

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

SOCI:

HIRPINIA - ORSARA AV



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
 IMPIANTO LUCE E FORZA MOTRICE
 IE09 - NV01 - VIABILITA'

Relazione di calcolo illuminotecnico

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/06/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. V. Moro

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF3A	02	E	ZZ	CL	LF0900	002	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	C 08.00 - Emissione 180gg	N. Di Stefano	08/02/2022	C. Piccardo	08/02/2022	V. Moro	08/02/2022	Ing. S. Eandi
B	C 08.01 - A valle del contraddittorio	N. Di Stefano	08/06/2022	C. Piccardo	08/06/2022	V. Moro	08/06/2022	
								08/06/2022

File: IF3A02EZZCLLF0900002B.docx

n. Elab.: -

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 2 di 15

Indice

1	INTRODUZIONE	3
2	DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE	3
3	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	4
4	CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEGLI AMBIENTI.....	5
5	DATI E REQUISITI GENERALI DI PROGETTO.....	5
5.1	DATI GENERALI	5
5.2	DATI TECNICI DI PROGETTO DERIVANTI DALLE CONDIZIONI AL CONTORNO	5
5.3	DATI DI PROGETTO ILLUMINOTECNICI – VIABILITÀ ESTERNA.....	6
5.4	FATTORE DI MANUTENZIONE	9
6	SOLUZIONE ILLUMINOTECNICA ADOTTATA.....	10
6.1	APPARECCHI ILLUMINANTI SU PALO	10
7	CALCOLI ILLUMINOTECNICI	11
8	VERIFICA DEL RISPETTO DELLA L.R.	12
9	VERIFICA DEL RISPETTO DEI C.A.M.....	12
9.1	CALCOLO PRESTAZIONE ENERGETICA DELL’IMPIANTO (IPEI)	15
10	ALLEGATI	15

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 4 di 15

- SA - Servizi Ausiliari
- SW - Software
- UNEL - Unificazione Elettrotecnica Italiana
- UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- UPS - Gruppo di continuità assoluta

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

3 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi che sono stati considerati nello sviluppo del progetto esecutivo degli impianti di illuminazione.

Leggi e Decreti

- D. Leg.vo n. 285 del 1992 – “Nuovo Codice della Strada”, D. Leg.vo n.9 del 15/01/2002, “Disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada” e s.m.i.
- L.R. della Campania n.12 del 25/07/2002 – “Norme per il contenimento dell’inquinamento luminoso e del consumo energetico da illuminazione esterna pubblica”
- D.M. del 5/11/2001 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- D.M. del 27/09/2017 – “Criteri Ambientali Minimi per l’acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l’acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”.

Norme CEI

Tutta la normativa del Comitato Elettrotecnico Italiano in generale, di interesse per le opere in progetto ed in particolare:

- Norma CEI 0-21 - “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- Norma CEI 11-17 - “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”;
- Norma CEI 64-8 - “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua”
- Norme CEI del Comitato Tecnico CT 34
- Norma CEI 64-19 – “Guida agli impianti di illuminazione esterna”
- Norma CEI 315-4 - Guida all'efficienza energetica degli impianti di illuminazione pubblica: aspetti generali

Norme UNI

Tutta la normativa UNI, di interesse per le opere in progetto ed in particolare:

- Norma UNI 11248:2016 - Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- Norma UNI EN 13201-2:2016 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali (recepisce EN 13201-2:2015)
- Norma UNI EN 13201-3:2016 - Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni (recepisce EN 13201-3:2015)

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 5 di 15

-
- Norma UNI EN 13201-4:2016 - Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche (recepisce EN 13201-4:2015)
- Norma UNI 12464-2 - "Illuminazione dei posti di lavoro in esterno"
- Norma UNI EN 40 - Norme relative ai pali per illuminazione pubblica
- 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 - Luce e illuminazione – Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici

4 CLASSIFICAZIONE DELLE AREE E DEGLI AMBIENTI

Gli impianti previsti nel presente progetto dovranno essere realizzati nei seguenti ambienti tipici:

- aree esterne (strade ed aree di svincolo, piazzali): in tale contesto trova applicazione la sezione 714 della Norma CEI 64-8/7 relativa agli "Impianti di illuminazione situati all'esterno". Tale sezione prescrive i seguenti provvedimenti particolari che si possono, con i dovuti adeguamenti, estendere per analogia anche per gli altri impianti realizzati all'aperto:
 - pali di sostegno conformi alla Norma UNI EN 40
 - grado di protezione minimo IPX7 per componenti elettrici nei pozzetti con drenaggio o per componenti direttamente interrati
 - apparecchi illuminanti con grado di protezione minimo IP23 se posti ad una altezza maggiore di 2,5m dal piano di calpestio
 - caduta di tensione massima pari al 5%

5 DATI E REQUISITI GENERALI DI PROGETTO

5.1 DATI GENERALI

Lo sviluppo del progetto è stato eseguito facendo riferimento alle seguenti condizioni principali:

Ubicazione:	Provincia di Avellino / Benevento
Altitudine:	< 500 m s.l.m.
Destinazione ambienti:	opere all'aperto
Temperature e umidità di riferimento:	T invernale: -3,8 °C UR invernale: 80 % T estiva: 31 °C UR estiva: 53 %
Classificazione strade (D.M.5/11/2001-UNI 11248):	Strada urbana (30 km/h)

5.2 DATI TECNICI DI PROGETTO DERIVANTI DALLE CONDIZIONI AL CONTORNO

Costituiscono oggetto del presente paragrafo i dati di progetto derivanti da vincoli al contorno non aventi carattere illuminotecnico.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 6 di 15

Nel caso specifico rientra in tale ambito la definizione della posizione dei sostegni rispetto ai limiti della carreggiata, o meglio, rispetto alle eventuali barriere di sicurezza collocate ai margini della stessa.

