

**Autor/s:** Alamús, R., Palà, V., Tardà, A.  
**Títol:** Contaminació lumínica i natura de la llum: el cas de Sant Cugat del Vallès  
**Publicat a:** Revista Catalana de Geografia  
IV època / volum XXV / núm. 60 / abril 2020

**Font:** -  
**URL:** <http://www.rcg.cat/articles.php?id=491>

### **Contaminació lumínica i natura de la llum: el cas de Sant Cugat del Vallès**

**Ramon Alamús, Vicenç Palà i Anna Tardà**  
Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

#### **Introducció**

Per a la gestió dels ecosistemes urbans i periurbans, es fa imprescindible disposar d'informació específica relativa a variables antròpiques i mediambientals. En aquest sentit es treballa amb dades dels sensors hiperespectrals de l'ICGC, en l'anàlisi i avaluació de la contaminació lumínica, entesa com la determinació de la llum que no s'aprofita adequadament (mapes de luminància) i la natura de les fonts d'il·luminació.

Aquests treballs incideixen en un millor coneixement i ús dels recursos i en la conseqüent reducció de consums energètics i empremta de CO<sub>2</sub> equivalent.

#### **Contaminació lumínica a Sant Cugat del Vallès**

##### ***Mapa de luminància***

La creació de mapes de luminància d'alta resolució es compon de dos passos principals: a) es recupera un mapa de lluminositat de baixa resolució del sensor hiperespectral, i b) l'ortoimatge pancromàtica d'alta resolució, derivada de la càmera fotogramètrica DMC I, s'intercalibra amb la de baixa resolució, per assolir finalment la riquesa hiperespectral amb la resolució espacial fotogramètrica.

En vols nocturns operatius, el sensor hiperespectral en el rang del visible i infraroig proper (VisNIR hiperespectral) es configura per recollir 126 bandes de la radiació en un rang espectral de 400 a 900 nm (nanòmetres) emès o reflectit per la superfície. Aquestes bandes es converteixen en valors de luminància al nivell del sòl i després es combinen per recuperar la percepció visual de l'ull humà. La conversió de la brillantor mesurada a la luminància a nivell de terra es realitza en diversos passos. Primer, un calibratge radiomètric converteix els números digitals capturats pel sensor VisNIR en radiacions a l'altura del vol.

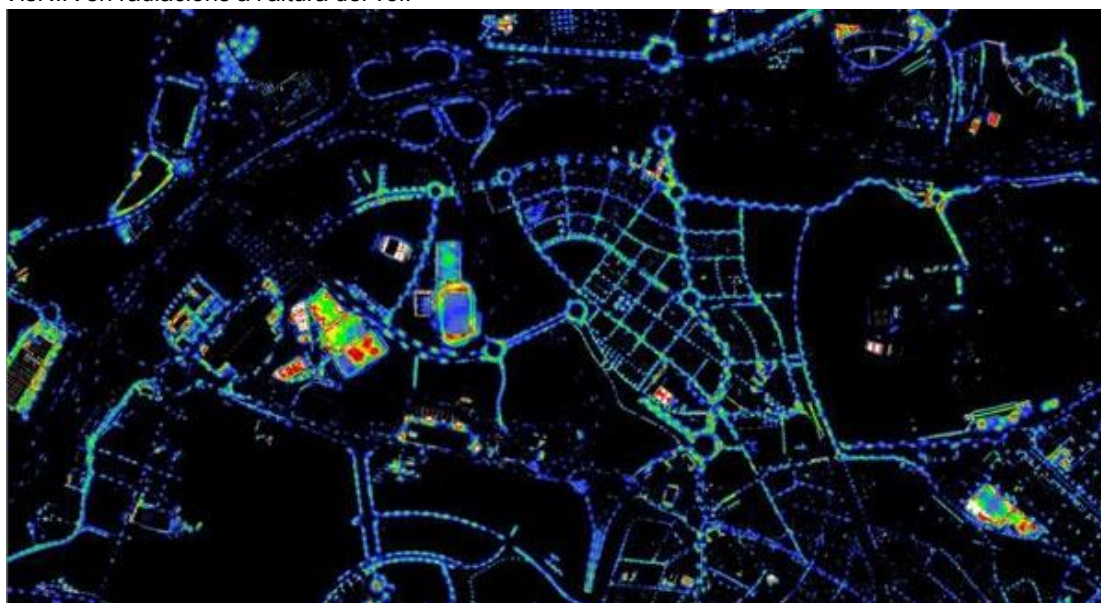




Figura 1. Detall del mapa de luminàncies obtingut del municipi de Sant Cugat del Vallès.

