



Generalitat de Catalunya
Departament de Governació
Institut Català de Seguretat Viària

DOSSIER TÈCNIC

DE SEGURETAT VIÀRIA

L'enllumenat públic
Més llum, més seguretat



BIBLIOTECA DE CATALUNYA. DADES CIP:

L'enllumenat públic

ISBN 84-393-3810-4

I. Institut Català de Seguretat Viària

II. Col·lecció

1. Automòbils - Conducció nocturna

2. Seguretat viària

3. Enllumenat públic

656.1.055.096

© GENERALITAT DE CATALUNYA
Departament de Governació
Institut Català de Seguretat Viària

ISBN: 84-393-3810-4

Dipòsit legal: B-2.318-96

Tiratge: 5.000 exemplars

1ª edició Barcelona, març 1996

Impressió: FUTURGRAFIC SCC, LTDA.

Maquetació i originals:

TRÍPTIC Serveis de Comunicació S.L.

L'ENLLUMENAT PÚBLIC: més llum, més seguretat

1.	<i>PROPÒSIT</i>	4
2.	<i>EL FENOMEN ACCIDENTOLÒGIC NOCTURN</i>	5
3.	<i>CONDICIONS PER GARANTIR LA SEGURETAT VIÀRIA NOCTURNA</i>	8
4.	<i>TIPOLOGIA DE L'ENLLUMENAT</i>	14
5.	<i>CONCLUSIONS</i>	22

En els darrers anys es detecta entre els responsables de la seguretat viària dels diferents municipis de Catalunya, una sensibilitat cada vegada més gran per treballar en aspectes bàsics i en aspectes complementaris, importants, que influeixen en la disminució dels accidents de trànsit.

L'establiment de mesures relacionades amb la moderació de la circulació, la protecció dels vianants, la transformació de les travesseres i la regulació de les cruïlles amb rotondes ja són un denominador quasi comú de les zones urbanes de Catalunya. Per això, dintre d'aquest procés de millora de la qualitat de vida, els responsables analitzen la problemàtica cada cop amb més cura i arriben a detectar la repetició d'accidents en determinades circumstàncies cronològiques, horàries i fins i tot del mateix entorn. Aquestes circumstàncies, sens dubte, tenen influència en l'accidentalitat. I així s'arriba a la necessitat de donar més facilitats als conductors, en qüestions de visibilitat geomètrica (miralls a les cruïlles) o visibilitat natural (il·luminació artificial).

No se'ns escapa que il·luminar una cruïlla, un tram de carrer o un pas de vianants té, en el futur, la hipoteca del manteniment o del fluid elèctric. Però també la tenen els semàfors i molts senyals informatius. És una quota necessària. N'hi ha prou amb un càlcul superficial sobre els estalvis econòmics dels accidents que es deixen de produir, per convèncer a tothom que la il·luminació nocturna és una fórmula sempre rendible.

En un anàlisi del conjunt d'accidents de trànsit produïts en una població durant un any, resalten punts on una proporció important es produeixen de nit i en llocs no il·luminats, són aquests indrets sobre els que s'ha de reflexionar en relació a la conveniència d'instal·lar enllumenat a fi i efecte de millorar la seguretat viària. Aquest dossier anima als responsables municipals a fer aquest exercici i a valorar l'establiment de mesures d'il·luminació artificial on els riscos de manca de visibilitat siguin més evidents.

Josep Lluís Pedragosa i Raduà

Director de l'Institut Català de Seguretat Viària

1. PROPÒSIT

Un dels principals objectius dels *Dossiers tècnics*, és informar les col·lectivitats i els seus responsables sobre les fórmules i estratègies existents per reduir els accidents de trànsit. L'acció sobre l'enllumenat és una d'aquestes fórmules i estratègies. La seva importància és fonamental, -només cal comparar les condicions de visibilitat diürnes i nocturnes-, atès que el risc d'accident de nit és en general més del doble que de dia.

És destacable el fet que, en general, de nit, en un recorregut sense obstacles es circula més de pressa que de dia, la qual cosa s'afegeix als factors de risc de la conducció nocturna. El temps de reacció s'allarga de nit, però també la velocitat fa disminuir el temps de maniobra i agreuja els efectes d'una col·lisió, si és que s'arriba a produir.

Un enllumenat eficient augmenta la capacitat visual, la visibilitat i la percepció, i fa menys sorprenent el traçat de la via i la presència d'altres usuaris (ciclistes, vianants) o d'obstacles sobre la calçada.

Nombrosos estudis han demostrat que amb la implantació d'un enllumenat adaptat a l'entorn, es pot reduir d'un 30% a un 60% el nombre d'accidents amb ferits o víctimes.

Aquest *Dossier* que ara es presenta es centra en l'estudi de l'enllumenat públic a les aglomeracions urbanes. Lloc particularment perillós pel nombre de vehicles que hi circulen i per la constant incidència de fluxos circulatoris, on conflueixen permanentment vehicles, cruïlles, trams d'alt risc, conductors motoritzats i vianants. Aquest últim grup és el que presenta l'índex més alt d'accidentats a la foscor.

Malgrat que els plantejaments del *Dossier tècnic* són eminentment urbans, moltes de les consideracions i valoracions que hi apareixen es poden aplicar també a altres llocs interurbans.

En qualsevol cas, aquest document no pretén ser ni tan sols una recomanació ni plantejar un suggeriment. Es doncs, un informe de reflexió sobre un tema de seguretat viària poc tractat, i pot tenir transcendència en la mesura que aconsegueixi presentar opcions de millora per a casos concrets en els diferents àmbits urbans de Catalunya. I els mil municipis del país segur que tenen un gran contingent de llocs mancats d'aquesta millora en l'enllumenat.

2. EL FENOMEN ACCIDENTOLÒGIC NOCTURN

La conducció nocturna es diferencia de la diürna per la disminució de la capacitat de percepció. La visió esdevé més pobre i això obliga el conductor a adoptar una tècnica especial «d'exploració» per orientar-se entre una infinitat de llums difusos i lluitar contra l'efecte d'enlluernament.

El fet que el conductor no tingui en compte la pròpia capacitat, l'enlluernament, la crispació i una mala formació referent a la conducta nocturna fan que, de nit pugui malinterpretar els fenòmens que l'envolten, els quals el poden portar a tenir reaccions a vegades equivocades.

El costum molt estès de conduir de pressa de nit fa que augmentin els riscos. De fet, els conductors acostumen a creure que els carrers i les vies són buits i que el perill és menor.

A més a més, no s'ha d'oblidar que, dintre dels grups d'alt risc, es troben els usuaris dels caps de setmana, una majoria de gent que habitualment surt al vespre i que agafa el cotxe sense tenir en compte ni el cansament ni l'alcohol que han estat prenent al llarg de la nit.

Els factors humans que intervenen en un accident poden ser nombrosos. Però si aquests factors humans relacionats amb la conducció nocturna es troben combinats amb altres factors com ara el mal estat d'una via, una senyalització incorrecta o insuficient que induïx a l'error, unes condicions climàtiques que empitjoren la situació, en pot resultar un increment de les possibilitats d'accidentar-se.

