



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

"RIQUALIFICAZIONE ED EFFICIENTAMENTO
ENERGETICO DELLA RETE DI ILLUMINAZIONE
PUBBLICA DEL COMUNE DI BARRAFRANCA"

Relazione specialistica



R.U.P.

DOTT. ING. SANTI EUGENIO DILIBERTO

PROGETTISTA - CSP - CSE

DOTT. ING. GIUSEPPE CERVAROLO



REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
A	AGOSTO 2022	EMISSIONE PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO	ING. GIUSEPPE CERVAROLO	ING. GIUSEPPE CERVAROLO	ING. GIUSEPPE CERVAROLO
B					
C					

SOMMARIO

PREMESSA	2
1. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
1.1. Linee guida per la classificazione.....	3
1.2. Parametri illuminotecnici di progetto	8
2. CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE.....	10
2.1. Integrazione illuminotecnica della classificazione e analisi dei rischi	10
2.2. Tabella della classificazione delle strade.....	11
2.3. Calcoli illuminotecnici: ambito stradale extraurbano secondario.....	12
2.4. Calcoli illuminotecnici: ambito stradale locale extraurbano.....	13
2.5. Calcoli illuminotecnici: ambito stradale locale urbano	14
2.6. Calcoli illuminotecnici: ambito stradale locale urbano, centri storico, zone 30	15
3. ILLUMINAZIONE ARTISTICA DELLE FACCIATE	17
3.1. Proposta tecnica e scelta delle sorgenti.....	17
3.2. Soluzione progettuale: Chiesa Maria SS. dell'Itria.....	18
3.3. Soluzione progettuale: Chiesa Maria SS. della Stella	19
3.4. Soluzione progettuale: Chiesa Maria SS. della Resurrezione	20
3.5. Soluzione progettuale: Municipio di Barrafranca	21
4. ALTRI INTERVENTI.....	22
4.1. Sostituzioni quadri elettrici, pali per l'illuminazione e funi per gli apparecchi tesati	22
4.2. Cavidotti	25
4.3. Ampliamento illuminazione pubblica.....	26
5. SIMULAZIONE INTERVENTO DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE.....	27
5.1. Principali assunzioni e finalità	27

PREMESSA

La presente relazione specialistica di calcolo illuminotecnico ha per oggetto la descrizione dei dati tecnici e delle procedure di esecuzione dei calcoli illuminotecnici relativi all'efficientamento degli impianti di illuminazione pubblica del Comune di Barrafranca. Le tipologie impiantistiche, ed i relativi requisiti funzionali, sono stati adottati sia nel rispetto delle normative vigenti sia a seguito della necessità di collocare le componenti d'impianto in modo da rispettare la realtà architettonica e funzionale.

1. RIFERIMENTI NORMATIVI

Uno degli obiettivi della Relazione Specialistica Calcoli illuminotecnici è la classificazione del territorio per consentire la futura progettazione illuminotecnica di strade, piazze, giardini, piste ciclabili, incroci principali, e confrontare la situazione attuale con quella pianificata nel documento.

La classificazione delle strade risulta fondamentale per pianificare al meglio l'illuminazione in quanto le caratteristiche che gli impianti dovranno soddisfare dipendono strettamente dal tipo di strada che si intende illuminare. Il Codice della Strada divide le strade in sei grandi categorie:

- Autostrade (extraurbane ed urbane)
- Extraurbane principali
- Extraurbane secondarie
- Urbane di scorrimento
- Urbane di quartiere
- Locali (extraurbane ed urbane)

Per ogni tipo di strada esistono precisi parametri che devono essere, per quanto possibile, rispettati. Ad esempio le strade di categoria B, Extraurbane principali, devono avere due o più corsie per senso di marcia, un limite di 110 km/h e non possono essere percorse da biciclette e ciclomotori. Le strade urbane di scorrimento, categoria D, devono anch'esse avere due o più corsie per senso di marcia, un limite di 70 km/h, ammettono anche i ciclomotori, mentre le biciclette possono circolare solo esternamente alla carreggiata. Le caratteristiche dei vari tipi di strada sono riassunte nelle tabelle nel paragrafo successivo.

La norma **UNI 11248** permette di fare una classificazione ai fini illuminotecnici.

1.1. Linee guida per la classificazione

Fasi della classificazione:

- *Categoria illuminotecnica di riferimento*: tale categoria deriva direttamente dalle leggi e norme di settore;
- *Categoria illuminotecnica di progetto*: dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto;
- *Categorie illuminotecniche di esercizio*: in relazione all'analisi dei parametri di influenza (analisi dei rischi) e ad aspetti di contenimento dei consumi energetici, sono quelle categorie che tengono conto della variazione nel tempo dei parametri di influenza, come è ad esempio in ambito stradale la variazione del flusso del traffico durante la giornata.

Nella definizione della categoria illuminotecnica di progetto, si individuano i parametri di influenza applicabili e definisce nel progetto stesso le categorie illuminotecniche di progetto/esercizio attraverso una valutazione dei rischi con evidenza dei criteri e delle fonti d'informazioni che giustificano le scelte effettuate.

L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza allo scopo di garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della

strada, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l'impatto ambientale.

L'analisi si suddivide in più fasi:

- sopralluogo per valutare i parametri di influenza e la loro importanza;
- individuazione dei parametri e delle procedure richieste da leggi, norme di settore e esigenze specifiche.

Ambito stradale

La classificazione illuminotecnica di ambiti stradali ha come fine ultimo la definizione dei valori progettuali di luminanza che devono rispettare i progetti illuminotecnici.

A tal fine, la classificazione di una strada può essere effettuata sulla base del seguente approccio metodologico:

1. **In caso di presenza di PRIC o PUT:** Utilizzare la classificazione illuminotecnica definita nel piano della luce e/o la classificazione del Piano Urbano del Traffico (PUT). Verificare che la classificazione del PUT sia coerente con quanto definito dal codice della Strada (D.Lgs.285 del 30/4/1992 e s.m.i.) e sulla base del D.M. n.6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" emanato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti, in quanto a volte la classificazione riportata nel PUT è imprecisa ai fini dell'illuminazione del territorio.
2. **In mancanza di strumenti di pianificazione:** Identificare la classificazione illuminotecnica applicando la norma italiana UNI 11248 (ultima versione 2016) e la norma UNI EN 13201.

