

Alcalá de Henares 2026/02/06

# Restaurando los cielos oscuros y estrellados

Jaime Zamorano



STARS\*ALL



<https://cielooscuroyestrellas.blogspot.com/>

The logo features a large blue stylized letter "A" with three wavy lines extending from its right side. To the right of the "A" is the text "ALCALÁ DE HENARES" and below it "AYUNTAMIENTO".

@cefalopodo

# Destripando la charla

- La pérdida progresiva de la oscuridad nocturna.
- Importancia cultural de los cielos estrellados.
- La contaminación lumínica y sus efectos en la astronomía.
- ¿Por qué debemos preocuparnos por la Contaminación Lumínica?
- Monitorización de la contaminación lumínica.
- La situación en España y en el Corredor del Henares.
- ¿Cómo mitigar la contaminación lumínica?
- Iluminación responsable y sostenibilidad.
- Modernización del alumbrado público.
- Hacia una nueva filosofía en la iluminación nocturna y Horizonte 2030.

## NOTA

- Quedarán aspectos por tratar que podemos debatir al final de la charla.

# Cielos oscuros y estrellados



Maranchón

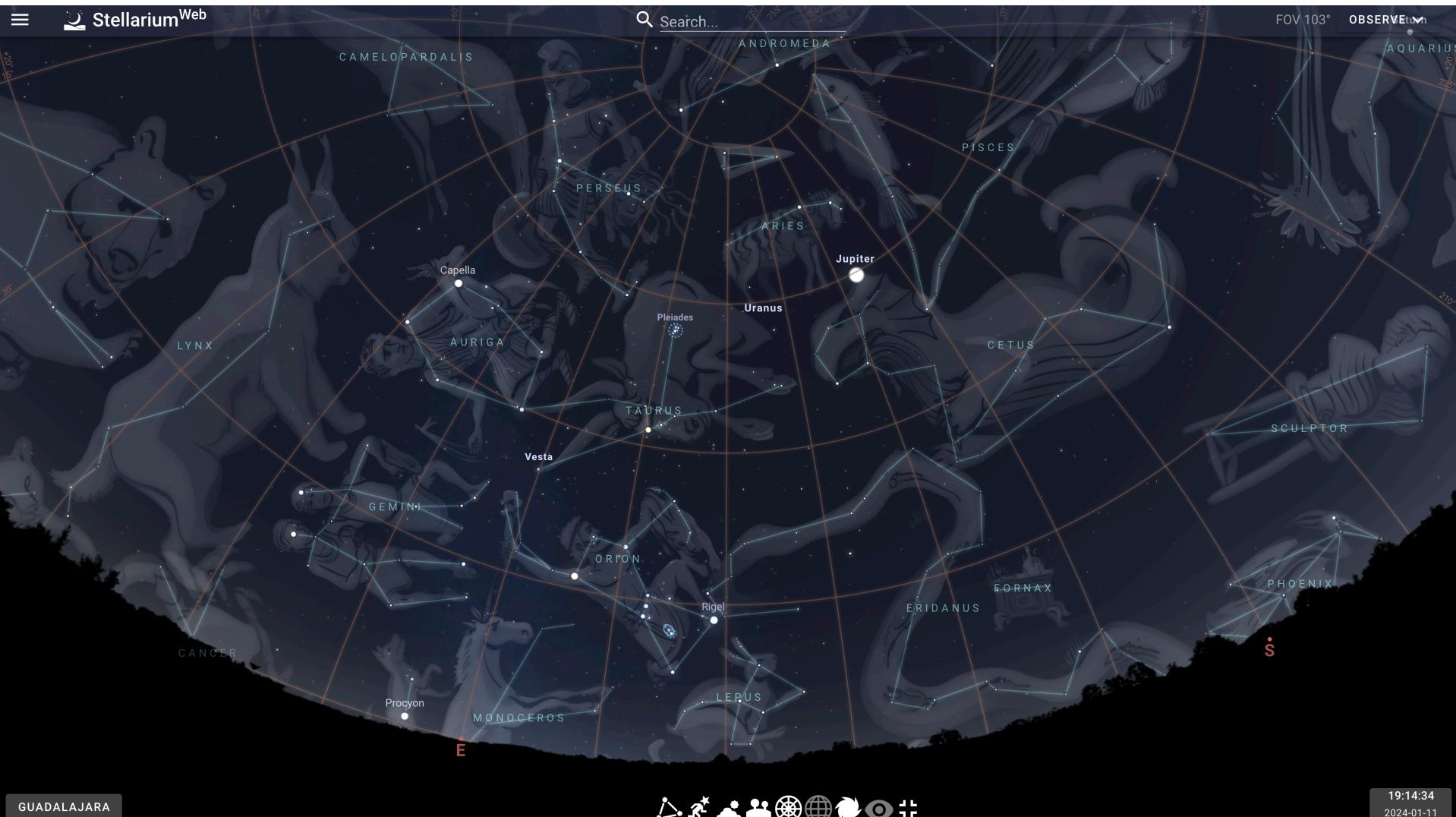
Madrid

Cuenca

La bóveda celeste de noche  
en un pueblo de la España rural.

La contaminación lumínica amenaza  
la contemplación de la Vía Láctea.

# Las historias del cielo nocturno



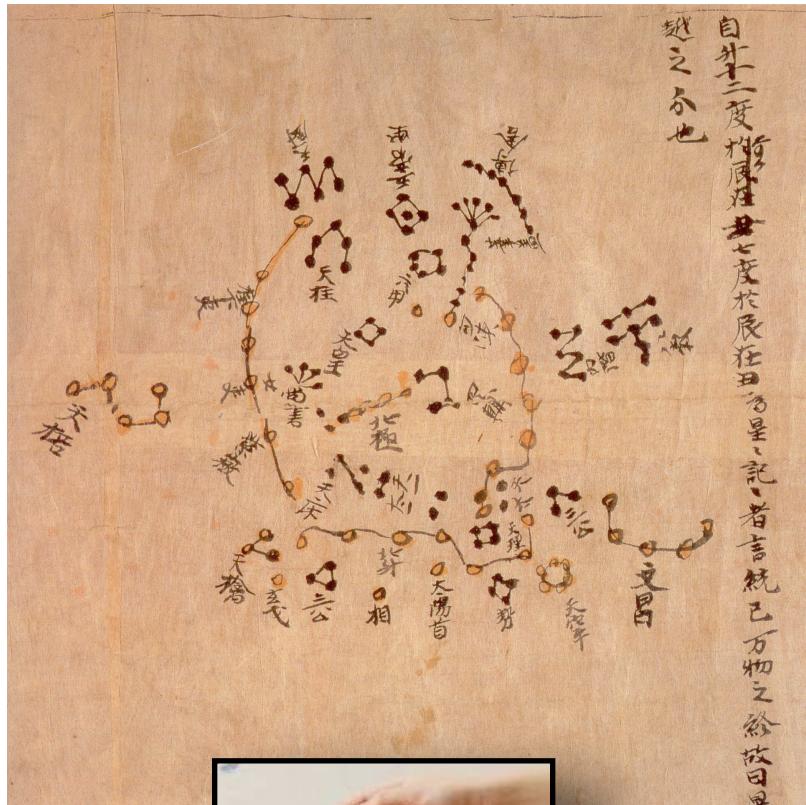
<https://stellarium-web.org/>

# Las historias del cielo nocturno



carta XII de la Uranographia de Johann Bode (1801)

# Las historias del cielo nocturno



Sagitario está formado por dos constelaciones chinas:

- Ji (cesta de aventamiento)
  - Dou (cucharón o cazo del sur)

El cielo está dividido en 28 Mansiones que reflejan las posiciones de la luna a lo largo de un mes sidéreo.



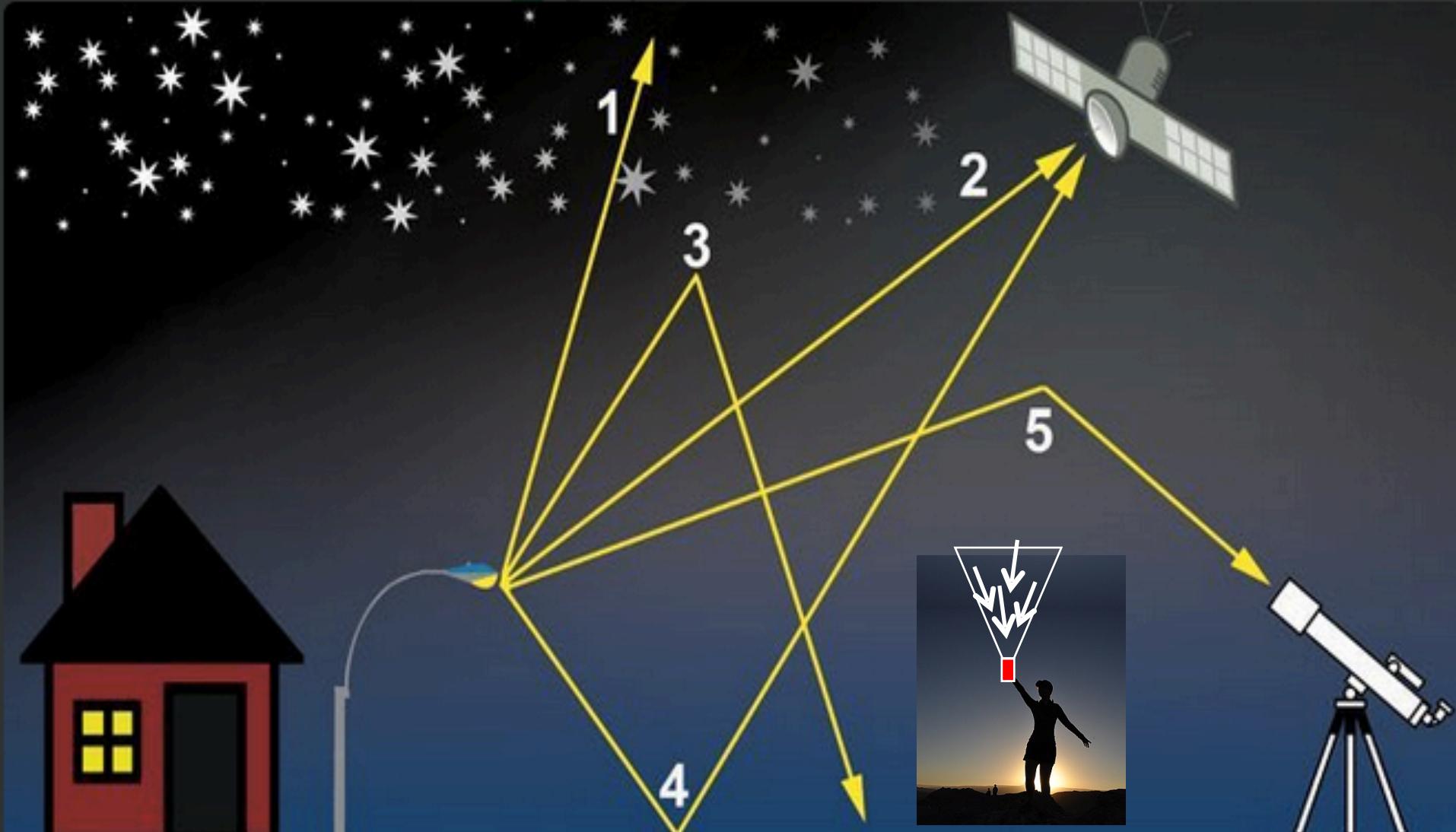
<http://www.ianridpath.com/startales/sagittarius.html>

[http://judy-volker.com/StarLore/Myths/AncientChina\\_R-Z.html](http://judy-volker.com/StarLore/Myths/AncientChina_R-Z.html)

<https://hk.space.museum/en/web/spm/resources/teachers-corner/constellations-and-myths/chinese-starlore.html>

# Brillo del cielo nocturno

La luz que enviamos hacia arriba se dispersa en la atmósfera



Uno de los efectos de la contaminación lumínica es el abrillantamiento del cielo nocturno.  
Midiendo ese brillo podemos estimar la contaminación lumínica.

# La contaminación lumínica desde el espacio



Ibiza, parte de la península ibérica y norte de África desde la ISS

# Contaminación Lumínica y astronomía

La contaminación lumínica abrillanta el cielo nocturno.

Las observaciones astronómicas pierden calidad o son imposibles



# Brillo del cielo nocturno

La contaminación colorea las nubes



En un cielo prístico las nubes tapan estrellas pero no se ven.

# Oscuridad del cielo

# Escala de Bortle



La contaminación lumínica impide el disfrute del cielo estrellado

# Importancia cultural de los cielos estrellados

"Declaración sobre la Defensa del Cielo Nocturno y el Derecho a la Luz de las Estrellas"  
*(Declaración de La Palma o Declaración Starlight)*. (2007 - ratificada en 2017)



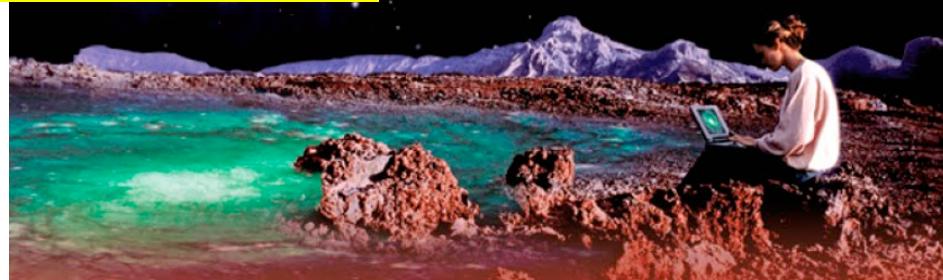
United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



International  
Astronomical  
Union



Cielos nocturnos sin contaminación lumínica como patrimonio científico, cultural y medioambiental a proteger y transmitir a las futuras generaciones.



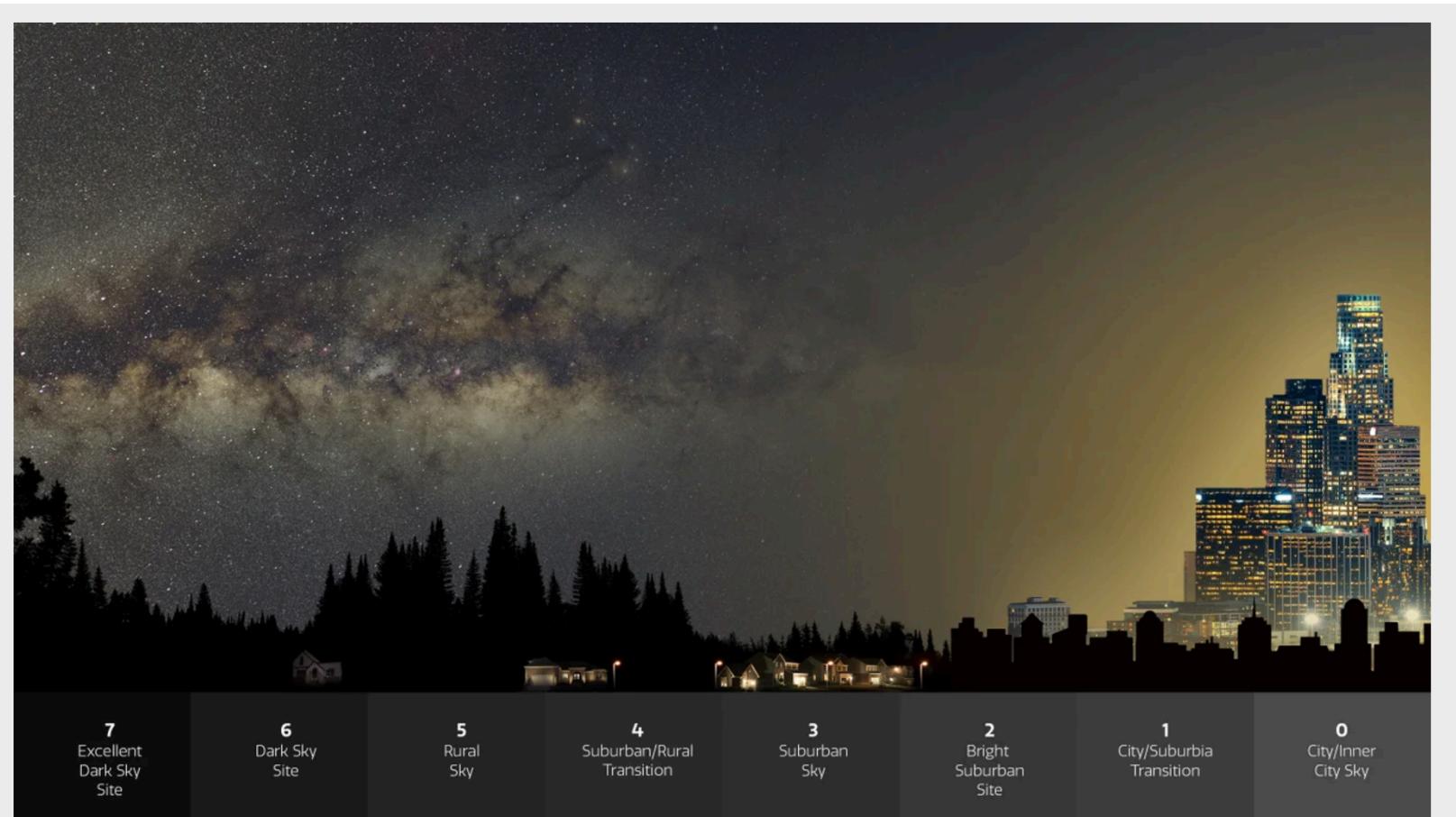
- En defensa de la calidad de los cielos nocturnos.
- Por el derecho a la observación de las estrellas .

# NOCTALGIA (Sky Grief)

Our Brightening Night Skies and Loss of Environment  
for Astronomy and Sky Traditions

Aparna Venkatesan & John C. Barentine

“sky grief” for the accelerating loss of the home environment of our shared skies,  
a disappearance felt globally and deserving its own field of study of “nyctology”



Light pollution is worsening globally, erasing many stars from the night sky. Credit: [NOIRLab/NSF/AURA, P. Marenfeld](#)

# Dónde va la luz del alumbrado público

## 1 Light only what you need

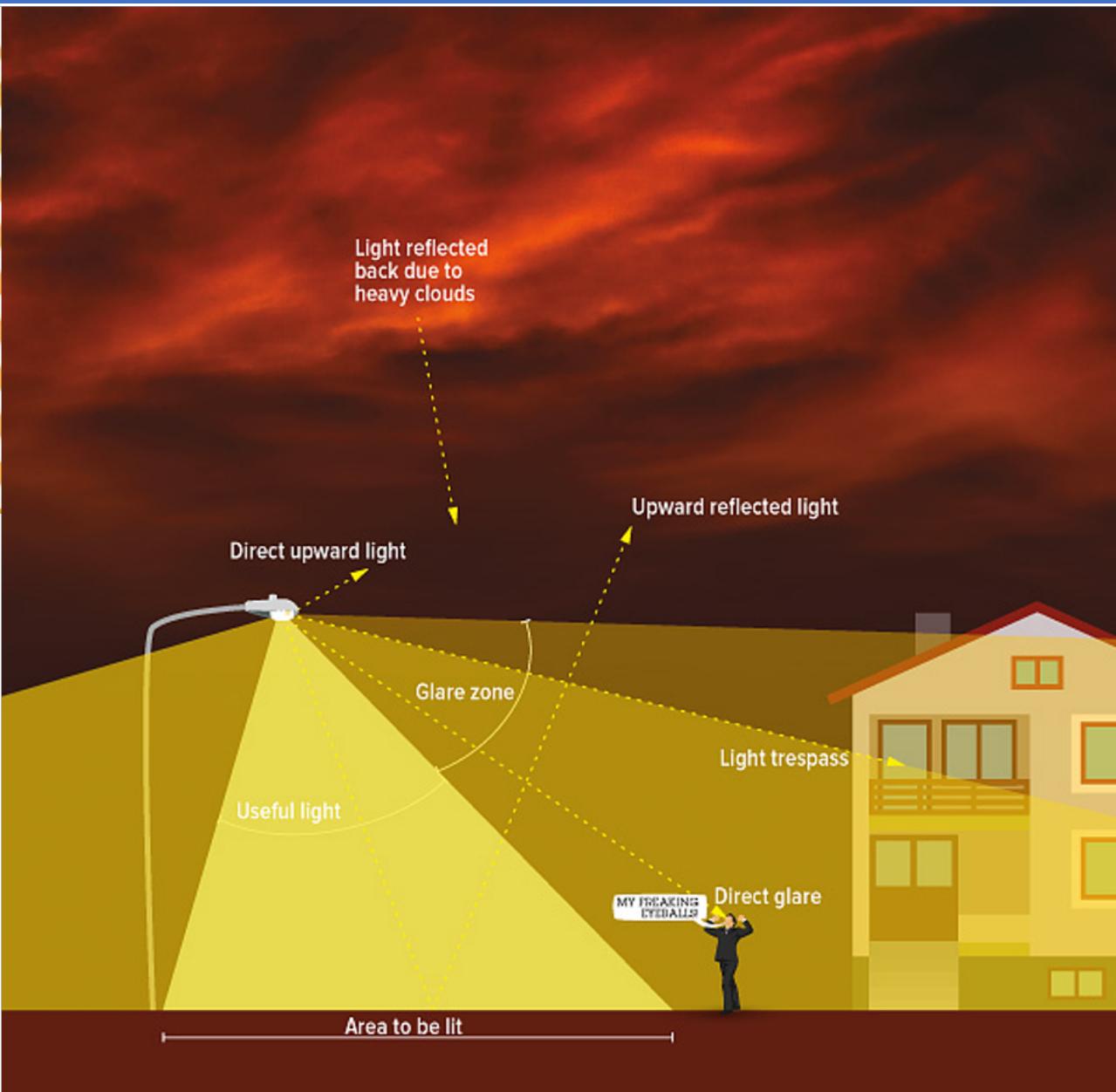


Image from Anezka Gocova, in “The Night Issue”, Alternatives Journal 39:5 (2013)

Muchos animales son más activos de noche  
y necesitan la oscuridad natural en sus habitats



Travis Longcore<sup>1,2,3</sup> and Catherine Rich<sup>1</sup> with illustrations by Leigha DelBusso<sup>2</sup>

# World Migratory Bird Day

Dim the Lights for Birds at Night

14 May and 8 October 2022



World Migratory Bird Day



Bird illustrations by: Omar Custodio Azabache  
Background photo credit: Shutterstock



CMS



AEWA



Environment  
for the Americas

[www.worldmigratorybirdday.org](http://www.worldmigratorybirdday.org)

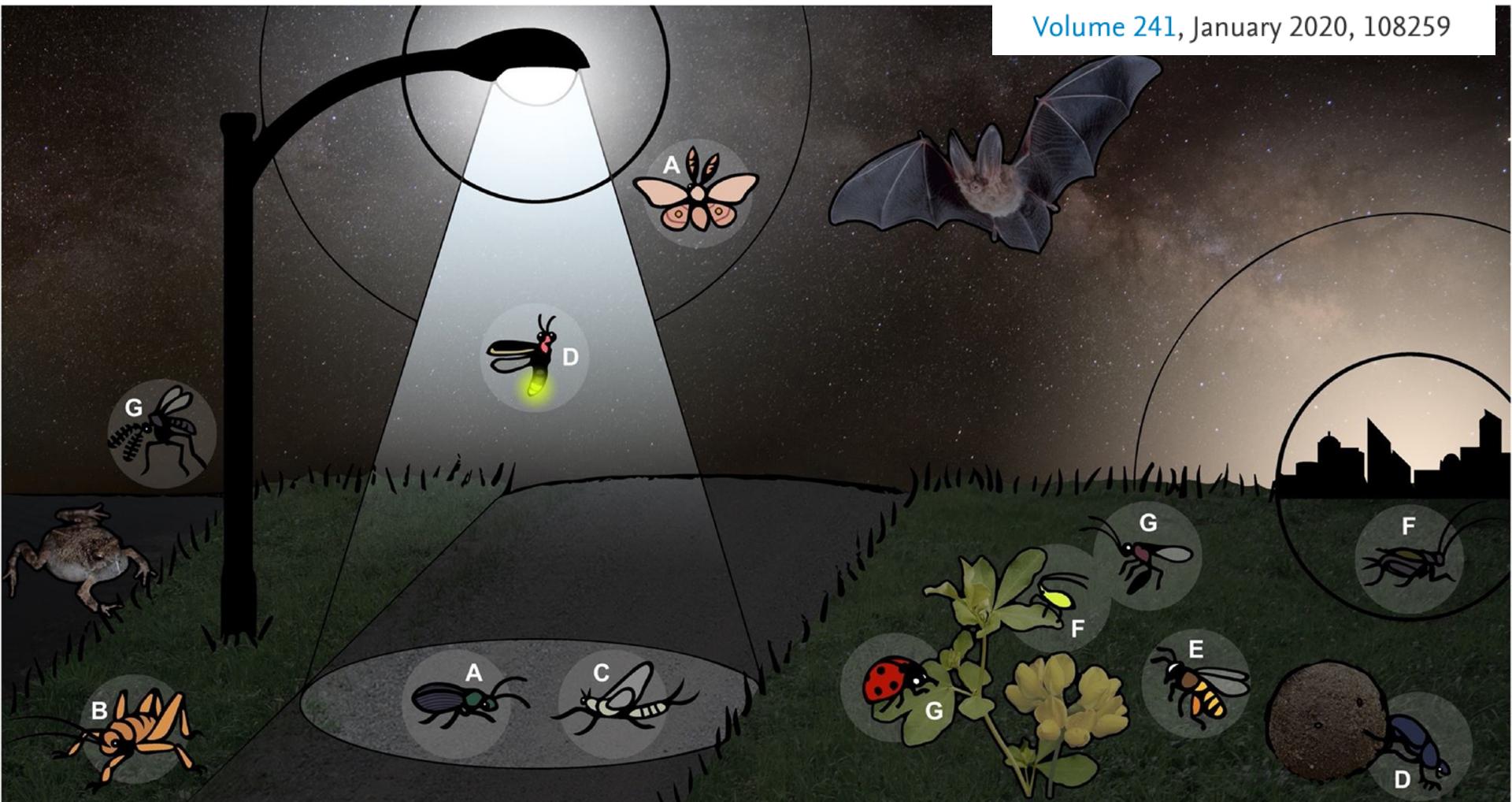


# Contaminación Lumínica amenaza a los insectos

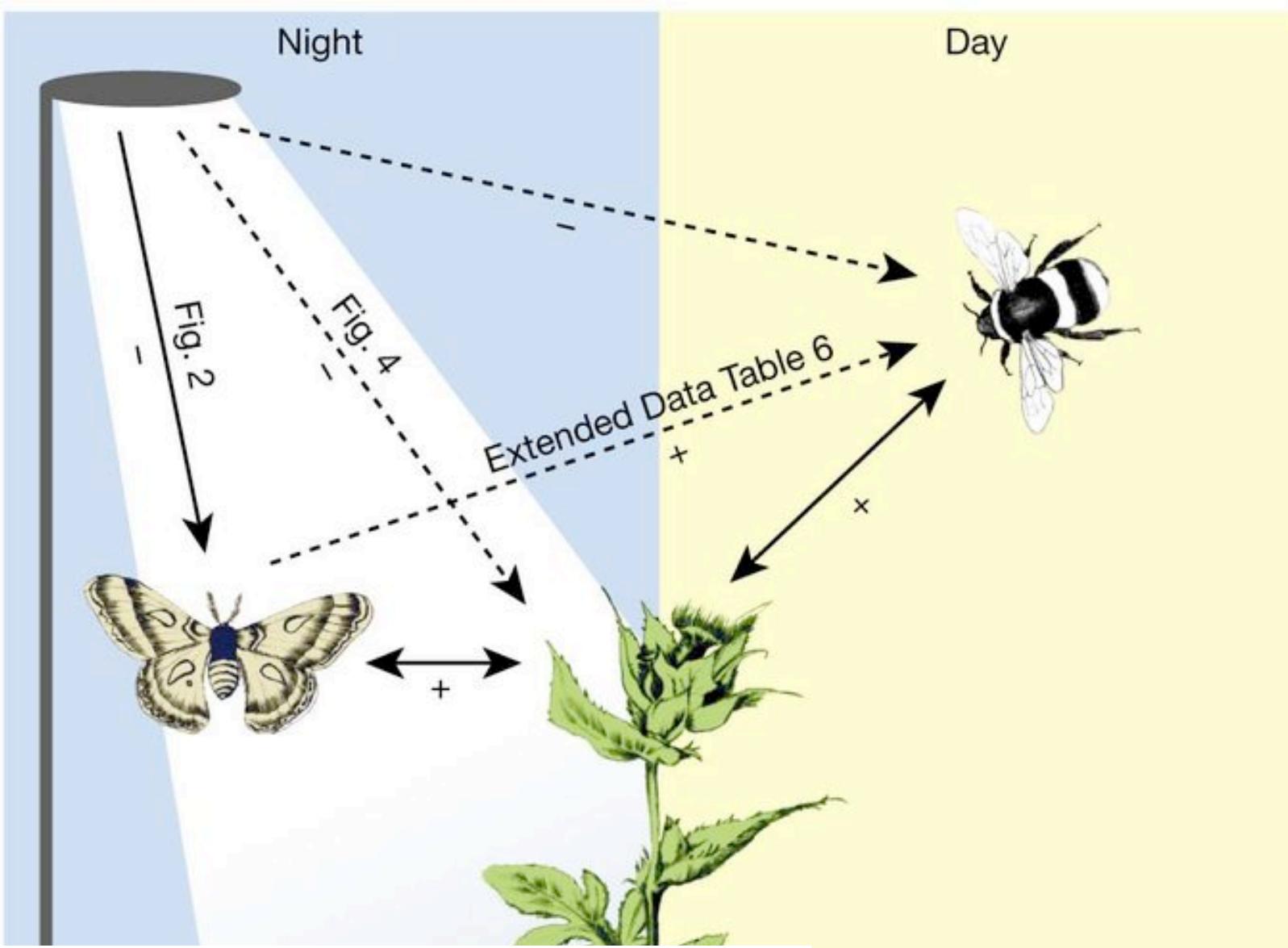
Light pollution is a driver of insect declines

Biological Conservation

Volume 241, January 2020, 108259



La luz artificial de noche (ALAN) propicia la disminución de insectos porque afecta su movilidad, su alimentación, reproducción y depredación.



