

IL·LUMINACIÓ DELS EDIFICIS BIBLIOTECARIS

Gerència de Serveis de Biblioteques
Secció de Programació Territorial i Equipaments
Unitat d'Arquitectura Bibliotecària

Barcelona, agost 2019



**Diputació
Barcelona**

Xarxa de Biblioteques Municipals

En aquest document trobareu informacions tècniques i recomanacions que poden servir de guia per a la realització dels projectes d'il·luminació de biblioteques noves, així com per millorar el sistema d'il·luminació dels edificis bibliotecaris existents.

Sumari

- 1 - La il·luminació dels edificis bibliotecaris
- 2 - Components d'una bona il·luminació
- 3 - Nivells d'il·luminació
- 4 - Condicions d'il·luminació per a cada àrea d'activitat
- 5 - Ubicació de les fonts de llum
- 6 - Elecció de les fonts de llum
- 7 - Sistemes de gestió i estalvi energètic
- 8 - Cas pràctic

1 - LA IL·LUMINACIÓ DELS EDIFICIS BIBLIOTECARIS

El confort lumínic s'obté a partir dels següents factors: la llum natural i la il·luminació artificial.

La llum natural, provinent del sol, és gratuïta i varia al llarg del dia, de l'estació de l'any, de les condicions climàtiques, de la situació geogràfica i de l'orientació i configuració de l'edifici. En la majoria dels casos es fa necessari establir, tant en les façanes com en la coberta, mecanismes fixos o mòbils de modulació de la llum solar (cornises, persianes, cortines, làmines filtrants, etc.).

La il·luminació artificial, en canvi, pot obtenir-se a voluntat en l'espai i en el temps, però té un cost econòmic i energètic considerables.

La il·luminació artificial de la biblioteca ha de resoldre les següents demandes:

- Oferir la qualitat i els nivells d'il·luminació requerits per a cada activitat, sense oblidar els espais exteriors vinculats a la biblioteca (aparcaments, camins, escales i rampes, patis, etc.) i els espais residuals que puguin ocasionar inseguretat.
- Configurar un ambient acollidor.
- Permetre canvis de distribució de mobiliari.
- Vetllar per l'estalvi energètic.

2 - COMPONENTS D'UNA BONA IL·LUMINACIÓ

La il·luminació artificial ve determinada per l'elecció de les làmpades¹ i les llumeneres². El confort visual, entès com la satisfacció visual creada per la il·luminació, depèn dels següents factors:

- Tipus d'il·luminació (directa, difusa, indirecta, etc.).
La il·luminació directa es recomana per als espais de treball, les sales de conferències, etc.

¹ Làmpada: Font de llum construïda per produir una radiació òptica, generalment visible.

² Llumenera: Aparell que distribueix, filtra i transforma la llum emesa per una o varies làmpades i que, a més dels accessoris necessaris per fixar-les, protegir-les i connectar-les al circuit d'alimentació, conté els equips auxiliars necessaris per al seu funcionament.

La indirecta, que es caracteritza per la sensació de claretat i l'ausència d'enlluernament, es recomana per als llocs de treball amb ordinadors, per donar llum ambiental als espais de treball i quan es vol aconseguir una il·luminació uniforme i sense ombres.

- **Color.**
Els estudis relacionats amb la psicologia de la llum certifiquen que els colors de llum càlids produeixen activitat i proximitat, i els colors freds produeixen descans i llunyania.
El color de la llum, o temperatura de color, s'ha de definir en el moment de l'elecció de les làmpades, i es mesura en graus Kelvin. A menor temperatura de color, major sensació de calidesa.
Per a les biblioteques, on es vol tenir un ambient acollidor, es recomana la llum càlida, amb una **temperatura de color de 3.000° Kelvin**.
- **Uniformitat.**
Es recomana mantenir una certa uniformitat d'il·luminació i evitar els contrastos per no fer treballar tant l'ull. La relació entre la il·luminació mínima i la il·luminació mitjana hauria de ser de 0,5.
- **Reproducció cromàtica (Ra).**
És la capacitat de les làmpades de reproduir amb fidelitat els colors dels objectes. Per a les biblioteques es recomana un Ra superior a 80.
- **Enlluernament.**
El disseny de les llumeneres ha d'evitar l'enlluernament, de manera que la llum arribi al pla de treball però no als ulls de qui està treballant.
Les llumeneres han de tenir un UGR (Índex d'enlluernament unificat) inferior a 19.
- **Reflexió.**
Quan la llum incideix en una superfície, la llum reflectada varia en funció del to clar o fosc de la superfície.
El coeficient de reflexió³ del color blanc és del 80%, mentre que el dels colors foscos com el marró fosc o el negre oscil·la entre el 3% i el 5%.
Els estudis relacionats amb la psicologia de la llum certifiquen que els colors clars animen i alleugeren, i els colors foscos deprimeixen.
Un altre factor important de la reflexió de la llum és la brillantor produïda per l'acabat dels materials dels revestiments i del mobiliari. Per a un major confort es recomanen els acabats mates.
Paral·lelament, la reflexió de les superfícies varia en funció de la posició. Es recomana un factor de reflexió superior al 70% per als sostres, d'entre el 30 i el 70% per a les parets i del 20 al 40% per als terres.