Classificazione Strada	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi
A- autostrada	2	2+2	
B- extraurbana principale	2	2+2	tipo tangenziali e superstrade
C- extraurbana secondaria	1	1+1	- con banchine laterali transitabili - S.P. oppure S.S.
D- urbana a scorrimento veloce	2	2+2	limite velocità >50Km/h
D- urbana a scorrimento	2	2+2	limite velocità <50 Km/h
E- urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	-solo proseguimento strade C -con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata
F- extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C
F- urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato
F- urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato

Tabella 1.1: Tabella esemplificativa per la corretta classificazione di una strada secondo il codice della strada. Esulano da codesta esemplificazione le sole strade urbane su cui si svolgono regolari servizi di trasporti pubblici (autobus di linea) che non possono essere classificate come F-urbane locali.

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) ⁴⁾	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	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792^[10].

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".

Tabella 1.2: Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi secondo UNI 11248 – 2016

La norma UNI 11248 introduce e propone nei prospetti 2 e 3 alcuni possibili parametri di influenza, ovviamente non tutti applicabili in ciascun ambito illuminotecnico.

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 ^[5] .	

prospetto 3 **Indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica di progetto in relazione ai più comuni parametri di influenza variabili nel tempo in modo periodico o casuale**

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Flusso orario di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	1
Flusso orario di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	2
Riduzione della complessità nella tipologia di traffico	1

Tabella 1.3: Parametri di influenza ed individuazione del loro peso sul territorio comunale secondo la UNI 11248 - 2016

Requisiti illuminotecnici per la categoria M: traffico motorizzato, velocità superiore a 30 Km/h

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: M					
Categoria	Luminanza della carreggiata a superficie asciutta			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità
	Lm in cd/m ² (valore minimo mantenuto)	u ₀ (valore minimo)	u ₁ (valore minimo)	f _{T1} in % (valore massimo)	R _{E1} (valore minimo)
M1	2,0	0,4	0,7	10	0,35
M2	1,5	0,4	0,7	10	0,35
M3	1,0	0,4	0,6	15	0,3
M4	0,75	0,4	0,6	15	0,3
M5	0,5	0,35	0,4	15	0,3
M6	0,3	0,35	0,4	20	0,3

Requisiti illuminotecnici per la categoria C: rotatorie e svincoli, zone di conflitto in strade, zone di conflitto in strade commerciali.

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: P		
Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E in lux (valore medio mantenuto)	E_{min} lux (valore minimo)
P1	15	3
P2	10	2
P3	7,5	1,5
P4	5	1
P5	3	0,6
P6	2	0,4
P7	-	-

Requisiti illuminotecnici per la categoria P: zone pedonali e ciclabili, parcheggi e cortili

Requisiti aggiuntivi categoria SC: piazze e zone pedonali per il riconoscimento delle sagome

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA: SC	
Categoria	Illuminamento verticale
	E_{oc} in lux (valore minimo mantenuto)
SC1	10
SC2	7,5
SC3	5
SC4	3
SC5	2
SC6	1,5
SC7	1
SC8	0,75
SC9	0,5

Vi sono inoltre alcune condizioni che suggeriscono l’adozione di provvedimenti integrativi dell’illuminazione, come ad esempio quelli elencati nel prospetto 5 sottostante:

prospetto 5

Esempi di provvedimenti integrativi all'impianto di illuminazione

Condizione	Rimedio
Prevalenza di precipitazioni meteoriche	Ridurre l'altezza e l'interdistanza tra gli apparecchi di illuminazione e l'inclinazione massima delle emissioni luminose rispetto alla verticale in modo da evitare il rischio di riflessioni verso l'occhio dei conducenti degli autoveicoli
Riconoscimento dei passanti	Verificare che l'illuminamento verticale all'altezza del viso sia sufficiente
Luminosità ambientale elevata (ambiente urbano)	Adottare segnaletica stradale attiva e/o a riflessione catadiottrica di classe adeguata per mantenere la condizione di cospicuità
Intersezioni, svincoli, rotonde (in particolare se con traffico intenso e/o di elevata velocità)	
Curve pericolose in strade con elevata velocità degli autoveicoli	
Elevata probabilità di mancanza di alimentazione	
Elevati tassi di malfunzionamento	
Presenza di rallentatori di velocità	
Attraversamenti pedonali in zone con flusso orario di traffico e/o velocità elevate	Illuminare gli attraversamenti pedonali con un impianto separato e segnarli adeguatamente
Programma di manutenzione inadeguato	Ridurre il fattore di manutenzione inserito nel calcolo illuminotecnico

1.2. Parametri illuminotecnici di progetto

Definiti i requisiti illuminotecnici di progetto, si devono minimizzare (a meno della tolleranza di misura indicata nelle norme):

- la luminanza media mantenuta in ambiti stradali;
- gli illuminamenti orizzontali medi mantenuti negli altri ambiti.

Applicazione	Classe EN 13201	Parametro di progetto	Grandezza illuminotecnica di progetto	Grandezza illuminotecnica da verificare 1	Ulteriore parametro da verificare	Grandezza illuminotecnica da verificare 2
Strade	M	Luminanza media mantenuta	Lm [cd/m ²]	Unif. Generale Uo [%] Unif. Long. Ul [%]	Abbagliamento massimo	Ti [%]
Pedonali, parchi, giardini, parcheggi, piazze, ciclabili, strade non di classe ME	P	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	E min mantenuto [lx]	Illuminamento Semicilindrico	Esc. minimo mantenuto [lx]
Rotatorie, zone conflitto, sottopassi intersezioni, strade non di classe ME in aree di conflitto	C	Illuminamento Orizzontale	E medio minimo mantenuto [lx]	Uo Uniformità di E medio (Emed/Emin)	Illuminamento Verticale	EV minimo mantenuto [lx]

Tabella 1-Definizione dei parametri illuminotecnici di progetto da ottimizzare e minimizzare

Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti

Quando zone di studio adiacenti (per esempio marciapiede adiacente alla strada) e/o contigue (per esempio attraversamento pedonale) prevedono categorie illuminotecniche diverse che a loro volta impongono requisiti prestazionali basati sulla luminanza o sull'illuminamento è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile come specificato nel prospetto 6. Si deve evitare una differenza maggiore di due categorie illuminotecniche comparabili. La zona il cui livello luminoso raccomandato è il più elevato, costituisce la zona di riferimento.

prospetto 6 **Comparazione di categorie illuminotecniche**

Categoria illuminotecnica comparabile						
Condizione	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Se $Q_0 \leq 0,05 \text{ sr}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Se $0,05 \text{ sr}^{-1} < Q_0 \leq 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C1	C2	C3	C4	C5	C5
Se $Q_0 > 0,08 \text{ sr}^{-1}$	C2	C3	C4	C5	C5	C5
			P1	P2	P3	P4
Nota Per il valore di Q_0 vedere punto 13 e l'appendice B.						

2. CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

Il territorio comunale di Barrafranca si trova in prossimità della SS 191, SP 42 e SP 49 e rappresentano il principale fattore di influenza del traffico.

2.1. Integrazione illuminotecnica della classificazione e analisi dei rischi

Nella classificazione illuminotecnica del territorio si sono seguite le norme specifiche, andando però a identificare e distinguere, in funzione di una puntuale analisi dei rischi riassunta qui in diversi punti, alcune particolari situazioni, in accordo con l'Amministrazione comunale, per evitare sovra illuminamenti in un territorio in cui tale rischio potrebbe avere un elevato impatto e soprattutto in un territorio cui la presenza di persone, veicoli e rischi di interferenze è assolutamente limitata e non giustificata da interventi con una illuminazione permanente. Per questi motivi e con l'obiettivo di migliorare la percezione del territorio, si riportano le seguenti considerazioni conclusive e di completamento dell'analisi dei rischi:

- a. Tutte le vie comunali non presentano situazioni di pericolo, sia sul tracciato urbano che su quello extraurbano in quanto non si hanno evidenti situazioni in cui viene alterato il compito visivo ed in quanto le condizioni di conflitto sono estremamente limitate e commisurate all'esiguo traffico.
- b. Tutte le vie comunali nel tracciato viario urbano ed extraurbano presentano una o più delle seguenti caratteristiche:
 - sono a traffico limitato, sia per le dimensioni che per velocità consentite sempre inferiore ai 50km/h e ai 30km/h;
 - sono talvolta in un senso di marcia in particolare nel centro abitato stretto;
 - sono di dimensioni tali che permettono solo un traffico quasi esclusivamente pedonale;
 - non presentano interferenze luminose, artificiali nella percezione del territorio che possono distrarre dal percorso e fuorviarne la percezione, in quanto solo limitate la presenza di attività commerciali soprattutto lungo la strada principale.

In base a queste considerazioni si è provveduto alla seguente classificazione:

- le strade SP 42 e SP 49 che attraversano il territorio comunale marginalmente sono definite strade extraurbane secondarie e quindi classificate di indice illuminotecnico M3;
- la strada SS 191 viene definita come strada extraurbana secondaria e urbana di quartiere (nel tracciato urbano) e classificata come M3;
- tutte le altre strade urbane ed extraurbane vengono classificate in M4, C4 e C3.

2.2. Tabella della classificazione delle strade

La tabella 2 illustra la classificazione illuminotecnica delle strade per le quali è stato effettuato il calcolo illuminotecnico e per le categorie che si andranno a considerare in progetto, di cui si riportano nel documento "Allegati - Calcoli illuminotecnici".

	tipo di strada	descrizione tipo di strada	categoria illuminotecnica di progetto
via Gorizia	F	Strada locale urbana	M4
via Marche	F	Strada locale urbana	M4
via Trentino	F	Strada locale urbana	M4
via Grazia Ferreri	F	Strada locale urbana	M4
via Toscana	F	Strada locale urbana	M4
via Galileo Galilei	F	Strada locale urbana	M4
via Bolzano	F	Strada locale urbana	M4
via Piave	F	Strada locale urbana	M4
via Alcide de Gasperi	F	Strada locale urbana	M4
corso Italia	F	Strada locale urbana	M4
viale delle Repubblica	F	Strada locale urbana	M4
viale delle Rose	F	Strada locale urbana	M4
contrada Sotto Serra	F	Strada locale extraurbana	C4
viale Signore Ritrovato	F	Strada locale extraurbana	C4
SP 42	C	Strada extraurbane secondarie	M3
SS 191	C	Strada extraurbane secondarie	M3
piazza Umberto I	F	Strada locale urbana-centro storico	C3
via Umberto I	F	Strada locale urbana-centro storico	C3
via Vittorio Emanuele	F	Strada locale urbana-centro storico	C3
Piazza Regina Margherita	F	Strada locale urbana-centro storico	C4
via Mastrobuono	F	Strada locale urbana-centro storico	C3
Piazzetta Padre Pio	F	Strada locale urbana-centro storico	C3

Tabella 2- Classificazione delle strade

2.3. Calcoli illuminotecnici: ambito stradale extraurbano secondario

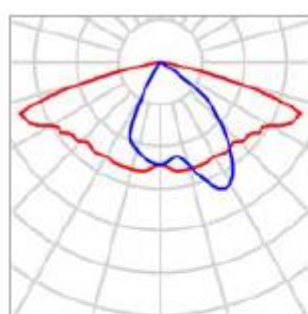
L'ambito considerato riguarda l'efficientamento dell'impianto di illuminazione pubblica esistente posto in ambito extraurbano immediatamente all'uscita dal centro abitato. In tale ambito si è ritenuto di fondamentale importanza l'illuminazione dell'area con le caratteristiche illuminotecniche di strada extraurbana secondaria con traffico prevalentemente motorizzato.

Le sorgenti sono state scelte tenendo conto delle tipologie di armature stradali e di sorgenti luminose attualmente installate e saranno costituiti da lampade da 94 W in apparecchi montati a testa palo su pali per illuminazione stradale.

I parametri illuminotecnici prescritti, in corrispondenza della classe illuminotecnica di progetto M3 della strada sono i seguenti:

Categoria illuminotecnica M					
Categoria	Luminanza della carreggiata a superficie asciutta			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di continuità
	Lm in cd/m ² (valore minimo mantenuto)	U ₀ (valore minimo)	U (valore minimo)	F _η in % (valore massimo)	R _{EI} (valore minimo)
M3	1,0	0,4	0,6	15	0,3

La figura di seguito mostra la curva fotometrica degli apparecchi utilizzati:



P

94.0 W

$\Phi_{\text{Lampadina}}$

Φ_{Lampada}

11700 lm

In corrispondenza di tali parametri sono stati eseguiti i calcoli illuminotecnici mediante l'ausilio di un software specifico (DIALux evo 9.0) e secondo le prescrizioni della ultima versione della Norma UNI EN 13201-2015.