Infatti, per consentire la deformazione della barriera in caso di incidente, il palo di illuminazione va adeguatamente arretrato rispetto ad essa.

Nel caso specifico, si dovrà rispettare uno spazio di deformazione pari a 1,5 m.

Tale arretramento rende talvolta necessario l'utilizzo di pali con sbraccio.

5.3 DATI DI PROGETTO ILLUMINOTECNICI – VIABILITÀ ESTERNA

Per la definizione dei livelli prestazionali che gli impianti di illuminazione stradale devono garantire si è fatto riferimento alla recente norma nazionale UNI 11248 – “Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche” ed alla UNI EN 13201-2 – “Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali”.

Nelle suddette norme sono riportate le modalità di classificazione della strada da illuminare nonché i requisiti illuminotecnici per la progettazione dell'impianto di illuminazione. Tali requisiti sono espressi in termini di livello e uniformità di luminanza e/o illuminamento del manto stradale, illuminazione dei bordi della carreggiata e limitazione dell'abbagliamento. Essi sono dati in funzione della categoria illuminotecnica di appartenenza della strada, la quale risulta a sua volta definita in relazione alla classificazione della strada sulla base sia del “Nuovo codice della strada” che di altri parametri di influenza.

Definizioni

Si riportano nel seguito alcune definizioni tratte dalla Norma UNI 11248:

- carreggiata: Parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli. La carreggiata può essere composta da una o più corsie di marcia ed, in genere, è pavimentata e delimitata da strisce di margine. La carreggiata non comprende la corsia di emergenza.
- categoria illuminotecnica: categoria che identifica una condizione di illuminazione in grado di soddisfare i requisiti per l'illuminazione di una data zona di studio.
- categoria illuminotecnica di ingresso: categoria illuminotecnica determinata, per un dato impianto, considerando esclusivamente la classificazione delle strade.
- categoria illuminotecnica di progetto: categoria illuminotecnica ricavata, per un dato impianto, modificando la categoria illuminotecnica di ingresso in base al valore dei parametri di influenza considerati nell'analisi del rischio.
- complessità del campo visivo: parametro che, valutata la presenza di ogni elemento visibile compreso nel campo visivo dell'utente della strada, indica quanto l'utente possa esserne confuso, distratto, disturbato o infastidito. La complessità del campo visivo dipende anche dalle condizioni di illuminazione dell'ambiente in quanto influenza il livello di adattamento dell'occhio. Esempi di elementi che possono elevare la complessità del campo visivo sono i cartelli pubblicitari luminosi, le stazioni di servizio fortemente illuminate, gli apparecchi di illuminazione non orientati correttamente, gli edifici illuminati, le vetrine fortemente illuminate, le illuminazioni di impianti sportivi e di ogni installazione a forte luminanza posta a lato delle strade o nella direzione di marcia dell'utente.
- parametro di influenza: Parametro in grado di influenzare la scelta della categoria illuminotecnica. I parametri di influenza possono essere per loro natura qualitativi o quantitativi.
- segnale cospicuo: segnale che attrae l'attenzione dei conducenti degli autoveicoli a causa delle caratteristiche costruttive e/o funzionali e che pertanto, sono facilmente individuati dagli stessi e correttamente interpretati.
- zona di conflitto: zona di studio nella quale flussi di traffico motorizzato si intersecano fra di loro o si sovrappongono con zone frequentate da altri tipi di utenti.
- zona di studio: Parte della strada considerata per la progettazione di un dato impianto di illuminazione.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 7 di 15

Definizione delle categorie illuminotecniche di ingresso

La norma UNI 11248 considera diversi tipi di strada, suddivisi secondo classi da A a F, a ciascuno dei quali viene attribuita una "Categoria illuminotecnica di ingresso" (vedi prospetto 1 sotto riportato).

prospetto 1 **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	
Fbis	Strade locali interzonali	50	M3
		30	C4/P2
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali ⁴⁾	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare ¹⁾	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792¹⁰⁾.
 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).
 3) Vedere punto 6.3.
 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".

