

8

**sam**

Suport a la gestió  
ambiental d'activitats  
en el municipi

**JUNY 2003**



# Contaminació lumínica



# Sumari

## 3 Editorial

### 5 Marc jurídic

Adequar les instal·lacions a la nova normativa  
*Manel Roig i Cunill*

### 9 Món municipal

Primera ordenança municipal. Primer balanç  
*Josep M. Bosch*

**13** Nova metodologia per a un estudi diagnòstic de la contaminació lumínica: el Masnou  
*Joan Jover Grau et al.*

### 19 Experiència

Conceptes bàsics de contaminació lumínica  
*Pere Horts Font*

**24** La problemàtica de la contaminació lumínica a Catalunya  
*Ramón San Martín Páramo*

### 33 Món empresarial

L'enllumenat urbà i la seva incidència en la brillantor del cel  
*Joan Ramon Sarroca*

### 39 Món veïnal

La contaminació lumínica i la resposta social  
*Jordi Iparraquirre*

### 43 Curiositats

Curiositats relacionades amb la contaminació lumínica  
*Jordi Iparraquirre*

### 45 El SAM informa

Seminaris d'intervenció ambiental per a policies locals  
*Maria Llorens*

### 47 Recull normatiu

### 49 El racó de la pàgina web

### 51 I en el proper SAM...

**Edita**

*Diputació de Barcelona  
Àrea de Medi Ambient*

**Coordinació**

*Salvador Fuentes Bayó*

**Secretaria de Redacció**

*Lidia Ruano Bernabé*

**Direcció**

*Domènec Cucurull*

**Consell de redacció**

*Domènec Cucurull Descarrega  
Inma Pruna González  
Isidre Gonzalvo Carné  
Ramon Rabella Pujol  
Manel Pich Pou  
Salvador Fuentes Bayó*

Foto portada: *Contaminació lumínica del Barcelonès*  
Autor: *Salvador Fuentes*

Primera edició, juny del 2003  
Producció: Institut d'Edicions  
DL.: B-15.763-98

# Contaminació lumínica

La contaminació lumínica és una de les formes de contaminació menys estudiada fins avui. Una bona part d'estudiosos de l'astronomia començaren a posar el «crit al cel» –mai millor dit– en veure que la contaminació que generava la il·luminació excessiva de la ciutat impedia l'observació de les estrelles.

Més tard es van incorporar al debat tècnics, enginyers i catedràtics de les universitats, que hi van anar aportant solucions tècniques, desmuntant un per un els raonaments que feien els refractaris a deixar de malbaratar energia.

A Catalunya, i seguint l'exemple d'altres països com ara Itàlia, els Estats Units i França, es va crear una comissió per tal d'elaborar una llei per protegir el medi ambient nocturn. L'informe previ que va elaborar la UPC el 2001 remarcava que a Catalunya es malbaratava l'equivalent a tres milions d'euros l'any.

Amb l'aprovació pel Parlament de Catalunya, el 16 de maig de 2001, de la Llei d'ordenació ambiental de la il·luminació exterior per a la protecció del medi nocturn, i per unanimitat de tots els partits polítics, s'enceta una llei pionera a l'Estat espanyol, amb el compromís –a l'hora de tancar l'editorial, encara no complert– de redactar el Reglament que la desenvolupi en un termini breu.

El Col·lectiu Cel Fosc ha estat el motor de l'esforç d'unir el grup pluridisciplinari abans esmentat i ha possibilitat que en altres comunitats autònomes i ciutats incorporin la idea i la traslladin als seus municipis.

Malauradament, ni el Pla de l'energia a Catalunya en l'horitzó 2010, elaborat per la Generalitat de Catalunya, ni la Cimera de la Terra de Johannesburg han abordat un tema tan cabdal per al medi ambient com el de la protecció del medi ambient nocturn.

Esperem que en un termini breu puguem disposar del desenvolupament de la Llei catalana per poder gaudir d'un cel en bones condicions, i que, a més, ens ajustem al que disposa el protocol de Kyoto pel que fa al control d'emissions, ja que Espanya ha signat aquest protocol, però encara pateix un alt grau de desviament d'objectius: prop del 38 %.

Els experts que desenvolupen els articles del número que teniu a les mans han fet un esforç per raonar, de la manera més pedagògica, per què és nociva la contaminació lumínica. En aquest sentit, s'incorpora una secció oblidada a la revista SAM, la de «curiositats», en la qual es comenten estudis que demostren, per exemple, que una bona il·luminació no redueix per si sola l'índex de robatoris.

# Adequar les instal·lacions actuals a la nova normativa

**Manel Roig i Cunill**  
*MIATEC, SL*

## 1. Introducció

Les lleis que neixen amb intenció de protegir sempre van una mica tard. Inherent a l'espècie humana ha de ser el fet d'adonar-se que alguna cosa se li ha escapat quan aquesta ja és força lluny. Probablement seria exigir per sobre de les possibilitats de les persones si demanéssim més capacitat de previsió per tal de poder evitar en lloc de corregir. Com en totes les coses, però, es pot fer de més i de menys, i segurament podríem estar d'acord que moltes vegades cal més exigència i més rigor personal en les tasques que desenvolupem, per fer menys feina però amb més efectivitat. Diuen alguns entesos, i en aquest sentit han sortit totes les normatives de control de qualitat, que l'esforç constant i continuat per disminuir errades fa guanyar un temps valuósíssim en una societat en què aquest paràmetre, el temps, ens governa la vida.

Aquest article s'ha escrit pensant fonamentalment en instal·lacions municipals d'enllumenat públic, esportiu o artístic situades l'aire lliure. Pel tema que ens ocupa, és sens dubte el conjunt d'instal·lacions més nombrós de totes les que podrien entrar a ser regulades.

## 2. Punt de partida

Ha estat necessari que el problema comencés a fer-se gran per adonar-nos que s'hi ha de posar remei. La Llei, pionera d'altra banda, pretén posar fre al malbaratament que fem de l'energia perduda a causa dels fotons llençats cap on no són necessaris, però esdevindria una llei coixa si no tingués per objectiu també corregir les situacions que s'han produït abans que es publiqués.

Partim, doncs, d'una situació existent que no s'adiu amb l'objectiu final del país que volem, i per això necessàriament cal preveure primerament, i aplicar després, mesures correctores. Aquestes podran ser determinants si som capaços d'aclarir les preguntes bàsiques de la filosofia: d'on venim, on som i cap on anem.

Amb la Llei i el reglament que s'està desenvolupant, quedaran clars, si ho sabem fer bé, els paràmetres concrets que no es podran sobrepassar en cada lloc, i també quins elements, materials i formes d'instal·lació seran els correctes a partir d'ara.

Per començar disposarem d'una eina que ens ha de permetre avaluar què tenim i com ho tenim. Es tracta d'una avaluació no gaire complexa perquè, partint de les definicions de la Llei i del seu reglament, obtindrem el resultat per comparació amb el que hi ha instal·lat. Més difícil serà de poder avaluar i quantificar els resultats que es pot obtenir amb l'aplicació de les mesures correctores que es proposin.

Penso que, malgrat els esforços del Departament de Medi Ambient de la Generalitat, la UAB i la UPC, la quantitat de paràmetres que influeixen en les mesures que avui per avui podem fer, fa difícil de concretar quins dels valors mesurats serà possible reduir amb l'aplicació de les mesures reglamentades. Tots estem d'acord que no llençar flux lluminós per damunt de l'horitzó de les fonts lluminoses contribuirà a

**E**s tracta de començar per controlar primer el que és controlable i més endavant mirar d'abordar paràmetres més complexos, com ara el de la llum reflectida

reduir els nivells de contaminació, com també la reducció de potències. Sembla clar que el fet de tenir cura de les cromaticitats de la llum que emeten les làmpades ajudarà a la biodiversitat; però arribar a controlar i mesurar la resplendor en el cel nocturn, altrament anomenat *brillantor*, és una cosa més difícil. Es tracta de començar per controlar primer el que és controlable i més endavant, ajudats per l'experiència d'aquesta primera aplicació, mirar d'abordar paràmetres més complexos, com ara el de la llum reflectida.

Val a dir que probablement el reglament preveurà alguns o la majoria d'aquests aspectes més inconcrets, però és una incògnita saber si serem capaços d'avaluar primerament, i aplicar després, totes les mesures necessàries per aconseguir, en un termini de vuit anys, encarrilar el conjunt sencer de les situacions que en funció d'aquestes publicacions reglamentàries quedin desajustades. Es tracta d'un mandat del Parlament de Catalunya, i en aquest sentit hauríem d'estar tranquils, i més si tenim en compte que el mateix mandat obliga el Govern a destinar les partides pressupostàries necessàries per fer complible el desig.

### 3. Pla d'adequació

#### 3.1. Introducció

«Pla d'adequació» és una expressió que als professionals de la il·luminació, i de les instal·lacions elèctriques en general, no ens ve de nou. La impossibilitat d'esmenar desajustaments reglamentaris en els terminis previstos en els mateixos reglaments, normalment per la despesa que comporta, fa necessària moltes vegades la sol·licitud d'una pròrroga. Aquesta no pot ser demanada sense justificació, i és a la justificació raonada i valorada el que denominem Pla d'adequació.

Els plans d'adequació més coneguts, que s'elaboren actualment dins de l'àmbit que ens movem, són els que afecten la seguretat elèctrica de les instal·lacions. L'*origen* són els defectes detectats per les inspeccions periòdiques obligatòries a què estan sotmeses les instal·lacions elèctriques, i l'*objectiu* és fer-ne l'esmena. Tanmateix, els plans d'adequació, que es puguin confeccionar a partir de l'aprovació del nou reglament sobre la Llei d'ordenació ambiental de l'enllumenament exterior per a la protecció del medi nocturn, poden tenir un enfocament una mica diferent.

#### 3.2. Els terminis del Pla

En primer lloc, l'objectiu hauria de ser adaptar les instal·lacions en els terminis previstos, és a dir vuit anys, i només s'hauria de considerar la possibilitat de sol·licitud de pròrrogues quan l'avaluació de la despesa necessària posi de manifest la impossibilitat econòmica d'afrontar la reforma en el temps previst.

Els terminis d'un pla que afecta la seguretat elèctrica com els esmentats en primer lloc són lògicament més curts que no pas els que es preveuen en aquesta Llei.

#### 3.3. Avaluació inicial de la situació

Tal com es deia al principi, aquesta avaluació pot o ha de ser de dues classes: l'una, referida als punts lluminosos físics que incompleixin la normativa; i l'altra, més complexa, que serà l'avaluació global de l'aportació en forma de contaminació que el municipi o espai concret fa en perjudici de la foscor del cel durant la nit. Aquesta última necessitarà assolir més concreció, i probablement s'haurà de generar un mètode que pugui fer de guia i convertir-se en estàndard per fer aquests tipus de mesuraments i obtenir així resultats fiables i comparables.

Per poder diferenciar clarament aquestes dues situacions, una proposta *a priori* raonable podria ser considerar cada un dels dos supòsits com dues fases d'execució diferents.

La primera seria la considerada dins del Pla, per poder-ne iniciar els treballs que s'hi recomanin de manera immediata; i la segona, probablement s'hauria de preveure per a una actuació posterior quan l'experiència de la primera fase ja comenci a tenir forma i hagi fet una aportació de dades considerable.

Seguint aquesta proposta, la continuació de l'article pel que fa al Pla d'adequació es referirà exclusivament a aquesta anomenada primera fase.

**E**n determinats casos pot ser suficient la substitució d'una part o d'algunes peces de la llumenera per fer entrar la instal·lació dins dels paràmetres que marqui la Llei i el reglament que la desenvolupi

### 3.4. Accions correctores

Les desviacions reglamentàries dimanants de materials instal·lats o disfuncions horàries dels règims de funcionament d'algunes instal·lacions hauran de ser corregides.

Podem dividir les accions correctores en quatre grups:

- *Primer grup*: substitució de material; normalment, llumeneres completes. Segurament aquesta acabarà sent el tipus d'actuació majoritària. En determinats casos pot ser suficient la substitució d'una part o d'algunes peces de la llumenera per poder aconseguir l'objectiu que es pretén i que no és altre que fer entrar la instal·lació dins dels paràmetres que marquin la Llei i el reglament que la desenvolupi. En tot cas, sembla clar que acabarà existint una classificació de llumeneres «homologades» que garantiran que el conjunt ben instal·lat no surti fora del que determina la Llei.
- *Segon grup*: ajustament horari. Val la pena destacar, per tractar-se d'un argot nou, que la Llei fa servir sovint el concepte d'*horari nocturn*. Aquest «tipus d'horari» no es refereix mai al que comença amb una encesa astronòmica (propèria a la posta de sol), com podria semblar, sinó que es refereix al que comença a l'hora de la restricció i s'allarga fins a la sortida del sol. S'inicia, doncs, en el moment en què fa uns quants anys s'anomenava horari de la «mitja apagada». El reglament fixarà aquest inici d'horari nocturn per a cada cas. Un cop determinat l'horari, serà necessari adaptar els dispositius de comandament i control perquè compleixin la funció que es necessiti.
- *Tercer grup*: reajustament i enfocament. Els materials necessaris per actuar dins d'aquest grup no seran en la majoria de casos equips complets, sinó que entraran en el paquet els projectors i en alguns casos llumeneres que calgui reenforçar o apantallar. Seran actuacions que requeriran una anàlisi específica per a cada cas. Es pot tractar d'un treball complex, no solament per la part d'enginyeria que marqui les posicions i zones d'enfocament, sinó també perquè en molts casos serà inevitable resituar els elements per poder complir el que estarà legislat.



Foto: Servei del Medi Ambient

El nou reglament fixarà l'inici d'horari nocturn per a cada cas

- *Quart grup*: és el dels treballs que estan relacionats amb el manteniment, encara que els grups anteriors d'una manera o altra també ho estiguin. Ens referim als canvis «possibles» de tipus de làmpada per adaptar-se al que marqui la legislació per a aquell lloc concret. Hem utilitzat el mot *possible* volent-nos referir als canvis de làmpada i equip d'encesa que es puguin fer sense una substitució de la llumenera o projector.

#### 3.4.1. Valoració econòmica, priorització i periodificació

De poc ens serviria tot el treball descrit si no fóssim capaços de posar un preu al cost de les reformes. Per això es imprescindible disposar d'un estat de mesuraments que ens proporcionin unes unitats d'obra concretes a les quals sigui possible posar preu. Disposant d'aquestes dades, podríem considerar senzill confeccionar un pressupost.

De fet és així, però cal tenir presents altres factors que poden complicar una mica la feina. Ens referim a tota una sèrie d'aspectes que incideixen de forma important en tractar-se d'una remodelació a llarg termini. Si, com es pot suposar, la inversió necessària caldrà distribuir-la entre els anys que la legislació ens permeti, pot passar que la població en qüestió tingui establert un pla d'inversions paral·lel que afecti d'una manera o altra la il·luminació pública. També seria desitjable disposar d'un pla director per al desenvolupament de l'enllumenament sobre la base d'uns criteris predefinitos i, tal com hem comentat abans, també podria passar que per a les mateixes instal·lacions existís un Pla d'adequació a la normativa pel que fa a la seguretat elèctrica.

Les complicacions, doncs, com dèiem, són per tenir-les en compte, i l'objectiu que en aquests moments no tenim, seria potser poder definir un model d'estudi que integrés en un de sol tots els aspectes mencionats. La gran dificultat rau en les diferents actuacions que es poden necessitar, i de fet així serà, de terminis diferents per a l'esmena de defectes, adaptacions a normativa i previsions d'inversió. Integrar tots aquests aspectes en sol projecte no serà una missió senzilla, i més si tenim en compte que cada adequació dependrà d'un seguiment que serà responsabilitat d'una administració o departament diferent.

La priorització de les actuacions, que significa en resum disposar de totes les actuacions ordenades de tal manera que sigui possible saber en cada moment si som al lloc previst, anem avançats o anem endarrerits, és una cosa que entra de ple en les dificultats que esmentàvem anteriorment.

La periodificació dependrà de les possibilitats econòmiques del municipi en qüestió, aplicades a la valoració resultant del pla o de la integració de plans.

#### 3.5. Subvencions i ajuts

Es preveu, com ja s'ha dit, que la Llei sigui dotada pressupostàriament per garantir-ne l'aplicació.

No creiem que sigui el moment d'entrar en un debat de valoracions genèriques i de si les quantitats que s'hi destinin seran suficients o no, però sí que es pot intuir com a imprescindible la necessitat d'elaborar un reglament específic per a la concessió objectiva d'aquests ajuts que permeti determinar quines quantitats corresponen a cada sol·licitant.

En aquest sentit, ens atrevim a apuntar des d'aquí la necessitat de l'elaboració dels plans esmentats, per tenir dret a les subvencions o ajuts. En poques paraules, ens sembla important demanar que és «premiïn» les actuacions programades per davant de les esporàdiques o improvisades.

La periodificació dependrà de les possibilitats econòmiques del municipi, aplicades a la valoració resultant del pla o de la integració de plans



# Primera ordenança municipal. Primer balanç

**Josep M. Bosch**  
*Col·lectiu Cel Fosc*  
*Grup d'Estudis Astronòmics (GEA)*

## L'ordenança municipal de Tàrraga

Quan, l'any 1991, vaig construir un observatori astronòmic a la teulada d'una casa de Santa Maria de Montmagastrell, poble de setanta habitants agregat al municipi de Tàrraga, el representant de l'autoritat municipal a la població va donar permís per apagar els llums de la plaça del davant, que és la principal. Es donava l'aviñentesa que hi havia un interruptor en una caixa adossada en una paret, que havia quedat practicable de quan van instal·lar un enllumenat de globus opalins en aquell lloc. Probablement aquesta fou la primera concessió expeditiva per reduir la molèstia que l'enllumenat nocturn produeix a l'hora d'observar els astres.

Al cap de poc temps la direcció del programa de televisió «Gran angular» va demanar si podien venir a prendre uns plans de l'observatori en què es donava una circumstància tan especial com és la d'apagar sense més ni més els llums de tota una plaça pública. El poder de la televisió em va portar a visitar l'alcalde de Tàrraga a fi d'assabentar-l'en; durant la conversa va sorgir la idea d'elaborar una ordenança municipal que fóra capdavantera a l'Estat espanyol i demostraria un esperit innovador dins de la voluntat de millorar les relacions amb l'entorn i aplicar criteris de sostenibilitat. Al cap d'una setmana va quedar enllestit un informe sobre contaminació lumínica i maneres de combatre-la, que va entrar amb calçador al primer ple municipal gràcies a l'entusiasme de l'alcalde, Frederic Gené.

El 12 de març de 1998, el Ple de l'Ajuntament, en sessió ordinària, va aprovar per unanimitat una moció en què s'admetia a tràmit la iniciativa, «en considerar que es tracta d'una proposta que ajudarà a aconseguir una major eficiència en l'enllumenat públic, permetent un estalvi energètic molt important, i alhora evitarà la contaminació lumínica del cel nocturn». S'acordava al mateix temps elaborar una ordenança municipal «que tingui per objecte la protecció del cel nocturn, en el sentit d'establir les condicions tècniques a les quals s'hau-

ran d'adequar els projectes d'enllumenat públics i privats, per aconseguir una major eficiència del consum energètic».