2.4. Calcoli illuminotecnici: ambito stradale locale extraurbano

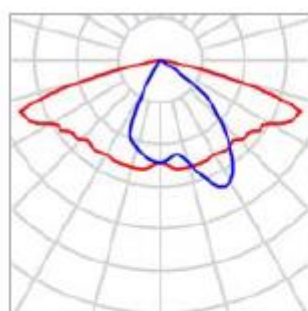
L'ambito considerato riguarda l'efficientamento dell'impianto di illuminazione pubblica esistente posto in ambito locale extraurbano. In tale ambito si è ritenuto di fondamentale importanza l'illuminazione dell'area con le caratteristiche illuminotecniche di strada extraurbana locale con traffico maggiormente veicolare e pedonale.

Le sorgenti sono state scelte tenendo conto delle tipologie di armature stradali e di sorgenti luminose attualmente installate e saranno costituiti da lampade LED 94 W in apparecchi montati a testa palo su pali per illuminazione stradale.

I parametri illuminotecnici prescritti, in corrispondenza della classe illuminotecnica di progetto C4 della strada sono i seguenti:

Categoria illuminotecnica C		
Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E in lux (valore minimo mantenuto)	U_0 (valore minimo)
C4	10	0,4

La figura di seguito mostra la curva fotometrica degli apparecchi utilizzati:



P 94.0 W

$\Phi_{Lampadina}$

$\Phi_{Lampada}$ 11700 lm

In corrispondenza di tali parametri sono stati eseguiti i calcoli illuminotecnici mediante l'ausilio di un software specifico (DIALux evo 9.0) e secondo le prescrizioni della ultima versione della Norma UNI EN 13201-2015.

2.5. Calcoli illuminotecnici: ambito stradale locale urbano

L'ambito considerato riguarda l'efficientamento dell'impianto di illuminazione pubblica esistente posto in ambito locale extraurbano. In tale ambito si è ritenuto di fondamentale importanza l'illuminazione dell'area con le caratteristiche illuminotecniche di strada extraurbana locale con traffico veicolare e pedonale.

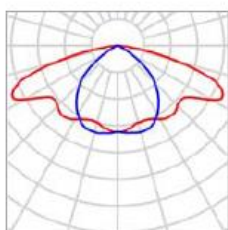
Le sorgenti sono state scelte tenendo conto delle tipologie di armature stradali e di sorgenti luminose attualmente installate e saranno costituiti da:

- lampade LED 50 W in apparecchi montati su funi (tesata a pareti) per illuminazione stradale;
- lampade LED 107 W e 76 W in apparecchi montati a testa palo su pali o su braccio per illuminazione stradale

I parametri illuminotecnici prescritti, in corrispondenza della classe illuminotecnica di progetto M4 della strada sono i seguenti:

Categoria illuminotecnica M					
Categoria	Luminanza della carreggiata a superficie asciutta			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di continuità
	Lm in cd/m ² (valore minimo mantenuto)	U ₀ (valore minimo)	U (valore minimo)	F _η in % (valore massimo)	R _{EI} (valore minimo)
M4	0,75	0,4	0,6	15	0,3

Le figure di seguito mostra la curva fotometrica degli apparecchi utilizzati:

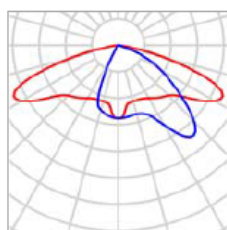


P 50.0 W

$\Phi_{\text{Lampadina}}$

Φ_{Lampada} 6200 lm

η

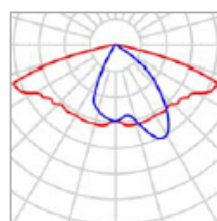


P 107.0 W

$\Phi_{\text{Lampadina}}$

Φ_{Lampada} 9976 lm

η



P 76.0 W

$\Phi_{\text{Lampadina}}$

Φ_{Lampada} 9400 lm

η

In corrispondenza di tali parametri sono stati eseguiti i calcoli illuminotecnici mediante l'ausilio di un software specifico (DIALux evo 9.0) e secondo le prescrizioni della ultima versione della Norma UNI EN 13201-2015

2.6. Calcoli illuminotecnici: ambito stradale locale urbano, centri storico, zone 30

L'ambito considerato riguarda l'efficientamento dell'impianto di illuminazione pubblica esistente posto in ambito locale urbano del centro storico. In tale ambito si è ritenuto di fondamentale importanza l'illuminazione dell'area con le caratteristiche illuminotecniche di strada locale urbana di centro storico con traffico prevalentemente pedonale.

Nella illuminazione di questi ambiti si è ovviamente considerata particolarmente importante l'illuminazione dei percorsi pedonali, ponendo l'accento sulla sicurezza dei pedoni che percorrono le strade e/o le piazze stesse e creando delle guide visive con gradevoli livelli di illuminamento e uniformità. Il riconoscimento facciale è normalmente ritenuto necessario per i pedoni, per cui in tali ambiti occorre soddisfare anche i requisiti supplementari di illuminamento verticale minimo (E_v, \min) e di illuminamento semicilindrico minimo (E_{sc}, \min).

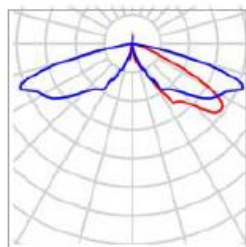
Le sorgenti sono state scelte tenendo conto delle tipologie di armature stradali e di sorgenti luminose attualmente installate e saranno costituiti da:

- lampade LED 50 W da installare in apparecchi montati a testa palo su pali e bracci ornamentali per illuminazione stradale.

I parametri illuminotecnici prescritti, in corrispondenza della classe illuminotecnica di progetto C3 della strada sono i seguenti:

Categoria illuminotecnica C		
Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E in lux (valore minimo mantenuto)	U ₀ (valore minimo)
C3	15	0,4

La figura di seguito mostra la curva fotometrica degli apparecchi utilizzati:



P 50.0 W

$\Phi_{\text{Lampadina}}$

Φ_{Lampada} 4750 lm

In corrispondenza di tali parametri sono stati eseguiti i calcoli illuminotecnici mediante l'ausilio di un software specifico (DIALux evo 9.0) e secondo le prescrizioni della ultima versione della Norma UNI EN 13201-2015.

