

CURSO DE MONITORES ASTRONÓMICOS STARLIGHT EN EL ÁMBITO DE LA RESERVA STARLIGHT CIELOS DE GUADALAJARA

DEL 28 DE FEBRERO AL 5 DE MARZO DE 2022
SALÓN DE ACTOS SANTA MARÍA DEL CONDE
Plaza de España 23, Molina de Aragón

Cielos oscuros y estrellados

(o Contaminación Lumínica desbocada)

Jaime Zamorano

(+ Cristóbal García en las prácticas)



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Colaboran



Coordinación técnica



Organiza



EN UN LUGAR
DE TU VIDA

Estudios sobre la contaminación lumínica en el Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica (UCM)

Jaime Zamorano

Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica

Universidad Complutense de Madrid



- La importancia de la noche oscura (Perdemos la oscuridad)
- La iluminación artificial nocturna
- Efectos de la Contaminación Lumínica
- Medidas del brillo del cielo
- Algunas reflexiones



@cefalopodo

STARS4ALL



Resumen para llevarse a casa

(destripando la charla)

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

La contaminación lumínica desde el espacio



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

La contaminación lumínica desde el espacio





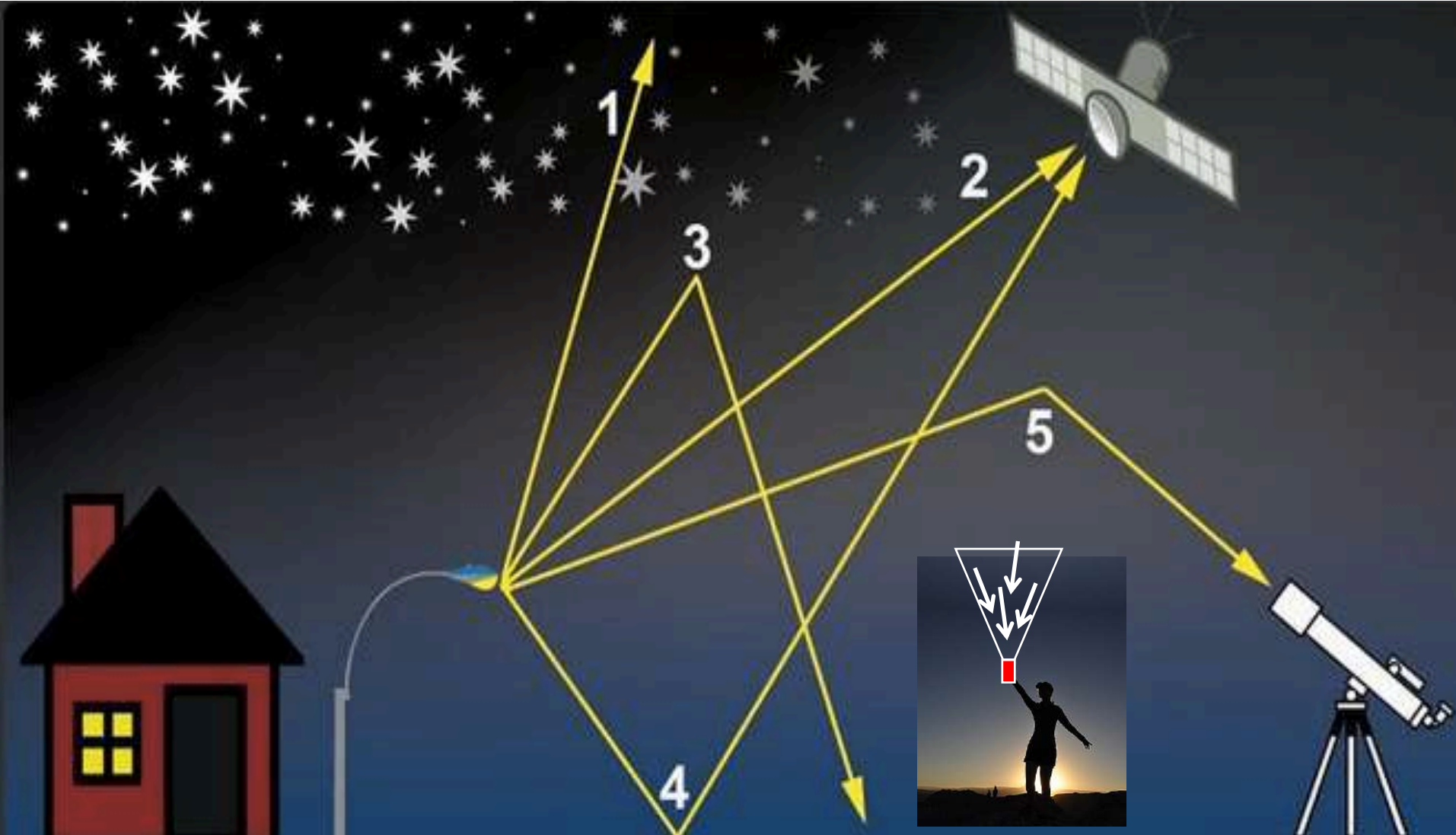
La contaminación lumínica es un problema medioambiental global.