L'anomenat Reglament de protecció del cel nocturn va ser aprovat el 4 de juny de 1998 i va entrar en vigor el dia 8 d'octubre, havent transcorregut el termini d'informació pública de trenta dies després de la publicació al *Butlletí Oficial de la Província*, al DOGC i al diari provincial *Segre* sense que s'hi hagués presentat cap al·legació o suggeriment.

Les idees per elaborar el reglament de Tàrraga van ser inspirades per l'articulat de l'anomenada Llei del cel, normativa aprovada al final dels anys vuitanta pel Parlament espanyol a fi de protegir l'àmbit nocturn dels observatoris de les illes de La Palma i Tenerife, i també es van recollir els suggeriments i els estudis del Col·lectiu Cel Fosc, promotor de la Llei d'ordenació ambiental de l'enllumenament exterior per a la protecció del medi nocturn, aprovada pel Parlament de Catalunya, el maig del 2001.

L'ordenança de Tàrraga, en primer lloc, regula la pèrdua de flux lluminós cap al cel, que en el pitjor dels casos no serà superior al cinc per cent del flux emès. El tancament de les lluminàries ha de ser al més hermètic possible per estalviar costos de manteniment, i no ha de dispersar llum de manera indiscriminada. La distribució del flux lluminós ha de ser al màxim d'uniforme. Es regula la il·luminació sumptuària, que s'ha de dirigir de forma més precisa i, si pot ser, de dalt a baix; com a conseqüència, els canons de llum dirigits al cel com a reclam publicitari queden prohibits a tot el terme municipal. Es dóna preferència a les bombetes de vapor de sodi. Es regula l'horari per reduir la intensitat i per apagar la il·luminació sumptuària. S'exigeix a les empreses i als particulars en general que s'atenguin a les normes de l'ordenança per reduir la contaminació lumínica i augmentar l'eficiència del consum energètic aplicat a l'enllumenament nocturn. Finalment, s'anuncia un règim de sancions que no es concreta en cap moment.

Foto: Josep M. Bosch



Exemple d'il·luminació sumptuària malbaratada cap al cel que contrasta amb l'ordenança municipal de Tàrrrega contra la contaminació lumínica

Des de l'entrada en vigor de l'ordenança municipal, a la ciutat de Tàrrrega l'escenari de l'enllumenament nocturn ha canviat. En una ciutat de fort creixement demogràfic i d'expansió del nucli urbà, la urbanització nova, els nous carrers, les flamants avingudes, tot el que cau sota la iniciativa municipal, ha estat sotmès a l'ordenança contra la contaminació lumínica i s'ha evitat un desastre dels grossos. Els tècnics de l'Ajuntament, començant per l'arquitecte municipal, senyor Eduard Escolà, han adoptat amb convicció personal les noves disposicions.

## Des de l'entrada en vigor de l'ordenança municipal, a la ciutat de Tàrrrega l'escenari de l'enllumenament nocturn ha canviat

L'excepció en aquest cas ha vingut del regidor d'Urbanisme, que ha concebut de manera personalista més d'un nou espai fora de tota norma quant a il·luminació sumptuària, contravenint el que el mateix municipi s'atorgà l'any 1998. Pel que fa a l'àmbit de les empreses, la iniciativa privada s'ha mantingut força al marge de les disposicions contra la contaminació lumínica, sense que ningú no hi hagi parat compte. La supervisió municipal en aquest sector fins ara ha estat senzillament inexistente, perquè en general hi ha hagut una escassa sensibilització sobre aquestes qüestions i, per tant, no es detecten. L'única persona que ha exercit un cert control sobre les contravençions a la normativa municipal ha estat el promotor de l'ordenança, que signa aquest article. Quan s'ha facilitat a l'Ajuntament una llista de les empreses que han instal·lat il·luminacions contaminants, la resposta ha estat desconcertant i singular per part del secretari del municipi: a part de la possible notificació a l'infractor, cap tècnic no es farà càrrec d'avaluar la infracció, i en cas que s'aixequés qualsevol acta, no s'obriria expedient

perquè, en realitat, altres assumptes urbanístics absorbeixen el temps i les energies disponibles. Amb aquesta perspectiva, el que és la il·luminació a l'àmbit privat queda a mercè de la bona sort i a l'espera del que pugui donar de si la Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn, aprovada el maig del 2001 pel Parlament de Catalunya.

## El paper dels ajuntaments davant la Llei del Parlament de Catalunya contra la contaminació lumínica

Avui ja no cal que els ajuntaments redactin ordenances municipals contra la contaminació lumínica perquè la Llei 6/2001 és d'aplicació a tot l'àmbit territorial de Catalunya. Tot i així, el paper de les corporacions municipals és molt important perquè es compleixin els objectius a què la Llei s'adreça. Els ajuntaments han d'assumir el que els pertoca quant a autorització i contractació d'obres, inspecció de les instal·lacions i limitació dels diferents paràmetres que la Llei els faculta de fixar. Per això l'èxit de la lluita contra la contaminació lumínica dependrà en darrera instància de la sensibilitat de les corporacions municipals i, així mateix, de l'estat d'opinió pública sobre l'ús racional de l'energia aplicada a l'enllumenament nocturn. El grau de respecte que ha de tenir l'àmbit urbà amb l'entorn immediat i la conveniència de no emparar-se en demostracions sumptuàries per donar a entendre el nivell de desenvolupament a què s'ha arribat, són altres factors que determinaran una aplicació de la Llei 6/2001, d'acord amb l'esperit amb què va ser redactada i amb les finalitats i els objectius declarats a les disposicions generals del capítol primer.

## Els ajuntaments han d'assumir el que els pertoca quant a autorització i contractació d'obres, inspecció de les instal·lacions i limitació dels diferents paràmetres que la Llei els faculta de fixar

El paper rellevant dels ajuntaments es concreta en els apartats següents.

a) Amb la Llei del Parlament de Catalunya, passa pels ajuntaments l'adequació dels enllumenaments públics de les superfícies destinades a trànsit de vehicles, pas de vianants, activitats comercial, esportiva i recreativa. També, l'adequació de la il·luminació sumptuària de monuments i indrets de valor estètic i artístic. Perquè, en definitiva, l'enllumenament nocturn és a les poblacions



Foto: Salvador Fuentes

Contaminació lumínica des de Collserola

on té els efectes més importants, la major incidència i la màxima raó de ser.

*b)* Quan la Llei estableix una zonificació de quatre nivells d'intensitat lluminosa permesa al territori català, des de les àrees incloses en espais d'interès natural, fins a àrees incloses en àmbits territorials que admeten una brillantor alta, com ara indrets comercials i de gran afluència de públic, també faculta els ajuntaments per establir zonificacions pròpies a llurs termes municipals. Els ajuntaments poden delegar en els consells comarcals la zonificació del terme municipal, d'acord amb una planificació més àmplia de la realitat comarcal.

*c)* Pel que fa al flux d'hemisferi superior (la llum que es permet que sobrepassi el pla horitzontal), que la Llei limita per via reglamentària, els ajuntaments poden establir valors propis ateses les característiques i les circumstàncies de llur territori, sempre que no disminueixi la protecció atorgada pels nivells màxims, d'acord amb l'apartat anterior.

*d)* Quan es marquen les característiques de les instal·lacions, la Llei proclama que els aparells d'enllumenament s'han de dissenyar i instal·lar de manera que es previngui la contaminació lumínica. A part de vetllar per les instal·lacions, els ajuntaments han d'adoptar programes de manteniment necessaris per conservar les característiques inicials de les instal·lacions i dels aparells d'enllumenament. L'article 9 estableix que les administracions públiques, en l'àmbit de llurs competències, han d'adoptar llums tancats o apantallats, d'acord amb les

limitacions de flux a l'hemisferi superior, i escolliran làmpades de major eficiència energètica. A més, han de vetllar perquè les lluminàries distribueixin la llum de la manera més efectiva i eficient, i perquè utilitzin la quantitat mínima de llum per satisfer els criteris d'enllumenament.

*e)* Els ajuntaments connectaran els enllumenats només quan calgui, mitjançant temporitzadors, i ajustaran el sistema perquè es produeixi la preceptiva apagada en horari nocturn dels llums previstos. Cal recordar que es considera horari nocturn la franja horària que va des de l'hora que sigui fixada per reduir intensitats i apagar il·luminacions sumptuàries fins a la sortida de sol. També han de regular, les corporacions locals, un règim d'enllumenament per als esdeveniments nocturns singulars, festius, firals, esportius o culturals a l'aire lliure, i han de fer compatibles la prevenció de la contaminació lumínica i l'estalvi energètic amb les necessitats derivades dels esdeveniments esmentats.

**E**ls ajuntaments connectaran els enllumenats només quan calgui, mitjançant temporitzadors, i ajustaran el sistema perquè es produeixi la preceptiva apagada en horari nocturn dels llums previstos

f) En la contractació administrativa, les administracions públiques han d'incloure en els plecs de clàusules administratives d'obres, de serveis i de subministraments els requisits que ha de complir necessàriament l'enllumenament exterior per ajustar-se als criteris de prevenció i correcció de la contaminació lumínica.

g) La potestat sancionadora per a les infraccions tipificades a la Llei correspon a l'Administració de la Generalitat i als ens locals, i es concreta que també els ajuntaments exerciran la potestat d'inspecció i control dels enllumenats que puguin ser font de contaminació lumínica.

## Balanç de la primera ordenança municipal contra la contaminació lumínica i una consideració final

De l'eficàcia que pot tenir l'aplicació de les mesures contra la contaminació lumínica i a favor d'un consum energètic més eficient ens en pot donar un tast la primera ordenança municipal. Amb una escassa sensibilitat sobre aquestes qüestions i amb la insòlita proposta de racionalitzar un sector que tendia al disbarat amb la més gran anuència pública, segons una idea de progrés mal interpretada i més mal encaminada, l'experiment de Tàrraga ha sortit positiu. La contaminació lumínica a la ciutat no arriba als nivells que hauria pogut tenir sense un control de l'enllumenament nocturn. Vista de lluny, Tàrraga no presenta a la nit aquella difusió lluminosa que desprenen en general les poblacions de Catalunya.

Ens hem de felicitar perquè el balanç de l'aplicació de l'ordenança pot ser qualificat de molt favorable per qui la va promoure. Ben mirat, aquesta modesta iniciativa

creix en importància amb la perspectiva del temps perquè, elaborada al final del segle XX, pertany de ple a la sensibilitat que presidirà el segle XXI per millorar la tensió entre dos pols: camp i ciutat. En aquest sentit, podem dir que l'àmbit urbà al nostre país ha acomiadat el segle XX molt ben il·luminat, en molts punts de manera abusiva, i es protegeix dels vells fantasmes nocturns sota una campana de llum rosada que ha desnaturalitzat la nit i ha capgirat la posició de la societat davant el fenomen

**E**ns hem de felicitar perquè el balanç de l'aplicació de l'ordenança pot ser qualificat de molt favorable per qui la va promoure

astronòmic més constatable, que és la seqüència natural i quotidiana de la claror i la foscor. Sobre això últim no hi ha res a dir, però desnaturalitzar la nit ja és més dubtós que sigui bo a la llarga. De totes maneres, l'àmbit urbà del segle XXI estarà encara més ben il·luminat i la gent se sentirà còmoda i segura; tanmateix, preveiem que amb les mesures correctores que promou la Llei s'estalviarà molta energia, es restituirà a la nit aquella dignitat que l'acompanya, i les persones podran tornar a tenir somnis posats en l'univers. Així doncs, la ciutat del segle XXI, gràcies a la voluntat de no malbaratar la llum cap al cel, es veurà acompanyada novament per un sostre d'atzabeja presidit per les velles amigues, les estrelles, en una pau firmada entre la prosa i el vers, entre la sensibilitat i l'estultícia, entre l'emoció i la programació (televisiva).



# Nova metodologia per a un estudi diagnòstic de contaminació lumínica: el Masnou

**Manuel García Gil, Ramón San Martín**

*ETSEIB, UPC*

**Joan Jover, Francisco Gil**

*Ajuntament del Masnou*

## Introducció

El Parlament de Catalunya, per la Resolució 89/V del 1996, va instar el Govern de la Generalitat a fomentar la utilització de llums de vapor de sodi i a instal·lar columnes amb pantalles opaques que impedeixin la dispersió lumínica que provoquen els llums del tipus globus.

Posteriorment, la Llei 6/2001, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn, té per objectiu principal la regulació dels enllumenaments exterior i interior, per reduir la contaminació lumínica que poden produir.

**L**'Ajuntament del Masnou ja fa anys que treballa en l'ús eficient dels recursos naturals com a principi per al desenvolupament sostenible del país

Catalunya es divideix en quatre zones en funció de la vulnerabilitat a la contaminació lumínica, i queden prohibits els llums amb un flux hemisfèric superior que ultrapassi el 50% d'aquest.

Aquesta Llei va entrar en vigor l'11 de setembre de 2001, i, d'acord amb la seva disposició final tercera, el 12 de novembre de 2001 es va constituir una comissió de prevenció i correcció de la contaminació lumínica.

El desplegament reglamentari de la Llei es produirà en un termini de nou mesos des de la constitució de la comissió; és a dir, que abans del 30 d'agost de 2002 havíem de tenir el Reglament al nostre abast.

## La sensibilitat del Masnou

Conscients d'aquesta realitat, l'Ajuntament del Masnou ja fa anys que treballa en l'ús eficient dels recursos naturals com a principi per al desenvolupament sostenible del país.

Des del 1994 fins avui, s'ha remodelat l'enllumenament del nucli antic i dels carrers adjacents instal·lant-hi deu armaris de control centralitzat amb estabilitzador i reductor de flux per a l'enllumenament.

També, a la revista *Equipament i Serveis Municipals* del maig del 2000, es publicà un article de la transformació de l'enllumenament públic del Masnou al camí Ral, segons un projecte fonamentat en l'eficiència energètica i respecte al medi ambient, i últimament es va encarregar a la UPC la confecció d'un estudi diagnòstic de contaminació lumínica i experiència pilot d'actuació de millora, que resumim a continuació.

## Metodologia d'anàlisi

El desenvolupament de l'estudi diagnòstic de contaminació lumínica al Masnou s'ha centrat en una anàlisi detallada de les fonts i les causes de la pol·lució lluminosa. En aquest estudi, s'han tingut en compte uns factors la influència directa dels quals es coneixia, però mai no s'havia quantificat.

Aquests factors es poden dividir en diferents categories segons el gènere:<sup>1</sup>

- *Urbanístics*: amplada del carrer, alçada dels edificis, percentatge d'ocupació dels edificis, tipologia de les façanes, etc.
- *Luminotècnics*: tipus de lluminària, de làmpada, potència instal·lada, característiques de la instal·lació, etc.

– *Servei*: nivell d'il·luminació, regulacions, etc.

Segons tots aquests paràmetres, s'han inventariat tots els casos amb enllumenament artificial al Masnou, que poden generar contaminació lumínica (CL). Aquests els anomenarem casos estudiats, i poden ser carrers, comerços, camps de futbol, il·luminació de façanes, etc.

## Segons tots aquests paràmetres, s'han inventariat tots els casos amb enllumenament artificial al Masnou, que poden generar contaminació lumínica

Tots aquests casos estudiats s'agrupen segons característiques similars, que se simularan informàticament per extreure'n paràmetres relatius de cada cas (grau de contaminació per m<sup>2</sup> de via pública, il·luminació mitjana, llum intrusa, etc.).

Els paràmetres de quantificació de la CL són l'emissió de flux superior (EFS) i el grau relatiu d'emissió (GRE).

– *EFS*: representa la quantitat de flux lumínic que s'escapa de la ciutat cap al cel; es quantifica en lúmens (lm).

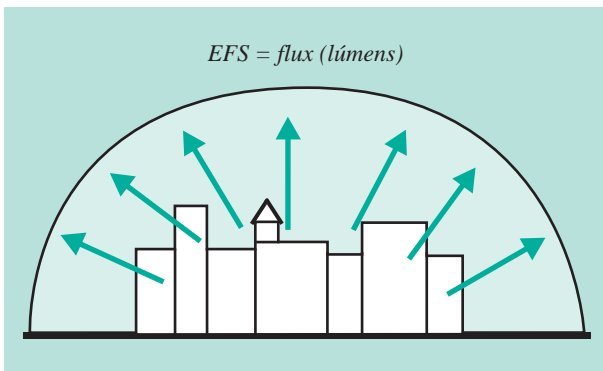


Figura 1

– *GRE*: es basa en el paràmetre anterior, mesura la influència astronòmica, i té en compte l'espectre lumínic de les làmpades estudiades. És des d'on es coneix que les làmpades d'ampla distribució espectral (a la franja dels ultraviolats) contaminen més que no les d'un espectre més estret.<sup>2</sup>

En aquest estudi s'han seguit 291 casos, amb més de vint paràmetres cadascun, i s'han analitzat mitjançant més de tres-centes cinquanta simulacions. El gran volum d'informació tractada ha generat la necessitat de programar una base de dades en MS ACCESS per tal de gestionar les dades de l'inventari de situacions estudiades i casos simulats, i per calcular el gran nombre de paràmetres: locals, globals, relatius, etc. I cadascun d'aquests

valors es descriu a la situació actual d'anàlisi, i després de cadascuna de les fases d'actuació que posteriorment es comenten.

Amb totes les dades recollides al treball de camp i amb el tractament informàtic i de gabinet, podem extreure dades per analitzar la situació actual del municipi.

S'estudia detalladament l'enllumenament públic municipal:

Taula A

Paràmetres	Valor al Masnou	Mitjana a Catalunya
Punts de llum	2.717	2.250
Potència instal·lada	623 kW	580 kW

A la taula anterior podem observar un parell de paràmetres generals d'enllumenament del municipi respecte a la mitjana que tindria una localitat de Catalunya de les mateixes característiques.<sup>3</sup> Podem veure que hi ha un excés d'un 7,4% de potència instal·lada i d'un 20,7% en el nombre de punts de llum. Això és a causa de les característiques específiques i estructurals del municipi: proximitat a Barcelona, molta densitat de població, emplaçament a la costa, nivell socioeconòmic...

L'alfabetització va gradualment de la lletra A (lluminàries molt contaminants) a la F (lluminàries poc contaminants).

**P**odem veure que hi ha un excés d'un 7,4% de potència instal·lada i d'un 20,7% en el nombre de punts de llum

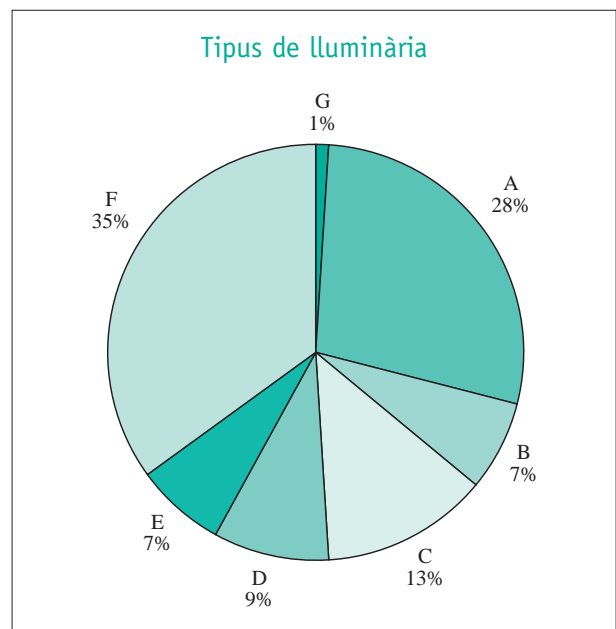


Figura 2

Les lluminàries de tipus G són projectors. Cal destacar l'alt percentatge de molts contaminants (A i B), però també els tipus F (lluminàries poc contaminants, en augment a causa de les renovacions actuals de l'enllumenament).