3 - NIVELLS D'IL·LUMINACIÓ

El nivell d'il·luminació és la quantitat de llum que incideix en una superfície quan és il·luminada per una font de llum. La unitat de mesura és el lux (lux=lumen/m²).

El nivell d'il·luminació és inversament proporcional al quadrat de la distància que hi ha entre la font de llum i la superfície a il·luminar. En les biblioteques es calcula generalment sobre el pla de treball, que es situa entre 70 i 80 cm per sobre del terra.

A continuació s'especifica el nivell d'il·luminació recomanat en funció del tipus d'activitat.

ACTIVITAT	NIVELL D'IL·LUMINACIÓ (lx)
Espais de treball i taulells d'atenció	500

³ Coeficient de reflexió: És la relació entre la quantitat de llum incident i la reflectada en una superfície com a conseqüència del seu to clar o fosc.

Treball amb ordinador	de 150 a 300
Prestatgeries de lliure accés	de 200 a 400 Mínim 200 al prestatge inferior
Vestíbul - Àrea d'accés	de 250 a 400
Espai polivalent (conferències, actuacions, etc.)	300 llum ambient Regulable entre 0 i 400 en funció de l'activitat
Exposicions	de 300 a 700
Sala de reunions	de 100 a 300
Taller d'activitats	de 300 a 500
Sala de formació	500
Magatzem de fons documental	de 200 a 300
Magatzem de materials patrimonials	de 20 a 50 Es requereix un estudi específic en funció el material emmagatzemat
Magatzem logístic	de 150 a 200
Oficines i despatxos	500
Espai de descans	200
Espais de circulació	de 150 a 300
Lavabos	De 100 a 200

4 - CONDICIONS D'IL·LUMINACIÓ PER A CADA ÀREA D'ACTIVITAT

4.1 - Espais de treball

Des del punt de vista del confort visual i de l'estalvi energètic, en els espais de treball es recomana que l'usuari pugui regular el nivell d'il·luminació i la direcció de la llum en funció de les necessitats. Això es pot aconseguir incorporant al mobiliari unes llumeneres que permetin aquesta regulació o bé amb un sistema d'il·luminació, independent del mobiliari, amb control remot. La primera opció té com a inconvenients la manca de flexibilitat (perquè els mobles han d'estar connectats a una presa de corrent) i el manteniment (pels problemes derivats de la manipulació dels aparells per part dels usuaris). La segona opció té, a priori, un cost econòmic superior.

- Taules:
Uniformitat i intensitat necessàries sobre el pla de treball.
La ubicació de la font de llum ha d'evitar ombres per als esquerrans.
Les taules contínues, generalment adossades a elements arquitectònics perimètrics com façanes, canvis de nivell i envans, requereixen un emplaçament de la font de llum que eviti les ombres provocades pels mateixos usuaris.
- Treball amb ordinador:
No pot haver incidència directa de llum natural a les pantalles d'ordinador. Per tant, es desaconsella orientar les pantalles a les obertures exteriors.
Tampoc pot haver reflexos de llum artificial. La font lluminosa s'ha de situar darrere dels equips i en un punt elevat. La llum indirecta és la solució més eficaç.

4.2 - Prestatgeries

Per tenir una òptima visió del fons exposat, tant les lleixes superiors com les inferiors han de rebre el nivell d'il·luminació recomanat anteriorment. La solució més efectiva és la llumenera lineal paral·lela a les prestatgeries, de manera que la llum banya el pla vertical i il·lumina perfectament els documents.

- Prestatgeries de lliure accés:
Per aconseguir una òptima visió del fons, les llumeneres poden estar incorporades a les prestatgeries o bé estar separades. Amb la primera opció es

perd flexibilitat, donat que cada prestatgeria ha d'estar connectada a una presa de corrent. En el segon cas les prestatgeries han de col·locar-se en funció de la ubicació de les llumeneres.

Una solució més flexible pot ser la disposició de llumeneres perpendicular a les prestatgeries, amb una distància entre llumeneres que garanteixi el nivell d'il·luminació adequat.

- Prestatgeries compactes:
Donat que en aquests casos el passadís de treball és variable, es recomana que l'alineació de les llumeneres sigui perpendicular a la de les prestatgeries.

La reflexió de la llum produïda pel color i el material d'acabat del paviment poden ajudar a aconseguir el nivell adequat en les lleixes inferiors (200 lux).

