

IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG LAGO SRL E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 10,30 MWp - COMUNE DI ARGENTA (FE)

Proponente

EG LAGO S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 12084550966 · PEC: eglago@pec.it

Progettazione



TECNOSTUDIO S.R.L. Arch. Diego Zanaica

Via Aquileia, 56 - 35035 Mestrino (PD)

tel.: +39 0499000684 · email: info@tecnostudio-pd.it

PEC: tecnostudio@legalmail.com



QUATTROE S.R.L. Ing. Luigi De Santi

Via Primo Maggio, 12A - 35035 Mestrino (PD)

cell.: 340 3309775 email: info@quattroe.eu

Coordinamento progettuale



SOLAR IT S.R.L.

VIA ILARIA ALPI, 4 · 46100 MANTOVA (MN) · P.IVA: 02627240209 · email: solarit@lamiapec.it

Titolo Elaborato

RELAZIONE DI INQUINAMENTO LUMINOSO

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
DEFINITIVO	REL11	-	-	10/09/24	

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
1	10/09/24		FB - GB - SC	EF	DZ



COMUNE DI ARGENTA (FE)
REGIONE EMILIA ROMAGNA



A thick yellow vertical bar on the left side of the page.

RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO

INDICE

1. PREMESSA	1
2. NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO	2
3. INQUADRAMENTO PROGETTUALE	4
Descrizione sintetica del progetto	4
Dati caratteristiche tecniche generali	5
Requisiti tecnici	5
4. DESCRIZIONE IMPIANTO ILLUMINAZIONE	8
Cabina di interfaccia e controllo / <i>SW station</i>	8
Cabine/stazioni di trasformazione	9
Illuminazione perimetrale	9
5. VERIFICA RISPETTO REQUISITI LEGGE REGIONALE N. 19 DEL 29 SETTEMBRE 2003	10
6. DATI DI PROGETTO	11
7. SOFTWARE DI CALCOLO	12
8. ALLEGATO 1	12

1. PREMESSA

Il presente documento è finalizzato alla verifica dell'inquinamento luminoso e al risparmio energetico inerente all'impianto di illuminazione artificiale previsto per l'opera in progetto limitatamente all'area del campo impianto, secondo quanto stabilito dalla LEGGE REGIONALE 29 settembre 2003, n. 19, "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico".

La Società EG LAGO S.r.l., con sede a Milano in via dei Pellegrini 22, ha in progetto la realizzazione di un impianto fotovoltaico, nel territorio comunale di Argenta (FE), Regione Emilia-Romagna, di potenza nominale complessivamente pari a 10,30 MWp.

L'impianto verrà realizzato con moduli installati su strutture a terra, ovvero su apposite strutture di sostegno direttamente infisse nel terreno senza l'ausilio di elementi in calcestruzzo, sia prefabbricato che gettato in opera.

Il parco fotovoltaico sarà direttamente collegato alla rete pubblica di trasmissione dell'energia elettrica in media tensione (grid connected) in modalità di cessione pura, ovvero l'energia prodotta dall'impianto non sarà utilizzata in loco ma totalmente immessa in rete al netto dei consumi per l'alimentazione dei servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento ed esercizio dell'impianto stesso. L'idea alla base del presente sviluppo progettuale è quella di massimizzare la potenza di picco dell'impianto fotovoltaico in rapporto alla superficie utile di terreno disponibile nel pieno rispetto di tutte le norme tecniche di costruzione e di esercizio vigenti. La scelta dell'architettura di impianto e dei materiali da utilizzare per la costruzione tengono conto da un lato di quanto la moderna tecnologia è in grado di offrire in termini di materiali e dall'altro degli standard costruttivi propri della Società proponente.

2. NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

Il presente documento è stato sviluppato in accordo alle normative vigenti, in particolare si è fatto riferimento alle seguenti:

- Legge n°186 del 1° marzo 1968 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici (regola d’arte)”;
- Norme UNI EN 40 “Pali per illuminazione pubblica”;
- Norma UNI 10671 “Apparecchi di illuminazione – Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati”;
- Norma UNI EN 12464-1:2011 - Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro in interno;
- Norma UNI EN 12464-2:2014 - Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro in esterno;
- Norma UNI 11665:2005 - Valutazione dell’abbagliamento molesto con il metodo UGR;
- Norma UNI EN 11630:2016 - Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico;
- Norma UNI EN 1838:2013 - Illuminazione di emergenza;
- Norma UNI 10819 “Luce e illuminazione: impianti di illuminazione esterna – requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”;
- Norma UNI EN 12665 “Light and lighting – Basic terms and criteria for specifying lighting requirements” [Luce e illuminazione – Criteri e termini base per specificare I requisiti di illuminazione];
- Norma UNI 11248 “Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche”;
- Norma UNI EN 13201-2 “Road lighting – Part 2: Performance requirements” [Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali];
- Norma UNI EN 13201-3 “Road lighting – Part 3: Calculation of performance” [Illuminazione stradale – Parte 3: Calcolo delle prestazioni];
- Norma UNI EN 13201-4 “Road lighting – Part 4: Methods of measuring lighting performance” [Illuminazione stradale – Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche];
- Norma UNI EN 13032-2 “Light and lighting – Measurements and presentation of photometric data of lamps and luminaries – Part 2: Presentation of data for indoor and outdoor work places” [Luce e illuminazione – Illustrazione e misure dei dati fotometrici di lampade e luminarie – Parte 2: Illustrazione dei dati per ambienti di lavoro interni ed esterni];
- Legge della Regione Emilia-Romagna, n. 19 del 29 Settembre 2003 “Norme in materia di riduzione dell’inquinamento luminoso e di risparmio energetico”;
- D.G.R. 1688 del 18 Novembre 2013: nuova direttiva per l'applicazione dell'articolo2 della legge regionale 29 Settembre 2003, n.19 recante: "Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico".

