

IMPIANTO AGRIVOLTAICO E OPERE CONNESSE
LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALIA SPV 16 S.R.L.
POTENZA IMPIANTO 33,84 MW e 7,80 MW DI ACCUMULO

Proponente

LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALIA SPV 16 S.R.L.

VIA GIACOMO LEOPARDI, 7 - 20123 MILANO (MI) - P.IVA: 12593760965 - PEC: lightsourcespv_16@legalmail.it

Progettazione 

Ing. Antonello Rutilio

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: incico@pec.it
Tel.: +39 0532 202613 – email: a.rutilio@incico.com

Collaboratori 

Ing. Lorenzo Stocchino

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: incico@pec.it
Tel.: +39 0532 202613 – email: l.stocchino@incico.com

Coordinamento progettuale 

SOLAR IT S.R.L.

VIA ILARIA ALPI 4 – 46100 - MANTOVA (MN) - P.IVA: 02627240209 – PEC: solarit@lamiappec.it
Tel.: +390425 072 257 – email: info@solaritglobal.com

Titolo Elaborato

Relazione inquinamento luminoso

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PD_REL29	23SOL11_PD_REL29-Relazione inquinamento luminoso.docx	31/03/2023

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	MARZO '23	EMISSIONE PER PERMITTING	LN	IMG	IMG



COMUNE DI PAULI ARBAREI (SU) - COMUNE DI LUNAMATRONA (SU)

REGIONE SARDEGNA



Relazione inquinamento luminoso

INDICE

1. INTRODUZIONE	1
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	1
3. CRITERI DI PROGETTAZIONE	2
Condizioni ambientali	2
Classificazione Illuminotecnica della strada	3
4. DATI DI PROGETTO	5
5. ALLEGATI	6

1. INTRODUZIONE

Scopo del presente documento è quello di illustrare i criteri progettuali e le principali caratteristiche tecniche relative alla costruzione di sistema di illuminazione asservito all'impianto fotovoltaico ed associato alla proponente Lightsource Renewable Energy Italia Spv 16 S.R.L. con sede in Via Giacomo Leopardi 7 (MI). L'impianto è situato nel territorio dei comuni di Pauli Arbarei e Lunamatrona (SU).

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

UNI EN 12464-1:2011

Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro in interno

UNI EN 12464-2:2014

Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro in esterno

UNI 11665:2005

Valutazione dell'abbagliamento molesto con il metodo UGR

UNI EN 11630 :2016

Luce e illuminazione – Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico

UNI EN 1838:2013

Illuminazione di emergenza

Legge regionale 7 agosto 2009 n.17

Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici.

Nello sviluppo del seguente documento si è inoltre tenuto conto delle Disposizioni di legge e delle prescrizioni delle Autorità locali, Enti ed Amministrazioni interessate.

UNI EN 13201-2:2016

Illuminazione stradale

3. CRITERI DI PROGETTAZIONE

Condizioni ambientali

Come anticipato, l'impianto fotovoltaico in progetto, sarà realizzato interamente nel territorio dei comuni di Lunamatrona e Pauli Arbarei. Il design di impianto ha tenuto conto delle superfici di terreno disponibile all'installazione del generatore fotovoltaico.

Di seguito sono riportati degli estratti dalle linee guida per l'individuazione di impatti luminosi della Regione Sardegna per l'individuazione di zone di particolare tutela e protezione:

“Per le zone di particolare tutela e protezione sono di seguito individuati i parametri per la definizione degli areali di interesse nonché le prescrizioni da rispettare.

1. Sono definite zone di particolare tutela e protezione le aree di seguito indicate:
 - a. aree di raggio pari a 20 chilometri dagli osservatori professionali;
 - b. aree di raggio pari a 10 chilometri dagli osservatori non professionali di rilevanza regionale e provinciale;
 - c. aree di raggio pari a 2 chilometri dai siti osservativi riconosciuti; d. aree coincidenti con i confini delle aree naturali tutelate.”

