



REGIONE  
LAZIO



Comune di Cassino (FR) - Attuazione del P.P. denominato "Master Plan per il Polo Universitario della Folcara"  
- REALIZZAZIONE DEL COLLEGE STUDENTI -

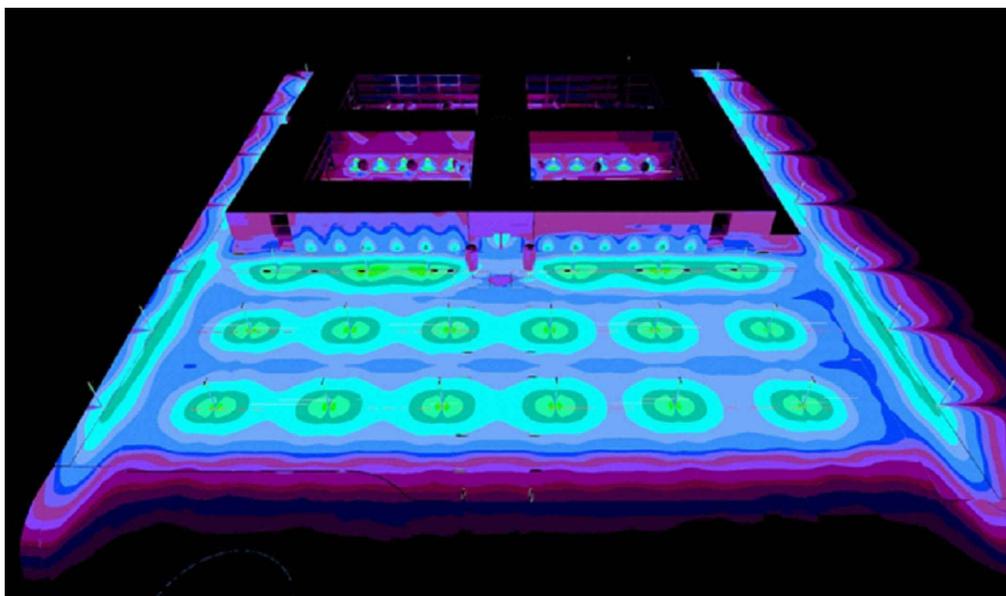
1° STRALCIO FUNZIONALE per 200 p.a.

(fasc. CDDPP: 93, cod. MIUR EFSWAMC/01, CUP: I39J02000060003)

2° STRALCIO FUNZIONALE per ulteriori 146 p.a.

(fasc. CDDPP: 252, cod. MIUR E7S9BE9/01, CUP: J35H11000050003).

## PROGETTO PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DELL'AREA ESTERNA PERTINENZIALE



Titolo Tavola:

### RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	N.ro Elaborato:
	<u>Ing. Carlo Canio ROSA</u>	<b>R-01</b>

## **L'organismo edilizio esistente**

Il college studenti di Cassino è stato sin qui realizzato in due fasi successive, un Primo Stralcio Funzionale per 200 posti alloggio ed un Secondo Stralcio Funzionale per ulteriori 146 posti alloggio (totale 346 posti alloggio). Di essi già il primo ha goduto della completa funzionalità poiché dotato di pressoché tutti i servizi generali previsti per l'intero complesso.

L'edificio è prioritariamente destinato ad offrire tutti i servizi connessi alla residenzialità necessaria agli studenti fuori sede dell'Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, secondo il programma funzionale definito dalla legge 338/2000; esso è dotato pertanto delle seguenti aree funzionali: residenza, spazi per attività di studio e riunioni, spazi per attività culturali e ricreative, spazi per servizi generali, spazi di supporto e servizi tecnologici, aree di connessione interne ed esterne.

## **Il progetto illuminotecnico**

Sia al fine di ottimizzare i consumi energetici per l'illuminazione e climatizzazione che per assicurare un elevato grado di sicurezza, ordinaria e in caso di emergenza, il tessuto connettivo dell'impianto di progetto è stato per quanto più possibile declinato in aree esterne piuttosto che in locali interni. In tal modo sia i percorsi di collegamento tra le varie aree che quelli interni alle stesse, essendo quasi interamente esterni all'edificio non necessitano di riscaldamento e raffreddamento, né di illuminazione diurna, e costituiscono di per se stessi luoghi sicuri.

