

TREBALL DE RECERCA

ANÀLISI DE LA
CONTAMINACIÓ
LUMÍNICA
A LA GARRIGA

NOID: 6

Marc Juncosa Sierra
Treball de recerca 2002-2003
Anàlisi de la contaminació
lumínica a La Garriga

Treball presentat el 21. Gen. 03.

AVUOST BVZOVENTO

~~August~~

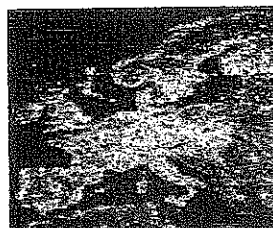
Índex

1. Introducció.....	1
2. Definició de contaminació lluminosa.....	2
3. Causes que l'origina.....	3
4. Efectes de la pol·lució lluminosa.....	6
5. Mesures de lluita contra la contaminació lluminosa.....	13
6. Conclusions.....	21
7. Apèndix.....	22
8. Taula de dades de quantitat de llum nocturna dels carrers de La Garriga.....	43
9. Plànol lumínic de La Garriga.....	48
10. Fotografies.....	49
11. Bibliografia.....	53

1.INTRODUCCIÓ

La contaminació lluminosa (CL) és una conseqüència del creixement –en intensitat i extensió– que ha experimentat l'enllumenat exterior al món desenvolupat.

Les primeres veus d'alarma sobre els efectes de la pol·lució lluminosa van començar a sentir-se a començaments dels anys 1980 procedents de la comunitat astronòmica internacional. Fins i tot llavors, es contemplaven amb orgull les imatges nocturnes a vista de satèl·lit a les quals les grans ciutats i les zones, poblades densament, destacaven amb brillantors intenses sobre la foscor del planeta.



Visió nocturna

Tanmateix aquest símbol del desenvolupament i confort presentava els seus efectes negatius: la llum dispersada cap a dalt creava un “vel de luminància”, que s’interposava entre la Terra i els astres, dificultant la seva observació.

A la veu dels astrònoms es va sumar les crítiques dels ecologistes que, al costat dels problemes ja esmenats, afegien noves crítiques al terreny energètic, mediambiental i social.

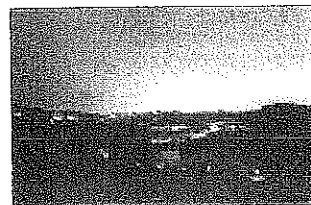
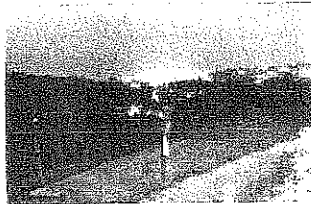
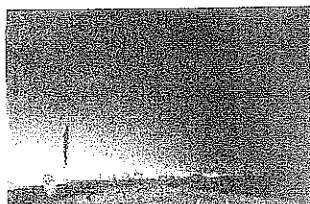
Malgrat el fet de que algunes zones concretes, pròximes als observatoris astronòmics importants, ha aconseguit eliminar els seus efectes, en general la contaminació lluminosa no ha cessat d’incrementar-se i d’estendre’s.

Avui en dia, no només els astrònoms, sinó qualsevol ciutadà corrent que desitgi contemplar el cel estelat pot apreciar un menor nombre d’astres observables i la transformació de la “negror insondable del cel nocturn” en una claredat lletosa que cobreix tota la volta celest.

La pol·lució lluminosa és, doncs, un problema real que, lluny d’atenuar-se, experimenta un creixement constant. Aquesta contaminació no és només un obstacle per a la contemplació dels estels, sinó que també posa de manifest altres problemes com consums energètics innecessaris, efectes negatius sobre la seguretat viària i importants efectes sobre el medi ambient.

2. DEFINICIÓ DE CONTAMINACIÓ LLUMINOSA.

Anomenem contaminació lluminosa a la brillantor o resplendor del cel nocturn, produït per la difusió de la llum artificial per les partícules que es troben en l'aire. Com a resultat, la foscor de la nit disminueix i desapareix progressivament la llum dels estels i dels altres astres. Les boirines i el cel enrarit potencien l'efecte, fins a l'extrem de formar-se una capa de color gris que adopta la forma d'un núvol lluminós sobre les ciutats. L'abundància de partícules en suspensió augmenta la dispersió de la llum, de forma que, quanta més contaminació atmosfèrica, més intens és el fenomen.



Panoràmica de Barcelona des del Tibidabo

En les fotos, podem observar un exemple clar de contaminació lluminosa. Amb tan sols allunyar-nos uns quilòmetres de Barcelona, es pot observar a sobre de la ciutat "un immens globus de llum, d'uns 20 km d'altura i uns 40-50 km d'amplada". Aquest globus, visible fins i tot a 300 km de distància, no és més que llum innecessària, no utilitzada, perduda cap al cel.

3. CAUSES QUE L'ORIGINA.

3.1. LES NECESSITATS D'IL·LUMINAR.

La vida en la societat urbana actual no segueix els ritmes naturals del dia i la nit. Cada vegada, hi ha més activitats humanes que es traslladen a hores nocturnes. Aquest és el cas, per exemple, del subministrament de mercaderies, viatges i desplaçaments, espectacles, competicions esportives i de manera molt acusada, de les relacions personals de caràcter no laboral.

Totes aquestes activitats nocturnes necessiten del suport de l'enllumenat, per permetre:

- Crear unes condicions de seguretat ciutadana durant les hores nocturnes.
- La millora de la seguretat a la circulació de carreteres i viaris, tant de vehicles com de vianants.
- Evitar els riscos d'accidents.
- Proporcionar un confort adequat i crear un ambient apropiat per al desenvolupament de les activitats a cada zona.
- Permetre l'activitat social entre els individus i augmentar l'activitat econòmica.
- Donar aspecte a les ciutats, mitjançant la il·luminació de façanes, ornamental, etc.

És evident, que l'enllumenat en persegueix un objectiu importantíssim de la nostra societat: el servei al ciutadà.

3.2. POL·LUCIÓ LLUMINOSA COM A SUMA D'ENLLUMENAT PÚBLIC I NO PÚBLIC.

L'agent principal de la contaminació lluminosa és l'enllumenat artificial dels exteriors. Quantificar amb exactitud quina part correspon a enllumenat públic i quina part correspon a l'enllumenat privat és una tasca difícil, donada la diversitat i diferència entre les diferents zones. L'efecte separadament dels diferents punts de llum de l'enllumenat públic és acumulatiu i suposa aproximadament un 80% de la resplendor del cel durant la nit.

L'enllumenat públic no és l'únic responsable de la contaminació lluminosa, ja que l'enllumenat projectat a l'exterior, com és el cas de les finestres, rètols, aparadors, etc. també és contaminant i intervé en la contaminació lluminosa en una proporció que pot arribar a ser molt important.

Per concloure, podem dir que la influència de l'enllumenat públic i dels altres sectors

contaminants és molt variable d'acord amb la situació geogràfica. No és el mateix la contaminació lluminosa que port representat l'enllumenat públic en un poble dels Pirineus, que la influència de l'enllumenat públic en una gran ciutat que, sens dubte, representa una part petita de la contaminació.

3.3. CL COM SIMEIXI DE FLUX DIRECTE, REFLECTIT I REFRACTAT.

La forma en la qual la llum artificial és enviada cap al cel port dividir-se en tres formes:

- Per refracció a les partícules de l'aire.
- Per reflexió a les superfícies il·luminades.
- Per emissió directa quan part del flux de llum s'envia directament cap al cel des de la pròpia font de llum.

3.3.2. La refracció.

La refracció del sol tenir un impacte molt menyspreable respecte a les altres dues. La seva influència depèn de la mida i quantitat i quantitat de partícules de l'aire entre la font de llum i la zona il·luminada.

La refracció s'incrementa que hi ha episodis de contaminació atmosfèrica i disminueix amb la distància entre la font i la zona il·luminada.

3.3.3. Flux reflectit.

Una altra font que contribueix a la pol·lució lluminosa és el flux reflectit. La reflexió sol tenir un impacte inferior a 10 vegades l'impacte directe. La diferència principal amb el directe és que té una baixa brillantor (milers de vegades inferiors). El seu impacte és important quan es tracta amb grans instal·lacions.

El fenomen físic conegut com a reflexió consisteix que quan es projecta un raig de llum sobre una superfície, aquest es pot reflectir total o parcialment amb el mateix angle que incideix sobre el medi reflector.

Així per exemple, en il·luminar un gran edifici de façanes llises (vidre, marbres, etc.), el flux de llum que es reflectirà sobre el medi contribuirà en augmentar la pol·lució lluminosa, ja que una quantitat de llum es dirigeix cap al cel producte de la reflexió.

3.3.4. Flux directe.

Sens dubte, l'impacte del flux directe és el més perjudicial. La causa principal és el mal disseny de l'enllumenat exterior, amb l'ús i emplaçament de lluminàries que en lloc de concentrar la llum on es necessita veritablement, la dispersa directament cap al cel.

En la disposició de l'enllumenat, s'ha de tenir en compte que si es dibuixa una línia vertical de la bombeta fins al terra, només s'aprofita la llum que queda dins del con determinat per un angle de 70° a partir de la vertical. Del 70° fins al 90° és llum que enlluerna i, del 90° al 180° , és llum que es perd i es dispersa directament cap al cel.

El flux que es projecta per sobre l'horitzontal cap al cel és el principal causant de la contaminació lluminosa i és el que es classifica com a flux directe. Referent a aquest aspecte, cal definir el concepte de flux en l'hemisferi superior (FHS).

El FHS indica el percentatge de llum produïda per la lluminària que es projecta per sobre l'horitzontal.

Per tant, contra més gran sigui el FHS, més augmentarà l'emissió de flux lluminós cap al cel.

L'emissió directa està principalment produïda per focus o projectors amb una mala inclinació, on part del flux de la lluminària és enviat directament sobre l'horitzontal. Però hi ha altres instal·lacions de gran impacte per la seva mida i proliferació, són els enllumenats decoratius o ornamentals, en els quals el flux de llum de la lluminària surt en totes les direccions, especialment sobre el pla horitzontal.

4. EFECTES DE LA POL·LUCIÓ LLUMINOSA.

Els efectes de l'enllumenat exterior es poden dividir en diferents categories:

4.1. Efectes a l'hàbitat animal i vegetal.

En són molts els animals i plantes que tenen la seva màxima activitat a partir de la posta del Sol. Al món nocturn, la vida de nit està adaptada especialment a la foscor i molts dels animals i plantes han desenvolupat sistemes molt complexos per adaptar-se a la nit.

Ara, i en qüestió de pocs anys, aquest hàbitat, la nit, està desapareixent fins i tot lluny de les zones urbanes. Els animals nocturns no troben el seu espai i disminueixen les seves densitats. La potència de les instal·lacions d'enllumenat és molt superior al que la naturalesa pot suportar i, fins i tot, algunes espècies desapareixen. Aquest canvi, s'està convertint en un medi manipulat, pot produir des del punt de vista ecològic perjudicis irreparables.

4.1.1. Habitat animal

La major part dels animals viuen principalment de nit. L'activitat biològica a ple Sol és mínima comparada amb la que podem trobar des del crepuscle fins a l'alba. En cada moment, es troba un espectre de vida diferent.