Come sarà meglio illustrato nel seguito, nel caso di cui trattasi, la definizione delle diverse aree di studio deriva dalla classificazione dell'asse viario più importante, ovvero gli assi viari (strade locali urbane o altre situazioni con limite 30 km/h) per il quale il prospetto 1 indica una categoria di ingresso C4.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF0900 002	REV. FOGLIO B 8 di 15

Analisi dei rischi - Valutazione dei parametri di influenza

Note le categorie illuminotecniche di ingresso (vedi paragrafo precedente), sempre in base alla norma UNI 11248, si deve procedere con l'analisi dei rischi che consiste nella valutazione dei parametri di influenza, costanti nel lungo periodo, di cui al prospetto 2 della UNI riportato nel seguito:

prospetto 2 Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di ingresso in relazione ai più comuni parametri di influenza costanti nel lungo periodo

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Assenza o bassa densità di zone di conflitto ^{1) 2)}	1
Segnaletica cospicua ³⁾ nelle zone conflittuali	1
Segnaletica stradale attiva	1
Assenza di pericolo di aggressione	1
1) In modo non esaustivo sono zone di conflitto gli svincoli, le intersezioni a raso, gli attraversamenti pedonali, i flussi di traffico di tipologie diverse. 2) È compito del progettista definire il limite di bassa densità. 3) Riferimenti in CIE 137 ¹⁸⁾ .	

Tramite la loro valutazione, si arriva all'individuazione delle "Categorie illuminotecniche di progetto" alle quali risultano associati i relativi requisiti prestazionali dell'impianto di illuminazione.

Vanno ovviamente valutati, caso per caso, i soli parametri più significativi.

Inoltre, la stessa UNI 11248, con utilizzo di apparecchi che emettano luce con indice di resa dei colori maggiore o uguale a 60 (come nel caso in oggetto) e rapporto S/P $\geq 1,10$ permette una riduzione di una categoria illuminotecnica.

Nel caso specifico, per le zone di studio individuate, si riportano nella seguente tabella i parametri di influenza ritenuti rilevanti con l'indicazione della conseguente variazione della categoria illuminotecnica di progetto:

PARAMETRO	ZONE DI CONFLITTO	STRADA
Parametri di influenza (secondo prospetto 2)	nessuno	nessuno
Variazione complessiva di categoria	nessuna	nessuna

Pertanto le categorie illuminotecniche di progetto, per le zone di studio oggetto del presente intervento, sono:

ZONA DI STUDIO	CATEGORIA DI INGRESSO	CATEGORIA DI PROGETTO	NOTE
Assi Viari (strade locali urbane :altre situazioni)	C4	C4	-

Per la categoria illuminotecnica di progetto individuata, la Norma UNI EN 13201-2, riporta nel prospetto 1 i requisiti prestazionali minimi richiesti all'impianto di illuminazione:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF0900 002	REV. FOGLIO B 9 di 15

prospetto 2 **Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale**

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	\bar{E} [minimo mantenuto] lx	U_0 [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

Pertanto, nel caso specifico, i requisiti illuminotecnici richiesti per le diverse zone di studio risultano i seguenti:

PARAMETRO	ASSI VIARI (strade locali extraurbani o altre situazioni con limite 30 km/h)
Categoria di progetto della strada	C4
Valore minimo illuminamento (lux)	10
Uniformità generale minima ($U_0 = L_{min}/L_{med} - E_{min}/E_{med}$)	0,40
Valore massimo abbagliamento ($f_{\tau 1}\%$)	< 20%

Tabella 1 Requisiti illuminotecnici di progetto

Ai sensi della Norma UNI 11248, le categorie di progetto sopra riportate, in presenza di basso e scarso flusso di traffico, inferiori, rispettivamente, al 50% ed al 25% del massimo traffico previsto per la strada, possono essere "declassate", rispettivamente, di uno o due livelli individuando, in tal modo, le categorie di esercizio.

Le categorie di esercizio stabiliscono le prestazioni dell'impianto nelle specificate condizioni operative della strada (basso e scarso traffico) che si possono ottenere tramite l'utilizzo di adeguati sistemi di regolazione del flusso luminoso, di tipo centralizzato o distribuito sui singoli punti luce.

5.4 FATTORE DI MANUTENZIONE

Nelle valutazioni illuminotecniche riportate in allegato 1 è stato assunto un fattore di manutenzione $K_m=0,8$.

Come descritto nel rapporto tecnico CIE 154:2003 il fattore di manutenzione deriva dal prodotto dei seguenti tre fattori:

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 10 di 15

- K_{LMF} : fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dalla lampada durante il normale utilizzo. Nel caso di cui trattasi si assume $K_{LMF} = 0,9$ in quanto si fa riferimento al parametro L_{90} ovvero si ipotizza di cambiare lampada quando esse perdono il 10% del flusso iniziale
- K_{LSF} : fattore che considera il numero di lampade fuori servizio dopo un determinato periodo di funzionamento. Nel caso di cui trattasi si assume $K_{LSF}=1$ ovvero si ipotizza che le lampade fuori servizio vengano prontamente sostituite "su guasto". Il guasto dei moduli LED risulta peraltro segnalato dal sistema di gestione
- K_{MF} : fattore che considera la riduzione del flusso luminoso emesso dall'apparecchio considerate specifiche condizioni ambientali e determinati intervalli fra due successivi interventi di manutenzione. Nel caso di cui trattasi si assume $K_{MF} = 0,89$ in quanto gli apparecchi illuminanti utilizzati hanno grado IP>6X, si ipotizza un intervento con pulizia dei vetri/ottiche ogni 2 anni e si considera "medio" il livello di inquinamento

Pertanto il coefficiente K_m , sempre secondo la CIE 154:2003 e nelle ipotesi sopra esposte, vale:

$$K_m = K_{LMF} \cdot K_{LSF} \cdot K_{MF} = 0,9 \cdot 1 \cdot 0,89 \approx 0,8$$

6 SOLUZIONE ILLUMINOTECNICA ADOTTATA

6.1 APPARECCHI ILLUMINANTI SU PALO

Per l'illuminazione delle strade di viabilità e delle rotoatorie sono previsti apparecchi su palo con sorgenti LED, corpo in pressofusione di alluminio e vetro piano di chiusura.