# Artificial light at night as a new threat to pollination

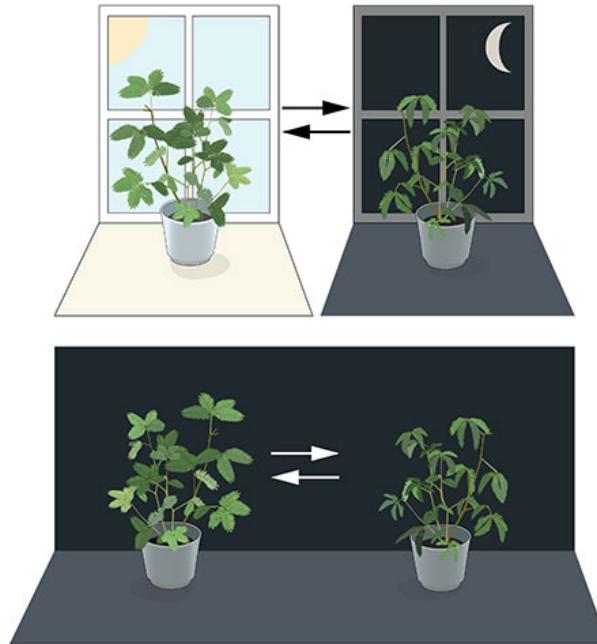
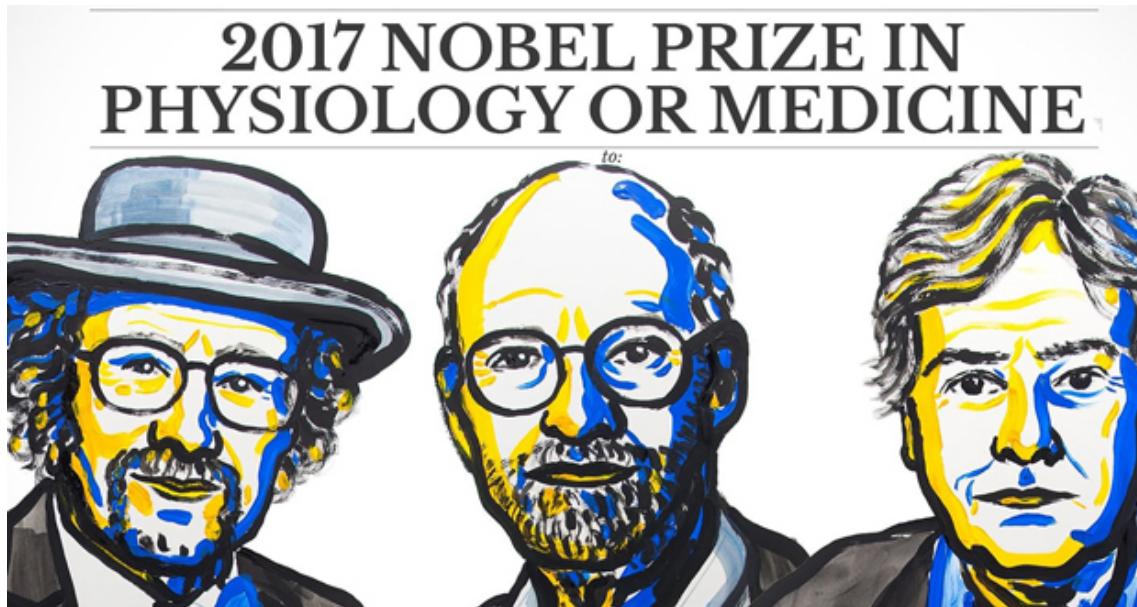
*Nature* 548, 206–209 (10 August 2017)

doi:10.1038/nature23288

Eva Knop ✉, Leana Zoller, Remo Ryser, Christopher Gerpe, Maurin Hörler & Colin Fontaine

**nature**  
International journal of science

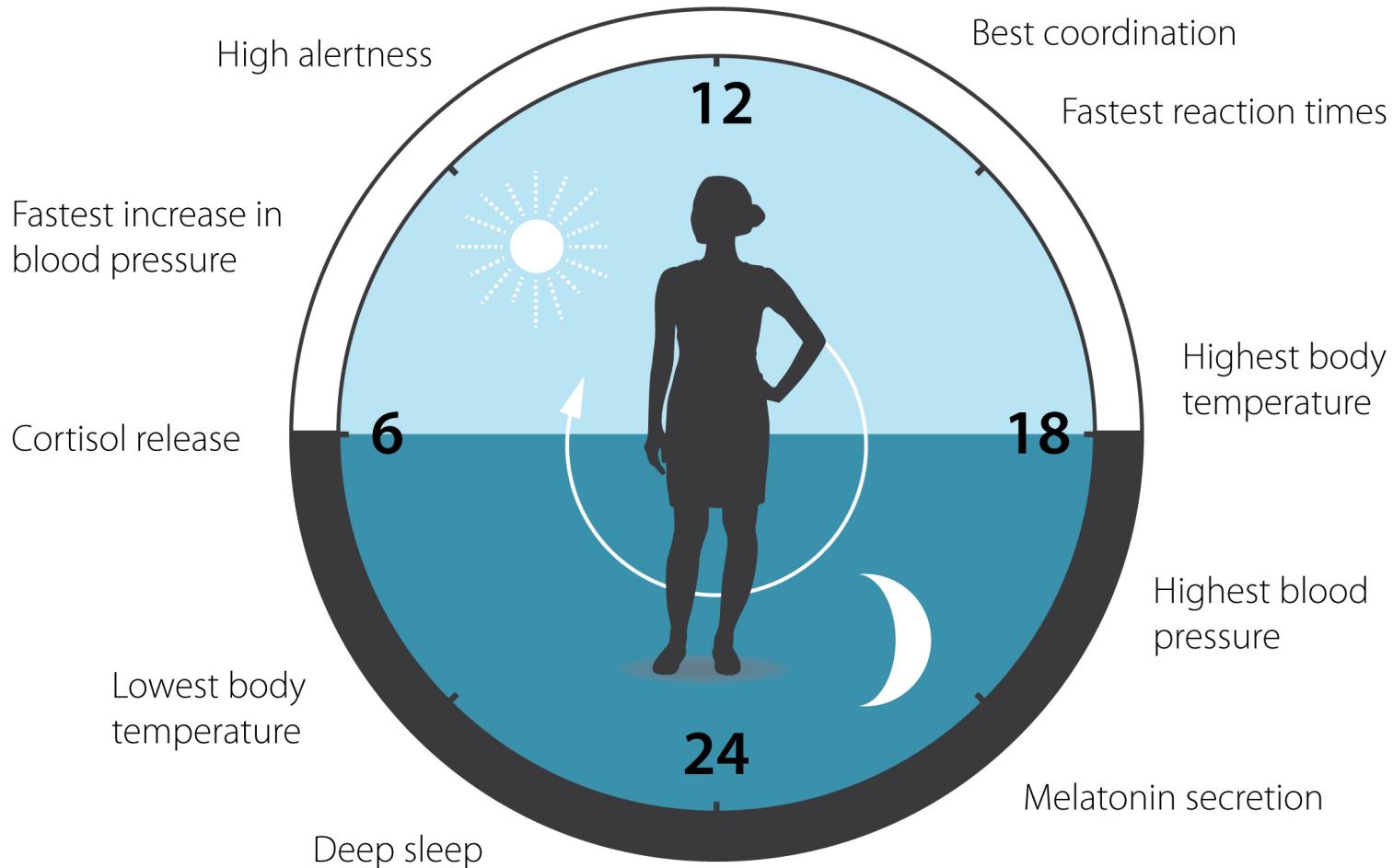
# Efectos en la salud humana: Cronobiología



- Organismos vivos en la Tierra adaptados al ciclo del día y la noche
- **Necesitamos luz durante el día y oscuridad por la noche.**
- Nuestro reloj interno: el ritmo circadiano. Cronodisrupción si se rompe el ciclo.
- La Melatonina es una hormona producida de manera natural cuando estamos en oscuridad y ayuda a regular el ritmo.
- La disminución o inhibición de la segregación de la melatonina es mayor si la luz es azul.

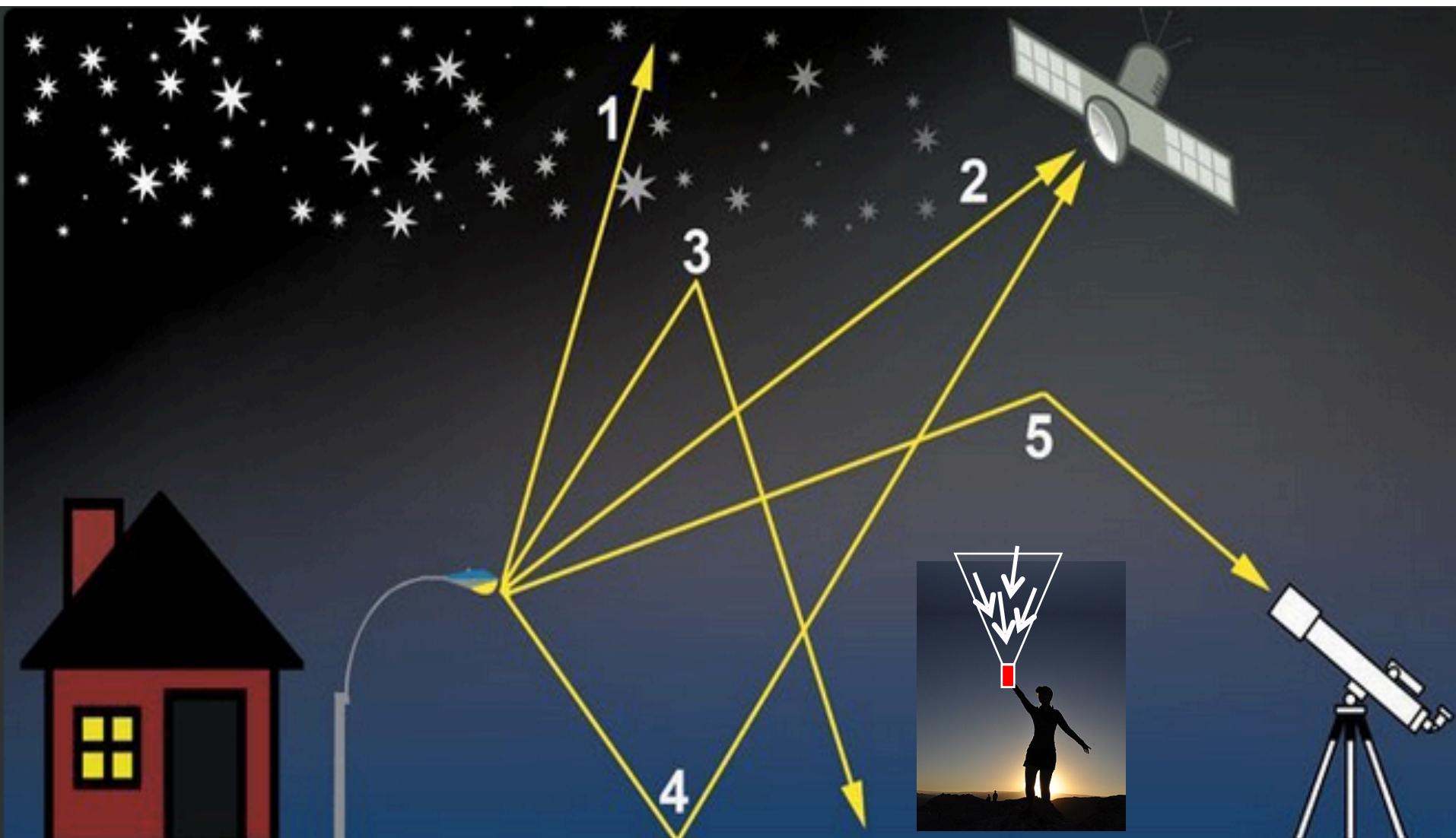
<[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/2017/press.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2017/press.html)>

# Ritmo circadiano



# Brillo del cielo nocturno

La luz que enviamos hacia arriba se dispersa en la atmósfera



Uno de los efectos de la contaminación lumínica es el abrillantamiento del cielo nocturno.  
Midiendo ese brillo podemos estimar la contaminación lumínica.

# Imagen nocturna desde el espacio

# Satélite VIIRS2023

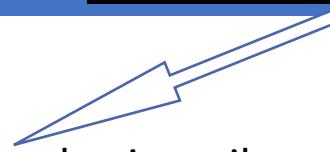
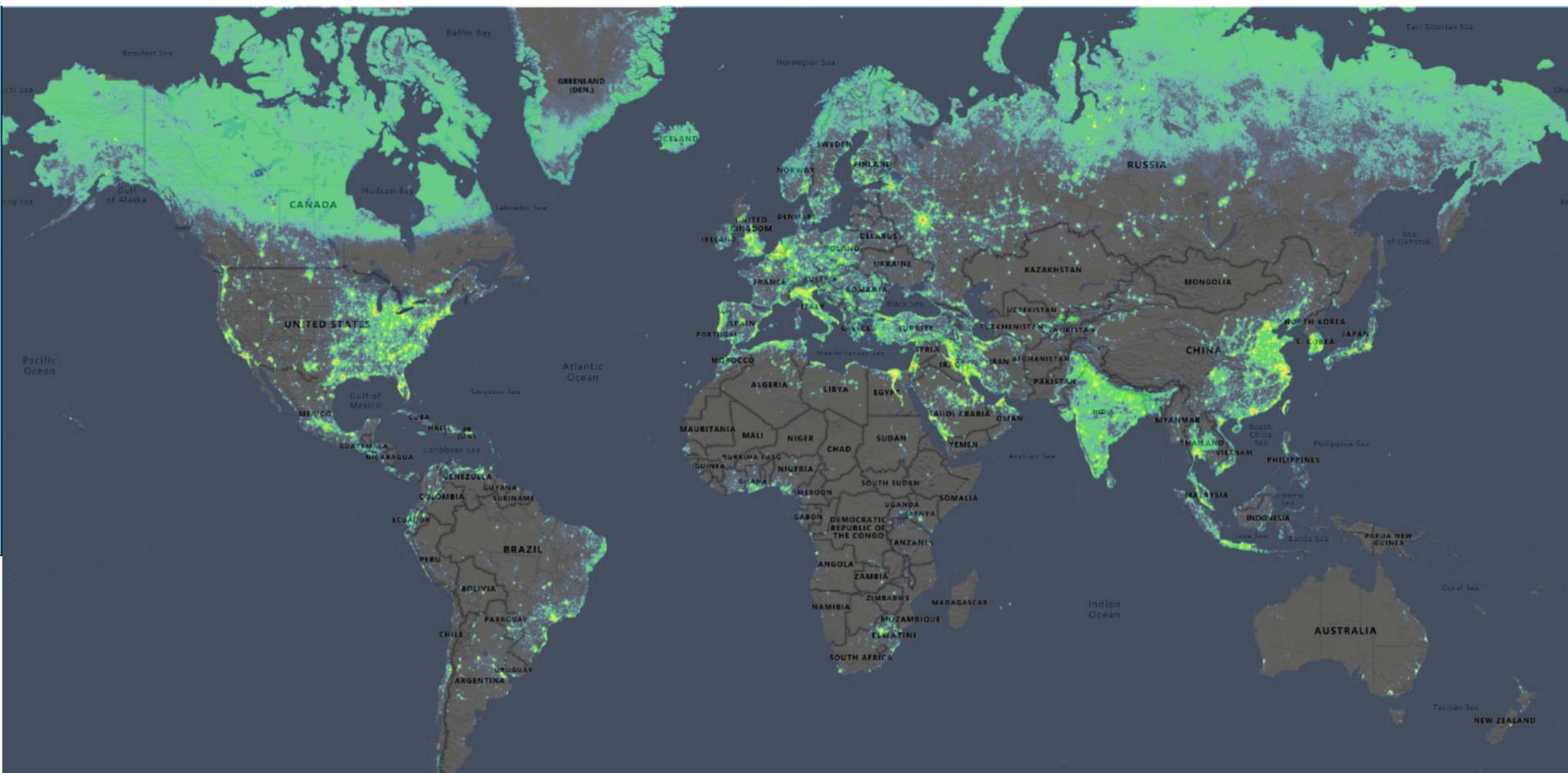
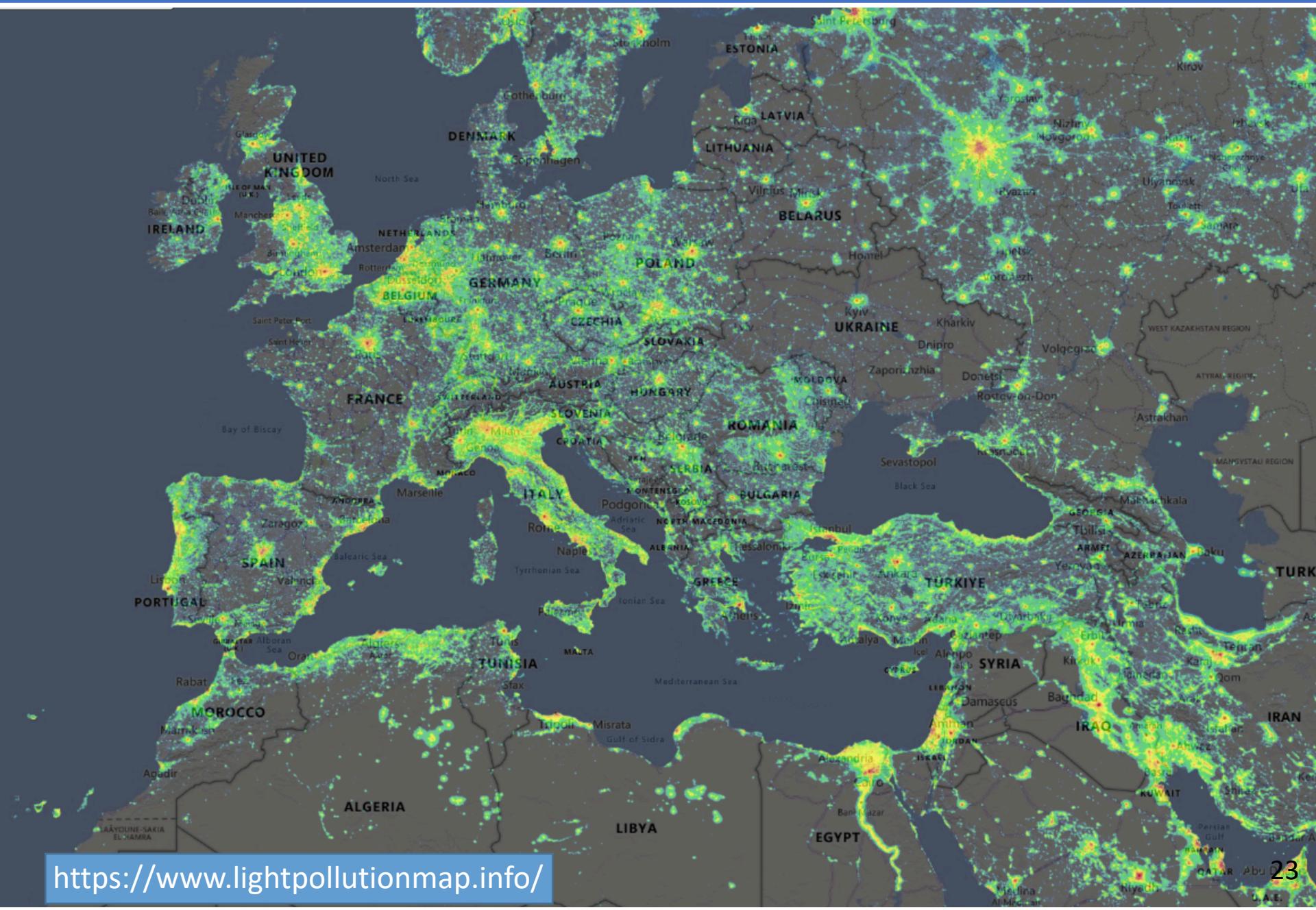