Un ruolo fondamentale nella logica dell'articolazione spaziale dell'organismo edilizio è peraltro affidato agli spazi di aggregazione e socializzazione esterni, la cui funzione supera quella di mero connettivo, rappresentando, come nel programma funzionale nazionale, un ambito di valorizzazione delle potenzialità relazionali e inclusive che una struttura del genere può offrire.

Tutti questi spazi sono pertanto dotati di un impianto di illuminazione artificiale notturna, che nei percorsi di passaggio, come i ballatoi di distribuzione agli appartamenti e i disimpegni principali, nei bagni comuni e nelle aule studio e riunioni, sono automatizzati mediante comandi a sensori crepuscolari / di presenza combinati, mentre nelle aree dei cortili interni e dei parcheggi esterni sono comandati da sensori crepuscolari.

In ragione del valore funzionale superiore attribuito agli spazi esterni come luoghi di soggiorno e di attività relazionali, è stato adeguatamente considerato il ruolo dello scenario creato dall'illuminazione artificiale, curando la progettazione illuminotecnica con l'approccio del lighting design oltre il mero risultato quantitativo legato con gli illuminamenti alla funzione visiva.

## **La tecnologia adottata**

Per quanto riguarda il tipo di corpi illuminanti, la tecnologia accessibile a costi standardizzati all'epoca della progettazione esecutiva dei due stralci funzionali sin qui realizzati (rispettivamente anno 2005 e 2010), ancora non offriva i sistemi LED come soluzione alternativa per costi, livelli di prestazione e semplicità di gestione.

Negli ultimi cinque anni il progresso che ha coinvolto questa nuova tecnologia (sviluppata sul rivoluzionario principio di produzione della emissione luminosa per impulso elettronico su particolari diodi), è stato formidabile in particolare sotto il profilo del rendimento energetico (rapporto lumen/Watt) e qualità della luce

emessa (coefficiente di restituzione del colore), prestazioni che hanno definitivamente reso le sorgenti LED, già nettamente superiori alle precedenti per durabilità, indiscusse protagoniste della nuova era dell'illuminazione artificiale.

Questo breve lasso di tempo, con una velocità inedita nella storia industriale, ha visto le sorgenti a LED sostituire integralmente, nei cataloghi delle aziende di settore, l'eterogenea congerie delle consolidate sorgenti "tradizionali" (incandescenti, fluorescenti, a scarica di gas), ciascuna forte in uno specifico campo di applicazione in ragione delle precipue caratteristiche, ma tutte carenti rispetto agli altri parametri tecnici, al punto che nessuna di esse risultasse preferibile in assoluto alle altre.

### **Il progetto di efficientamento**

I vantaggi della nuova tecnologia LED sono pertanto riconosciuti ed affermati non solo commercialmente, come testimoniato dalla generale conversione del mercato, ma anche sotto la lente che la legislazione europea e nazionale ha adottato per le attuali politiche ambientali, che puntano alla urgente taglio delle emissioni clima alteranti attraverso la riduzione dei consumi energetici, oltre che mediante la conversione alle fonti energetiche rinnovabili.

Il Conto Termico ha così introdotto incentivi economici anche a favore della sostituzione degli apparecchi illuminanti esistenti, con nuovi apparecchi dotati di sorgenti LED se aventi rendimento luminoso della lampada superiore a 80 lumen/watt.

Oltre questa soglia di rendimento energetico gli apparecchi a sorgenti LED superano pertanto le precedenti tecnologie sotto tutti i profili prestazionali, unendo ad essa la durabilità superiore alle 50.000 h e la resa cromatica ormai superiore al 90%, che le vecchie sorgenti perdono quando cercano di guadagnare in rendimento.

Con il presente progetto di efficientamento si è pertanto proceduto all'adeguamento dell'impianto di illuminazione esterna del College Studenti alle prestazioni offerte dalle nuove sorgenti secondo i criteri di seguito descritti rispettivamente per le diverse aree funzionali, così individuate:

1. Ballatoi di distribuzione ai piani;
2. Vani scala;
3. Cortili interni e percorsi piano terra;
4. Illuminazione facciate;
5. Parcheggi e viabilità esterna.