Aquestes radiacions es converteixen en radiacions a nivell del terra en compensar l'atenuació atmosfèrica i, a continuació, es combinen les radiacions de 126 bandes mitjançant la funció de lluminositat fotòpica. Finalment, es crea un mapa de lluminositat de baixa resolució (amb una resolució de 1,5 m de GSD) per tota la zona, mosaicant les imatges del vol del sensor hiperespectral. La figura 1 mostra un detall del mapa de luminància de baixa resolució segmentat en 10 classes des de 0,35 a 10 cd/m<sup>2</sup>.

El rang dinàmic de la banda pancromàtica DMC és superior al del sensor VisNIR ja que les bandes espectrals DMC són molt més àmplies i, per tant, més fotons poden arribar al dispositiu de càrrega (CCD) en el pla de la imatge. La fusió consisteix a ajustar els valors de brillantor de les imatges DMC al mapa de luminància recuperat del sensor hiperespectral. Un cop finalitzat aquest procés de calibratge, es pot calcular el mapa de luminància a 0,25 m GSD només des de les imatges DMC. La figura 2 mostra un detall del mapa d'il·luminància d'alta resolució segmentat en 10 classes d'entre 0,35 i 10 cd/m<sup>2</sup>.

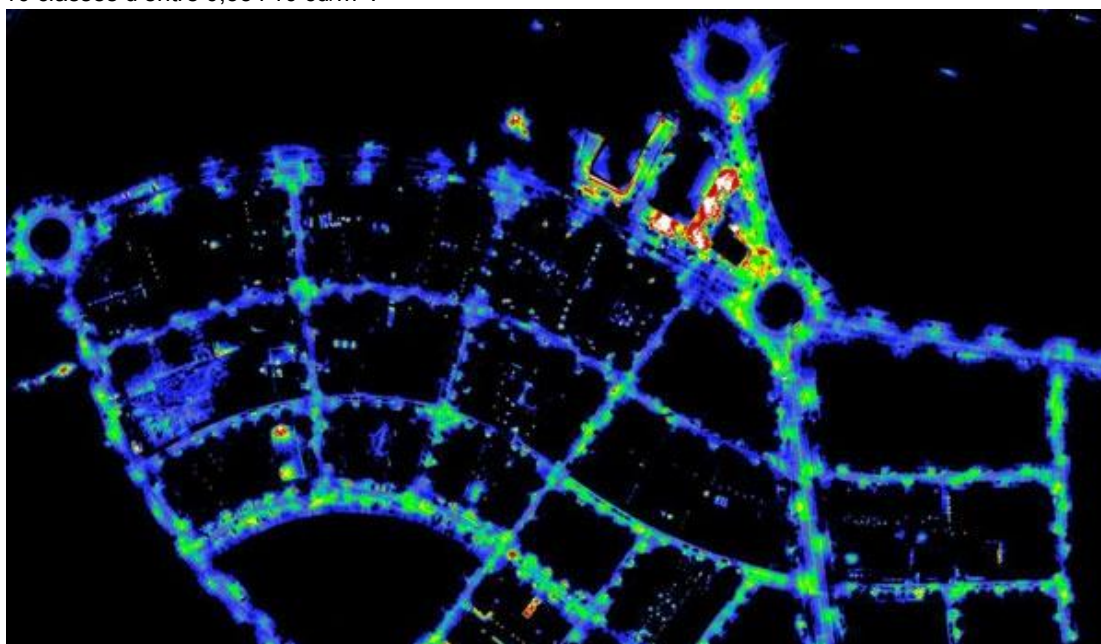


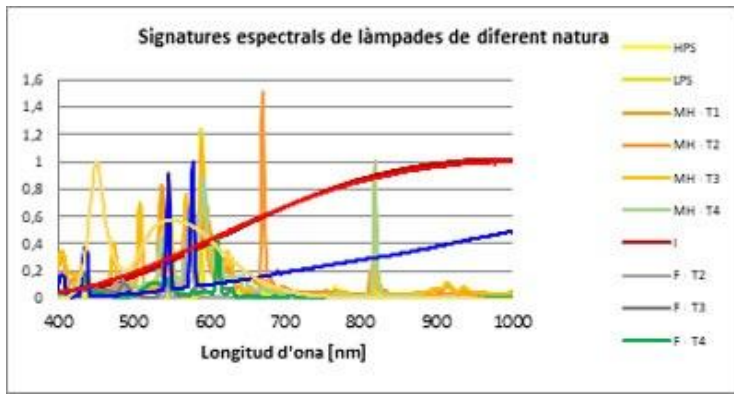
Figura 2. Subescena del mapa de luminàncies de la Figura 1.