Norme CEI:

- Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali”;
- Norma CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza”;
- Norma CEI 34-21 “Apparecchi di illuminazione. Parte I; prescrizioni generali e prove”;
- Norma CEI 34-23 “Apparecchi di illuminazione. Parte II; requisiti particolari: apparecchi fissi per uso generale”;
- Norma CEI 64-8 vigente: “Impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale fino a 1000V in

corrente alternata e 1500V in corrente continua”;

- Guida CEI 64-14 “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”.

3. INQUADRAMENTO PROGETTUALE

Descrizione sintetica del progetto

Il sito individuato per la realizzazione dell'impianto si trova nel Comune di Argenta (FE).

I moduli fotovoltaici installati avranno potenza nominale (@STC) pari a 720 W, saranno del tipo bifacciali e installati "a terra" su strutture di tipo tracker (a inseguimento solare) mono assiale nord/sud. I moduli ruoteranno attorno all'asse della struttura da est e ovest inseguendo la posizione del Sole all'orizzonte durante l'arco della giornata.

I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell'impianto oggetto della presente relazione sono di tipo bifacciale, in grado, cioè di captare la radiazione luminosa sia sul fronte che sul retro del modulo, avranno dimensioni pari a 2.384 x 1.303 x 33 mm (H x L x P) e sono composti da 132 celle per faccia (2x11x6) in silicio monocristallino. Essi saranno fissati su ciascun tracker in modalità 2 x N, ovvero in file composte da due moduli con lato corto parallelo all'asse di rotazione (nord/sud); le strutture utilizzate nel presente progetto saranno essenzialmente di due tipi, individuate in funzione della loro lunghezza: 2 x 13 moduli e 2 x 26 moduli. L'asse centrale di rotazione sarà collegato a pali di sostegno verticali infissi nel terreno senza l'ausilio di opere in calcestruzzo.

I moduli saranno collegati tra di loro in serie a formare stringhe ciascuna delle quali composta da 26 moduli, la lunghezza di stringa è stabilita in funzione delle caratteristiche del sistema fotovoltaico in termini di tensione massima ammissibile e della potenza complessiva. Congiuntamente al collegamento sul convertitore statico, le stringhe saranno opportunamente collegate in parallelo a coppia nell'apposita morsettiera del convertitore; il numero di stringhe è valutato in funzione delle correnti in gioco.

Il design di impianto prevede l'utilizzo di inverter di stringa, ovvero unità statiche di conversione della corrente DC/AC caratterizzate da potenze nominali lato AC di 346 kVA e dotate di 12 MPPT, ciascuno con 2 ingressi. Ogni inverter, collocato in campo in testa ai tracker, è collegato, all'interno dell'alloggiamento di ciascuna stazione di trasformazione, al trasformatore 0,80/36 kV, al quadro esercito alla tensione di 36 kV e a tutti gli apparati dedicati alla gestione, controllo e protezione necessari al corretto funzionamento ordinario dei suddetti apparati. Ciascuna stazione di trasformazione sarà composta da un box tipo container di dimensioni pari a 6,06 x 2,44 x 2,90 m.

L'impianto fotovoltaico sarà completato dall'installazione di una cabina di interfaccia con control room, denominata SW Station, ubicata in corrispondenza del punto di accesso al campo o in zona facilmente accessibile sia per motivi funzionali che di sicurezza. La cabina di interfaccia sarà realizzata con un manufatto in cemento armato vibrato (c.a.v.) di dimensioni 16,45 x 4,00 x 3,00 m. Lo spazio all'interno del manufatto sarà organizzato in modo tale da avere un locale per il sezionamento e la protezione dei circuiti eserciti a 36 kV (collocamento del quadro generale esercito alla tensione di 36 kV), un locale dedicato all'installazione del trasformatore di spillamento 36/0,4 kV di potenza apparente pari a 100 kVA dedicato all'alimentazione di tutti i servizi a corredo dell'impianto fotovoltaico e necessari alla gestione del sistema, una control room dove tra l'altro saranno posizionati il quadro generale di bassa tensione e l'armadio rack e, infine, un locale ufficio/deposito. L'utilizzo del locale sarà consentito al solo personale abilitato per lo svolgimento di attività tecniche nei limiti strettamente necessari al relativo espletamento, non prevedendo la presenza continuativa nello stesso.