ANÀLISI DELS ACCIDENTS NOCTURNS

L'anàlisi de les dades estadístiques mostra que a Espanya el 1992, sobre una totalitat de 87.293 accidents, el 41% va passar en condicions lluminoses desfavorables (a la nit i al vespre). Entre els factors explicatius del fenomen accidentològic nocturn, cal mencionar l'estat dels fars dels vehicles, la manca d'enllumenat, l'enllumenat inadequat, en mal estat o insuficient.

A més, cal subratllar la gravetat dels accidents nocturns en comparació amb els diürns. Per exemple, el 1992 el 49% de les morts en accidents de trànsit van succeir en el període de la nit o el vespre. Un fet a destacar és que no solament hi ha més possibilitats de tenir un accident durant la nit, sinó que també n'augmenta la gravetat d'aquests.

Una gran part dels accidents més greus es produeix durant la nit. La circulació nocturna multiplica per:

- 1,5 el risc d'accidentabilitat
- 1,5 el risc de ferir-se
- 2,2 el risc de morir

en comparació amb la freqüència dels accidents diürns.

Nombroses comparacions sobre la freqüència dels accidents abans i després de la instal·lació d'un bon enllumenat públic han demostrat que és una bona mesura per augmentar notablement la seguretat nocturna.

És interessant recordar que cap a un 30% dels accidents nocturns urbans impliquen els vianants. Quan la il·luminació és deficient, els vianants esdevenen menys visibles i per tant més susceptibles de ser atropellats. La solució sovint és la il·luminació puntual dels passos per a vianants, si bé pot comportar un altre perill: que el conductor fixi la seva atenció en la zona il·luminada, i per tant, que no observi amb prou atenció el tram no il·luminat entre ell i el pas de vianants, a part de la sensació de forat negre un cop ultrapassat, situacions que esdevenen perilloses si el vianant passa per allà on no li toca. Per això els conductors no han d'oblidar, la gran mobilitat, i de vegades, l'anarquia dels costums dels vianants, que passen per on els sembla millor, o per on van més de pressa, o per on han d'esperar menys, amb la qual cosa es tornen completament imprevisibles. Una possible solució seria il·luminar progressivament una distància prudencial dels trams anteriors i posteriors del pas. Així, el nombre d'accidents amb vianants implicats es redueix notablement amb una il·luminació adequada.

Cal destacar que s'han d'afegir als riscos de la calçada els riscos de la vorera: un enllumenat suficient no solament evitarà robatoris i agressions, sinó que també servirà perquè el conductor pugui veure el que hi passa i preveure els elements, les persones o les coses que poden envair la calçada.

RELACIÓ ENTRE LA LLUMINOSITAT I L'ACCIDENTABILITAT

Quan es condueix de nit, i si l'única font de lluminositat són els fars del cotxe, els ulls del conductor es troben constantment amb la manca de claredat.

Tothom sap com és de difícil caminar a les palpenes; conduir sense llum és tota una odissea. L'esforç d'atenció i l'estat de tensió contínues que exigeix de part del conductor fan que els perills augmentin en gran manera. Els fars del cotxe il·luminen la via i poc més, la qual cosa obliga el conductor a fixar la mirada en un camp molt limitat. L'única solució possible per evitar els riscos que això comporta és la instal·lació d'enllumenat públic.

L'objectiu d'aquesta mesura és aconseguir una bona visibilitat, que faciliti als conductors la percepció segura, ràpida i còmoda dels detalls de la via i de tot objecte fix o mòbil a la calçada o als seus voltants. Per aconseguir-ho, es recomana il·luminar la calçada i els seus voltants uniformement segons el nivell del trànsit, limitant l'enlluernament i fent que el traçat visual i òptic marqui el curs de la via, els punts de creuament i els altres llocs particulars.

En resum, es pot dir que la llum que proporciona una instal·lació fixa millora sensiblement la capacitat visual i evita riscos, ja que les coses es veuen amb prou temps per reaccionar.

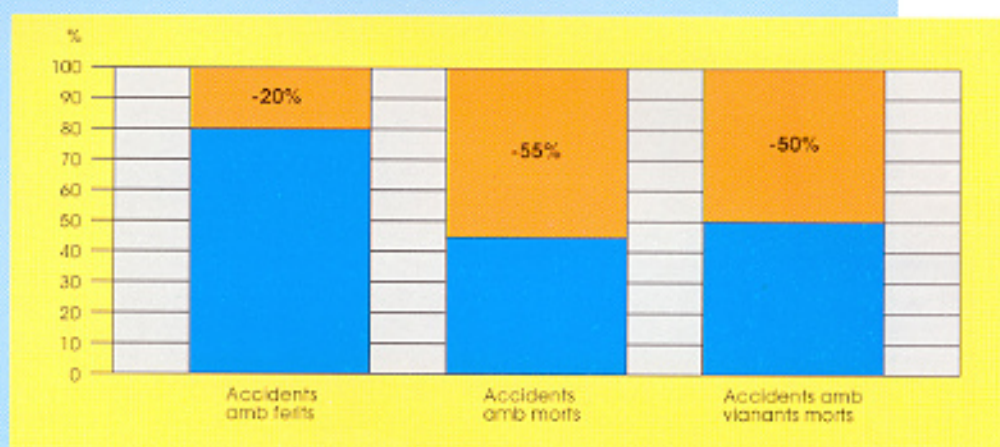
Un bon enllumenat públic fa possible:

- un millor rendiment visual;
- una més ràpida adaptació de l'ull humà;
- una més gran seguretat per a tothom;

gràcies a:

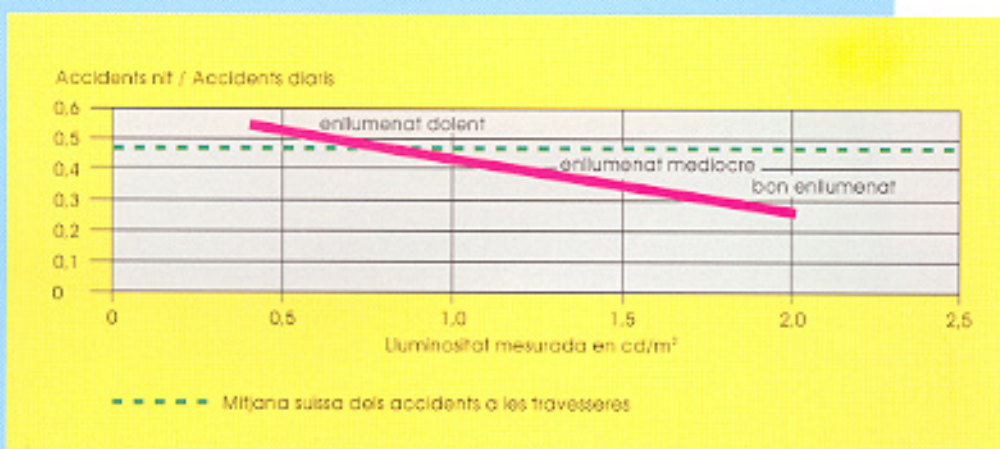
- una reducció sensible de l'enlluernament provocat per la llum dels altres vehicles;
- una visió de conjunt del traçat de la via de circulació i de la situació del trànsit.