### Natura de la llum

A partir de les imatges hiperespectrals AISA s'ha obtingut informació de les signatures espectrals dels principals tipus d'il·luminacions del municipi, en concret disposem de valors per a les 126 bandes recollides pel sensor. Després dels processos de control de qualitat s'ha observat que les bandes compreses entre l'1 i la 5, i la 95 fins a la 126 no aporten una informació significativa de l'enllumenat i han estat excloses per tal d'utilitzar la millor informació possible de la natura espectral de la il·luminació nocturna.

A partir de la consulta de la llibreria de la NOAA ( *National Oceanic and Atmospheric Administration* ) de signatures espectrals de llums artificials (figura 3), s'han determinat índexs entre bandes espectrals que permeten, si el senyal és prou intens, discriminar diferent natura d'il·luminació. Addicionalment, usant la imatge d'intensitat derivada de la càmera fotogramètrica, s'han determinat punts de llum i la seva àrea d'influència (figura 10.). Cal observar que els punts de llum detectats poden correspondre a un fanal en particular, o bé el punt amb il·luminació més intensa en una àrea determinada, per diverses làmpades simultàniament.

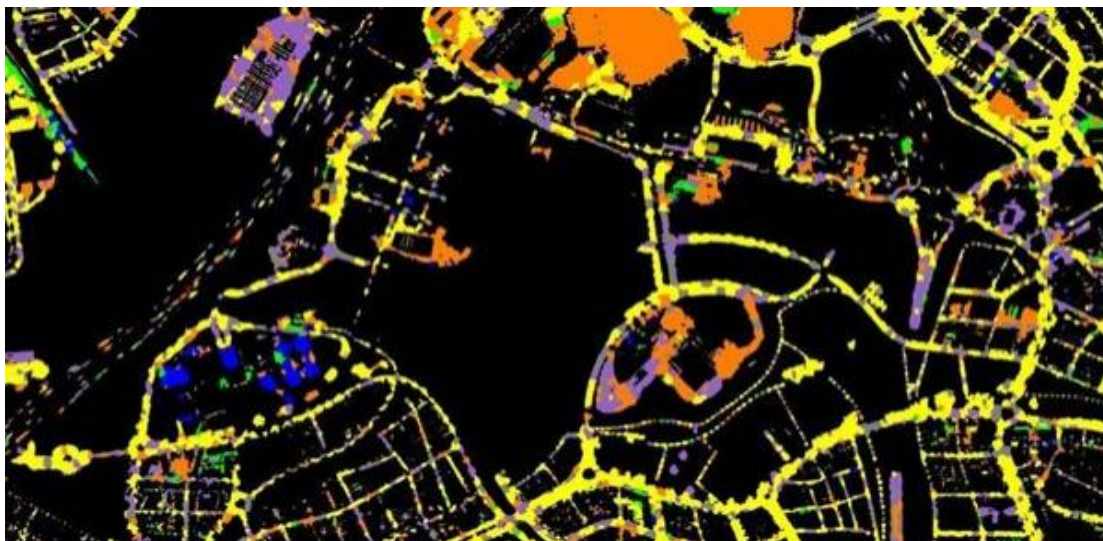
Cada punt de llum detectat i la seva àrea d'influència (entenenent àrea d'influència com l'àrea il·luminada predominantment pel punt de llum detectat) s'ha classificat assignant la natura de llum dominant en tota l'àrea d'influència, tenint en compte la informació espectral i els índexs derivats en tota l'àrea d'influència.