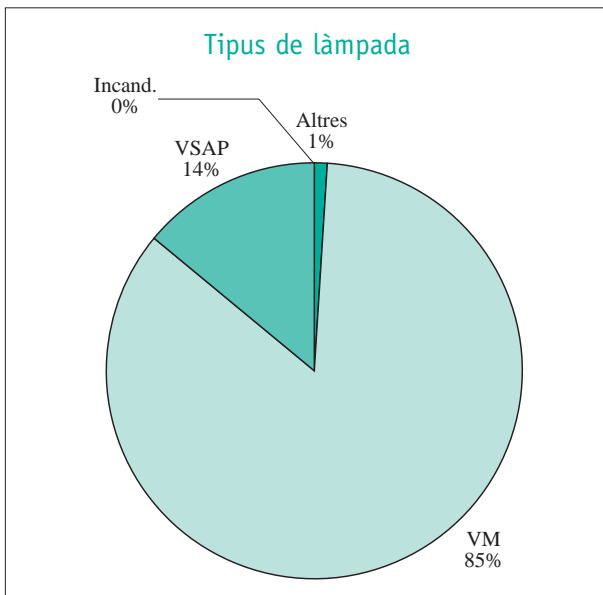


Figura 3

Pel que fa a la distribució de làmpades, és important destacar l'alt percentatge de làmpades de vapor de mercuri, més contaminants i menys eficients. De tota manera, arran de les esmentades reformes, el percentatge dels llums de vapor de sodi va en augment.

Tot i així, els nivells estan dins dels recomanats pel CEI en la majoria d'instal·lacions, de forma que aquests valors són necessaris per a una correcta qualitat de servei a l'usuari. També s'ha detectat un gran nombre de reformes dutes a terme els últims anys i, per tant, de renovació de l'enllumenament actual. Aquestes accions segueixen les pautes recomanades pels organismes oficials i seguint les actuals tendències tecnològiques pel que fa a canvi de lluminàries, làmpades, etc.

A la fotografia podem veure una imatge d'una lluminària poc contaminant (6% FHS) en una zona comercial i d'alta activitat ciutadana del municipi. Ja des de fa anys s'ha començat a fer una substitució de les làmpades de vapor de mercuri per altres de vapor de sodi.

Si ens centrem més en la contaminació lumínica, obtindrem els resultats següents:

Taula B

Paràmetres	Valor al Masnou	Mitjana a Catalunya
Punts de llum	2.717	2.250
Potència instal·lada	623 kW	580 kW
Habitants/punts de llum	7,5 h./p.ll.	4 h./p.ll.

La quantificació de l'EFS i el GRE és encara una mica confusa si no tenim un paral·lel per comparar resultats. Per això s'acompanyen valors relatius com els EFS/h., de 523 lm/h. És un grau relatiu, que es podria explicar dient que cada habitant contamina amb tot el flux lumínic que emetria una suposada bombeta de 50 W d'incandescència.

Si estudiem la influència contaminant segons la seva font, obtindrem:

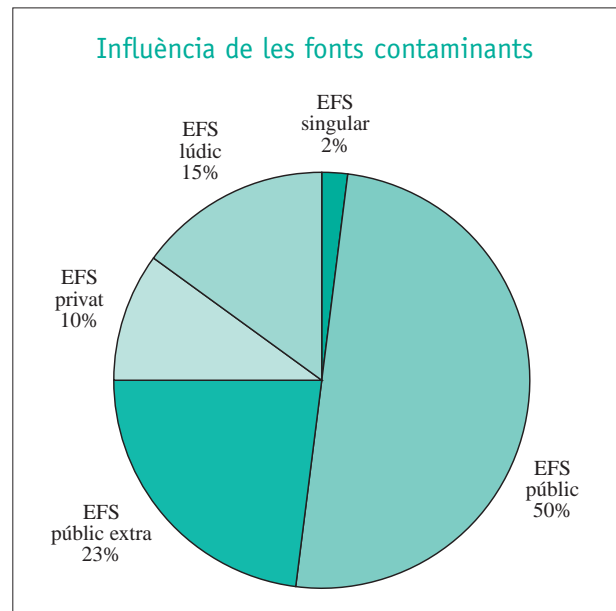


Figura 4

Apleguem els diversos tipus d'enllumenament en els cinc grups següents: públic municipal, públic extramunicipal, lúdic i ornamental, singular, i privat.

**C**al destacar la influència de l'enllumenament públic municipal, que només representa un 50% de l'aportació total

Cal destacar la influència de l'enllumenament públic municipal (il·luminació de carrers, places, etc.), que, al contrari del que es pensa tot sovint, només representa un 50% de l'aportació total, ja que, a més, hi ha la gran aportació d'altres fonts externes a l'Ajuntament.

## Pla d'acció

Per reduir aquesta contaminació lumínica s'ha determinat una sèrie d'accions amb l'objectiu de reduir-la al màxim en el mínim temps possible.

Esquematització de la distribució dels fluxos i de l'emissió de flux superior

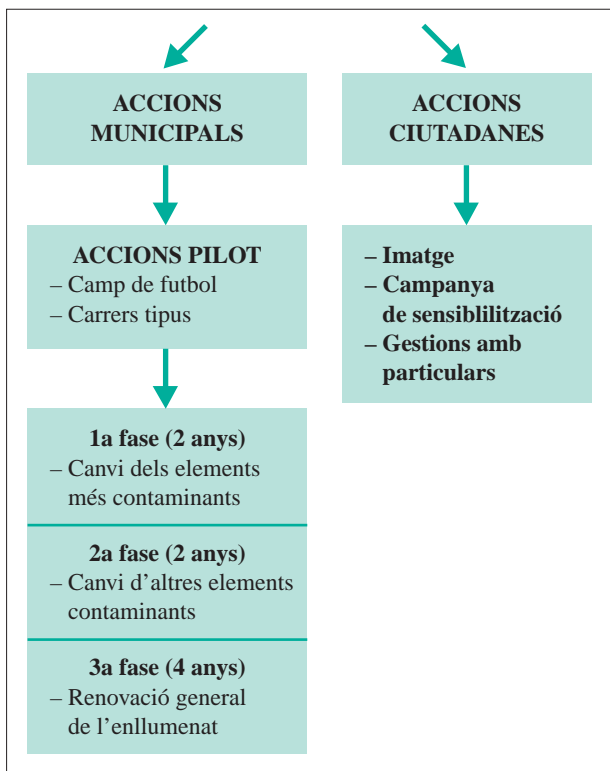


Figura 5

Com es veu a la figura 5, les accions s'han dividit en dues branques diferents:

- *Accions ciutadanes:* regulació, control de fonts no municipals, campanyes d'informació ciutadanes per conscienciar el ciutadà, etc.
- *Accions municipals:* es farà tota una sèrie de reformes d'instal·lacions que depenen directament de l'Ajuntament del Masnou.

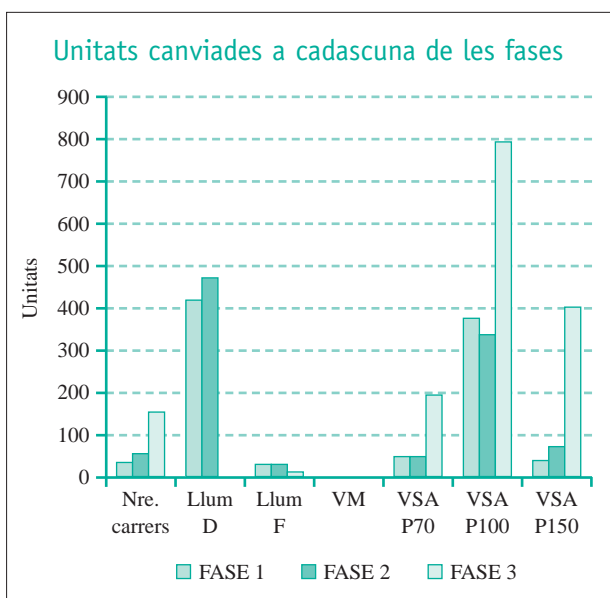


Figura 6

Al quadre es poden veure les recomanacions de lluminàries que es vol substituir, i per quin altre tipus es proposa.

Amb aquests actuacions se simularà tota una sèrie de casos recomanats, segons les directrius descrites, i obtindrem una disminució de l'EFS, del GRE i de la potència instal·lada.

Vegem-ne uns quants resultats en forma gràfica:

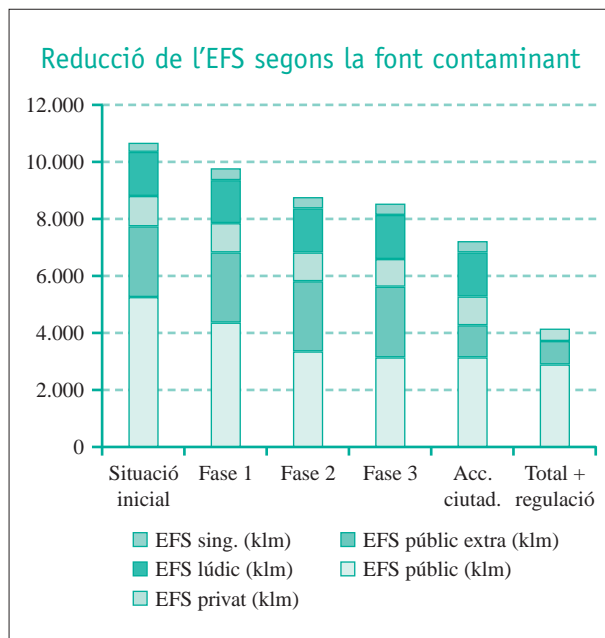


Figura 7

Podem observar la disminució de l'aportació de cada font a cada fase d'actuació. Es pot destacar la reducció de l'EFS en enllumenament públic municipal del 40%, i d'un 75% en la resta. Això es pot reflectir en una disminució total del 74% del GRE. Això s'ha aconseguit, com s'ha comentat, gràcies a l'adequació d'instal·lacions, nivells i làmpades més eficients.

El fet d'instal·lar un gran nombre de làmpades de vapor de sodi, molt més eficients, també representa una disminució de la potència i, per tant, de l'energia consumida (en enllumenament públic municipal), disminució encara més gran amb l'ús de la regulació a partir d'una determinada hora de la nit. I això es reflecteix en una disminució de la potència instal·lada en enllumenament públic, després de la fase 3, del 50%.

I això representa una disminució de l'energia consumida d'1.300.000 kWh/any, que es pot comparar amb una disminució de 1.000 t/any dels gasos contaminants generats per una central elèctrica de gasoil estàndard.

Aquesta disminució de consum elèctric reverteix també en una disminució de la factura elèctrica d'uns disset milions de ptes./any (102.000 €/any). Segons la cronologia de les fases, aquest estalvi permet recuperar la inversió inicial en nou anys, amb una mitjana de menys de cinc anys.

Així doncs, les reformes i les actuacions recomanades no se centren només a disminuir la contaminació lumí-

nica, sinó també a reduir el malbaratament energètic, cosa que permet modernitzar les instal·lacions actuals i aconseguir un important estalvi econòmic a mitjà termini i una disminució considerable d'emissions de gasos contaminants.

### *El Masnou del futur*

Les propostes ambicioses que el Departament d'Enllumenament Públic ha plantejat als responsables municipals, sempre han tingut una recepció positiva. Probablement la formació d'enginyer de l'alcalde, Josep Azuara, ha ajudat sensiblement a interpretar i aclarir davant dels regidors la importància d'un servei clau a l'àmbit municipal. L'enllumenament públic representa per a un ajuntament la continuació nocturna de la seva activitat i el seu reconeixement com a poble.

Aquest reconeixement ha de ser fet en positiu, dins del seu espai, sense intromissions en els espais veïns, i ha de destacar les singularitats artístiques i monumentals, com també potenciar les àgores de participació i esbarjo dels masnouins.

El repte de futur que té plantejat l'Ajuntament és assolir un nivell de qualitat de servei amb la mínima pressió sobre el medi, per mitjà d'un pla d'acció continuat que ja fa temps que es va desenvolupant.

Com a fet més significatiu dels últims anys, podríem destacar la introducció de reductors de flux en múltiples punts de servei; s'ha avançat en desenvolupaments pro-

pis de llumeneres al camí Ral, i s'ha introduït il·luminació natural a la biblioteca municipal per mitjà de col·lectors de llum.

Actualment, l'aposta és la reducció de consum per disminució de potència unitària de les fonts de llum, amb la condició de mantenir els nivells lumínics actuals, però reduint l'emissió de FHS.

Un dels aspectes més singulars d'aquest pla d'acció és l'exposició pública en articles, jornades divulgatives i en especial en els simposis del CEI (Comitè Espanyol d'Il·luminació). Cal subratllar que al XXVI Simposi, celebrat a Ciudad Real, Josep Azuara, l'alcalde del Masnou, va compartir l'exposició del seus tècnics i va manifestar el seu compromís, dins el termini del seu mandat, d'assumir i mantenir els principis del pla d'acció esmentat.

Tota una lliçó de suport als seus serveis tècnics i de «visió» futura d'un Masnou sostenible. Ja cal que tots en prenguem exemple.

### *Notes*

1. J. Sanyé i M. García (2001). «Estudios de contaminación lumínica mediante medición de casos reales y simulaciones informáticas» [ponència]. XXVII Simposium Nacional de Alumbrado de Ponferrada. CIE.
2. Díaz Castro, FJ. Instituto Astrofísico de Canarias (IAC).
3. Estudis luminotècnics - UPC (2001). *Pla pilot per a l'avaluació i la reducció de la contaminació lumínica a Catalunya.*



# Conceptes bàsics sobre contaminació lumínica

**Pere Horts**  
*Grup d'Estudis Astronòmics (GEA)*

El mes de maig del 2001, el Ple del Parlament de Catalunya va aprovar la Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn, nom amb el qual es designa la norma jurídica que regularà aquest problema mediambiental a la comunitat catalana. Ja s'ha dit reiteradament, i és cert, que aquesta és la primera norma promulgada a l'Estat espanyol que assumeix l'existència d'un fenomen que cal regular pel seu caire negatiu, ja que introdueix una distorsió a la natura d'un abast encara desconegut.

Els precedents existents arreu del món de normes similars estaven sempre associats a la necessitat de protegir àrees on s'emplaçaven observatoris astronòmics. El cas més proper era la Llei de les Canàries, establerta en crear-se l'Institut de Astrofísica de Canarias, la qual fou un requisit imprescindible per garantir la qualitat astronòmica del cel nocturn a les illes. Així doncs, la denúncia de la contaminació lumínica estava associada a la pràctica professional de l'astronomia, i en això la Llei catalana també ha representat una novetat. El Col·lectiu Cel Fosc, integrat originàriament per gent vinculada al món de l'astronomia d'aficionats i, després, per gent de tota mena i dedicació professional, fou l'impulsor d'un procés de denúncia que conduí a la promulgació de la Llei.

**L**a denúncia de la contaminació lumínica estava associada a la pràctica professional de l'astronomia, i en això la Llei catalana també ha representat una novetat

En tractar-se d'un fenomen desconegut per la immensa majoria dels ciutadans, és clar que l'èxit de la implantació de la Llei dependrà no solament de l'interès conjunt de tècnics i institucions amb competències en matèria d'enllumenament, sinó també dels recursos econòmics que s'hi esmercin i de la difusió informativa que se'n faci. Pel que fa als recursos econòmics, la Llei gaudeix de l'avantatge que el fet d'implantar-la genera un

estalvi en la factura energètica, ja que, segons els casos, es produeixen ràpides amortitzacions de les inversions realitzades en fer les modificacions. Es reconeix que es tracta, probablement, de l'únic episodi de contaminació la solució del qual genera beneficis. Aquest avantatge, però, no garanteix que l'aplicació de la Llei hagi de ser, necessàriament, un èxit, ja que és cosa sabuda que una Llei només és efectiva quan la societat n'assumeix la necessitat i, alhora, es compromet activament en la causa d'implantar-la; la qual cosa no es pot produir si, prèviament, no es dona un ampli procés de divulgació des de les institucions i col·lectius implicats en el control del seu compliment. La difusió del coneixement del que és la contaminació lumínica i de les seves modalitats és un factor imprescindible per assolir aquests objectius. I això és el que pretén aquest article.

**E**s tracta, probablement, de l'únic episodi de contaminació la solució del qual genera beneficis

La Llei justifica la seva existència partint del reconeixement de la utilitat i bondat de l'ús de la llum artificial quan és emprada correctament «per a l'habitabilitat de les zones urbanes modernes i, en menor mesura, de les zones rurals» i «per a la realització d'un gran nombre d'activitats lúdiques, comercials o productives»; però constata a continuació que «un disseny o un ús inadequats de les instal·lacions d'enllumenament té conseqüències perjudicials per a la biodiversitat i el medi ambient, en la mesura que s'estiguin alterant, d'una manera desordenada, les condicions naturals de les hores nocturnes». També constata que «un enllumenament nocturn excessiu o defectuós constitueix una forma de contaminació, en tant que afecta la visió del cel, el qual forma part del paisatge natural i ha d'ésser protegit, tant perquè es tracta d'un patrimoni comú de tots els ciutadans, com per la necessitat de possibilitar-ne l'estudi científic». Finalment, el text recorda que «un enllumenament nocturn que respongui a criteris coherents i racio-

nals [...] fa possible un notable estalvi energètic», la qual cosa «és un dels principis bàsics del desenvolupament sostenible a què aspira Catalunya».

## Un disseny o un ús inadequats de les instal·lacions d'enllumenament té conseqüències perjudicials per a la biodiversitat i el medi ambient

El preàmbul és important perquè palesa, per primera vegada, el reconeixement del legislador d'una sèrie d'efectes negatius del fenomen que cal suprimir o reduir tant com es pugui. És notable l'esment dels efectes causats en la biodiversitat dels ecosistemes nocturns, cosa en què mai no s'havia pensat de forma rigorosa (¿qui podia imaginar que una cosa tan avantatjosa com la llum pogués afectar els animals nocturns?). El cas és una mostra més de la ceguesa inherent a les visions antropocèntriques: ni ens pensem a considerar que el que és bo per a nosaltres pugui no ser-ho per a una bona part de la fauna. Però el cas és que això és així. Potser els humans sí que som capaços de fer compatibles les nostres activitats amb un horari nocturn a força de convertir la nit en dia, però la resta de la natura, no. Això és incontestable. La causa no és altra que el fet que la majoria dels animals s'han adaptat a la foscor, gràcies a la qual es manté l'equilibri entre les distintes espècies que constitueixen la fauna nocturna, que és bastant més de la meitat del total. La intrusió de la llum artificial en el medi fosc en què viuen, desequilibra les poblacions d'animals, ja que n'hi ha que són cecs a aquesta llum i d'altres no, i aleshores el joc de forces entre depredador i depredat es trenca. Els efectes devastadors en les poblacions d'insectes, que són les més directament afectades, erosiona la base de la cadena alimentària, i tota la resta en pateix els efectes. Això, pel que respecta als animals terrestres, però pel que fa als marins els efectes són els mateixos: desequilibris poblacionals i regressió de certes espècies, a banda de generar desorientació en algunes de les migratòries, entre les quals n'hi ha unes quantes d'ocells. Els anys que vindran ens diran noves coses, ja que els estudis respecte a aquesta qüestió no han fet sinó començar.