El condicionament d'un bon enllumenat públic o l'actualització d'una instal·lació insuficient fan augmentar la seguretat viària nocturna de manera eficaç, en particular a les poblacions. La reducció dels accidents nocturns representada en aquest gràfic és el resultat d'una avaluació de 28 estudis «abans»/«després» portats a terme a diferents països. Aquest estudi, del 1987, el va dur a terme la Comissió Internacional de l'Enllumenat.



Influència de l'enllumenat sobre els accidents nocturns

A Suïssa s'ha realitzat un estudi sobre l'enllumenat de les travesseres, on s'ha volgut relacionar el grau d'il·luminació amb el nombre d'accidents nocturns. Els resultats, que són força interessants, es presenten tot seguit.



Relació entre la qualitat de l'enllumenat i els accidents nocturns

3. CONDICIONS PER GARANTIR LA SEGURETAT VIÀRIA NOCTURNA

LA SEGURETAT GRÀCIES A UNA BONA VISIÓ

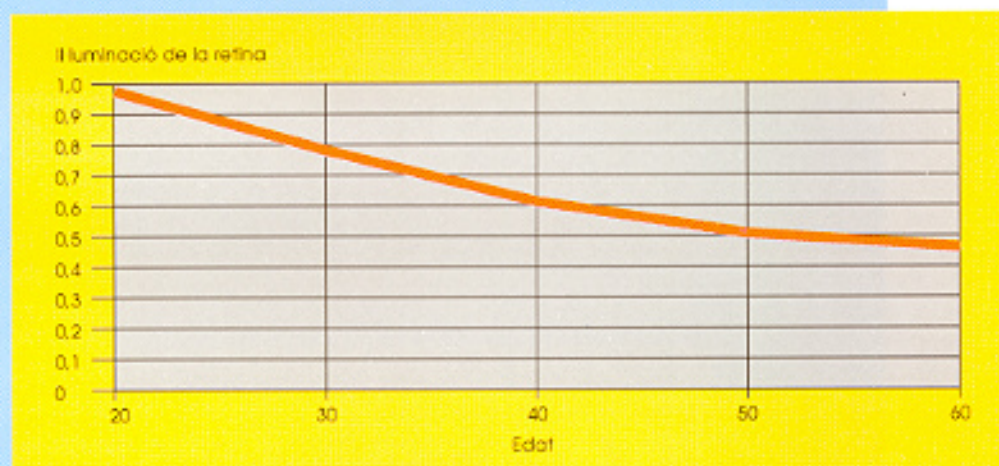
El comportament nocturn d'un conductor difereix en gran manera del seu comportament diürn. Cal saber que els accidents nocturns estan estrictament relacionats amb certs aspectes fisiològics i psicològics.

Quan es circula de nit, la capacitat visual disminueix pel simple fet que la llum natural ha desaparegut. La visió depèn de la capacitat de percepció, hi està íntimament lligada.

En la foscor la percepció és limitada i la informació òptica es veu retallada, reduïda a una fracció (l'agudesa visual només arriba a una vintena part del que és normal durant el dia). La situació empitjora quan els fenòmens meteorològics són adversos: la visió es troba obstaculitzada i això dificulta les condicions de conducció.

La capacitat visual, al vespre, depèn en gran mesura de l'edat. És inversament proporcional a aquesta. És a dir, com més anys té una persona, menor és la seva agudesa visual.

Les capacitats visuals més importants són l'agudesa visual, el camp visual, el sentit lluminós, el sentit cromàtic, la capacitat de relleu, la discriminació del moviment i la visió binocular.



Relació entre l'edat i l'agudesa visual

Així mateix, s'ha demostrat que, quan es fa fosc, la miopia nocturna augmenta en moltes persones, joves i grans.

Un altre factor important és l'acomodació de l'ull a la foscor. La velocitat d'acomodació és més lenta de nit, i això fa que la reacció del conductor es vegi forçosament alentida: si el conductor triga més a distingir els objectes, també ha de trigar més a reaccionar, cosa que fa augmentar el perill.

L'única possibilitat del conductor per orientar-se és buscar allò que anomenem «objectes contrastats», o sigui, elements que el guin al llarg del traçat. De fet, quan les condicions d'il·luminació són desfavorables el conductor busca aquelles «taques» que es distingeixen entre la resta de coses.

Els fars del cotxe no són suficients per crear un mínim de contrast i treure de la foscor la gran quantitat d'objectes amb què ens trobem de nit. Per això, la solució més fiable - i de ben lluny la més segura - és implantar un enllumenat públic que supleixi la manca de llum natural i que creï els contrastos necessaris per facilitar la conducció.

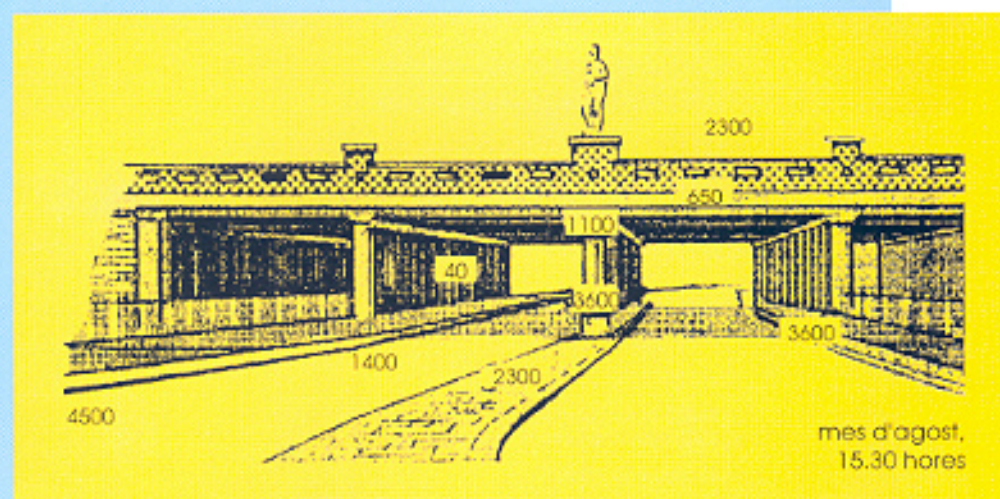
Fent referència als contrastos, podem dir que n'hi ha de dos tipus: els lluminosos i els cromàtics.

Contrastos lluminosos



Contrastos cromàtics

Tipus de contrastos



Varietat de nivells d'il·luminació en un entorn viari habitual (Julio Lillo, 1995)

Per il·lustrar el que s'acaba de dir sobre la visibilitat, la percepció i els contrastos, es poden utilitzar les fotos següents, que mostren l'evolució lumínica del dia cap a la nit i els efectes d'un bon enllumenat públic.



De dia, els contrastos són forts, és a dir, ben definits. Per això es pot dir que ens veiem fàcilment.