Le aree di intervento prima ancora che per destinazione d'uso si suddividono nei due lotti funzionali con i quali l'intervento complessivo della realizzazione del College Studenti della Folcara è stato attuato: Il Primo Stralcio Funzionale da 200 posti alloggio, ultimato nel 2013, ed il Secondo Stralcio Funzionale per ulteriori 146 posti alloggio appena ultimato.

### Qualità della luce

Estrema importanza è attribuita alla qualità della luce, ai fini del benessere visivo e di conseguenza della reale fruibilità degli spazi esterni. Per le sorgenti a luce bianca si prescrive una temperatura di colore calda a 3000 °K, e un indice di resa cromatica superiore a 80 per le aree interne e 70 per i parcheggi e la viabilità.

## **PRIMO STRALCIO FUNZIONALE DA 200 POSTI ALLOGGIO**

La struttura completata nel 2013 è in esercizio da alcuni anni e la dotazione impiantistica tutt'ora in uso. L'impianto di illuminazione esterna è stato attivato con le apparecchiature previste nel progetto esecutivo del 2005, pertanto con le tecnologie standard dell'epoca (sorgenti fluorescenti, ed a scarica). Il presente progetto di efficientamento prevede quindi la rimozione degli apparecchi esistenti e la sostituzione con i nuovi, secondo i seguenti criteri:

### **1. BALLATOI DI DISTRIBUZIONE AI PIANI**

Gli apparecchi a luce indiretta installati, del tipo ad applique a parete con emissione uplight, sono cablati con sorgenti fluorescenti ad alimentatore elettromagnetico. Il loro funzionamento presenta peraltro problemi derivanti dalla prontezza di risposta alle accensioni comandate dai sensori di presenza/crepuscolari, che a volte data la velocità dei passaggi non riesce ad adempiere alla funzione in modo adeguato e manifesta un veloce degrado delle componenti attive.

Anche l'azienda produttrice degli apparecchi installati, come tutte le principali aziende del settore, ha implementato nel proprio catalogo le sorgenti a LED e il modello installato nei ballatoi è stato riconfermato attrezzato con le nuove sorgenti.

L'intervento prevede pertanto di conservare l'armatura degli apparecchi installati sostituendo le parti attive al suo interno con un nuovo cablaggio LED, ottenendo il seguente risultato: Potenza ridotta da  $2 \times 42W = 84W$  a 46W, Flusso luminoso da 6400 lm a 6240lm. Pertanto a fronte di un flusso quasi invariato si ottiene la riduzione della potenza impegnata pari al 45%, su un totale di n. 126 apparecchi si prevede la riduzione di potenza pari a W 4.788.

Questa sostituzione sarà effettuata anche per tutti gli apparecchi dello stesso tipo installati a parete nei due androni di accesso ai cortili interni dal fronte nord dell'edificio, su cui sono distribuiti tutti i locali ricreativi del complesso residenziale.

È altresì previsto il completamento della dotazione con una serie di apparecchi a LED di bassa potenza per luci di cortesia sull'uscio degli alloggi, costituiti da plafoni da 2.9 W, con lente wall washer.

Al piano terra, la serie di accessi ai locali insistenti sulle facciate dei cortili interni non impegnata dai ballatoi di distribuzione sarà dotata di applique a parete in sostituzione delle esistenti, costituite da apparecchi a LED dello stesso tipo di quelli delle scale ma nella versione a singola emissione downlight di potenza pari a 12 W e flusso di 1700 Lm,

### **2. VANI SCALA**

Gli apparecchi esistenti dotati anch'essi di lampade fluorescenti, non essendo più in produzione saranno sostituiti da nuovi apparecchi a LED, a doppia emissione uplight/downlight, con potenza rispettivamente di 7W e 14W, nonché flusso di 650 Lm e 1400 Lm.

### 3. CORTILI E PERCORSI INTERNI A PIANO TERRA

Le corti scoperte interne al complesso edilizio sono allestite con aiuole a vasca, dimensioni in pianta di mt. 6x6, contenute in muretti in muratura di tufo, spesso integrati da panche per sedute rivestite in lastre di travertino. Nelle murature sono incassati sia sul lato esterno che su quello interno, n. 72 apparecchi a luce indiretta a pavimento o nelle aiuole, attualmente cablati con sorgenti fluorescenti.