Il quadro esercito alla tensione nominale di 36 kV collocato all'interno della cabina di interfaccia è l'apparato dove saranno attestate tutte le linee provenienti dalle stazioni di trasformazione in campo e rappresenta il punto di interfaccia dell'impianto con la RTN; su di esso sarà infatti attestata anche la linea di collegamento in uscita dal campo verso la Stazione Elettrica e saranno collocate tutte le protezioni indicate dalle vigenti normative tecniche per la connessione come il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).

Il campo fotovoltaico prevede la realizzazione di un sistema di viabilità interna e/o perimetrale che possa

consentire in modo agevole il raggiungimento di tutti i componenti in campo, sia per garantire la sicurezza dell'opera, che per la corretta gestione nelle operazioni di manutenzione. L'impianto sarà protetto contro gli accessi indesiderati mediante l'installazione di una recinzione perimetrale e dal sistema di illuminazione e videosorveglianza. Sono previsti due accessi carrabili costituiti da cancelli a due ante in pannellature metalliche di larghezza 3 metri e montato su pali in castagno infissi al suolo. La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete metallica rombata a maglia larga alta 2 metri e sormontata da filo spinato, collegata a pali di castagno alti 3 metri infissi direttamente nel suolo per una profondità di 100 cm. La rete metallica non sarà realizzata a totale chiusura del perimetro, rispetto al piano campagna, infatti, sarà lasciato un passaggio di altezza 30 cm che consenta il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia. Sia la viabilità perimetrale che quella interna avranno larghezza di 5 m; entrambe i tipi di viabilità saranno realizzate in battuto e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria). Il sistema di illuminazione e videosorveglianza prevede l'installazione dei componenti in campo su pali in acciaio zincato fissati al suolo con pozzetto di fondazione in calcestruzzo dedicato. I pali avranno una altezza di circa 3 m, saranno dislocati ogni 40 metri lungo la recinzione perimetrale e su di essi saranno montati corpi illuminanti (che si attiveranno in caso di allarme/intrusione) e le videocamere del sistema di sorveglianza.

Dati caratteristiche tecniche generali

La centrale fotovoltaica avrà le seguenti caratteristiche generali:

POTENZA NOMINALE DC	10.296 kWp
POTENZA IMMISSIONE AC (MW)	10,50
MODULI INSTALLATI	14.300
TOTALE STRINGHE INSTALLATE	550

Tabella 1: caratteristiche impianto

Requisiti tecnici

Tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna pubblica e privata devono essere corredati di certificazione di conformità al disposto D.G.R. 1688 del 18 Novembre 2013. L'impianto di illuminazione privato esterno si considera conforme ai principi di contenimento dell'inquinamento luminoso, considerando che la posizione degli osservatori protetti dall'inquinamento luminoso (Ricognizione della Regione Emilia-Romagna agg. Del 30 giugno 2021) è ad una distanza ben superiore a quanto indicato delle norme già citate (si veda l'allegato) e che lo stesso impianto, così come previsto in progetto, dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

D.G.R. 1688 del 18 Novembre 2013 art. 5 comma 3

<p>Lettera a)</p> <p>I. possano dimostrare di avere nella loro posizione di installazione, per almeno gamma > 90°, un'intensità luminosa massima compresa tra 0,00 e 0,49 cd/km;</p> <p>II. possano dimostrare di avere un Indice IPEA (Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Apparecchio) come definito nell'ALLEGATO D "IPEA e prestazione energetica degli apparecchi" corrispondente alla "classe C" o superiore. La prestazione energetica</p>	<p>ALLEGATA SCHEDA TECNICA APPARECCHI ILLUMINANTI</p>
--	---

