

– Panorámica de la península Ibérica desde la Estación Espacial Internacional. ESA/NASA

MIDIENDO LA CONTAMINACIÓN DEL CIELO DESDE EL ESPACIO

En los últimos años, la contaminación lumínica ha pasado de ser un problema de astrónomos a ser considerado un problema global. Existía una sensación subjetiva entre los astrónomos españoles de que las calles de las ciudades españolas estaban más iluminadas que las de nuestros vecinos europeos, pero no se disponía de estudios que apoyasen o refutasen esa impresión. En 2006, cuando comenzó nuestra investigación, era impensable tomar medidas de un número significativo de calles de ciudades europeas para llegar a una conclusión al respecto.

Si no podíamos estudiar el problema desde el suelo, quizás las imágenes de satélite pudiesen ayudarnos. Así comenzamos a analizar las imágenes nocturnas tomadas desde los satélites estadounidenses DMSP/NOAA que nos proporcionaban una cobertura global. Hay dos sesgos importantes a la hora de estudiar la cantidad de luz emitida y registrada desde el satélite: la saturación, que impide medir con fiabilidad las zonas más interesantes (los núcleos de las grandes ciudades), y el sesgo originado por la distribución de la población. En las imágenes de satélite, España no aparenta tener una cantidad de luz mucho mayor que otros países. Sin embargo, es uno de los países con menor densidad de población de la Unión Europea.

Por ello decidimos, en primer lugar, medir el área afectada por la contaminación lumínica en las imágenes en lugar de analizar la cantidad de luz emitida. Además, para eliminar la componente demográfica, comparamos dicha superficie con el área construida, que es en principio el área en que se realizan las

actividades humanas y, por tanto, la que tiene sentido iluminar. Los resultados mostraban que existía, como esperábamos, un área afectada por contaminación lumínica en España superior a la de cualquier otro país de la UE. La posible causa se encuentra en la demografía: densidad de población muy baja y muy concentrada en ciudades y pueblos. Encontramos una relación clara entre la densidad de población en área construida y su emisión. En principio, esto puede parecer paradójico ya que es necesario iluminar menos área por habitante.

Sin embargo, existían algunos casos que parecían escapar de la tendencia general. España y los Países Bajos eran los dos casos extremos, por exceso y defecto. Gracias al estudio encargado por la *Comisión Europea Final Report Lot 9: Public street Lighting* (VITO, 2007) conseguimos los datos necesarios para calcular una estimación del consumo eléctrico en alumbrado público y, entre otros, la potencia instalada por luminaria. Pudimos relacionar la componente que no podía explicar la densidad de población con la potencia de las farolas.

El resultado nos indicaba que España tenía no sólo las farolas más potentes de Europa, según los datos del informe, sino que, además, esto se notaba en las imágenes de satélite.

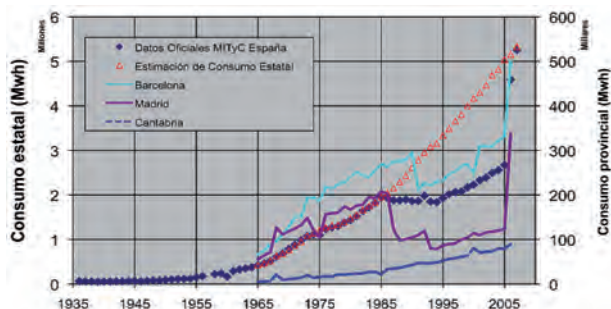
El gasto en alumbrado público español

Curiosamente, según los datos oficiales que se presentaban en dicho informe el consumo eléctrico español era anormalmente bajo. Como estos datos no casaban con nuestros resultados nos centramos en estudiar las diversas fuentes que daban estimaciones o estadísticas sobre el gasto en alumbrado público español.

Tan solo las estadísticas energéticas anuales del Ministerio de Industria daban datos con un detalle mayor. Existía una serie de datos nacionales desde 1936 hasta 2007 y datos por provincias desde 1967 a 2007. Dentro de este conjunto de datos, encontramos algunos errores evidentes o cambios en la manera de realizar la estadística. Por ejemplo, según las estadísticas, el consumo en alumbrado público madrileño se había reducido a la mitad en tan solo 2 años entre el año 1985 y 1987. Algo parecido había ocurrido en otras provincias como Murcia o Barcelona, mientras en otras provincias este efecto no se apreciaba. Esto nos hizo descartar que fuera un efecto de un cambio tecnológico.

Como se disponía de datos de satélite desde el año 1992, estudiamos a partir de esa fecha y encontramos una relación directa entre la población, el consumo eléctrico y la señal de las imágenes de satélite usando los datos de aquellas provincias para las que no existían estos extraños saltos en la estadística. De esta manera, asumiendo un comportamiento similar para el resto, dispusimos de una herramienta para realizar una estimación del consumo eléctrico para las provincias afectadas por los errores estadísticos. Nuestros datos de consumo energético obtenidos de esta manera sí estaban de acuerdo con lo que las imágenes de satélite nos habían mostrado.