Al vespre els contrastos són més febles. Tenim, doncs, més dificultat per veure'ns-hi.



Un bon enllumenat públic fa que el camí sigui visible, crea contrastos suficients. La visió és bona.



35 km/h - 104°

100 km/h - 42°

65 km/h - 70°

130-150 km/h - 30°

Camp visual segons velocitats (Julio Lillo, 1995)

COMPORTAMENT NOCTURN DELS USUARIS DE LA VIA

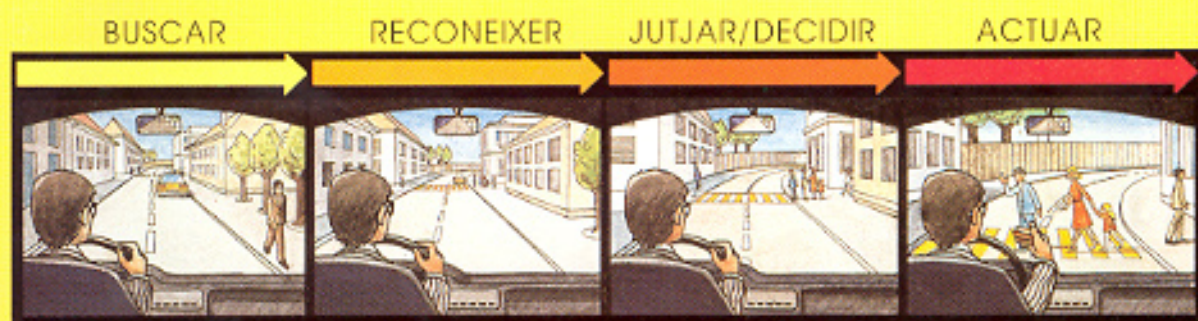
En aquests últims anys s'han realitzat molts estudis sobre conducció, trànsit, seguretat i accidentabilitat. El seu objectiu primordial és reduir la mortalitat i augmentar el grau de comoditat i seguretat tant a les carreteres com a la xarxa viària urbana.

Com ja s'ha dit, l'objectiu de l'enllumenat públic és garantir la seguretat nocturna gràcies a una bona visió, gràcies a facilitar als usuaris la percepció de la informació necessària per adaptar el seu comportament a la situació del trànsit, a fi que no posin en perill ni la seva vida ni la dels altres.

La comprensió de la situació i l'acció s'adeqüen de la seqüència següent:

- **BUSCAR**, és a dir, anar a la recerca de les informacions apropiades que ens poden donar la via de circulació i el seu entorn;
- **RECONÈIXER** les informacions apropiades per a la conducció;
- **JUTJAR** i assimilar aquestes informacions sospesant-ne el perill;
- **DECIDIR** la manera de conduir;
- **ACTUAR**, executar les maniobres de conducció (frenar, accelerar, girar el volant, etc).

El conductor aconsegueix la majoria d'aquestes seqüències de manera mecànica. El projectista de la xarxa viària hauria de considerar aquests aspectes per fer augmentar la seguretat.



Aquest procés s'emmarca dins d'un clàssic temps de Percepció-Intel·lecció-Emoció-Volició (PIEV), en què es divideixen els elements de reacció d'un conductor. Si en condicions normals és d'entre 0,5 i 1,2 segons (en funció essencialment de l'edat), en condicions especials pot variar perillosament (alcohol, velocitat i també poca il·luminositat)

LA SEGURETAT VIÀRIA: UN SISTEMA TRIDIMENSIONAL

Per comprendre la importància de l'enllumenat, cal començar presentant el sistema tridimensional que intervé en la seguretat viària:

- l'home,
- el vehicle,
- la via i el seu entorn.

Per reduir el nombre d'accidents s'ha d'actuar sobre aquests factors.

Aquí es presenten les principals mesures a prendre en el cas específic de la conducció nocturna, aquelles directrius que intenten reduir el perill, i per tant, l'accidentalitat.

L'home

Tot seguit s'exposa una sèrie de recomanacions orientades cap a la formació dels usuaris de les vies, ja siguin conductors, ja siguin vianants. Aquestes recomanacions intenten donar les línies d'actuació i de comportament més adequats de cara a la circulació nocturna.

El factor humà té un paper molt important en la seguretat viària. No és possible donar consells que siguin vàlids per a tots els conductors. Tanmateix, hi ha unes recomanacions que s'orienten sobre quines millores cal fer:

- Incrementar la informació referent als riscos elevats d'accidents durant la nit.

Una bona informació faria possible una disminució dels accidents, sempre que la conscienciació dels conductors (de cotxes i de dues rodes) i dels vianants influeix positivament en la seva actitud. Aquesta sensibilització fomentaria principalment la capacitat de decidir no conduir en estat d'embriaguesa o quan el cansament és massa gran, o sigui, quan la capacitat visual i de reacció es troben fortament reduïdes.

- Revisar el programa de formació dels automobilistes i dels conductors de vehicles de dues rodes.

L'objectiu és que quan circulin siguin tan visibles com sigui possible, perquè els altres conductors els vegin. Han de fer els gestos que indiquin les seves intencions amb prou temps perquè els altres conductors puguin reaccionar.

- Fomentar l'ús de materials reflectants.

Es recomana als vianants i als conductors de vehicles de dues rodes que portin més sovint roba de colors clars i materials reflectants: braçalets, guants...

- Augmentar els controls de policia.

S'haurien d'augmentar els controls nocturns dels conductors per tenir constància de la seva aptitud per a la conducció (estat de la vista, alcohol i drogues, control de la velocitat...).

El vehicle

Pel que fa als factors tècnics, també es pot establir una línia d'actuació. En aquest cas, l'Administració ja ha fet una sèrie de recomanacions als fabricants de cotxes i als mateixos conductors, a fi de millorar la seguretat viària.

- *Tenir sempre a punt l'enllumenat del vehicle.*

La posada a punt del sistema d'enllumenat del propi vehicle, amb les revisions obligatòries de les ITV i les voluntàries al taller, constitueix un element de seguretat clar en el procés de captació de l'entorn pel conductor.

- *Utilitzar material reflectant.*

Els vehicles de dues rodes haurien de portar material reflectant a les rodes o al parafang posterior, a l'igual que els automòbils, que haurien de portar matricules d'aquest material.

- *Incrementar els controls.*

S'haurien d'augmentar els controls del funcionament i de la netedat dels fars dels cotxes.

- *Revisar els vidres.*

Els vidres dels camions i dels cotxes s'haurien de netejar sovint.

La via

L'actuació a aquest nivell és competència de les diferents administracions titulars de la via, que en algunes ocasions tenen certes dificultats per disposar dels pressupostos necessaris per dur-hi a terme condicionaments, millores o la incorporació de nova infraestructura imprescindible per incrementar-hi la seguretat.

Tot i això, seria desitjable que el titular de la via prestés atenció als següents punts:

- *El control del traçat òptic.*

És aconsellable el control del traçat òptic nocturn (als revolts, sobre tot) de les carreteres ja existents i de les que encara estan en fase de projecte.