**Figura 3.** Signatures espectrals de llums de diferent natura. En groc, llums de vapor de sodi (HPS i LPS); en taronja halogenurs metàl·lics (MH-T1, MH-T2, MH-T3 i MH-T4); en blau vapor de mercuri (VM); en verd fluorescent (F-T2, F-T3 i F-T4); en morat LED, i en vermells incandescents i halògens.

El mapa resultant (figura 4.) presenta set classes segons la natura dominant en l'àrea d'influència dels punts de llum detectats i només s'ha efectuat la classificació en la superfície que s'ha observat il·luminada per la càmera fotogramètrica, excloent les àrees sense llum:

- VSAP: vapor de sodi d'alta pressió
- HM: halogenurs metàl·lics
- VM: vapor de mercuri
- FL: fluorescent
- LED
- Halo/incan: halògena o incandescent
- No class: altres o sense classificar



**Figura 4:** Mapa de classificació de la natura

**de llum dominant** derivat de la fusió de dades AISA Eagle II i DMC en dues zones contigües del municipi de Sant Cugat del Vallès, amb i sense ortoimatge sobre imposada.

### **Contaminació lumínica i natura de la làmpada**

En la següent figura es té la distribució global de la natura de llum dominant en el municipi, tant de làmpades públiques i privades.

## Distribució de Natura de Llum Dominant

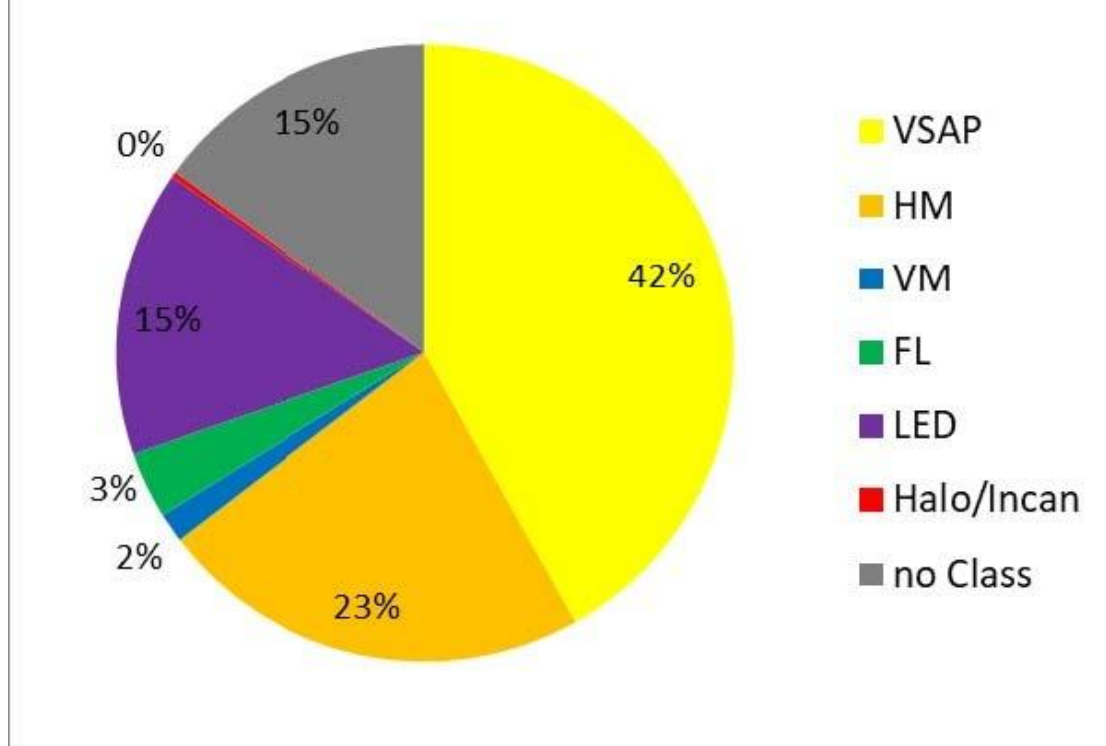


Figura 5. Distribució de natura de llums dominants en el municipi.