La dissipazione del calore è garantita da adeguati dissipatori montati superiormente ai moduli LED.

L'alimentazione interna, in corrente continua, è garantita attraverso reattori elettronici di pilotaggio (driver), caratterizzati da elevata efficienza (>90%) e da elevata durata (70.000 ore).

Altre caratteristiche degli apparecchi illuminanti si possono così riassumere:

- durata LED (L90B10): ≥ 100.000 ore a 25°C di temperatura ambiente
- grado di protezione: IP67
- resistenza agli urti: IK08
- classe di isolamento: II
- resa cromatica: > 70
- temperatura di colore: 4.000 K
- fattore di potenza: $\geq 0,95$
- superficie esposta al vento dell'apparecchio (SCx): 0,05 m²
- peso: 6 kg
- predisposizione per montaggio su testa palo $\varnothing 40 \div 60$ mm
- temperatura di funzionamento da -20°C a +40°C.
- SPD integrato, tipo II, per sovratensioni di modo comune fino a 10 kV
- alimentazione da 220÷240Vac a 50Hz
- conforme a CEI EN 60598-1 e relative note.

Si prevede l'utilizzo di differenti tipologie di corpi illuminanti. Le diverse tipologie, evidenziate nella seguente tabella, si distinguono in base alla potenza ed al flusso dell'apparecchio nonché sulla base della corrente di pilotaggio del driver:

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF0900 002	REV. FOGLIO B 11 di 15

TIPO APPARECCHIO	POTENZA ASSORBITA APPARECCHIO	FLUSSO EMESSO APPARECCHIO	EFFICIENZA LUMINOSA APPARECCHIO
Stradale tipo A1	≤ 62.9 W	≥ 8050 lm	≥ 128 lm/W

La distribuzione dei punti luce, nelle diverse zone servite dall'impianto di illuminazione, è riportata nelle tavole grafiche facenti parte del progetto.

Si riportano le fotometrie degli apparecchi utilizzati nei calcoli di dimensionamento dell'impianto di illuminazione esterna sia in termini di curva fotometrica che in forma tabellare:

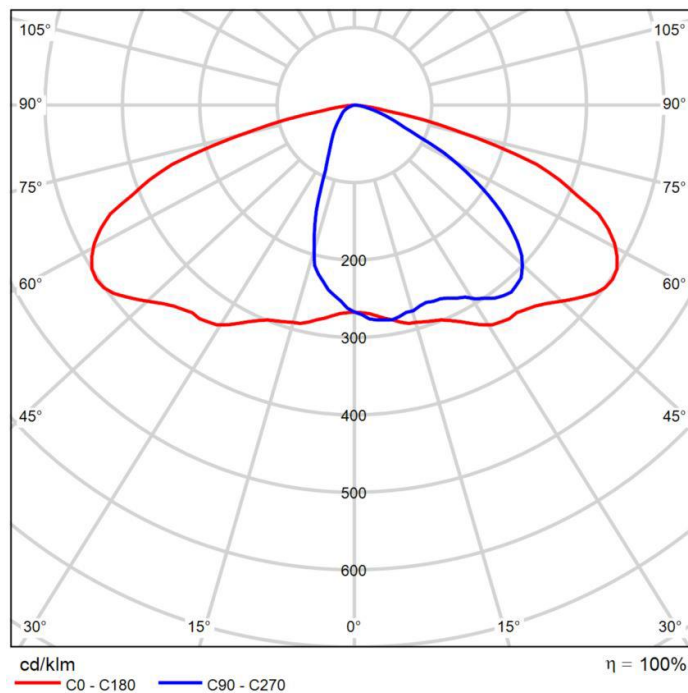


Figura 1 Curva fotometrica e rendimento apparecchio tipo A1 su palo con ottica stradale

Gli apparecchi illuminanti, laddove indicato negli elaborati grafici, saranno installati su palo ed alzata di circa 0,3 m. I pali di sostegno avranno altezza fuori terra tale da collocare i PL ad un'altezza, rispetto al piano stradale, di 8 m circa.

Gli apparecchi saranno installati parallelamente al terreno quindi senza alcuna inclinazione verso l'alto/basso (X=0°) o laterale (Y=0°) come evidenziato anche negli allegati di calcolo.

7 CALCOLI ILLUMINOTECNICI

I calcoli illuminotecnici, eseguiti tenendo conto dei vari vincoli e dati di progetto precisati nei paragrafi precedenti, sono stati condotti con il software DIALUX (4.13.0.2) e DIALUXEvo (5.10).

APPALTATORE: Conorzio HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria ROCKSOIL S.P.A	Soci Mandanti NET ENGINEERING ELETTRI-FER		PINI GCF M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 12 di 15

Il programma esegue le verifiche illuminotecniche secondo le indicazioni fornite dalla Norma UNI EN 13201-2-3.