<p>dell'apparecchio deve essere calcolata e dichiarata dal progettista in una relazione corredata della pertinente documentazione tecnica.</p> <p>III. appartengano al gruppo RG0 (esente da rischi) o RG1 (rischio basso) in base alla Norma CEI EN 62471:2010 "Sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di lampada" e s.m.i., e che secondo il Rapporto tecnico IEC/TR 62471-2: 2009, tabella 1, non richiedano etichettatura. Il rapporto di prova deve essere emesso da laboratorio accreditato o che opera sotto regime di sorveglianza da parte di Ente terzo indipendente.</p>	
<p>Lettera b)</p> <p>I. Sarà dotato di sorgenti luminose al sodio alta pressione. L'utilizzo di altri tipi di sorgenti o moduli LED è permesso solo se la Temperatura di Colore Correlata (CCT) certificata è CCT $\leq 4000\text{K}$. L'utilizzo di sorgenti o moduli LED con CCT $> 4000\text{K}$ è consentito, sulla base di contenuti di cui all'ALLEGATO C "Rischi connessi all'utilizzo di luce artificiale e Fattore di effetto circadiano acv", solo se il Fattore di effetto circadiano acv $\leq 0,60$.</p>	<p>SI UTILIZZANO LAMPADE AD AVANZATA TECNOLOGIA ED ELEVATA EFFICIENZA LUMINOSA A LED con una Temperatura di Colore Correlata (CCT) certificata CCT $\leq 4000\text{K}$</p>
<p>Lettera c)</p> <p>I. possano dimostrare di avere un indice IPEI (Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Impianto) come definito nell'allegato E "IPEI e prestazione energetica dell'impianto" corrispondente alla classe "B" o superiore. La prestazione energetica dell'impianto deve essere calcolata e dichiarata dal progettista in una relazione corredata della pertinente documentazione tecnica;</p> <p>II. siano dotati di dispositivi in grado di ridurre di almeno il 30% la potenza impiegata dall'impianto, agendo puntualmente su ogni apparecchio illuminante o in generale sull'intero impianto. Tali dispositivi regolatori, in ambito stradale, devono avere classe di regolazione A2 o A1 ai sensi della UNI 11431:2011 e s.m.i. L'orario, le strade e le modalità che sono oggetto della riduzione di potenza devono essere stabiliti con atto dell'Amministrazione comunale competente, sulla base di opportune valutazioni (analisi di rischio, calcoli illuminotecnici dedicati e quant'altro possa essere ritenuto utile a tale fine).</p>	<p>ALLEGATO CALCOLO ILLUMINOTECNICO</p> <p>SI VEDA PUNTUALIZZAZIONE AL CAPITOLO 6 (ABBASSAMENTO O SPEGNIMENTO ILLUMINAMENTO IN ASSENZA DI ATTIVITÀ NEL SITO)</p>

<p>III. siano dotati di orologi astronomici che prevedano un orario di accensione e spegnimento che segua quanto indicato dalla Delibera 25 settembre 2008 ARG/elt 135/08 dell'AEEG e s.m.i con un ritardo massimo all'atto dell'accensione pari a 20 minuti ed un anticipo massimo all'atto dello spegnimento pari a 20 minuti. In alternativa può essere seguito l'andamento delle effemeridi solari garantendo comunque lo stesso monte ore annuo di accensione ottenuto applicando il metodo indicato sopra.</p> <p>IV. prevedano il soddisfacimento dei parametri illuminotecnici, per ogni ambito considerato, definiti all'interno dell'ALLEGATO F "Prestazioni illuminotecniche degli impianti funzionali di illuminazione esterna". Al fine di garantire un adeguato consumo delle risorse energetiche i valori di luminanza media mantenuta (cfr. illuminamento medio mantenuto) non potranno raggiungere tolleranze superiori del 20% rispetto ai livelli minimi previsti nel citato Allegato. Nei casi in cui non sia possibile pervenire ad una classificazione illuminotecnica dell'ambito considerato, gli impianti dovranno mantenere un valore di luminanza media mantenuta inferiore o uguale a 1 cd/m² per ambiti stradali, ed un valore di illuminamento medio minimo mantenuto inferiore o uguale a 15 lux per tutti gli altri ambiti.</p>	
--	--

4. DESCRIZIONE IMPIANTO ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione influisce direttamente sulla capacità visiva, sulla sicurezza e sul benessere delle persone; perciò, il problema della buona illuminazione non deve essere visto solo sotto l'aspetto tecnico, economico e del risparmio energetico, ma anche sotto l'aspetto umano e sociale; infatti, una buona illuminazione ha effetti psicologici innegabili e influisce sullo stato d'animo dell'individuo. Nell'affrontare un progetto illuminotecnico è indispensabile pertanto considerare, nel rispetto delle esigenze di risparmio energetico e prescrizioni illuminotecniche, i parametri di illuminamento medio in esercizio e uniformità di illuminamento, la ripartizione delle luminanze, la limitazione dell'abbagliamento, la direzionalità della luce, il colore della luce e la resa del colore.

Nell'impianto fotovoltaico in oggetto è prevista l'installazione di un impianto di illuminazione lungo la recinzione perimetrale e in corrispondenza dei principali cabinati di impianto, interni al parco, quali:

- 2 stazioni/cabine di trasformazione, ciascuna posizionata sul corrispondente *skid*;
- 1 stazione/cabina di interfaccia e controllo / *SW station*.

L'impianto sarà configurato come "normalmente spento" ed in grado di attivarsi su comando locale o su input di sorveglianza, quindi mediante azionamento automatico in genere oppure manuale solo in caso di presenza dell'operatore. Gli eventi d'intrusione, se avverranno, hanno un carattere temporaneo e limitato nel tempo, questo minimizzerà l'inquinamento luminoso.