Creuant les dades de la classificació de la natura dominant de la llum amb el mapa de luminàncies es pot avaluar la distribució de natures de la llum segons la intensitat de l'emissió lumínica (figura 6.).

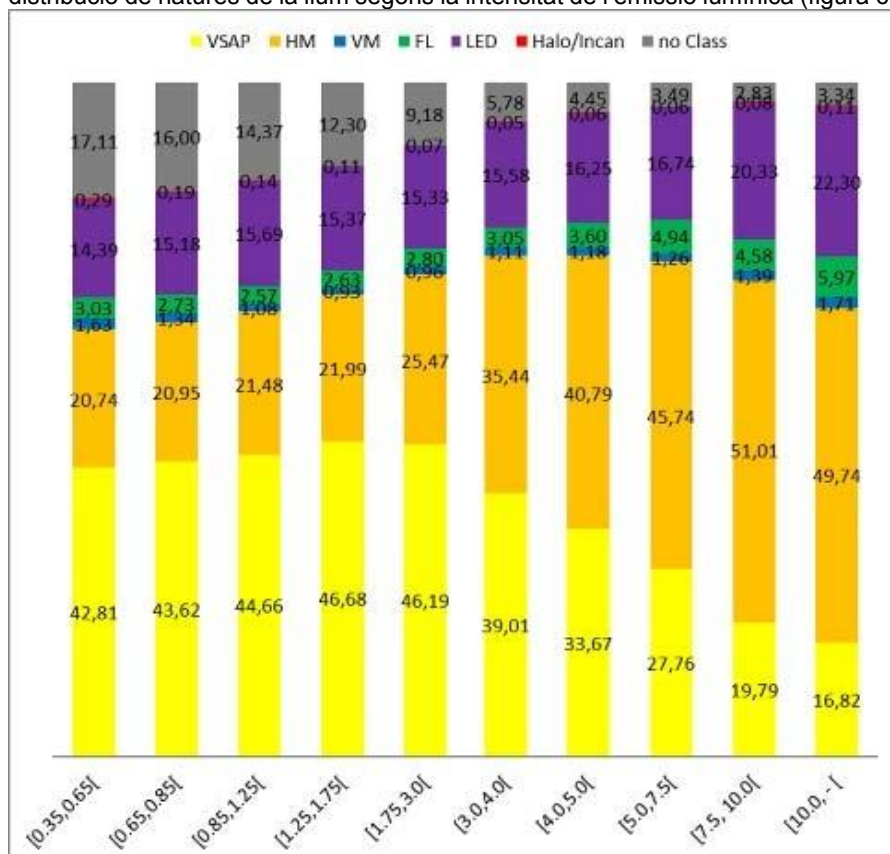


Figura 6. Creuament luminàncies i natura de la llum en el municipi de Sant Cugat del Vallès.

D'aquesta figura 6 se'n poden derivar algunes valoracions:

- els llums de halogenurs metàl·lics tenen un ús que augmenta amb la luminància (aquest fet coincidiria amb la il·luminació de centres esportius, que aparentment són principalment d'halogenurs metàl·lics)
- el vapor de sodi, en canvi, presenta una tendència a disminuir la seva presència conforme augmentem en intensitats
- un comportament entremig el trobem en l'ús de LED, que presenta valors en l'entorn del 15% en totes les intensitats amb un lleuger increment però cap a les intensitats més altes
- es detecta presència de llums de vapor de mercuri, i de fluorescents (alguns d'aquests últims també poden contenir vapor de mercuri)
- la detectabilitat de la natura de la llum depèn, en part, de la seva intensitat: a major intensitat, es pot observar com el percentatge de llums no classificats és menor