Altrament, una segona qüestió notable que el preàmbul consagra és el reconeixement de la necessitat de protegir el cel nocturn, com a part del paisatge i pel seu valor patrimonial i científic. Aquí som en presència d'un episodi desgraciat originat per la inconseqüència de l'home: tampoc ningú no considerava que el fet d'enviar llum cap al cel pogués conculcar cap dret fonamental de la persona. Doncs resulta que sí: el desenvolupament normatiu de l'article 45 de la Constitució espanyola, des-

envolupat per mitjà de la Llei 4/1989, de 27 de març, de conservació de la natura, article 2, expressa la pretensió de protegir la bellesa dels ecosistemes naturals, d'on sorgeix la figura del *paisatge protegit*.<sup>1</sup> A la pràctica, això equival a incloure el concepte de *paisatge* en la noció de medi ambient, i, pel que fa al paisatge nocturn, el cel estelat n'és l'element essencial, la qual cosa obliga a protegir-lo de les emissions indiscriminades de llum artificial. El fet de poder veure les estrelles és no solament un dret de la persona, sinó també un valor per si mateix. Quan a algú l'en priven, introdueixen una "limitació ontològica" en la seva vida, car el condemnen a viure en una dimensió mundana tancada, sense possibilitat de contacte amb l'univers. El cel nocturn és també un patrimoni de tots, i no solament per la bellesa estètica que ocasiona contemplar-lo, sinó també perquè la història de les diverses cultures humanes ha fluït en paral·lel als esforços per conèixer la naturalesa dels astres i la nostra relació amb el cosmos. La seva pèrdua no pot sinó emporbrir-nos.

## Ningú no considerava que el fet d'enviar llum cap al cel pogués conculcar cap dret fonamental de la persona

L'estudi científic de l'univers és l'essència de l'astrofísica, disciplina que es basa en les observacions que es fan als observatoris astronòmics d'alta muntanya. La majoria d'aquests ja gaudeix de normes específiques de protecció, malgrat que els seus responsables s'hagin de mantenir vigilants, perquè la contaminació lumínica és un efecte perceptible a llarga distància, de manera que el que passa en una ciutat és visible a centenars de quilòmetres. Però també cal no oblidar que hi ha un bon nombre d'observatoris amateurs des dels quals, amb un instrumental més modest, es fa una tasca notable d'observacions complementàries de fenòmens celestes que l'astrofísica professional no pot abastar, atès l'elevat cost de l'ús del telescopis, i també una impagable tasca de divulgació que acostia l'univers als ciutadans. En aquest sentit, la Llei de Catalunya obre la porta a l'establiment de mesures de protecció per a aquests petits observatoris, mesures que, òbviament, hauran de ser realistes i adequades a cada cas.

Per últim, l'al·lusió que es fa al preàmbul sobre els efectes del fenomen en el consum energètic i l'esment del fet que l'estalvi d'energia sigui un dels elements del desitjable desenvolupament sostenible de Catalunya, comporta que les distintes administracions hauran d'incloure les prescripcions que la Llei institueix en els nous projectes urbanístics autoritzables, la qual cosa està en relació directa amb el desenvolupament que els ajuntaments hauran de fer dels continguts de l'Agenda 21, cosa que en determinats municipis ja s'ha començat a fer.

¿De quantes formes distintes es manifesta la contaminació lumínica? La Llei esmenta les següents: la difusió cap al cel, l'enlluernament i la intrusió lumínica, a les quals s'afegeix el sobreconsum, que n'és una conseqüència.

La difusió cap al cel, és: «la forma de contaminació lumínica consistent en l'emissió de fluxos lluminosos que es difonen devers el firmament». Està originada pel fet que la llum interactua amb les partícules de l'aire, i es desvia en totes direccions. El procés es fa més intens si hi ha partícules contaminants a l'atmosfera (fums, partícules sòlides o aerosols) o, simplement, humitat ambiental. L'expressió més evident d'això és el característic halo lluminós que cobreix les ciutats i les fa visibles a gran distància, i els núvols brillants com fluorescents que tenen al damunt. El de Madrid s'eleva 30 km sobre la ciutat, i el de Barcelona es percep a 300 km de distància: des de l'occità pic d'Aussau (pic du Midi) i des de les serralades de Mallorca. I es produeix, bé per emissió directa de llum des de la lluminària cap al cel, bé per la reflexió de la llum al cel des de la superfície il·luminada. La primera causa és evitable emprant lluminàries ben apantallades (que la bombeta quedi coberta), amb tanca-ment de vidre pla i instal·lades en paral·lel a terra. La segona només es pot disminuir amb l'ús de materials de superfície amb baix coeficient de reflexió. Es calcula que un 16% de la llum incident retorna al cel per reflexió,

però l'absorció exercida pels materials en disminueix notablement l'efecte.

La difusió cap al cel és la més agressiva de les formes de la contaminació lumínica i la que més afecta els observadors del cel i els animals del medi nocturn: disminueix la foscor natural del cel i fa desaparèixer els astres. La dispersió lateral de la llum afecta la conducta dels animals, i és per això que en zones il·luminades que voregin el medi natural és també important d'usar lluminàries que només projectin la llum cap avall, en angles no superiors als 70° a partir de la vertical.

**E**s calcula que un 16% de la llum incident retorna al cel per reflexió, però l'absorció exercida pels materials en disminueix notablement l'efecte

La intrusió lumínica es produeix quan la llum artificial procedent del carrer entra per la finestra i envaeix l'interior dels habitatges. No és possible d'evitar-la del tot, perquè la reflexió de les superfícies sempre en generarà, però sí que es pot suprimir la que és causada per



Foto: Salvador Fuentes

Contaminació lumínica del Barcelonès

emissió directa. ¿Com? Doncs situant les lluminàries (ben apantallades) a alçades inferiors a les finestres dels primers pisos dels habitatges, per exemple, i evitant l'encesa d'anuncis lluminosos, cosa que la Llei ja preveu de regular. Els legisladors han fet aquí una singular aportació en introduir a la Llei l'innovador concepte d'*intrusió lumínica a l'exterior*, amb el qual es designa el flux lluminós que, provenint de l'interior d'un habitatge o edifici, s'expandeix pel medi natural circumdant. Aquest efecte, si bé esporàdic, pot ser especialment nociu si es produeix des d'una construcció situada en un medi natural especialment sensible, com ara els espais d'alta muntanya, i cal reconèixer l'encert del legislador en regular-lo.

## L'enlluernament es defineix com «la forma de contaminació lumínica consistent en l'emissió de fluxos lluminosos que dificulten o impossibiliten la visió»

Altrament, la intrusió lumínica representa un atemptat contra el dret a la intimitat i al domicili, en afectar el benestar de les persones i significar una intromissió indesitjada i agressiva a l'àmbit de la llar. I això, sense tenir en consideració que, en el cas de certes persones, pot significar, a més, un perjudici per a la salut. Per tot això, hi ha motius suficients per denunciar aquest efecte, i hi ha, fins i tot, la possibilitat d'acollir-se al Tribunal Constitucional, que és competent en aquesta matèria.<sup>2</sup>

L'enlluernament es defineix com «la forma de contaminació lumínica consistent en l'emissió de fluxos lluminosos que dificulten o impossibiliten la visió». És l'aspecte del fenomen que té una incidència més directa en el terreny de la seguretat i s'origina tant per l'excés de llum, com per la mala orientació de les lluminàries, que la projecten directament a l'ull. En una lluminària, l'angle de llum de 30° que va dels 60° fins als 90°, comptant des de la vertical, crea enlluernament. El fet que el sistema d'enllumenament que s'ha anat generalitzant amb el pas del temps es caracteritzi en gran mesura per generar enlluernament, palesa que en el disseny i l'aprovació de les instal·lacions sembla que hagin prevalgut altres factors, com ara l'econòmic, que han passat per damunt de l'objectiu de la bona visibilitat, que és el que es requereix en la il·luminació nocturna. Així mateix, no sembla que s'hagi tingut gaire en compte el funcionament nocturn de l'ull humà, atès que s'ha potenciat l'excés de llum com a mitjà d'incrementar la seguretat. Fins i tot, en els casos més incongruents, s'arriben a fer instal·lacions amb excés de potència que, a més, enlluernen molt, amb la pretensió de fer creure que són segures. D'aquesta manera, s'ha acabat creant una dinàmica per-

versa per la qual la ciutadania, en la seva demanda de major seguretat, acaba identificant amb aquesta l'excés de llum i fins i tot enlluernament. La veritat és la contrària: el peculiar funcionament nocturn de l'ull aconsella evitar l'enlluernament i usar nivells luminotècnics mesurats a les àrees il·luminades. D'aquesta manera s'optimitza la visibilitat nocturna.

L'esmentada «dinàmica perversa» ha acabat generant una mena de reacció en cadena, en tant que ha fomentat un sentiment de greuge comparatiu que es reflecteix en una irracional proliferació d'enllumenaments excessius que no ha fet més que disparar un consum energètic innecessari. Quan en un barri s'instal·la un enllumenat excessivament potent, no ha de passar gaire temps perquè comenci a aparèixer al barri del costat un fals sentiment col·lectiu de viure a les fosques que acaba conduint els responsables municipals a haver-hi de posar més llum de la necessària per evitar la pressió dels veïns. Les ciutats grans i mitjanes han anat esdevenint així més i més lluminoses. Per mimetisme, en una segona fase, els pobles se senten agreujats respecte de les ciutats i exigeixen una il·luminació similar. Quan els arriba l'hora de renovar instal·lacions, molts dels gabinets tècnics que contracten es limiten a copiar altres projectes propis de ciutats més grans, per satisfer la demanda de més llum dels ajuntaments petits. I així els pobles es converteixen també en focus emissors de contaminació lumínica. Municipis que no ho necessiten realment, acaben tenint enllumenats molt costosos que generen factures de consum inassumibles per les arques municipals.

## Quan en un barri s'instal·la un enllumenat excessivament potent, no ha de passar gaire temps perquè comenci a aparèixer al barri del costat un fals sentiment col·lectiu de viure a les fosques

Al capdavant, sempre s'acaba allà mateix, en el darrer efecte de la contaminació lumínica: el sobreconsum, que la Llei defineix com «el consum energètic inútil o innecessari derivat de l'emissió de fluxos lluminosos amb excés d'intensitat o de distribució espectral». La definició es refereix al fet que, si s'envia llum a llocs on aquesta no és necessària, com ara al cel o a l'angle d'enlluernament, cal pujar la potència de la bombeta per il·luminar correctament l'àrea requerida. Però la definició també al·ludeix al fet que algunes bombetes, com ara les de vapor de mercuri, consumeixen una part de l'energia per produir llum ultraviolada, invisible per l'ull humà i que, per tant, no s'aprofita gens. Evitar el sobreconsum obliga, doncs, a fer servir, preferentment, bombetes d'elevada eficiència energètica que generin llum de longituds

d'ona que proporcionin una bona visibilitat, i amb el mínim consum. Ara per ara, les bombetes de vapor de sodi, d'alta pressió i de baixa pressió, són les que compleixen millor aquest requisit. Fomentar-ne la utilització afavoreix la reducció del consum, i també la disminució dels residus radioactius i dels gasos contaminants

**L**a Llei catalana s'haurà d'enfrontar amb les dificultats que comportarà haver d'invertir una dinàmica luminotècnica molt consolidada, malauradament

que s'emeten en el procés de producció d'electricitat i incrementen l'esclafament global del planeta o generen la pluja àcida que crema els boscos. Per aquesta causa, la Llei especifica l'obligació de les administracions públiques d'impulsar-ne l'ús.

La Llei catalana s'haurà d'enfrontar amb les dificultats que comportarà haver d'invertir una dinàmica luminotècnica molt consolidada, malauradament. Actualment, una comissió tècnica n'està elaborant el reglament que la desenvoluparà. Un cop aprovat, s'obrirà un període de vuit anys en el qual s'haurà de fer un esforç general per part de tots els sectors implicats per aconseguir impulsar-la i fer les modificacions de l'enllumenat que siguin necessàries. No serà senzill, i tots, fabricants, enginyers, urbanistes, instal·ladors, responsables municipals i autonòmics, i també els col·lectius socials implicats, s'hi hauran de comprometre de valent. L'esforç s'ho val: ens hi va la recuperació del cel nocturn, és cert; però també ens hi juguem una part de la responsabilitat moral de la nostra generació en la preservació d'un planeta que sigui habitable per als nostres fills i els seus descendents.

### Notes

1 i 2. MARÍA CALVO CHARRO. «El derecho a ver las estrellas. Análisis de la contaminación lumínica desde una perspectiva jurídica». *Revista de Derecho Urbanístico y Medio Ambiente*. Juliol-agost del 2001.



# La problemàtica de contaminació lumínica a Catalunya

**Ramón San Martín Páramo**  
*Professor titular*  
*Universitat Politècnica de Catalunya*

Catalunya ha estat la primera comunitat autònoma espanyola a promulgar una legislació relativa a la contaminació lumínica a tot el seu territori.<sup>1</sup>

El Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya va acompanyar el desenvolupament d'aquesta llei (i actualment del reglament) amb la realització d'estudis de camp destinats a conèixer i valorar la problemàtica existent. Tot i que l'àmbit propi d'aquests estudis han estat el territori (i també el cel nocturn) de Catalunya, els resultats aconseguits poden ser extrapolats, amb els matisos corresponents, a consideracions aplicables en un context més general.

En l'anàlisi de les condicions determinants de la contaminació lumínica, s'observen tres categories:

- **Factors estructurals.** Dependents d'aspectes geogràfics, socials, econòmics... de caràcter general, però amb una repercussió concreta sobre les condicions de l'enllumenament.
- **Factors específics.** Poden considerar-se dins d'aquest capítol aspectes com ara la tipologia d'urbanització i l'edificació, les condicions d'il·luminació habituals, tipus de làmpades i lluminàries, etc.

En aquest aspecte, el dinamisme socioeconòmic de la comunitat, així com la densitat i distribució de població, es reflecteixen en una elevada magnitud de la resplendor lluminosa.

**E**l dinamisme socioeconòmic de la comunitat i la densitat i distribució de població es reflecteixen en una elevada magnitud de la resplendor lluminosa

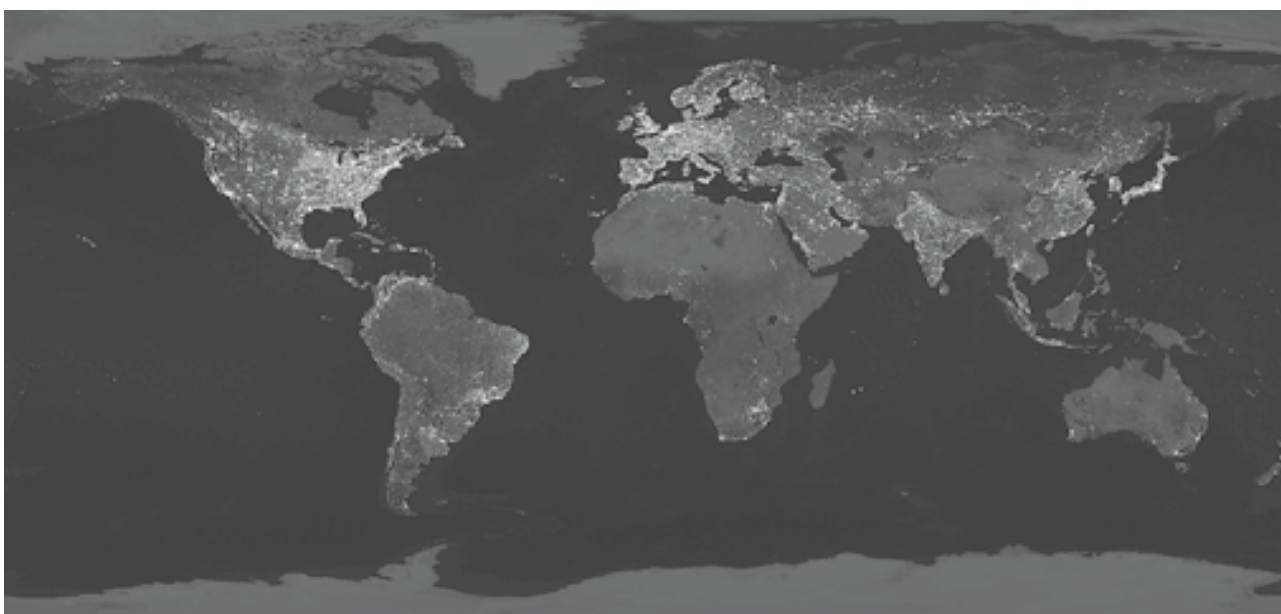


Foto: M. Imhoff (NASA GSFC); C. Elridge (NOAA NGDC)

Imatge nocturna de la Terra des d'un satèl·lit



Diferents tipus d'il·luminació



Fotos: R. San Martín

El seu caràcter acostuma a ser local i reflecteix les condicions pròpies dels nuclis generadors de contaminació.

- **Factors singulars.** Atenen a l'existència d'equipaments, comunicacions, instal·lacions, etc. possiblement deslligades del context general, però que, per les seves peculiars característiques, ocasionen una incidència notable sobre les condicions d'il·luminació nocturna a la zona d'estudi.

La metodologia desenvolupada per a la realització d'aquests estudis permet fer una anàlisi diferenciada dels

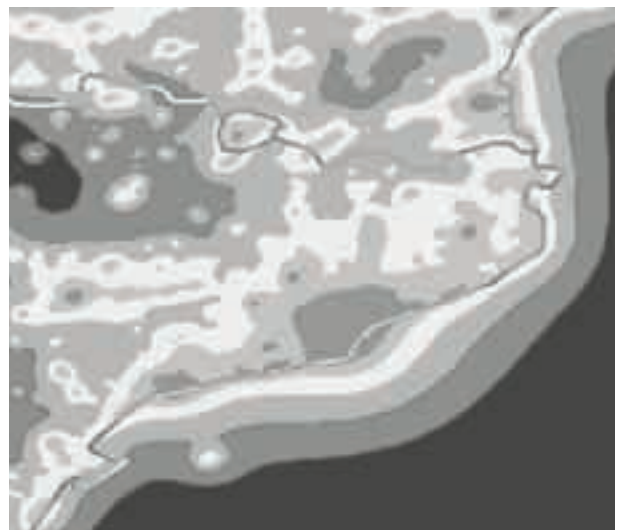
diversos factors influents a cada cas i, partint d'això, elaborar conclusions d'abast general.