Debemos controlar la iluminación nocturna desbocada:

¿qué iluminamos? ¿a qué horas? ¿con qué intensidad y color? ¿cómo?

Brillo del cielo nocturno

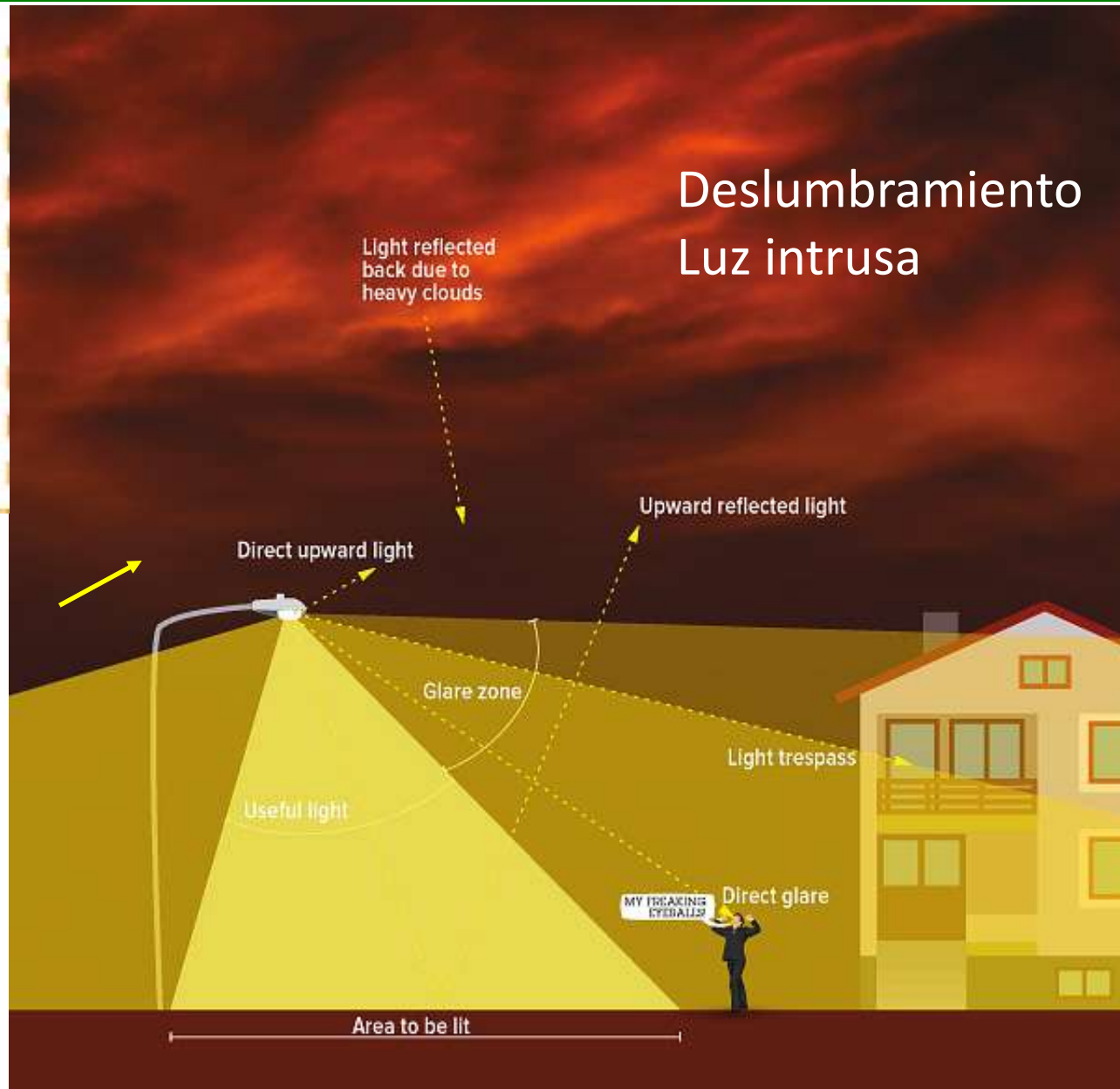
La luz que enviamos hacia arriba se dispersa en la atmósfera



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

Contaminación Lumínica

1 Light only what you need



Iluminar fachadas no es necesario



© Josep Maria Ollé

Descontaminación lumínica y máxima eficiencia energética en las instalaciones de alumbrado exterior
XXXVI Simposium Nacional de Alumbrado. Cáceres, 19-22 de mayo de 2010.

¿Bonito paisaje nocturno ?



@pmisson

© Alejandro Sánchez de Miguel

Ahora no me lo parece



Javier Martinez
www.jm31.com/photos/jmartinez74/

@jmartinezmoran

Luces de la ciudad (Madrid)



¿ Son los LEDs la solución o aumentan el problema?

