

22_20_PV_SUN_PER_AU_GRE_01_00	APRILE 2024	RELAZIONE SULL'INQUINAMENTO LUMINOSO	Massimiliano Pacifico	Arch. Paola Pastore	Ing. Leonardo Filotico
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

**OGGETTO:**

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

**COMMITTENTE:**

**CYANO ENERGY S.r.l.**  
**Via Z.I. Lotto n.31**  
**74020 San Marzano di S.G. (TA)**

**TITOLO:**

**G. DOCUMENTAZIONE INTEGRATIVA**  
**RS06REL002911**  
**Relazione sull'inquinamento luminoso**

**PROJETTO engineering s.r.l.**  
**società d'ingegneria**

**direttore tecnico**  
**Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO**

Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria  
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)  
 tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914  
 studio@projetto.eu  
 web site: [www.projetto.eu](http://www.projetto.eu)



P.IVA: 02658050733



**NOME FILE**  
 RS06REL002911

SOSTITUISCE:

SOSTITUITO DA:

**CARTA:**  
**A4**

**SCALA:**  
 /

**ELAB.**  
**GRE.01**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI ILLUMINAZIONE .....</b>	<b>4</b>
3.1	ALIMENTAZIONE .....	4
3.2	PROTEZIONI .....	5
3.3	CONDUTTORI .....	5
<b>4</b>	<b>APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE.....</b>	<b>7</b>
4.1	RIDUZIONE DEL CONSUMO ENERGETICO .....	7
4.2	RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO .....	7
4.3	SENSORI DI MOVIMENTO.....	8

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di fornire una descrizione tecnica in merito alle scelte progettuali intraprese per la realizzazione del sistema di illuminazione a servizio dell'impianto in progetto per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica. Il sito risulta localizzato nelle aree di pertinenza del Comune di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

L'area complessiva ha una estensione di circa 65,71 ha, al cui interno sono presenti n. 69.912 moduli fotovoltaici su strutture tracker.

L'impianto agrivoltaico è composto dai seguenti elementi:

- N. 69.912 moduli fotovoltaici di potenza nominale di 610 Wp, per una capacità complessiva di 42,64632 MW DC (38,4498 MW AC);
- sistema di accumulo elettrochimico della potenza di 20,58 MWA (19,866 MW DC – 79,464 MWh). La potenza in immissione prevista è data dal contributo della potenza prodotta dal parco fotovoltaico e quello dato dal sistema di accumulo, raggiungendo il valore di 59,0298 MW
- rete elettrica interna all'impianto con tensione nominale di 36 kV per trasportare l'energia prodotta alle cabine di raccolta.
- cabina di sezionamento e misura che raccoglie la potenza prodotta dall'impianto fotovoltaico e quella proveniente dal sistema di accumulo elettrochimico.
- cavidotto 36 kV per la connessione della cabina di utenza alla SE RTN.

Tra le lavorazioni è prevista la realizzazione di un impianto di illuminazione perimetrale che risponda principalmente ai requisiti di risparmio energetico e riduzione dell'inquinamento luminoso.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito l'elenco delle principali norme di riferimento.

- Direttiva europea 2006/32/CE del 5 aprile 2006 "concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici";
- Risoluzione approvata all'Assemblea Generale dell'Unione Astronomica Internazionale, e richiamata nel Protocollo di Kyoto, sul mantenimento e la salvaguardia dell'oscurità del cielo notturno, anche ai fini della riduzione dei relativi consumi energetici;
- L. 186/1968 Regola dell'arte;
- D.Lgs. 9 aprile 2008 , n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. Prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili";
- UNI 11248 Illuminazione stradale – selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale – requisiti prestazionali;
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c.;
- CEI 64-7, "Impianti di illuminazione situati all'esterno con alimentazione in serie";
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- CEI 11-48 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 23-46 Sistemi di canalizzazione per cavi;
- Norma CEI 34-33 Apparecchi di illuminazione stradale;
- Norma CEI 34-63 Ausiliari per lampade;
- Norma CEI UNI EN 40-2 -5-6 Pali per illuminazione pubblica.