4.3 - Altres àrees d'activitat

- Taulells i punts d'atenció:
Il·luminació concentrada sobre el pla de treball.
El disseny i la ubicació de les llumeneres poden ajudar a que els usuaris identifiquin més fàcilment aquests punts d'atenció.
- Espai polivalent (conferències, actuacions, etc.), exposicions i altres àmbits (espais informals, joves, música, etc.):
Il·luminació flexible i direccional adaptada als diferents usos, amb sistemes de regulació d'intensitat que permetin arribar als nivells d'il·luminació requerits.
En els espais expositius es recomana una il·luminació que banyi les parets.

5 - UBICACIÓ DE LES FONTS DE LLUM

La ubicació de les fonts de llum és una variable que requereix especial atenció. Cal fer una valoració objectiva dels avantatges i els inconvenients en el moment de decidir la relació entre la font de llum i el mobiliari.

Recomanacions generals:

- Apropar la llum al pla de treball per aconseguir una instal·lació més eficient, sempre que això no comporti perdre la flexibilitat de l'espai o provoqui problemes de manteniment i vandalisme.
- Les llumeneres han de ser prou accessibles com per facilitar la reposició de les làmpades.

Hi ha dues opcions:

- Il·luminació independent del mobiliari:
El principal avantatge és la flexibilitat per modificar la distribució del mobiliari.

Es pot optar per una il·luminació uniforme o per un sistema amb diferents tipus de fonts de llum que proporcionin diversitat ambiental, ja sigui amb una retícula de carrils electrificats per poder canviar el model i l'emplaçament de les llumeneres, o bé amb un sistema que permeti gestionar diferents condicions d'il·luminació amb control remot.



- Il·luminació incorporada al mobiliari:
Aquesta opció permet oferir el nivell d'il·luminació necessari en el pla de treball sense necessitat de proporcionar el mateix nivell en tots els espais, amb el consegüent estalvi energètic.
Els inconvenients són la manca de flexibilitat deguda a que els mobles han d'estar connectats a una presa de corrent, el manteniment i el vandalisme.

La manca de flexibilitat es pot compensar amb un sistema de cablatge (canalitzacions encastades al paviment, terra tècnic, etc.) que permeti una certa mobilitat i admeti reajustaments.

En funció del tipus i característiques de la biblioteca, es pot optar per una combinació de les dues opcions.



6 - ELECCIÓ DE LES FONTS DE LLUM

Aspectes a tenir en compte en el moment d'escollir les làmpades i les llumeneres:

- Cost inicial i cost de reposició.
- Resistència i durabilitat.
- Color de la llum emesa.
- Disseny de les llumeneres que faciliti la reposició de les làmpades.
- Eficàcia lluminosa⁴.

Hi ha tres tipus de sistemes de generació de llum artificial mitjançant energia elèctrica:

- Incandescència (Incandescència i Halògenes).
- Luminescència (Fluorescència lineal i compacta, Inducció, Vapor de mercuri, Vapor de sodi i Halogenurs metàl·lics).
- LED (Light Emitting Diode).

Des del punt de vista d'eficàcia lluminosa, durabilitat i cost, el sistema més recomanable per als edificis bibliotecaris és el LED, tot i que també es pot considerar la fluorescència. La resta d'opcions poden servir puntualment per resoldre determinats àmbits o situacions.

6.1 - LED:

És un sistema molt robust i resistent als impactes que proporciona una llum direccional que permet regular la intensitat, tot i que cal controlar l'enlluernament. Té una correcta reproducció cromàtica, molt bona eficàcia lluminosa i vida útil molt llarga.

En aquesta tecnologia, la làmpada i la llumenera van juntes. Per tant, la elecció del sistema implica un compromís amb un únic fabricant. El fet que cada fabricant produeixi els seus propis models sense massa homogeneïtat, fa que hi hagi una gran varietat de productes amb característiques, qualitats, garanties i preus molt diferents. Es recomana fer un estudi rigorós, considerant totes les variants, abans de decidir la solució.

Hi ha l'opció dels "retro fit", que són làmpades amb tecnologia LED que es col·loquen en llumeneres convencionals. Aquesta opció no es considera recomanable com a solució global perquè no ofereix les mateixes garanties, tot i que pot ser convenient per a determinats casos.

El preu d'una instal·lació LED és superior als altres sistemes de generació de llum, però els estudis realitzats certifiquen que en 3 anys es recupera el sobre-cost.

Es tracta d'un sistema d'il·luminació en constant evolució i es preveuen millores a curt termini, sobre tot les relacionades amb en l'eficàcia lluminosa, el color de la llum i el preu. Donat que les dades d'aquest document poden haver variat amb el temps, es recomana que es verifiquin a mesura que avanci la tecnologia.