Imagen de la luz que escapa hacia arriba



# Imagen nocturna desde el espacio

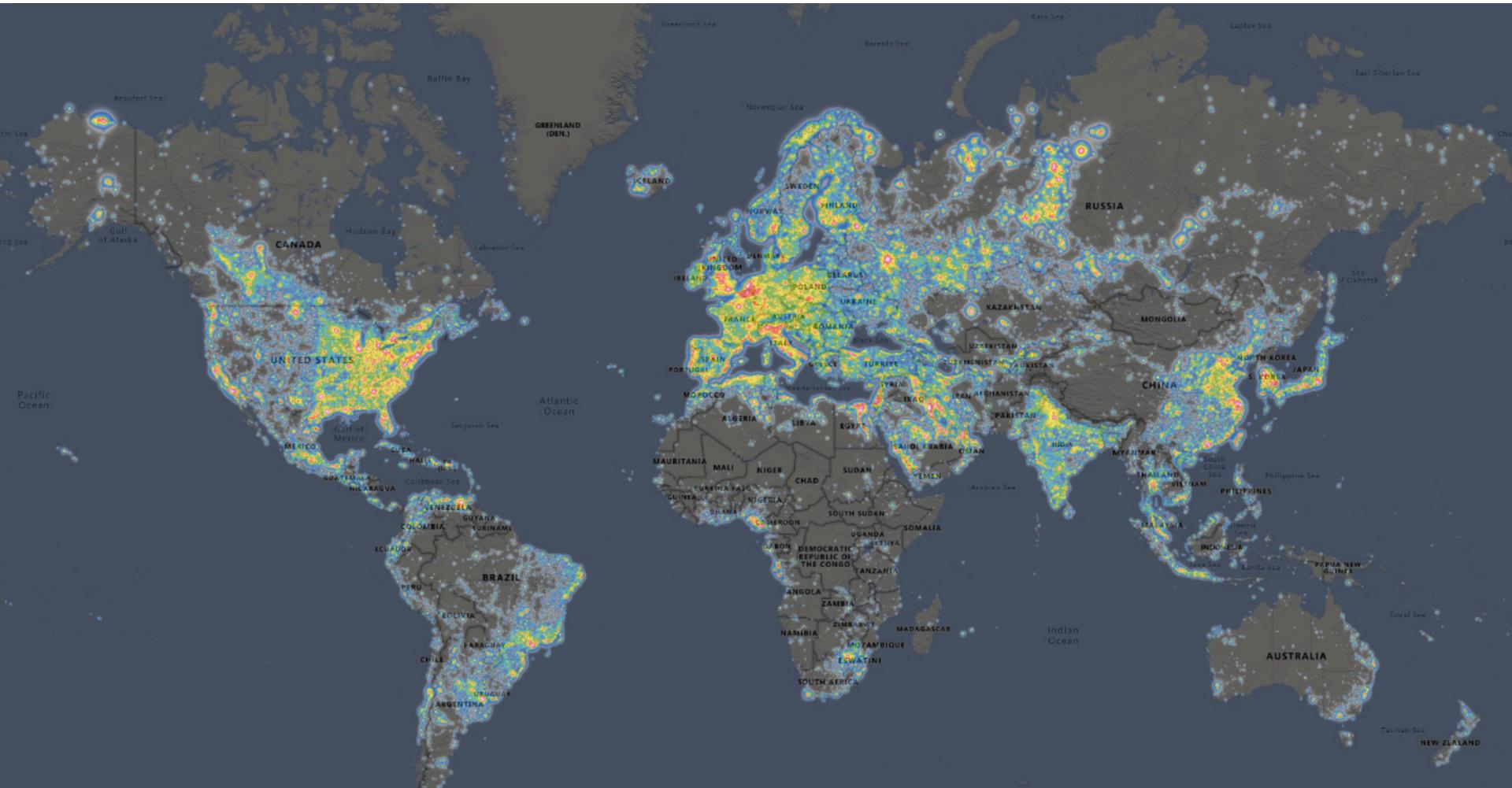
Satélite VIIRS2023



# Brillo del cielo nocturno

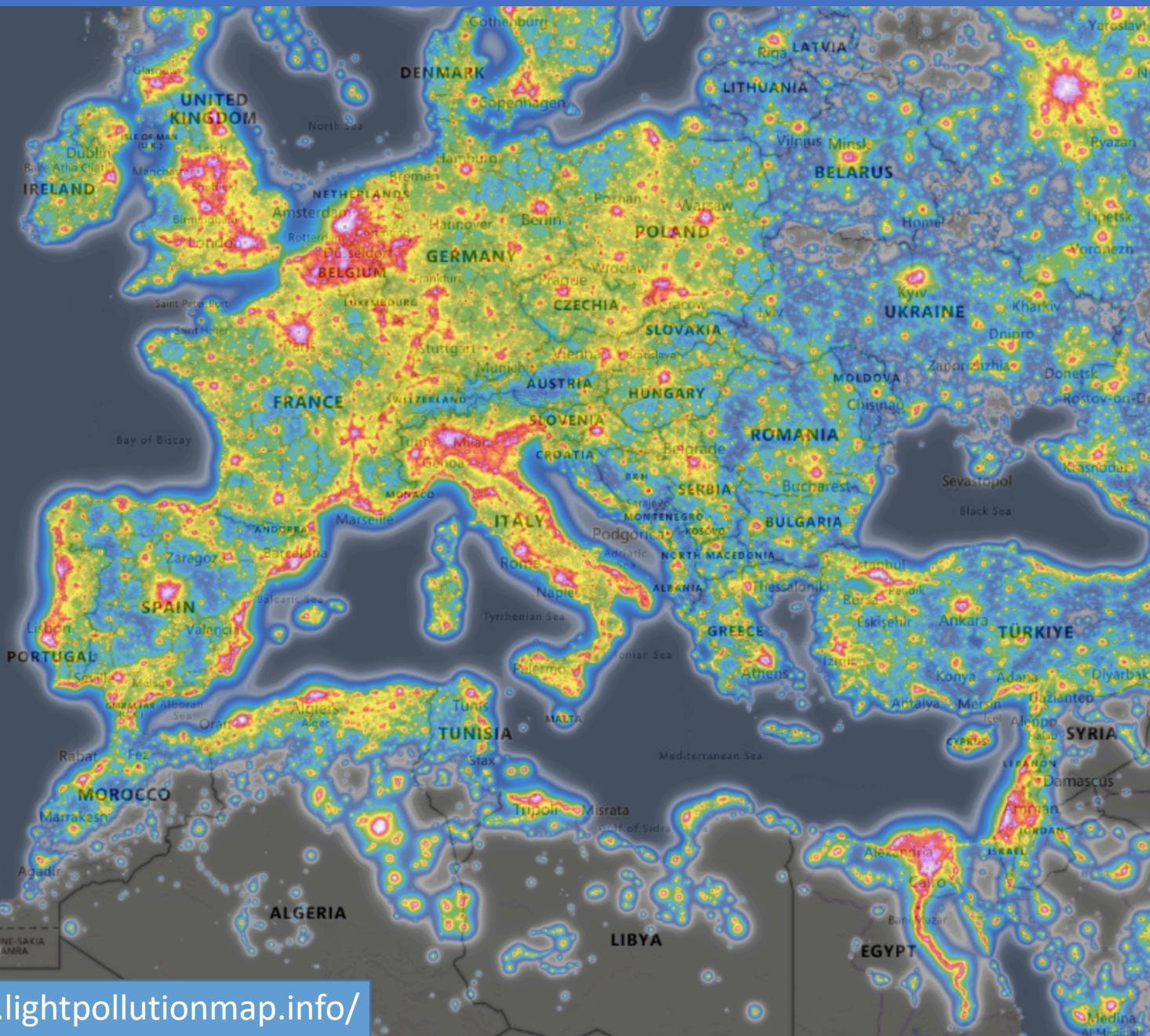
# World Atlas 2015

## Modelo del brillo del cielo



# Brillo del cielo nocturno

# World Atlas 2015



# Brillo del cielo nocturno

# World Atlas 2015

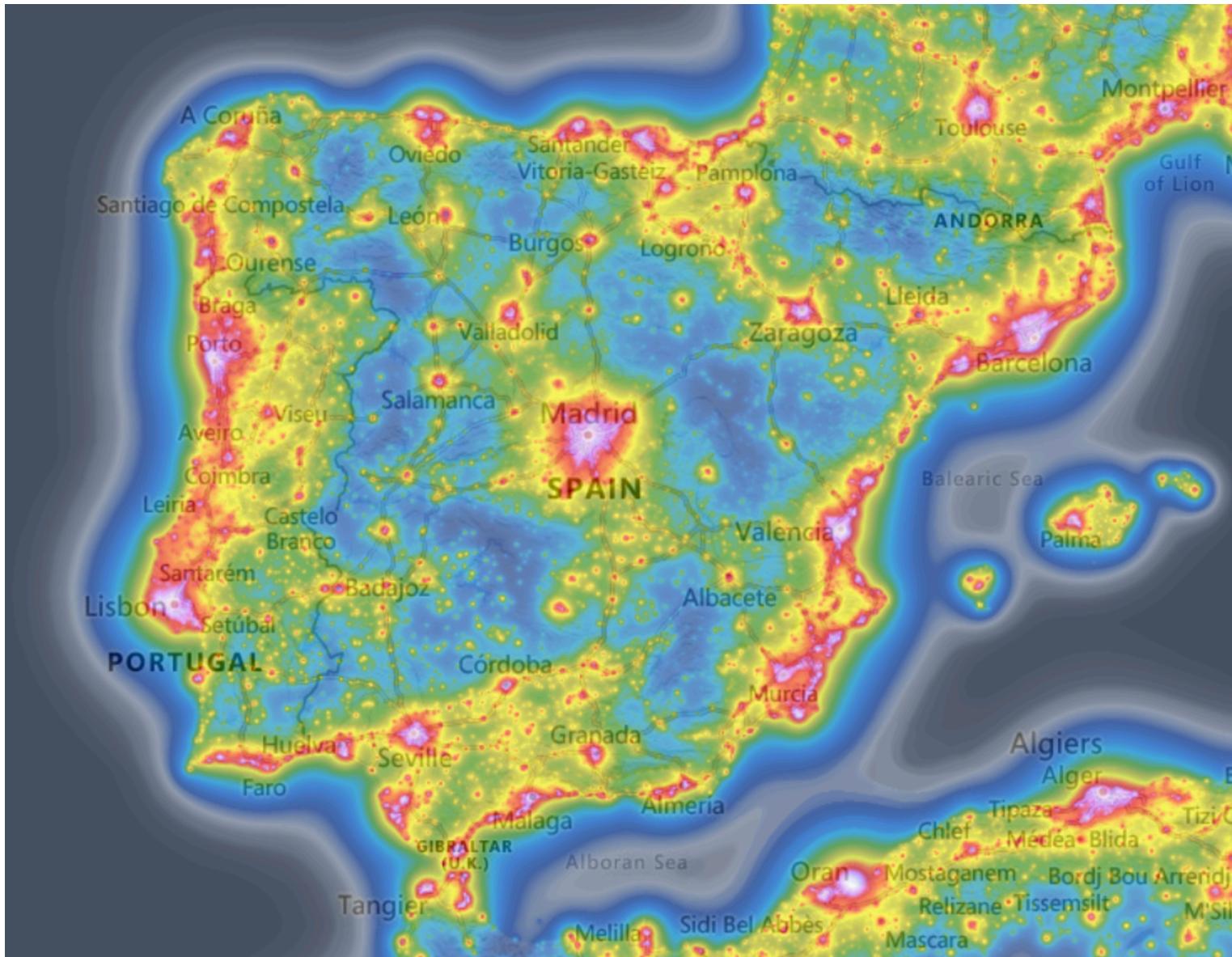
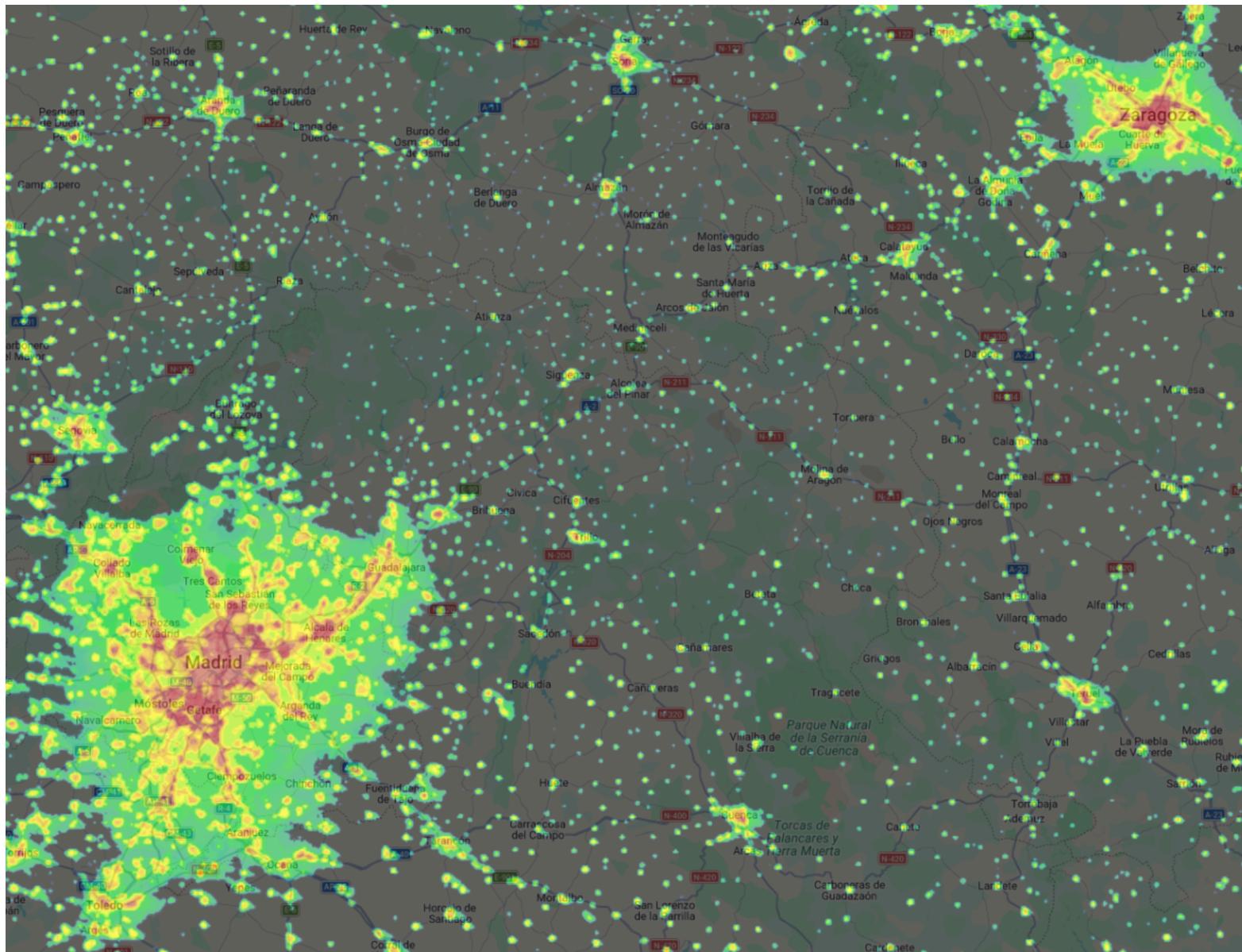
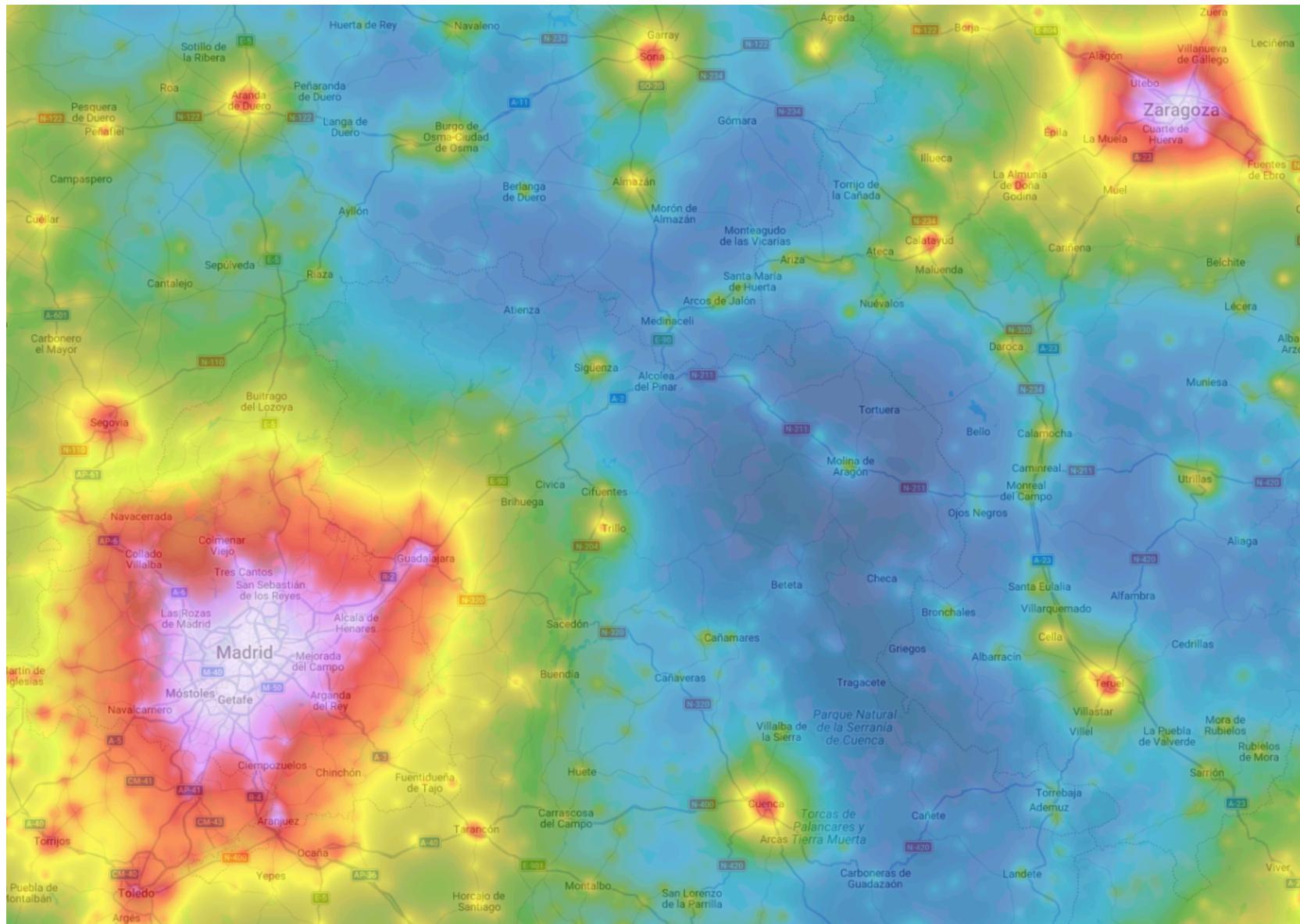


Imagen nocturna desde el espacio Satélite VIIRS2024



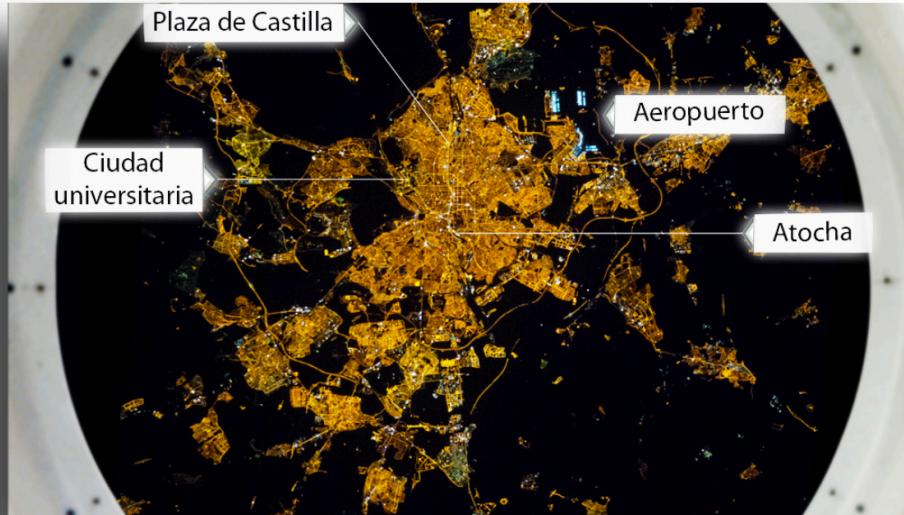
El corredor del Henares aparece como una extensión de la región urbana de Madrid



El corredor del Henares aparece como una extensión de la región urbana de Madrid

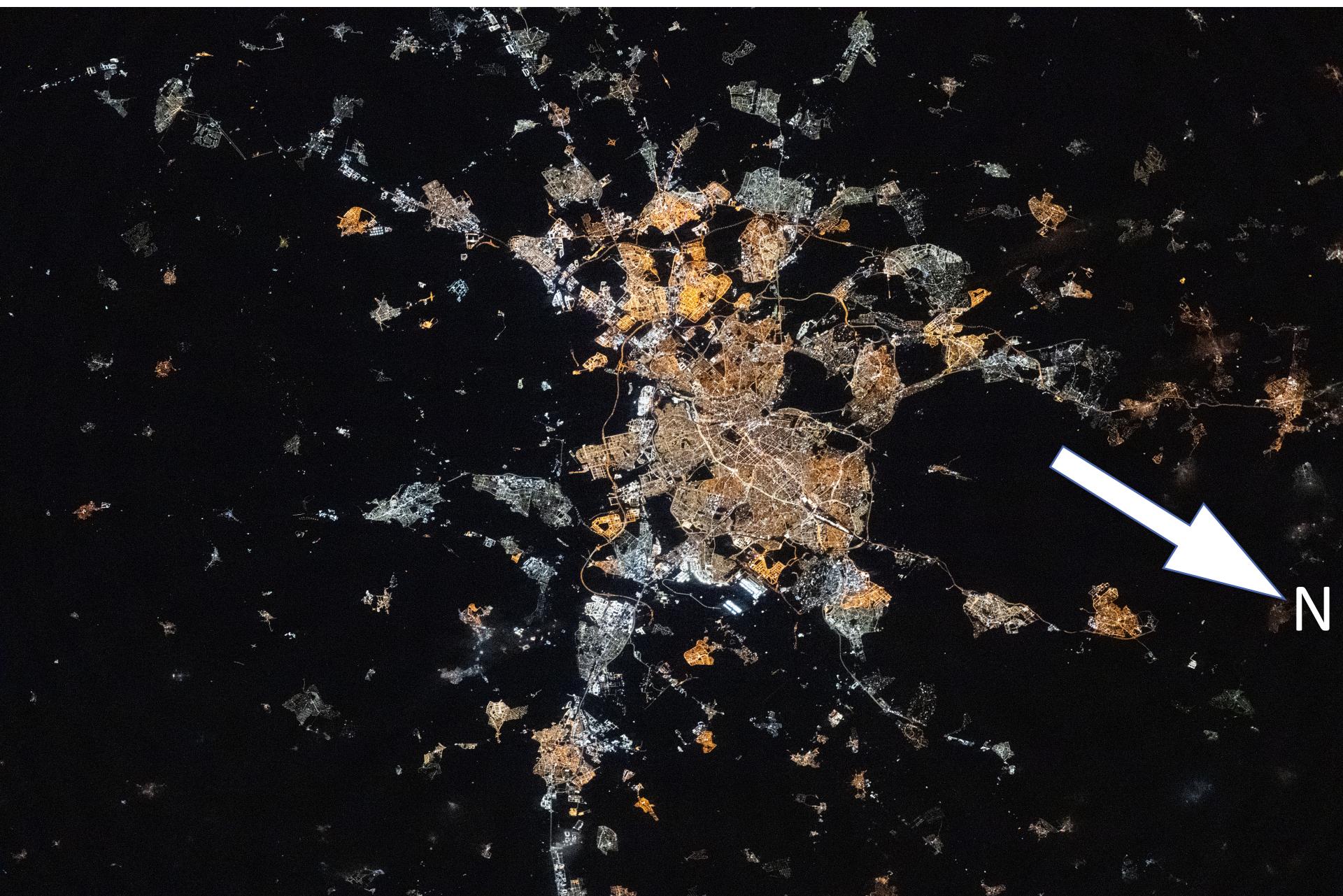
<https://citiesatnight.org>

**Objetivo:** Crear un mapa nocturno del mundo usando las fotografías que hacen los astronautas en la ISS



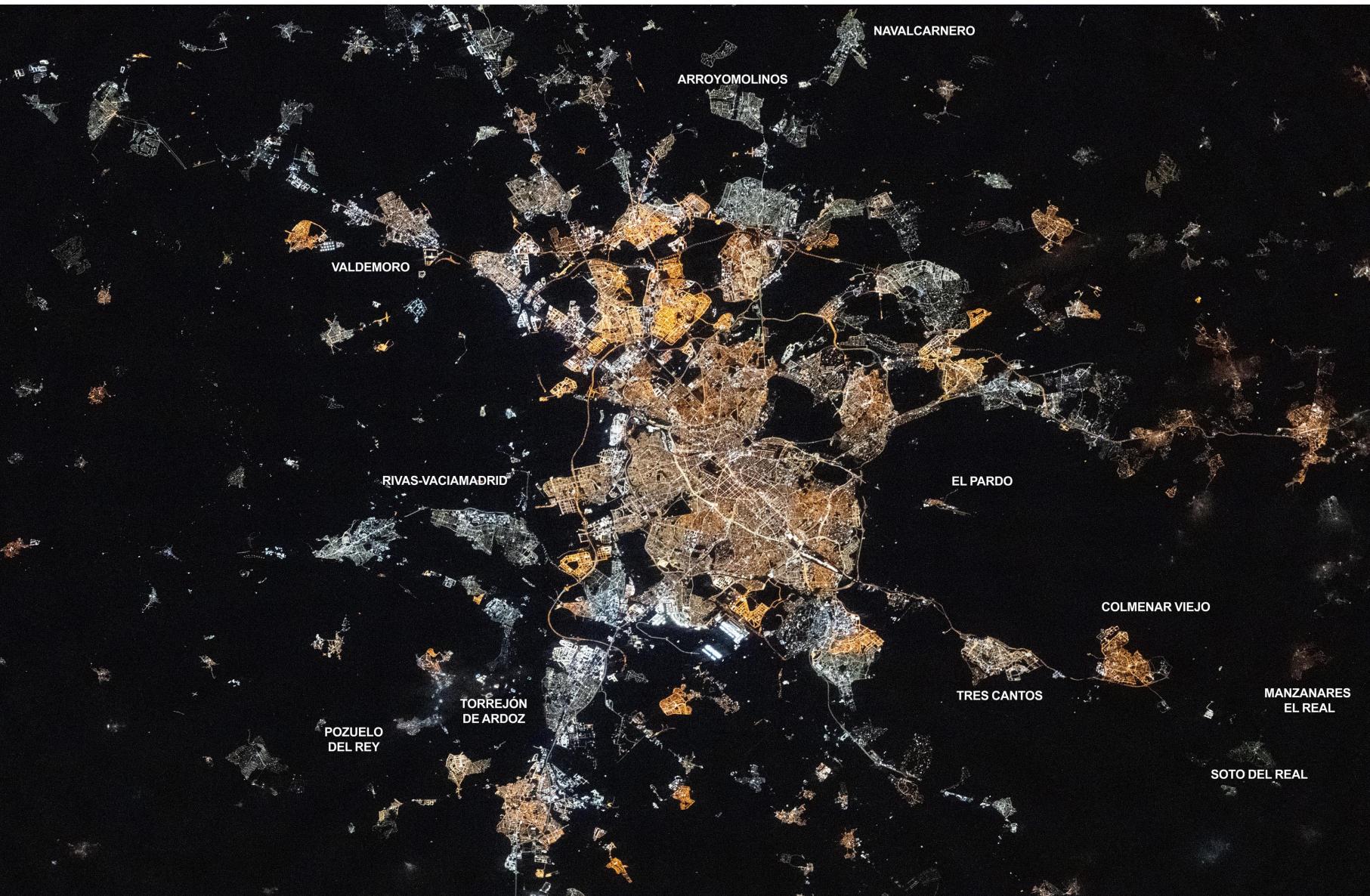
Estas son las únicas imágenes disponibles desde satélite en alta resolución con información de color

2025/12/27. 01:26:33 GMT

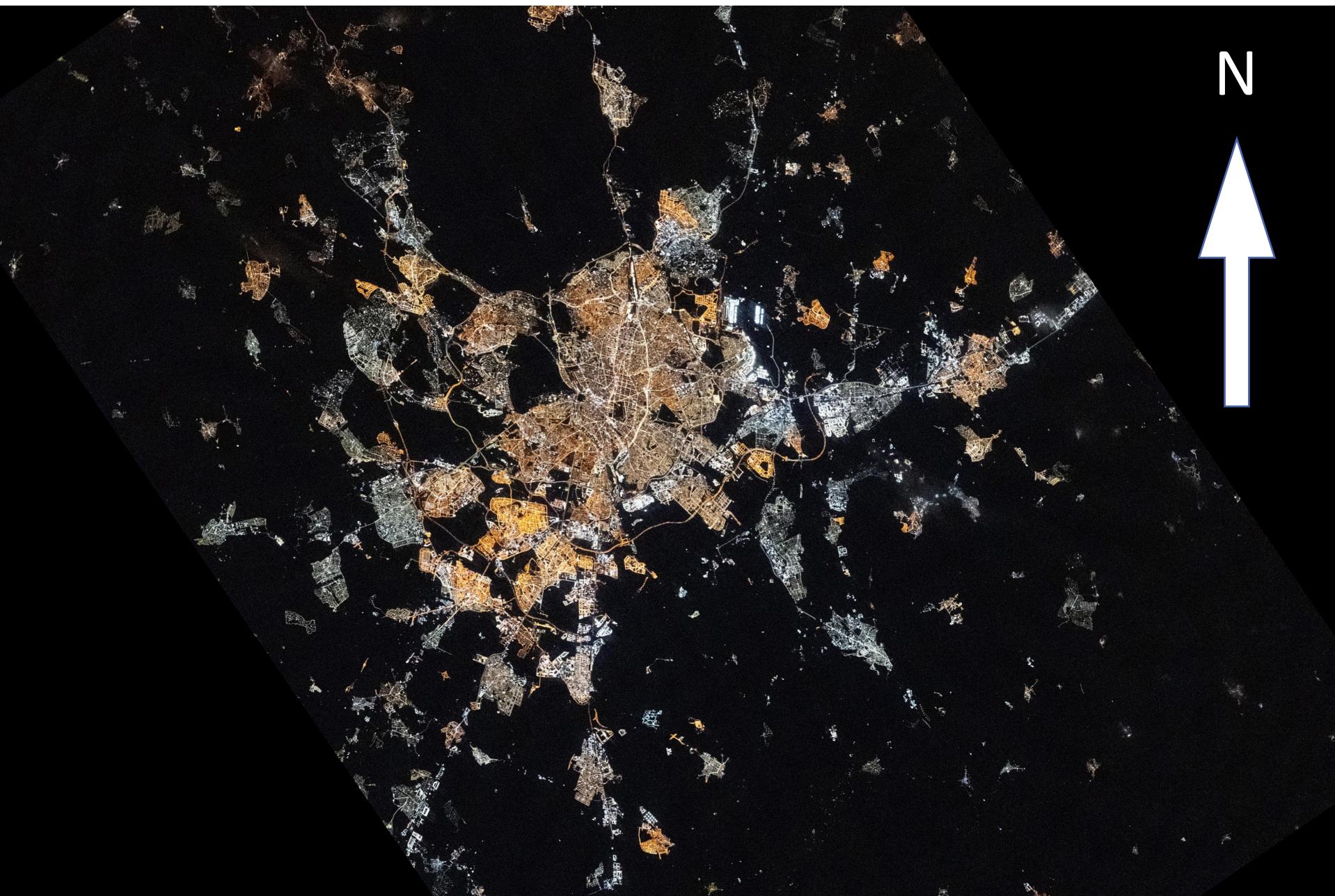


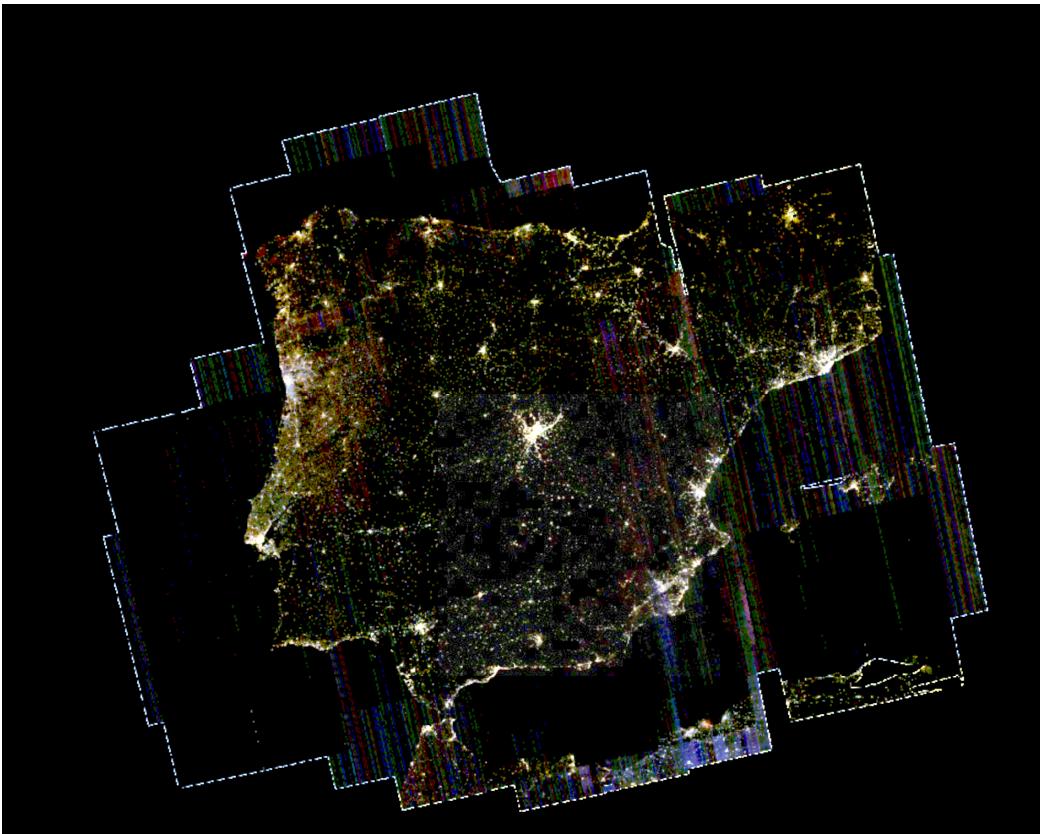
<https://eol.jsc.nasa.gov/SearchPhotos/photo.pl?mission=ISS074&roll=E&frame=8435>

30



2025/12/27. 01:26:33 GMT





Este mapa de fuentes luminosas en color representa un avance significativo en el estudio de la contaminación lumínica, porque permite una evaluación más precisa de su impacto en el medio ambiente y en la salud humana.