Anche di questa tipologia non è più rintracciabile a catalogo la corrispondente soluzione a LED, si prevede pertanto la sostituzione dell'apparecchio con incassi a luce diffusa per camminamenti, verniciati ad effetto CORTEN, dotato di sorgente a LED, pertanto n. 72 apparecchi della potenza di 9W con un flusso corrispondente a 1420 Lm, superiore a quello esistente a fronte di una ridotta potenza impegnata.

Negli stessi spazi esterni insiste una serie di aiuole a raso sedi di essenze di medio fusto, la cui presenza notturna è valorizzata dalla luce di apparecchi ad incasso con emissione uplight e sorgenti fluorescenti. Anche questi saranno sostituiti da apparecchi LED con simili caratteristiche del fascio di emissione, n. 34 apparecchi di potenza pari a 18W e flusso di 2950 Lm.

Lungo il percorso del portico centrale per l'illuminazione indiretta di questo spazio saranno impiegati apparecchi dello stesso tipo, ma di taglia ridotta, anche per la sostituzione degli attuali incassi a pavimento con sorgenti a scarica, distribuiti lungo il percorso del portico centrale per l'illuminazione indiretta di questo spazio. Sono infatti previsti n. 19 apparecchi da 12W e 1850 Lm.

### 4. FACCIAE

Le facciate Est e Ovest dell'edificio sono animate da apparecchi wall washer incassati a terra, posti nelle aiuole lineari al loro piede. Attualmente anch'essi cablati con sorgenti fluorescenti, saranno sostituiti da apparecchi lineari a LED, che sul fronte Est saranno del tipo a cambiocolore RGBW, con potenze e dimensioni variabili a seconda del tipo di luce bianco o RGBW, e del luogo di installazione:

- apparecchio lineare a luce bianca di potenza pari a 20 W e flusso di 1740 Lm: n. 3;
- apparecchio lineare a luce RGBW, con potenza di 40W e flusso di 2970 Lm: n. 6;
- apparecchio lineare mini a luce bianca di potenza pari a 6,5 W e flusso pari a 570 Lm: n. 4.

### 5. PARCHEGGI E VIABILITÀ

Il parcheggio esistente è illuminato con apparecchi su palo cablati con lampade a scarica e ottiche calibrate in funzione della ottimale copertura della superficie stradale e della schermatura delle adiacenti facciate. Questi apparecchi saranno sostituiti con apparecchi a LED di nuova generazione, anch'essi con ottiche diversificate secondo i requisiti illuminotecnici ed il comfort richiesto, le potenze saranno comunque uniformi pari a circa 87 W per apparecchio, con flusso pari a circa 8750 Lm, per un totale di n. 27 apparecchi.

### **SECONDO STRALCIO FUNZIONALE PER ULTERIORI 146 POSTI ALLOGGIO**

In questo ambito gli apparecchi di progetto non sono stati installati in previsione dell'efficientamento programmato con il presente progetto, pertanto saranno forniti e posti in opera la seguente serie di apparecchi

senza l'onere della rimozione di quelli esistenti, replicando le aree funzionali, e quindi le tipologie di apparecchi già descritti per il Primo Stralcio Funzionale.

#### 6. BALLATOI DI DISTRIBUZIONE AI PIANI

L'intervento prevede pertanto in questo caso il montaggio di nuovi apparecchio con sorgenti LED, dello stesso catalogo dell'azienda produttrice degli apparecchi installati negli spazi del precedente Stralcio Funzionale, per il totale di n. 6 apparecchi a luce indiretta 46W, Flusso luminoso da 6240 Lm.

È altresì previsto il completamento della dotazione con una serie di apparecchi a LED di bassa potenza per luci di cortesia sull'uscio degli alloggi, costituiti da plafoni da 2.9 W, con lente wall washer, per n. 62 apparecchi.