⁴ Eficàcia lluminosa (lumen/Watt): És la relació entre la quantitat de llum emesa per una làmpada i la potència energètica que consumeix.

6.2 - Fluorescència:

Aquest sistema proporciona llum uniforme, bona reproducció cromàtica, elevada eficàcia lluminosa i una vida útil considerable. El mercat ofereix una àmplia gama de formats i de colors de la llum (temperatura de color). En contrapartida, no es pot regular la intensitat de la llum.

	LED	Fluorescència
Eficàcia lluminosa (lumen/Watt)	100 - 200	60 - 100
Vida útil (hores)	150.000	10.000 - 30.000
Temperatura de color (° Kelvin)	2.700 – 6.000	2.700 – 6.000
Reproducció cromàtica (Ra)	70 - 95	100
Emissió de calor	Baix	Baix
Preu	Alt	Mitjà

7 - SISTEMES DE GESTIÓ I ESTALVI ENERGÈTIC

La meitat del consum energètic en l'àmbit municipal es deu a l'enllumenat. Per afavorir l'estalvi energètic i controlar la despesa econòmica cal establir mecanismes que ajudin a aconseguir estrictament els objectius previstos, és a dir, proporcionar la quantitat i qualitat de llum que fa falta, en el moment en que fa falta i en el lloc on fa falta.

A continuació s'indiquen alguns d'aquests mecanismes:

- Sistemes de control independents per a cada àrea d'activitat.
- Detectores de necessitat d'il·luminació.

Les cèl·lules fotoelèctriques, els detectors de presència i els programes horaris permeten les següents opcions:

- Tenir un nivell d'il·luminació adequat al funcionament normal de l'espai i un altre nivell més baix per a quan la biblioteca està tancada al públic i es fan feines de manteniment o neteja.
- Tenir un interruptor general que mantingui tots els llums de l'edifici apagats quan es preveu que no hi hagi activitat.
- Regular els llums situats a prop de les finestres i claraboies en funció de la il·luminació natural.
- Gestionar la il·luminació en zones d'ús esporàdic (passadissos, lavabos, aules, etc.).
- Interruptors accessibles exclusivament pel personal bibliotecari, preferiblement propers als taulells d'atenció. S'exceptuen els llocs de treball dels usuaris on hi hagi una il·luminació regulable incorporada al mobiliari.
- Elecció adequada de la potència i de la tarifa contractada amb l'empresa subministradora per tal d'evitar despeses innecessàries.

La tecnologia actual permet el control total de la il·luminació, podent-se gestionar cada làmpada per separat mitjançant el propi cablejat addicional associat a la instal·lació o bé amb control remot per ones. Amb aquests sistemes de comunicació d'anada i tornada es poden transmetre ordres i, a més, rebre informació sobre el consum de les llumeneres, les avaries, etc.

Tenint en compte que a les biblioteques poden succeir coses diferents en un mateix espai físic, es recomana fer un projecte d'il·luminació que incorpori escenografies lumíniques que es puguin controlar i modificar amb facilitat. Aquesta opció pot contemplar-se per a tota la biblioteca o bé en els espais més susceptibles de canvi d'ús (àrea d'accés, espai polivalent, etc.).

Un dels sistemes més coneguts de gestió integral és el DALI, que té uns protocols de funcionament acceptats per tots els fabricants.

L'elecció d'un sistema d'il·luminació eficaç i sostenible amb tecnologia avançada té un cost inicial superior als sistemes convencionals i requereix en alguns casos d'un protocol de manteniment més tecnificat. Aquest increment de preu es recupera a curt termini perquè es consumeix menys energia.

8 - CAS PRÀCTIC

Al juliol de 2016 es va fer un estudi lumínic per a un espai bibliotecari de 350 m², i es van analitzar dues opcions:

- Instal·lació convencional amb fluorescència, amb un nivell d'il·luminació general de 500 lux.
- Instal·lació amb fonts de llum LED, amb un sistema DALI de gestió de cada làmpada per separat mitjançant control remot. A més del nivell d'il·luminació general de 500 lux, s'incorporen diferents escenografies que permeten modificar la il·luminació en funció de l'activitat.

Resultats de l'estudi:

- Amb la primera opció (fluorescència) es consumeix un 40% més que amb la segona (LED).
- La segona opció és un 65% més cara que la primera.

En la valoració dels resultats numèrics cal tenir present el següent:

- A major superfície, menor repercussió del cost d'un sistema de gestió integral (DALI) en el preu global.
- Es tracta d'un mercat en constant evolució tècnica, on competeixen un elevat nombre de fabricants amb característiques molt diferents.



**Diputació
Barcelona** | Àrea de Presidència

Gerència de Serveis de Biblioteques

Comte d'Urgell, 187. 08036 Barcelona

Tel. 934 022 545

gs.biblioteques@diba.cat · www.diba.cat/biblioteques