La tipologia costruttiva dell'illuminazione perimetrale è costituita da palo di illuminazione di altezza fuori terra pari a 3,00 m posizionato all'interno dell'area ogni 40 metri lungo la recinzione perimetrale e su di essi saranno montati i corpi illuminanti a led, mentre per le aree nei pressi delle cabine saranno usati dei diffusori fissati alla struttura del cabinato, al massimo ad 1 m di altezza, con ottica antinquinamento luminoso in alluminio e diffusore in policarbonato resistente agli shock termici e agli urti, portalampada in ceramica, e ciascuno sarà dotato di propria protezione termica e sezionatore.

Nella progettazione degli impianti d'illuminazione esterna perimetrale, si è tenuto conto di utilizzare le seguenti tipologie di apparecchi illuminanti e accessori:

- proiettore, installato a palo ($h = 3$ m), con lampada della potenza elettrica di 38,5 W del tipo URBANFLEX BGP730 LED60-4S/730 II PSD D9 DM50 FG DG;
- pali conici zincati a caldo ($h = 3$ m), completi di accessori quali asola per ingresso cavi, asola per morsettiera a conchiglia, morsettiera ad incasso con fusibile, portella da palo, bullone di messa a terra. L'altezza dei pali tiene conto anche della possibilità di installazione in zone dove c'è il rischio di ombreggiamenti sui moduli FV.

Di seguito si riporta la descrizione dei cabinati e dell'apparecchio di illuminazione artificiale previsto.

Cabina di interfaccia e controllo / *SW station*

Nel campo FV è prevista una cabina di interfaccia e controllo di dimensioni pari a 16,45 x 3,00 x 4,00 m.

La cabina sarà realizzata con un manufatto in cemento armato vibrato (c.a.v.) e sarà progettata per garantire la massima robustezza meccanica e durabilità. Le pareti e il tetto saranno tali da garantire impermeabilità all'acqua e il corretto isolamento termico.

Per la *SW station* sono previsti 3 corpi illuminanti fissati alla struttura a circa 2,5 m e rivolti verso il basso al fine di illuminare il camminamento in prossimità dei varchi. I corpi illuminanti saranno del tipo a led ad alta efficienza da 46 W con un flusso luminoso di circa 5.220 lm.

Cabine/stazioni di trasformazione

Per ciascuno *skid* è prevista l'installazione di 3 corpi illuminanti tipo led ad alta efficienza da 46 W ed un flusso luminoso di circa 5.220 lm.

Il proiettore di tutte le stazioni/cabine sarà di tipo compatto e fissato alla struttura del cabinato.

Di seguito i dati tecnici del proiettore:

- Potenza: 46 W
- Tensione: 220-240 V
- Fattore di potenza: >0,98
- Numero LED: 1
- Flusso luminoso: 5.220 lm
- Colore luce: 3000 K
- Indice di resa cromatica: 80

Illuminazione perimetrale

Per quanto riguarda l'illuminazione perimetrale il corpo illuminante scelto è un proiettore installato a palo (h = 3 m) con le seguenti caratteristiche:

- Potenza: 38 W
- Tensione: 220-240 V
- Fattore di potenza: >0,97
- Numero LED: 1
- Flusso luminoso: 5.220 lm
- Colore luce: 3000 k
- Indice di resa cromatica: 70

5. VERIFICA RISPETTO REQUISITI LEGGE REGIONALE N. 19 DEL 29 SETTEMBRE 2003

Il sistema d'illuminazione è conforme alla L.R. n. 19/2003 e alle direttive tecniche delle Delibere di Giunta Regionale n.2263/2005 e n.1732/2015 e n.355 del 29/11/2013 che promuovono la riduzione dell'inquinamento luminoso sfruttando fasci di luce con un ridotto raggio d'azione, tale da non permettere il diffondersi di luce verso il cielo. Inoltre, il sistema si attiene a quanto stabilito nel PUG dell'Unione dei Comuni Valli e Delizie e in particolare a quanto previsto nello studio di Valutazione d'incidenza dello strumento urbanistico.

Come stabilito all'art. 5 della LEGGE REGIONALE N.19 DEL 29 SETTEMBRE 2003 (Requisiti tecnici e modalità d'impiego degli impianti di illuminazione) il corpo illuminante scelto e la modalità di posa a valle della installazione saranno corredati di opportuna certificazione di conformità alla presente legge, e più precisamente come specificato all'articolo 4, comma 1 del medesimo regolamento.