A) Insectes:

Els insectes, com animals més abundants, presenten un exemple clar de vida nocturna; més del 90% són espècies de costums nocturns. També alguns artròpodes, per exemple molts escarabats, tenen costums preferentment nocturns. Alguns insectes, com les cuques de llum, són lucífers (fugen de la llum). Mentre d'altres, com les papallones nocturnes, són fotoactives (atrets per la llum). Per ambdues d'aquestes espècies, els efectes de l'enllumenat exterior a la nit són significatius.

L'activitat sexual als insectes es desenvolupa especialment de nit. En ocasions, i durant els llargs trajectes que efectua el mascle per copular amb la femella, ens troben zones molt il·luminades que el fan de barrera, ja que queden enlluernats i pertorbats per la seva acció reproductora.

En moltes espècies el mascle és atret per la llum i, al contrari, la femella no. En aquest cas, no és molt difícil demostrar que la reproducció d'aquesta espècie no serà possible. Una altra distorsió es provoca quan els mascles lucípets es reuneixen en llocs determinats. Aquesta concentració és contraproduent, ja que pot provocar superpoblacions de depredadors i desequilibrar les espècies.

S'ha comprovat que la influència sobre els insectes i els animals depèn en gran manera del tipus de làmpada utilitzada. Així, els llums amb làmpades de mercuri són especialment agressius a una gran majoria d'insectes. Aquests llums emeten radiacions per sota dels 300µm, afectant el camp de visió de molts animals.

He parlat majoritàriament dels insectes, que ^{són} ~~estàn~~ normalment malament considerats per molta gent. Però els insectes, o més àmpliament, els artòpodes, són la font més important de proteïnes del planeta. Són el principal aliment de moltes espècies del planeta. Són el principal aliment de moltes espècies de vertebrats i també d'invertebrats. En moltes piràmides tròfiques, els insectes, encara que són a l'estrat més baix, alimenten directament a tots els nivells. Tan important és la seva aportació proteínica que, sense insectes, no seria possible la vida de moltes espècies. Per això és tan important la protecció d'aquests organismes, ja que protegint els insectes, protegem també els animals que se'n alimenten.

B) Mamífers, amfibis i rèptils.

Els efectes mediambientals de l'enllumenat nocturn als hàbitats de mamífers nocturns, també són importants. Molts animals com els óssos rentadors, ratpenats, guillots, conills... també es veuen afectats per la pol·lució lluminosa.

Moltes espècies de mamífers, amfibis i rèptils s'alimenten d'insectes. Un animal carnívor com el guillot té en la seva dieta una part important d'insectes, una mitjana anual del 15%. El mateix exemple representen les fagines, mosteles, fins i tot l'ós.

Els ratpenats, per exemple, (importants depredadors d'insectes), també es veuen afectats, no només per la desaparició d'insectes en certes zones, sinó perquè les seves preses poden veure el seu atac amb suficient antelació.

C) Ocells.

Igualment que els mamífers, totes les aus s'alimenten, almenys en la seva època de cria, d'insectes i invertebrats, des del més petit pardal fins a l'àguila.

Igual com en el cas dels insectes, l'enllumenat artificial també pot enlluernar i desorientar les aus migratòries.

Les aus nocturnes són les que més sofreixen de l'enlluernament, especialment les cries en el seu primer vol. En el cas de els canaris ocorre amb els pardals. Les cries en el seu primer vol es veuen enllumenades per les instal·lacions d'enllumenat i moltes acaben caient en zones urbanes i en els pitjor dels casos moren.

En partícula es tem que l'enllumenat nocturn tindrà efectes en l'au de rapinya com els mussols, les òlibes i altres espècies que viuen al bosc. De qualsevol manera, existeixen encara aspectes sense resoldre, que han de veure amb els efectes quantitius de l'enllumenat nocturn referent a les aus.

D) Bestiar i au de corral.

És obvi que un enllumenat exterior inapropiat pot tenir una varietat d'efectes al bestiar, per exemple: alterar les seves funcions fisiològiques i metabòliques, disminuir la seva capacitat de producció i alterar el seu comportament.

4.1.2. Hàbitat vegetal.

A) Plantes.

És possible que l'enllumenat nocturn tingui un efecte en la fisiologia i ecosistema de les plantes. El CEI ha elaborat informes sobre els efectes de l'enllumenat en la fisiologia de la fotosíntesi i el creixement de la planta i les seves estacions biològiques, efectes a la formació de brots en plantes de llarga i curta vida, efectes sobre els insectes polinitzadors, etc.

S'ha confirmat que la llum artificial té efectes diversos en diferents espècies de plantes en zones urbanes, per exemple: la Zelkova i ginko no es veuen afectades per la llum, mentre que liriòdendron (tulipa) i el para-sol xinès es veuen afectats.

També, les plantes es poden veure afectades per la desaparició dels insectes en determinades zones. A la nit, moltes flors fan millor i més forta olor per atreure als insectes polinitzadors i així intercanviar els serveis. Si aquests insectes es veuen afectats per les instal·lacions d'enllumenat, és lògic pensar que també repercutirà sobre les plantes.

B) Cultius.

Els efectes de la llum artificial a les collites o cultius com l'arròs i espinacs són coneguts en països orientals. Estudis realitzats pel CEI demostren que la formació del gra d'arròs es retarda amb la llum nocturna. Aquest efecte és més perjudicial entre els 20 a 40 dies abans de la formació del gra, per la qual cosa és recomanable prendre precaucions quan s'instal·la enllumenat exterior a prop de camps en els quals es cull arròs.

4.1.3. Ecosistemes.

Molts aspectes referents a l'impacte de l'enllumenat nocturn en ecosistemes, incloent plantes i animals, romanen desconeguts. És necessari encara dur a terme investigacions i estudis exhaustius en aquest camp.

4.2. Efectes energètics.

La contaminació lluminosa, repercuteix directament sobre el consum d'energia elèctrica. La llum que es genera i que es dispersa per sobre de l'horitzontal és un dels causants de l'increment del consum energètic, que té un cost econòmic i un cost ambiental.

La llum que es dispersa cap al cel implica un consum d'energia innecessari. Aquesta energia que es perd, que representa un malbaratament econòmic i al seu torn energètic, és contraproduent, ja que la seva producció no és neta des del punt de vista ecològic.

4.3. Efectes a les activitats humanes.

4.3.1. Efectes en l'observació astronòmica.

Hi ha principalment quatre factors que poden afectar negativament en la qualitat

astronòmica: la contaminació lluminosa, l'atmosfèrica, la contaminació per rutes aèries i per radio freqüències.

Respecte a la pol·lució lluminosa, podem dir que la llum a les àrees urbanes presenta efectes negatius en l'observació astronòmica, causats per la brillantor del cel nocturn. La contaminació lluminosa només afecta a les observacions nocturnes a l'espectre visible i propers al visible.

Aquesta resplendor, produïda per la llum que s'escapa de les instal·lacions d'enllumenat d'exterior, produeix un increment de la brillantor del fons natural del cel. En fer-se les observacions d'objectes astronòmics per contrast amb el fons del cel, un increment de la brillantor del fons disminueix aquest contrast i impedeix de veure els objectes amb una brillantor similar o inferior a la del fons.

No tots els tipus de làmpades afecten d'igual forma en la qualitat astronòmica. Quan major sigui la part de l'espectre on emet, major és el seu impacte en envair una major zona de l'espectre d'observació astronòmica.

També depèn de la zona de l'espectre on emet. Una làmpada emetent a la part d'ultraviolat (no útil per a l'ull humà) afecta més que qualsevol altra amb el mateix flux. La radiació ultraviolada és una ona de gran energia amb gran abast i arriba amb molta més força a les instal·lacions telescòpiques. Per aquesta mateixa raó, aquesta part de l'espectre és molt important astronòmicament per la informació que els astrònoms obtenen dels astres llunyans.

Deis tipus de làmpades que hi ha actualment al mercat, atenent als seus espectres, les podem classificar de la forma següent:

<u>Tipus de làmpara</u>	<u>Efecte contaminador</u>
Vapor de sodi a baixa pressió	Poc
Vapor de sodi a alta pressió	Poc
Incandescents	Mitjanament
Làmpades fluorescents	Mitjanament
Vapor de mercuri a alta pressió	Molt
Halogenurs metàl·lics	Molt

4.3.2. Efectes als ciutadans.

La intrusió lluminosa és un problema molt subjectiu i difícil de quantificar. Es tracta de les molèsties que pot ocasionar llum procedent de l'enllumenat exterior que penetra als habitatges a través de les finestres. Es tem que aquesta llum pugui molestar a la privacitat i el descans dels ciutadans. El CIE ha establert un màxim de lluminositat per lluminàries properes a finestres i habitatges, per tal de disminuir la lluminositat sobre les superfícies de finestres el màxim possible. Les mesures per no provocar intrusió lluminosa inclouen tenir en compte l'altura i la localització de l'enllumenat, així com instal·lar pantalles per controlar la distribució espacial i la intensitat del flux lluminós.

A més, una selecció i instal·lació inapropiada de l'enllumenat dels carrers i altres llums, pot no només presentar il·luminació insuficient, sinó també enlluernar els vianants.

4.3.3. Efectes en els sistemes de transport.

És possible que l'enllumenat d'edificis i altres construccions situades a prop de carreteres afectin els conductors i interfereixin en la seguretat viària. A causa que l'ull humà s'adapta ràpidament a la superfície o punt de major brillantor que hi ha al seu camp de visió i d'altra banda a la seva adaptació lenta d'una zona molt il·luminada a una altra de més fosca, pot produir que en enllumenats mal projectats els conductors redueixin la seva capacitat de percepció.

També es possible que els llums d'una ciutat o les d'un port puguin tenir efecte perjudicial en el reconeixement de llums i senyals marítims o aeris.

4.4 Efectes sobre el paisatge i la nit.

Sense cap dubte la pol·lució lluminosa presenta uns efectes sobre el firmament, referint-nos a l'entorn fosc, li be afectat per la brillantor artificial del cel, i això crea un impacte sobre el paisatge nocturn natural (incloent la pèrdua del cel estelat).

Sense cap dubte, som responsables de preservar la foscor de la nit d'acord amb la declaració Universal dels Drets de les Generacions Futures (UNESCO) "Les persones de les generacions futures tenen dret a una terra indemne i no contaminada, incloent el dret a un cel pur".

4.5. Consideracions finals.

Per últim concloure que la demanda del cel fosc també depèn mol del lloc en el qual ens trobem. Per exemple, prop d'un parc natural o d'un observatori astronòmic, poca contaminació lluminosa per tenir un gran impacte ambiental, mentre que en un centre urbà d'una gran ciutat serà necessari minimitzar l'efecte de la pol·lució lluminosa, però és un efecte que sempre existirà.

5. MESURES DE LLUITA CONTRA LA CONTAMINACIÓ LLUMINOSA.

Les actuacions per pal·liar la pol·lució lluminosa es poden classificar de molt diverses maneres. Encara que la classificació que segueix no s'ha efectuat seguint criteris energètics importants i en pot significar un estalvi econòmic energètic a més eviten la pol·lució lluminosa del cel nocturn. Així, s'han dividit la existides en dos apartats bàsics, els referents a enllumenat públic i les referents a enllumenat privat.