L'area di progetto non ricade in alcuna categoria di zone di particolare tutela e protezione.

Come disposto dall'art. 19 comma 1. L.R. 29 Maggio 2007, n. 2 l'impianto di illuminazione esterno si considerano conformi ai principi di contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico gli impianti che rispondono ai seguenti requisiti minimi:

1. essere costituiti da apparecchi illuminanti aventi un'intensità luminosa massima di 0 candele (cd) per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso a 90 gradi ed oltre (la rilevazione di tale valore può essere compreso nel range di 0 - 0,49 cd. in virtù dell'errore strumentale della misurazione del valore 0);
2. essere equipaggiati con lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio ad alta o bassa pressione, ovvero di lampade con almeno analoga efficienza in relazione allo stato della tecnologia e dell'applicazione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore. È consentito l'impiego di lampade con indice di resa cromatica superiore a Ra=65, ed efficienza comunque non inferiore ai 90 lm/w, solo nell'illuminazione di monumenti, edifici, aree di aggregazione e centri storici in zone di comprovato valore culturale e/o sociale ad uso esclusivamente pedonale. I nuovi apparecchi d'illuminazione a led possono essere impiegati anche in ambito stradale comunque solo nel rispetto del presente punto 1 e se l'efficienza delle sorgenti è maggiore di 90 lm/w
3. avere luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare e illuminamento non superiore ai livelli minimi previsti dalle norme tecniche di sicurezza ovvero in assenza di queste, valori omogenei di luminanza media mantenuta contenuta entro il valore medio di 1 cd/m². In ogni caso dovranno essere rispettati i seguenti elementi guida:
 - a. classificazione delle strade in base a quanto disposto dal Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” e ss.mm.ii.. In particolare le strade residenziali devono essere classificate di tipo F, di rete locale, ad esclusione di quelle urbane di quartiere, tipo E, che sono di penetrazione verso la rete locale;
 - b. impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano, impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interasse dei punti luce e ridotti costi manutentivi. In particolare, i nuovi impianti di illuminazione stradali tradizionali, fatta salva la prescrizione dell'impiego di lampade con la minore potenza installata in relazione al tipo di strada ed alla sua categoria illuminotecnica, devono garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3,7. Sono consentite soluzioni alternative, solo in presenza di ostacoli quali alberi, o in quanto funzionali alla certificata e documentata migliore efficienza generale dell'impianto. Soluzioni con apparecchi lungo entrambi i lati della strada (bilaterali frontali e quinconce) sono accettabili, se necessarie, solamente per carreggiate con larghezza superiore a 10 metri o per cui sono richieste luminanze superiori o uguali a 1.5cd/m² .;
 - c. orientamento su impianti a maggior coefficiente di utilizzazione, senza superare i livelli minimi previsti dalle normative illuminotecniche italiane ed europee in vigore alla data di pubblicazione delle presenti linee guida e garantendo il rispetto dei valori di uniformità e controllo dell'abbagliamento previsto da dette norme;
4. essere dotati di progetto illuminotecnico redatto da una delle figure professionali previste per tale settore impiantistico, che tramite una adeguata relazione dimostri l'applicazione e il rispetto delle presenti disposizioni, illustri le istruzioni di installazione ed uso corretto dell'apparecchio, e le soluzioni adottate per conseguire le finalità di cui al paragrafo 1, punto 2, contenga le misurazioni fotometriche dell'apparecchio