I risultati dei calcoli, in termini di distribuzione dei valori puntuali di illuminamento sono raccolti nell'allegato 1.

Nella seguente tabella si evidenzia, per le zone di studio più significative, la sintesi dei principali risultati ottenuti dai calcoli illuminotecnici eseguiti (per altri dettagli si rinvia all'allegato 1):

ZONA DI STUDIO	Illuminamento medio (lx) / Luminanza media (cd/mq)		Uniformità Generale / Longitudinale		Abbagliamento (f _{T1} %)	
	Valore minimo	Valore calcolato	Valore minimo	Valore calcolato	Valore massimo	Valore calcolato
Rettilineo NV01 (C4)	10	13,62 cd/m2	0,4	0,62	20	9

I calcoli fanno riferimento a specifici apparecchi illuminanti presenti in commercio al solo fine di verifica del presente progetto, dovendo necessariamente selezionare un'ottica per la loro esecuzione. Sarà onere dell'Impresa esecutrice produrre i calcoli di verifica condotti con i dati fotometrici dello specifico corpo illuminante da essa prescelto, qualora diverso da quello assunto nel presente progetto.

8 VERIFICA DEL RISPETTO DELLA L.R.

La progettazione degli impianti di illuminazione di cui trattasi è stata redatta in conformità alle richieste della L.R. della Puglia n.15 del 23/11/2005 – “Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico” vigente in tema di risparmio energetico e di lotta all'inquinamento luminoso.

In particolare, si evidenzia che:

- sono previsti apparecchi illuminanti che per angoli superiori ai 90 gradi non emettono alcuna intensità luminosa
- sono previsti apparecchi illuminanti equipaggiati di lampade a tecnologia LED di nuova generazione ad alta efficienza (superiore a 90 lm/W) con ottica adatta allo specifico tratto stradale da illuminare
- rendimento ottico degli apparecchi superiore al 90%
- rendimento driver superiore al 90%
- sono previsti dispositivi integrati nell'apparecchio in grado di ridurre, nelle fasce orarie prestabilite in accordo col gestore (entro comunque le ore 23), l'emissione di luce degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività

9 VERIFICA DEL RISPETTO DEI C.A.M.

Nel presente paragrafo si intende dare evidenza al fatto che le scelte adottate nel presente progetto soddisfano i “Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica” di cui al D.M. del 27/09/2017.

Come si evince dal titolo del D.M. sopra menzionato, i CAM di cui trattasi si applicano distintamente a:

- sorgenti luminose (nel caso specifico LED)
- apparecchi illuminanti
- progetto illuminotecnico

Nel seguito si riporta la verifica dei CAM per ogni ambito di applicazione sopra elencato.

Verifica dei CAM relativi alle sorgenti luminose Stradali tipo A-A1:

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B FOGLIO 13 di 15

CRITERIO o GRANDEZZA DI RIFERIMENTO	VALORE o PRESTAZIONE LIMITE ACCETTABILE	VALORE DI PROGETTO
Efficienza LED	$\geq 110 \text{ lm/W}$	$\geq 128 \text{ lm/W}$
Posizionamento cromatico del LED	$\Delta u'v' \leq 0,004$ (diagramma CIE 1976) e/o Ellisse di Mac Adam $\leq 5 \text{ step}$ (diagramma CIE 1931)	<3 Step (SDCM)
Rendimento driver	$P \leq 10W \rightarrow \geq 70\%$ $10 < P \leq 25 W \rightarrow \geq 75\%$ $25 < P \leq 50 W \rightarrow \geq 83\%$ $50 < P \leq 60 W \rightarrow \geq 86\%$ $60 < P \leq 100 W \rightarrow \geq 88\%$ $P > 100 W \rightarrow \geq 90\%$	92% * A meno della potenza impegnata dal sistema di comunicazione che non deve essere conteggiata nel calcolo del rendimento
Garanzia	$\geq 5 \text{ anni}$	$\geq 5 \text{ anni}$

Verifica dei CAM relativi agli apparecchi illuminanti Stradali tipo A-A1:

CRITERIO o GRANDEZZA DI RIFERIMENTO	VALORE o PRESTAZIONE LIMITE ACCETTABILE	VALORE DI PROGETTO
Grado di protezione IP	Illuminazione stradale: IP ≥ 65 (vano ottico) IP ≥ 55 (vano cablaggi) Illuminazione grandi aree: IP ≥ 55 (vano ottico) IP ≥ 55 (vano cablaggi)	IP 67 * Unico vano
Categoria di intensità luminosa	$\geq G2$	$\geq G4$
Resistenza agli urti	IK ≥ 06	$\geq IK08$
Resistenza alle sovratensioni	$\geq 4 \text{ kV}$ (modo comune)	$\geq 10 \text{ Kv}$ -modo comune
Prestazione energetica	Classe energetica (A+) dell'apparecchio (fino al 2021 compreso) ovvero: IPEA $\geq 1,20$	IPEA ≥ 1.71
Flusso emesso verso alto	Categoria di illuminazione zenitale: U1	U1 (<<40lm)
Mantenimento del flusso e tasso di guasto	L80B10 $\geq 60.000 \text{ h}$	L90B10 $\geq 60.000 \text{ h}$ (≥ 100.000)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL LF0900 002 B 14 di 15