Inoltre tutte le apparecchiature costituenti gli impianti devono essere conformi alle corrispondenti norme CEI di prodotto, essere adatti all'ambiente in cui sono installati e avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o all'umidità. Inoltre i materiali e i dispositivi elettrici, utilizzati nella realizzazione degli impianti, devono possedere un attestato di conformità alle norme CEI rilasciato da istituti europei riconosciuti nell'ambito della CEE, oppure dichiarazione di conformità alle norme CEI da parte del costruttore.



### 3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI ILLUMINAZIONE

L'illuminazione dell'area oggetto di intervento sarà in primo luogo rispondente ai requisiti di risparmio energetico, pertanto verranno impiegate le tecnologie più innovative ed efficienti offerti dai sistemi a LED. I vantaggi di questa tecnologia sono molteplici, tra i quali:

- Lunga durata ed elevata affidabilità: i LED garantiscono un ciclo di vita di 60.000 / 100.000 ore di funzionamento;
- Sicurezza: funzionamento a bassa tensione;
- Economicità: dovuta all'elevatissima efficienza e alle elevate ore di funzionamento;
- Interventi di manutenzione molto ridotti;
- Versatilità: facilmente integrabili con una vasta gamma di applicazioni per esterni in sostituzione della illuminazione tradizionale;
- Atossicità: i LED sono costruiti con materiali atossici nel più completo rispetto per l'ambiente. I materiali di cui sono costituiti sono riciclabili;
- i LED con luce fredda non hanno emissioni IR (nel campo dell'infrarosso) o UV ( nel campo dell'ultravioletto) e quindi non riscaldano l'ambiente nel quale sono collocati e non danneggiano le superfici sulle quali emettono luce;
- Stabilità del flusso luminoso.

4

#### 3.1 ALIMENTAZIONE

L'energia elettrica necessaria all'alimentazione del sistema di illuminazione è fornita in bassa tensione dal quadro BT del sistema di alimentazione dei servizi ausiliari con trasformatori 36/0,4 kV.

L'impianto di alimentazione dei servizi ausiliari è costituito da::

- scomparti in alta tensione di arrivo linea e protezione del trasformatore AT/BT;
- trasformatore di alimentazione dei servizi ausiliari 36/0,4 kV;
- quadro elettrico generale per l'alimentazione delle utenze in bassa tensione.

Gli impianti elettrici in esame sono derivati dal quadro generale BT, i cablaggi delle derivazioni verranno eseguiti con conduttori della sezione minima di 2,5 mm<sup>2</sup>, i conduttori di alimentazione principale saranno opportunamente dimensionati in funzione del dispositivo di protezione e della corrente di carico.

In corrispondenza degli organi di comando e protezione verranno applicate delle targhette indelebili indicanti i circuiti interessati, inoltre è prevista l'installazione di un interruttore di sezionamento generale, opportunamente segnalato, in grado di interrompere l'alimentazione alle linee di illuminazione per le operazioni di manovra o di interventi di manutenzione.

## 3.2 PROTEZIONI

La protezione dei circuiti dalle sovracorrenti è garantita da interruttori magnetotermici e/o magnetotermici differenziali, la cui taratura termica tenendo conto anche delle eventuali derivazioni, risulta inferiore alla corrente nominale della corrispondente linea da proteggere e maggiore della corrente richiesta nel normale funzionamento delle utenze collegate:  $I_b \leq I_n \leq I_z$ .

I dispositivi di protezione avranno un potere d'interruzione superiore o almeno pari alla corrente di cortocircuito calcolata nel punto di installazione e sarà sempre verificata, per un corto circuito della durata non superiore a 5 sec., la relazione (integrale di Joule):  $I^2t \leq K^2S^2$ .