3. ILLUMINAZIONE ARTISTICA DELLE FACCIATE

Il presente capitolo è finalizzato a individuare dal punto di vista illuminotecnico le scelte volte alla valorizzazione esterna della facciata di monumenti ed edifici storici nel Comune di Barrafranca. Da una parte vi è l'esigenza di allargare la fruibilità di detti spazi anche a scenari notturni di visita e/o di lavoro; dall'altra non può non essere opportunamente considerata la possibilità di una valorizzazione architettonica a tutto tondo che deve consentire a pieno la lettura degli elementi costitutivi della facciata. L'obiettivo è quindi capacità di sfruttare gli spazi esterni a fini aggregativi, ma anche possibilità di apprezzare lo spazio non solo come contenitore ma anche e soprattutto come quinta scenica capace di invogliare il visitatore alla scoperta dei contenuti architettonici.

Le soluzioni illuminotecniche dovranno accompagnare percettivamente il visitatore, saranno i sensi a condurre l'esperienza percettiva: direzione, intensità e colore sono gli elementi primari che contraddistinguono in questo ambito così architettonicamente ricco la luce:

- **direzione**, ovvero ricerca del miglior connubio tra evidenza del particolare e vista prospettica del complessivo;
- **intensità**, ovvero possibilità reale di modulare la quantità di luce e l'ampiezza del flusso luminoso;
- **cromatismo**, ovvero la verifica del giusto compromesso tra temperatura colore e resa cromatica.

Gli edifici oggetto di intervento sono specificati in elenco:

- Chiesa Maria SS. dell'Itria;
- Chiesa Maria SS della Stella;
- Chiesa Madre Maria Santissima della Resurrezione;
- Monastero delle Benedettine;
- Municipio di Barrafranca.

3.1. Proposta tecnica e scelta delle sorgenti

Definiti gli obiettivi in termini normativi, vanno considerate e valutate le caratteristiche meccaniche, costruttive e ovviamente illuminotecniche che gli apparecchi di illuminazione dovranno avere.

In base ai principi generali

- Direzione: dall'analisi architettonica delle superfici oggetto di studio è apparsa idonea un'idea di illuminazione fondata sul connubio di sorgenti ad emissione diffusa e sorgenti d'accento.
- Intensità: saranno da prediligere le soluzioni volte alla diversificazione locale del flusso luminoso e alla possibilità di sfumarne il fascio, anche al fine di consentire una "sovrapposizione" percettiva dei fasci.
- Cromatismo: l'obiettivo è quello di determinare la massima "riconoscibilità materica", la luce deve essere bianca e di tonalità calda a 3000K con indice di resa cromatica pari o superiore a 80.

In tutti contesti che di seguito si andranno ad analizzare è apparsa opportuna e necessaria la scelta di sorgenti a led. Questa tecnologia permette non solo di ridurre i consumi ma anche di limitare gli interventi di manutenzione grazie alla loro durata in termini di ore/vita. La scelta del

led ha l'obiettivo di fornire un metodo di illuminazione estremamente più affidabile ed efficiente dei sistemi di illuminazione dotati di tecnologia tradizionale.

Le sorgenti a led rappresentano una soluzione ideale per l'adeguata illuminazione di ambienti oggetto di restauro, essendo in grado di coniugare sicurezza e presentazione scenica. Come detto la luce a led ha un basso consumo e una lunga durata, di gran lunga superiore a quella delle lampade alogene, fluorescenti, a scarica e a ioduri metallici. Permette, perciò, di ridurre le sezioni dei cablaggi e quindi, l'impatto sulle strutture, e al contempo di contenere i costi di gestione e manutenzione. Oltre alla durata, i led sono, infatti, caratterizzati da un'efficienza molto superiore rispetto alle normali lampade tradizionali conseguendo un risparmio energetico di almeno il 50%. Per minimizzare l'intrusività dell'impianto, si utilizzeranno in genere proiettori a LED, installati a terra e/o a parete e con fascio luminoso limitato esclusivamente all'area da illuminare.

3.2. Soluzione progettuale: Chiesa Maria SS. dell'Itria

Per l'illuminazione della parte bassa della facciata si propone quindi l'utilizzo di apparecchi lineari ad incasso a led, consentendo di mettere in maggior risalto il portale principale.

Caratteristiche illuminotecniche:

- ✓ ottica 11°;
- ✓ colore LED 3000K;
- ✓ potenza 20W;

l'ottica stretta esalta le cornici e gli archi.

I proiettori da esterno creano un'illuminazione d'accento sulle campane posta sulla sommità dell'edificio. I cannocchiali asimmetrici consentono di direzionare con precisione l'emissione luminosa dei proiettori e garantiscono un effetto antiabbagliamento.

Caratteristiche illuminotecniche:

- ✓ ottica 20°;
- ✓ colore LED 3000K;
- ✓ potenza 8W.

Sul cornicione dell'edificio vengono installati altri profili lineari a LED.

Caratteristiche illuminotecniche:

- ✓ ottica 11°;
- ✓ colore LED 3000K;
- ✓ potenza 18W.



foto 1. Chiesa Maria SS. dell'Itria - ante intervento

3.3. Soluzione progettuale: Chiesa Maria SS. della Stella

Per l'illuminazione della parte bassa della facciata si propone l'utilizzo di apparecchi lineari ad incasso per risaltare l'ingresso.

Caratteristiche illuminotecniche:

- ✓ ottica 11°;
- ✓ colore LED 3000K;
- ✓ potenza 18 W.

I proiettori da esterno creano un'illuminazione d'accento sulle campane poste sul campanile. I cannocchiali asimmetrici consentono di direzionare con precisione l'emissione luminosa dei proiettori e garantiscono un effetto antiabbagliamento.

Caratteristiche illuminotecniche:

- ✓ ottica 20°;
- ✓ colore LED 3000K;
- ✓ potenza 8W.

Per accentuare la verticalità del campanile si utilizzeranno profili lineari LED con fascio stretto dall'alto al basso.