Inoltre, nel dimensionamento e nella futura posa saranno rispettati:

- Tipo area da illuminare: spazio privato;
- Valore di intensità luminosa massima di 0 candele (cd) per 1000 lumen (lm) di flusso luminoso totale emesso a 90 gradi ed oltre;
- Il corpo illuminante sarà equipaggiato con lampada a led;
- Il corpo illuminante sarà realizzato in modo che la sua superficie illuminante non superi il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti o, in assenza di queste, valori di luminanza media mantenuta omogenei e, in ogni caso, contenuti entro il valore medio di una candela al metro quadrato;
- Il corpo illuminante sarà realizzato ottimizzando l'efficienza dello stesso, e quindi impiegando, a parità di luminanza, apparecchi che conseguono impegni ridotti di potenza elettrica;
- Il corpo illuminante sarà provvisto di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro l'orario stabilito con atti delle Amministrazioni comunali, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività.

6. DATI DI PROGETTO

Il progetto ha l'obiettivo di imporre opportuni accorgimenti per ridurre l'impatto luminoso in applicazione del D.G.R. 1688 del 18 Novembre 2013 (si vedano i capitoli precedenti), evitando di illuminare con livelli di illuminamento eccessivi e verrà minimizzata la luce riflessa verso l'alto utilizzando apparecchi di illuminazione specificatamente progettati, e verranno abbassate o spente le luci in assenza di attività all'interno del sito.

Verrà mantenuta opportunamente illuminata la zona di accesso al sito.

Requisiti di illuminazione per attività nei luoghi in esterno secondo UNI EN 12464-2			
Tipo di zona, compito o attività in esterno	Illuminamento medio mantenuto E_m [lux]	Uniformità di illuminamento $U_o(*)$	Aree di impianto
Zone di circolazione nei luoghi di lavoro all'esterno			
Pedane stradali per i pedoni	5	0,25	n.a.
Zone con traffico di veicoli che si spostano lentamente (max 10 km/h) ad esempio biciclette, muletti, escavatori	10	0,4	Strade e piazzali
Zone con traffico di veicoli regolare (max 40 km/h)	20	0,4	n.a.
Passaggi pedonali, punti di carico e scarico	50	0,4	n.a.

Nota (*): Il valore dell'uniformità di illuminamento per le aree circostanti la zona del compito visivo deve essere non inferiore a 0,1.

I valori della tabella soprariportata, è di solo riferimento e non è vincolante in quanto non sono previste attività lavorative notturne.

Il fattore di manutenzione utilizzato per i calcoli considera una perdita di luminosità dei corpi illuminanti, dovuta all'invecchiamento e all'accumulo di sporcizia, secondo i seguenti parametri:

- Condizioni dell'ambiente (grado di sporcizia): medio
- Intervallo di manutenzione: 1 volta all'anno

Il posizionamento dei corpi illuminanti verrà scelto in modo da soddisfare i requisiti di manutenzione ordinaria.

7. SOFTWARE DI CALCOLO

Per il calcolo illuminotecnico si è usato il programma DIALux, impiegando apparecchi illuminanti come indicato nelle apposite schede allegate.

Questo non implica la scelta a priori di una marca di apparecchi illuminanti per l'effettiva installazione. I valori di illuminamento calcolati sono legati alle curve fotometriche degli apparecchi scelti nel programma utilizzato.

Nel caso vengano utilizzati altri tipi di apparecchi, occorre tenere conto delle relative curve fotometriche del corpo illuminante effettivamente installato e dei requisiti contenuti nel presente documento.

8. ALLEGATO 1

Nei seguenti allegati vengono rappresentati i risultati del calcolo illuminotecnico, per le aree analizzate vengono riportate le seguenti grandezze:

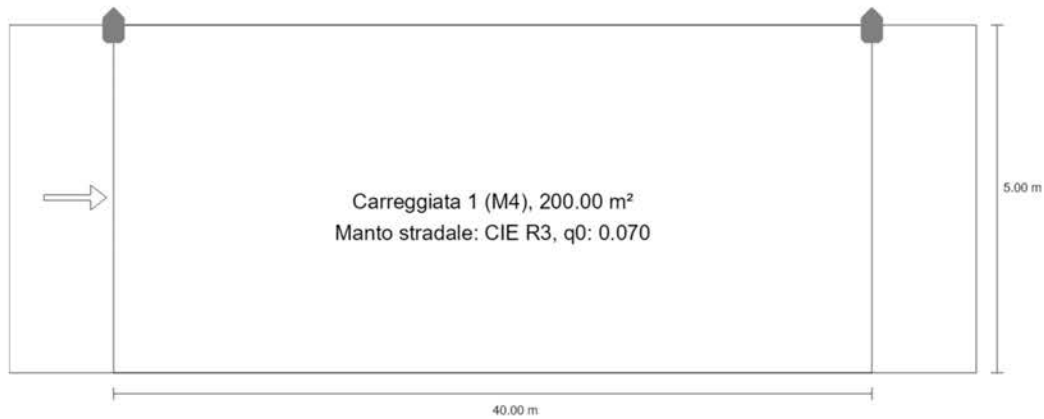
- Grafica dei valori: rappresentazione grafica del reticolo di calcolo con indicazione del livello di illuminamento;
- E_m : valore dell'illuminamento medio mantenuto in lux;
- E_{min} : valore dell'illuminamento minimo, in lux, nell'area considerata;
- E_{max} : valore dell'illuminamento massimo, in lux, nell'area considerata;
- E_{min}/E_m : uniformità di illuminamento;
- E_{min}/E_{max} : diversità di illuminamento.