INTERNATIONAL RESEARCH CENTER OF BIG DATA  
FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS  
可持续发展大数据国际研究中心

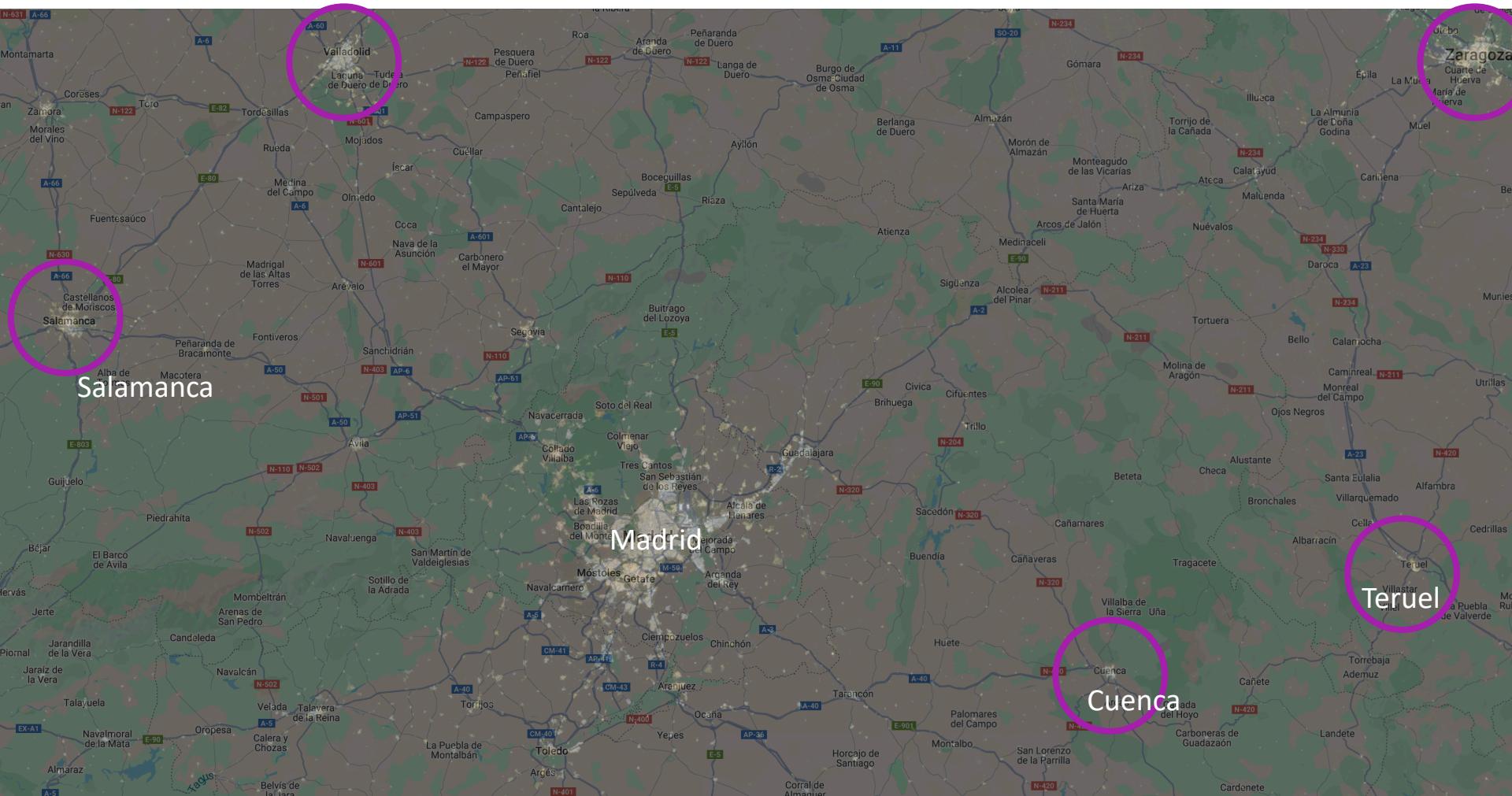
The Sustainable Development Science Satellite 1 (SDGSAT-1) is the world's first science satellite dedicated to serving the UN 2030 Agenda for Sustainable Development, and it is also the first Earth science satellite of the Chinese Academy of Sciences (CAS).



# Entorno de Alcalá de Henares desde el espacio a todo color

## Valladolid

## Zaragoza

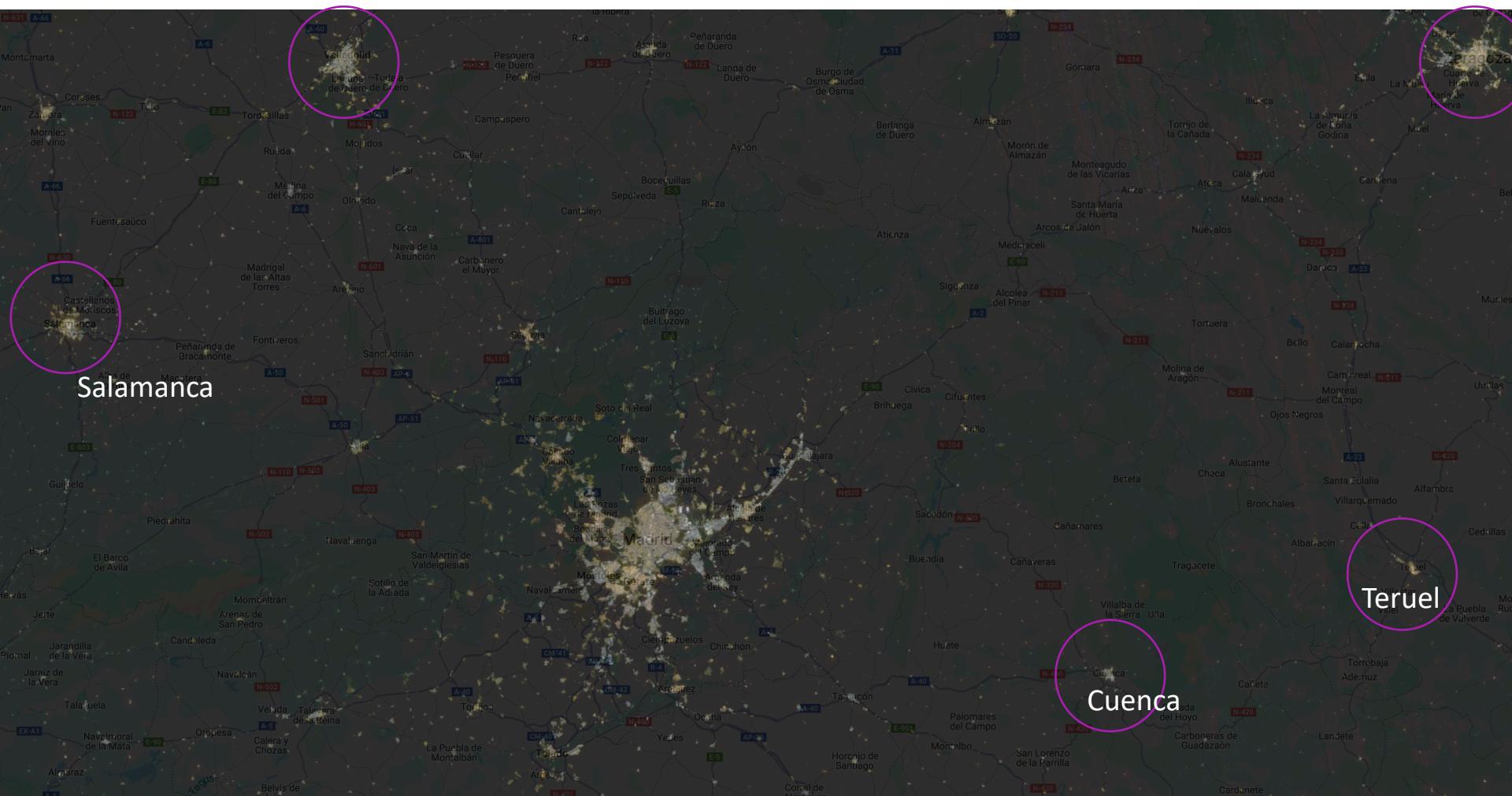


<https://pmisson.users.earthengine.app/view/sdgsat-1-p-iberica>

# Entorno de Alcalá de Henares desde el espacio a todo color

Valladolid

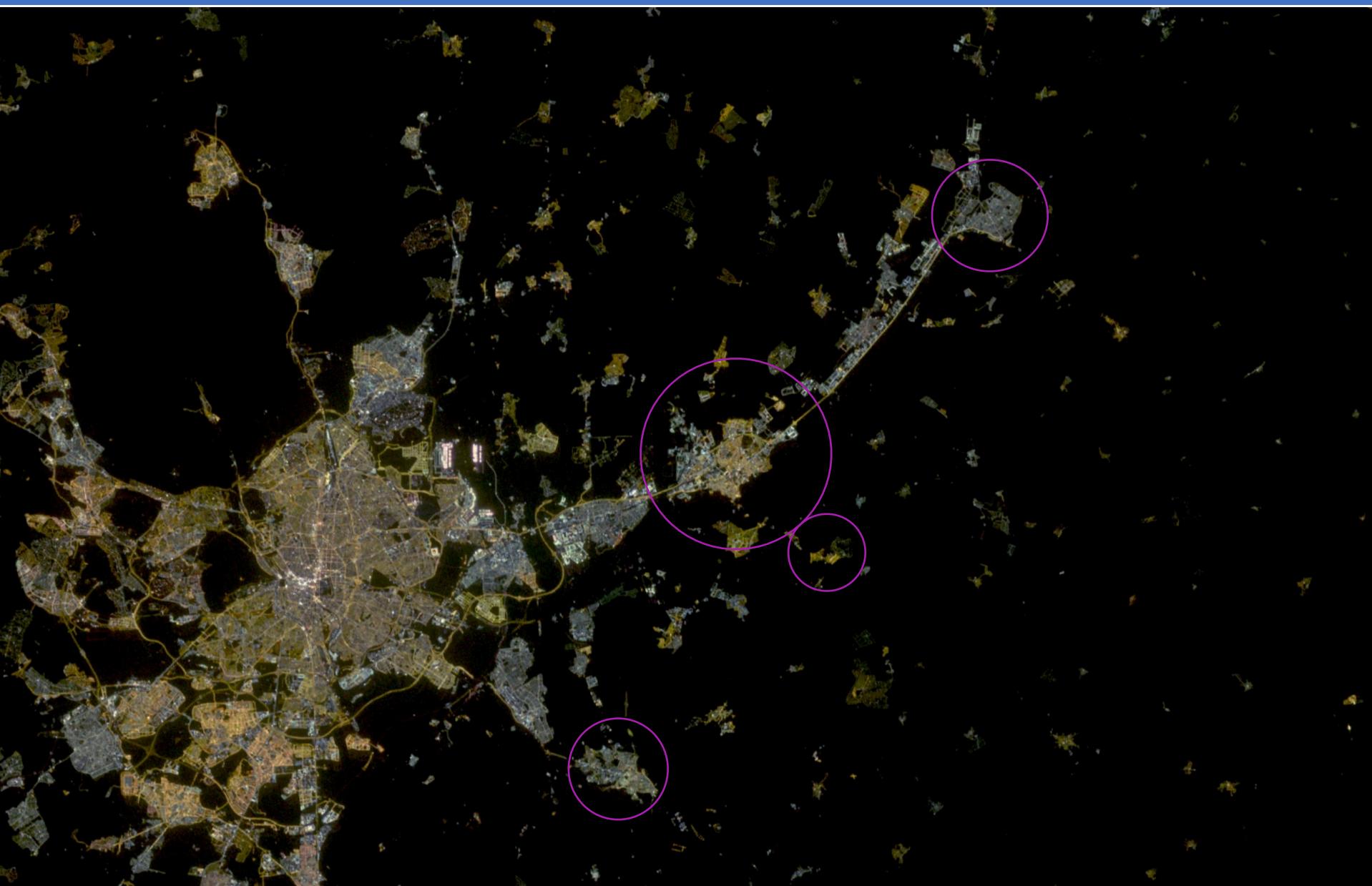
Zaragoza



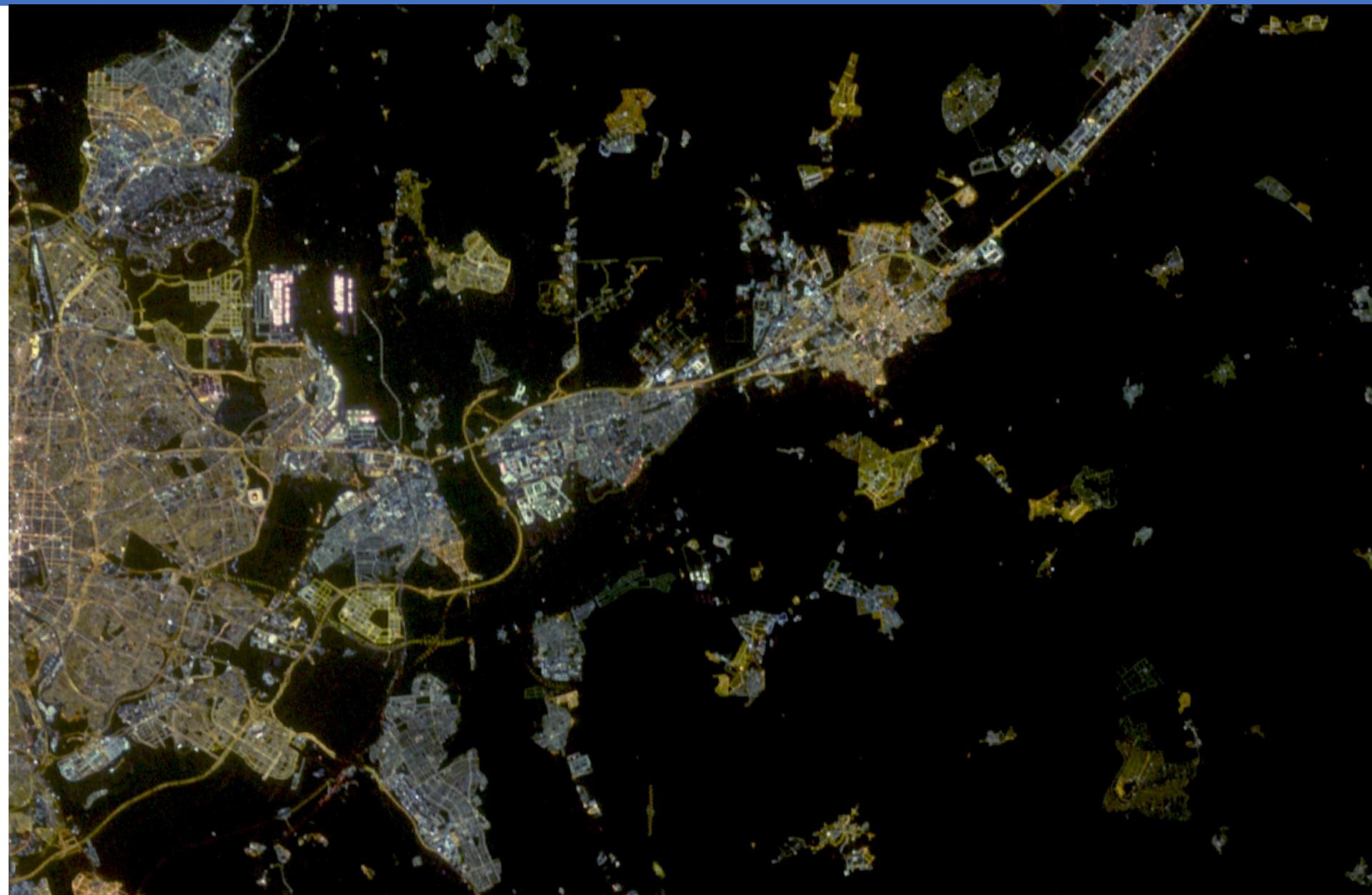
# Corredor del Henares desde el espacio a todo color



# Corredor del Henares desde el espacio a todo color



# Corredor del Henares desde el espacio a todo color



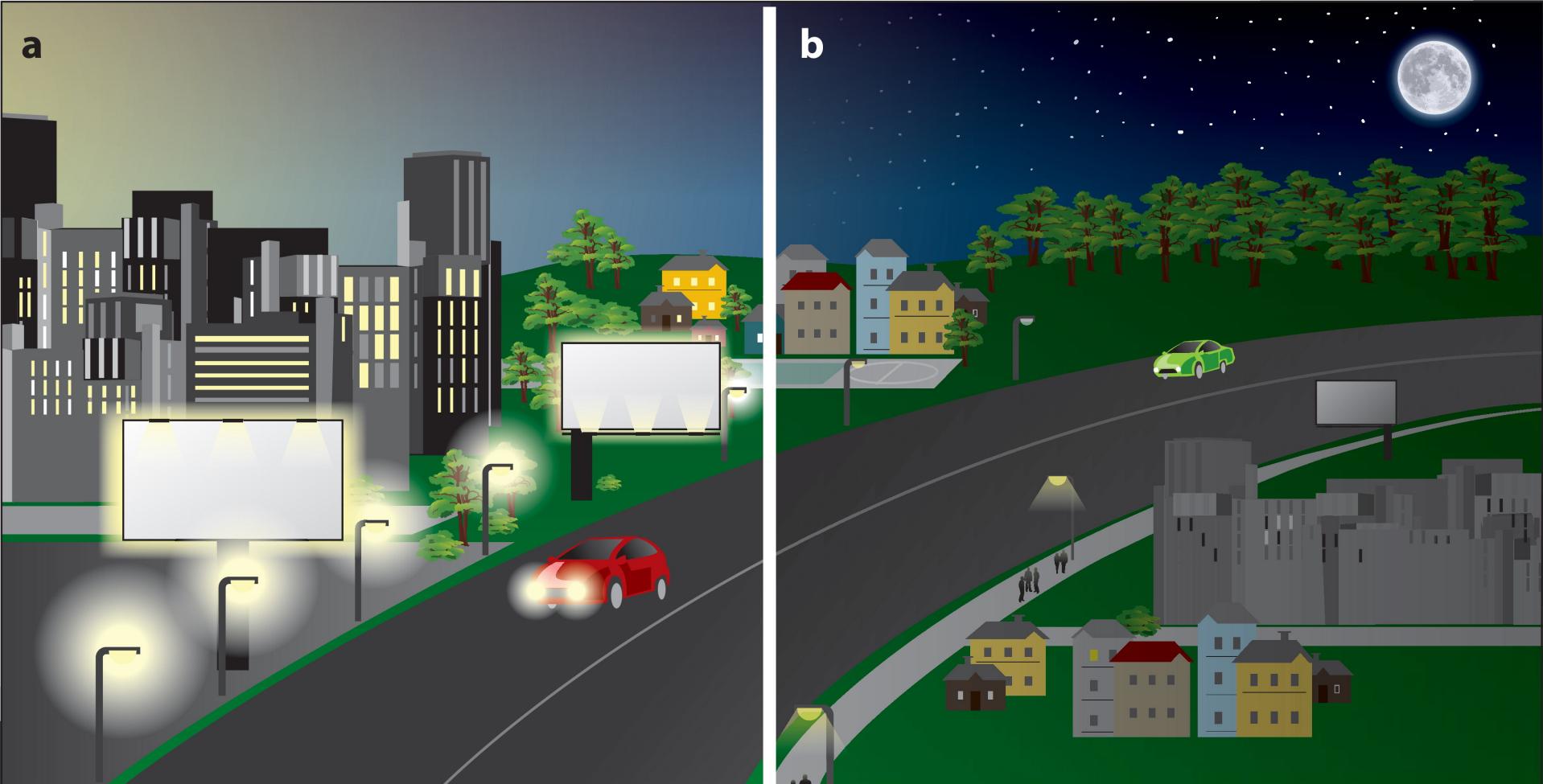
<https://pmisson.users.earthengine.app/view/sdgsat-1-p-iberica>

# Corredor del Henares desde el espacio a todo color



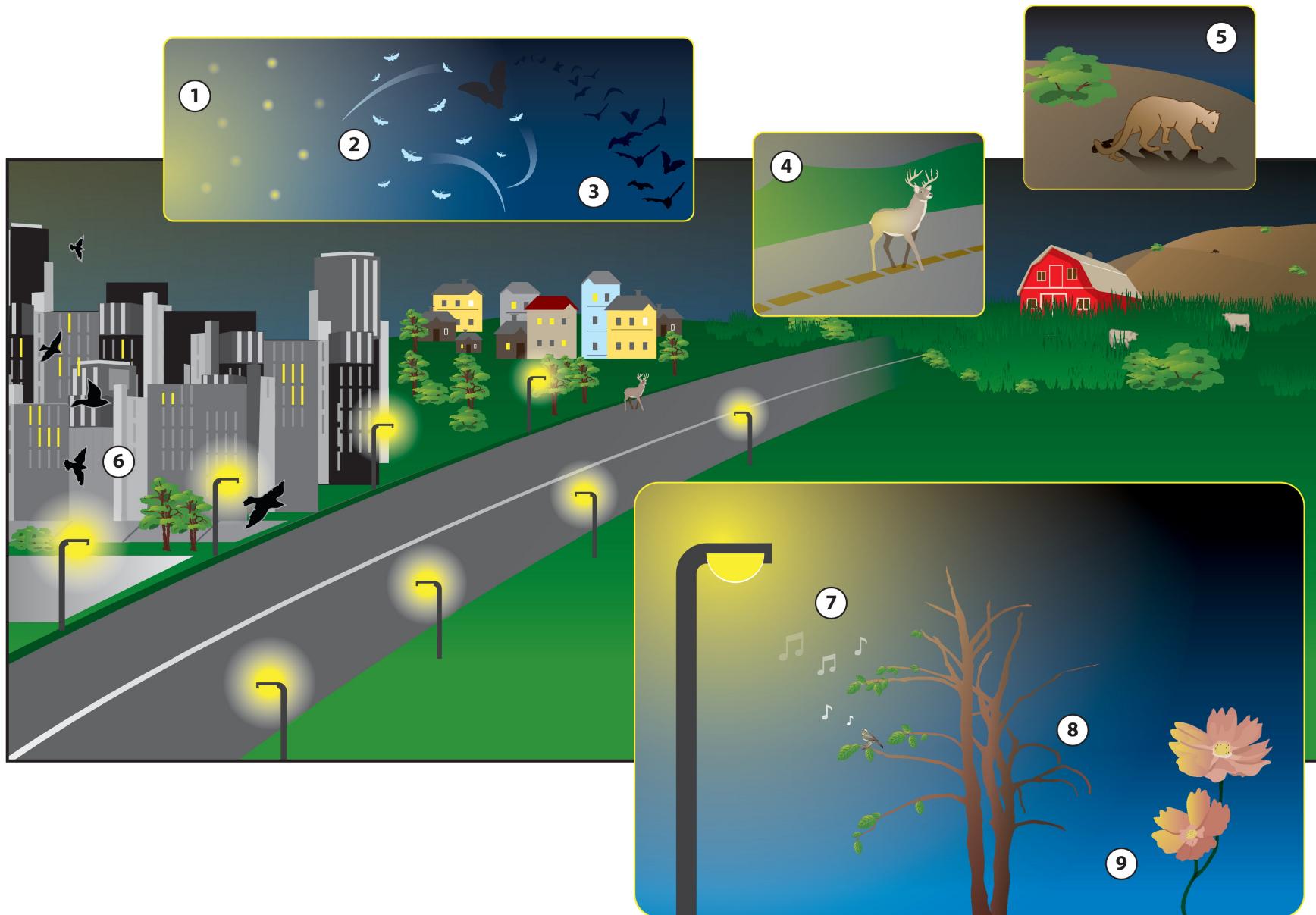
# Buenas prácticas en iluminación

(a) MAL: farolas muy brillantes iluminando hacia arriba, luces blancas, edificios de oficinas con luces encendidas toda la noche, paneles de anuncios ...