Caratteristiche illuminotecniche:

- ✓ ottica 18°;
- ✓ colore LED RGBW;
- ✓ potenza 45W.



foto 2. Chiesa Maria SS. della Stella

3.4. Soluzione progettuale: Chiesa Maria SS. della Resurrezione

Per l'illuminazione della parte bassa della facciata si propone l'utilizzo di apparecchi lineari ad incasso per risaltare l'ingresso.

Caratteristiche illuminotecniche:

- ✓ ottica 11°;
- ✓ colore LED 3000K;
- ✓ potenza 18 W.

I proiettori da esterno creano un'illuminazione d'accento sulle campane poste sul campanile. I cannocchiali asimmetrici consentono di direzionare con precisione l'emissione luminosa dei proiettori e garantiscono un effetto antiabbagliamento.

Caratteristiche illuminotecniche:

- ✓ ottica 20°;
- ✓ colore LED 3000K;
- ✓ potenza 8W.

Per accentuare la verticalità del campanile si utilizzeranno profili lineari LED con fascio stretto dall'alto al basso.

Caratteristiche illuminotecniche:

- ✓ ottica 18°;
- ✓ colore LED RGBW;
- ✓ potenza 45W.



foto 3. Chiesa Maria SS. della Resurrezione

3.5. Soluzione progettuale: Municipio di Barrafranca

Per l'illuminazione della facciata del Municipio di Barrafranca si propone l'utilizzo di profili lineari LED RGBW da installare nella parte alta dell'edificio in modo che la luce scende lungo la facciata fino al livello della strada.

Caratteristiche illuminotecniche:

- ✓ ottica 18°;
- ✓ colore LED RGBW;
- ✓ potenza 45W.

Gli apparecchi scelti hanno emissione stretta 18° che sottolinea gli elementi architettonici sporgenti.

Grazie a un pannello di controllo è possibile impostare diversi scenari luminosi che caratterizzino questa architettura con effetti scenografici sempre nuovi.



foto 4. Municipio di Barrafranca - ante intervento

4. ALTRI INTERVENTI

4.1. Sostituzioni quadri elettrici, pali per l'illuminazione e funi per gli apparecchi tesati

Da un'analisi visiva e tecnica effettuata sono stati individuati i seguenti interventi:

- sostituzione quadri elettrici;
- smantellamento pali;
- sostituzione pali

come di seguito specificato in dettaglio.

N. QUADRI da sostituire	UBICAZIONE
Q004,Q005	Via Monte Adamelio
Q010	Via Piemonte
Q012	Via Dello Stadio
Q013	Via Ferrero Grazia
Q015	Via Mulino Canale
Q016,Q017	Via Nino Martoglio
Q018	Via Coffari
Q019	Via Ciulla
Q022	Via Mazzini
Q023	Via San Giuseppe
Q026	Via Mintina
Q029	Via Caccio Montalto
Q032	Via Generale Cannata

Tabella 3—Elenco quadri elettrici in sostituzione

Ubicazione	PALI DA SOTITUIRE
Viale Signore Ritrovato	27 Pali da smantellare
Via della Pace	n. 1 palo a un braccio
Corso Italia	n. 6 pali ad un braccio e 1 palo a due bracci
Via Ferrero Grazia	n. 1 palo a un braccio e n. 1 palo a due bracci
Via Generale Cannata	n. 36 pali ad un braccio e 3 rimossi da rimettere
Da Via della Repubblica a Corso Garibaldi	n. 13 a un braccio e n. 7 a due bracci
Da via Monsignor Cravotta a Via Salvaggio	n. 14 pali a un braccio

Tabella 4 - Elenco pali da sostituire

I quadri elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni della Norma CEI 17-13. L'accesso alle parti interne dovrà tenere conto della sicurezza delle persone e della possibilità di venire accidentalmente a contatto con parti sotto tensione.

Nel caso specifico, i quadri oggetto di intervento, dovranno essere installati all'interno di appositi alloggiamenti apribili soltanto tramite specifico attrezzo da personale qualificato, secondo le disposizioni della CEI 11-27. Il quadro elettrico, e dunque i suoi componenti, dovranno avere un potere d'interruzione adeguato al valore della corrente di corto circuito.

La sostituzione delle funi per gli apparecchi tesi si effettuerà per le seguenti strade:

- *via Bellini, per un numero di 5 funi*
- *corso Italia, per un numero di 14 funi*
- *via Togliatti per un numero di 3 funi*
- *via Arno per un numero di 1 fune*
- *via Ferrara per un numero di 1 fune*
- *via Piemonte per un numero di 1 fune*
- *via Gorizia per un numero di 4 funi*
- *via Catania per un numero di 7 funi*
- *via Liguria per un numero di 2 funi*
- *via Oliveto per un numero di 1 fune*
- *via Paolo di Blasi per un numero di 7 funi*
- *via Monte Cervino per un numero di 1 fune*
- *via Sicilia per un numero di 11 funi*
- *via Campania per un numero di 12 funi*
- *via Lazio per un numero di 9 funi*
- *via Marche per un numero di 12 funi*
- *via Alfonzio Canzio per un numero di 3 funi*
- *via f.lli Candurra per un numero di 3 fune*
- *via f.lli Bevilacqua per un numero di 2 funi*
- *via Parr I. Giunta per un numero di 3 funi*
- *via G.F.Carafa per un numero di 1 fune*

- *via A. Canzio per un numero di 1 fune*
- *via Vetta dlitalia per un numero di 6 funi*
- *via Monviso per un numero di 5 funi*
- *via Monte Santo per un numero di 5 funi*
- *via Montello per un numero di 8 funi*
- *via Monte Grappa per un numero di 1 fune*
- *via Brennero per un numero di 6 funi*
- *via Cav. di V.Vveneto per un numero di 3 funi*
- *via Stelvio per un numero di 1 fune*
- *via Moncenisio per un numero di 4 funi*
- *via Cima Prenta per un numero di 5 funi*
- *via della Rinascita per un numero di 3 funi*
- *via pPsubio per un numero di 11 funi*
- *via Monte Nevoso per un numero di 2 funi*
- *via Monte Nero per un numero di 11 funi*
- *via Matteotti per un numero di 6 funi*
- *via Tripoli per un numero di 2 funi*
- *via G. Sasso italia per un numero di 2 funi*
- *via Maiella per un numero di 2 funi*
- *via Bologna per un numero di 4 funi*
- *via Trento per un numero di 1 fune*
- *via Puglia per un numero di 1 fune*
- *via Romagna per un numero di 9 funi*
- *via Trentino per un numero di 11 funi*
- *via Lombardia per un numero di 8 funi*

- *via Speciale per un numero di 5 funi*
- *via Mazzini per un numero di 20 funi*
- *via Passalacqua per un numero di 4 funi*
- *via Minniti per un numero di 8 funi*
- *via N. Martoglio per un numero di 15 funi.*

4.2. Cavidotti

Intervento in progetto è quello che prevede di

- interrare l'esistente linea aerea elettrica presente in via della Pace e per una lunghezza di 200 m con le seguenti prescrizioni.
- realizzazione della linea elettrica per la strada adiacente oleificio Giadone per una lunghezza di 125 metri;
- realizzazione della linea elettrica in zona Caldarella per una lunghezza di 300 metri.