- utilizzato nel progetto esecutivo, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, tipo il formato commerciale "Eulumdat" o analogo verificabile, ed emesso in regime di sistema di qualità aziendale certificato o rilasciato da ente terzo quali l'IMQ; le stesse devono riportare inoltre la posizione di misura del corpo illuminante, l'identificazione del laboratorio di misura, il nominativo del responsabile tecnico del laboratorio, e la sua dichiarazione circa la veridicità delle misure effettuate;
5. essere provvisti di appositi dispositivi, applicati puntualmente su ciascuna lampada o in generale sull'intero impianto, in grado di ridurre e controllare il flusso luminoso in misura superiore al 30% rispetto al pieno regime di operatività entro le ore 24 o comunque entro l'orario stabilito dalle Amministrazioni Comunali; la riduzione non va applicata qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali da comprometterne la sicurezza. Lo spegnimento alternato o parziale degli apparecchi illuminanti, con conseguente generazione al suolo di zone alternate di luce e ombre, è consentito esclusivamente qualora vengano rispettati i requisiti di sicurezza di uniformità o in aree circoscritte (es. parcheggi, parchi e ambiti privati) in cui non siano richiesti requisiti di uniformità degli illuminamenti.

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.

Classificazione Illuminotecnica della strada

La classificazione illuminotecnica in ambito stradale ha come fine ultimo la definizione dei valori progettuali di luminanza che devono rispettare i progetti illuminotecnici definiti nel prospetto 1 della UNI EN 13201-2:2016. In fase preliminare viene definita una categoria illuminotecnica di ingresso data dal tipo di strada della zona di studio ed è sintetizzata nella tabella sotto riportata in funzione del Codice della Strada e del DM 6792 del 5/11/2001.

Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h ⁻¹]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A ₁	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A ₂	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento ²⁾	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F ³⁾	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) ¹⁾	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
30		C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	
<p>1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792¹⁰⁾.</p> <p>2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).</p> <p>3) Vedere punto 6.3.</p> <p>4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".</p>			

Nel caso della viabilità di impianto ci si può riferire a strade a destinazione particolare risultando quindi come categoria illuminotecnica di ingresso **P2**.

4. DATI DI PROGETTO

Il progetto ha l'obiettivo di imporre opportuni accorgimenti per ridurre l'impatto luminoso in applicazione della LR 17/2009 (si vedano i capitoli precedenti), evitando di illuminare con livelli di illuminamento eccessivi; 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 di lavoro in esterno secondo UNI EN 12464-2			
Tipo di zona, compito od attività in esterno	Illuminamento medio mantenuto Em [lux]	Uniformità di illuminamento U_0 (*)	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. 10km/h) ad esempio biciclette, muletti, escavatori	10	0.4	Strade e piazzali
Zone con traffico di veicoli regolare (max 40km/h)	20	0.4	n.a.
Passaggi pedonali, punti di carico e scarico	50	0.4	n.a.
Impianti di energia elettrica, gas e calore			
Movimento di persone all'interno di zone elettricamente sicure	5	0.25	n.a.
Manipolazione di strumenti di assistenza, carbone	20	0.25	n.a.
Ispezione generale	50	0.4	n.a.
Lavori di manutenzione e lettura di strumenti	100	0.4	n.a.
Gallerie del vento: manutenzione e assistenza	100	0.4	n.a.
Riparazione di apparecchi elettrici	200	0.5	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

NB: 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.

5. ALLEGATI

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.
- Em: valore dell'illuminamento medio mantenuto in lux.
- Emin: valore dell'illuminamento minimo, in lux, nell'area considerata.
- Emax: valore dell'illuminamento massimo, in lux, nell'area considerata.
- Emin/Em: uniformità di illuminamento
- Emin/Emax: diversità di illuminamento

Progetto Strada

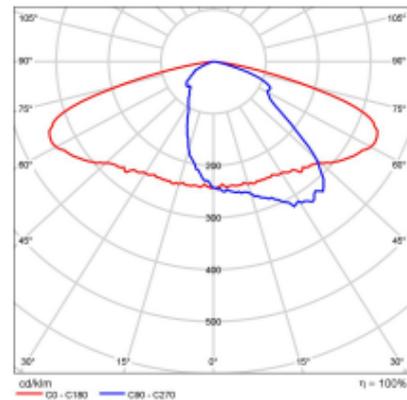
DIALux

Scheda tecnica prodotto

Disano Illuminazione S.p.A - 3275 Mini Stelvio - stradale 3000K CRI 70 25W CLD Antracite



