto circuito sia all'inizio che a fine linea, limitando le cadute di tensione in linea a meno del prescritto 4% della tensione nominale.

Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo la norma CEI 64-8.

Ad integrazione degli organi di protezione classici sarà prevista l'installazione di un controllore elettronico di potenza. Tale dispositivo permette di ridurre la tensione per regolare l'intensità della luminosità delle lampade, ottenendo un risparmio variabile dal 25% al 35% e un contemporaneo prolungamento della vita delle stesse.

In riferimento all'impianto di illuminazione esterna del parco fotovoltaico esso sarà normalmente spento. Verrà programmato per attivarsi nel solo caso in cui scatti l'allarme antintrusione e nei casi di interventi di manutenzione straordinaria sull'impianto che necessitino una maggiore visibilità degli operatori. L'accensione e lo spegnimento dell'apparecchiatura possono avvenire in manuale o in automatico, con o senza cicli di lavoro.

Con il funzionamento manuale si ha la possibilità, attraverso interruttori collocati nel quadro stesso o a distanza, di eseguire la riduzione di tensione azionando manualmente di volta in volta gli interruttori per ottenere la riduzione desiderata anche di tipo puntuale su ogni singolo apparecchio di illuminazione.

Con il funzionamento automatico i cicli di accensione/spegnimento e riduzione sono determinati da un crepuscolare e/o da un orologio che determina il passaggio da un valore di tensione all'altro in modo sequenziale.

2.5 Analisi illuminotecnica

L'analisi è stata effettuata tenendo conto delle caratteristiche dell'ambiente da illuminare, delle geometrie dell'area di transito, del tipo di pavimentazione prevista, quindi della destinazione specifica dell'area oggetto dell'intervento, tutto al fine di garantire un livello di illuminamento ottimale ad assicurare un adeguato grado di sicurezza delle aree stesse.

Le piazzole antistanti le cabine del parco fotovoltaico sono state considerate come aree di transito, quindi, dimensionata considerando che tale area sarà impegnata solo dai mezzi e dalle persone per le operazioni di manutenzione.

Per i calcoli illuminotecnici si è fatto uso del software di simulazione Dialux Evo 9.2.

Definendo un modello approssimato delle piazzole di cabina all'interno del parco agrivoltaico e prendendo in considerazione i requisiti di illuminazione, richiesti dalla norma UNI EN12464-2 e indicati in tabella 1 per le aree di interesse, otteniamo i risultati riportati nel capitolo 2.6.

<i>TIPO DI LUOGO O ATTIVITA' SVOLTA</i>	<i>ILLUMINAMENTO MEDIO (lx)</i>	<i>UNIFORMITA' U_o</i>	<i>GR_L</i>	<i>R_a</i>
Impianti di energia elettrica				
<i>Area di transito - Movimento di persone all'interno di zone elettricamente sicure</i>	5	0,25	50	20

Tabella 1 - Valori minimi per l'illuminamento, l'uniformità dell'illuminazione; l'indice di abbagliamento massimo e resa del colore minimo secondo la norma UNI EN 12464-2

L'illuminamento orizzontale è calcolato sull'altezza media del compito visivo. Quest'altezza si è assunta pari a 0 per le aree di transito.

Pur essendo ammessi valori diversi rispetto a quelli riportati in tabella 1, devono essere mantenuti gli stessi valori dell'indice di abbagliamento e dei fattori di uniformità; in particolare si raccomanda che il rapporto fra illuminamento medio delle zone di lavoro e quello delle zone adiacenti non determini difficoltà di adattamento.