Progetto

DIALux

Percorso perimetrale

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

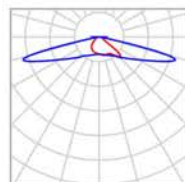


Progetto

DIALux

Percorso perimetrale

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



Produttore	Philips	P	38 W
Nome articolo	BGP730 FG T25 DM50 LED60/730 NO	$\Phi_{Lampadina}$	6000 lm
		$\Phi_{Lampada}$	5220 lm
Dotazione	1x LED60-4S/730	η	88.06 %

Progetto

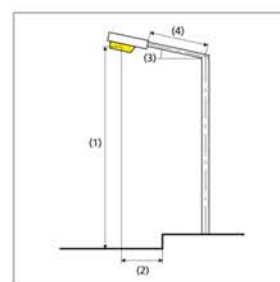
DIALux

Percorso perimetrale

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

BGP730 FG T25 DM50 LED60/730 NO (su un lato sopra)

Distanza pali	40.000 m
(1) Altezza fuochi	3.000 m
(2) Distanza fuochi	0.000 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	0.000 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 38 W
Potenza / percorso	962.5 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Max. intensità luminose	≥ 70°: 1036 cd/klm
Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.	≥ 80°: 72.6 cd/klm ≥ 90°: 0.00 cd/klm
Classe intensità luminose	G*3
I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade.	
Classe indici di abbagliamento	D.6
MF	0.80



Progetto

DIALux

Percorso perimetrale

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Risultati per i campi di valutazione

Per l'installazione è stato previsto un fattore di manutenzione di 0.80.

	Unità	Calcolato
Carreggiata 1 (M4)	L_m	0.28 cd/m ²
	U_o	0.01
	U_l	0.00
	TI	6 %
	R_{EI}	0.40

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

	Unità	Calcolato	Consumo di energia
Percorso perimetrale	D_p	0.029 W/lx*m ²	-
BGP730 FG T25 DM50 LED60/730 NO (su un lato sopra)	D_e	0.8 kWh/m ² anno	154.0 kWh/anno

Progetto

DIALux

Percorso perimetrale

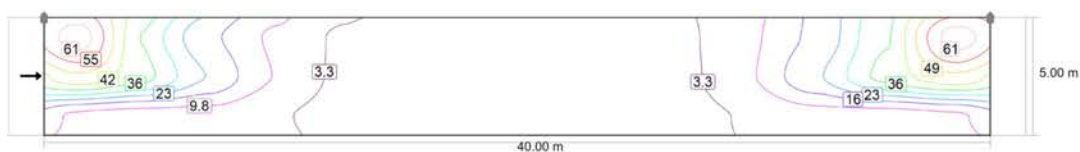
Carreggiata 1 (M4)

Risultati per campo di valutazione

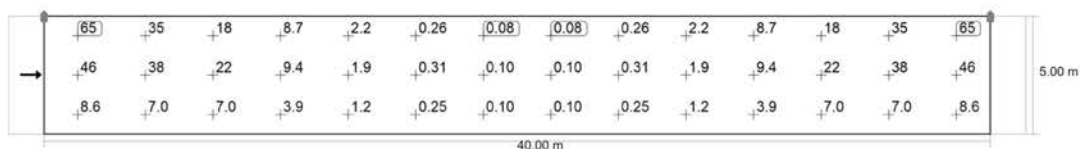
	Unità	Calcolato
Carreggiata 1 (M4)	L_m	1.11 cd/m ²
	U_o	0.01
	U_l	0.01
	TI	9 %
	R_{BI}	0.03

Risultati per osservatore

	Unità	Calcolato
Osservatore 1 Posizione: -60.000 m, 2.500 m, 1.500 m	L_m	1.11 cd/m ²
	U_o	0.01
	U_l	0.01
	TI	9 %



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Curve isolux)



Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Raster dei valori)

m	1.429	4.286	7.143	10.000	12.857	15.714	18.571	21.429	24.286	27.143	30.000	32.857	35.714	38.571
4.167	64.65	35.07	17.80	8.72	2.21	0.26	0.08	0.08	0.26	2.21	8.72	17.80	35.07	64.65