Articolo No.	330473-39
P	25,0 W
$\Phi_{Lampadina}$	3204 lm
$\Phi_{Lampada}$	3204 lm
η	100.00 %
Efficienza	128.2 lm/W
CCT	3000 K
CRI	70



CDL polare

Corpo: in alluminio pressofuso e disegnati con una sezione aerodinamica a bassa superficie di esposizione al vento. Alette di raffreddamento integrate nella copertura. Attacco palo: in alluminio pressofuso con ganasce per il bloccaggio secondo diverse inclinazioni. Orientabile da 0° a 15° per applicazione a frusta; e da 0° a 10° per applicazione a testa palo. Passo di inclinazione 5°. Idoneo per pali di diametro 63-60mm. Ottica: in PMMA ad alto rendimento resistente alle alte temperature e ai raggi UV. Diffusore: vetro extrachiaro sp. 4mm temperato resistente agli shock termici e agli urti (UNI-EN 12150-1:2001). Verniciatura: fase di pretrattamento superficiale del metallo, verniciatura con polvere poliestere, resistente alla corrosione, alle nebbie saline, stabilizzata ai raggi UV. Verniciatura speciale: a richiesta: verniciatura conforme alla norma UNI EN ISO 9227, test di corrosione in atmosfera artificiale per ambienti aggressivi o marini (fronte mare). Dissipatore: il sistema di dissipazione del calore è appositamente studiato e realizzato per permettere il funzionamento del LED con temperature idonee per garantire ottime prestazioni/rendimento ed un' elevata durata di vita. LED: 80%; 80.000h (L80B20) Low flicker: apparecchio con Flicker molto contenuto: luce uniforme per una maggior sicurezza visiva. Rischio fotobiologico: gruppo di rischio esente, secondo la norma

Scheda tecnica prodotto

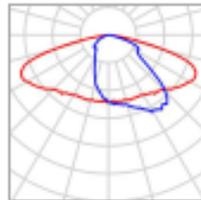
Disano Illuminazione S.p.A - 3275 Mini Stelvio - stradale 3000K CRI 70 25W CLD Antracite

EN62471. Norme di riferimento: EN60598-1. Hanno grado di protezione secondo la norma EN60529. Test di laboratorio (descrizione): conformi alle prove di vibrazione, con certificazione da ente terzo, secondo la norma ANSI C136.31: illuminazione stradale - Vibrazione degli appa-recchi di illuminazione. Livello di prova: 3.0G livello 2 per installazione su ponti e cavalcavia. Equipaggiamento - Dotazione: - sezionatore. - connettore rapido IP67. - valvola anticondensa. - dispositivo di controllo della temperatura con ripristino automatico. - dispositivo di protezione conforme EN 61547 contro i fenomeni impulsivi. - funzioni integrate BASIC PROG. Tabella Temperatura (Descrizione): -30 °C + 40 °CA richiesta: - protezione fino a 10kV. - alimentatori dimmerabili 1-10V, sottocodice 12 - dispositivo mezzanotte virtuale, sottocodice 30 - alimentatori onde convogliate, sottocodice 0078 - Nema Socket, sottocodice 40 - Zhaga Socket, sottocodice 0054

Progetto Strada

DIALux

Strada 1
Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



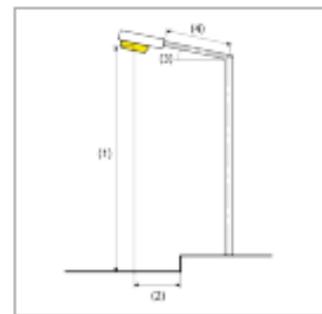
Produttore	Disano Illuminazione S.p.A
Articolo No.	330473-39
Nome articolo	3275 Mini Stelvio - stradale 3000K CRI 70 25W CLD Antracite
Dotazione	1x LTx24_530_75_3k