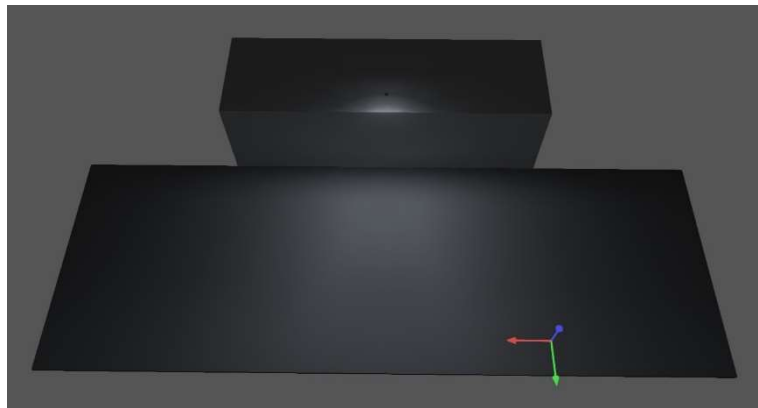


Figure 5 - Vista modello tridimensionale di analisi piazzola di cabina

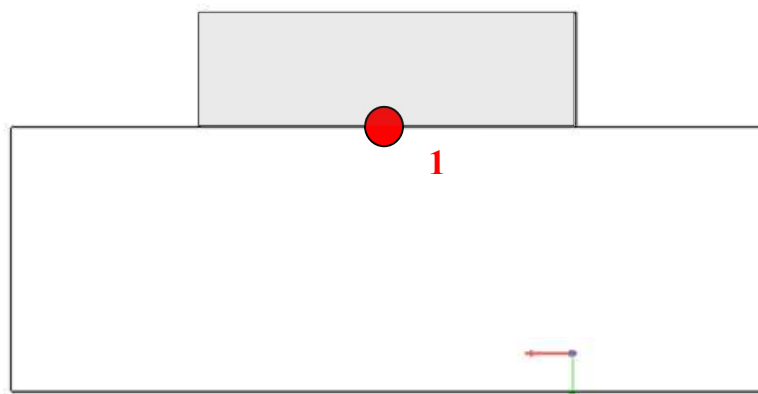


Figure 6 - Disposizione del punto luce per illuminazione piazzole cabine di campo

2.6 Risultati dell'analisi

Di seguito sono riportati i risultati dell'analisi illuminotecnica delle aree precedentemente descritte. Nelle immagini successive sono riportati i risultati dell'analisi tramite colori sfalsati, puntuali e tabellari dell'area in esame.



3. CONCLUSIONI

Ai fini del presente studio si sono valutate le sole emissioni dovute agli impianti di illuminazione esterna in quanto gli impianti di illuminazione interna risultano schermati dalle strutture stesse non producendo, pertanto, alcun effetto sull'ambiente circostante.

La Legge Regionale del 23 Novembre del 2005, n. 15 all'art. 6 ai commi b) e e) ammette delle deroghe applicative dei requisiti richiesti nei seguenti casi:

- Per sorgenti di luce, non a funzionamento continuo, che non risultino, comunque, attive oltre due ore dal tramonto del sole (comma b);
- Per impianti di uso saltuario ed eccezionale, purché destinati a impieghi di protezione, sicurezza o per interventi di sicurezza (comma e).

Per quanto su esposto, nonostante l'applicabilità delle deroghe, gli impianti in oggetto sono stati progettati e saranno realizzati nel rispetto dei requisiti richiesti dalla normativa di riferimento relativa alla riduzione dell'inquinamento luminoso.

Le lampade utilizzate saranno a Led, tecnologia rientrante in quelle ad elevata efficienza, e di tipo cut-off in grado di eliminare la componente luminosa emessa verso l'alto.

Gli impianti di illuminazione saranno normalmente spenti. Verrà programmato per attivarsi nel solo caso in cui scatti l'allarme antintrusione e nei casi di interventi di manutenzione straordinaria sull'impianto che necessitino una maggiore visibilità degli operatori.

L'impianto sarà provvisto, comunque, di appositi dispositivi automatici in grado di ridurre il flusso luminoso e/o spegnere o accendere l'impianto in funzione delle reali necessità illuminotecniche consentendo un risparmio energetico e anche il contenimento dell'inquinamento luminoso atmosferico e dell'invasibilità della luce nelle aree circostanti dell'impianto fotovoltaico, garantendo l'integrazione diurna e notturna degli impianti nel territorio comunale.

Dai risultati delle analisi effettuate con il software di calcolo, considerando le caratteristiche degli impianti di illuminazione, si può affermare che garantiscono il rispetto dei parametri illuminotecnici caratteristici, oltre i livelli minimi previsti dalle normative tecniche per tutte le aree analizzate.

In conclusione, quindi, per quanto detto, è possibile constatare la congruità degli impianti di illuminazione alla normativa tecnica vigente e in modo particolare alla Legge della regione Puglia del 23 Novembre 2005, n. 15 e al Regolamento della Regione Puglia del 22 Agosto 2006, n. 13.