(b) BIEN: menos farolas y bien apantalladas, alumbrado con encendido presencial, menos luces blancas, oficinas apagadas cuando no se usan, publicidad apagada, faros de los coches no deslumbrantes. 40

# Impacto ALAN en organismos terrestres



# Illuminación ornamental en Sigüenza



# Illuminación ornamental en Sigüenza



2021:04:01 19:31:11

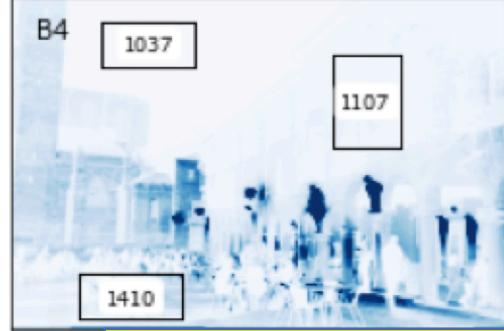


g-IMG-2702

f/4 ISO1600 1/10s



Canon EOS DIGITAL REBEL XSi

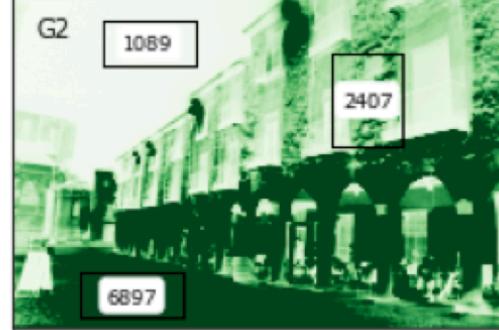


2021:06:18 21:02:37

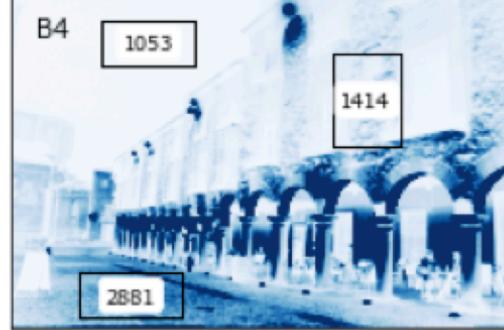


g-IMG-3111

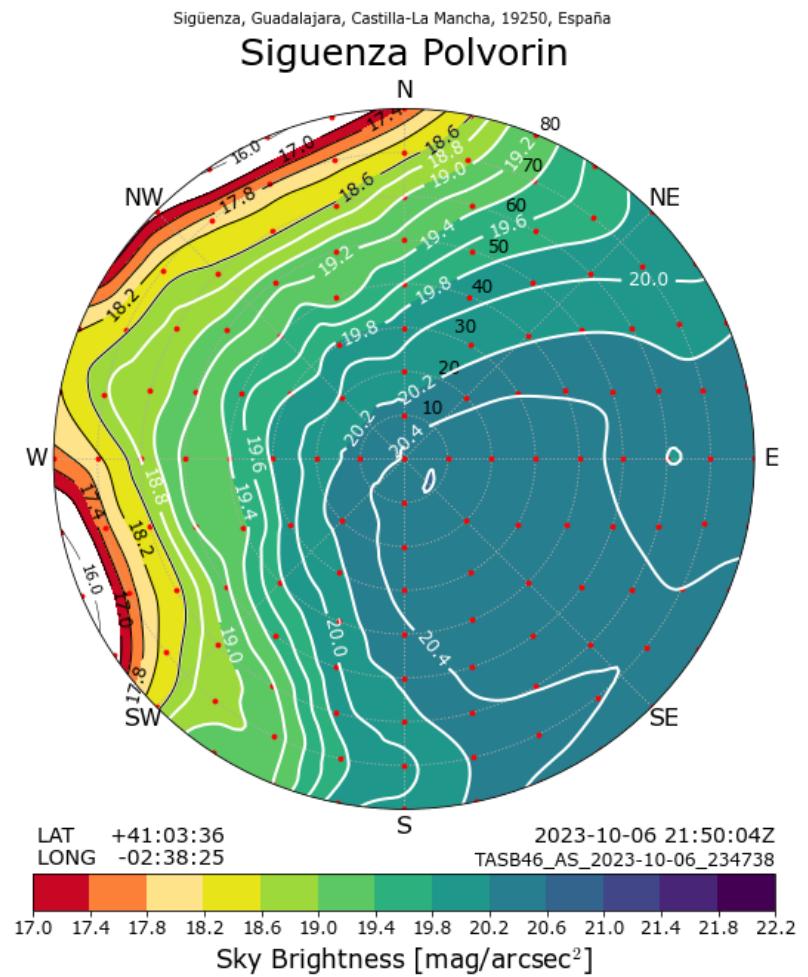
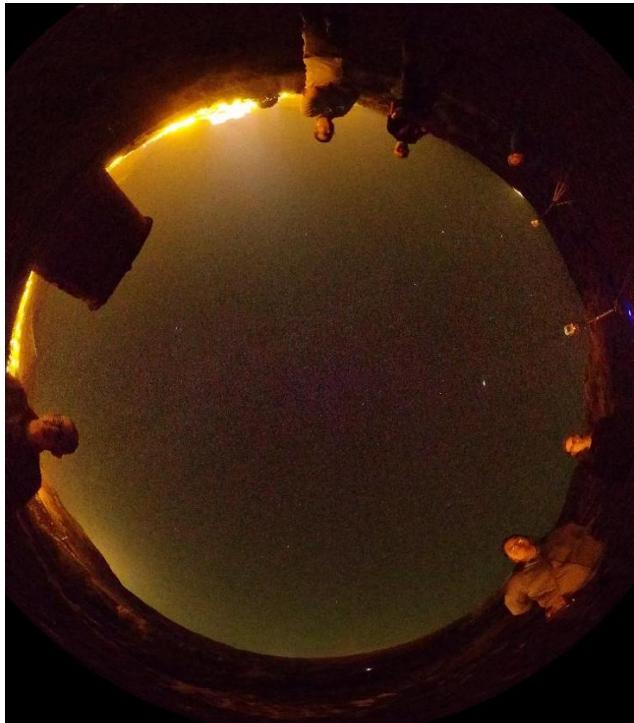
f/4 ISO1600 1/10s



Fachada x4-5      Suelo x5-8

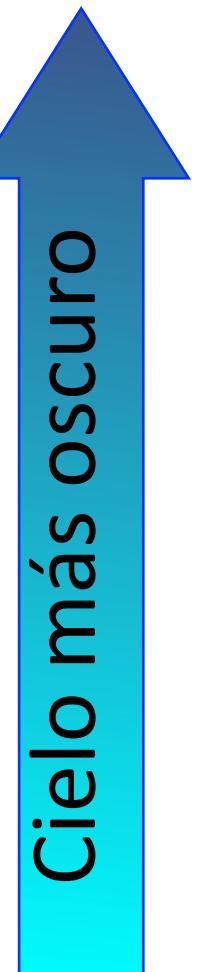
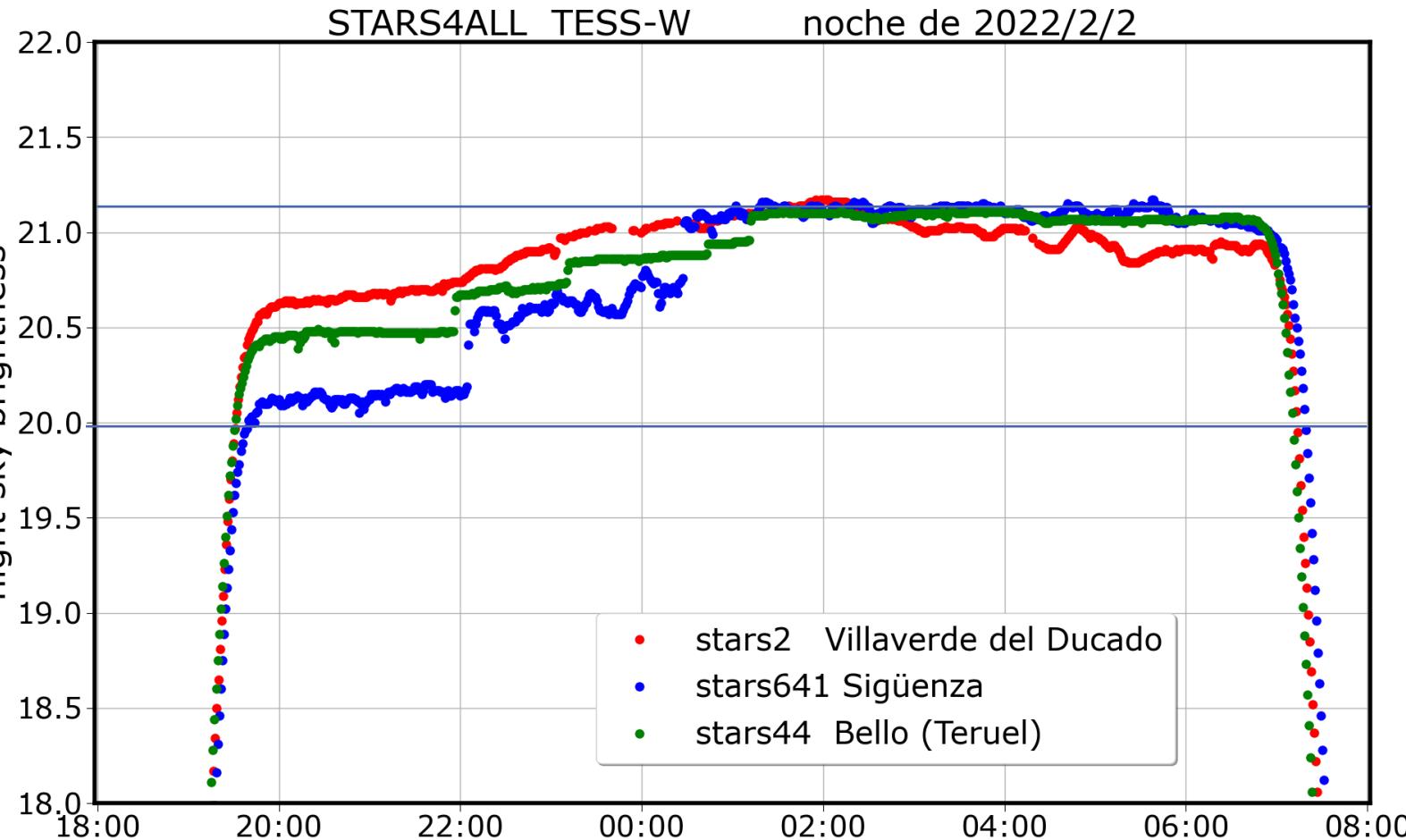


# El cielo que podrían disfrutar en Sigüenza



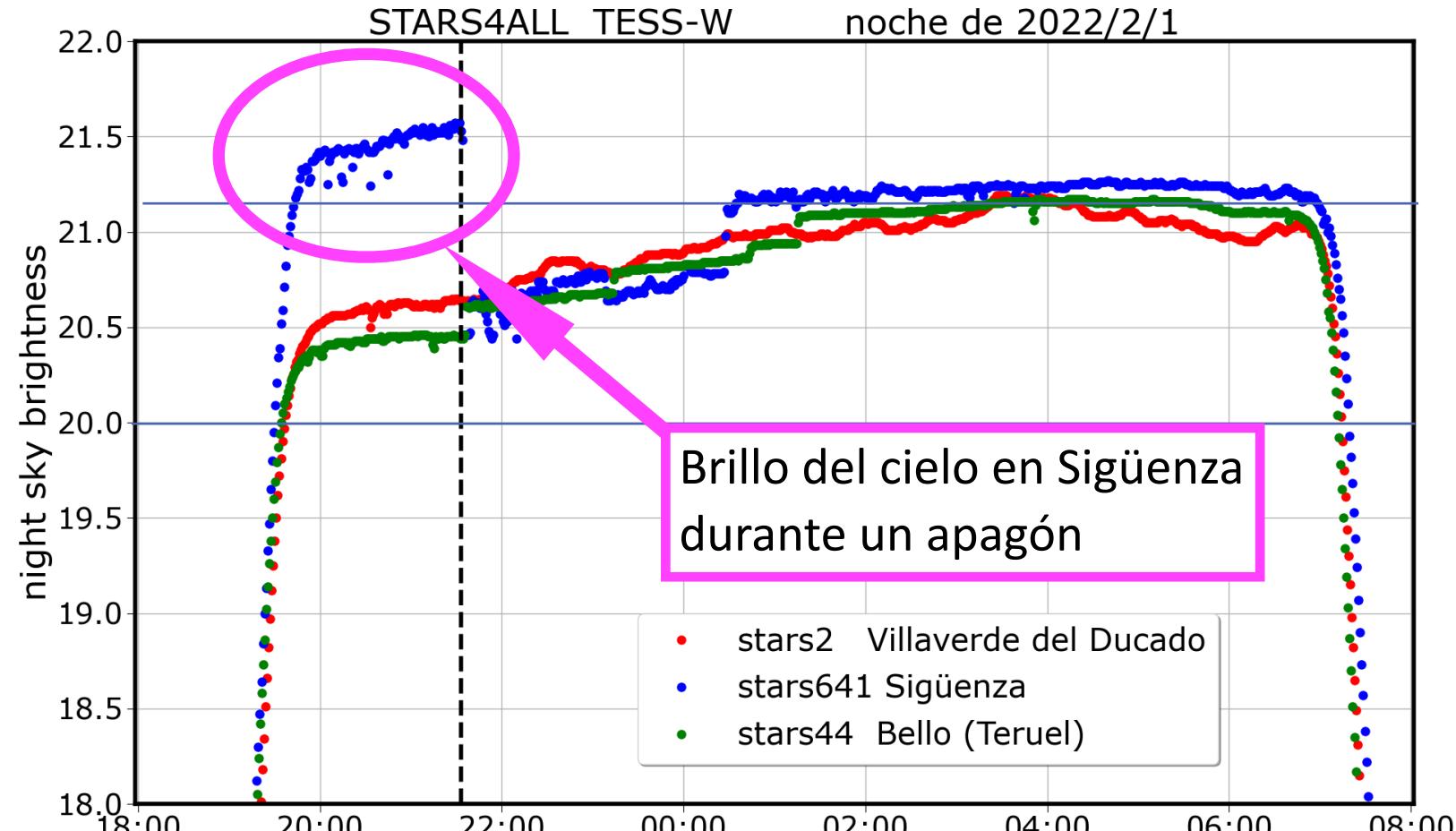
Observaciones en el futuro mirador de estrellas

# Variación del brillo del cielo a lo largo de una noche



La regulación de la potencia o el apagado de luces ornamentales se aprecia en las curvas de variación del brillo del cielo nocturno.

# Variación del brillo del cielo a lo largo de una noche



La regulación de la potencia o el apagado de luces ornamentales se aprecia en las curvas de variación del brillo del cielo nocturno.

# Illuminación ornamental en Molina de Aragón



♂ ...

Las administraciones promocionan los cielos oscuros en [#Guadalajara](#) y montan este espectáculo. El castillo de Molina de Aragón con los colores del parchís ...  
Espero ansioso verlo de verde el día de San Patricio.

[@dipuguadalajara](#) [@GuDiario](#) [@NuevaAlcarria](#) [@gobjccm](#) [@MolinaDeAragon](#)



# Illuminación ornamental en Luzaga

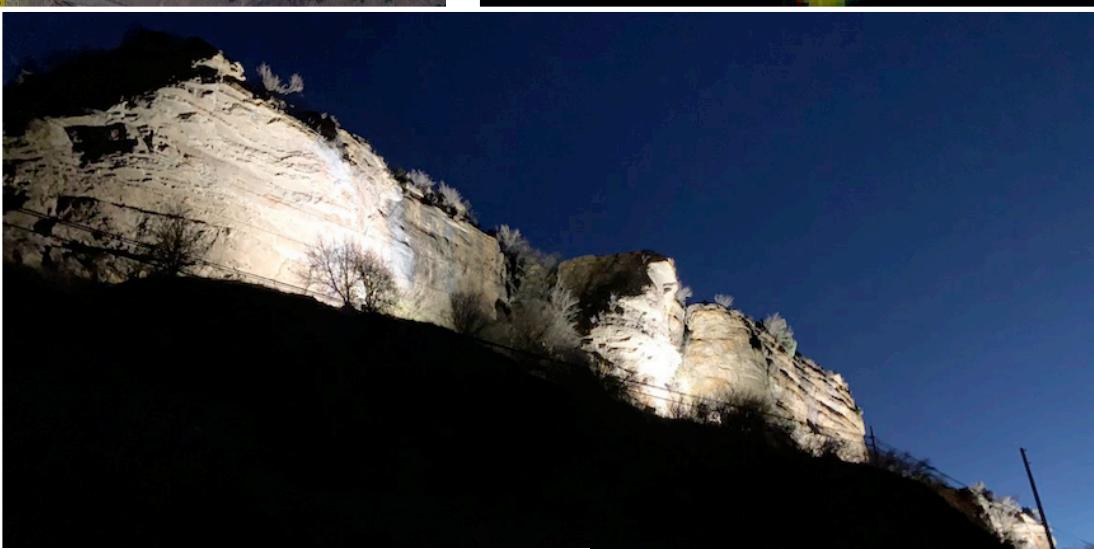
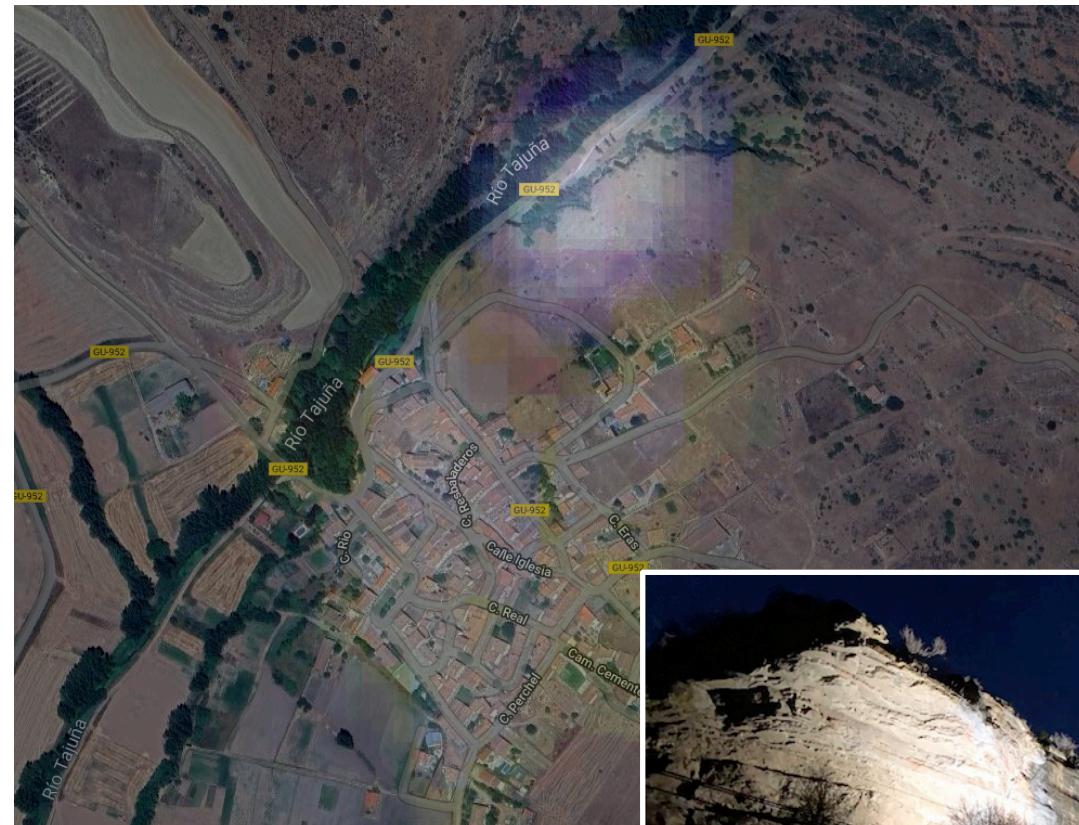
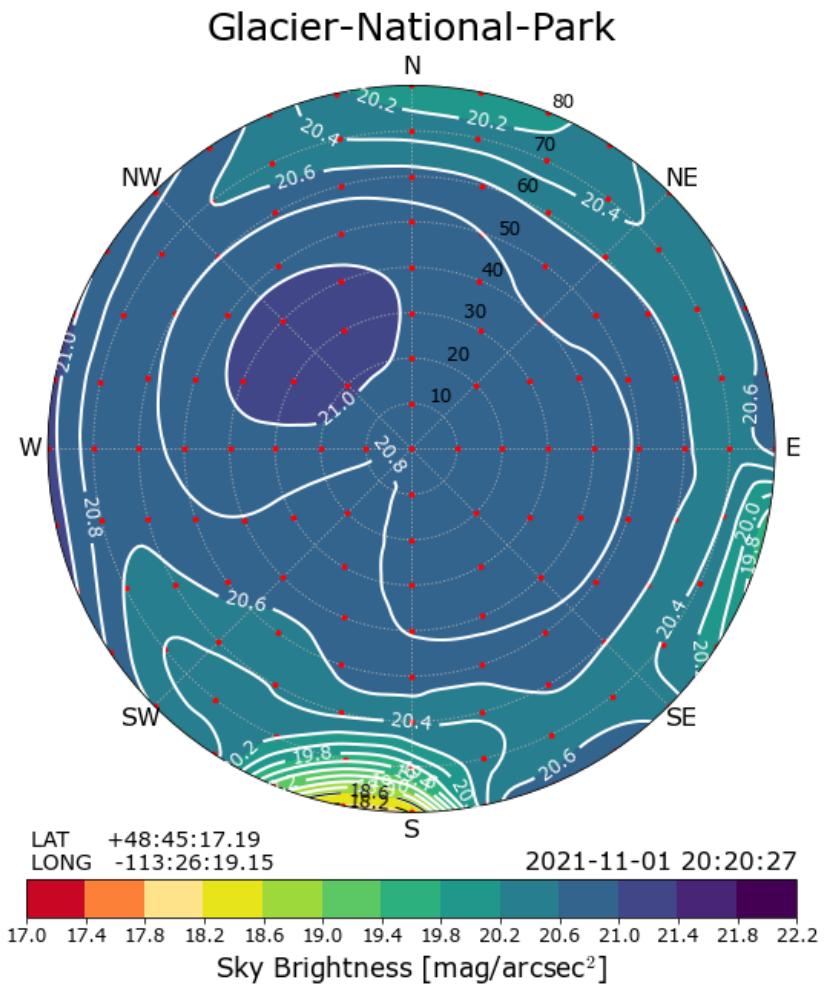


Imagen de satélite donde se aprecian los focos ornamentales.  
El borrón de luz procede de un farallón fuera del pueblo.

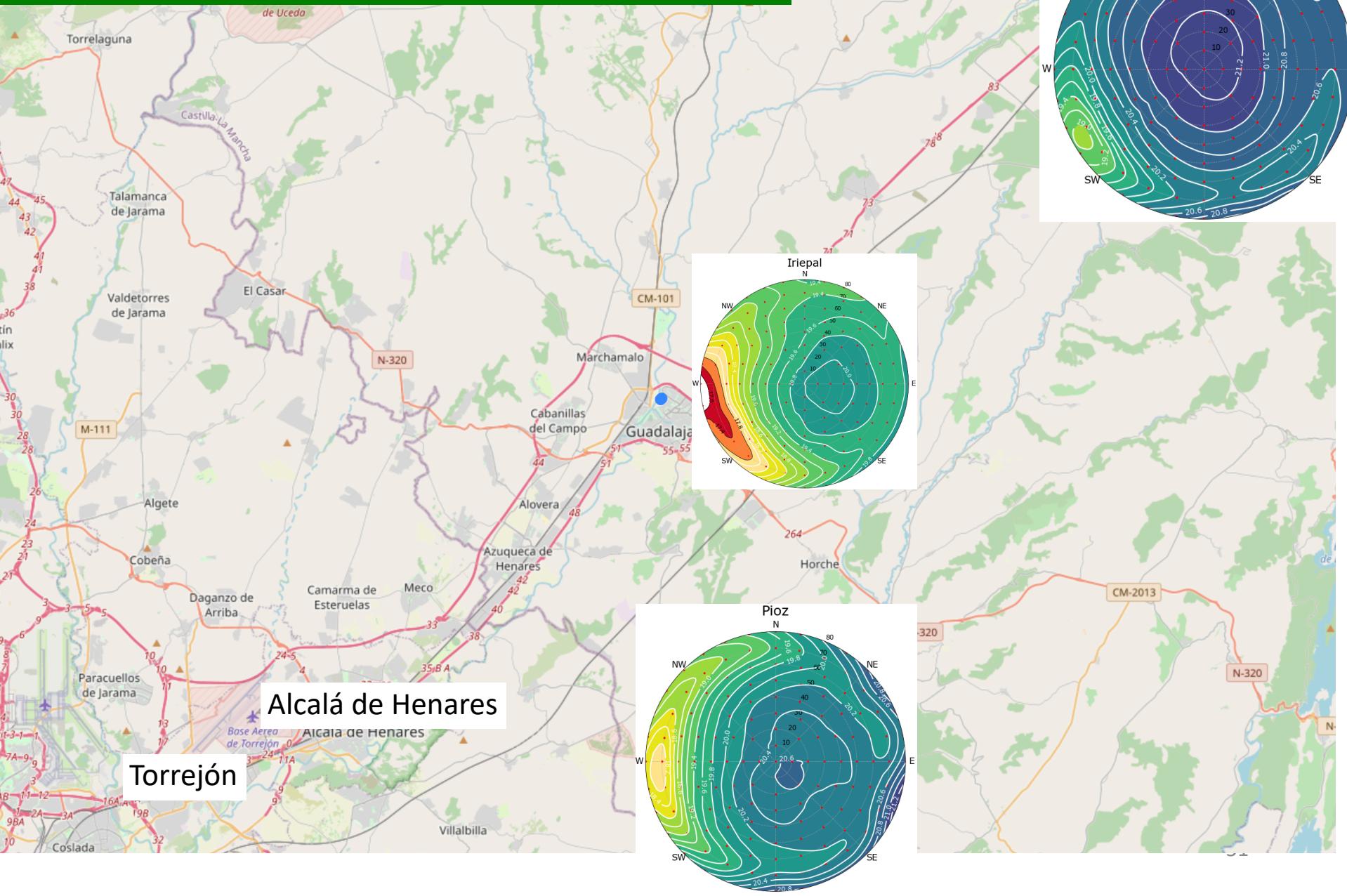


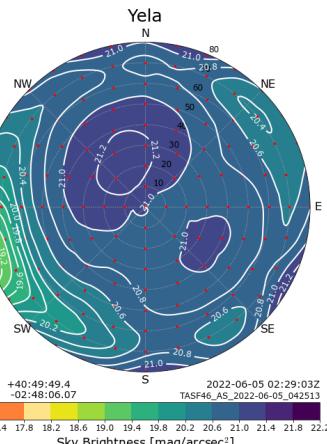
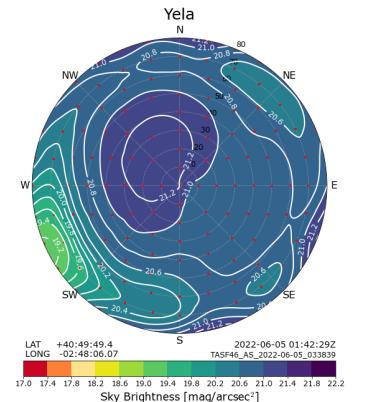
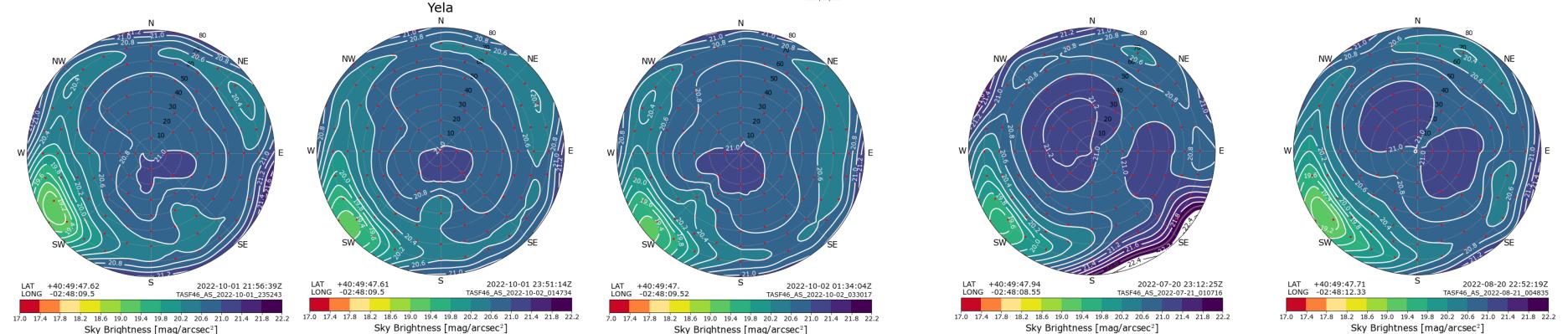
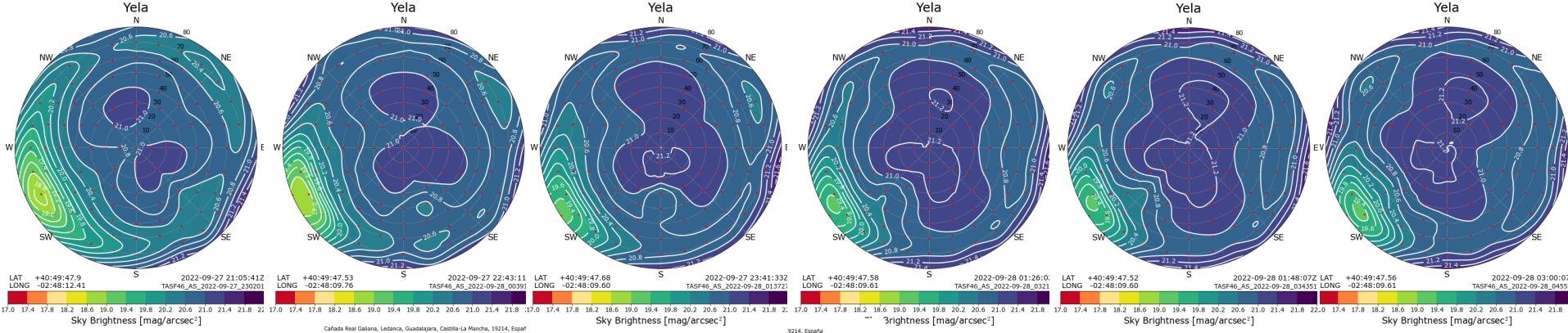
# Fotómetro TAS para barrido automático del cielo



<https://guaix.fis.ucm.es/tess/models>

# Los mapas de brillo de cielo muestran las fuentes de la contaminación lumínica



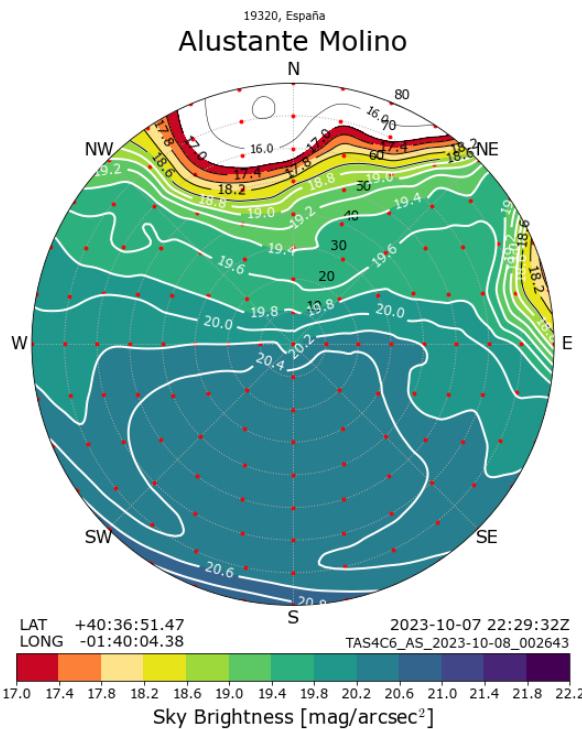


Medidas en diferentes fechas y horas de la noche para descubrir la aparición de nuevos focos y determinar la evolución de la contaminación lumínica.