P	25.0 W
$\Phi_{Lampadina}$	3204 lm
$\Phi_{Lampada}$	3204 lm
η	100.00 %

Strada 1
Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

3275 Mini Stelvio - stradale 3000K CRI 70 25W CLD Antracite (su un lato sotto)

Distanza pali	24.000 m
(1) Altezza fuochi	3.500 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 %, 25.0 W
Consumo	1050.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Max. intensità luminose Per tutte le direzioni che, per le lampade installate e utilizzabili, formano l'angolo indicato con le verticali inferiori.	≥ 70°: 427 cd/klm ≥ 80°: 84.5 cd/klm ≥ 90°: 0.00 cd/klm
Classe intensità luminose I valori intensità luminosa in [cd/klm] per calcolare la classe intensità luminosa si riferiscono, conformemente alla EN 13201:2015, al flusso luminoso lampade.	G*4
Classe indici di abbagliamento	D.5
MF	0.67



Risultati per i campi di valutazione

Per l'installazione è stato previsto un fattore di manutenzione di 0.67.

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Carreggiata 1 (P2)	E_m	13.07 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	2.19 lx	≥ 2.00 lx	✓

Progetto Strada

DIALux

Strada 1

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

	Unità	Calcolato	Consumo
Strada 1	D _p	0.023 W/lx*m ²	-
3275 Mini Stelvio - stradale 3000K CRI 70 25W CLD Antracite (su un lato sotto)	D _e	1.2 kWh/m ² anno	100.0 kWh/anno

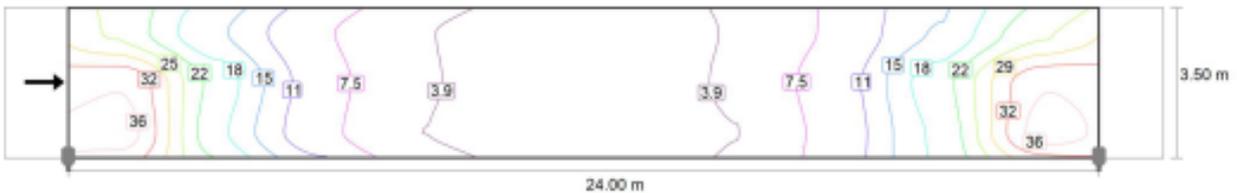
Progetto Strada

DIALux

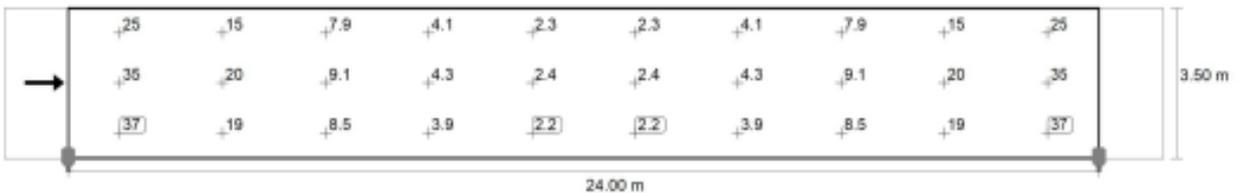
Strada 1
Carreggiata 1 (P2)

Risultati per campo di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
Carreggiata 1 (P2)	E_m	13.07 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	2.19 lx	≥ 2.00 lx	✓



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



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

m	1.200	3.600	6.000	8.400	10.800	13.200	15.600	18.000	20.400	22.800
2.917	24.55	14.92	7.90	4.11	2.32	2.32	4.11	7.90	14.92	24.55
1.750	35.46	20.21	9.09	4.32	2.36	2.36	4.32	9.09	20.21	35.46
0.583	37.41	18.75	8.54	3.92	2.19	2.19	3.92	8.54	18.75	37.41

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

	E_m	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2
Valore di manutenzione illuminamento orizzontale	13.1 lx	2.19 lx	37.4 lx	0.17	0.06