Aquesta fotografia, resultat de l'anàlisi segons el model de Garnstang d'observacions nocturnes des d'un satèl·lit artificial, com també la imatge de la Terra mostrada anteriorment, reflecteixen a la perfecció la incidència dels factors estructurals, abans esmentats, respecte a la intensitat i distribució de la contaminació lumínica a

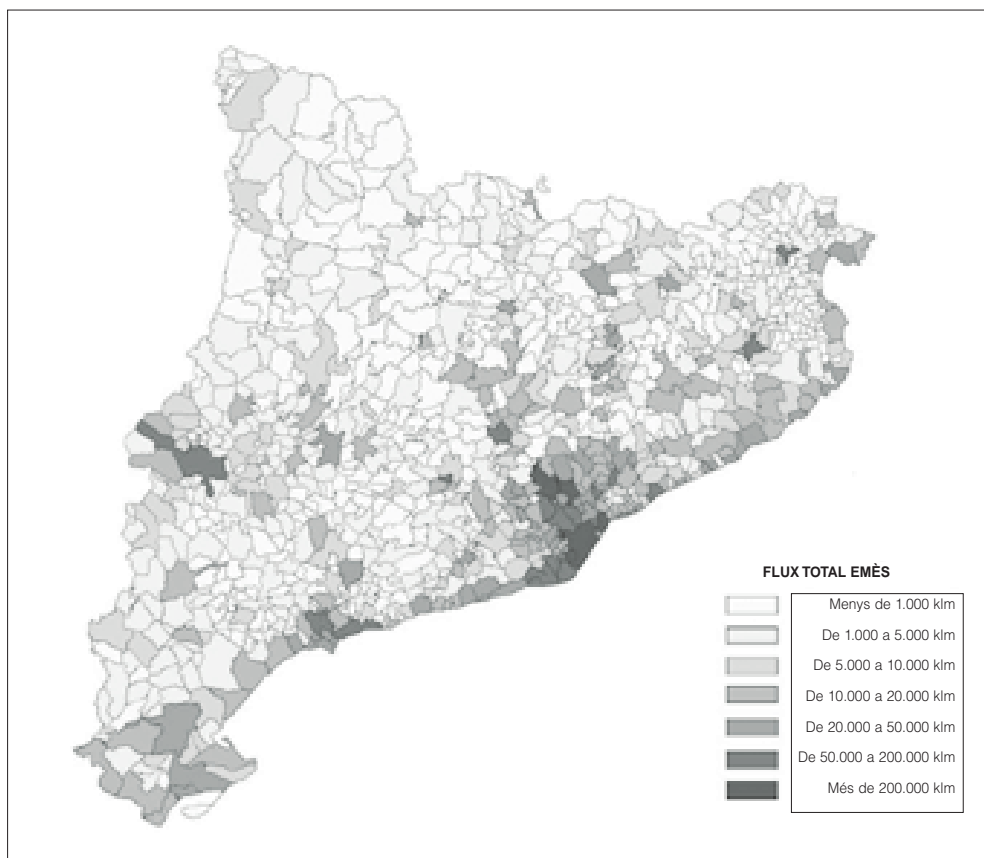


Foto: Servei de Medi Ambient

Il·luminació de les rondes de Barcelona



Catalunya vista des de satèl·lit durant la nit, segons el model de Garnstang



Flux total emès per cada municipi

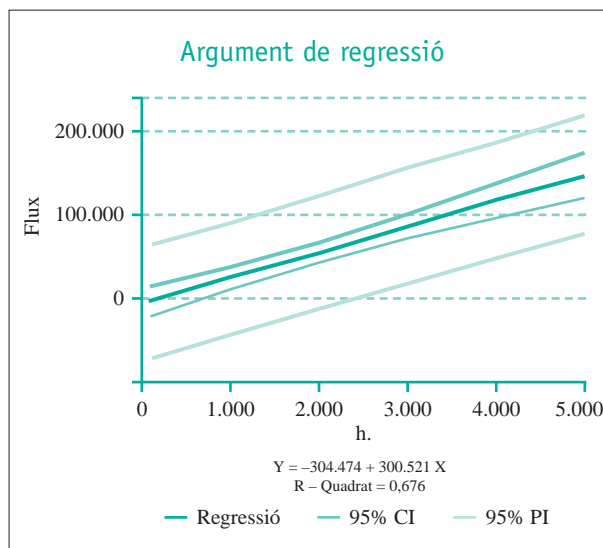
Catalunya. Com es pot veure al mapa de municipis adjunt (i es refermarà més endavant amb el mapa comarcal) l'anàlisi «en l'àmbit de terreny» confirma i detalla aquests resultats.

## Estudi de les condicions de contaminació lumínica

Aquest estudi (Pla pilot) va ser dut a terme paral·lelament per un equip del Departament d'Astronomia de la Universitat de Barcelona, el qual va fer mesures de luminància de fons del cel nocturn a diverses localitzacions representatives, i per l'equip d'Estudis Luminotècnics de la Universitat Politècnica de Catalunya que, a banda d'un estudi més detallat de les condicions d'il·luminació a les mateixes localitzacions, va fer un estudi estadístic de les condicions que abasten la totalitat del territori.

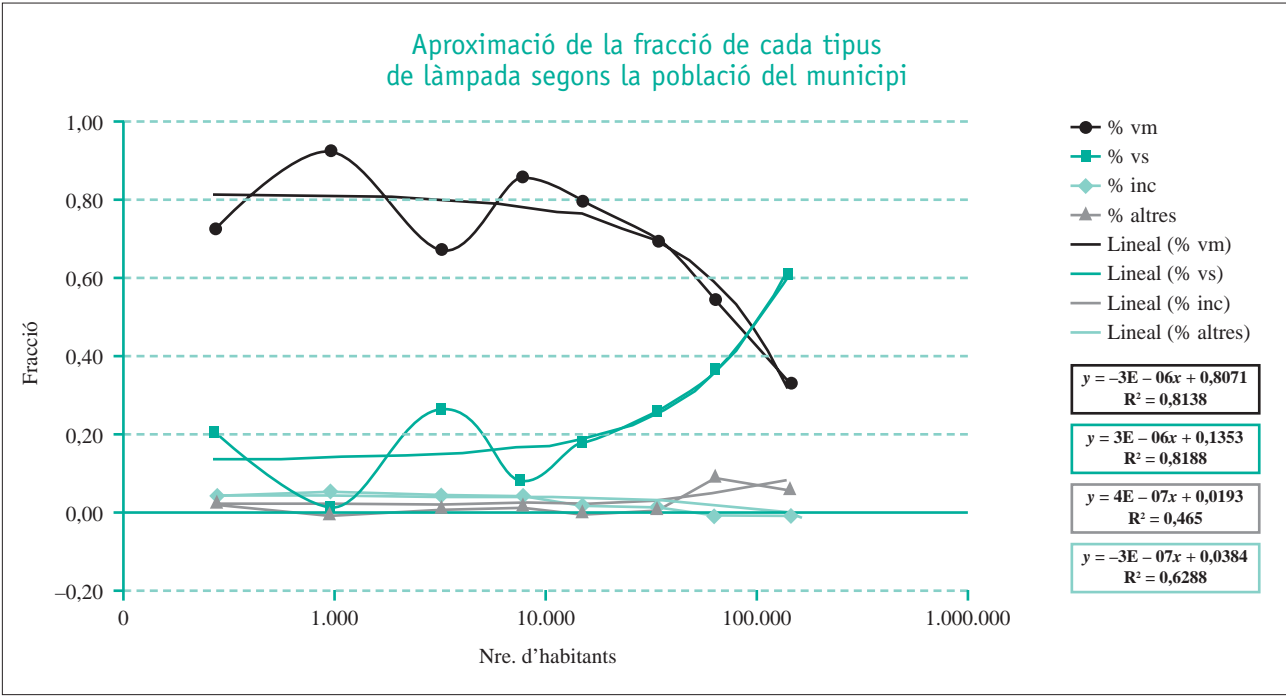
Tot i que més endavant ens referirem especialment a les qüestions d'il·luminació (font d'origen de la problemàtica), cal deixar constància de l'elevat grau de correlació als resultats de treball d'ambdós equips.

L'estudi general va detectar, com era d'esperar, una correlació entre la magnitud de la resplendor lluminosa i la densitat de població, encara que no en forma lineal. Les gràfiques adjuntes mostren, per exemple, la tendència a la disminució de flux per càpita en funció de les dimensions

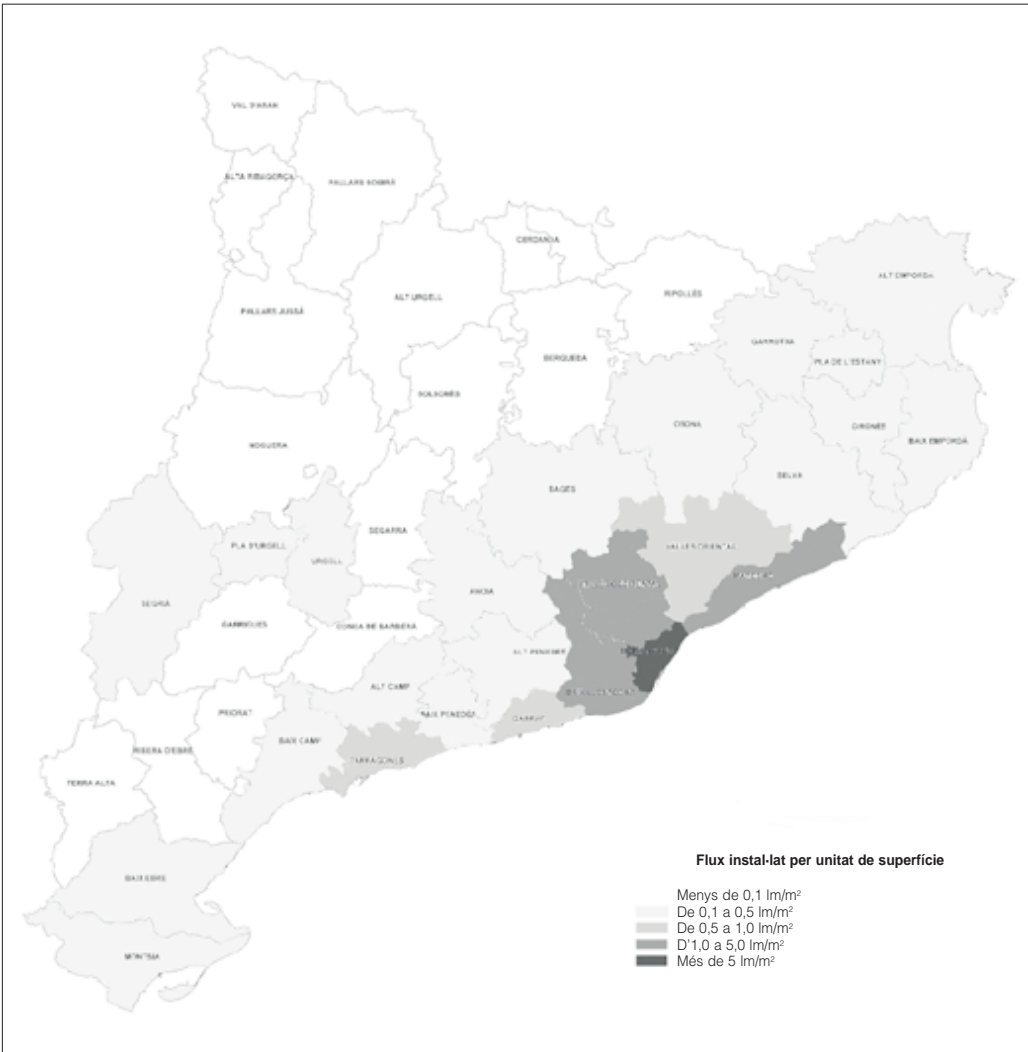


de la població o les distintes composicions del parc de làmpades en municipis de diferents dimensions.

El resultat general es reflecteix al mapa comarcal adjunt, el qual reproduïx, partint de dades sobre el terreny, una distribució similar a l'obtinguda de l'observació per satèl·lit: resplendor màxima al Barcelonès i comarques limítrofes, franja d'alta intensitat seguint la línia costanera, i disminució cap a les zones de l'interior amb l'excepció de les comarques pròximes a la ciutat de Lleida.



Aproximació lineal del flux total instal·lat en enllumenament públic per municipis de menys de 5.000 habitants



Flux instal·lat per unitat de superfície a cada comarca

La relació màxim/mínim, mesurada en luminància de fons del cel, és de prop de 50:1, i arriba a 80:1, si prenem en consideració punts singulars de màxima resplendor.

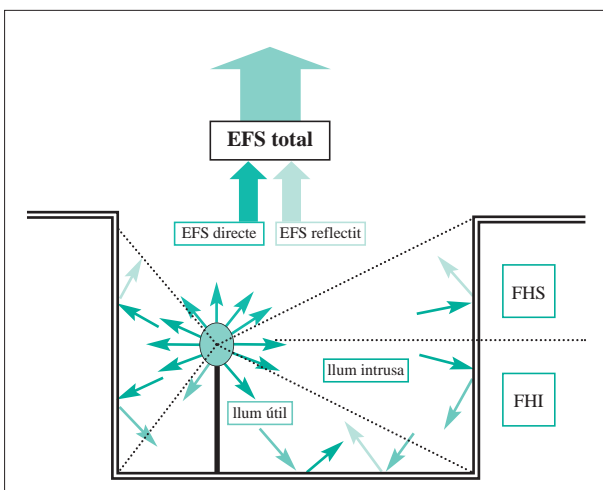
Una dada a destacar és el valor del *flux instal·lat per càpita*, de més de 2.000 lúmens per habitant, molt superior al que podem constatar a estudis realitzats en altres països. Aquest valor és indicatiu d'una tendència a l'ús de nivells d'il·luminació relativament elevats, que poden ser considerats com un factor específic propi del nostre país.

## Metodologia d'avaluació de la resplendor luminosa

La magnitud i distribució de la contaminació lumínica ve influïda per factors aliens a la il·luminació: atmosfera, orografia, etc. Tanmateix, el seu origen prové sempre d'una emissió (directa o per reflexió) de flux lluminós i els diversos models matemàtics establerts (Walker, Garstang, etc.), prenent com a paràmetre bàsic *el flux lumínic instal·lat*. El luminotècnic pot aportar aquesta dada, prenent en consideració la suma de tots els elements d'il·luminació incidents en una determinada zona. No obstant això, aquesta simple suma (el que en el nostre model hem anomenat *el flux total instal·lat (FTI)*) és només un valor de referència, la repercussió en la resplendor lluminosa del qual pot variar substancialment en funció de:

- *tipus d'elements* (enllumenat públic de diferents tipus, rètols, projectors, aparadors, etc.)
- *distribució fotomètrica dels elements*
- *geometria d'implantació*
- *característiques d'urbanització*
- *etc.*

Tots aquests *factores específics* determinen importants diferències en la distribució de *flux directe* i, també, en les aportacions del *flux reflectit*, tal com es pot observar a la figura.



Esquematzació de la distribució dels fluxos i de l'emissió de flux superior



Brillantor al cel provocada per l'excés EFS

L'aportació real a la resplendor serà el flux lumínic que, superant l'edificació i altres limitacions físiques, s'emet en direccions superiors a l'horitzontal, la qual hem denominat *emissió de flux superior (EFS)*. La proporció de l'FTI (flux total instal·lat) que arribarà a constituir l'EFS (emissió de flux superior) serà molt variable segons els factors assenyalats i (sense entrar en detalls metodològics) pot ser calculada a partir de les dades reals de la instal·lació mitjançant un programa informàtic estàndard de càlcul lumínic, tot considerant la reflexió de llum a les superfícies, tal com acostuma a ser habitual als mòduls d'enllumenat interior. Aquest procediment permet també l'avaluació de la *llum intrusa*.

**E**l càlcul d'EFS permet avaluar amb més precisió l'aportació a la resplendor lluminosa de les instal·lacions d'una zona determinada

El càlcul d'EFS permet avaluar amb més precisió, i expressant-la en unitats de flux lluminós (lúmens), l'aportació a la resplendor lluminosa de les instal·lacions d'una zona determinada. Comparacions entre mesures i càlculs han permès comprovar l'adequació del mètode i reafirmar-lo posteriorment amb la comprovació astronòmica de la *luminància de fons del cel*.

Un altre avantatge d'aquesta metodologia és el seu *caràcter analític*, és a dir: la possibilitat de comprovar amb un tractament adequat de la informació la influència de cadascun dels diferents factors (distribució fotomètrica de les lluminàries, aportació d'enllumenats privats, relacions dimensionals, etc.) en la problemàtica total, i preveure, en conseqüència, la major o menor efectivitat de les possibles mesures correctores.

Una última consideració introduïda als estudis reflecteix les diferències en *dispersió* provocades per la *distribució espectral* de la llum. Per dur-ho a terme, es diferencien al flux total les proporcions emeses per diferents tipus de làmpades i, afectant-les pels coeficients proposats per Díaz Castro,<sup>2</sup> s'arriba finalment a establir l'*índex GRE (grau relatiu d'emissió)*, el qual permet valorar les diferents influències en la contaminació lumínica de l'*emissió de flux superior*, segons provingui, per posar un exemple, de làmpades de vapor de mercuri o de vapor de sodi.

## Consideracions generals

Aplicant la metodologia descrita a les dades obtingudes a l'estudi de camp, ha arribat a establir-se una avaluació de l'*emissió de flux superior* al territori català de prop de  $EFS = 630$  milions de *lúmens*, és a dir: la llum equivalent a un milió de bombetes de 60 W dirigida directament cap al cel nocturn. En termes energètics, considerant l'eficàcia mitjana del parc de fonts de llum, l'energia consumida per aquesta resplendor equival a aproximadament 40 milions de kWh/any.

Analitzant les contribucions individuals al fenomen general, s'hi pot observar la influència dels factors específics que caracteritzen la il·luminació d'una determinada població o zona. S'hi han trobat, per exemple, *índexs*



Resplendor del Barcelonès vista des d'Osona

*EFS/habitant* que varien en la relació 6:1 o *índexs EFS/m<sup>2</sup>* que ho fan en relació 10:1, amb què s'evidencia que l'aplicació en el *disseny d'il·luminació de consideracions relatives a la disminució de la resplendor lluminosa* pot influir molt substancialment en la magnitud total del problema.

Respecte a la resta, cal considerar que, en contaminació lumínica, no pot parlar-se pròpiament de *condicions locals*, ja que les influències afecten un entorn força



Enllumenat d'alt nivell



Enllumenat privat d'elevat EFS

ampli, com pot observar-se a la fotografia superior de la pàgina anterior, presa a 60 quilòmetres de distància en línia recta del focus contaminant.

Aquesta influència a distància s'observa també a les mesures preses en espais naturals, allunyats de nuclis de població i sense visió directa de zones enllumenades. Els valors d'il·luminància nocturna mesurats han arribat a ser, en algun cas, quinze vegades superiors als naturals.

## Un altre aspecte a destacar és la importància relativa entre llum directa i llum reflectida

Malgrat que a la distribució geogràfica actual de la contaminació lumínica (mostrada al mapa anterior adjunt) es poden observar condicions favorables en un ampli sector geogràfic, a les visites realitzades a les esmentades zones s'han pogut apreciar clars símptomes del risc d'una ràpida degeneració provocada per l'aparició, amb freqüència i ritme creixents, d'instal·lacions d'elevat grau contaminant.