# Fernando L. García Isidoro

## Agrupación Astronómica Complutense

# Monitorizando el cielo de Guadalajara



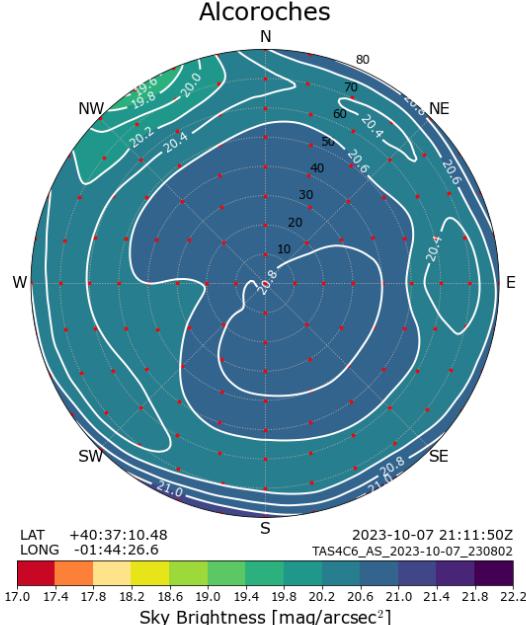
Observaciones de José Antonio Rodríguez en el futuro mirador de estrellas de Alustante



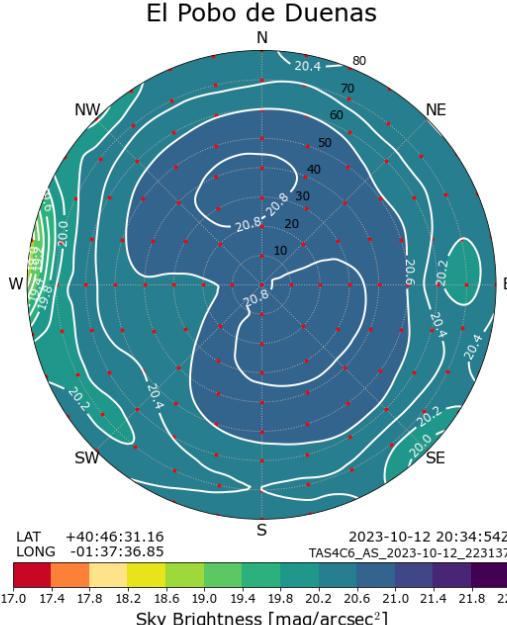
- Mirador y molino iluminado no son compatibles.
- Luz ornamental en el horizonte E no ayuda a la experiencia de la noche estrellada

# Observaciones NixNox de José Antonio Rodríguez

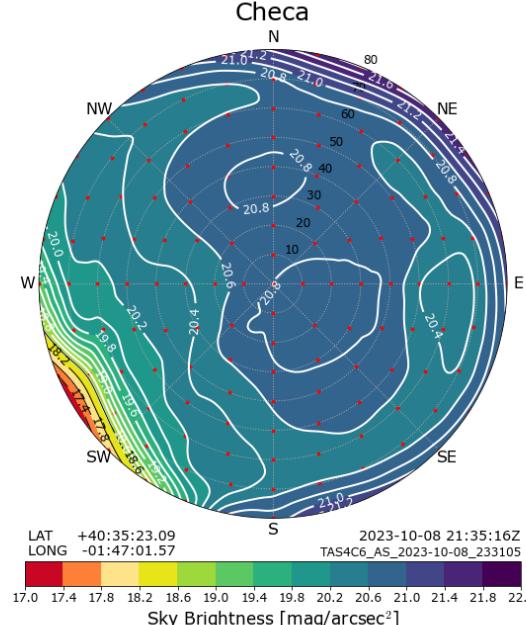
Alcoroches, Señorío de Molina, Guadalajara, Castilla-La Mancha, 19320, España



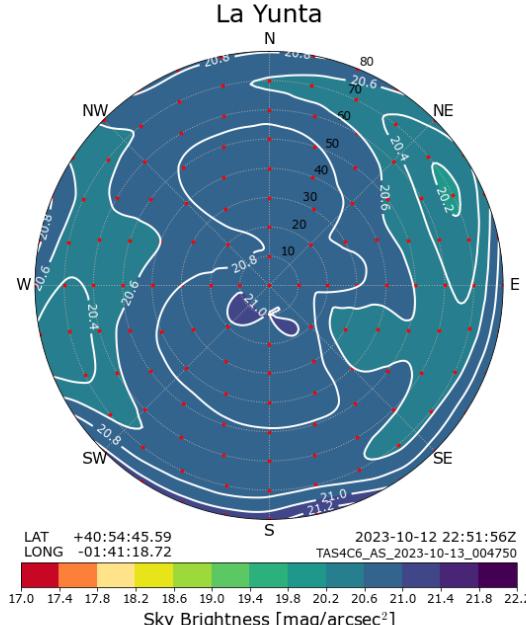
Camino del Cid, El Pobo de Dueñas, Señorío de Molina, Guadalajara, Castilla-La Mancha, 19327, España



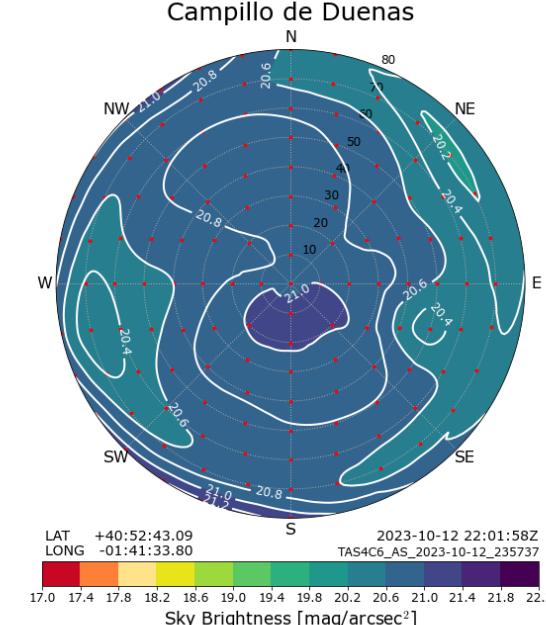
Checa, Señorio de Molina, Guadalajara, Castilla-La Mancha, 19310, España



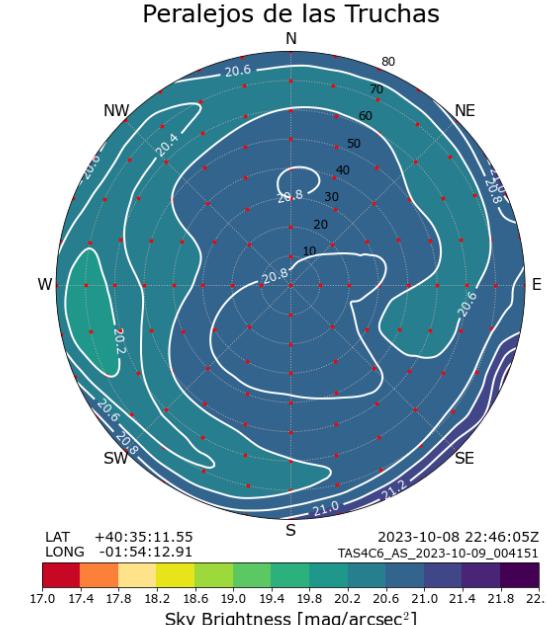
GU-418, La Yunta, Señorío de Molina, Guadalajara, Castilla-La Mancha, España



Guadalajara, Castilla-La Mancha, España



Peralejos de las Truchas, Señorío de Molina, Guadalajara, Castilla-La Mancha, 19313, España



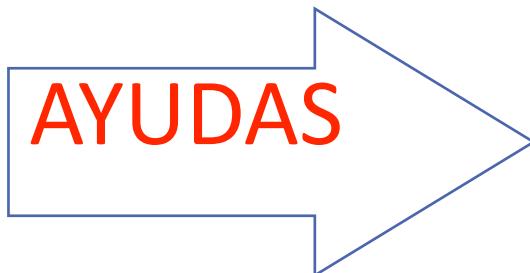
# Cambio de sodio HPS a LEDS blancos



Madrid M-30 cambio de alumbrado de sodio HPS a LED 3000K by Jaime Izquierdo

# La tecnología LED aplicada al alumbrado público

- Los LEDs son más eficientes transformando electricidad en luz.
- La óptica de los LEDs permite dirigir la luz al lugar que debe ser iluminado.
- Existen LEDs de diferentes colores. La eficiencia es prácticamente la misma:  
+5% en LED ámbar 2200K frente LED de 3000K.
- Se encienden y apagan instantáneamente y se puede regular su brillo
- Fácilmente controlables mediante telegestión, redes inteligentes ...



**FONDO NACIONAL DE  
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**Proyectos Singulares - Alumbrado Municipal**

 GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

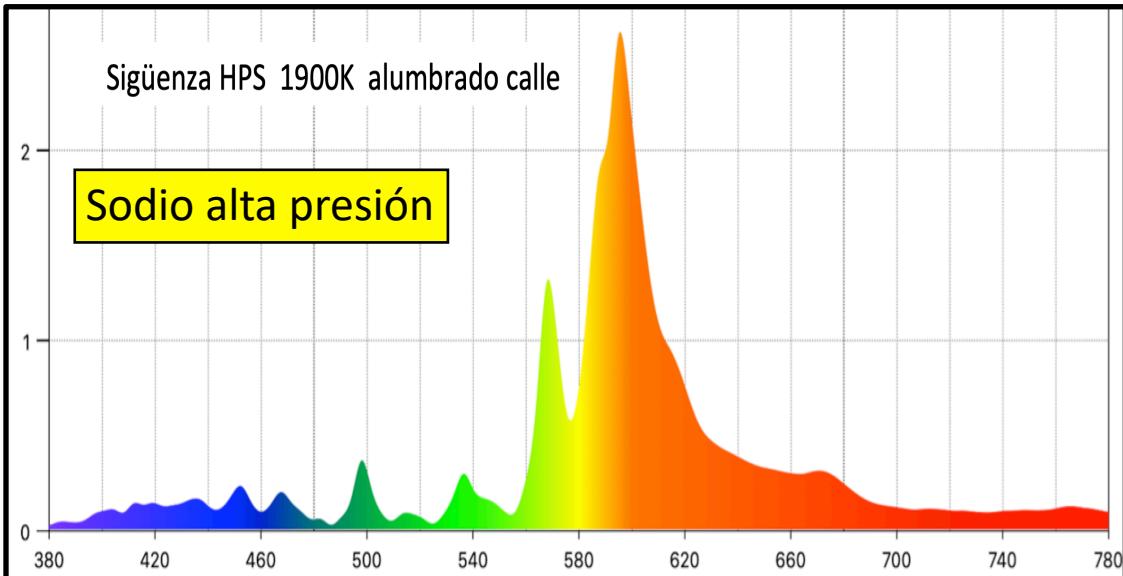
 **IDAE**  
Instituto para la Diversificación  
y Ahorro de la Energía

Los LEDs muy blancos son muy contaminantes  
(tienen mayor impacto en el cielo nocturno, la fauna y la salud humana)

# Espectro de las farolas del alumbrado público

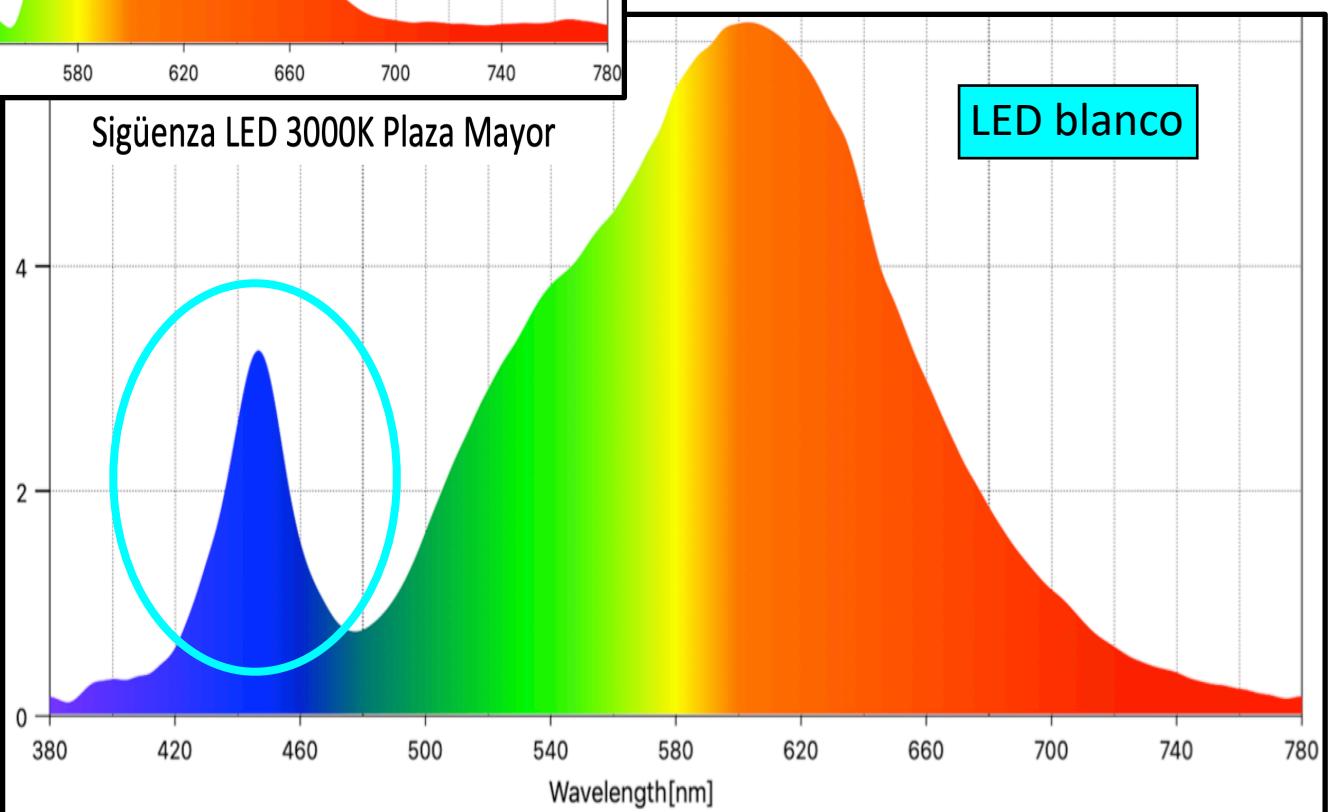
Sigüenza HPS 1900K alumbrado calle

Sodio alta presión



Sigüenza LED 3000K Plaza Mayor

LED blanco



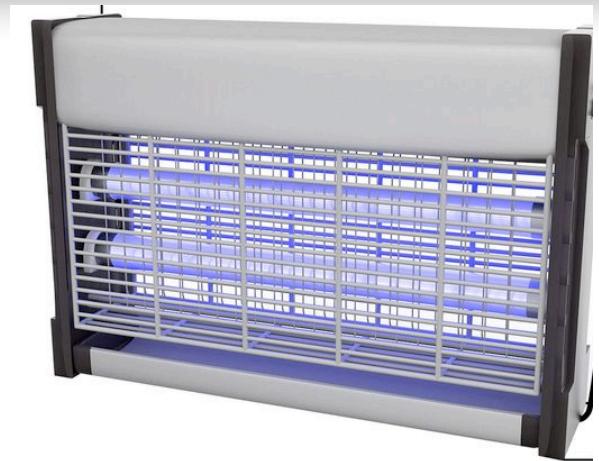
# Los colores de los LEDs

2700K 3000K 4000K 5000K



También existen LEDs más cálidos con menos luz azul.

# Atracción de los insectos nocturnos por la luz azul



Macgregor CJ, Pocock MJO, Fox R, Evans DM.

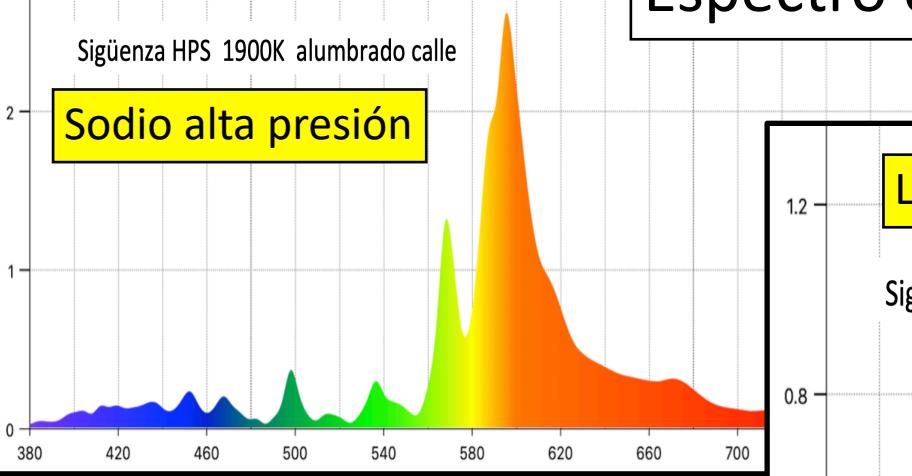
Effects of street lighting technologies on the success and quality of pollination in a nocturnally pollinated plant. *Ecosphere*. 2019;10: e02550

# Hay que evitar los LEDs blancos

## Espectro de farolas del alumbrado público

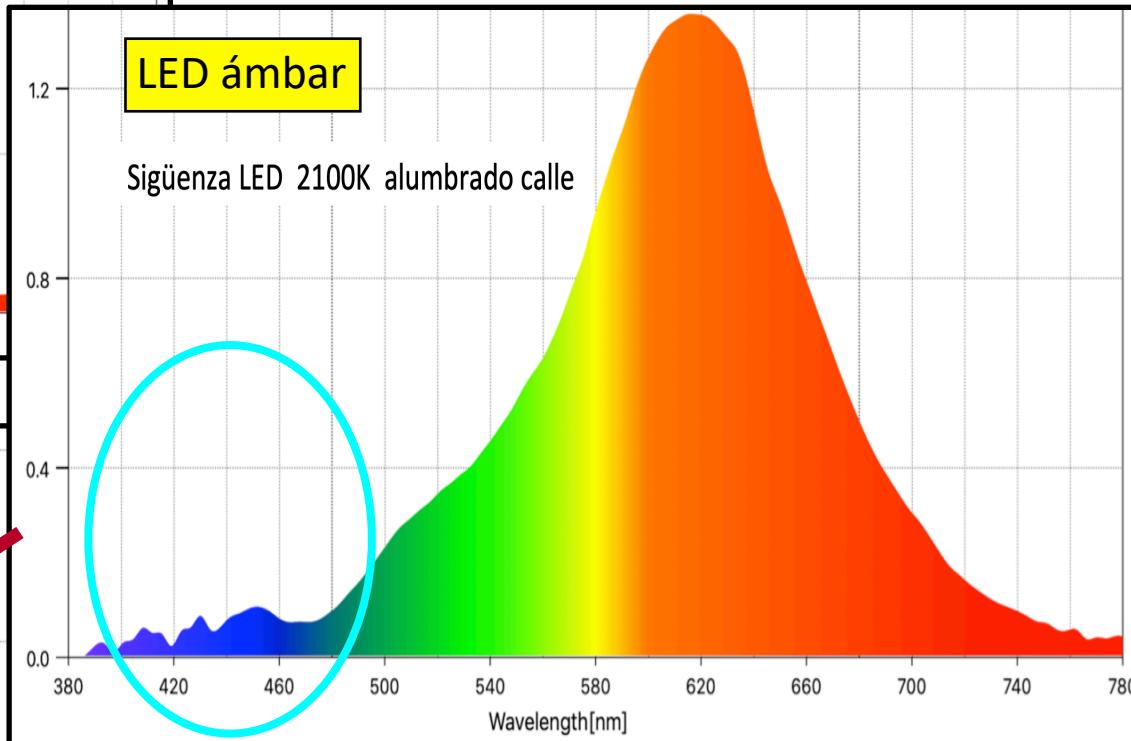
Sigüenza HPS 1900K alumbrado calle

Sodio alta presión



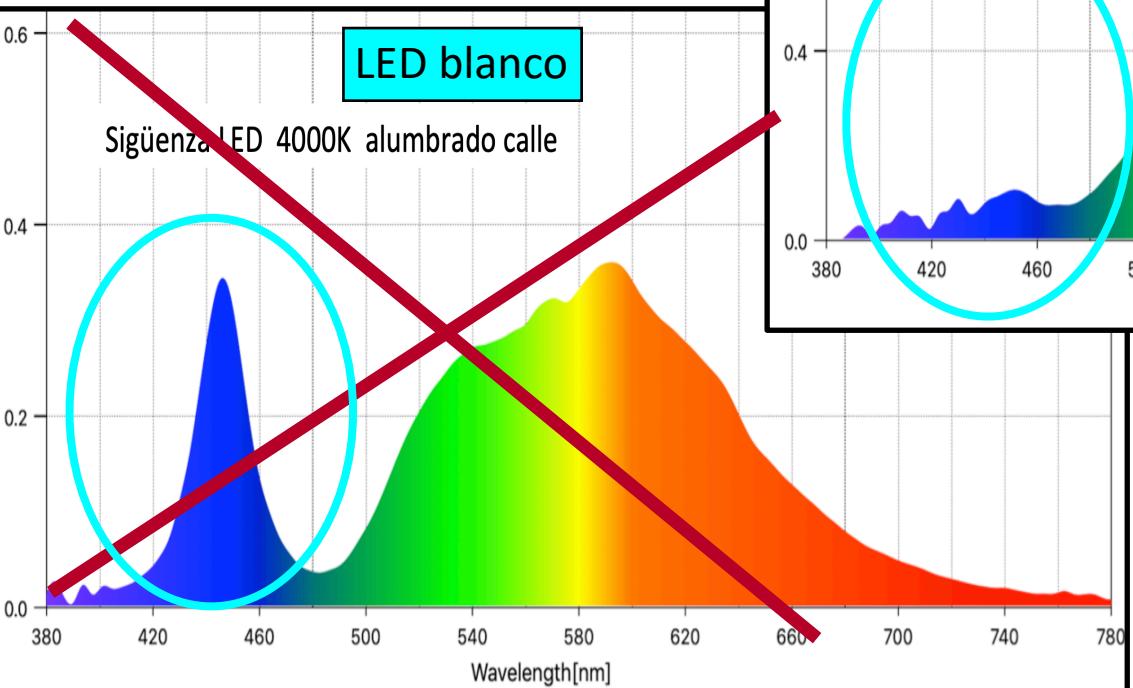
LED ámbar

Sigüenza LED 2100K alumbrado calle

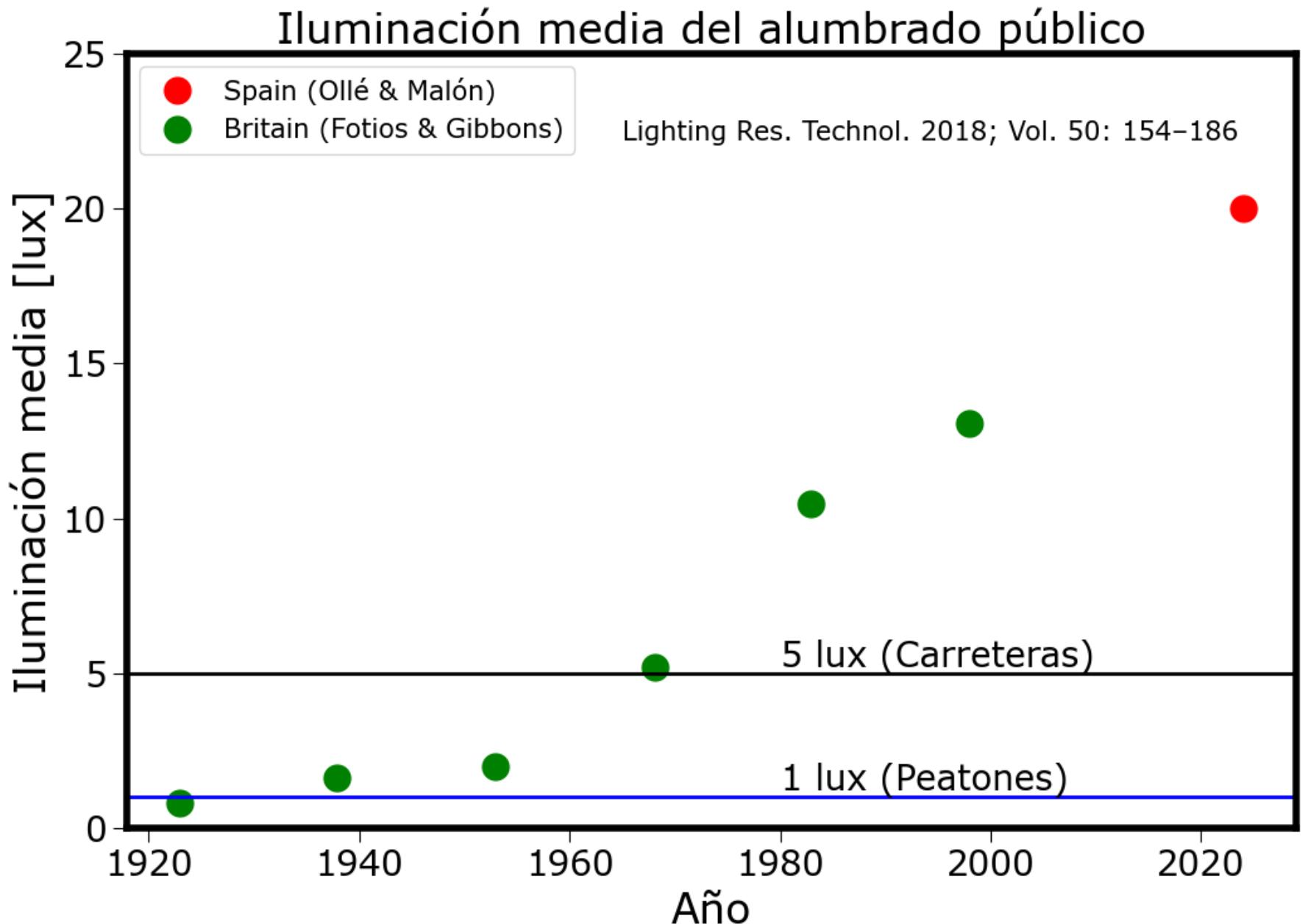


LED blanco

Sigüenza LED 4000K alumbrado calle

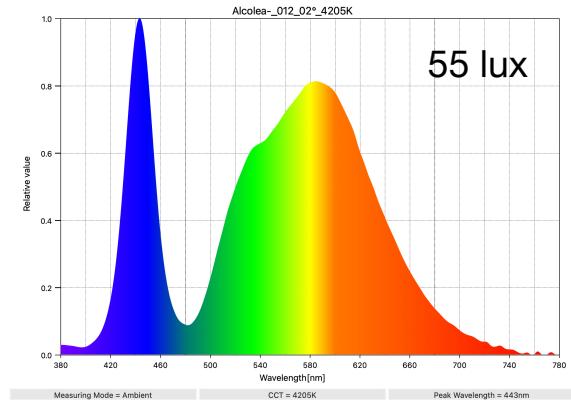
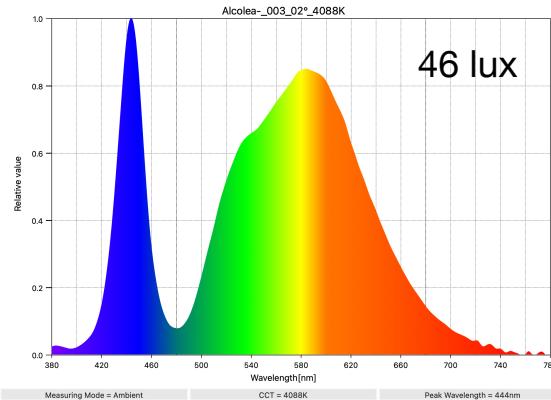
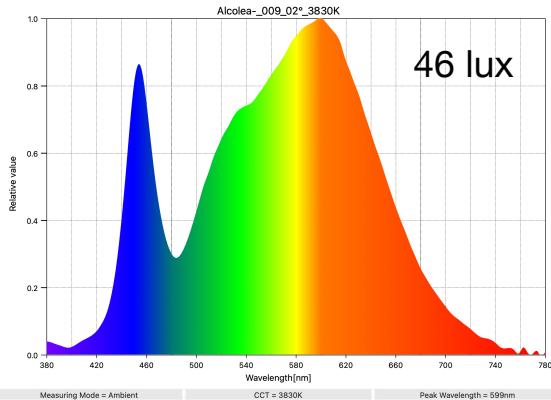
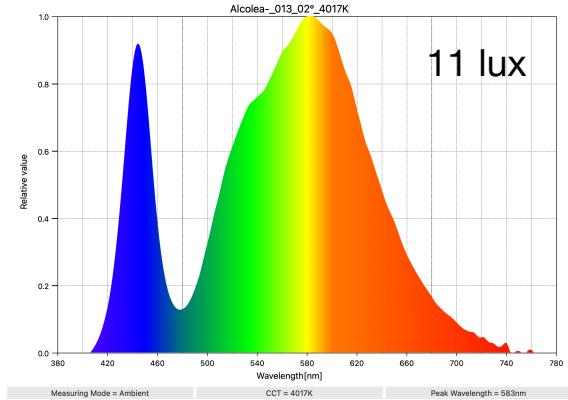
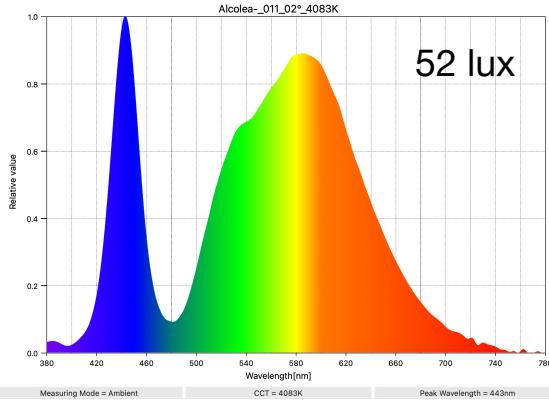
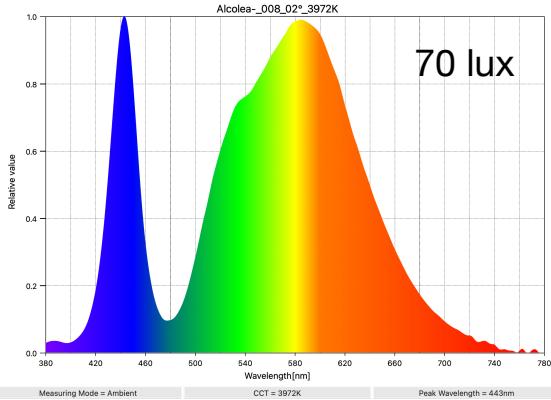