- *La millora de la senyalització*

Caldria millorar la senyalització horitzontal de la calçada (en particular la dels passos per a vianants i les marques longitudinals). Pel que fa a la senyalització vertical, es recomana generalitzar l'ús de senyals reflectants i instal·lar en els punts particularment perillosos senyals lluminosos.

- *Supervisió i millora de la instal·lació de l'enllumenat i dels altres senyals lluminosos.*

S'hauria de controlar l'enllumenat públic a l'interior i a l'exterior de les aglomeracions i en particular en la proximitat dels passos per a vianants. No s'ha de deixar de banda el control dels senyals lluminosos (per exemple, els semàfors), per assegurar-se del seu funcionament correcte.

4. TIPOLOGIA DE L'ENLLUMENAT

L'enllumenat és el conjunt d'elements que no solament augmenten la seguretat viària, sinó que també afavoreixen les activitats nocturnes als espais públics. La instal·lació de l'enllumenat artificial es fa necessària quan les condicions de funcionament nocturn de la via de circulació estudiada són insuficients en relació amb els servei que ha de donar.

Els objectius generals són fer possible i facilitar:

- la continuació de les activitats diürnes i el desenvolupament de les nocturnes, i la millora del confort visual;
- els desplaçaments a peu i motoritzats, a més de la seguretat dels béns;
- l'orientació i la identificació de persones i objectes;
- les activitats veïnals, amb la creació d'ambients agradables, i el realçament dels monuments i edificis d'interès.

CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE L'ENLLUMENAT

Quan es parla de característiques tècniques, es fa referència a una sèrie de conceptes i d'unitats de mesura que cal definir:

FLUX lluminós	La seva unitat de mesura és el lumen (lm) i correspon al flux òptim per a la sensibilitat òptica humana.
RENDIMENT lluminós	És el flux emès des d'una font lumínica per unitat de potència elèctrica consumida. La seva unitat és el lumen per Watt (lm/W).
QUANTITAT de llum	És el flux lluminós emès en una unitat de temps. La seva unitat és el lumen per segon, minut o hora (per exemple, lm/s).
INTENSITAT lluminosa	La intensitat lluminosa emesa en una direcció es mesura en candeles (cd). Aquestes es defineixen com la intensitat lluminosa d'una font en una direcció donada.
IL·LUMINACIÓ	És el flux lluminós incident sobre la unitat de superfície. La seva unitat de mesura és el lux (lm/m ²).
LUMINÀNCIA	És la intensitat lluminosa de la candela per unitat de superfície en una direcció donada. La unitat de mesura més usual és la candela per m ² (cd/m ²).

ELEMENTS DEL SISTEMA D'ENLLUMENAT

El sistema de l'enllumenat es compon de la instal·lació elèctrica, l'obra civil, les làmpares, els llums i els suports.

Les làmpares

N'hi ha de diferents tipus. Per definició, la làmpara és una font lluminosa primària alimentada per energia elèctrica. Els diferents tipus es caracteritzen principalment pel principi d'emissió de la llum i pel color d'aquesta.

Els principals tipus de làmpares són:

- *Els tubs fluorescents (60-80 lm/W).*
Tenen un rendiment lumínic alt i es fabriquen en una gran varietat de colors. La seva durada mitjana és alta. L'únic inconvenient d'aquest tipus d'enllumenat es troba en la sensibilitat a les baixes temperatures i als corrents d'aire. També requereixen un tipus de portalàmpara molt específic, més conservació i instal·lacions elèctriques complexes.
- *Làmpares d'incandescència (20-30 lm/W).*
Els seus avantatges més grans són l'agradable color de la llum, la seva reproducció cromàtica i el seu cost baix. Els principals desavantatges són la seva feblesa (un lumen per Watt) i una vida més curta.
- *Làmpares de vapor de mercuri (30-55 lm/W).*
Proporcionen una llum gairebé blanca, gràcies a la correcció del color del recobriment interior de la làmpara amb una substància fluorescent. Fan possible una bona discriminació dels colors i tenen una eficàcia lluminosa moderada.
- *Làmpares de vapor de sodi d'alta pressió (100-140 lm/W).*
Aquestes làmpares donen les més grans magnituds d'il·luminació per Watt d'energia consumida. Tenen una vida útil llarga, una excel·lent eficàcia lluminosa i una acceptable reproducció dels colors. El seu cost és relativament alt.
- *Làmpares de vapor de sodi de baixa pressió.*
El seu rendiment lumínic és el més eficient, però la seva llum groga monocromàtica (molt eficaç per afirmar certs contrastos) redueix el seu camp d'aplicacions. És una làmpara molt indicada per als llocs que requereixen una gran quantitat de llum. La seva llum, molt propera a la longitud d'ona per a la qual la sensibilitat humana és òptima, fa que sigui la més adequada per a l'enllumenat de carreteres en llocs on el color de la llum no té importància.

Els llums

Hi ha una gran varietat de models en funció de les característiques de les superfícies a il·luminar i del tipus de làmpara que contenen. El seu paper és distribuir i controlar el flux lumínic emès per les làmpares i alhora protegir-les a elles i als seus equips de la intempèrie i les agressions. Al mateix temps constitueixen un element d'ornamentació de les carreteres. Actualment tenen un índex d'aprofitament de la il·luminació alt, proper com a mínim al 75%. Aquest grau d'eficàcia alt es deu a la utilització de reflectors que dirigeixen la llum cap al paviment i/o de refractors de vidre que concentren els rajos lluminosos seguint l'eix longitudinal de la calçada.

Els suports

Tenen per funció fixar els llums al punt escollit en el projecte d'il·luminació. Al mateix temps, constitueixen elements que s'han d'integrar en l'entorn específic on efectuaran la seva funció. Están construïts amb diferents materials. Els més usuals són l'alumini, l'acer, la fibra de vidre, el ferro. La seva alçària ha de ser d'entre 4 i 18 metres, segons un real decret en conformitat amb l'Associació Espanyola de Normalització (AENOR).

Els punts de llum

Són el conjunt de llum o llums amb el suport que les aguanta.

Encara que la poca il·luminació és un factor reconegut de risc, aquest no és homogeni per a qualsevol via ni per a qualsevol situació de trànsit. Cal establir prioritats en les inversions, per la qual cosa es fa necessària l'anàlisi de cada cas intentant determinar els estalvis que s'esperen pel que fa a l'accidentalitat i les despeses que s'han de calcular per obtenir aquest objectiu.

S'ha demostrat que l'alçària dels punts de llum és fonamental i influeix en la qualitat de la il·luminació i en els costos d'instal·lació i de manteniment. Aixecar els punts de llum presenta avantatges i inconvenients.

Entre els diferents avantatges es poden destacar la millor distribució de la luminància sobre el paviment; el menor enlluernament, la qual cosa fa possible utilitzar làmpares de més potència lluminosa a cada punt de llum; la separació més gran entre aquests punts de llum, és a dir, la reducció del seu nombre i, per tant, la reducció del cost de la instal·lació.

Entre els inconvenients hi ha l'augment de cost del manteniment (ja que es fa més difícil) i el fet que una part del flux lluminós surti fora de la zona a il·luminar. Tanmateix, es recomana la màxima elevació possible dels punts de llum tenint en compte el binomi qualitat-economia.