Un altre aspecte a destacar és la importància relativa entre *llum directa* i *llum reflectida* en la magnitud total de la resplendor. Habitualment es considera l'emissió

directa (FHS elevat) la causa dominant en la contaminació lumínica; però, si bé és cert que la seva contribució, quan es dona, és quantitativament més important, la seva freqüència és molt més baixa. En definitiva, en la magnitud total d'EFS, la proporció majoritària correspon a llum reflectida. Per aquest motiu, resulten especialment preocupants les polítiques d'increment injustificat dels nivells d'il·luminació.

L'enllumenat públic representa, per regla general, l'aportació més important de la resplendor lluminosa. No



Estació de servei

obstant això, *la contribució d'altres tipus d'enllumenat (comercial, privat, esportiu, decoratiu...) no és ni molt menys menyspreable; els percentatges són molt variables, però assoleixen fàcilment un 25% del total.* En l'anàlisi de detall d'una població de 20.000 habitants, s'ha arribat a una estimació del 50% de la resplendor total emesa per fonts alienes a l'enllumenat públic; es tracta, per descomptat, d'un cas de condicions estructurals no gaire comunes (i, per tant, no representatiu d'una generalitat gaire estesa) però sí indicatiu dels límits que pot assolir aquesta distribució. En molts casos, factors de tipus singular (monuments històrics, terrenys esportius, àrees comercials, equipaments...) acostumen a representar l'aportació més problemàtica.

## Conclusions: reducció de la contaminació lumínica

L'estudi realitzat ha permès constatar la magnitud de la contaminació lumínica i el risc d'agreujament futur. Els objectius de la Llei promulgada per la Generalitat de Catalunya són detenir-ne l'increment i també iniciar un procés de recuperació, tot adaptant, en un termini màxim de vuit anys, les instal·lacions existents. L'operativa per activar aquest procés ja està endegada i preveu, bàsicament:

- Preparació i aprovació del *reglament* previst a la Llei
- Creació d'un *organisme* encarregat d'activar i controlar el procés
- Política d'*ajuts econòmics*
- Desenvolupament d'*accions informatives*

**N**o és realista suposar que la problemàtica es pot eliminar totalment

Tot i que aquest procés estigui encara a la seva fase inicial, cal destacar que, per iniciativa pròpia, alguns municipis ja han desenvolupat les seves pròpies orde-

nances d'enllumenat considerant aquests aspectes, i molts altres, i estan fent consultes en casos concrets per adequar les seves properes actuacions al contingut de la Llei.

No és realista suposar que la problemàtica es pot eliminar totalment. La component de la resplendor lluminosa originada per *flux directe* podria en teoria (però només en teoria) anul·lar-se totalment. No obstant això, el *flux reflectit* és inevitable sense la renúncia total a la il·luminació exterior nocturna, ja que, precisament, la reflexió de la llum als objectes és la que en permet la visió.

Podria semblar, en una anàlisi poc acurada, que la reducció de la contaminació lumínica pot comportar una renúncia a les condicions de seguretat, atractiu o ambientació nocturna que la il·luminació actual proporciona a la nostra societat. Tanmateix, per poc que s'examinei la qüestió, és fàcil veure que no és així: l'*emissió de flux superior* o la projecció de llum intrusa sobre les zones que envolten l'àrea a il·luminar, no aporten (excepte en comptats casos especials) cap millora en les condicions d'il·luminació o en l'economia de la instal·lació. En aquest darrer aspecte, ben al contrari, la resplendor lluminosa representa (com a mínim) un malbaratament energètic. Precisament, l'estalvi en el cost energètic és un factor molt important que cal prendre en consideració i que pot contribuir de forma decisiva a l'impuls en les polítiques de reducció de la contaminació lumínica.

No és necessari renunciar a res, excepte a l'excés i el malbaratament. La situació actual, descrita en aquestes pàgines, no és conseqüència d'uns plantejaments d'efectivitat, sinó de *desconeixement o infravaloració de la problemàtica*. La introducció en els paràmetres de disseny de l'enllumenat dels *criteris de reducció de la contaminació lumínica* redundarà en un benefici ambiental, econòmic i de qualitat de vida.

### Notes

1. Llei d'ordenació ambiental de la il·luminació exterior per a la protecció del medi nocturn.
2. Instituto de Astrofísica de Canarias.

# L'enllumenat urbà i la seva incidència en la brillantor del cel

**Joan R. Sarroca**

*Director tècnic d'IEP Iluminación, SA*

La gran majoria de les persones prefereixen la llum i fugen de la foscor, perquè de sempre els humans han intentat perllongar les seves activitats més enllà de les hores del dia de llum solar, ja sigui per seguretat o per necessitats productives, per esbarjo, etc.; els motius són diversos i canviant segons les estacions de l'any, la climatologia, la latitud i l'època en què els ha tocat viure.

Pel que fa a aquesta necessitat de tenir més llum, a l'antiguitat probablement eren prioritaris els factors de seguretat. Més endavant, a mesura que es progressava i canviaven el hàbits i les relacions, es feia necessari l'enllumenament per a altres funcions, fins a arribar al temps actual, en què és imprescindible en la major part de les nostres activitats: al lloc de treball, a la llar, als desplaçaments i a moltes activitats a l'aire lliure.

El progrés de la societat i la necessitat o tendència de viure en grups més grans de població, duen a un augment de les activitats esportives, professionals i *amateurs*, la majoria de les quals es fan fora del horari diürn i, per tant, requereixen llum artificial.

L'enllumenament exterior facilita que les diferents activitats que ens envolten, que ajuden i fomenten la relació entre nosaltres, es puguin realitzar fora de les hores de llum natural amb les condicions de seguretat adients a la fisiologia de les persones. Per superar les dificultats que es poden presentar, encara que siguin de sobres conegudes, s'enumeren algunes a títol d'exemple:

- Carrers: circulació de vehicles i de vianants.
- Voreres: exclusivament per a vianants.
- Autovies i autopistes: exclusivament per a vehicles.
- Passeigs: predominants per a l'ús de vianants.
- Ornamental o arquitectònic, monuments, exterior d'edificis: predominant per a l'ús de vianants.
- Activitats esportives: adients a la dinàmica del joc, velocitat i dimensions de l'objecte sobre el terreny.
- Activitats laborals: segons el tipus de treball i risc que comportin.

Considerant aquestes necessitats a satisfer, els professionals de l'enllumenament basant-se en la normativa i les recomanacions existents, així com en l'experiència

personal, en cada cas estudien i proposen la millor solució perquè es pugui portar a terme cada activitat en les millors condicions possibles per als que hi participen.

Els usuaris de les instal·lacions d'enllumenament artificial són dia a dia més exigents, potser a causa d'una autoexigència de competitivitat portada fora de l'ambient laboral, la qual cosa implica uns valors d'il·luminació cada cop més elevats, cosa que entra en contradicció amb activitats minoritàries que no en requereixen, com és el cas de les observacions astronòmiques *amateurs*, en què les millors condicions són en entorns exempts d'enllumenament. Aquesta discrepància és de difícil solució quan les observacions es volen realitzar des dels mateixos nuclis poblats, on és lògic pensar que ha de predominar la seguretat i els drets de la majoria de ciutadans, que, per més que els agradi mirar les estrelles, primer volen caminar segurs pels carrers i mirar l'arbrat dels passeigs, les fonts i els monuments en la nova dimensió nocturna que proporciona l'enllumenament artificial.

Aquesta problemàtica no es presenta en les observacions dels investigadors professionals, que es fan des d'instal·lacions situades a llocs elevats i aïllats de les poblacions, amb lleis que protegeixen l'entorn de qual·sevol interferència que pot produir l'enllumenament artificial o altres radiacions electromagnètiques.

En arribar a aquest punt, convé destacar que l'enllumenament públic té l'origen en l'enllumenat de les vies de circulació, tant de vehicles com de persones i, en conseqüència, les lluminàries van ser dissenyades des del principi, amb més o menys bon encert, per dirigir la llum cap a l'hemisferi inferior. Aquest enllumenament és considerat, injustament, de forma general com el gran culpable de l'increment de la brillantor nocturna del cel; però n'hi ha d'altres dins del mateix entorn ciutadà que són molt més contaminants. Els uns són de fàcil solució, si es tracta d'instal·lacions d'àmbit municipal mitjançant disposicions que limitin l'horari o restriccions de funcionament, però per a d'altres, com ara l'enllumenament de la llar –cal tenir present que l'emissió lluminosa des de finestres i jardins és majoritàriament cap a l'hemisfe-

ri superior–, la solució, passa més pel convenciment que no per l'obligació.

Davant d'aquesta situació és convenient explicar què fan i quines mesures prenen els professionals, les empreses, les entitats i les administracions, que estan directament relacionats amb aquest fenomen.

## Tots els tècnics especialistes en enllumenament són molt conscients de la necessitat de la disminució de la brillantor nocturna del cel

### Els professionals

En general, tots els tècnics especialistes en enllumenament són molt conscients de la necessitat de la disminució de la brillantor nocturna del cel, i apliquen als seus projectes totes les recomanacions i disposicions sobre la matèria:

- Preveure lluminàries eficients:
  - Flux a l'hemisferi superior que no sobrepassi el recomanat.
  - Distribució lluminosa adient a la geometria de la instal·lació.
  - Elevat grau de protecció a la penetració de pols i humitat.
- Làmpades:
  - Màxima vida útil.
  - Elevat rendiment lm/W.
  - De la tonalitat de llum o IRC apropiada a l'activitat a desenvolupar.
- Valors luminotècnics:
  - No sobrepassar els valors d'il·luminació o de luminància recomanats.
  - Proposar la millor situació de punts de llum per assolir les uniformitats requerides per cada activitat.
- De la instal·lació:
  - Preveure els suports amb l'acoblament que doni l'orientació de la lluminària amb l'angle d'inclinació que li correspon per no sobrepassar el percentatge de flux a l'hemisferi superior.
  - Dissenyar la instal·lació elèctrica amb un sistema de regulació del flux lluminós, sigui pel sistema de punt a punt o per regulació des del quadre elèctric en capçalera.

### Els fabricants

Els fabricants no estan al marge de les tendències del mercat, ni de les directives o recomanacions que són d'aplicació als productes que desenvolupen i fabriquen: llu-

minàries, làmpades i accessoris elèctrics; amb l'objectiu principal, independent del compliment de les normes i directives de seguretat elèctrica i de compatibilitat electromagnètica, és el d'aprofitament al màxim de l'energia, de forma que amb el menor consum s'obtinguin les màximes prestacions.

Als fabricants sovint se'ls acusa de fabricar lluminàries contaminants, cosa que no és del tot certa, i menys en els productes produïts en els últims anys. Hi ha models de lluminàries, herència dels primers enllumenats amb fanals de gas i després reconvertits per funcionar amb electricitat, coneguts genèricament com productes «clàssics», que sí que tenen una emissió important de llum cap al cel, però també és just dir que a la major part d'aquests s'estan implantant uns sistemes òptics per controlar i dirigir la llum principalment cap a l'hemisferi inferior.

Una altra qüestió, aquesta més recent, són les famoses «boles», lluminàries de tipus globus, majorment amb difusor òpal, emprades sobretot a zones de vianants i a vials d'utilització mixta –vianants i vehicles–, principalment a urbanitzacions, on gairebé totes arriben a emetre més d'un 50% del flux cap al cel. Així i tot, s'ha de reconèixer que, gràcies a aquest tipus de lluminària, d'un cost baix, des de mitjan dels anys setanta a molts llocs es van poder fer, amb poca inversió, enllumenats amb una ambientació o estètica diferent a les denominades popularment «cassoles» o «cascabullos». Per descomptat que ara cal readaptar-los o substituir-los per uns sistemes més eficients.

En aquest punt també cal destacar que un fabricant espanyol, IEP, va posar al mercat, ara fa deu anys, una lluminària de forma esfèrica amb un disseny molt acurat de refractor que es caracteritza per tenir un sistema de prismes interns, que fan que compleixi els requisits exigits a les recomanacions actuals, concretament el model BL-7 de la fotografia. Aquest sistema des de fa poc també ha començat a ser emprat per altres fabricants.

A títol d'exemple, al final de l'article s'indiquen uns models de lluminàries de l'empresa IEP Iluminación, SA, en què s'han aconseguit reduccions molt importants dels percentatges de FHS<sub>INST</sub>.

## Els fabricants de lluminàries estan molt conscienciats a continuar dissenyant i fabricant els seus productes, tot complint les reglamentacions per reduir la brillantor lluminosa nocturna del cel

Amb aquests exemples es fa evident que els fabricants de lluminàries, agrupats en el Comitè Europeu CELMA, estan molt conscienciats a continuar dissenyant i fabricant els seus productes, tot complint les reglamentacions per reduir la brillantor lluminosa nocturna del cel.

## Les entitats

Dins aquest apartat, es poden incloure totes les que treballen amb dedicació total o parcial a millorar la tècnica, les aplicacions i la difusió de l'enllumenat, com són:

- CEI, Comitè Espanyol d'Il·luminació

El CEI és una associació sense ànim de lucre creada per fomentar totes les activitats vinculades a l'enllumenament i en què participen la majoria dels professionals i entitats relacionades amb l'enllumenament. El CEI té la representació a Espanya de la CIE (Commission Internationale de l'Éclairage), i entre els seus associats hi ha participants en les divisions, comissions d'experts i grups de treball.

El CEI des d'un inici ha dedicat el màxim interès a la qüestió de la disminució de la «brillantor lluminosa nocturna del cel», tot promovent la participació dels seus associats a:

- Articles tècnics.
- Simposis: d'ençà del de Còrdova, l'any 1994, a cada edició s'han presentat ponències que tracten sobre aquesta temàtica.
- Redacció de guies tècniques i, entre aquestes, basada en la publicació CIE-126: *Guidelines for Minimizing Sky Glow*, gràcies a la col·laboració d'un bon nombre d'associats, va elaborar el març del 1999 la *Guía para la reducción del resplandor luminoso nocturno*, les recomanacions de la qual han merescut l'interès i han estat utilitzades per organitzacions astronòmiques i grups ecologistes, ja que aporta nombroses alternatives per reduir la contaminació lumínica. Aquestes guies, el CEI les lliura gratuïtament a tots els seus socis.

També cal dir que el CEI, fora del àmbit exclusivament luminotècnic, ha promogut l'intercanvi d'experiències i criteris amb altres col·lectius, organitzant jornades centrades amb la «brillantor lluminosa nocturna del cel»:

- A Manresa, el juliol de 1999, amb participació d'ecologistes i d'astrònoms.
- A Madrid, el juliol de 2000, en què també van intervenir nombrosos astrònoms *amateurs*.

A més, va participar a les XIV Jornades Estatals d'Astronomia, celebrades a Lleó, el novembre del 2000.

El que s'ha exposat del CEI posa de manifest que aquesta entitat ha abordat des del començament les preteses contradiccions entre les exigències luminotècniques derivades de l'activitat humana nocturna, seguretat en la circulació de vehicles i vianants, qualitat de vida, integritat de l'entorn, propietats, béns, etc. i la brillantor lluminosa nocturna del cel, que, juntament amb les condicions atmosfèriques (humitat, núvols, boires, aerosols, contaminació atmosfèrica, etc.), dificulta les observacions astronòmiques dels objectes celestes.

- Laboratori General d'Assaigs i Investigacions-LGAI de Bellaterra.  
Assaigs elèctrics i fotomètrics.

- Laboratori Central Oficial d'Electrotècnia - LCOE de Madrid, situat a l'Escola d'Enginyers Industrials i dependent d'un patronat en què participa la mateixa escola de Madrid.  
Assaigs elèctrics i fotomètrics.
- Laboratori del Institut de Física Aplicada, dependent del CSIC.  
Assaigs fotomètrics i treballs d'investigació.
- Algunes facultats universitàries, entre les quals hi ha el Departament de Projectes de l'Escola d'Enginyers Industrials de Barcelona, que s'ha destacat des dels anys setanta en la formació de tècnics especialistes en enllumenament.

## Les administracions

Les disposicions legals per limitar l'emissió del flux lluminós cap a l'hemisferi superior que actualment estan vigents a Catalunya són les següents:

- Àmbit local:

Cal destacar les actuacions pioneres d'alguns ajuntaments, en primer lloc el de Tàrraga, que va dictar l'any 1998 una ordenança municipal, i que posteriorment van seguir altres municipis amb dictats o instruccions, com ara Figueres i, fora de Catalunya, Burgos i Còrdova, entre d'altres.

- Àmbit autonòmic:

De moment només hi ha la Llei aprovada pel Parlament de Catalunya i el Reglament d'aplicació d'aquesta llei, que està pendent d'aprovació. Aquesta Llei, pionera dins l'Estat espanyol, comportarà uns canvis tant pel que fa als nous projectes com a l'adequació de les instal·lacions existents, menys problemàtiques als primers que en aquestes últimes, on potser l'adaptació a la nova reglamentació podria presentar alguna dificultat, probablement més per problemes econòmics que tècnics, per la possible dependència dels ajuts que les administracions hagin d'aportar.

Els luminotècnics estimen que, fonamentalment des de l'Administració, caldrà proporcionar la màxima informació als projectistes dels espais urbans, atès que en aquests supòsits els especialistes en enllumenament moltes vegades no tenen l'última decisió, amb l'objectiu que aquests projectistes puguin dissenyar les instal·lacions adequadament, preveient les lluminàries més idònies per evitar la contaminació lumínica.

- Àmbit estatal:

No hi ha cap disposició d'àmbit estatal amb rang de llei, amb l'excepció de la de protecció del cel a l'entorn de l'Institut de Astrofísica de Canaries.

El Ministeri de Foment va editar el 1999 les *Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles*, que són d'obligació per a la Xarxa de Carreteres de l'Estat i on s'estableix una estricta limitació del flux emès a l'hemisferi superior per les lluminàries d'un 5% com a màxim i que en la major part de les instal·lacions es demana que ha de ser menor del 3%.

L'IDAE, que depèn del Ministeri de Ciència i Tecnologia, ha redactat amb col·laboració amb el CEI, una proposta d'ordenança municipal que donarà les indicacions perquè cada ajuntament pugui elaborar la seva pròpia ordenança.

### Normes i recomanacions existents

- A Espanya:
  - *Guía para la reducción del resplandor luminoso nocturno*. CEI, 1999.
  - *Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles*. Ministerio de Fomento, 2000.
  - *Eficiencia energética y urbanismo. Guía del planteamiento urbanístico energéticamente eficiente*. Ministerio de Ciencia y Tecnología – IDAE, 2001.
  - *Guía técnica de la eficiencia energética en la iluminación. Alumbrado público*. Ministerio de Ciencia y Tecnología – IDAE, 2001.
- De caràcter internacional:
  - *Guidelines for minimizing sky glow*. CIE126-1997. Traduïda pel CEI.
  - *Proceedings of three CIE Workshops on Criteria for Road Lighting*. CIE 019-2001.
  - *Urban Sky Glow, a Worry for Astronomy*. CIE 008-1994.
  - *Road Lighting Calculations*. CIE 140-2000.
  - *Guide to the Lighting of Urban Areas*. CIE 136-2000.
  - *Design Methods for Lighting of Roads*. CIE 132-1999.
  - *Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic*. CIE 115-1995.
  - *Road Lighting as an Accident Countermeasure*. CIE 93-1992.
  - *Road Surfaces and Lighting*. CIE 66-1984.
  - *Guidelines for Minimizing Urban Sky Glow Near Astronomical Observatories*. CIE 01-1980 Publicació conjunta del CIE I de la IAU (International Astronomical Union).