# ¿Cuánta luz es necesaria en las calles?



# ¿Cuánta luz tenemos en las calles?

## Luminarias del alumbrado público de Alcolea del Pinar

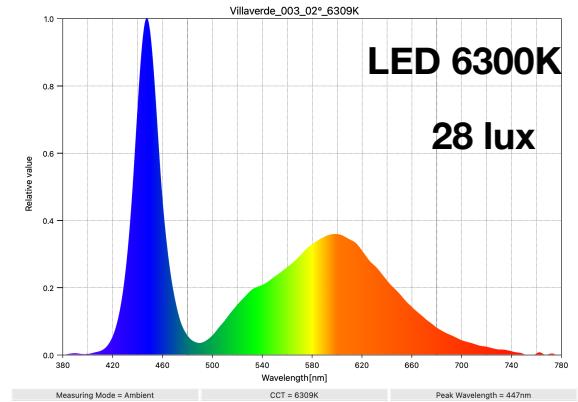
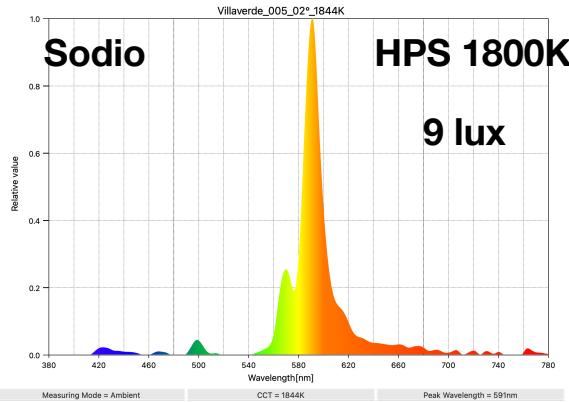
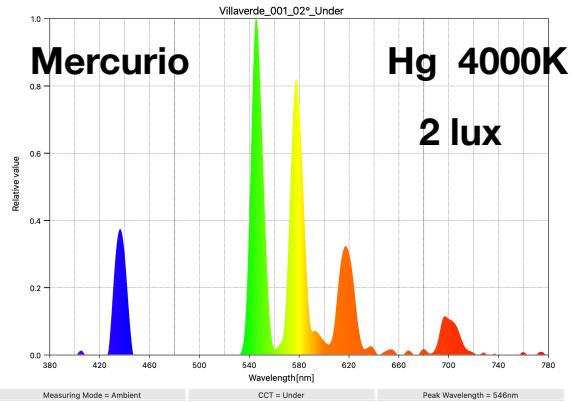
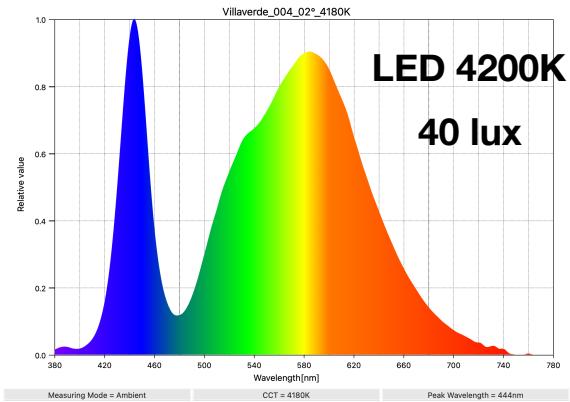
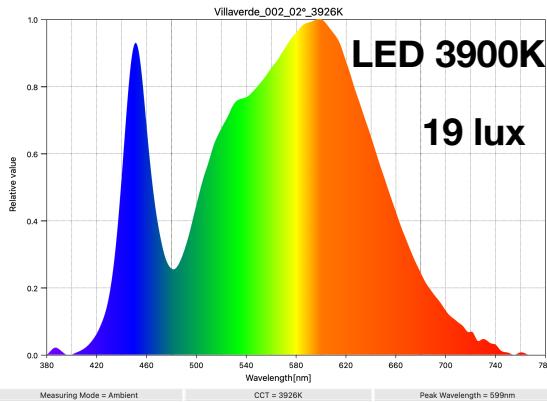
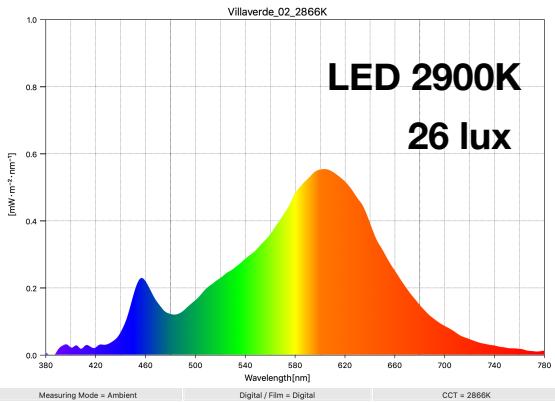


LEDs 4000K

Sekonik spectrophotometer C-7000  
Jaime Zamorano (UCM) 2024/07/31 23h

# ¿Cuánta luz tenemos en las calles?

## Luminarias del alumbrado público de Villaverde del Ducado



# Reducción de la contaminación lumínica

- La única forma real de reducir la contaminación lumínica es disminuir las emisiones de luz. Sobre todo las emisiones hacia el suelo.
  - bajando los niveles medios de iluminación.
  - cada autorización de nuevas instalaciones a cuenta de bajar el mismo número de lúmenes en las ya existentes.
- ¿Cómo se reducen emisiones en los municipios? Estableciendo horarios y niveles de brillo. Los drivers de los LED permiten eso fácilmente.
- Objetivo descontaminar: invirtiendo el aumento de emisiones (2% aprox. por año) durante los próximos diez años, bajando las emisiones un 2% cada año.

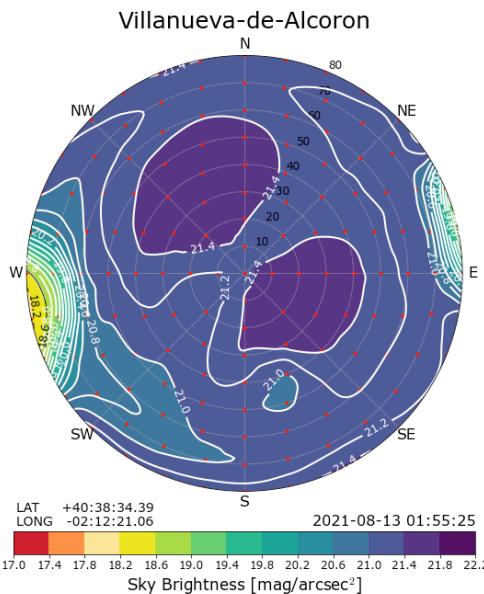
Tendríamos en 2034 en los niveles de CL de 2014 (Salvador Bará et al.).

Hay que tratar a la luz como un contaminante más y establecer líneas rojas. La luz emitida no debe superar esos límites.

Science

**Light pollution is skyrocketing**  
Fabio Falchi and Salvador Bará

# El ejemplo de Villanueva de Alcorón



- En este pueblo han decidido sacar partido de sus excelentes cielos nocturnos para potenciar el turismo rural.
- Su ayuntamiento busca proteger la visión del cielo estrellado para sus habitantes y los turistas.
- Es un ejemplo a seguir ya que no se conforman con la certificación STARLIGHT sino que quieren mejorar las condiciones de observación. (gracias especiales a Magel) 65

# Resumen para llevarse a casa

- **El cielo oscuro y estrellado**
  - Es un patrimonio cada vez más escaso y
  - Tenemos el deber de preservarlo.
- **La iluminación artificial nocturna**
  - Es antinatural. La noche es necesaria.
  - Produce un impacto como cualquier contaminación.
  - Debe ser controlada: ¿qué y cómo iluminamos?  
¿a qué horas? ¿con qué intensidad y color?
- **La contaminación lumínica**
  - No sólo afecta a la astronomía.
  - Actúa a largas distancias. Es un problema global.
  - Objetivo: descontaminar los cielos contaminados

Hay que tratar a la luz como un contaminante más y establecer líneas rojas.  
La luz emitida no debe superar esos límites.

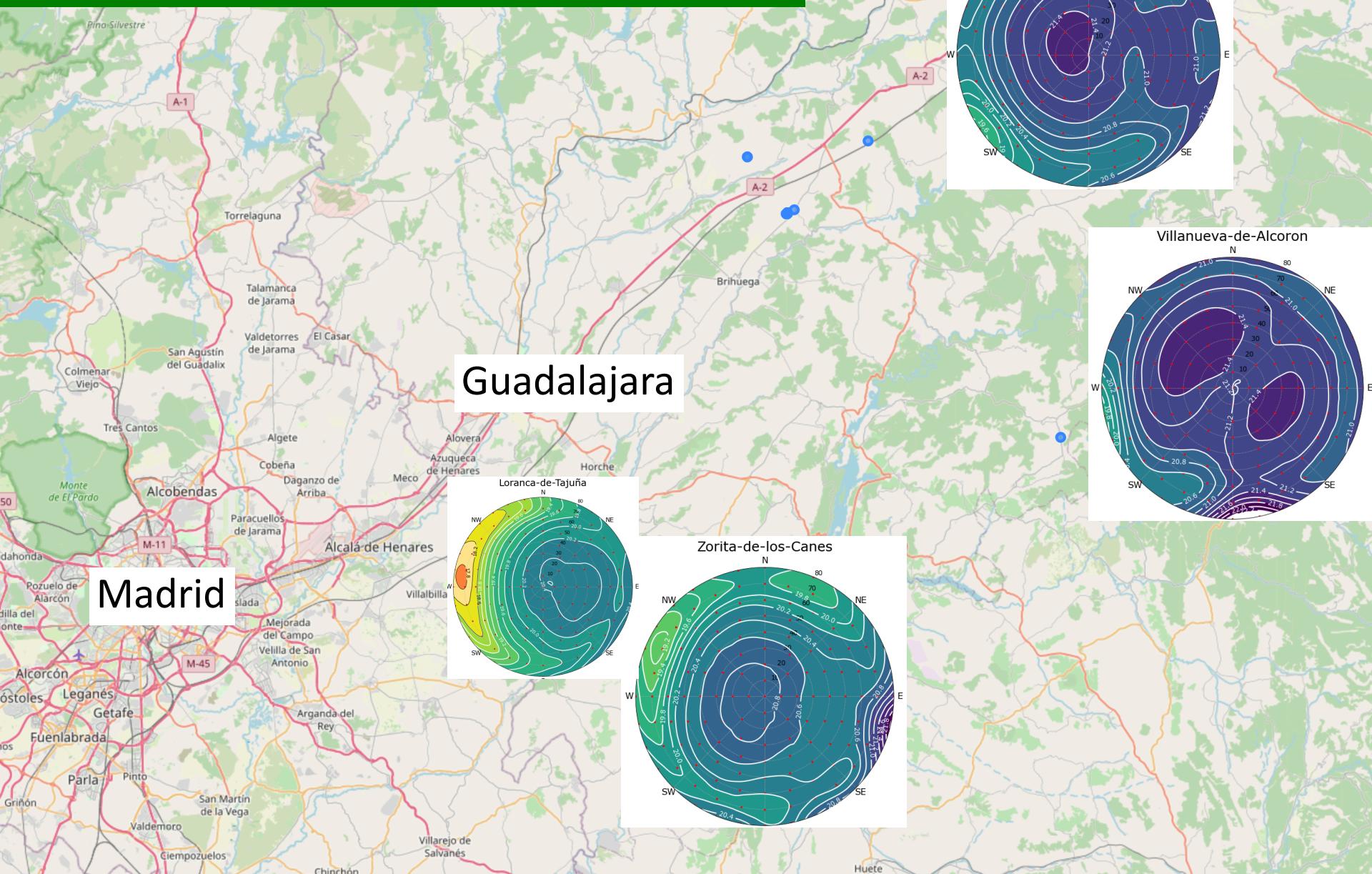
Science

**Light pollution is skyrocketing**  
Fabio Falchi and Salvador Bará

SCIENCE, Vol 379, Issue 6629, pp. 234-235, 19 Jan 2023,

## Transparencias para el debate

# Los mapas de brillo de cielo muestran las fuentes de la contaminación lumínica



# ¿ Son los LEDs la solución o aumentan el problema?

CHULILLA mayo 2012



HPS

(sodio de alta presión)

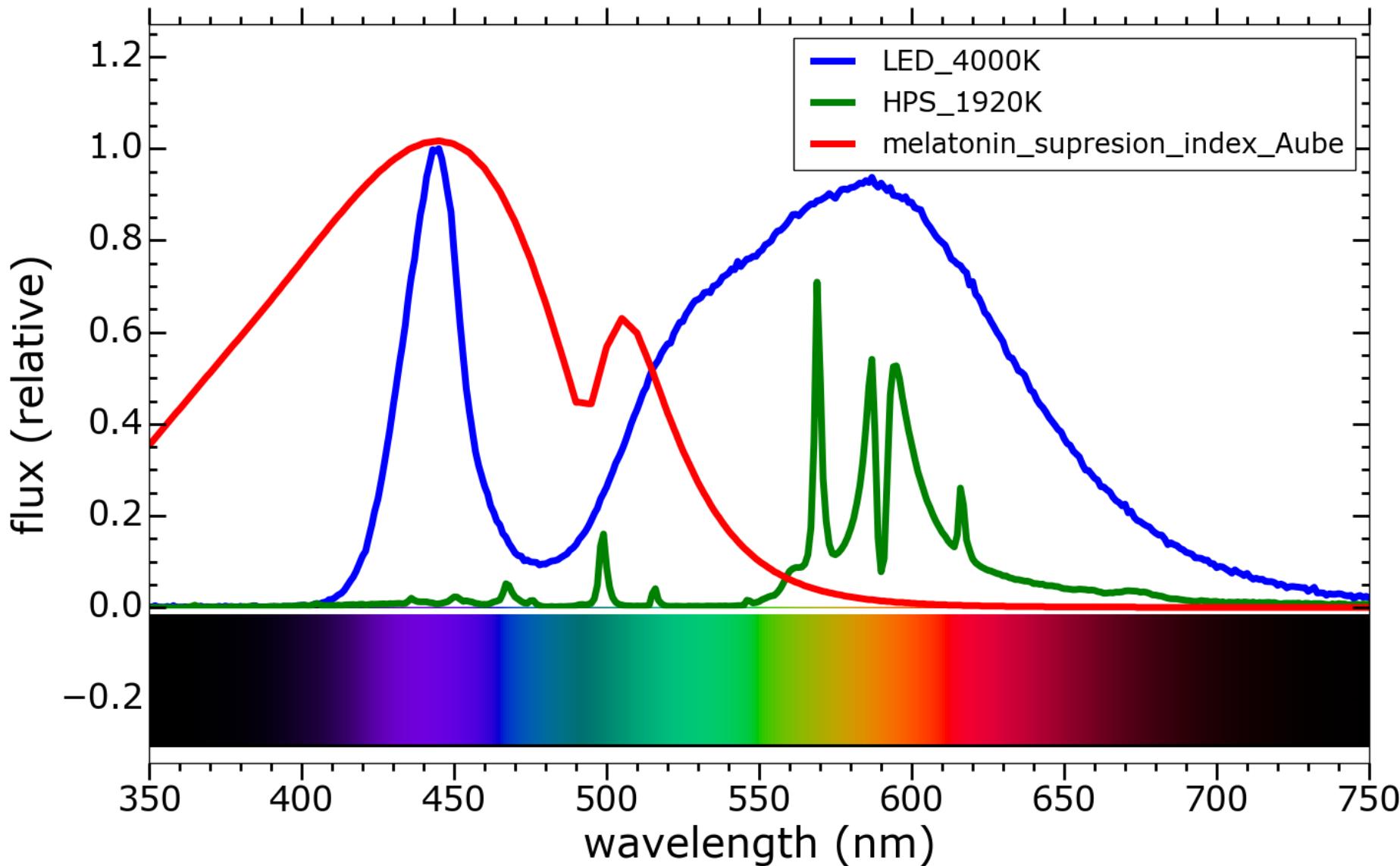
CHULILLA diciembre 2013



LED

(Light emitting diode)

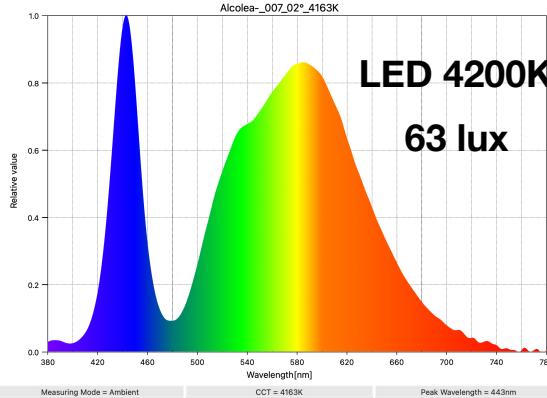
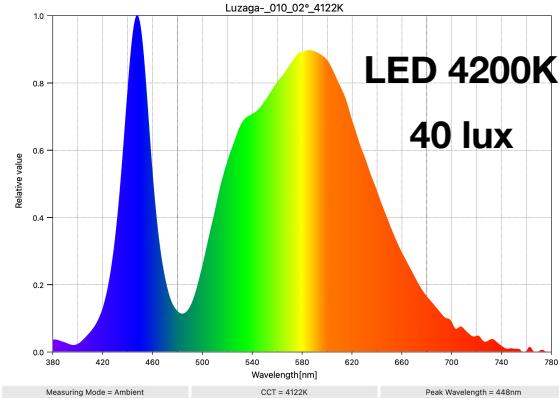
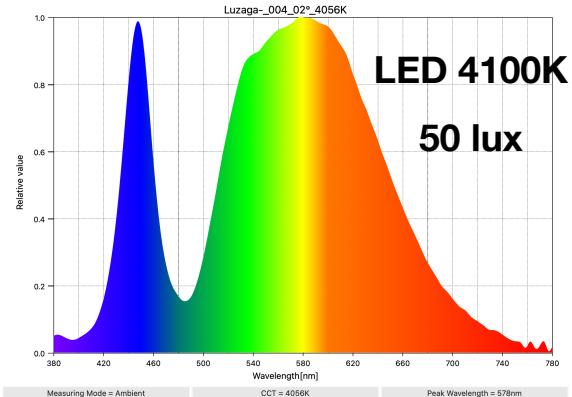
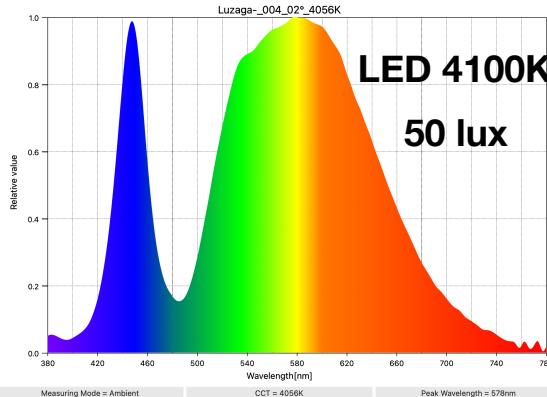
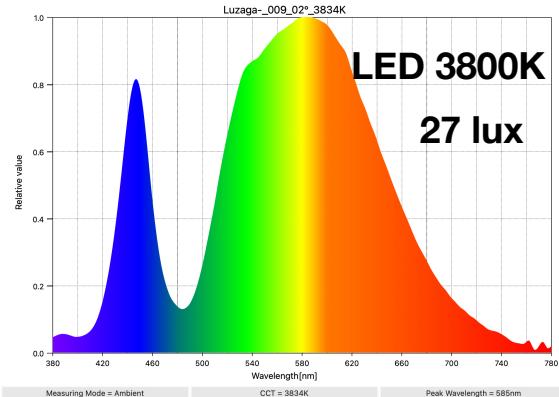
# Índice de supresión de la melatonina y LEDs blancos



La componente azul de los LEDS y el índice de la supresión de la melatonina están en la misma región del espectro.

# ¿Cuánta luz tenemos en las calles?

## Luminarias del alumbrado público de Luzaga



# Contaminación Lumínica en titulares

- El aumento de la luz artificial de noche conlleva un crecimiento de sus impactos negativos.
- Los astrónomos fueron los primeros en notar sus efectos y por eso los observatorios se movieron a lugares cada vez más alejados de las grandes urbes.
- La mayor eficiencia de la tecnología de alumbrado ha resultado en aumento de las zonas iluminadas en lugar de ahorro.
- Estamos asistiendo a la pérdida de la oscuridad natural de la noche.
- La contaminación lumínica es un problema medioambiental. La vida en la tierra ha evolucionado con luz solar de día y con luz de la luna y las estrellas de noche.
- La introducción de luz artificial en niveles miles de veces superiores a los naturales afecta al comportamiento animal.
- Los animales (incluidos los humanos) disminuyen la producción de melatonina que es una hormona fundamental para regular nuestro reloj interno.
- No basta con contaminar menos por ejemplo evitando iluminar hacia arriba. Cualquier nuevo punto de luz es un foco contaminante.
- Hay que tratar a la luz como un contaminante más y establecer líneas rojas. La luz emitida no debe superar esos límites.