Scelta del tracciato

Il tracciato delle linee è scelto nel rispetto delle norme comunali, delle distanze da altri sotto servizi, comprese le condotte idriche, fognarie acque bianche e nere e dai fabbricati. Il tracciato sarà il più breve possibile, rettilineo e parallelo ai confini degli eventuali fabbricati e seguirà il percorso, ove possibile, del marciapiede stradale.

Posizionamento cavidotto

Le linee elettriche saranno posate osservando le seguenti distanze:

- 0,50 m dal bordo carreggiata (cordolo stradale) o sulla recinzione dei lotti;
- 1,00 m o in aderenza al filo fabbricato o recinzione lotto (eventuale passaggio per portatori di handicap su sedie a ruote);
- 30 cm (situato inferiormente) da parallelismi con altre utenze elettriche, di segnalazione, di telecomunicazioni etc.

Pozzetti di derivazione e ispezione

In corrispondenza al piede di ogni apparecchio di illuminazione, di ogni dispersore di terra e ad ogni derivazione del tracciato si installeranno dei pozzetti in maniera tale da assicurare la necessaria sfilabilità dei cavi. Nei pozzetti saranno effettuate le derivazioni mediante giunti a muffola a resina colata, assicurando così un facile intervento nelle future manutenzioni.

I pozzetti saranno del tipo in resina rinforzata IP66, autoestinguenti non propaganti la fiamma, con chiusino di tipo carrabile pure in resine rinforzate apribile solo con utensili, con scritta superiore Illuminazione pubblica, per quelli di derivazione e in materiale termoplastico di tipo

carrabile, grado di protezione IP66, con coperchio ed eventuali setti separatori per l'installazione e l'ispezione dei dispersori di terra.

Sulle pareti dei pozzetti saranno praticati dei fori del diametro idoneo per ingresso dei cavidotti, opportunamente sigillati e sul fondo per il drenaggio dell'acqua e per la posa dell'eventuale picchetto di terra.

4.3. Ampliamento illuminazione pubblica

Piazzetta Padre Pio

Si prevede l'illuminazione della Piazzetta Padre Pio con l'installazione di pali con armatura a sorgente LED con le seguenti caratteristiche:

- potenza 50 W;
- 3000 K



foto 5. Piazzetta padre Pio - ante intervento

Piazza Fiore

L'illuminazione di piazza Fiore sarà potenziata con l'installazione nel lato opposto ai due corpi illuminanti già presenti di due proiettori su sostegno di pali.

Le caratteristiche dei proiettori sono le seguenti:

- potenza 150 W;



- 3000 K.

foto 6. Piazza Fiore- ante intervento

Strada adiacente Oleificio Giadone

L'illuminazione in progetto presso la strada adiacente l'Oleificio Giadone sarà del tipo su pali con linea elettrica interrata.

L'armatura stradale sarà con sorgente LED e potenza 76 W. si prevede l'inserimento di n. 4 pali distanti 30 metri.



foto 7. Strada adiacente Oleificio Giadone- ante intervento

zona Caldarella

L'illuminazione in progetto in zona Caldarella per un tratto di 300 metri prevede l'installazione di n. 10 pali con armatura stradale con sorgente LED, potenza 76 W e distanza dei pali di 30 metri.

5. SIMULAZIONE INTERVENTO DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

5.1. Principali assunzioni e finalità

Il prospetto è da considerarsi esclusivamente come una simulazione, pertanto i valori contenuti nel report sono il risultato di stime generate sulla base dei dati di input inseriti nel simulatore del portale GSE e delle ipotesi descritte di seguito:

- vita utile dell'impianto pari a 10 anni;
- consumi dell'impianto post intervento stimati sulla base delle potenze medie delle lampade a led sostitutive e delle ore equivalenti di accensione ricavate rispettivamente

dai valori medi dei dati nella disponibilità del GSE, relativi a impianti realizzati sul territorio nazionale, dal documento ENEA *"Sviluppo sistemi intelligenti per la gestione della "Smart Street"* e dalla norma UNI 11431;

- Valori dei prezzi di riferimento per la vendita dell'energia elettrica ai clienti finali aventi diritto al servizio di maggior tutela in bassa tensione per illuminazione pubblica forniti da Acquirente Unico ed elaborati come media per l'anno di riferimento 2020
- Prezzi delle lampade sostitutive determinati stimati sulla base dei valori medi dei dati nella disponibilità del GSE, relativi a impianti realizzati sul territorio nazionale e non rappresentativi di particolari condizioni installative;
- il fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio è stato posto pari al valore stabilito dalla Delibera EEN 3/08 *"Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica"* dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA);
- il fattore di emissione dell'energia elettrica in tonnellate di CO₂ è stato ricavato dal documento *"Fattori di emissione atmosferica di gas effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali paesi europei - Edizione 2020"* pubblicato dall'ISPRA; il fattore di accumulo della CO₂ è ricavato da elaborazioni GSE su dati di ricerche effettuate dall'istituto di Biometeorologia (IBIMET) del CNR.

i dati di input inseriti sono relativi alle potenze da 100 W, 150 W, 250 W e 400 W con tipologia SAP desunto dal censimento relativo all'illuminazione pubblica del Comune di Barrafranca contenuto nel documento *"Consistenza Barrafranca"* fornito dalla Stazione Appaltante.