Sistema di regolazione	Moduli entro apparecchio illuminante (se possibile) Senza cavi aggiuntivi Classe di regolazione A1 (ai sensi della UNI 11431:2011) ovvero campo di regolazione oltre il 50% del flusso nominale	Alimentatore conforme Specifica RFI IFS 169 e IFS 627 regolabile DALI Scenario da 10% a 100% Flusso nominale
Garanzia	≥ 5 anni	≥ 5 anni

Verifica dei CAM relativi al progetto illuminotecnico:

CRITERIO o GRANDEZZA DI RIFERIMENTO	VALORE o PRESTAZIONE LIMITE ACCETTABILE	VALORE DI PROGETTO
Valori di illuminamento medi mantenuti	non superiori del 20% oltre il valore prescritto dalla Norma tecnica di riferimento	Tale prescrizione sarà garantita configurando opportunamente i driver dei singoli apparecchi illuminanti compatibili con sistema “mezzanotte virtuale”
Modalità di installazione degli apparecchi	In posizione preferibilmente orizzontale	Apparecchi installati in posizione orizzontale
Prestazione energetica	Classe energetica (B) dell'impianto (fino al 2020 compreso) ovvero: IPEI ≤ 1,00	<u>Vedi paragrafo successivo</u>
Sistema di regolazione	Moduli entro apparecchio illuminante (se possibile) Senza cavi aggiuntivi Classe di regolazione A1 (ai sensi della UNI 11431:2011) ovvero campo di regolazione oltre il 50% del flusso nominale	Apparecchi dotati di alimentatore a “mezzanotte virtuale” con fino a 5 livelli di regolazione Campo di regolazione fino al 10% del flusso nominale

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di calcolo illuminotecnico	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO LF0900 002	REV. FOGLIO B 15 di 15

9.1 CALCOLO PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'IMPIANTO (IPEI)

L'indice IPEI che viene utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche dell'impianto di illuminazione è definito come segue:

$$IPEI = D_p D_{p,R}$$

Con D_p = **Densità di Potenza di progetto**, calcolata come segue:

$$D_p = \frac{\sum P_{app}}{\sum_{i=1}^n \left(\bar{E}_i \cdot \frac{0,80}{MF_i} \cdot A_i \right)}$$

in cui

- P_{app} (W) potenza attiva totale assorbita dagli apparecchi di illuminazione, assorbimento dalla linea elettrica durante il suo funzionamento a piena potenza;
- E_i (lux) illuminamento orizzontale medio mantenuto di progetto dell'area i-esima (Calcolato secondo le direttive UNI EN 13201);
- MF_i coefficiente di manutenzione adottato per il calcolo dell'area i-esima;
- A_i (m) area i-esima illuminata;
- N numero delle aree i-esime considerate.

E con $D_{p,R}$ = **Densità di Potenza di riferimento**, i cui valori sono riportati in tabelle riferite alle categorie illuminotecniche di progetto secondo norma UNI 13201-2.

Nel caso di cui trattasi, MF_i è pari a 0,8 e $D_{p,R}$ a 0,039, essendo tutte le aree di categoria C4.

Nella tabella sotto riportata si evidenzia la sintesi dei risultati ottenuti dai calcoli eseguiti nelle aree considerate:

Viabilità	Asse	Categoria di progetto	$D_{p,R}$	D_p (*)	IPEI
NV01	-	C4	0,039	0,030	0,77

(*) Valore più alto (peggiorativo) tra quelli ottenuti nei calcoli illuminotecnici

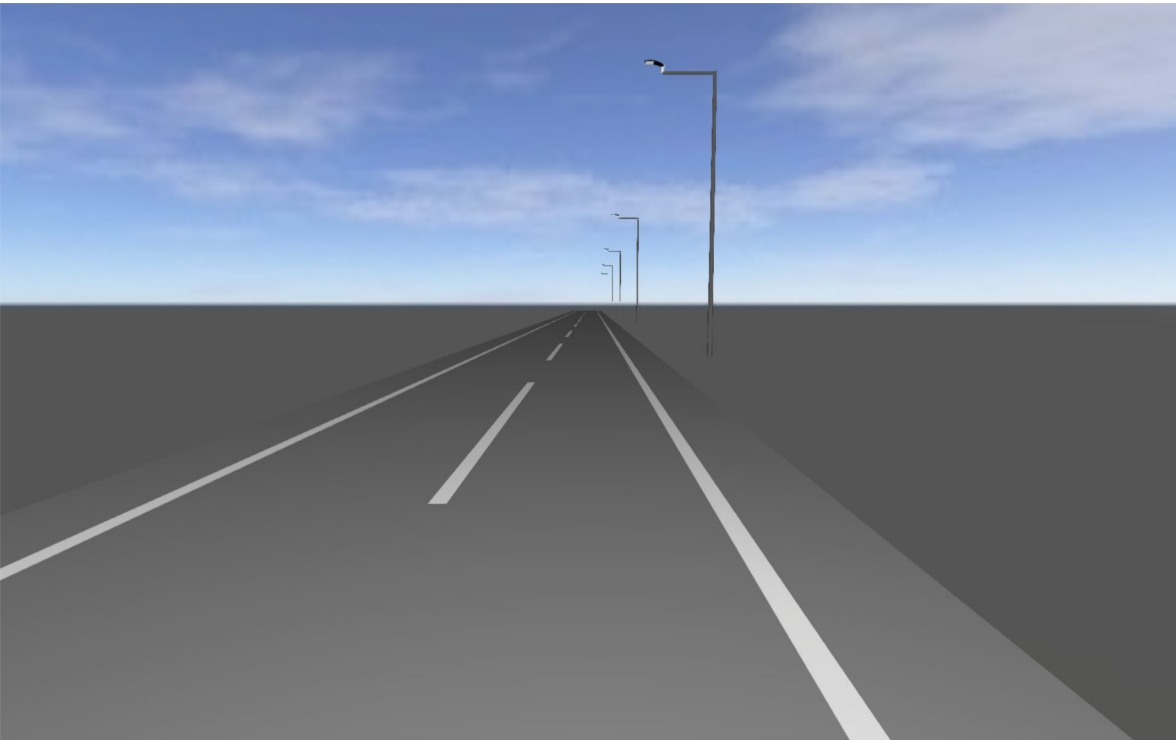
N.B. per il tratto in curva è stata considerata una maggiorazione del 20% dell'area illuminata, ai sensi di quanto indicato nel Decreto CAM.