Quan apareix la necessitat d'instal·lar un sistema d'enllumenat, abans de tot cal realitzar un estudi d'il·luminació que analitzi la jerarquia de les vies afectades. Per optimitzar la inserció d'aquest mobiliari urbà, la jerarquia podria ser la següent:

- en una via principal, tindrien entre 8 i 10 metres d'alçada;
- en un carrer col·lector o secundari, entre 6 i 8 metres;
- en un carrer residencial, entre 3 i 6 metres;
- en un carrer per a vianants, de 3 a 4 metres.



Carrers principals i col·lectors



Carrers residencials i de vianants

Exemple d'enllumenat en funció de la jerarquia de les vies

IMPLANTACIÓ DE L'ENLLUMENAT

Els punts de llum s'acostumen a distribuir de diferents maneres:

AXIAL:

Vàlid només als carrers amb mitjana terçana o refugi. Té el risc de la col·lisió i per això és poc recomanable.



Axial

UNILATERAL:

S'utilitza sovint a les calçades estretes perquè és econòmic en la instal·lació i en el manteniment.



Unilateral

BILATERAL:

És el sistema més utilitzat. Pot instal·lar-se altern, quan l'amplada de la calçada és igual o menor del doble de l'alçària dels punts de llum. Quan l'amplada de la calçada és més gran, ha d'anar per parells.



Bilateral altern



Bilateral dos en dos

ENLLUMENAT SEGONS LA JERARQUIA DE LES VIES

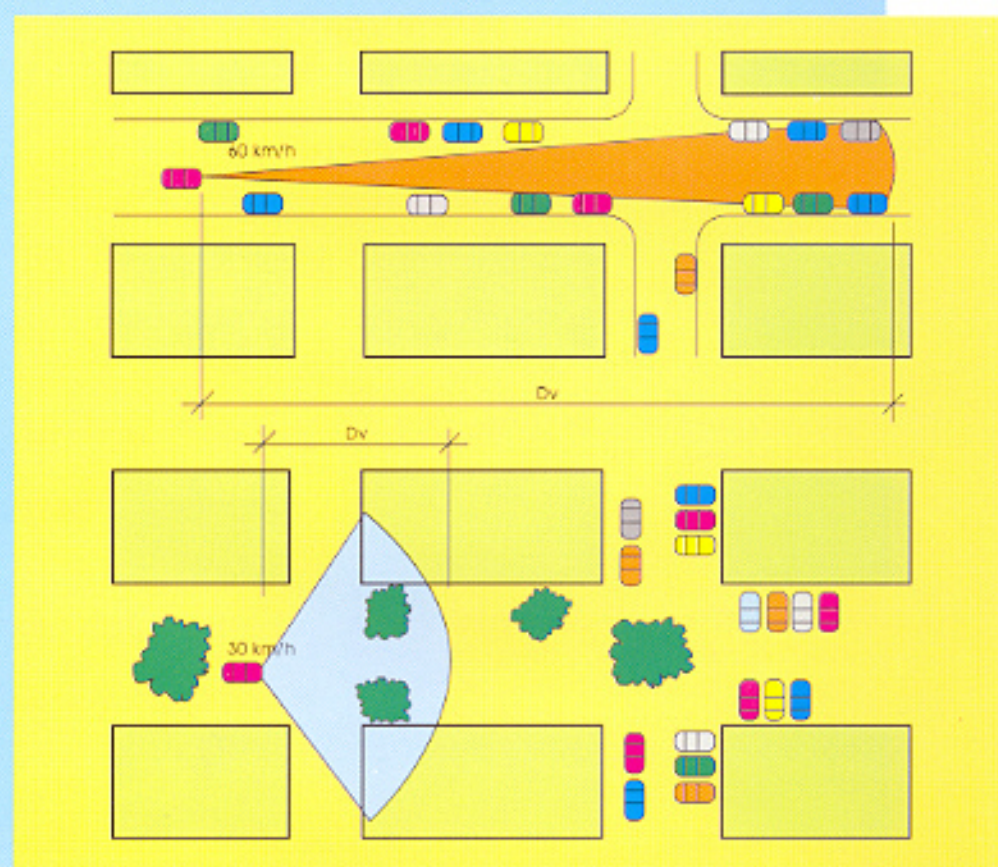
Tot seguit es presenten les recomanacions internacionals per a l'enllumenat públic de les vies de circulació, donades per la Comissió Internacional de l'Enllumenat. Aquestes recomanacions es basen en la idea que «l'enllumenat públic ha de permetre als usuaris de la via circular de nit amb una seguretat i un confort tan elevats com sigui possible», i tot això sense l'ajuda dels fars del cotxe.

Els factors que s'esmenten a continuació constitueixen els criteris fonamentals de qualitat per a l'enllumenat públic:

- els nivells de luminància;
- la uniformitat d'aquesta;
- la reducció de l'enlluernament;
- el guiament visual.

Aquests criteris volen assegurar una il·luminació bona, uniforme (per no crear zones d'ombra i zones de llum excessiva), que faci possible una conducció gairebé igual de còmoda que la diürna. Alhora, serveixen de base per decidir el tipus i nivell d'il·luminació que correspon a cada categoria de via de circulació.

A cadascuna d'aquestes categories li correspon un cert nivell d'il·luminació, en qualitat i en quantitat. Cal remarcar que l'enllumenat viari és proporcional a les velocitats permeses i, doncs, a l'espai necessari per aturar el vehicle.



Distància de visibilitat que cal garantir amb l'enllumenat

- *Autopistes, autopistes i rondes*

Aquesta categoria es caracteritza per una gran capacitat i per una velocitat alta (limitada a 80-120 km/h). Mentre que les vies principals tenen un trànsit mixt, les vies amb gran flux estableixen una separació absoluta dels usuaris per categories. La separació dels sentits de circulació i dels nusos de diferent nivell augmenten la seguretat.

Per a la seva il·luminació es recomana posar interès sobretot als trams on en poc espai es succeeixen els accessos i les sortides, als trams de tres carrils en cada direcció - a causa del gran volum de circulació - i als sectors amb un risc particular (per exemple, les transicions de 3 a 2 carrils).

- *Vies principals i travesseres*

Estan construïdes per absorbir un gran volum de vehicles. És aconsellable evitar tant com sigui possible que les vies d'accés veïnal hi enllacin.

Des del punt de vista de l'enllumenat, aquestes vies engloben els carrers comercials de gran animació. Aquesta categoria de via de circulació presenta uns augments remarcables de flux en certs moments del dia o de la setmana. L'enllumenat ha de proporcionar a l'automobilista una bona visió de conjunt de la situació del trànsit a una distància d'uns 60-100 metres. Els objectes petits en moviment, com els braços i les mans dels ciclistes i dels vianants anunciant les seves intencions, han de ser ben visibles per a una bona comunicació.

La densitat del trànsit i la velocitat fan més severes les exigències imposades a les facultats visuals.