5.1. Enllumenat públic.

El paper de les administracions a nivell local és d'importància rellevant per aprofitar millor la llum, sota criteris d'eficiència energètica, i per reduir la pol·lució lluminosa, al mateix temps, que es cobreixen les necessitats i la seguretat ciutadana.

Les mesures per aconseguir una reducció de la pol·lució lluminosa consisteixen fonamentalment a no llençar llum per sobre l'horitzontal i a dirigir-la allà on és necessària. En aquest sentit els criteris bàsics són:

- Evitar l'emissió de llum cap al cel.
- Utilitzar lluminàries adequades.
- Utilitzar làmpades adequades.
- Projecció de la il·luminació segons les normes vigents.

Fins el moment, en els projectes d'urbanització no s'ha tingut en compte que l'enllumenat públic incorpori mitjans per evitar la contaminació lluminosa, però d'ara endavant es deuran establir normatives per evitar i minimitzar l'esmenada pol·lució. → cel cel

- Tenint en compte l'impacte de l'enllumenat públic a tot el projecte d'urbanització (tant en la fase de disseny com a la de remodelació)
- Utilitzant les ordenances municipals com a eina per a promocionar i potenciar la reducció de la contaminació lluminosa.
- Incloent els criteris mediambientals als plecs de condicions administratius d'obres i canvis de l'enllumenat.

Diferenciant entre les diferents zones i els horaris d'ús de l'enllumenat.

5.1.2. Fase de disseny i remodelació.

És primordial per pal·liar la pol·lució lluminosa que, tant en la fase de disseny com en la fase de remodelació de les instal·lacions, es tinguin en compte les mesures que la disminueixen. Així tindran validesa tant per als projectes de noves instal·lacions, com per aquelles instal·lacions que s'hagin de renovar.

5.1.3. Orientació del flux lluminós.

La primera precaució i més important que s'ha d'adoptar és la de no dirigir raigs cap al cel. Així, el més determinant per evitar la pèrdua de llum és usar pantalles de lluminàries adequades, ja que la regulació de les orientacions o dels enfocaments juga un paper molt important.

Les mesures van enfocades a la reducció del flux sobre l'hemisferi superior (FHS) i al flux reflectit en la mesura possible.

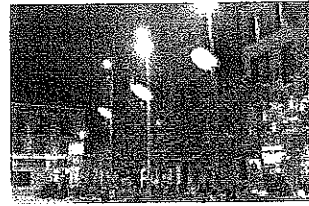
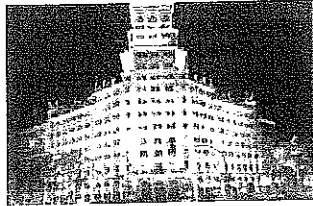
A) Reducció del flux cap a l'hemisferi superior- (FHS).

S'ha d'evitar l'emissió de llum per sobre de l'horitzontal, sobretot en l'enllumenat de viaris i carrers. En aquest sentit l'OTPC ha determinat un tant per cent de FHS tolerable per a cada tipus de viari:

<u>Lluminàries</u>	<u>%FHS</u>
d'ús vial:	≤0.2
d'ús peatonal:	≤1.5
d'ús només peatonal:	≤ 2
d'ús ornamental:	≤ 5

Encara que la norma general ha de ser evitar l'emissió de flux lluminós cap al cel, en alguns casos consideracions urbanístiques o paisatgístiques poden aconsellar la il·luminació per sobre de l'horitzontal (arborat, façanes, etc.). En aquests casos pot resultar convenient independitzar el sistema d'enllumenat que il·lumina les zones altes, de manera que, mantenint els seus avantatges

paisatgístics en les hores adequades, pugui ser apagat en hores més avançades, reduint així la contaminació lluminosa i el consum energètic.



B) Reducció del flux reflectit.

El seu impacte no es pot eliminar totalment, però pot reduir-se evitant excessos ^{als} nivells d'il·luminació i incidint sobre la uniformitat dels nivells d'il·luminació. També han de tenir-se en compte l'orientació del flux lluminós.

5.1.4. Ajust dels nivells d'il·luminació.

Existeix actualment la tendència d'il·luminar en excés. Així seria important adequar els nivells d'il·luminació als mínims d'enllumenat recomanats pel CIE. Més llum només augmenta innecessàriament el consum i augmenta el flux reflectit.

Un altre aspecte molt important és que la distribució lluminosa de la lluminària afavoreixi l'obtenció d'una bona uniformitat. Així, per aconseguir una bona uniformitat, serà possible augmentar la distància entre els punts de llum, amb el ^{la qual cosa} que disminuirà la potència instal·lada per quilòmetre i disminuirà la contaminació lluminosa per reflexió.

S'han d'estudiar lògicament amb detall els nivells d'il·luminació i uniformitat, utilitzant el tipus d'enllumenat adequat a cada viari i, alhora, cobrint les necessitats i la seguretat ciutadana.

5.1.5 Horari de reducció del flux lluminós

Una mesura d'importància rellevant i d'efectes energètics considerables és la deducció de la intensitat lluminosa de l'enllumenat públic a partir de certes hores. La reducció de flux lluminós podrà efectuar ⁻⁵⁰ a partir dels sistemes de regulació (mig apagada, balast de doble nivell, estabilitzadors reductors en capçal).

En cap cas la reducció no baixarà per sota el nivell d'il·luminació aconsellable per a la seguretat del trànsit i dels vianants.

També es pot estudiar la possibilitat d'apagar o reduir el flux de l'enllumenat públic de monuments durant les hores que no hi ha ciutadans pels carrers per observar-los.

5.1.6. Lluminiàries.

Segons la utilització d'un tipus o un altre de lluminiària, l'emissió de flux lluminós per sobre l'horitzontal serà major o menor, així es tindrà especial cura en l'ús d'algun tipus de lluminiàries i les seves característiques.

Amb l'ús de lluminiàries que distribueixin de forma correcta el flux de la làmpada i un baix FHS, es pot aconseguir una millor il·luminació, la disminució de la pol·lució lluminosa i, alhora, una disminució dels punts de llum.

Algunes consideracions a tenir en compte són:

Es deurien reemplaçar els sistemes ineficients amb alt índex de contaminació lluminosa, com ara les lluminiàries viàries amb reflector de vidre en forma de globus. Aquestes desaprofiten el 50% d'energia i tenen un gran factor d'emissió de llum sobre per l'horitzontal. Per a la seva substitució es pot optar per lluminiàries amb un reflector interior que limiten el FHS.

Els tancaments de les lluminiàries:

Disposar que els tancaments de les lluminiàries siguin plans i el material utilitzat tingui gran capacitat de transmissió (transparència) i resisteixi els efectes de la intempèrie i el pas del temps.

Les lluminiàries que tenen tancament semisimètric amb superfície rugosa per dispersar la llum perden entre un 30-40% del flux lluminós cap al cel. En la mesura possible, es substituiran aquests tancaments semiesfèrics per tancaments plans.

Els tancaments de lluminiàries han de ser el màxim d'hermètics, perquè la pols i la brutícia que amb el temps es dipositen sobre els elements òptics, no provoquin opacitat i pèrdua de reflexió.

Inclinació i enfocaments:

A part d'enfocar amb precisió la zona a il·luminar, s'han de regular les inclinacions de les lluminàries, ja que una inclinació excessiva, pot augmentar la quantitat de flux emès per sobre l'horitzontal.

Il·luminació per projectors:

L'ús de projectors asimètrics, quan això és possible, suposa un augment en general del 25% el nivells lumínics i de la uniformitat respecte a un simètric, pel fet d'emetre tota la llum cap al terra. En cas d'utilitzar projectors simètrics és convenient utilitzar reixes que evitin l'emissió de llum sobre l'horitzó, amb l'avantatge que allò evita enlluernaments als usuaris de la instal·lació i veïns de la mateixa.

Per a enllumenat ornamental s'utilitzen lluminàries asimètriques d'alt rendiment. Així s'aconsegueix il·luminar millor amb menys llum.

5.1.7. Làmpades.

No tots els tipus de làmpades tenen el mateix impacte. Així referent a la qualitat astronòmica del cel, com major sigui la zona de l'espectre on s'emeten, major sera el seu impacte a l'envair una major part de l'espectre d'observació astronòmica, per la qual cosa s'haurà d'evitar l'ús de certs tipus de làmpades.

Les làmpades menys danyoses per a l'astronomia i per a l'hàbitat animal i vegetal són les més eficaces del mercat. Les més nocives són les que emeten a ultraviolat, perquè aquestes longituds d'ona són les que més fortament són escampades per l'atmosfera.

Les menys perjudicials són les làmpades de vapor de sodi de baixa pressió (VSBP) que en emetre pràcticament en una línia estreta de l'espectre, deixen neta la resta del mateix. Aquestes últimes làmpades tenen l'inconvenient que el seu índex de reproducció de colors és molt baix. I que la seva utilització en algunes zones pot representar inconvenients en el que a la qualitat del color es refereix.

Així mateix, se n'hauria d'efectuar una decidida aposta per la supressió progressiva dels llums de vapor de mercuri (VM) en aquelles àrees urbanes en les quals això sigui possible i potenciar també l'ús de llums de vapor de sodi de baixa pressió (VSBP) en aquells llocs on aquest tipus de llums resulti adequat. Quan aquesta implantació sigui desaconsellable, convindrà

utilitzar llums de vapor de sodi d'alta pressió (VSAP)

Un altre aspecte a tenir en compte és l'optimització de potència i l'elecció del tipus de làmpada. La potència i el tipus de llum estan condicionades per diversos factors: el nivell d'il·luminància que hagi de tenir la zona a il·luminar, les característiques fisiològiques dels usuaris: conductius, vianants; i també per l'activitat humana que tingui lloc (àrea comercial, passeig, autopista). Es té actualment la tendència a sobre dimensionar la potència de les làmpades, amb la qual cosa augmenta el flux lluminós i en conseqüència el consum i la pol·lució lluminosa.

5.1.8. Costos.

S'ha de tenir en compte, que el cost de l'energia que consumeix una instal·lació durant la seva vida útil acostuma a ser de l'ordre del doble del cost de la pròpia instal·lació. Per tant, les inversions destinades a millorar l'eficiència energètica i disminuir la pol·lució lluminosa seran sempre compensades amb un important estalvi econòmic i energètic. Per exemple:

Lluminària sense reflectors superior amb amb làmpada de Vapor de mercuri de 250W	Lluminària amb reflector superior amb làmpada de Vapor de Sodi de 150W
·Cost lluminària 50.000 Pts	·Cost lluminària 48.000 Pts
·Cost energia de 1000 hores de funcionament 3.500 Pts	·Cost energia de 1000 hores de funcionament 2.100 Pts
·Llum en el vial 20 lux	·Llum en el vial 22 lux

Taula V-4 Estudi comparatiu entre dues lluminàries de característiques similars.

En el cas de la remodelació, l'adequació de les instal·lacions en funcionament representa una inversió amortitzable a curt termini per l'estalvi energètic que suposa.

Nota: L'enllumenat de túnels i passos inferiors s'ha de considerar una excepció a algunes d'aquestes mesures.