Al piano terra, la serie di accessi ai locali insistenti sulle facciata dei cortili interni non impegnata dai ballatoi di distribuzione sarà dotata di applique a parete in sostituzione delle esistenti, costituite da apparecchi a LED dello stesso tipo di quelli delle scale ma nella versione a singola emissione downlight di potenza pari a 12 W e flusso di 1700 Lm, per n. 7 apparecchi.

#### 7. VANI SCALA

Gli apparecchi esistenti dotati anch'essi di lampade fluorescenti, non essendo più in produzione saranno sostituiti da nuovi apparecchi a LED, a doppia emissione uplight/downlight, con potenza rispettivamente di 7W e 14W, nonché flusso di 650 Lm e 1400 Lm, per n. 40 apparecchi.

#### 8. CORTILI E PERCORSI INTERNI A PIANO TERRA

Nelle aiuole delle corti scoperte interne al complesso edilizio si prevede l'installazione degli apparecchi ad incasso verniciati ad effetto CORTEN e con sorgenti LED, pertanto n. 74 apparecchi della potenza di 9W con un flusso corrispondente a 1420 Lm, superiore a quello esistente a fronte di una ridotta potenza impegnata.

Lungo il percorso del portico centrale per l'illuminazione indiretta di questo spazio saranno impiegati apparecchi dello stesso tipo, ma di taglia ridotta, anche per la sostituzione degli attuali incassi a pavimento con sorgenti a scarica, distribuiti lungo il percorso del portico centrale per l'illuminazione indiretta di questo spazio. Sono infatti previsti n. 22 apparecchi da 12W e 1850 Lm.

#### 9. FACCIAE

- apparecchio lineare a luce bianca di potenza pari a 20 W e flusso di 1740 Lm: n. 16;
- apparecchio lineare a luce RGBW, con potenza di 40W e flusso di 2970 Lm: n. 6;

#### 10. PARCHEGGI E VIABILITÀ

Saranno installati apparecchi a LED di nuova generazione, con ottiche diversificate secondo i requisiti illuminotecnici ed il comfort richiesto, le potenze saranno comunque uniformi pari a circa 87 W per apparecchio, con flusso pari a circa 8750-9070 Lm, per un totale di n. 27 apparecchi.

### TABELLA RIEPILOGATIVA PRESTAZIONI EFFICIENTAMENTO

SCENARIO	Descrizione	Quantità	Flusso totale	Potenza Totale	Consumo annuo	Costo energetico	Costo manutenzione
		<i>n.</i>	<i>lumen</i>	<i>Watt</i>	<i>kWh/anno</i>	<i>€/anno</i>	<i>€/anno</i>
ATTUALE	Primo Stralcio	374		24 370,00	42 635,65	€ 8 527,13	€ 14 960,00
	Secondo Stralcio	290		12 429,00	29 722,68	€ 5 944,54	€ 11 600,00
	Sommano	664		36 799,00	72 358,33	€ 14 471,67	€ 26 560,00
NUOVO	Primo Stralcio	455		5 376,00	25 566,06	€ 5 113,21	€ 6 825,00
	Secondo Stralcio	333		8 554,00	16 425,73	€ 3 285,15	€ 4 995,00
	Sommano	788		13 930,00	41 991,79	€ 8 398,36	€ 11 820,00
<b>Raffronto</b>		<b>124</b>		<b>-22 869,00</b>	<b>-30 366,54</b>	<b>-€ 6 073,31</b>	<b>-€ 14 740,00</b>

#### INCENTIVI INTRODOTTI DAL CONTO TERMICO (D.M. MISE 16/02/2016 “Secondo Conto Termico”)

Il D.M. 16.02.2016 ha corretto l'esistente strumento normativo di incentivazione degli interventi di risparmio energetico indirizzati per la prima volta anche alle pubbliche amministrazioni, per una serie di interventi “virtuosi”. Tra questi è prevista la concessione di un incentivo economico pari al 40% del costo di acquisto di apparecchi illuminanti dotati di sorgenti a LED con rendimento alla lampada superiore a 80 Lumen/Watt.

Tutti gli apparecchi previsti, a parte soltanto quelli dotati di sorgenti cambicolor RGBW, sono specificati con rendimenti alla sorgente LED superiori ad 80 Lumen/Watt.

L'ente committente potrà pertanto accedere all'incentivo sulla quota parte di finanziamento a proprio carico.