- *Carrers col·lectors*

Aquestes vies serveixen per recollir la circulació i conduir-la cap a vies de jerarquia superior. La capacitat hi té més importància que la velocitat. Per establir la il·luminació, s'ha de tenir present que la circulació és mixta, amb presència de vianants, i que hi ha cotxes aparcats. Normalment el trànsit és més intens els dies feiners, sobretot a l'inici i al final del dia.

L'enllumenat públic ha de permetre al conductor veure a temps qualsevol possible obstacle, i ha de garantir alhora, una visió de conjunt del traçat i de les interseccions i sortides. Quan aquestes vies col·lectores serveixen d'enllaç, o quan tenen trànsit dens, l'enllumenat s'ha d'adaptar a unes exigències superiors, i ha de preveure una il·luminació específica per als vianants o ha d'augmentar el seu nivell, tal com es fa a les vies principals.

- *Carrers secundaris*

Hi ha un primer tipus que limita l'accés només als veïns. El trànsit que tenen és, en general, poc important i es caracteritza per la velocitat reduïda. La il·luminació, destinada a un trànsit mixt de vianants i vehicles de dues rodes, amb vehicles estacionats, està pensada per donar al conductor una indicació del traçat del camí i per fer visibles a curta distància els obstacles que es trobin a la calçada.

El segon tipus de carrer secundari és el que dóna accés a zones industrials. En aquest cas la il·luminació serà la mateixa que la d'una via col·lectora, donat que les activitats que s'hi porten a terme requereixen més lluminositat.

- Carrers residencials

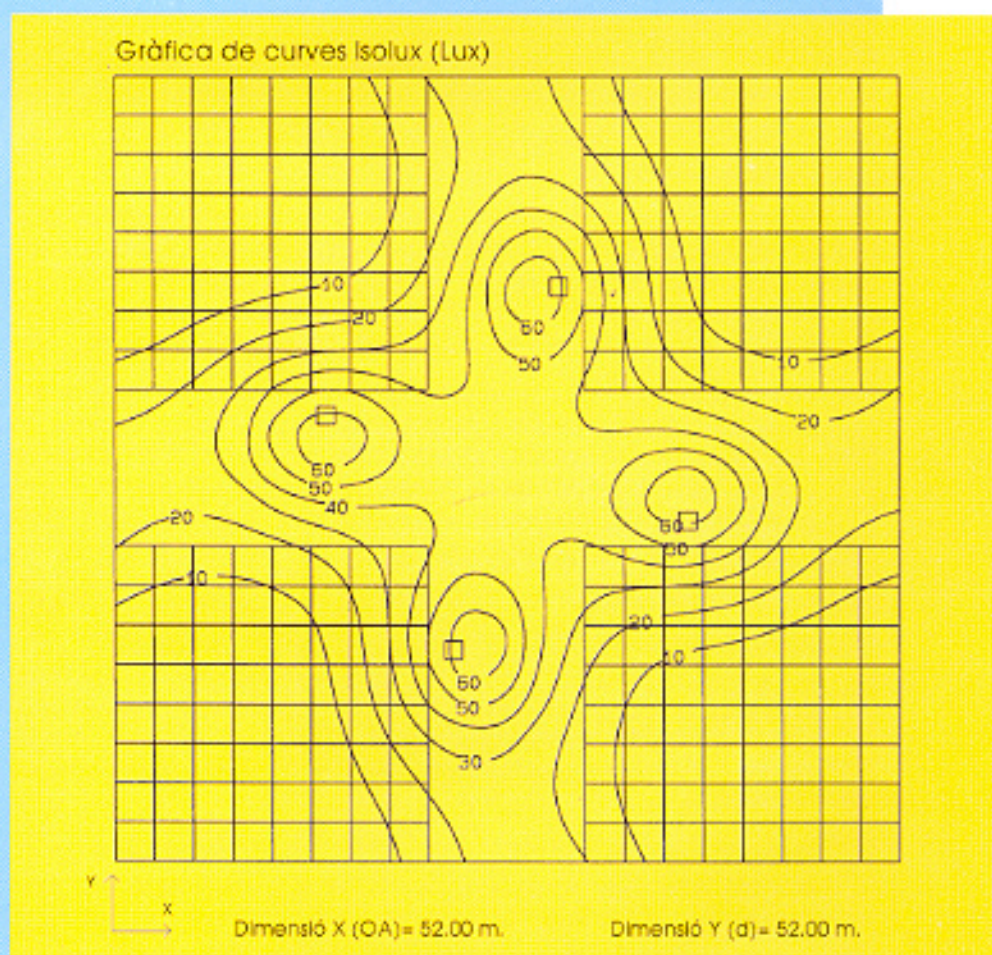
Són carrers caracteritzats pel fet de tenir zones de circulació especialment construïdes i destinades abans de tot per als vianants. Tenen unes normes precises de circulació: la velocitat màxima dels vehicles és de 20 km/h i els conductors han de donar la prioritat als vianants. Els vehicles només poden aparcar als llocs indicats pels senyals.

La il·luminació d'aquests carrers és més feble, però ha de garantir la seguretat dels vianants i dels vehicles quan es faci de nit.

ENLLUMENAT DE LES CRÜLLES

Les cruïlles són un lloc particularment conflictiu. La seva il·luminació difereix de la d'altres llocs. De fet, s'ha de cridar l'atenció del conductor, perquè augmenti la seva prudència en aquests punts, que són particularment perillosos.

S'ha d'assegurar la visibilitat de tots els usuaris amb la creació d'un contrast suficient, en particular als llocs de risc més alt, i s'ha d'evitar l'enlluernament. S'ha d'evitar la multiplicació de fanals i finalment cal ressaltar suficientment els elements que serveixen per orientar-se.



Exemple d'estudi d'il·luminació per a una cruïlla

ENLLUMENAT DELS PASSOS PER A VIANANTS

El pas per a vianants té per funció canalitzar i regular la circulació a peu per travessar la calçada en una zona ben establerta i senyalitzada.

A part dels semàfors, la senyalització del pas de vianants és útil per a l'automobilista, però és encara més important que una bona il·luminació li permeti de veure'l a prou distància per saber com ha d'actuar. És necessària, també, perquè el vianant vegi clarament el lloc per on es desplaça i sobretot la vorera.

En les vies que presenten una il·luminació elevada, les condicions visuals ja són suficients per satisfer aquestes exigències. La il·luminació puntual complementària es fa necessària quan els passos per a vianants estan situats en vies principals amb un nivell d'il·luminació insuficient.

També és necessària en els passos situats en vies col·lectores, quan la circulació de vianants és important. La il·luminació complementària es basa en la condició que el vianant ha de ser visible a una distància d'uns 60 metres. Si se l'il·lumina com a un actor en escena, l'efecte de seguretat existeix, fins i tot amb mal temps i amb la calçada mullada. A més a més, aquest tipus d'enllumenat augmenta el sentiment de seguretat i de confort dels vianants.