COMUNE DI BARRAFRANCA (EN)
"RIQUALIFICAZIONE ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA RETE DI ILLUMINAZIONE
PUBBLICA DEL COMUNE DI BARRAFRANCA"

RELAZIONE SPECIALISTICA

Parametri caratteristici d'intervento. Modifica i valori proposti per personalizzare la tua simulazione.

Prezzo del preventivo
(IVA inclusa):

Potenza totale nuovo
impianto



Potenza totale nuovo impianto (kW)

185,5



Tipologia di regolazione del flusso luminoso



Notturna



3 Fasce



5 Fasce

Sintesi Economica



Esborso iniziale

1.510.368 €



Certificati Bianchi totale

295.100 €



Risparmio in bolletta annuo

226.906 €



Tempo ritorno investimento (anni)

6

Dettaglio Certificati Bianchi



Certificati Bianchi (TEE annui)

227



Durata incentivi (anni)

5



Valore TEE annui

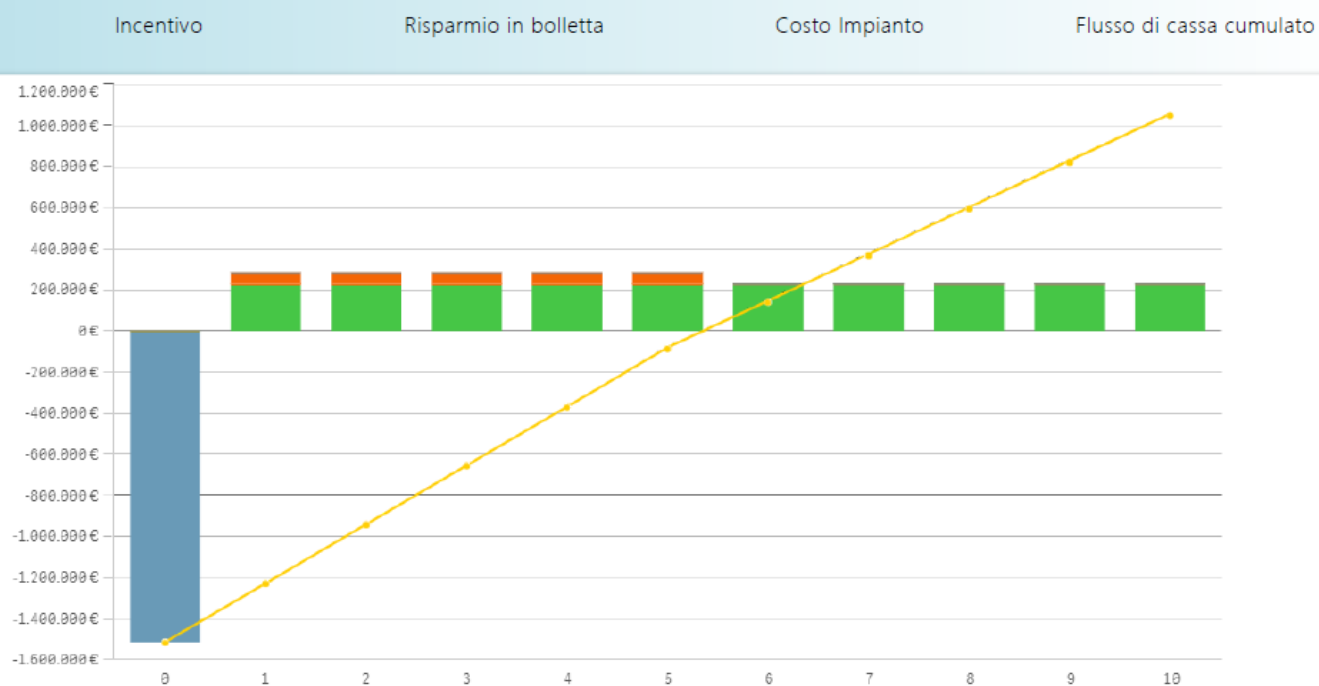
59.020 €



% incentivo su costo iniziale

20%

Grafico dei flussi di cassa



COMUNE DI BARRA FRANCA (EN)
 "RIQUALIFICAZIONE ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA RETE DI ILLUMINAZIONE
 PUBBLICA DEL COMUNE DI BARRA FRANCA"

RELAZIONE SPECIALISTICA

Benefici Ambientali Anni



Barili di petrolio

=



Tonnellate di CO2 non emesse

=



CO2 assorbita da

alberi di 10 anni

1.551

436,36

3.117

Confronto prima e dopo l'intervento

	PRIMA DELL'INTERVENTO	DOPO L'INTERVENTO
Tecnologie lampade	SAP	LED
Potenza assorbita dall'impianto (kW)	520,2	185,5
Tipologia di regolazione del flusso luminoso	Regolazione notturna	Regolazione 3 fasce
TEP/anno	348,9	122,2
Emissioni CO2 (tonn./anno)	671,6	235,2

Dettaglio consumi energetici

	PRIMA DELL'INTERVENTO	DOPO L'INTERVENTO	RISPARMIO
Consumo di energia elettrica (kWh/anno)	1.865.556	653.451	1.212.105
Costo fornitura energia elettrica (€/anno)	349.232	122.326	226.906

COMUNE DI BARRAFRANCA (EN)
*“RIQUALIFICAZIONE ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA RETE DI ILLUMINAZIONE
 PUBBLICA DEL COMUNE DI BARRAFRANCA”*

RELAZIONE SPECIALISTICA

Dettaglio flussi di cassa

Anno	Flusso di Cassa cumulato	Flusso di cassa annuo	Costo impianto	Incentivo	Risparmio in bolletta
0	- 1.510.368 €	- 1.510.368 €	- 1.510.368 €	-	-
1	- 1.224.441 €	285.926 €	-	59.020 €	226.906 €
2	- 938.515 €	285.926 €	-	59.020 €	226.906 €
3	- 652.589 €	285.926 €	-	59.020 €	226.906 €
4	- 366.663 €	285.926 €	-	59.020 €	226.906 €
5	- 80.737 €	285.926 €	-	59.020 €	226.906 €
6	146.169 €	226.906 €	-	-	226.906 €
7	373.075 €	226.906 €	-	-	226.906 €
8	599.981 €	226.906 €	-	-	226.906 €
9	826.887 €	226.906 €	-	-	226.906 €
10	1.053.793 €	226.906 €	-	-	226.906 €