5.2. Enllumenat no públic.

Qualsevol enllumenat projectat a l'exterior, com la llum que surt de les finestres de les vivendes i habitatges, els plafons lluminosos, els aparadors de les botigues i locals comercials, etc. són també contaminants lluminosos. En l'enllumenat privat molt sovint tampoc es té en compte que la llum ha de dirigir-se cap a terra, fet que provoca que cada vegada és més habitual l'existència de lluminàries d'una certa intensitat de locals i espais d'ús particular (és a dir d'ús no públic) amb una afectació i repercussió molt evident cap a l'exterior del carrer.

Una solució eficaç al problema passaria per establir un diàleg entre les administracions i les empreses i els particulars, perquè en la il·luminació de recintes privats exteriors, façanes i plafons publicitaris s'atenguin, en la mesura que aquest diàleg pugui ser possible i els propietaris ho entenguin, a les normes de reducció de contaminació lluminosa nocturna i als criteris d'eficiència energètica.

Una altra mesura important podria ser condicionar els permisos per a les noves instal·lacions i activitats industrials, comercials i privades al compliment de normes i criteris de minimització de la pol·lució lluminosa.

A) Control de flux lluminós.

La primera precaució a prendre i la més important que s'ha d'adoptar és la de no dirigir flux lluminós cap al cel. Així, el més important és utilitzar un apantallament de les lluminàries adequat. Totes les normes de control de flux, lluminós que s'han descrit a l'apartat d'enllumenat públic es podran aplicar també a l'enllumenat privat.

B) Limitacions de publicitat i/o aparadors.

Respecte a publicitat i aparadors, aquestes són algunes de les mesures que podrien ajudar a reduir la pol·lució lluminosa:

- Evitar o prohibir l'ús de projectors, gorges de llum o làsers cap al cel amb finalitats publicitàries.
- Els plafons lluminosos s'haurien d'apagar en determinats horaris, o bé, s'haurien de confeccionar de tal manera que projectessin la llum totalment per sota de l'horitzontal.
- Establir un horari d'obertura i tancament dels llums dels aparadors i/o plafons publicitaris.

·Utilitzar làmpades de baix consum i de to vermell als aparadors i plafons publicitaris.

5.3. Mesures socials.

Sense cap dubte hi ha una falta de percepció per part dels ciutadans i alguns de professionals de la problemàtica ambiental que implica la pol·lució lluminosa. Es desconeixen en general les causes, els efectes i les mesures per evitar la pol·lució lluminosa, com els beneficis econòmics, de qualitat de vida i seguretat, que comporta un ús més racional d'energia. En aquest aspecte fa falta una presa de consciència pública.

Les mesures socials han d'anar enfocades a sensibilitzar a la societat i a la població a través de campanyes divulgatives. També sembla important diferenciar entre comerciants, particulars i professionals del sector (arquitectes, enginyers, instal·ladors, lampistes, etc.) i educar-los referent a contaminació lluminosa.

A) Altres mesures.

A part de les mesures de sensibilització, seria interessant regular la contaminació lluminosa, per motius de respecte al medi ambient i estalvi energètic, dins del marc general d'una llei de protecció de l'atmosfera d'avituallament estatal o bé autonòmic.

A l'àmbit municipal, que hi ha poblacions pioneres en les quals es regula la contaminació lluminosa, via ordenances municipals que tenen per objecte la protecció del cel nocturn. A nivell d'exemple, figura a l'annex una ordenança municipal de regulació. Algunes de les mesures que es poden prendre són:

- Establir reglaments municipals, que s'apliquin a tots els projectes d'il·luminació, tant en urbanitzacions públiques com privades.
- Condicionament de les llicències municipals d'obres al compliment de les normes d'eficiència energètica de l'enllumenat nocturn exterior i de protecció del cel fosc.

La promoció d'equips luminotècnics que desenvolupin màxima eficiència i promoguin el desenvolupament i disseny de noves tecnologies respectuoses amb el medi ambient i amb la pol·lució lluminosa.

6. conclusions

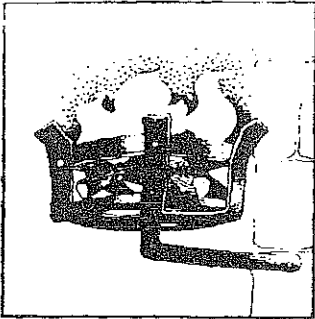
Un cop fet l'estudi de la contaminació lumínica del terme municipal de La Garriga, es pot dir que els elements que hi ha instal·lats en el seu territori per l'il·luminació nocturna dels seus espais públics (carrers, places, polígons industrials, vies de comunicació amb els diferents nuclis del poble, etc...) estan correctament col·locats i hi ha certa lògica entre el tipus de lluminàries i els espais que il·lumina.

Malgrat tot es pot observar que algunes de les lluminàries tenen una certa antiguitat pel que fa al seu disseny i per tant al seu rendiment i aprofitament de l'energia, la qual cosa vol dir que si es tingués que fer ara de nou es podria millorar força el sistema i disseny dels elements d'il·luminació. Un exemple el trobem en el sistema d'il·luminació del passeig, que és una de les vies importants i representatives del poble, no tant per la seva situació respecte del centre del poble sinó per ser l'eix viari que va donar lloc a finals del segle passat a l'aparició d'importantes edificacions d'estil modernista que tenen una gran qualitat arquitectònica i que fan que tot el passeig sigui un espai que requereix un tractament lumínic molt acurat. Ara es pogués redissenyar tot el sistema d'il·luminació d'aquesta via ^{substituïda} es tindria que estudiar amb molt detall la relació tant dels propis elements d'il·luminació amb els arbres que hi ha plantats, com l'amplada de tota la via i la dimensió i tipologia de les construccions que hi ha, tenint en compte que és una via on la gent hi va a fer moltes altres activitats a part de caminar (s'hi fan tallers de treballs manuals, esports, es pot seure i llegir en els bancs, etc...).

En les gràfiques de les mesures de la quantitat de llum que es dona en els carrers del nostre poble es pot observar un cert augment bastant significatiu en la zona del centre i en els carrers més transitats. Això es degut tant al disseny de les lluminàries, com també a la il·luminació indirecta derivada dels locals comercials, perquè hi ha moltes botigues que tenen aparadors amb molta llum que es reflexa a l'exterior. També es pot observar que l'Ajuntament a mesura que va renovant els punts de llum i fanals dels carrers, els van substituint per uns de nous amb un disseny més adequat de cara al rendiment lumínic i amb làmpades de vapor sodi, ja que tenen un consum energètic força baix (un exemple el trobem en el carrer Cardedeu, que recentment ha estat remodelat aconseguint un resultat lumínic molt satisfactori).

7. Apèndix

a) Evolució històrica de la il·luminació artificial

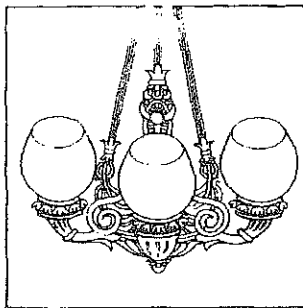


ANTIGUITAT - Foc - Aquesta tècnica d'il·luminació va tenir la seva pròpia evolució: primer feien foc amb branques, després amb fustes resinoses i més tard van descobrir les propietats combustibles dels olis.

Més endavant són inventats els primers llums, amb un suport que no es consumeix, com per exemple el llum de ganxo.

Posteriorment sorgeix l'espelma.

Hom va incorporant la decoració als llums d'oli, com nanses... El petroli és utilitzat com a font generadora de llum.



1700 (aprox.) Utilització del quinqué i del llum de carbur.

1800 Utilització del gas com a font de llum. Els llums passen de ser portàtils a fixos.

1814 Comença la il·luminació pública de gas. Sorgeixen els primers dissenys de fanals, amb uns suports artesanals de gran pes.

1859 Becquerel construeix una mena de llum incandescent dins un tub pintat amb un producte fluorescent.

1878 Swan ensenya la bombeta feta amb un filament de carbó, tancat en el buit.

1879 La bombeta de filament de T.A. Edison (amb un filament de fil de cotó carbonitzat) funciona durant 40 hores. Aquesta llum desplaça ràpidament tots els altres tipus d'il·luminació en l'àmbit de l'interiorisme. En la il·luminació pública es continua fent servir el gas.

1910 El químic Georges Claude inventa el llum de neó, que dona una llum vermella brillant quan es travessat per una descàrrega elèctrica.

Hom va millorant el llum d'incandescència.

1920 Comença a aplicar-se el fluorescent.

b) Alguns conceptes bàsics sobre la il·luminació

Flux lluminós mesura la quantitat d'energia en forma de llum, emesa per una llum o un altre tipus de font lluminosa, en l'espai que l'envolta.

La seva unitat és el lumen (lm)

Intensitat lluminosa es el flux lluminós emès en una direcció determinada.

La seva unitat és la candela (cd)

Intensitat d'il·luminació es la densitat de flux lluminós que incideix en una superfície.

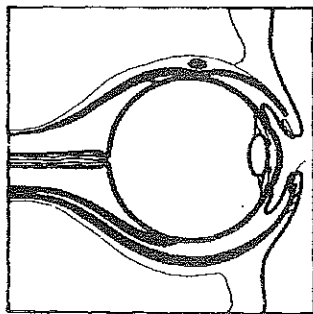
La seva unitat és el lux (lm/m^2)

Lluentor sensació produïda a l'ull, a causa de les intensitats que provenen dels objectes il·luminats o de les fonts de llum.

La seva unitat es la candela/ m^2 de superfície lluminosa.

El flux ens mesura l'energia lluminosa que surt d'una font de llum; la intensitat ens explica com aquesta energia reparteix en les diferents direccions (diagrames d'intensitat lluminosa); la intensitat d'il·luminació ens serveix per avaluar la quantitat d'energia lluminosa que arriba a les superfícies i, finalment, la lluentor (o lluminància) mesura la sensació que percep l'ull en contemplar- els objectes d'un espai il·luminat.

L'ull és l'òrgan extern de la vista. Consta de tres capes: l'escleròtica, la coroide i la retina, que es el veritable receptor visual. El camp visual de la retina compren tres zones:



PERIFÈRICA, insensible a tota forma i color, només reproduceix les sensacions de blanc i negre.

INTERMÈDIA, sensible a certs colors

CENTRAL, sensible a tots els colors, és la zona capaç de percebre el relleu i la textura dels objectes.

La longitud focal, mitjançant la qual l'ull capta amb claredat els detalls, és variable i depèn de la curvatura de la còrnia.

El diafragma de l'iris s'obre davant les llums febles i es tanca com més creix la intensitat de la llum.

El pas de la llum és regulat per l'obertura del cristal·lí.

Encara que generalment esmentem la retina, els veritables receptors dels estímuls lluminosos són unes petites fotocèl·lules que, en nombre aproximat de 7 milions, conté cada ull.

Aquestes fotocèl·lules, en ser estimulades per la llum provinent d'un objecte, transmeten el senyal per mitjà de fibres nervioses, al cervell que es el que realment veu.

Volt és la unitat que serveix per definir la diferència de potencial (o tensió) amb què ens arriba l'energia. En la il·luminació domèstica s'utilitzen tensions de 125 a 220 volts.

Wat és la unitat que defineix la quantitat d'energia absorbida en un segon per un llum d'incandescència o un tub fluorescent. Sempre es indica en les fonts lluminoses.