La protezione delle persone dai contatti indiretti è effettuata tramite interruzione automatica dell'alimentazione in caso di guasto tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, installando interruttori differenziali puri e/o differenziali con sganciatore di sovracorrente ad alta sensibilità.

La protezione contro i contatti diretti sarà ottenuta ricoprendo completamente le parti attive degli impianti con materiali isolanti, la cui rimozione risulterà possibile solo con lo smontaggio degli stessi e custodendo le parti attive necessariamente scoperte (ad esempio giunzioni, morsettiere, ecc.) all'interno di involucri; l'apertura degli involucri sarà possibile solo con l'utilizzo di appositi attrezzi. Ove non si potrà effettuare la protezione sopra descritta, si dovranno adoperare componenti elettrici aventi isolamento in classe II o equivalente.

L'impianto è suddiviso in più circuiti al fine di facilitare l'esercizio, garantire una maggiore selettività e limitare il disservizio causato da interventi per guasto o per manutenzione. Le linee facenti capo direttamente al quadro elettrico di distribuzione, saranno singolarmente sezionabili.

## 3.3 CONDUTTORI

La realizzazione degli impianti di energia sarà effettuata con cavi unipolari o multipolari per energia aventi conduttori in corda di rame ricotto del tipo flessibile, isolante in gomma etilenpropilenica (EPR) alto modulo di qualità G16, con riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico e guaina esterna protettiva in PVC qualità R16, con caratteristiche di non propagazione dell'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, tensione nominale  $U_0/U = 600/1000$  V, conformi alle Norme CEI 20-67, Regolamento prodotti da Costruzione 305/2011 EU e Norma EN 50575, tipo FG16R16.

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti risulteranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712.

In particolare, i conduttori di neutro e protezione saranno contraddistinti, rispettivamente ed esclusivamente, con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo verde.

Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Impianto Agrivoltaico La Pergola" della potenza di 42.646,32 kWp con storage della potenza di 20,58 MVA da realizzarsi nei Comuni di Paceco (TP) e Misiliscemi (TP).

---

Le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti, affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4%, saranno scelte tra quelle unificate.

In ogni caso non dovranno essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 35024-70 E 35023-70.



SR EN ISO 9001:2015  
Certificate No. Q204



SR EN ISO 14001:2015  
Certificate No. E145



SR EN ISO 45001:2018  
Certificate No. OHS97

## 4 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Gli apparecchi di illuminazione, con tecnologia LED, saranno totalmente schermati, dotati di vetro di chiusura piano installato parallelamente al terreno e riflettore in alluminio anodizzato con distribuzione del flusso asimmetrica. I sostegni in acciaio zincato per installazioni testapalo avranno altezza da terra di 5,3 m.

I dispositivi di illuminazione così descritti saranno tali da ridurre il consumo energetico, l'inquinamento luminoso, dotati di rilevatori di movimento per limitare le fonti di disturbo sulla fauna locale.

7

### 4.1 RIDUZIONE DEL CONSUMO ENERGETICO

Le lampade LED producono un flusso luminoso circa cinque volte superiore a quello delle lampade ad incandescenza e alogene; il flusso risulta essere due volte superiore rispetto alle lampade fluorescenti convenzionali.

Elemento fondamentale per il risparmio energetico è la riduzione della potenza installata a parità di valori di illuminamento mediante l'utilizzo di apparecchi più performanti dal punto di vista della resa luminosa.

L'impianto in oggetto prevede l'installazione di n.418 lampade della potenza di 120 W (equivalenti a 250 W di una lampada tradizionale) poste lungo la recinzione dell'area di impianto ad una distanza di circa 25 m l'una dall'altra, per una potenza complessiva di 50,16 kW.