Poiché il Decreto CAM prescrive (fino al 2025 compreso) un impianto di illuminazione stradale caratterizzato da una classe energetica (A), ovvero da un indice IPEI $\leq 0,85$, si conclude affermando che la soluzione proposta risulta ottemperante ai CAM anche con riferimento alla sua prestazione energetica.

10 ALLEGATI

Gli allegati sono organizzati nei seguenti documenti:

- Allegato 1: Report calcoli illuminotecnici



Allegato 1: Report calcoli illuminotecnici

Tratto asse Viabilità NV01

Contenuto

Copertina	1
Contenuto	2

Scheda prodotto

iGuzzini illuminazione - Wow 62.9W (1x LED)	3
---	---

NV01 - Sezione acc 6 · Alternativa 2

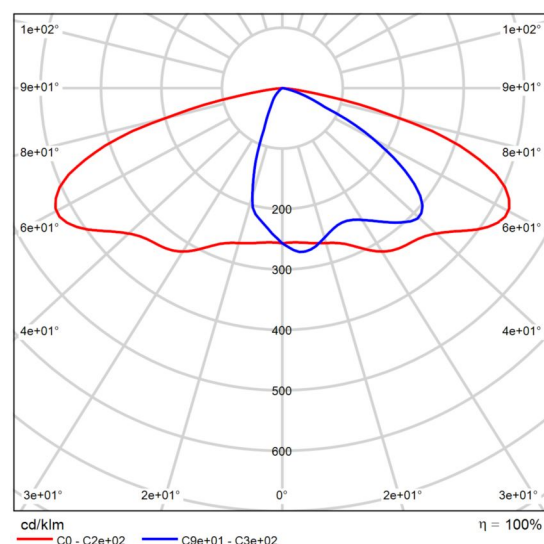
Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)	5
--	---

Scheda tecnica prodotto

iGuzzini illuminazione - Wow 62.9W



Articolo No.	0_EC33
P	62.9 W
$\Phi_{Lampadina}$	8050 lm
$\Phi_{Lampada}$	8050 lm
η	100.00 %
Efficienza	128.0 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70



CDL polare

EC33 :

Apparecchio di illuminazione per esterni con ottica stradale a luce diretta dall'elevato comfort visivo (G4), finalizzato all'impiego di sorgenti luminose con led di potenza. Vano ottico e sistema di attacco al palo realizzati in lega di alluminio EN1706AC 46100LF, sottoposti a un processo di pre-trattamento multi step in cui le fasi principali sono: sgrassaggio, fluorozirconatura (strato protettivo superficiale) e sigillatura (strato nano-strutturato ai silani). La fase di verniciatura è realizzata con primer e vernice acrilica liquida, cotta a 150 °C, che fornisce un'alta resistenza agli agenti atmosferici. Possibilità di regolazione, anche tramite scala graduata, dell'inclinazione rispetto al manto stradale di +15°/-10° (a step di 5°) nel montaggio a testapalo e +5°/-20° (a step di 5°) nel montaggio laterale. Vetro di chiusura sodico-calceo spessore 5 mm. Il vetro fissato alla cornice chiude il vano led che è fissato al vano componenti tramite cerniera e 2 viti. L'alto grado IP è garantito dalla guarnizione siliconica interposta tra i due elementi. Completo di circuito con led monocromatici di potenza, riflettori in alluminio silver. Sostituibilità vano led direttamente sul posto. Possibilità di sostituire in laboratorio i led a gruppi da 12. Alimentazione elettronica DALI. Gruppo di alimentazione collegato