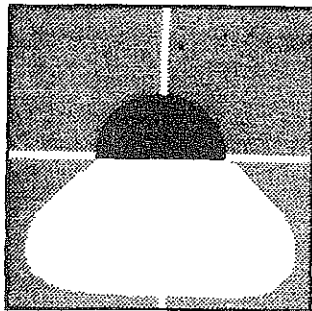
c) TIPUS D'IL·LUMINACIÓ

(segons el repartiment de flux, en diferents intensitats lluminoses, d'una font de llum)

Qualsevol tipus d'il·luminació ha de respondre a cinc exigències fonamentals:

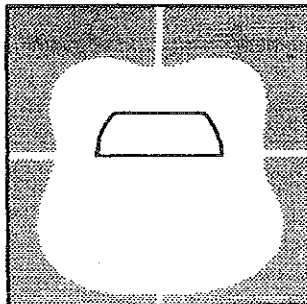
- assegurar un nivell d'il·luminació suficient
- evitar l'enlluernament
- eliminar les ombres molestes sobre els llocs de treball
- crear els contrastos necessaris per a la percepció de la forma dels objectes
- tenir en compte la natura lesa i respectar els colors de les superfícies.

Diferents tipus són:



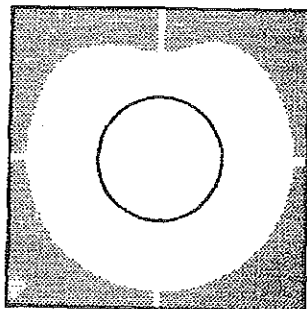
Llum directa: més del 90% de la llum va dirigida cap avall.

EFFECTES: Ombres dures i profundes. Existeix el perill d'enlluernament; per tal d'evitar-ho es recomana posar alguna mena de protecció que reculli la llum. Econòmicament és la més bona.



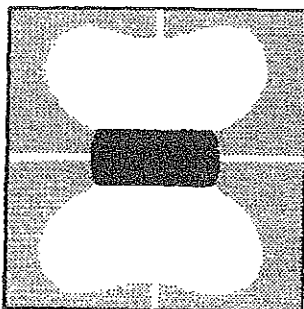
Llum semi-directa: del 60 al 90% de la llum va cap avall i la resta cap amunt.

EFFECTES: Reduïm el perill d'enlluernament i les ombres no són tan dures com en la directa.



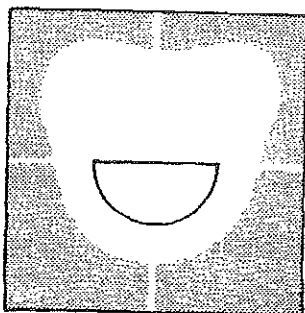
Llum difusa: emet la mateixa quantitat de llum en tots dos sentits (cap amunt i cap avall).

EFFECTES: Eliminarem ombres. La llum emesa horitzontalment enlluerna



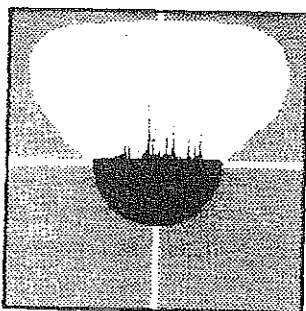
Llum directa-indirecta del 40 al 60% de la llum va cap amunt i cap avall, sense emetre'n gairebé en sentit horitzontal.

EFFECTES: Reduirem molt el perill d'enlluernament.



Llum semi-indirecta: del 60 al 90% va cap amunt i la resta, cap avall.

EFFECTES: Rendiment lluminós baix. S'aconsegueix il·luminació de bona qualitat, quasi bé sense enlluernament, i amb ombres suaus. És molt agradable a la vista, però potser un xic avorrida.



Llum indirecta: del 90 al 100% cap amunt i gens o un 10% cap avall.

EFFECTES Econòmicament és el sistema més car, ja que, per aconseguir un efecte igual a la directa, necessita d'un 30 a un 50% més d'energia lluminosa.

L'efecte lluminós és difuminat. La il·luminació dels objectes és molt suau i sense contrastos de lluentor, ni ombres laterals. Pot ser una llum massa ensopida. És la més semblant a la llum natural d'un dia núvo1.

d) NORMATIVA

**PROPOSTA DE REGLAMENT DE LA LLEI
D'ORDENACIÓ AMBIENTAL DE LA IL·LUMINACIÓ
EXTERIOR PER LA PROTECCIÓ DEL MEDI NOCTURN**

Versió revisada

Reunió Comissió tècnica

JMS

19 de desembre de 2001

ÍNDIX DEL TÍTOL 2 (REGIM REGULADOR)

A ZONIFICACIÓ DEL TERRITORI

A1 ZONES E1

A2 ZONES E2

A3 ZONES E3

A4 ZONES E4

A5 PUNTS DE REFERÈNCIA

B TEMES GENERALS

B1 LÀMPADES

B2 SISTEMES DE REGULACIÓ DE FLUX

B3 MANTENIMENT

B4 REGULACIÓ ESTACIONAL I HORÀRIA

C ENLLUMENAT PÚBLIC

C1 NIVELLS D'IL·LUMINACIÓ

C2 FLUX HEMISFERI SUPERIOR LLUMINÀRIES D'ENLLUMENAT PÚBLIC

C3 VIES DE TRÀNSIT DE VEHICLES

C4 VIES URBANES

D ENLLUMENAT AMB PROJECTORS

D1 FOTOMETRIA I ENFOCAMENT

D2 IL·LUMINACIÓ DE FAÇANES I MONUMENTS

D3 ÀREES EXTERIORS

E LIMITACIÓ DE LA LLUM INTRUSA

E1 IL·LUMINACIÓ VERTICAL

E2 INTENSITAT EMESA EN DIRECCIONS A ÀREES PROTEGIDES

E3 ENLLUERNAMENT

F ENLLUMENATS ORNAMENTALS I FESTIUS

G RÈTOLS LLUMINOSOS

H APARADORS I FINESTRES

REGLAMENT DE LA LLEI D'ORDENACIÓ DE LA IL·LUMINACIÓ EXTERIOR PER LA
PROTECCIÓ DEL MEDI NOCTURN
TÍTOL 2: RÈGIM REGULADOR

A ZONIFICACIÓ

Els ajuntaments i consells comarcals afectats podran modificar la zonificació assignada al seu territori, sempre i quan això suposi un grau de protecció més elevat de les condicions de foscor natural del cel.

A1 ZONES E1

• Zones E1: Àrees incloses en el Pla d'Espais d'Interès Natural (aquelles que ho son en el present i els que puguin ser declarats en el futur).

A2 ZONES E2

Per tal de protegir les zones E1 de la contaminació lumínica provinent de possibles zones E3 i E4 que hi siguin adjacents, les zones E2 se defineixen com:

• Zones E2: Àrees del territori no considerades com zones E1, E3 i E4 i àrees que serien considerades com a zones E3 i E4 (veure més a baix) i que es trobin a una distància de menys de 2 km d'una zona E1. En àrees incloses al PEIN que son espais de protecció especial (aquells que ho son en el present i els que puguin ser declarats en el futur¹), la distància d'influència anterior s'augmentarà fins els 5 km.

Els ajuntaments poden ampliar la distància d'influència definida a les zones E2.

A3 ZONES E3

Les zones E3 es defineixen:

• Zones E3: Àrees residencials (qualificades com a zones edificables o de serveis pels ajuntaments) dins del casc urbà de les poblacions, sempre que no siguin zones E2.

En àrees que depenen de la classificació municipal del sol corresponguin a activitats industrials o zones d'equipaments diversos que puguin justificar una alta densitat d'utilització en horari nocturn, l'ajuntament i l'Oficina Tècnica podran considerar la conveniència de passar la categoria de la zona d'E2 a E3.

A4 ZONES E4

Les zones E4 es defineixen:

¹ Actualment aquests espais de protecció especial son els següents: *Pare Nacional*: Aiguestortes i Sant

Maurici; *Pares Naturals*: Cadí-Moixeró, Zona volcànica de la Garrotxa, Aiguamolls de l'Empordà. Delta de l'Ebre, Montserrat, Montseny, Sant Llorenç del Munt, Cap de Creus; *Paratges Naturals*: Pedraforca. Poblet. l'Albera; *Reserva Natural*: Delta del Llobregat; *Reserva Marina*: les Medes.

Zones E4: Carrers amb un ús comercial intensiu i una activitat nocturna molt elevada dins del casc urbà, a proposta de l'Ajuntament afectat i prèvia aprovació per part de l'Oficina Tècnica.

A5 PUNTS DE REFERÈNCIA

Els punts de referència són àrees d'especial valor astronòmic o natural per a les quals es pot establir una regulació específica. Els que es defineixin en un primer moment seran inclosos en un annex del reglament. Amb posterioritat, la llista podrà ser amplificada a petició de les institucions (Departament de Medi Ambient, ajuntaments, etc.), amb l'aprovació de l'Oficina Tècnica.

Per cada punt de referència, en funció de les seves característiques, es definiran unes àrees d'influència. Hi haurà una regió d'un cert radi al voltant del punt de referència que serà considerada a tots els efectes com a zona E1. El radi de la zona serà definit per l'Oficina Tècnica.

B TEMES GENERALS

B1 LÀMPADES

- S'utilitzarà en tot cas els tipus de làmpades de major eficàcia energètica i menor radiació en longituds d'ona inferiors a 440 nm que resultin compatibles amb les exigències funcionaris, econòmiques, paisatgístiques o estètiques.
- En funció de la classificació de la zona, els tipus de làmpada de possible utilització seran els que figuren a la Taula 1.

Taula 1

ZONA	HORARI NORMAL	HORARINOCTURN
E1	SBP i SAP	SBP i SAP
E2	SBP, SAP i VMCC	SBP i SAP
E3	TOTES	NO HAL. METAL-LICS
E4	TOTES	NO HAL. METAL-LICS

Aquesta taula serà revisable en funció de l'evolució tecnològica de les làmpades.

- Excepcionalment en zones E2 i en horari normal s'admetran làmpades d'halogenurs metàl·lics únicament en àrees d'equipaments i amb l'autorització expressa de l'Oficina Tècnica.

B2 SISTEMES DE REGULACIÓ DE FLUX

- La seva implantació serà obligatòria en totes les noves instal·lacions que tinguin una potència superior a XX kW i/o una potència unitària de làmpades, superiors a 0.4 KW. En cas contrari, la instal·lació restarà apagada en horari nocturn.

- Les instal·lacions existents en les zones E1 adoptaran aquests dispositius en el termini de dos anys, excepte que es justifiqui i demostrï davant l'Oficina Tècnica la seva impossibilitat o no necessitat.

- La mateixa prescripció suplicarà a les zones E2 en les instal·lacions de potència superior a XX kW i/o potència unitària de làmpades superior a 0.4kW.

- Haurà de justificar-se que els Sistemes de Regulador permeten complir els requisits lumínics d'aquest Reglament i que el seu funcionament es fiable i segur.
- El règim de regulador de flux no afectarà a la uniformitat d'il·luminació.