## Plantejaments i actuacions de futur

Pel que s'ha exposat en aquest escrit, es pot veure que s'estan prenent mesures importants per a un millor ús de l'enllumenament, des de la fabricació del producte fins a l'execució del projecte, de la instal·lació i els controls associats a cada una d'aquestes fases, passant pels fabricants i la mateixa Administració.

En aquest punt cal destacar el treball d'investigació que s'està fent en l'àmbit internacional, per poder avaluar a

S'estan prenent mesures importants per a un millor ús de l'enllumenat, des de la fabricació del producte fins a l'execució del projecte, de la instal·lació i els controls associats a cada una d'aquestes fases, passant pels fabricants i la mateixa Administració

priori l'emissió de flux lluminós cap a l'hemisferi superior i, per tant, el grau de contaminació que pot produir un determinat enllumenament. Fins fa poc no es passava de fixar uns percentatges de flux lluminós i de recomanar uns determinats graus d'inclinació de les lluminàries, però sense tenir en consideració el flux reflectit del terra, de les façanes dels edificis, de l'entorn enllumenat, ni de la llum d'habitatges, oficines i comerços, que també se'n va cap al cel. En els anys setanta era impensable fer un càlcul d'enllumenament per ordinador, i ara és la cosa més normal; a més, els resultats poden anar amb simulacions gràfiques, que donen una idea de com serà l'obra acabada, i completen aquestes dades uns valors globals en tants per cent de l'emissió lluminosa directa més la reflectida pel paviment.

En un futur pròxim i amb l'ajut de programes informàtics, probablement es podran tenir uns resultats fiables, basats en les característiques de reflexió de les superfícies que estan compreses dins l'entorn del projecte luminotècnic, acompanyats d'unes representacions gràfiques en 3D, igual que les que avui es proporcionen complementant els càlculs per lluminàncies o de lluminàncies. En aquest sentit, és molt important la tasca que fan diversos equips investigadors, entre els quals hi ha l'IFA del CSIC, amb el seu treball sobre estudis de mesures de reflectància d'un bon nombre de carrers (voreres i ferms rodats) de diverses ciutats espanyoles, iniciat al Simposi de Ciudad Real, del qual es va fer la presentació de resultats al Simposi de Ponferrada.

A partir d'ara, la tasca més important és la que tenen les administracions locals. Per al correcte compliment de la Llei, en primer lloc han d'estudiar en quines zones volen dividir la seva població, cosa que portarà a una limitació del flux cap a l'hemisferi superior a cada zona i que afectarà tant les obres noves d'enllumenament com l'adequació de les existents, segons el que estableix a la Llei.

## Diferents models de lluminàries



AP-1 (1993) FHS<sub>INST</sub> 0,03%



AP-101 (1999) FHS<sub>INST</sub> 0,07%



BL-7 (1992) FHS<sub>INST</sub> 18%



BR-7 (1996) FHS<sub>INST</sub> 4,5%



FO-9 FHS<sub>INST</sub> 15%



FO-8 FHS<sub>INST</sub> 23%



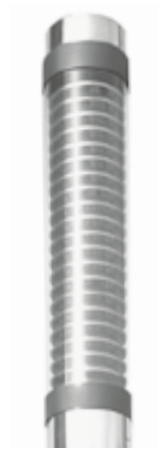
FO-3 FHS<sub>INST</sub> 14%



FO-5/RA FHS<sub>INST</sub> 3,2%



FO-5 FHS<sub>INST</sub> 9,5%



FO-5/RA FHS<sub>INST</sub> 3,2%



# La contaminació lumínica i la resposta social

**Jordi Iparraguirre**

*Cofundador de Cel Fosc*

*Membre de la comissió redactora de la Llei 6/2001, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn*

*We will have to repent in this generation not merely for the hateful words and actions of the bad people but for the appalling silence of the good people.*

*Martin Luther King, Jr.*

La contaminació lumínica (CL) és la brillantor artificial del cel nocturn deguda a la mala qualitat i orientació de l'enllumenat exterior, tant públic com privat. És un efecte que patim tots però que, tot i detectar-lo per mitjà del sentit de la vista, ens passa desapercebut i l'ignorem.

Però la contaminació lumínica comporta una sèrie de problemes que, a banda dels que ens afecten com a comunitat (malbaratament, contaminació atmosfèrica, agressió a l'ecosistema nocturn, generació de residus, etc.), afecten també directament la qualitat de vida individual de cadascun dels ciutadans.

**L**a contaminació lumínica comporta una sèrie de problemes que ens afecten com a comunitat i d'altres que afecten també directament la qualitat de vida individual de cadascun dels ciutadans

Veurem aquí, doncs, que aquests ciutadans van detectar el problema i, tot trencant el còmode silenci, van buscar solucions i es van aplegar per divulgar les seves idees i treballar amb l'Administració i altres agents per definir el problema i aplicar-hi solucions.

## Facit lux: la detecció del problema

El grup Cel Fosc va néixer, el 1996, quan un grup de persones de l'àmbit de l'observació astronòmica van decidir unir esforços i treballar plegats després d'unes

quantas accions aïllades des del principi dels noranta, i animats per l'empenta que grups similars preien en altres indrets del món més industrialitzat. En efecte, l'astronomia, juntament amb l'ecosistema nocturn, són les grans perjudicades pels efectes visibles de la CL, i els practicants d'aquesta ciència van ser uns dels primers a adonar-se'n i a actuar.

Atesa la manca inicial de recursos, el grup va decidir centrar les seves activitats a Internet, creant unes pàgines web informatives ([www.celfosc.org](http://www.celfosc.org)) i obrint una llista de correu que permetés la comunicació entre les persones interessades. Un altre obstacle era el desconeixement ciutadà dels efectes i les possibles solucions als problemes de la contaminació lumínica. Vam obrir així tres grans línies d'actuació: la divulgació, l'aprenentatge i l'acció per mitjà de mobilitzacions locals.

## L'aprenentatge. Creixement en altres àmbits

Cel Fosc sorgeix de l'àmbit astronòmic i creix amb les aportacions d'altres sectors també afectats pels problemes de la contaminació lumínica. Pel que fa al vessant tècnic, Lluís Ferrero (de la Diputació de Barcelona) ens obrí l'accés al món tècnic i dels professionals de l'enllumenament (enginyeries, instal·ladors, fabricants, etc.) i de la universitat (Departament de Projectes d'Enginyeria de la UPC). Jordi Agustí (de FISERSA, Ajuntament de Figueres), pioner a Catalunya en l'adaptació a gran escala de l'enllumenament públic, compartí amb nosaltres els seus coneixements sobre l'aplicabilitat de les propostes d'adaptació vers un enllumenament no contaminant, els retorns de les inversions i la reacció ciutadana al canvi.

Des del vessant mediambiental, Alfons Dolsa (entomòleg) ens va descobrir la riquesa i la fragilitat de l'ecosistema nocturn i els desequilibris que l'excés o un mal

enllumenament comporten per a les condicions de la vida nocturna. El lent procés d'evolució de les espècies, que d'una banda permet l'adaptació de plantes i animals a l'entorn, no suporta canvis ràpids i bruscos de les condicions de l'entorn, ja que aquests trenquen els hàbitats i creen desequilibris de poblacions i trastocuen les relacions entre presa i depredador. És a dir, que l'agressió al medi que comporta la contaminació lumínica va molt més enllà del malbaratament energètic i el corresponent excés de subproductes de generació d'energia (CO<sub>2</sub>, residus nuclears, etc.) i el problema del reciclatge dels metalls pesants i tòxics presents a les làmpades (mercuri, cadmi, etc.); comporta també un canvi ràpid i dràstic de les condicions de vida nocturna i dels cicles dia-nit a què s'han adaptat animals i plantes a través del lent procés de la selecció natural, canvi que posa en perill la seva subsistència.

## L'agressió al medi que comporta la contaminació lumínica va molt més enllà del malbaratament energètic i el corresponent excés de subproductes de generació d'energia

I, gràcies a Internet, vam poder enriquir-nos amb les aportacions de companys d'arreu (Llombardia, Pas-de-Calais, Gran Bretanya, Dinamarca, Alemanya, EUA, etc.) i provinents d'àmbits complementaris. Vam poder compartir experiències, coneixements, propostes serioses de canvi i l'accés a la legislació d'altres països.

D'aquesta manera, un grup inicialment només preocupat per la pèrdua de les condicions per practicar l'astronomia i les possibilitats de gaudir-la i mostrar-la als nostres conciutadans, va anar aprenent i prenent consciència de les implicacions de la contaminació lumínica més enllà del seus interessos. Aprendre també va permetre entendre les diferents òptiques del problema i estructurar millor el missatge que es volia comunicar per tal de proposar solucions realistes i factibles i assolir un canvi en la legislació però també en els costums i hàbits socials.

## La divulgació

Teníem, doncs, diferents sectors que ja havien detectat el problema i que demanaven un canvi en les maneres de fer; amb preocupacions originàriament diferents, però amb un objectiu comú. D'altra banda, la societat no en sabia res, d'aquestes preocupacions, ni dels problemes ni de les solucions. Calia fer, doncs, la divulgació a través dels mitjans de comunicació del problema i de les seves possibles solucions, i aconseguir una resposta social positiva que facilités el canvi. Molt poques perso-

nes havien sentit a parlar de *contaminació lumínica* o d'*ecosistema nocturn*. Menys encara sabien que tenim solucions a l'abast de la mà per evitar aquest tipus de contaminació sense erosionar la nostra manera de viure. Així doncs, la divulgació de les idees volia donar a conèixer el tema i al mateix temps crear sensibilitat social i una petita massa crítica per poder engegar els canvis localment.

Vam classificar els diferents arguments en tres grups de problemes: socials (enlluernament, intrusió, mala visibilitat, etc.), econòmic (malbaratament de recursos i diners, sobreconsums, excessos, etc.) i mediambiental (agressió a l'ecosistema nocturn, malbaratament energètic, residus sòlids i gasosos, etc.). Igualment vam elaborar una proposta i una llista de bones pràctiques per facilitar l'aplicació de les propostes.

Un dels aspectes clau era fer entendre que el fet de reduir la contaminació lumínica no representa, de cap manera, quedar-nos a les fosques o eliminar punts de llum; evitar i reduir la contaminació lumínica és enviar la llum cap allà on ens cal disposar-ne: cap a terra. És només fer un ús racional i lògic dels recursos públics (els diners, i també l'entorn) com si fossin de cadascun de nosaltres. I de la mateixa manera que quan els boscos es cremem no hi perd només el «señor conde», quan malbaratem els béns públics tots hi perdem.

## Un dels aspectes clau era fer entendre que el fet de reduir la contaminació lumínica és enviar la llum cap allà on ens cal disposar-ne: cap a terra

La novetat i també la lògica de les propostes i la magnitud dels problemes plantejats, van obrir la porta a aparicions i reportatges en els diferents mitjans de comunicació que ens permeteren divulgar el tema i constatar el suport de la ciutadania a les propostes d'un millor enllumenament.

Amb la massa crítica inicial aconseguida a través d'Internet i l'efecte multiplicador dels mitjans de comunicació, va començar a créixer el suport popular i les accions arreu del país. La bola de neu començava a rodolar, i Cel Fosc va passar a informar-ne partits, alcaldes i parlamentaris, i finalment vam ser rebuts per la Comissió d'Energia del Parlament i es va engegar el procés que portà a la redacció i aprovació unànime de la Llei.

## Acció local. Suport ciutadà

Cel Fosc és un col·lectiu independent i obert de ciutadans que exerceixen el seus drets i assumeixen les seves responsabilitats amb l'objectiu de millorar l'enllu-

menament públic i privat. Arran de les accions del grup, l'aparició als mitjans de comunicació i la disponibilitat de la informació a Internet, noves persones s'han anat afegint al projecte i multiplicant les accions locals.

Aquestes accions han tingut una bona acollida ciutadana. Un punt a favor que facilita l'acceptació és el fet que reduir la contaminació lumínica no representa un canvi en la manera de viure i comporta més benestar.

El ràpid i recent desenvolupament econòmic del nostre país comporta, a vegades, reaccions de nou ric en què es passa de la subsistència al malbaratament sense cap terme mitjà. I l'enllumenament, tant públic com privat, d'ús social, publicitari o «decoratiu», no n'ha estat l'excepció. Però, simultàniament, l'augment de la qualitat de vida comporta la demanda social del respecte pel medi ambient.

## Reduir la contaminació lumínica serà cada cop més una exigència que la ciutadania farà als administradors

¿Per què volem canviar ara pràctiques que fa uns quants anys ens semblaven normals? Els costums canvien, i també la nostra relació amb l'entorn. En el camp de l'enllumenament, com en molts d'altres, hem experimentat un gran canvi d'escala. D'una situació de subsistència on la nostra capacitat per agredir l'entorn era força limitada, hem passat, ràpidament, a una situació d'opulència que multiplica per una xifra cada cop més gran d'agents les petites agressions que abans ens podíem permetre.

Com s'ha dit més amunt, reduir la contaminació lumínica no implica pas apagar llums ni veure menys o pitjor; és demanar una il·luminació més bona, més eficient i menys contaminant. Reduir la contaminació lumínica i els seus efectes sobre el malbaratament energètic i l'agressió a l'ecosistema nocturn serà cada cop més una exigència que la ciutadania farà als administradors, de manera que augmentarà la pressió social per a la millora de l'enllumenament exterior.

Una utopia? També ho semblava no fa gaire separar la brossa orgànica, reciclar el vidre o no fumar als avions.

Cel Fosc és l'aglutinador de diferents agents implicats i catalitzador i palanca per aconseguir resultats de millora del nostre entorn i la nostra qualitat de vida.

Hem aconseguit una llei aprovada per unanimitat pel Parlament de Catalunya i acordada pels diferents agents més directament involucrats (fabricants, instal·ladors, Administració, universitat, enginyers, ecòlegs, astrònoms, etc.). Estem ara redactant el reglament que haurà de seguir l'esperit de la Llei i el que aquesta comporta. I localment els ciutadans, però també els ajuntaments, comencen a treballar per demanar en un cas, i adaptar en l'altre, l'enllumenament.

El web Celfosc ([www.celfosc.org](http://www.celfosc.org)) ofereix gran quantitat de recursos per divulgar el tema, normatives ja aprovades, models d'enllumenament, etc. I és sobre la base d'aquests recursos i de la informació compartida a través de la llista de correu, que els ciutadans o administradors interessats reben la informació que necessiten per actuar localment. És a dir, que l'ús d'Internet permet al grup multiplicar esforços i facilitar el trànsit de la informació, i catalitzar idees i accions. Cadascú treballa per defensar *el seu bocí de cel*, actuant localment però amb una visió global i uns objectius comuns.

Volem convèncer, no pas vèncer; ja que cal que el canvi sigui entès i acceptat, i que el respecte al medi nocturn eliminant la contaminació lumínica passi a ser part de la nostra cultura, com ho pugui ser tancar les aixetes per no perdre aigua. Volem il·luminar bé, fer-ho allí on realment ens cal, pel bé de l'ecosistema nocturn i, de retruc, pel nostre. I, tot i la lògica que tenen aquestes propostes, és aquí on podem trobar les reticències dels qui usen els béns públics en profit propi.

Amb un enllumenament no contaminant, tots hi sortim guanyant. D'una banda, els fabricants poden explotar una nova raó per augmentar les vendes desenvolupant models no contaminants abans que els seus competidors i així esperonar la innovació. Els ajuntaments poden oferir un millor servei als seus ciutadans a un cost més baix (consums i manteniments), il·luminant millor tot respectant el medi. I, en general, tots ens beneficiarem d'un ús més racional de l'energia, un millor control i reciclatge dels residus que generem, un respecte més gran per la natura, i tornar a gaudir de l'espectacle del cel estelat.

N'hi pot haver alguns, però, que, amb la vista centrada en els resultats a curt termini del seu compte d'exploració, vulguin fer servir els béns públics en benefici propi. Tot i que són molt més rendibles les inversions en l'estalvi d'energia que no les inversions per generar-la, les companyies productores d'energia elèctrica, interessades a mantenir un nivell constant de producció sense els pics del dia i les davallades del vespre que trenquen el model de producció basat en centrals tèrmiques i nuclears, faciliten i afavoreixen el consum en horari nocturn. Legítimament volen créixer en volum (facturació i producció) per competir amb les grans empreses del sector; però no competeixen ni en qualitat de servei ni oferint solucions menys contaminants, i tampoc no tenen em compte l'ús dels béns públics dels quals es beneficien per produir energia, ni dels costos de reposició que aquest ús comporta.

I aquest model només canviarà quan els clients, ara anomenats usuaris, puguin gaudir d'un sector realment en competència (amb múltiples ofertes i amb el *savoir faire* necessari que els faci competents en la tasca encomanada), tinguin clar que l'estalvi energètic no tan sols repercuteix a la butxaca, sinó que implica un millor ús dels recursos naturals i un major respecte pel medi, i puguin escollir la manera en què s'ha de produir l'energia que consumim. De més verdes en maduren...

## Vox populi

En una societat informada, cada cop més sensible a la qualitat de vida i el respecte al medi, educada en els problemes que comporta la contaminació lumínica, i conscient de les solucions que tenim ja al nostre abast per reduir-la i evitar-la, no hem de trobar cap problema en la implantació d'un pla d'adaptació de l'enllumenament públic i privat per reduir la contaminació lumínica. És més, trobarem una pressió positiva que haurà de facilitar el canvi a il·luminacions menys contaminants.

### **F**igueres o Tàrraga, pioneres a Catalunya en l'adaptació de l'enllumenament, estan aconseguint estalvis mitjans d'entre el 25 i el 30%

Ciutats com ara Figueres o Tàrraga, pioneres a Catalunya en l'adaptació de l'enllumenament, estan aconseguint estalvis mitjans d'entre el 25 i el 30%, uns retorns

d'inversió d'entre dos i tres anys (tot i haver-hi ajuts oficials per a l'adaptació de l'enllumenament, les obres es poden pagar ràpidament només amb l'estalvi energètic assolit) i una molt bona acceptació ciutadana dels canvis.

És en aquest entorn informat i conscienciat on la veu dels ciutadans demana als administradors les millores necessàries per a una millor gestió dels recursos públics; diners, però també els béns comuns, públics o emprius: uns béns, com el medi o el cel estelat, que en ser de tots no són de ningú i ningú no els protegeix.

L'experiència del procés de divulgació i d'interacció entre els ciutadans i les administracions és un bon exercici de pràctica política, de democràcia i de vertebració ciutadana. Caldrà no desil·lusionar, doncs, els ciutadans i fer complir la lletra i l'esperit de la Llei i el reglament de què ens dotem. Tots tenim un deure vers els nostres conciutadans i vers les generacions futures, i reduir la contaminació lumínica és un pas fàcil que, a més, millora la nostra qualitat de vida. Ara que en tenim una bona oportunitat, que la mandra o els interessos a curt termini no ofeguin la voluntat dels ciutadans ni facin que la Llei quedi en paper mullat.



# Curiositats relacionades amb la contaminació lumínica

Jordi Iparraguirre

## La contaminació lumínica al món

«Uns dos terços de la població mundial i el 99% de la població europea viuen en àrees on l'obscuritat del cel nocturn és en el límit de la contaminació.