Scheda tecnica prodotto

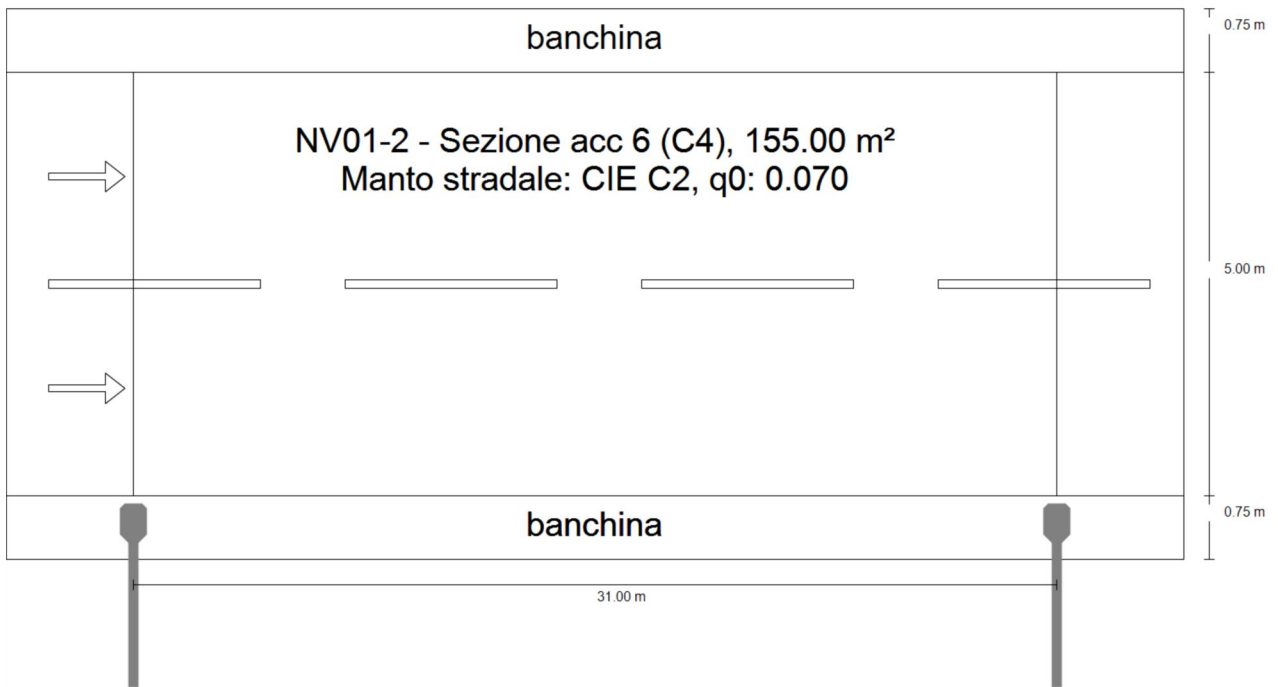
iGuzzini illuminazione - Wow 62.9W

con connettori ad innesto rapido. Driver con sistema automatico di controllo della temperatura interna. Gruppo piastra alimentazione estraibile senza utensili. Il vano ottico è fissato all'attacco applique o testapalo tramite due viti di serraggio, due grani di sicurezza ne facilitano il montaggio. Il flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore del Sistema in posizione orizzontale è nullo (in conformità alle più restrittive norme contro l'inquinamento luminoso). Tutte le viti esterne utilizzate sono in acciaio inox.

0 - Rotazione canotto
EC33.015 - Sistema da palo - Ottica ST1.2 - Neutral White - Dali-
ø46-60-76mm - 62.9W 8050lm - 4000K - Grigio
A48W - Lampada LED Neutral White

NV01 - Sezione acc 6

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



NV01 - Sezione acc 6

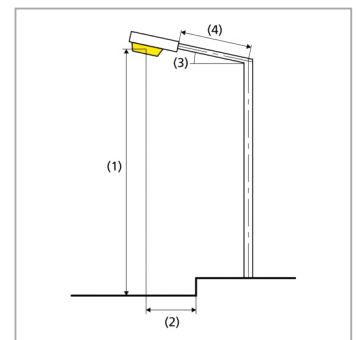
Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)



Produttore	iGuzzini illuminazione	P	62.9 W
Articolo No.	0_EC33	$\Phi_{Lampadina}$	8050 lm
Nome articolo	Wow 62.9W	$\Phi_{Lampada}$	8050 lm
Dotazione	1x LED	η	100.00 %

Wow 62.9W (su un lato sotto)

Distanza pali	31.000 m
(1) Altezza fuochi	8.400 m
(2) Distanza fuochi	-0.350 m
(3) Inclinazione braccio	0.0°
(4) Lunghezza braccio	1.500 m
Ore di esercizio annuali	4000 h: 100.0 %, 62.9 W
Consumo	2012.8 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.	$\geq 70^\circ$: 422 cd/klm $\geq 80^\circ$: 90.4 cd/klm $\geq 90^\circ$: 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.4



NV01 - Sezione acc 6

Riepilogo (in direzione EN 13201:2015)

Risultati per i campi di valutazione

	Unità	Calcolato	Nominale	OK
NV01-2 - Sezione acc 6	E_m	14.04 lx	≥ 10.00 lx	✓
	U_o	0.61	≥ 0.40	✓
	$\Gamma^{(1)}$	9 %	-	-

(1) Informazione, non fa parte della valutazione

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

Risultati per gli indicatori dell'efficienza energetica

	Unità	Calcolato	Consumo
NV01 - Sezione acc 6	D_p	0.029 W/lx*m ²	-
Wow 62.9W (su un lato sotto)	D_e	1.6 kWh/m ² anno,	251.6 kWh/anno