B3 MANTENIMENT

- Els programes de Revisions periòdiques i Manteniment preventiu, hauran d'incloure obligatòriament aquells aspectes de les instal·lacions que puguin repercutir en el compliment de les prescripcions d'aquest Reglament:

Neteja periòdica de reflectors
Neteja periòdica de refractors i cubeles
Control de l'enfocament
Verificació de la regulació
Funcionament dels accessoris

B4 REGULACIÓ ESTACIONAL I HORÀRIA

- S'estableix amb caràcter general l'horari nocturn a partir de les 22h UTC (amb la normativa europea en vigor actualment, aquesta hora correspon a les 23 h oficial en horari d'hivern i les 24h en horari d'estiu).

- Els ajuntaments podran establir en el seu terme municipal horaris nocturns avançats respecte dels anteriors.

- Els ajuntaments podran també, en aquells casos en què la utilització de la via ho justifiqui, tornar al règim de plena potència (sense regulació) entre la fi del crepuscle astronòmic local i el moment de l'apagada de la instal·lació. Si no es realitza un càlcul exacte de l'hora en la què es produeix el crepuscle astronòmic local, es podran encendre les instal·lacions a partir de les 4h UTC en horari d'estiu (les 6h oficial segons la normativa actual) i les 6h UTC en horari d'hivern (les 7h oficial segons la normativa actual).

- A petició dels ajuntaments, s'admetran condicions especials en els enllumenats ornamental i festius en èpoques com:

Període nadalenc (exclusivament del 8 de desembre al 8 de gener)

Festivitats locals

Temporada alta d'afluència turística

En tots aquests casos o altres similars, es precisarà Autorització expressa de l'Oficina Tècnica per al funcionament en condicions especials.

C ENLLUMENAT PÚBLIC**CI NIVELLS D'IL·LUMINACIÓ**

En tots els casos es tracta de **nivells en servei**. Es justificarà el coeficient de conservació emprat en el càlcul.

C2 FLUX HEMISFERI SUPERIOR. LLUMENERES D'ENLLUMENAT PÚBLIC

Només es permetrà l'ús de lluminàries dotades del corresponent **certificat** expedit per un laboratori acreditat per l'Oficina Tècnica.

S'utilitzaran en la posició, enfocament, condicions, làmpada i accessoris amb què ha estat determinat l'assaig.

El percentatge de FHS emès per la lluminària serà com a màxim l'indicat en la Taula 2 (en %) per cada classificació de zona.

Taula 2

ZONA	HORARI NORMAL	HORARI NOCTURN
E1	1	1
E2	5	1
E3	15	15
E4	25	25

Nota: La taula respon als criteris de la Comissió Internacional de FEclavage (CIÉ), amb les següents propostes de variació

Utilització de la limitació de l'1% en lloc del 0% (problemes de mesura en laboratori)

S'ha afegit "l'horari nocturn"

C3 VIES DE TRANSIT DE VEHICLES

Adoptaran els nivells previstos per CIÉ 115 i el Ministeri de Foment 1999, però amb les següents precisions:

Els valors de Luminària mitjana es consideraran màxims que no hauran de superar-se en més d'un 25% (veure Taula 3),

En horari nocturn, la classificació de la via (ME1 a ME5) correspondrà a les característiques de trànsit que es registren en aquest període, i no les d'hora punta (veure Taula 4).

En les zones E1 i E2, els Enllumenats de les vies *ME1*, *ME2* i *WF3* disposaran obligatòriament d'un sistema de regulació de flux permetent la disminució del nivell d'il·luminació en les hores i períodes de baixa utilització.

Taula3

TIPUS DE VIES	CLASSES D'ENLLUMENAT
Carreteres de calçades separades amb encreuament a diferent nivell i accessos controlats (autopistes i autovies)	
Intensitat de trànsit alta (IMD > 25000)	ME1
Intensitat de trànsit mitjana (IMD > 15000-25000)	ME2
Intensitat de trànsit baixa (IMD < 15000)	MES
Carreteres de calçada única de doble sentit de circulació i accessos limitats (via ràpida)	
Intensitat de trànsit alta (IMD > 15000)	ME1
Intensitat de trànsit mitjana i baixa (IMD < 15000)	ME2
Control de trànsit i separació de diferents tipus d'usuaris	
Pobre	ME1
Bo	ME2
Vies urbanes de trànsit important, principis artèries urbanes, carreteres radials i de distribució a districtes	
Control de trànsit pobre	ME2
Control de trànsit bo	MES
Carreteres secundaries distribuïdores locals, vies principals d'accés a zones residencials i vies residencials (i rurals)	
Control de trànsit pobre	ME4
Control de trànsit bo	ME5

Taula4

CLASSE D'ENLLUMENAT	LUMINÀNCIA MITJANA (cd/m ²)
ME1	2.00
ME2	1.50
MES	1.00
ME4	0.75
ME5	0.50

C4 VIES URBANES

» Les calçades de les vies de trànsit important adoptaran els nivells previstos en l'apartat C3 classes ME2 o ME3.

Les calçades de les restants vies i les voreres i zones de vianants adoptaran els nivells previstos per CIÉ 136-2000, amb les següents precisions:

Els valors d'il·luminació indicats a la Taula 6 es consideraran màxims que no hauran de superar-se en mes d'un 25% en les de classe P1 i P2 o un 50% en les restants.

En horari nocturn la classificació de la via (P1 a P5 a la Taula 5) s'adaptarà a les condicions reals d'ús durant aquest període.

En les zones E1 les vies de classificació P1, adoptaran els nivells corresponents a la classificació P2.

En les zones E1 i E2 les vies de classificació P1 a P3 estaran obligatòriament dotades de regulació de flux,

Taula 5

DESCRIPCIÓ DE LA VÍA	CLASSE D'IL·LUMINACIÓ
D'alt prestigi	P1
D'ús elevat en hores nocturnes per vianants i ciclistes.	P2
D'ús menor en hores nocturnes per vianants i ciclistes.	P3
D'ús menor en les hores nocturnes per vianants i ciclistes relacionats exclusivament amb les propietats adjacents. Important per preservar el caràcter arquitectònic o l'entorn del lloc.	P4
On només es requereix una guia visual proporcionada per la llum directa de les lluminàries.	P5

Taula 6

CLASSE D'IL·LUMINACIÓ	IL·LUMINÀNCIA MITJANA HORIZONTAL (lx)
P1	20
P2	10
P3	6
P4	2
P5	NO APLICABLE

D IL·LUMINACIÓ AMB PROJECTORS

D1 FOTOMETRIA I ENFOCAMENT

Només s'utilitzaran Projectors amb fotometria certificada i d'acord amb el que estableix l'article 5.6.b de la llei. L'aplicació pràctica haurà de respectar les condicions de l'assaig fotomètric: làmpada, reixes o paralumens, accessoris, etc.

La fotometria inclourà: matriu completa d'intensitats, corbes d'intensitats en seccions horitzontal i vertical, diagrama d'isocandeles amb indicació de la corba corresponent a $I=10$ cd/klm.

El projecte justificarà que, en les condicions de col·locació i enfocament previstes, es compleixen els següents requeriments:

- **Il·luminació de superfícies horitzontals:**

L'angle d'enfocament corresponent a la màxima intensitat ($I_{màx}$) serà inferior a 70° respecte la vertical.

La intensitat emesa en angles superiors a 85° respecte a la vertical serà preferentment nul·la i, en tot cas inferior a 10 cd/klm.

Hauran de respectar-se al mateix temps les condicions de limitació d'intensitat corresponent a la limitació de la Llum Intrusa (veure apartat E).

- **Il·luminació de superfícies verticals:**

Sempre que sigui possible se situaran els projectors elevats, enfocant per sota de l'horitzontal. L'enfocament per sobre de l'horitzontal només s'autoritzarà amb demostració expressa de la seva necessitat a l'Oficina Tècnica, - segons l'article 6.a de la Llei.

Es procurarà que el feix lluminós es limiti a la superfície a il·luminar. En tot cas, no haurà de projectar-se fora de la dita superfície una intensitat superior a 10 cd/klm.

Hauran de respectar-se al mateix temps les condicions de limitació d'Intensitat corresponents a la limitació de Llum Intrusa (veure apartat E).

D2 IL·LUMINACIÓ DE FAÇANES I MONUMENTS

- La luminància mitjana (cd/m^2) no superarà els valors màxims indicats a la Taula 7.

- Aquestes instal·lacions no podran funcionar en horari nocturn, excepte en les zones E3 i E4 en casos justificats i amb autorització expressa de l'Oficina Tècnica, ajustant-se sempre als valors previstos en la Taula 7.

Taula 7

ZONA	HORARI NORMAL	HORARI NOCTURN
E1	5	0
E2	5	0
E3	10	5
E4	25	12

D3 ÀREES EXTERIORS

• Inclou la il·luminació de zones, sigui quina sigui l'activitat a la que estiguin destinades, que per la seva situació a l'exterior incideixin en la problemàtica de la Contaminació Lumínica. Sense caràcter exhaustiu, s'anomenen les següents:

Equipaments a l'exterior

Enllumenats esportius

Àrees lúdiques i recreatives

Treballs a l'exterior

Àrees exteriors d'edificis públics o privats

Magatzems i aparcaments

• Els responsables de les instal·lacions presentaran justificació dels nivells d'il·luminació proposats. Aquests nivells hauran d'adaptar-se, si existeix, a la Reglamentació o Recomanacions pròpies de l'activitat desenvolupada, considerant sempre els valors que s'esmentin com a màxims que no hauran de ser superats en més d'un 25%.

• Les instal·lacions (lluminàries, làmpades, projectors, regulació,..) compliran el que estipulen els Apartats B,C...

• També hauran de respectar-se les limitacions a la Llum Intrusa establertes en l'ApartatE.

• El funcionament de la il·luminació quedarà limitat a Horari Normal. El funcionament en Horari Nocturn quedarà subjecte a justificació i autorització expressa per l'Oficina Tècnica. En zones de Classificació E1 aquesta autorització només podrà emetre's limitada a dates concretes.

• Si s'utilitza un enllumenat de seguretat, els nivells màxims d'il·luminació seran els següents:

Àrees de risc normal: 5 lux

Àrees de risc elevat: 20 lux

Àrees d'alt risc: 50 lux

E LIMITACIÓ DE LA LLUM INTRUSA**E1 IL-LUMINACIÓ VERTICAL**

• Els valors d'il·luminació produïts pel component directa d'il·luminació en les façanes d'edificis o altres plans verticals límits de la propietat, seran com a màxim els que figuren a la Taula 8

Taula 8

ZONA	HORARI NORMAL(Lux)	HORARI NOCTURN (Lux)
E1	2	1
E2	5	2
E3	10	5
E4	25	10

E2 IL-LUMINACIÓ EMESA EN DIRECCIÓ A ÀREES PROTEGIDES

La intensitat lluminosa emesa per les lluminàries en direcció a zones de protecció (espais naturals, observatoris astronòmics,...), o en direccions que puguin presentar problemes d'enlluernament, no superaran els valors de la Taula 9. Les àrees protegides seran determinades per l'Oficina Tècnica.