Dal confronto dei dati, il risparmio energetico può essere quantificato come segue:

$$P_{risp} = (250 \times 418) - (120 \times 418) = 54,34 \text{ kW}$$

In termini percentuali il risparmio di potenza è dato da:

$$P_{risp \%} = (54,34 / (50,16 + 104,5)) \times 100 = 35,14 \%$$

### 4.2 RIDUZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO

Il sistema di illuminazione perimetrale verrà realizzato mediante l'impiego di armature formate da guscio di protezione e supporto lampada, il sistema ottico è formato da un vetro di protezione esterno e da un riflettore interno. Il sistema ottico permette di convogliare il flusso di luce della lampada nella direzione richiesta, il quale deve essere strutturato in modo che le sue parti e la lampada non raggiungano temperature maggiori rispetto a quelle che possono sopportare. Dato che l'inquinamento luminoso è provocato dalla dispersione verso l'alto dei flussi luminosi, occorre eliminare integralmente la parte di emissione luminosa indirizzata oltre gli angoli di 90°, in quanto non funzionale. Pertanto risulta importante l'utilizzo di corpi totalmente schermati, ossia intensità luminosa a 90° ed oltre inferiore a 0,49 cd/klm. Dall'adozione di questa tipologia di schermatura conseguono due vantaggi: il primo è che la luce è completamente inviata verso il terreno, illuminando solo la superficie d'interesse; il secondo è che non vi è la visione diretta della lampada, per cui è assicurato un adeguato confort visivo.

### 4.3 SENSORI DI MOVIMENTO

L'impianto di illuminazione sarà inoltre dotato di un sistema automatico nella gestione delle accensioni delle lampade stesse per mezzo dell'applicazione di un rilevatore di movimento con tripla tecnologia (PIR-MW-DT): infrarossi (IR), microonde (MW) e analisi digitale del segnale (DT).

I sensori ad infrarossi passivi (PIR) rileva la radiazione infrarossa irradiata dagli oggetti, la variazione di calore viene tradotta in un segnale elettrico misurabile, che consente di comandare l'accensione o lo spegnimento dell'illuminazione. In merito al campo di rilevamento, questa tipologia di sensori saranno in grado di percepire movimenti di grande entità fino ad una distanza di 10 m e con un angolo di 110°.

I sensori da impiegare avranno un elevato grado di accuratezza in quanto dotati di tecnologia DT, ovvero sfruttano l'analisi digitale del segnale ottenuto con le due tecnologie per il rilevamento del movimento: le microonde doppler e l'infrarosso. Questi due segnali differenti vengono interpretati allo stesso tempo da algoritmi proprietari che escludono i falsi allarmi mentre rilevano le intrusioni indesiderate.

La sezione a microonde è composta da un ricetrasmittitore Doppler con risonatore dielettrico oscillante (DRO) e un'antenna su PCB. Il segnale viene processato digitalmente, affinché sia il più affidabile possibile nel rilevamento antintrusione ed escludendo i possibili disturbi. I segnali di movimento ripetitivi vengono filtrati e, allo stesso modo, le frequenze derivanti da luce fluorescente vengono eliminate in via digitale. All'interno del sensore di movimento il segnale a infrarosso viene convertito in forma digitale da un circuito integrato con processore dedicato (DSP ASIC) migliorando affidabilità e stabilità. Il segnale viene, quindi, valutato da un processore ASIC HighBar, per ottenere l'esclusione di falsi allarmi mantenendo un grado eccellente di rilevamento antintrusione.

Pertanto questa tipologia di sensori sono particolarmente indicati per l'applicazione in questione, in quanto sono in grado di compensare, in maniera automatica, la temperatura, non risentono del passaggio di insetti e sono in grado di riconoscere ed escludere il movimento di animali di stazza media (fino a 25 kg) con sensibilità regolabile.

Associando questa tipologia di sensori di movimento al sistema di illuminazione perimetrale, si ottiene una significativa riduzione dei falsi allarmi e l'accensione dei dispositivi di illuminazione solo al passaggio di persone.

I rilevatori verranno ulteriormente ottimizzati in fase di installazione orientandoli e indirizzandoli verso le aree desiderate. Inoltre i sensori dovranno essere corredati di omologazione IP5x per l'installazione in ambienti esterni.