Progetto

DIALux

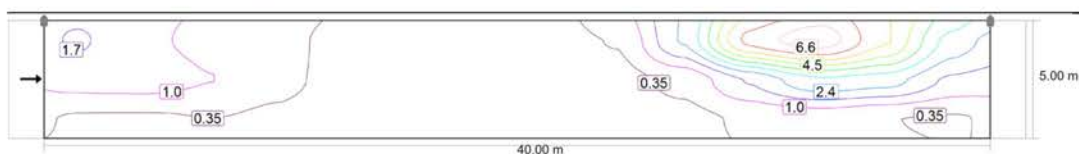
Percorso perimetrale

Carreggiata 1 (M4)

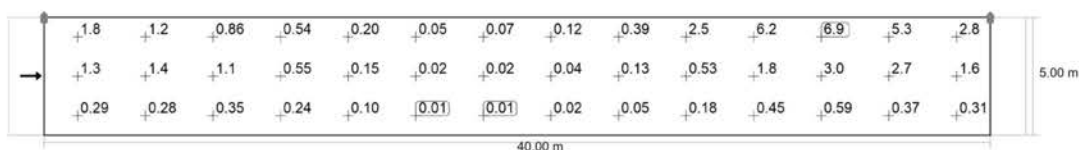
m	1.429	4.286	7.143	10.000	12.857	15.714	18.571	21.429	24.286	27.143	30.000	32.857	35.714	38.571
2.500	46.49	37.67	22.27	9.38	1.88	0.31	0.10	0.10	0.31	1.88	9.38	22.27	37.67	46.49
0.833	8.64	6.97	7.03	3.94	1.17	0.25	0.10	0.10	0.25	1.17	3.94	7.03	6.97	8.64

Valore di manutenzione illuminamento orizzontale [lx] (Tabella valori)

	E_m	E_{min}	E_{max}	$U_o (g_1)$	g_2
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	13.1 lx	0.083 lx	64.6 lx	0.01	0.00



Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m^2] (Curve isolux)

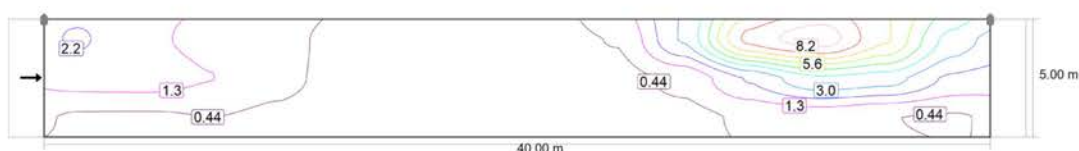


Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m^2] (Raster dei valori)

m	1.429	4.286	7.143	10.000	12.857	15.714	18.571	21.429	24.286	27.143	30.000	32.857	35.714	38.571
4.167	1.79	1.25	0.86	0.54	0.20	0.05	0.07	0.12	0.39	2.52	6.16	6.93	5.26	2.82
2.500	1.34	1.38	1.06	0.55	0.15	0.02	0.02	0.04	0.13	0.53	1.82	2.97	2.70	1.57
0.833	0.29	0.28	0.35	0.24	0.10	0.01	0.01	0.02	0.05	0.18	0.45	0.59	0.37	0.31

Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta [cd/m^2] (Tabella valori)

	L_m	L_{min}	L_{max}	$U_o (g_1)$	g_2
Osservatore 1: Valore di manutenzione luminanza con carreggiata asciutta	1.11 cd/m^2	0.008 cd/m^2	6.93 cd/m^2	0.01	0.00



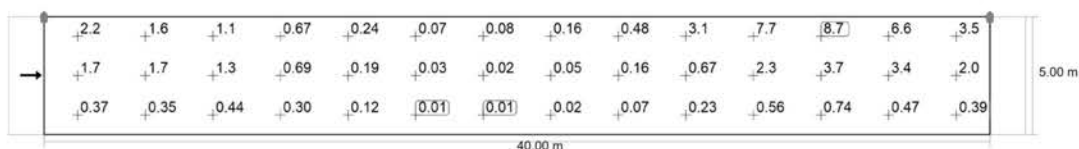
Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m^2] (Curve isolux)

Progetto

DIALux

Percorso perimetrale

Carreggiata 1 (M4)



Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m^2] (Raster dei valori)

m	1.429	4.286	7.143	10.000	12.857	15.714	18.571	21.429	24.286	27.143	30.000	32.857	35.714	38.571
4.167	2.24	1.56	1.08	0.67	0.24	0.07	0.08	0.16	0.48	3.15	7.69	8.67	6.58	3.53
2.500	1.67	1.73	1.32	0.69	0.19	0.03	0.02	0.05	0.16	0.67	2.27	3.71	3.37	1.97
0.833	0.37	0.35	0.44	0.30	0.12	0.01	0.01	0.02	0.07	0.23	0.56	0.74	0.47	0.39

Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione [cd/m^2] (Tabella valori)

	L_m	L_{min}	L_{max}	$U_o (g_1)$	g_2
Osservatore 1: Luminanza per nuova installazione	1.38 cd/m^2	0.010 cd/m^2	8.67 cd/m^2	0.01	0.00