Taula 9

ZONA	HORARI NORMAL	HORARI NOCTURN
E1	0 Kcd	0 kcd
E2	50 Kcd	0.5 Kcd
E3	100 Kcd	1 kcd
E4	100 Kcd	2.5 Kcd

E3 ENLLUERNAMENT

• En instal·lacions d'Enllumenat Públic, la limitació de l'enlluernament haurà de respectar les prescripcions de les Taules 10 i 11

Taula 10 enllaçaments de tipus vial

ZONA	ENLLUERNAMENT PERTORBADOR (Tí %)
E1	10
E2	10
E3	15
E4	15

On Tí l'increment Umbral en % (segons CIE nº 136-2000)

Taula 11: Enllumenat de tipus ambiental o de vianants

ALCADA DE LLUMINARIA	ÍNDEX (LA 0.25)
4.5 m	4000
4.5-6 m	5500
6 m	• 7000

On LA és l'índex d'enlluernament en instal·lacions de caràcter peatonal (segons CIE nº 136-2000)

F ENLLUMENATS ORNAMENTALS I FESTIUS

- Precisaràn d'autorització expressa de l'Oficina Tècnica. Només s'autoritzaran en períodes específics i limitats.
- Només funcionaran en Horari Normal. El seu ús en horari nocturn precisarà justificació i autorització expressa de l'Oficina Tècnica.

G RÈTOLS LLUMINOSOS

- El seu funcionament es restringirà a Horari Normal. En Horari Nocturn només es permetrà el funcionament d'aquells que compleixin una funció informativa d'interès públic necessària (farmàcies, transports públics,...), no s'admetran els de caràcter publicitari.
- Les característiques de les instal·lacions (posició, tipus de làmpades, enfocament...) s'adaptaran al que estigui previst en aquest Reglament amb caràcter general.
- Tant en els rètols lluminosos il·luminats amb mitjans exteriors, com en els compostos per elements lluminosos, la luminància màxima admissible serà:

Taula 12

ZONA	LUMINANCIA (cd/m ²)
E1	50
E2	400
E3	800
E4	1000

H APARADORS I FINESTRES

- Aquells Enllumenats Interiors que a través d'obertures emetessin llum a l'exterior, hauran de limitar la Luminància mesurada des de l'exterior per complir els següents valors:

ZONA	FACTOR D'EMISSIÓ (FE)
E1	
E2	
E3	
E4	

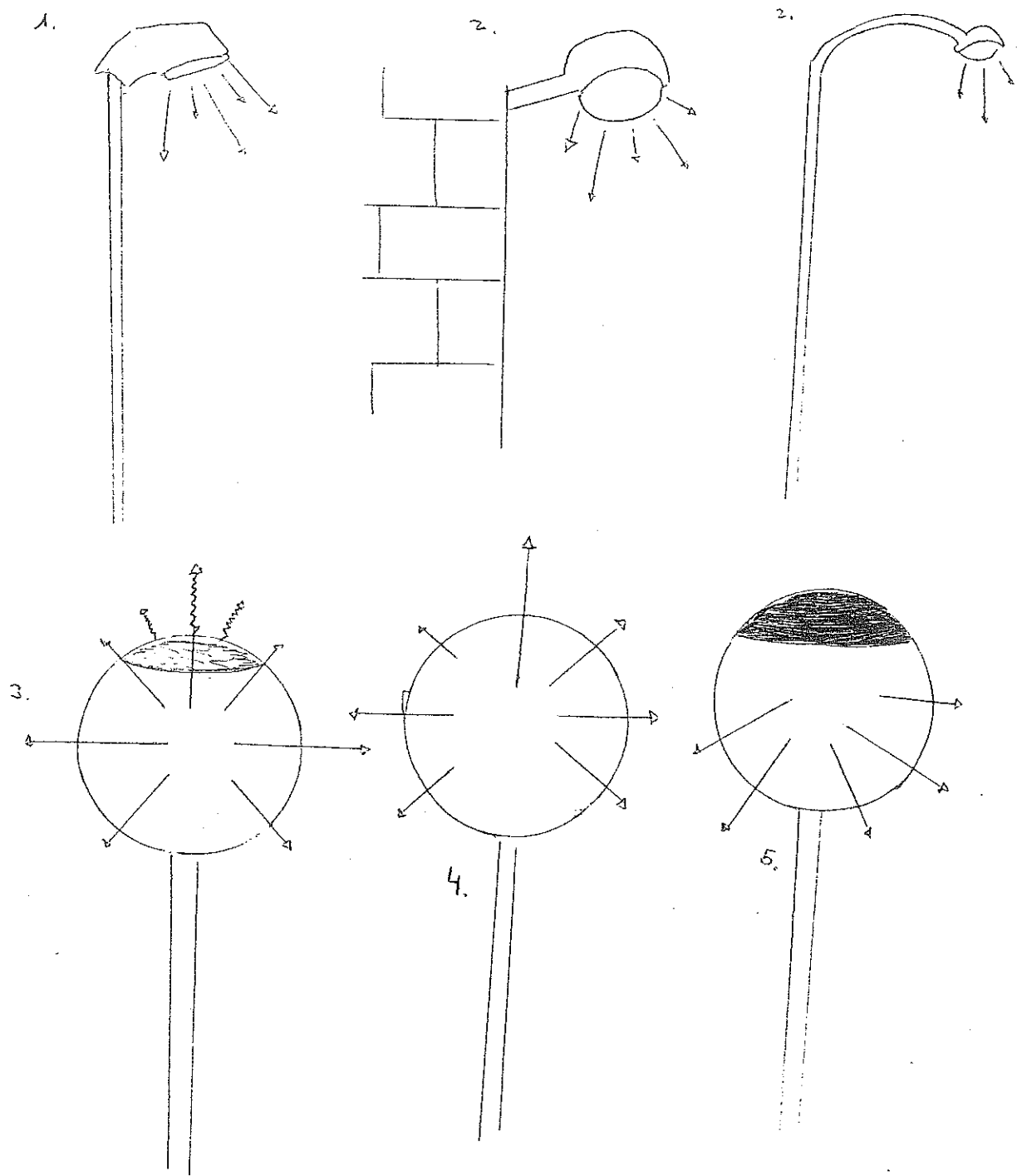
(FE = $L_{ab} \times S_{obert} / S_{total}$, valors pendents de mesurament)

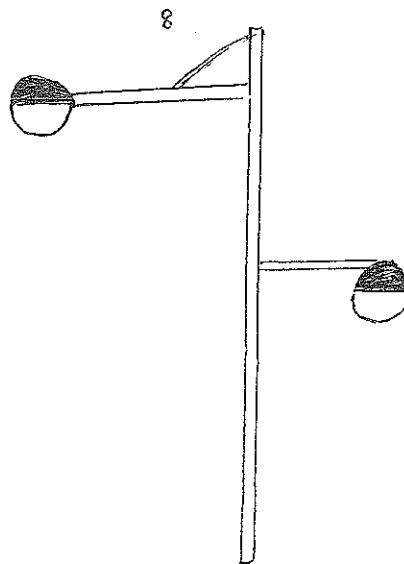
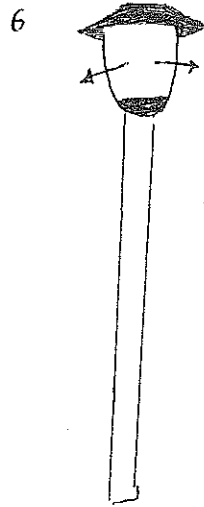
- En el cas de superar-se aquests límits serà obligatori la utilització de persianes o altres elements de protecció.

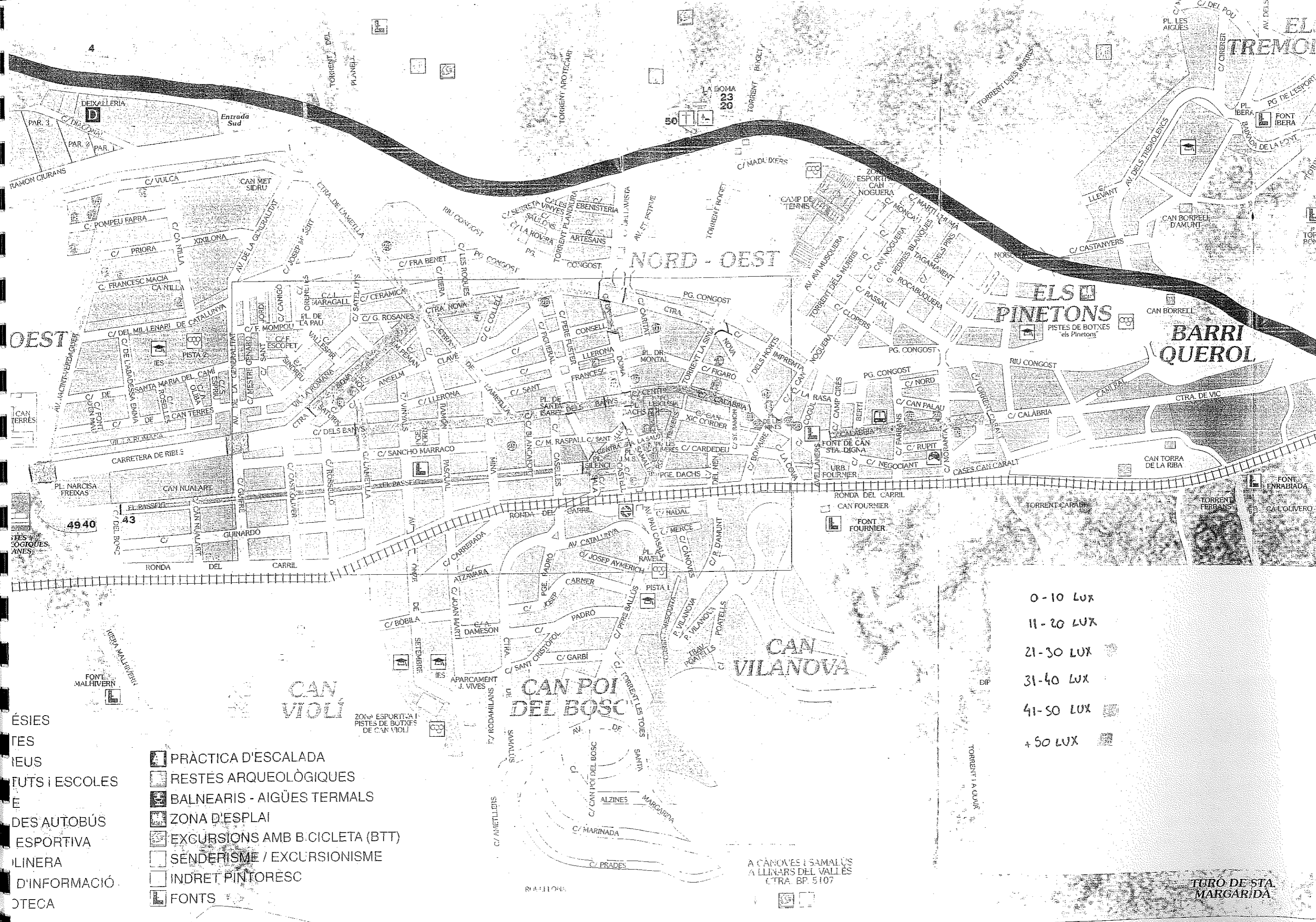
8. Taula de dades de quantitat de llum nocturna dels carrers de La Garriga