»Una cinquena part de la població mundial, més de dues terceres parts de la població dels Estats Units i més de la meitat de la població de la Unió Europea, no poden veure la via làctia a simple vista.

»Per últim, una desena part de la població mundial, més del 40% de la població dels Estats Units, ja no veu el cel amb l'ull adaptat a la visió nocturna, a causa de la brillantor del cel.»

**Font:** CINZANO, FALCHI I ELVIDGE: «First world atlas of the zenith artificial night sky brightness». *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, agost del 2001.

## Mapa de contaminació lumínica de Catalunya

«Per reduir la contaminació actual l'informe proposa, i el projecte de llei així ho recull, aplicar algunes mesures de correcció. Pel que fa únicament a l'enllumenat públic, algunes de les mesures proposades són: eliminar les lluminàries amb elevada emissió de flux hemisfèric superior i instal·lar les que tinguin un major rendiment; recomanar els nivells d'il·luminació que aconsellen els organismes oficials com a correctes, introduint el caràcter de màxim, no només el de mínim, i reduir els nivells d'il·luminació excelsius, i utilitzar làmpades de vapor de sodi, menys contaminants.

»Amb això s'aconseguiria disminuir un 40% el grau de contaminació lumínica i un 25% el consum energètic total d'enllumenament. Això estalviaria a tot Catalunya 160 milions de kWh l'any, és a dir, uns 2.000 milions de pessetes. Aquestes mesures reduirien 48.000 tones anuals de CO<sub>2</sub>, 1.000 tones anuals de CO i 2.400 tones anuals d'òxids de nitrogen.»

**Font:** *Mapa de contaminació lumínica a Catalunya*, elaborat per la UB i la UPC per encàrrec del Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. <[www.celfosc.org/biblio/basic/estudi.upc.ub.htm](http://www.celfosc.org/biblio/basic/estudi.upc.ub.htm)>.

## L'enllumenament públic no redueix per si sol els índexs de criminalitat

«L'equip de la Universitat de Southampton que va fer aquest estudi sobre 100.000 crims, conclou que l'enllumenament públic té poc o cap efecte sobre la reducció de la criminalitat, però dóna certa confiança a les persones que temen ser agredides. Sembla, doncs, que hi ha un efecte psicològic però no pas real.»

**Font:** Universitat de Southampton <[www.celfosc.org/news/southampton.htm](http://www.celfosc.org/news/southampton.htm)>.

## Contaminació lumínica i biodiversitat

«Els insectes, especialment els nocturns, són més sensibles a la radiació blava, d'una longitud d'ona per sota dels 400 nm. Segons estudis recents, alguns noctúids veuen únicament entre els 550 nm i els 360 nm. Les làmpades de vapor de mercuri són per això més agressives (la seva radiació emet ones per sota dels 300 nm), que les de radiació més vermella (per sobre dels 600 nm, una llum no visible per la majoria d'espècies d'insectes nocturns). Per a la gran majoria d'insectes, una il·luminació per sobre d'aquesta xifra és pràcticament com si fos de nit.

»La utilització de massa llum, però, sigui de la radiació que sigui, afecta altres grups d'animals: rèptils, amfibis, i mamífers, per als quals sí que són visibles aquestes longituds d'ona. Moltes vegades creen, i algunes vegades temporalment, superpoblacions, per una gran concentració d'aliment, en uns llocs on potser no tindran mitjans de subsistència en altres estadis de la seva vida. En altres casos l'efecte serà invers en no poder amagar-se en la nit les espècies així adaptades que necessiten la foscor per no ser vistes.»

**Font:** «La problemàtica de la contaminació lumínica en la conservació de la biodiversitat». Primera Sessió de Treball sobre la Contaminació Lumínica, Departament de Medi Ambient Generalitat de Catalunya. Alfons G. Dolsa i M. Teresa Albarrán, 29 de juliol de 1998.

## Què costa il·luminar tot Barcelona durant una nit?

«L'Ajuntament de Barcelona ens ha informat que a Barcelona hi ha 146.000 bombetes (projectors, etcètera). No són bombetes com les que tenim a casa; són llums de vapor de sodi o de vapor d'alumini. Per exemple, els que trobem als fanals són els llums que a mesura que s'encenen van canviant de color fins a aconseguir el grau d'il·luminació que es necessita. Als carrers n'hi ha 128.000, 12.000 bombetes, 6.000 d'enllumenament artístic (projectors per a monuments, etc.). Durant un dia, la despesa mitjana de l'enllumenament públic és de 3,4 milions de pessetes (20.434 euros). El consum diari és de 250.000 kWh.»

**Font:** TV3, programa «Connexions», 23 de febrer de 2001.

## Benjamin Dessus: «És menys costós economitjar l'energia que fabricar-la»

«Aquest enginyer, que havia treballat a l'EDF, considera que les tries en matèria d'organització de la societat –urbanisme, transport, habitatge, protecció del medi ambient– són tan importats com les tecnologies mateixes per al futur de la humanitat.»

**Font:** *Le Monde*, 6 de setembre de 1999



# Seminaris d'intervenció ambiental per a policies locals

**Maria Llorens**

*Tècnica del Servei de Medi Ambient*

El Servei de Medi Ambient ofereix als ajuntaments un espai per a la formació i el suport de les policies locals en qüestions de medi ambient.

La Llei 16/1991, de les policies locals a Catalunya, disposa, entre molts altres aspectes, que els agents han de vetllar pel compliment de la normativa ambiental i la protecció de l'entorn.

La normativa ambiental és molt extensa i les qüestions mediambientals són molt complexes, i moltes vegades és molt difícil saber com actuar, què s'ha de fer, com fer



Foto: Albert de la Peña

Seminari d'intervenció ambiental



l'informe, a qui s'ha d'avisar, etc., sobretot tenint en compte que la rapidesa d'actuació és fonamental.

De fet, els agents locals, pel fet que són les vint-i-quatre hores al carrer durant tots els dies de l'any i, a més, per ser bons coneixedors del territori, actuarien com de primers auxiliis perquè són els que primer poden detectar les infraccions ambientals: abocaments sòlids i líquids, sorolls, emissions atmosfèriques, etc.

Per contribuir a reforçar aquesta funció de vigilància, el Servei de Medi Ambient, després de dur a terme una experiència pilot l'any 1995, a Sant Celoni, va iniciar l'any 1996 un programa basat en la formació i l'intercanvi d'experiències que es concreta en «Seminaris d'intervenció ambiental per a policies locals».

Els seminaris es caracteritzen per la seva adaptabilitat, ja que s'ajusten a les necessitats de cada municipi, alhora que resulten pràctics per als assistents pel fet que reben assessorament sobre els problemes concrets que aquests plantegen. Tot això es possible gràcies que es tracta de grups reduïts i que els especialistes del tema tenen una àmplia experiència en les qüestions que es tracten.

Des del seu inici, s'han fet més de cinquanta cursos a diferents municipis de la província, amb policies i altres agents locals procedents de més de dos-cents municipis, amb un total de més de mil dos-cents assistents.

## Resum total seminaris d'intervenció ambiental per a policies locals 1996-2003

Any	Nre. de cursos	Lloc	Municipis participants	Nre. d'assistents
1995	1	Sant Celoni (experiència pilot)	1	12
1996	2	Sant Vicenç dels Horts Canovelles	7	45
1997	7	Vilanova i la Geltrú Sant Adrià de Besòs Cerdanyola del Vallès Granollers Terrassa Esplugues de Llobregat	21	196
1998	6	Viladecans Montmeló El Prat de Llobregat (2) Tordera Torelló	18	147
1999	12	Sant Sadurní d'Anoia Malgrat de Mar Olesa de Montserrat Abrera Igualada Manresa Mataró Argentona Sitges Esplugues de Llobregat Granollers (2)	44	304
2000	8	Vilanova i la Geltrú Sant Andreu de la Barca Pineda Gavà Caldes de Montbui Balenyà Cabrera de Mar L'Hospitalet de Llobregat	44	201
2001	8	Sant Pol de Mar Polinyà Castelldefels Cabrera de Mar (soroll) Badalona (2) (soroll) Sant Joan Despí (soroll) Santa Margarida de Montbui	27	131
2002	8	Sant Joan de Vilatorrada Navarclés Llinars del Vallès Vilassar de Mar Manlleu Viladecavalls Sant Esteve Sesrovires Parets del Vallès	48	208
2003	6	Montgat Molins de Rei Manlleu Sant Celoni Premià de Mar Palafolls	21	125

# Recull normatiu

## ESTAT ESPANYOL

- Ley 31/1988, de 31 de octubre, sobre protección de la calidad astronómica de los Observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias. BOE.
- Real decreto 243/1992, de 13 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 31/1988, de 31 de octubre, sobre protección de la calidad astronómica de los observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias.

## CATALUNYA

- Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn. DOGC núm. 3407, del 12-6-2001.
- Projecte de Decret pel qual s'aprova el Reglament de desenvolupament de la Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.

## ORDENANCES

- Reglament de protecció del cel nocturn del municipi de Tàrraga. BOPLL núm. 135, del 10-11-1998.
- Reglament de protecció del cel nocturn de Bellpuig. BOPLL núm. 29, del 9-3-1999.
- Ordenança municipal reguladora de l'ordenació ambiental de la il·luminació exterior per a la protecció del medi nocturn, estalvi d'energia i contaminació lumínica del municipi de Sant Boi de Llobregat. BOPB núm. 26, del 30-1-2002.
- Propuesta de modelo de ordenanza municipal de alumbrado exterior para la protección del medio ambiente mediante la mejora de la eficiencia energética. Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE).

# El racó de la pàgina web

Al contrari del que pot semblar d'entrada, hi ha més d'un centenar de pàgines web dedicades a la contaminació lumínica arreu del món. El consell de redacció de la revista ha decidit de proposar-vos-en les següents:

• **CEL FOSC. EVITA LA CONTAMINACIÓ LUMÍNICA**  
<http://www.celfosc.org/>

Sens dubte, és la pàgina web que té més rellevància a l'Estat espanyol. Funciona des del 1996. Els seus creadors han sabut unir experts del món de l'astronomia amb tècnics municipals i del món de la universitat per tal de proposar, entre d'altres, la redacció de la Llei que el Parlament de Catalunya aprovà l'any 2001, un catàleg de mesures per combatre la contaminació lumínica, recomanacions de llumeneres, etc.

La pàgina és d'un gran contingut pedagògic, conté definicions i conceptes relacionats amb la contaminació lumínica i us ofereix la possibilitat d'afegir-vos a la llista d'adreces de correu electrònic per rebre informació periòdica sobre la matèria.

Els enllaços existents, més de cinquanta, són de visita molt recomanable.

• **OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO**  
<http://www.iac.es/proyect/otpc/INDEX.HTM>

Els pioners pel que fa a la lluita contra la contaminació lumínica a Espanya van sorgir, per motius obvis, a les illes Canàries. El 1992, es va crear l'Oficina Tècnica per a la Protecció de la Qualitat del Cel, de l'Institut de Astrofísica de Canàries, atès que la major concentració d'observatoris astronòmics del sud d'Europa es concentra a les illes Canàries, especialment al pic del Roque de los Muchachos, a l'illa de La Palma.

Es pot consultar l'anomenada *Ley del cielo*, vigent des del 1998, en què es delimita l'enllumenament, les estacions de radioenllaços, la contaminació atmosfèrica i les rutes aèries.

A l'apartat específic de contaminació lumínica, defineix, igual que la web anterior, els conceptes bàsics de contaminació lumínica, a més de posar exemples d'adaptacions d'enllumenament que s'han dut a terme a l'illa de La Palma.

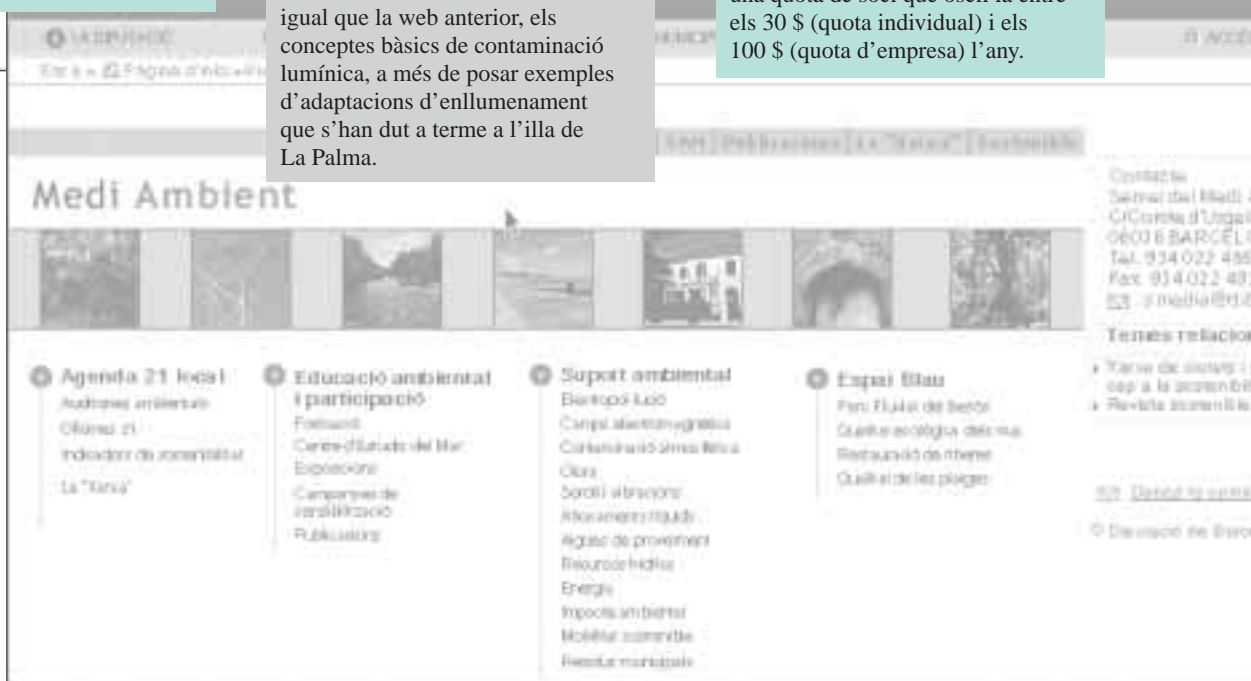
• **INTERNATIONAL DARK-SKY ASSOCIATION**  
<http://www.darksky.org/>

Una de les pàgines web amb més prestigi en l'àmbit de la prevenció de la contaminació lumínica: l'Associació Internacional Cel Fosc, amb seu a Tucson, Arizona, els Estats Units.

L'estructuració de la pàgina recorda molt la pàgina catalana de Cel Fosc. Disposa de recull de premsa, dossiers educatius, congressos específics sobre el tema i, sobretot, una molt gran base de dades de recursos (fotografies, llibres, dvd, multimèdia, etc.).

L'associació no solament té seus per tot els Estats Units, sinó que també té delegacions a França, Grècia, Austràlia, el Canadà, Itàlia, el Japó, Xile, Suïssa, Txèquia i Anglaterra.

Per formar part de l'associació i gaudir dels seus avantatges, cal pagar una quota de soci que oscil·la entre els 30 \$ (quota individual) i els 100 \$ (quota d'empresa) l'any.





## I en el proper SAM 9: la contaminació acústica

El butlletí SAM torna a parlar de soroll, i això no és per l'esgotament de temes. Al butlletí SAM número 3, publicat el juny de 1999, s'abordaren en set articles qüestions relacionades amb el vector ambiental soroll.

Des de aleshores, s'ha creat un creixent interès en els municipis per tornar a fer un altre número que tractés la problemàtica del soroll des d'una perspectiva més àmplia.

També, des d'aleshores la legislació ha canviat. S'ha aprovat la Directiva 2002/49/CE, sobre avaluació i gestió del soroll ambiental, que va ser publicada pel DOCE el 18 de juliol de 2002, i la Llei 16/2002, de protecció contra la contaminació acústica, publicada pel DOGC de l'11 de juliol de 2002, i esperem que, quan es publiqui el SAM núm. 9, la llei espanyola ja estarà aprovada.

La Directiva i la Llei incorporen nous aspectes restrictius envers les activitats a l'aire lliure i dins dels recintes, seguint les recomanacions que fixa l'Organització Mundial de la Salut.

Així doncs, convidarem nous experts que ens complementaran aspectes que, per motius de capacitat, no es van poder incloure al número 3, i ens explicaran com aplicar la nova legislació en casos pràctics.

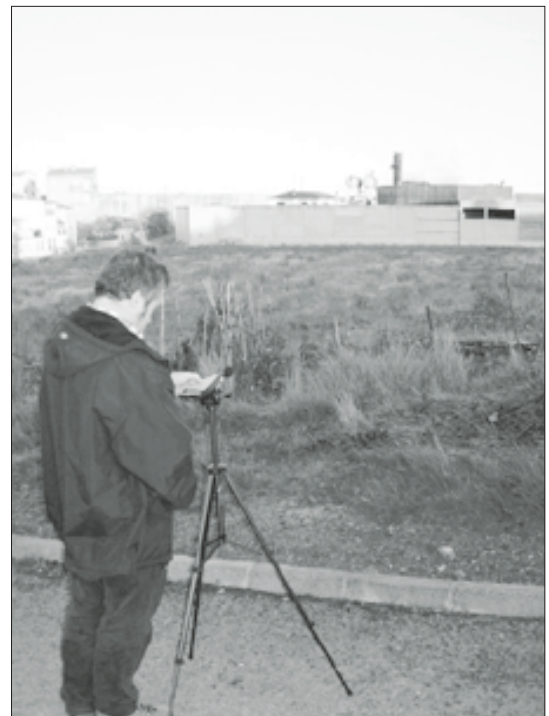


Foto: Servei del Medi Ambient

### Fe d'errates SAM núm. 7

Pàgina	Línia	Diu	Ha de dir
48	4	(Gs)	G
48	5	(1 mT = 10 mGs)	(1 microT = 10 mG)
48	36	(0-6 Hz)	(50-60 Hz)
48	50	(0-6 Hz, ELF)	(50-60 Hz, ELF)

### **3 Editorial**

### **5 Marc jurídic**

Adequar les instal·lacions a la nova normativa  
*Manel Roig i Cunill*

### **9 Món municipal**

Primera ordenança municipal. Primer balanç  
*Josep M. Bosch*

- 13** Nova metodologia per a un estudi diagnòstic de la contaminació lumínica: el Masnou  
*Joan Jover Grau et al.*

### **19 Experiència**

Conceptes bàsics de contaminació lumínica  
*Pere Horts Font*

- 24** La problemàtica de la contaminació lumínica a Catalunya  
*Ramón San Martín Páramo*

### **33 Món empresarial**

L'enllumenat urbà i la seva incidència en la brillantor del cel  
*Joan Ramon Sarroca*

### **39 Món veïnal**

La contaminació lumínica i la resposta social  
*Jordi Iparraguirre*

### **43 Curiositats**

Curiositats relacionades amb la contaminació lumínica  
*Jordi Iparraguirre*

### **45 El SAM informa**

Seminaris d'intervenció ambiental per a policies locals  
*Maria Llorens*

### **47 Recull normatiu**

### **49 El racó de la pàgina web**

### **51 I en el proper SAM...**