Science

**Light pollution is skyrocketing**  
Fabio Falchi and Salvador Bará

SCIENCE, Vol 379, Issue 6629, pp. 234-235, 19 Jan 2023,



# Observatorio Astronómico de Calar Alto

@ObsCalarAlto

Noche del 28 de abril



apagón 2025/04/28

Noche del 29 de abril



# Observatorio Astronómico de Calar Alto

@ObsCalarAlto

Noche del 28 de abril



apagón 2025/04/28

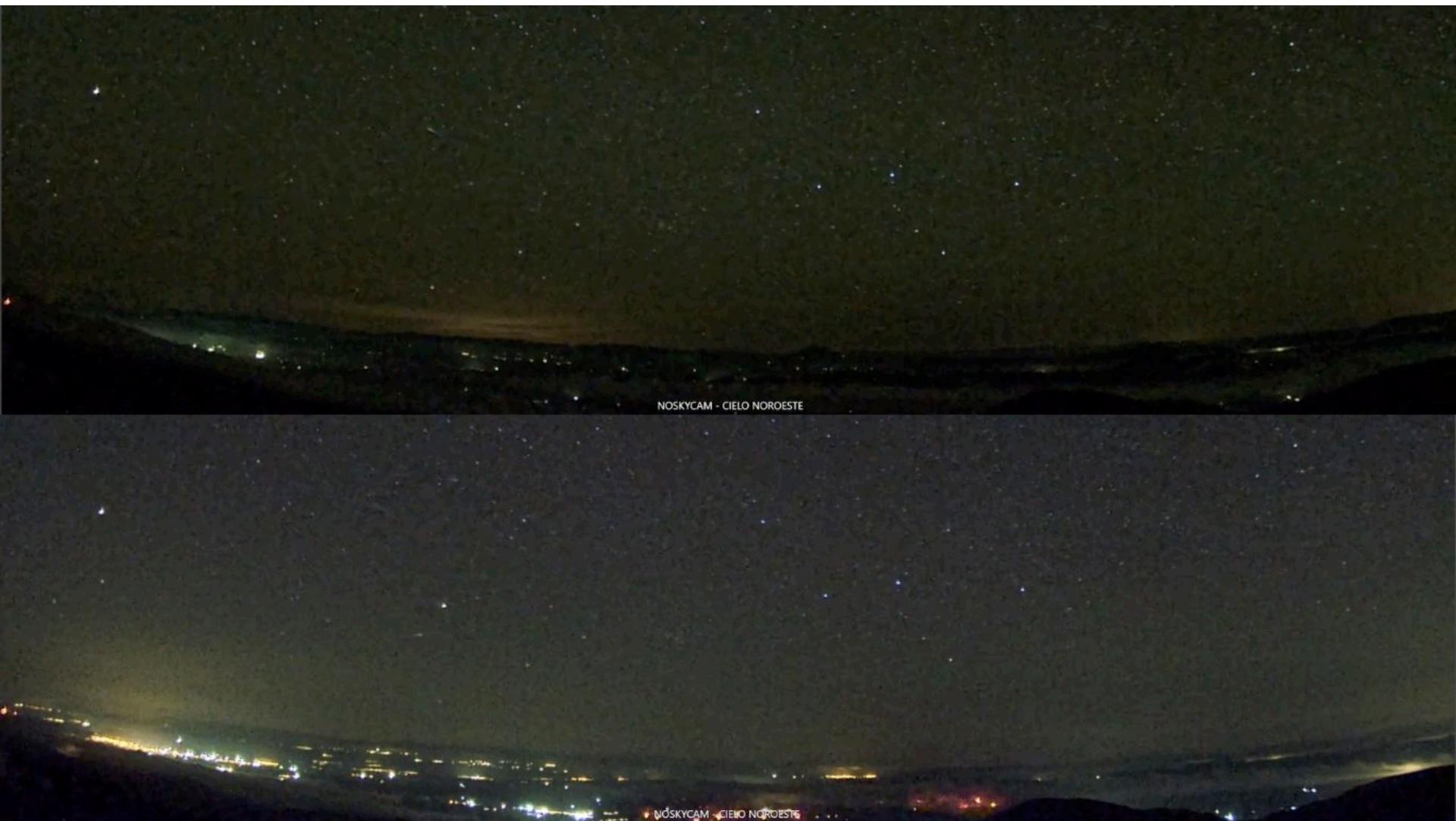
Noche del 29 de abril



# Observatorio Astronómico de Calar Alto

@ObsCalarAlto

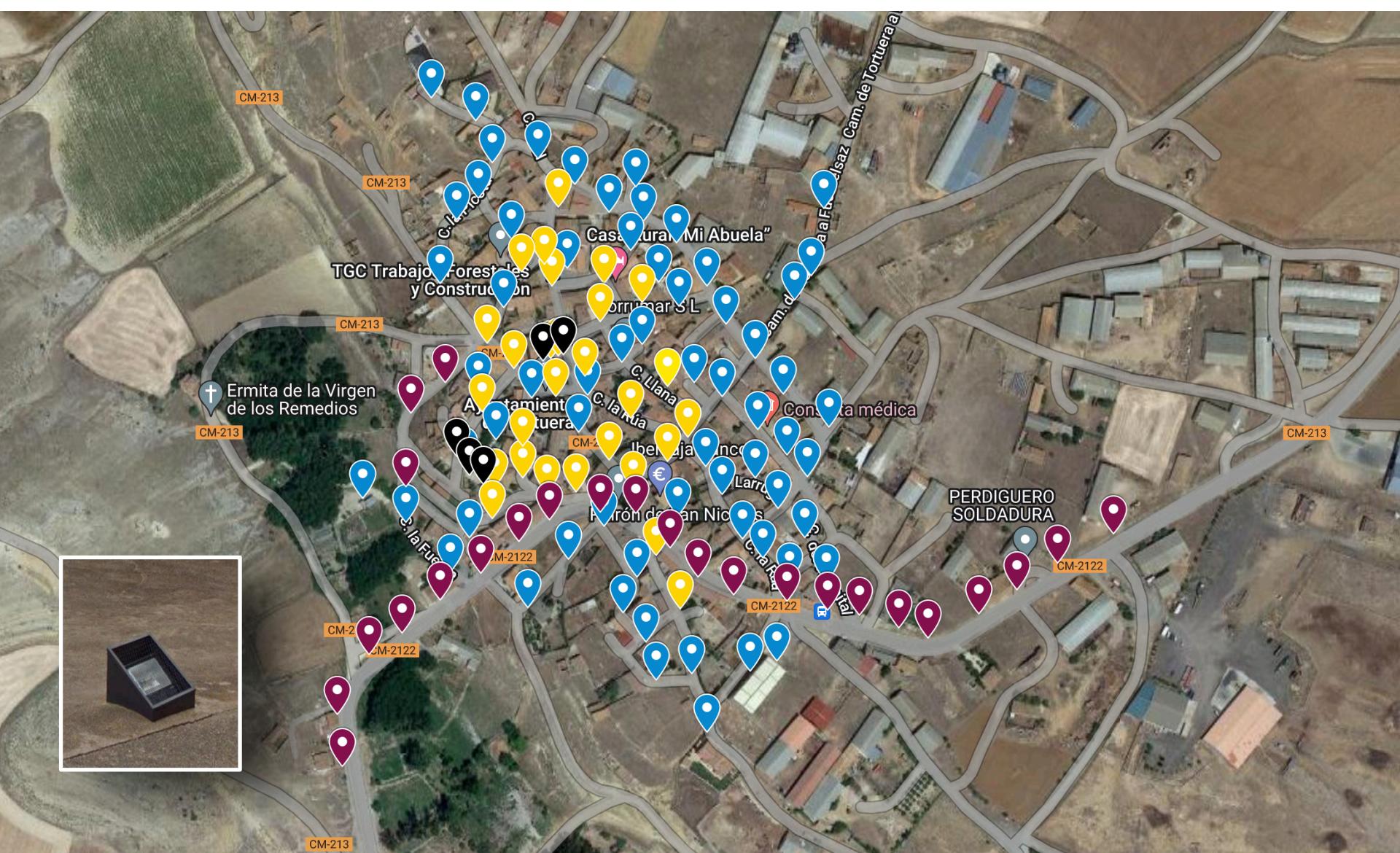
Noche del 28 de abril



apagón 2025/04/28

Noche del 29 de abril

# Alumbrado en Tortuera (Guadalajara)

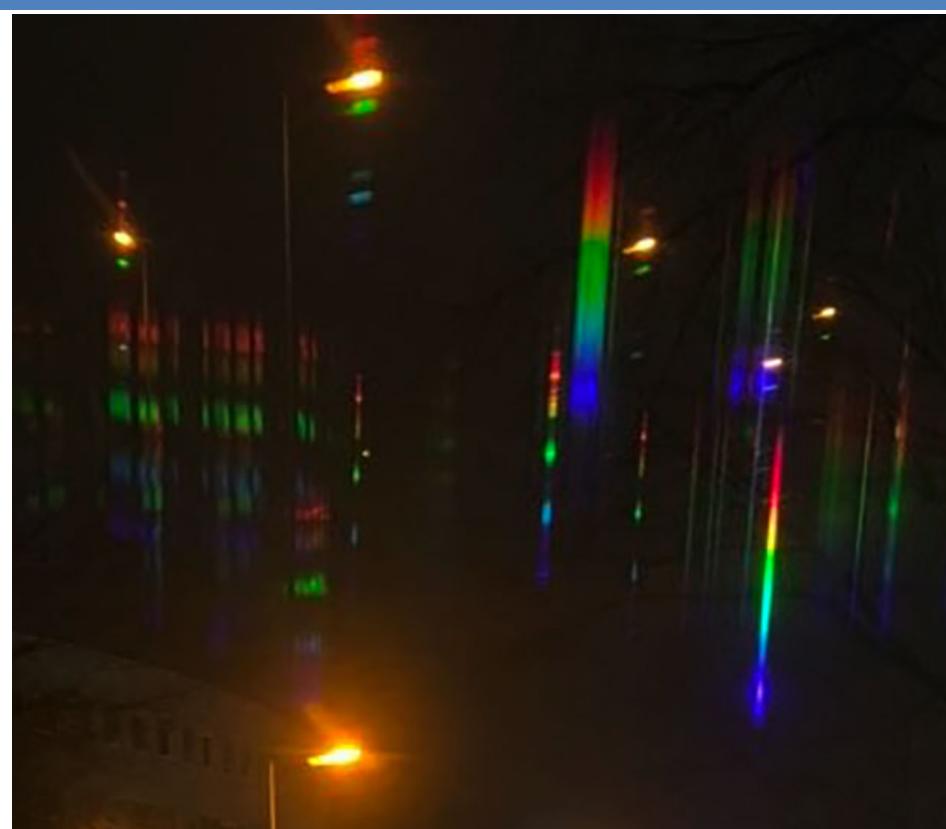
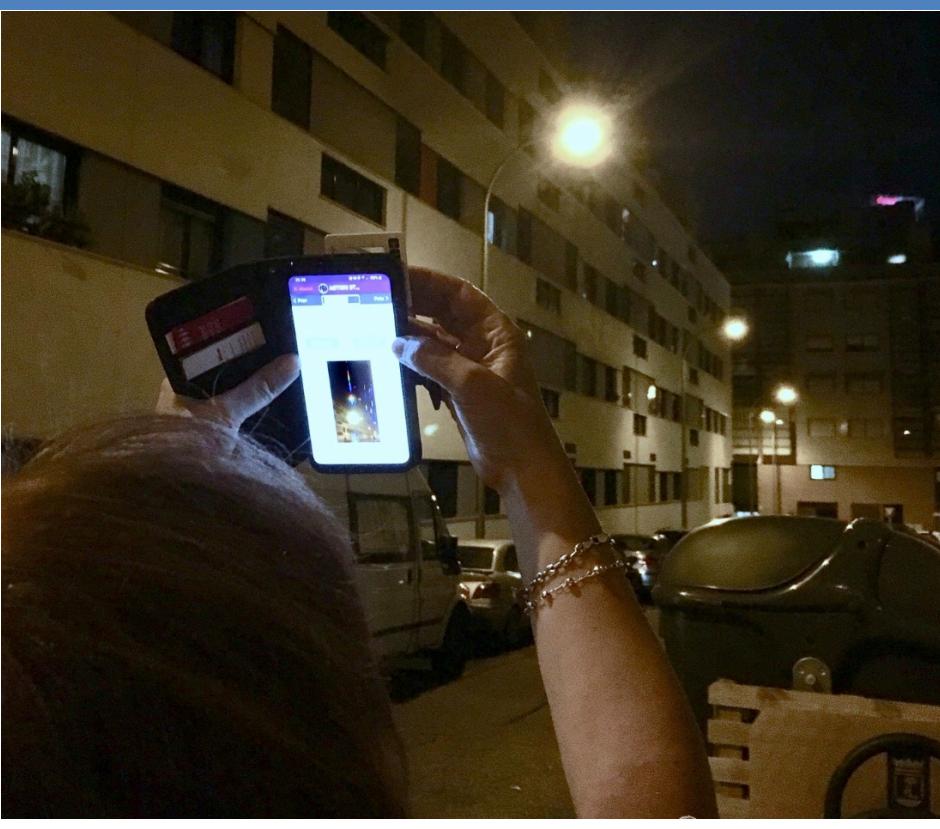


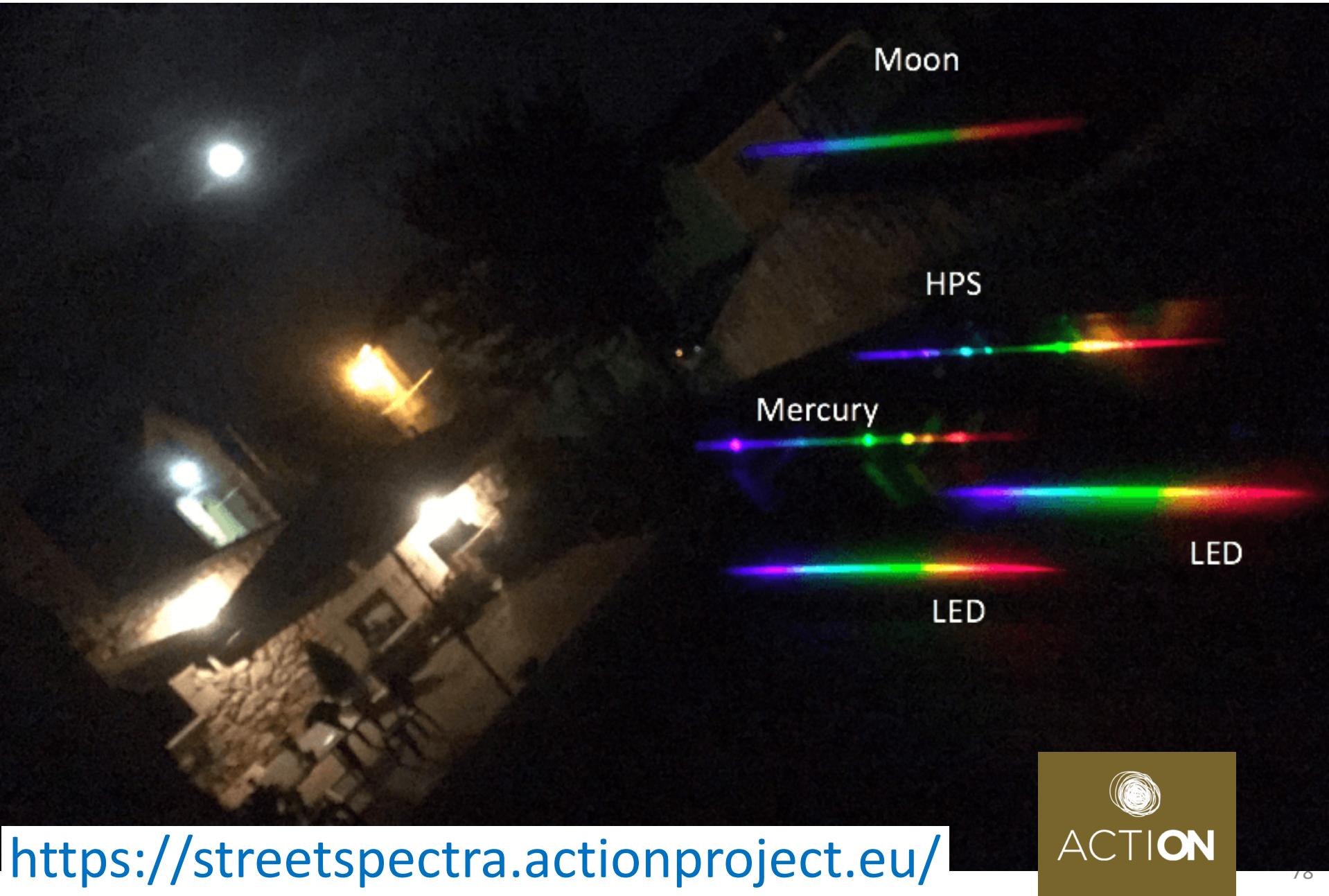
Farolas del alumbrado público y focos ornamentales en Tortuera  
Cartografiado por José Ignacio Aynos.

# Ciencia Ciudadana:

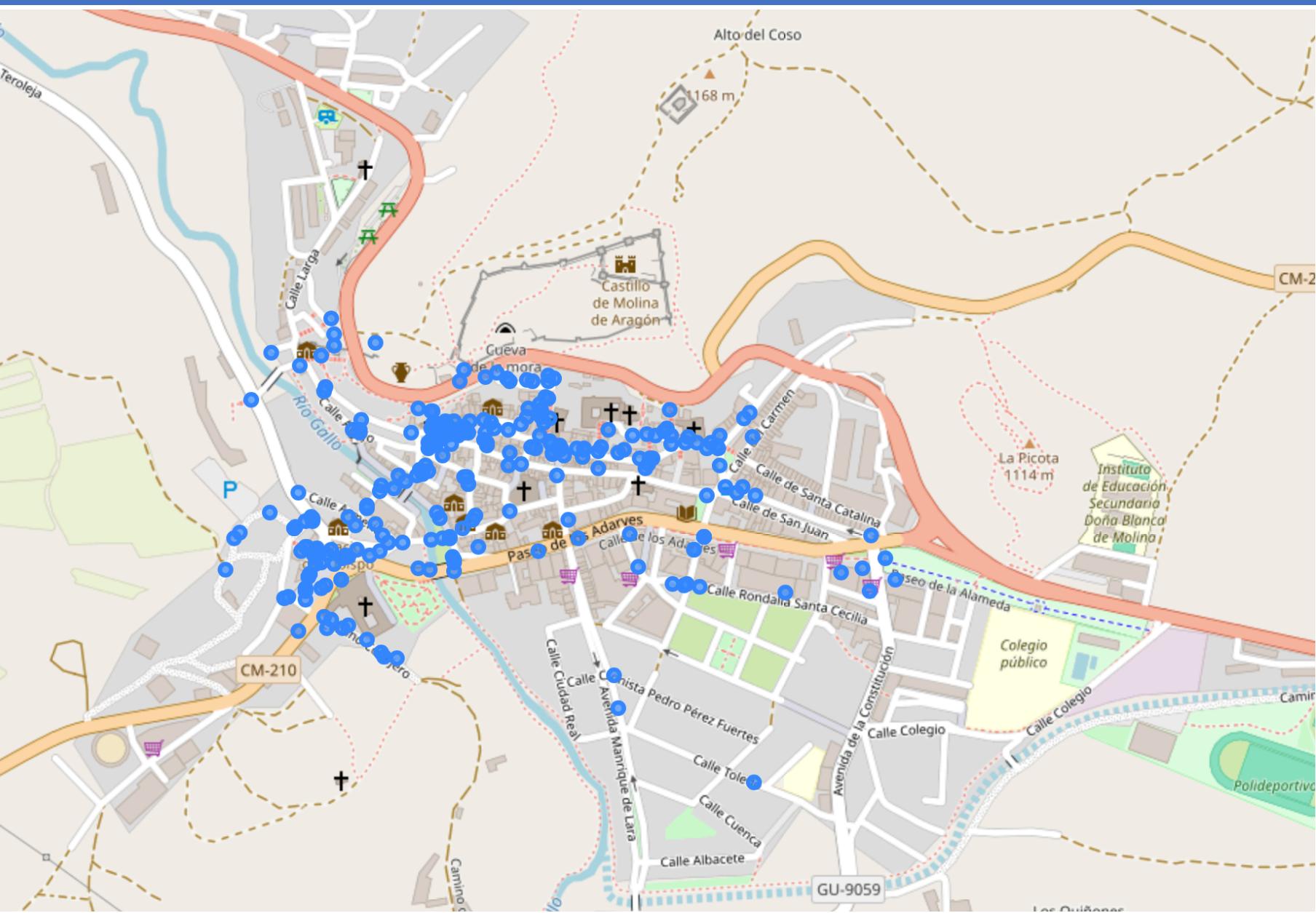
# ACTION

# Street Spectra



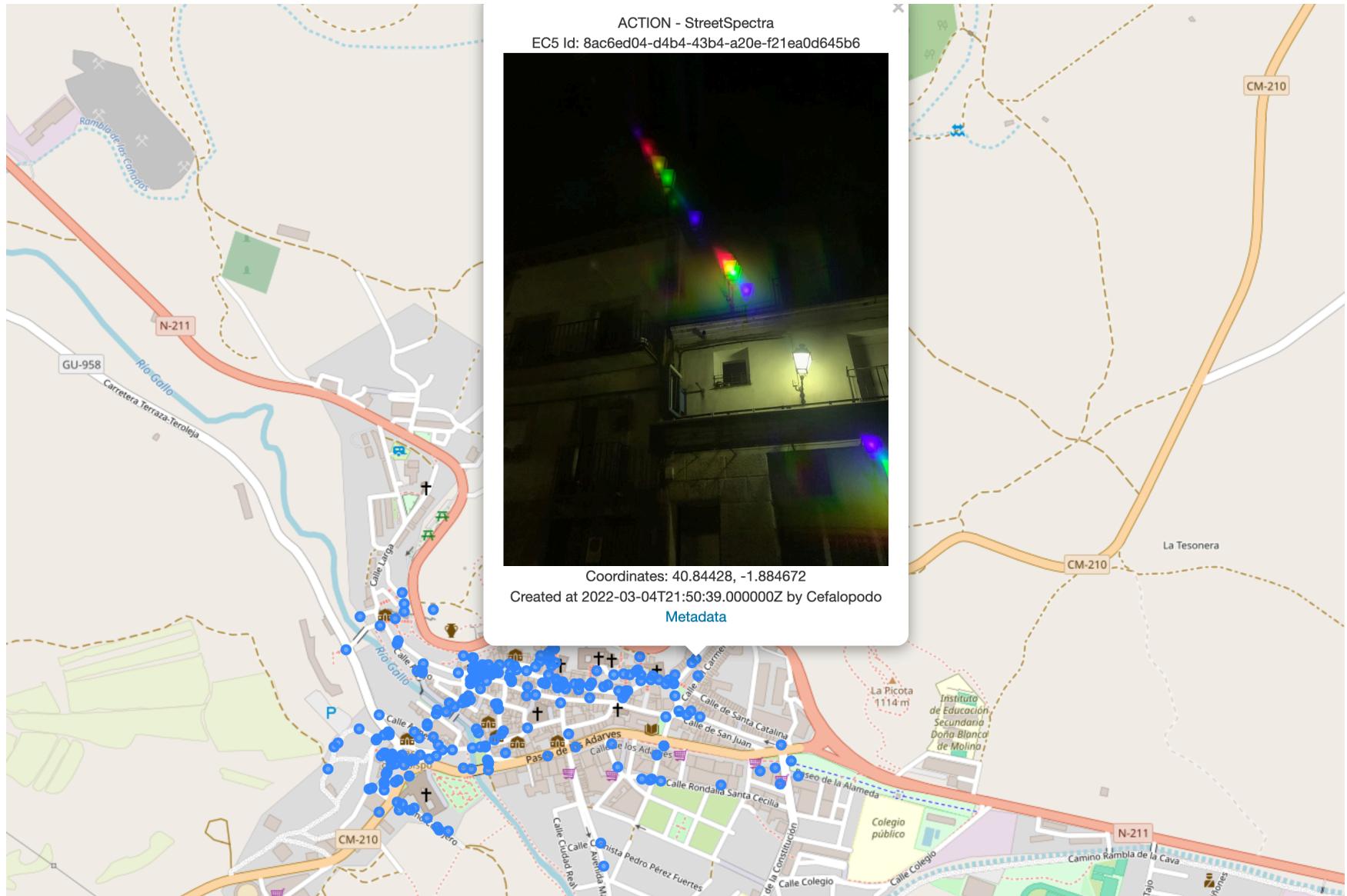


# Alumbrado en Molina de Aragón (2022)



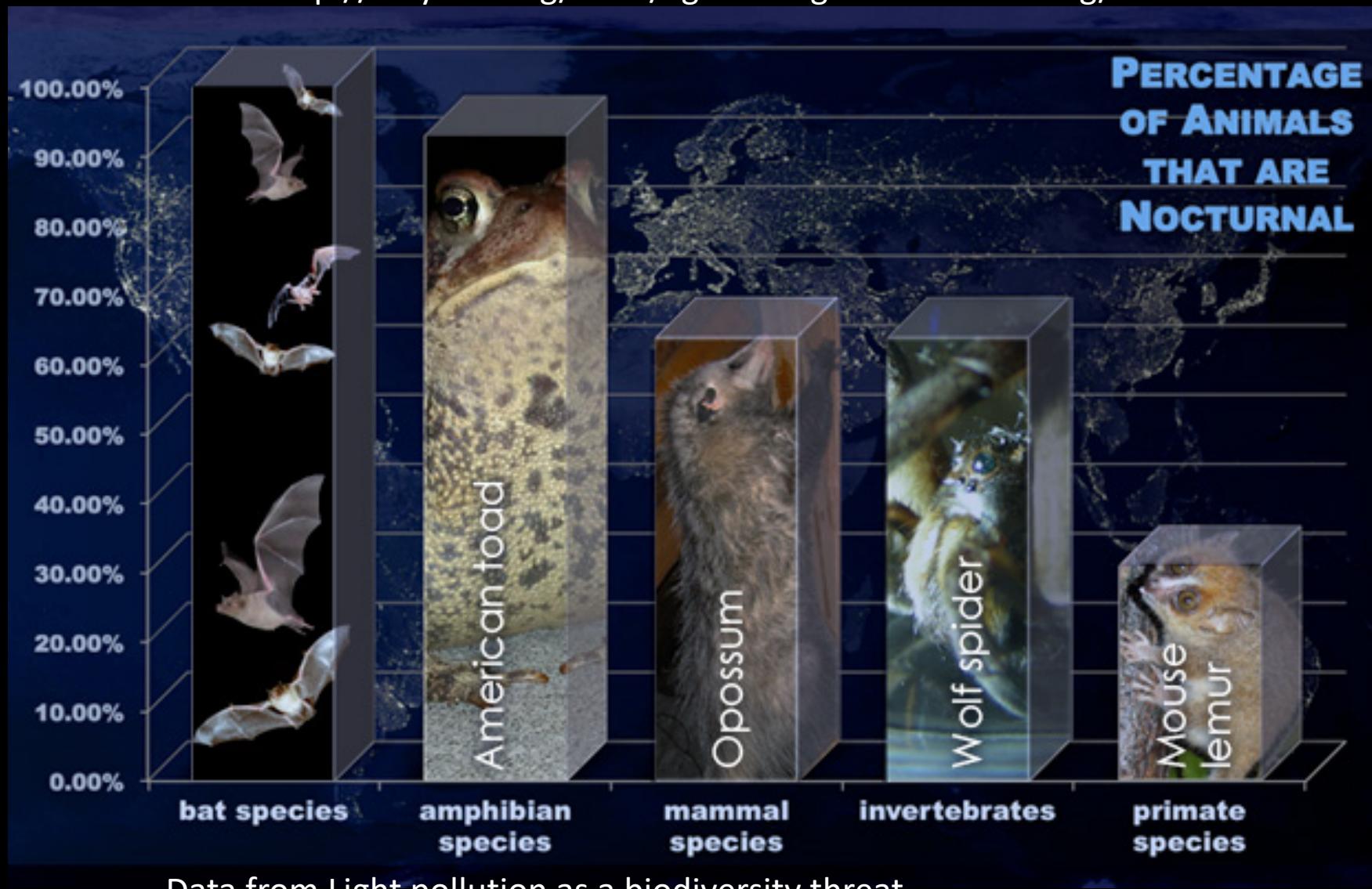
Farolas del alumbrado público cartografiadas por alumnos del curso de monitores Starlight. 79

# Alumbrado en Molina de Aragón (2022)



Farolas del alumbrado público cartografiadas por alumnos del curso de monitores Starlight. 80

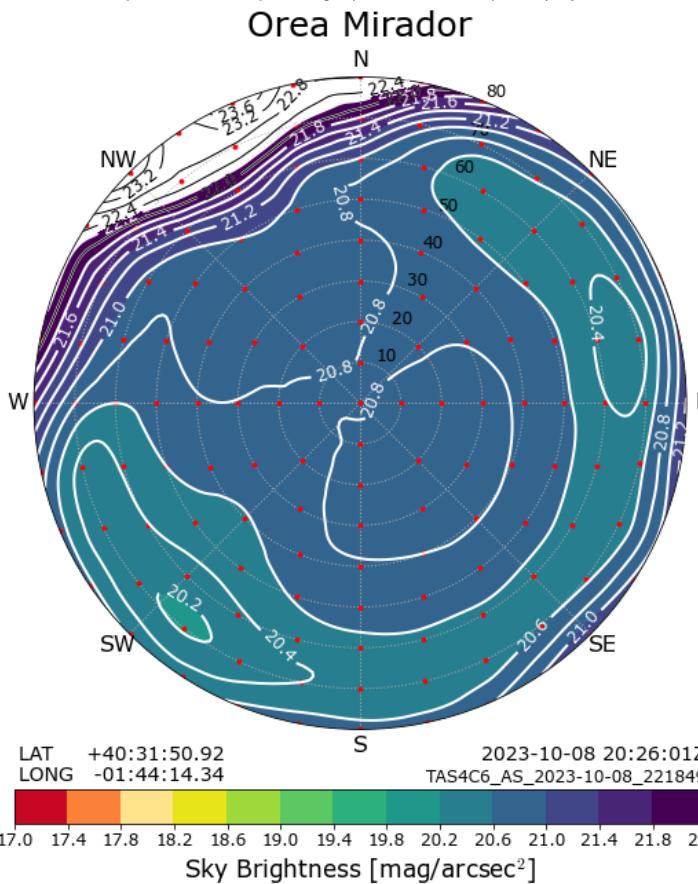
<http://whyfiles.org/2012/light-at-night-mixed-blessing/>



Data from Light pollution as a biodiversity threat,  
F. Hölker et al, Trends in Ecology and Evolution 25(12):681–682, 2010

# Observaciones NixNox de José Antonio Rodríguez

Orea, Señorio de Molina, Guadalajara, Castilla-La Mancha, 19311, España



Tinadas de Peñarubia, Orea, Señorio de Molina, Guadalajara, Castilla-La Mancha, 19311, España