Dia	Hora	Carrer, N°	Tipus de fanal	Color de la llum	Lux máx, mín
	20-21	1ª rotonda	1	Blanc / Groc	18,5
	20-21	2ª rotonda	1	Blanc	23,5
	20-21	C/ Banys (Video caixa)	2	Blanc	30,3
	20-21	(Farmàcia)	2	Blanc	37,9
	20-21	(Blancafert)	2	Blanc	35,5, 2,8
	20-21	(Semàfor)	2	Blanc	36,6, 3
	20-21	Pl. Can Dachs	3	Blanc	80, 15
	20-21	Pl. De l'església	3	Blanc	110, 14,5
	20-21	C/ Calabria (cine)	2	Blanc	133, 10
	20-21	(Forn del sol)	2	Blanc / Groc	40, 3
	20-21	Carretera (Can Boté)	2	Groc	35,4,2
	20-21	(Ultimes cases)	1	Groc	30,3
	20-21	(Sati)	1	Groc	20, 2,5
	20-21	(M. Pivernat)	1	Groc	60, 20
	20-21	Passeig (Malibern)	4	Blanc grogos	00,9
	20-21	(Casino)	4	Blanc grogos	10,6, 2
	20-21	(Baixada institut)	4	Blanc grogos	14,3
	20-21	Pl del Silenci	5	Blanc	29, 8
	20-21	Passeig dels til·lers (via)	8	Groc	
	20-21	(Baixada on hi ha un banc)	8		34,5
	20-21	(encreuament de carrers)	8		80
	20-21	Principi del passeig de t.	8		30
	20-21	Mig del passeig dels t.	8		45
	20-21	Caixa Penedès	8		60
	20-21	Carretera (La cabanya)	1	Blanc	45,13
	20-21	Cantonada amb c/ llapis i paper	1	Blanc / Groc	43,13
	20-21	Dabant parada bus	1	Blanc / Groc	20,10
	20-21	Semàfor c/ atmetlla	1	Blanc / Groc	12,30
	20-21	Chino	1	Blanc / Groc	30,12
	20-21	Cantonada amb Figueras	1	Groc	37,11
	20-21	Gasolinera	1	Groc	38,7
	20-21	Parada de bus	1	Groc	21,33

20-21	Cantonada c/ dels Horts	1	Groc	19,4
20-21	C/ La Doma (Gasolinera)	2	Blanc	80,7
20-21	1ª cantonada	2	Blanc	180,17
20-21	2ª cantonada	2	Blanc	80,23
20-21	Pl. Can Dachs	2	Blanc	40,8
20-21	Dècimes	2	Blanc	40,6
20-21	C/ Figueral (Pl. silenci)	2	Blanc	17,15
20-21	Semàfor	2	Blanc	23,8
20-21	1ª cantonada	2	Blanc	17,3'5
20-21	2ª cantonada	2	Blanc	17,3'5
20-21	Carretera	2	Blanc	18,5
20-21	Carretera Atmetlla (semàfor)	2	Blanc	20,5
20-21	Area esports	2	Blanc	21,3
20-21	Cantonada amb C/ Lerona	2	Blanc	20,9
20-21	Cantonada amb c/ calabria	2	Blanc	45,30
20-21	C/ del Bosc (al principi)	4	Groc	18,0
20-21	Al mig	4	Groc	19,0
20-21	Al final	4	Groc	11,0
20-21	C/ can Nualart (al principi)	1	Groc "Tronge"	33,8
20-21	Al mig	1	Groc "Tronge"	35,10
20-21	Al final	1	Groc "Tronge"	32,9
20-21	C/ Guifré (al principi)	6	Blanc	25,5
20-21	¼ del carrer	6	Blanc	26,3
20-21	2/4 del carrer o mig	4	Blanc Antic	7,0
20-21	3/4 del carrer	4	Blanc Antic	8,1
20-21	4/4 del carrer o final (Via)	4	Blanc Antic	7,0
20-21	C/ Cast Oliver (principi)	6	Blanc	26,5
20-21	¼ del carrer	6	Blanc	28,6
20-21	2/4 del carrer o mig	6	Blanc	17,1
20-21	3/4 del carrer	6	Blanc	16,1
20-21	4/4 del carrer o final (Via)	6	Blanc	12,0







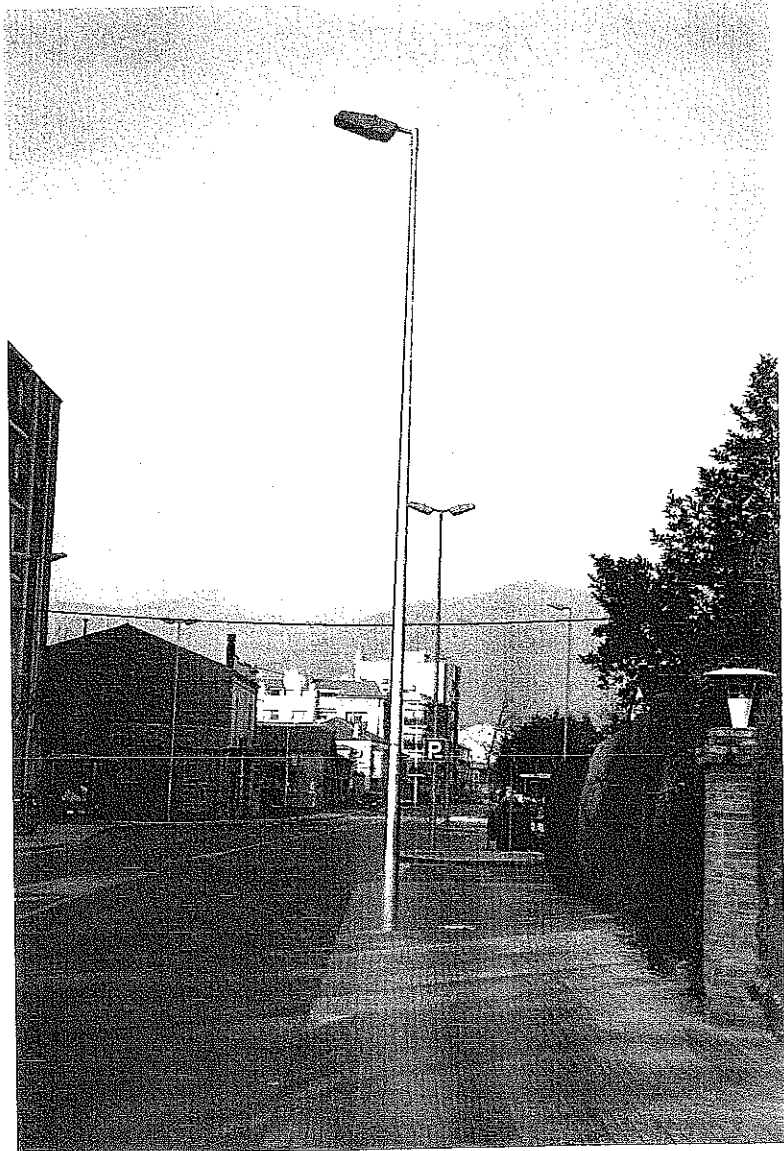
- ÉSIES
- TES
- REUS
- FUTS I ESCOLES
- E
- DES AUTOBÚS
- ESPORTIVA
- ILINERA
- D'INFORMACIÓ
- OTECA

- PRÀCTICA D'ESCALADA
- RESTES ARQUEOLÒGIQUES
- BALNEARIS - AIGÜES TERMALS
- ZONA D'ESPLAI
- EXCURSIONS AMB B.CICLETA (BTT)
- SENDERISME / EXCURSIONISME
- INDRET PINTORÈSC
- FONTS

- 0-10 LUX
- 11-20 LUX
- 21-30 LUX
- 31-40 LUX
- 41-50 LUX
- + 50 LUX

A CANOVES I SAMALÚS
A LLINARS DEL VALLES
CTRA. BP. 5107

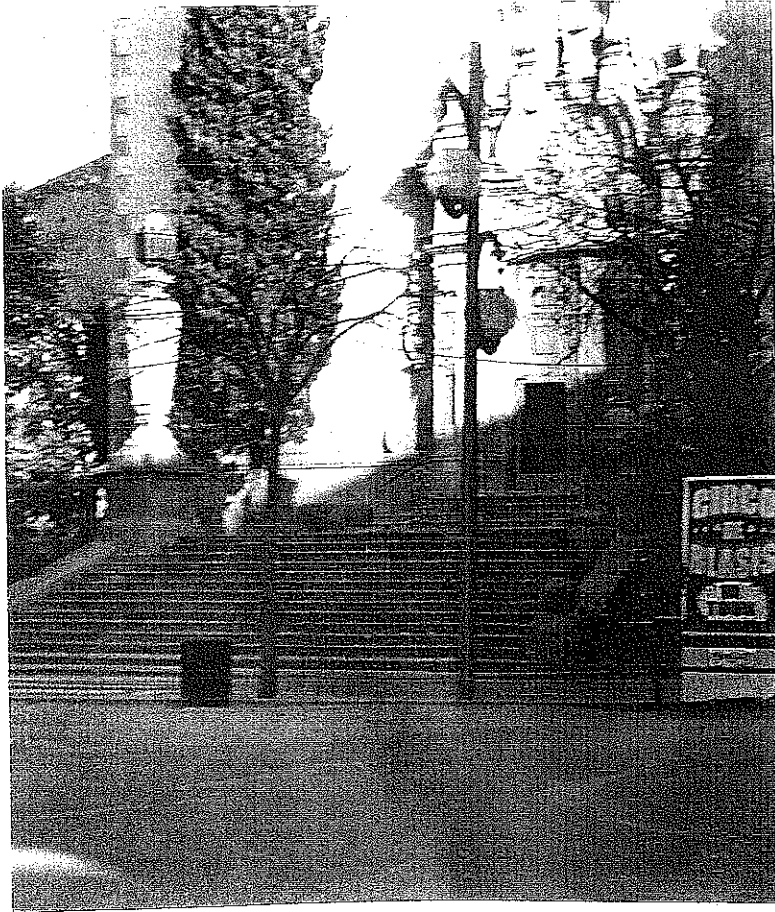
TURÓ DE STA. MARGARIDA



TIPUS 1
CARRETERA DE VIL



TIPUS 2
CI FIGUERAL



TIPUS 3 - PLAÇA DEL SILENCI



TIPUS 3 - PLAÇA DE CA'N DACHS



TIPUS 4 - PASSEIG



TIPUS 5 - PLAÇA DEL SILENCI



TIPUS 6 - INICI PASSEIG



TIPUS 8 - PASSEIG DELS MILLERS

11 . Bibliografia

Enciclopèdies

- Gran Enciclopèdia Catalana (ed. Enciclopèdia Catalana)
- Nova enciclopèdia de l'estudiant (ed. Carroggio S.A.)
- Enciclopèdia visual 2000 (ed. Oceano)
- Diccionari de la gran Enciclopèdia Catalana

Pàgines web

- http://www.astrogea.org/celfosc/contaminacio_luminica.htm
- <http://www.celfosc.org/mag6/>
- http://www.am.ub.es/contaminacio_luminica/cl.html
- <http://bibliotecnica.upc.es>
- <http://www.gencat.es/mediamb/sosten/luminica.htm>