Poco después el Ministerio de Industria publicó los datos de 2007, en los que



→ Evolución del gasto en alumbrado público en España desde 1936 a 2007. Comparativa entre las estimaciones de los autores y los datos oficiales del Ministerio de Industria e Instituto Nacional de Estadística

pasaba una estimación de gasto en alumbrado público para 2006 de 2,8 TWh (corregido parcialmente meses después) a 5,2 TWh para el año 2007. Repasamos los datos por provincias y comprobamos que los nuevos datos sí eran coherentes con la población de dichas provincias y la señal que obtenemos de los datos de satélite. Solo quedaba descubrir por qué los datos de 2007 volvían a ser coherentes. Una entrevista con funcionarios del Ministerio puso de manifiesto que en los formularios de las encuestas se asumía que el consumo de la tarifa especial de alumbrado público era igual al gasto en alumbrado público. Sin embargo, en algunas grandes ciudades, se utilizaba otra tarifa ya que era más económica. Al desaparecer en 2007 la tarifa especial de alumbrado público, la estadística se realizó sin ese sesgo y se recuperaron los valores normales.

Nueva generación de medidas de contaminación lumínica por satélite

En la actualidad estamos estudiando cómo ha sido la evolución del gasto en alumbrado público en las provincias españolas con los datos oficiales corregidos por los datos demográficos y de imagen de satélite. También seguimos extrayendo conclusiones de los datos que nos proporcionó el informe VITO y nuevas fuentes de imágenes que proporcionan los astronautas de la *Estación Espacial Internacional*.

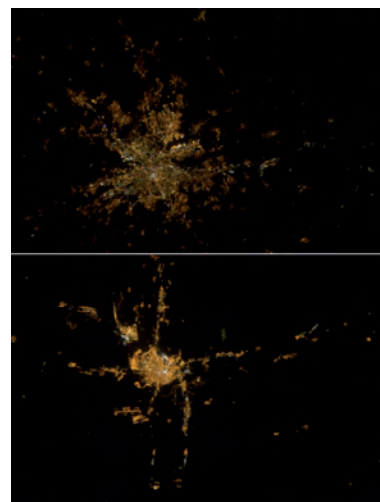
Los datos indican que España utiliza un exceso de potencia de manera genera-

lizada. Las estadísticas nos sitúan como el país que gasta más por habitante y con las farolas más potentes. Pero ahora las imágenes ya no dejan lugar a dudas. Hace cuatro años era imposible comparar el brillo de una ciudad española y una francesa, por ejemplo. Aunque estamos aún en una fase preliminar de estudio, se puede ver claramente en las imágenes como las ciudades españolas brillan mucho más.

Otros países con economías mucho más boyantes como Alemania u Holanda tienen instalaciones mucho menos potentes. El consumo por habitante de España es de 166 kWh/ha, frente a los 40 kWh/ha de Irlanda y Holanda o 70 kWh/ha de Alemania y los 90 kWh/ha de Italia. Esto supone una carga económica muy importante para los ayuntamientos españoles. Usando los datos aun erróneos, el Ministerio de Industria estimaba que el 44% del gasto eléctrico de los ayuntamientos era el alumbrado público. Con los datos actuales, estimamos un coste anual de 450 millones de euros.

Consecuencias

Pero ¿gastar menos es lo mismo que disminuir la contaminación lumínica? La cantidad de luz que podemos inyectar al medio depende de la eficiencia de nuestro sistema pero también de la potencia de nuestra lámpara. El que nuestro sistema sea eficiente hace que una mayor cantidad de la luz se use en el objetivo real de la iluminación que es iluminar el suelo, pero aun



→ Imágenes de Toulouse (arriba) y Zaragoza realizadas desde la Estación Espacial Internacional durante la misma órbita con idéntica exposición, sensibilidad, focal y apertura. Toulouse tiene 439.000 habitantes, Zaragoza 675.000 habitantes. Sin embargo, Toulouse es menos brillante y más extendida que Zaragoza. ESA/NASA

en sistemas 100% eficientes, sigue existiendo una contaminación producida por la reflexión en el suelo de esa luz. Por tanto, reducir potencia siempre reduce la contaminación lumínica.

En este momento, la potencia por luminaria en España es de 160 W, cuando la media europea está en 111 W (Alemania está en 70 W y Holanda en casi 60 W). Cuando no se puede realizar una inversión importante, esta puede ser una buena solución, simplemente eliminar los excesos. Esto nos hace pensar que con solo adaptar la potencia de nuestro parque de luminarias al estándar de estos países podríamos disminuir nuestra factura eléctrica a la mitad. Pero cuando se realiza una fuerte inversión, debería exigirse que los estándares a cumplir sean los que ya funcionan en los países más eficientes de Europa y no perpetuar el modelo sobreiluminado español. Podemos apostar por una renovación del parque de luminarias, mejorar la calidad de la iluminación y preparar nuestro país para un mundo en que la energía es cada vez más cara. ■

Los datos indican que España utiliza un exceso de potencia de manera generalizada

Alejandro Sánchez y Jaime Zamorano son, respectivamente, doctorando y profesor titular en el Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Complutense de Madrid.