Per crear un cert efecte d'il·luminació, es recomana utilitzar una llum de color groc. Això serveix de senyal al conductor, que es prepara, que sap que arriba a un lloc especial. Aquestes mesures, que incrementen en particular la seguretat de la gent gran i de la quinxalla, poden anar acompanyades d'una senyalització lluminosa intermitent groga.



Enllumenat addicional dels passos per a vianants

5. CONCLUSIONS I RECOMANACIONS

Després d'haver demostrat la importància de l'enllumenat públic, cal constatar, malauradament que aquest element de condicionament, imprescindible en termes no solament de seguretat viària, sinó també de seguretat ciutadana i de qualitat urbanística, es troba molt sovint oblidat pels responsables de les vies de circulació.

Sensibles a aquesta mancança, nombrosos comitès nacionals i internacionals (entre altres l'Asociación Española del Alumbrado (AEA), la Comissió Internacional de l'Enllumenat (CIE), la Unió Europea (UE), l'Organització de Cooperació i Desenvolupament Econòmic (OCDE) treballen per fomentar l'equipament correcte de les vies de circulació.

La CIE ha fet públiques diferents recomanacions sobre l'enllumenat públic destinat als diferents tipus de vies, basades totes elles en la visibilitat i el confort visual, a partir dels criteris següents: la lluminositat de la via (nivell i variabilitat), l'enlluernament i la conducció òptica.

La Unió Europea i l'OCDE s'han fet ressò d'aquesta preocupació general per la seguretat a la carretera aconsellant de seguir aquestes recomanacions i portant a terme taules rodones i conferències internacionals que demostren l'interès general per la seguretat viària.

En alguns casos les administracions renuncien a millorar l'enllumenat públic per raó del seu cost econòmic. Però, de fet, malgrat el que pugui semblar, els costos no són desproporcionats, i en canvi els resultats són francament positius. Les taules següents ho volen demostrar (valors de 1992):

INVERSIÓ (costos de l'enllumenat públic en pessetes del 1992)

	Valor indicatiu
• Instal·lació	aprox. 8 milions pta/km
• Despeses de manteniment	aprox. 700.000 pta/km (en què s'inclou un 40% de les despeses d'energia)
• Despeses d'energia	aprox. 15 pessetes per kW/h

Amb una inversió de 8 milions de pessetes (1992) es pot:

- instal·lar enllumenat públic al llarg d'un quilòmetre;
- revisar i reparar una instal·lació al llarg de 4 km (els anys de vida d'una làmpara són de 2 a 5 anys, els dels equips elèctrics, d'uns 10 anys, i els dels suports i els llums, d'uns 20 anys, segons el material utilitzat).

Amb aquesta inversió, es poden estalviar, en 10 anys, més de 70 milions de pessetes en despeses per accidents.

CONSUM D'ENERGIA

El consum d'energia elèctrica de l'enllumenat públic és relativament baix.

Vegeu aquestes comparacions, per exemple:

- 1 litre de benzina conté una quantitat d'energia de 10 kWh.
- El consum mitjà de benzina d'un turisme és de 9l/100 km, que equival a 0,9kWh.
- Prenem com a exemple que el volum de trànsit nocturn en una carretera principal dins d'una aglomeració és d'uns 2.000 vehicles, que corresponen a 1800 kWh/km.
- Un quilòmetre d'enllumenat públic amb una potència de 9.900 W (utilitzat durant 11 h) correspon a 109 kWh/km.

Per augmentar la seguretat, es necessita **només un 6% de l'energia consumida pels vehicles** que circulen en l'espai d'1 km per il·luminar aquest mateix quilòmetre.

NECESSITAT DE PROJECTES D'ENLLUMENAT

Per instal·lar un bon enllumenat públic, és fonamental determinar el seu estat i fixar-se uns objectius. Des del moment que un sistema queda obsolet, quan ja no s'adapta o no cobreix les necessitats dels usuaris, s'ha de revisar i s'ha de tractar de trobar-ne un de nou. Per dur a terme uns bons projectes d'enllumenat, cal anar a buscar l'ajuda dels diferents especialistes, que poden aportar (per mitjà de mètodes de càlcul) solucions ben adaptades i sovint econòmicament avantatjoses.

La instal·lació d'un bon enllumenat públic no consisteix únicament a posar fanals, sinó que és una tasca d'integració urbanística en la qual hi ha molts factors en joc: la geometria, el revestiment del paviment, l'entorn, la funció que ha de fer la llum en aquell lloc concret.

ALGUNS CONSELLS PER AL MANTENIMENT

Si bé la renovació del sistema és important, el manteniment no ho és menys, ja que el rendiment disminueix i pot fins i tot ser nul si es descuida. La neteja dels llums és necessària per optimitzar el seu funcionament. La revisió periòdica de les làmpares per substituir les que s'han fos és una condició indispensable, a l'igual que els controls de l'estat dels llums.

Es recomana, per contribuir a la reducció del consum d'energia, que l'enllumenat adapti la seva potència a les variacions de trànsit que es produeixen al llarg dels períodes de fosc.

Per acabar, hem de dir que sempre s'han de buscar els tipus de llum més moderns, més avançats, aquells que s'adaptin millor a la idea d'alt rendiment i baix consum.

Denominació	Característiques del trànsit		Em	Uniformitat	Enllumenat	Exemple
Arterials enllacen nuclis urbans. Distribució principal del nucli urbà	Principals Trànsit molt important i ràpid	IMH 900 ó IMH 700 V=40 km/h	30/35	Um 0,4 Uf 0,5	Estrictament reduït TI = 10% G < 7	Autopistes urbanes. Travessies amb trànsit important
	Bàsiques Trànsit important a velocitat normal	IMH 600/900	23/30	Um 0,4 Uf 0,35	Estrictament reduït TI = 10% G < 7	Vies urbanes bàsiques. Accessos importants de la ciutat. Travessies amb volums de trànsit mitjà
Col·lectors Accés secundari al nucli urbà. Enllacen diferents districtes urbans	Trànsit i nivells de servei normals	IMH 600/400	18/20	Um 0,4	Reduït TI = 15% G < 5	Vies urbanes de trànsit mitjà. Vies d'enllaç entre districtes. Travessies de trànsit moderat
Locals Trànsit intern d'una zona	Trànsit i nivells de servei baixos		12/18	Um 0,3	Acceptable TI = 20% G < 4	Vies de trànsit escàs. Vies de servei local

IMH Intensitat mitjana horària (nombre de vehicles que circulen a hora punta nocturna per la via de circulació a màxima intensitat, o nombre de viatgers que circulen l'hora punta)

Em Enllumenat mitjà (lux)

Um Uniformitat mitjana (Emh/Em)

Uf Uniformitat longitudinal (Emh/Emax en eix circulació)

TI Increment del contrast mínim perceptible

G Índex de confort = Enlluernament

Javier Lubelza. Sabadell-1995

COL·LECCIÓ DOSSIERS TÈCNICS

- 1 • Moderació de la circulació a l'àmbit urbà
- 2 • Carrers per viure
- 3 • Les travesseres
- 4 • Les rotondes
- 5 • Els vianants: el problema
- 6 • Els vianants: la solució
- 7 • Els ciclistes
- 8 • L'enllumenat públic