CHULILLA mayo 2012

HPS

(sodio de alta presión)



CHULILLA diciembre 2013

LED

(Light emitting diode)



Cambio de sodio HPS a LEDS blancos



Dr. John Barentine @JohnBarentine · Nov 2

Spoiler alert: probably. 'Are San Francisco's new LED streetlights too bright?' [sfgate.com/bayarea/articl...](http://sfgate.com/bayarea/article...) (via @SFGate)

LED

Sodio HPS

Cambio de sodio HPS a LEDS blancos



SODIO

LED

↑
Sassenheim 6
Leiden 10
Den Haag 20

Diferencias de iluminación entre Sodio y LED blancos

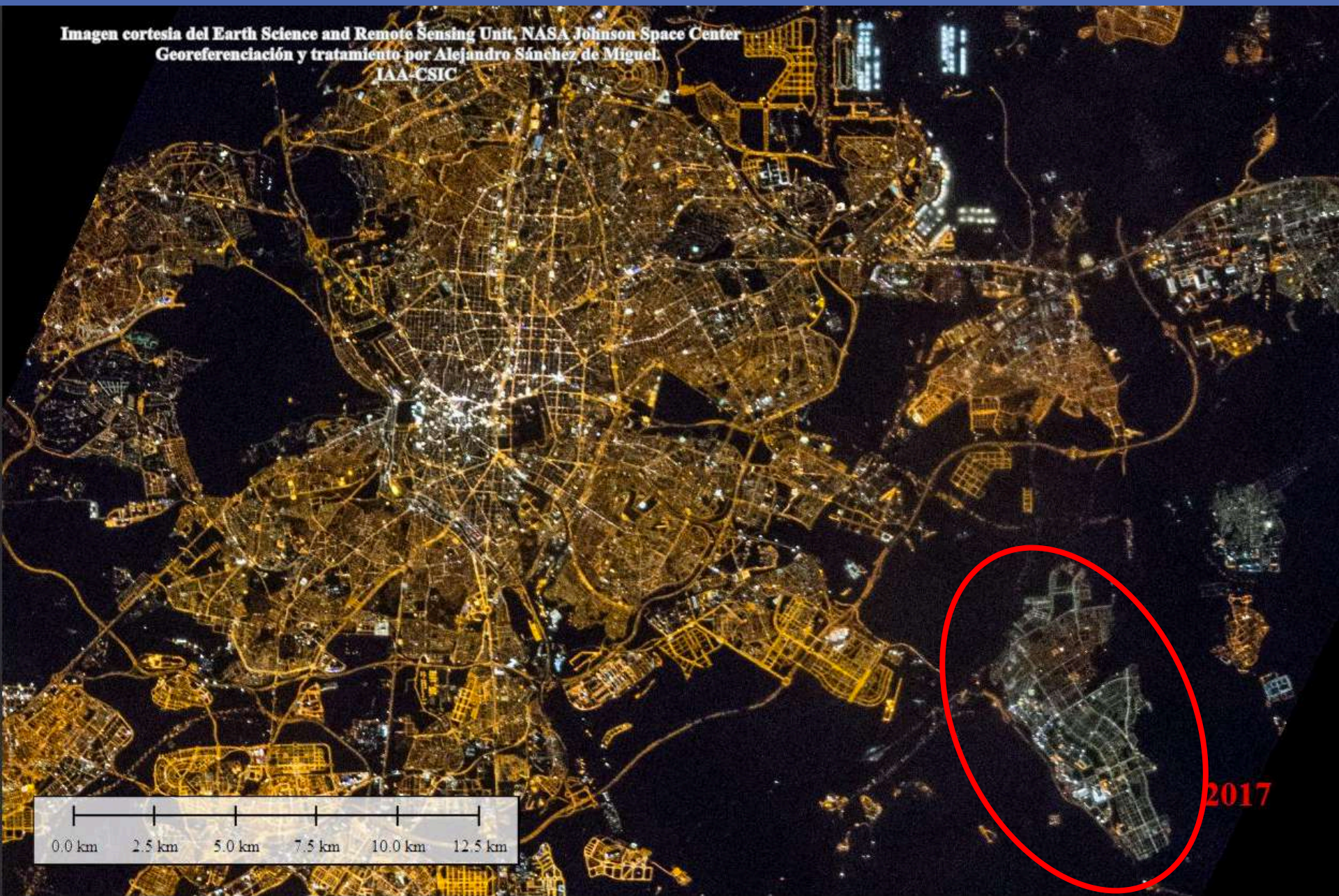
Evolución del alumbrado de Madrid desde la ISS

Imagen cortesía del Earth Science and Remote Sensing Unit, NASA Johnson Space Center
Georeferenciación y tratamiento por Alejandro Sánchez de Miguel
IAA-CSIC



Evolución del alumbrado de Madrid desde la ISS

Imagen cortesía del Earth Science and Remote Sensing Unit, NASA Johnson Space Center
Georeferenciación y tratamiento por Alejandro Sánchez de Miguel,
IAA-CSIC



CIENCIA: Artificial Light at Night (ALAN)

Estudios sobre los efectos de la luz artificial de noche <http://www.artificiallightatnight.org/>

- Cómo se produce la luz (tecnología, industria, diseño de iluminación)
- Dónde se encuentra (monitorización y teledetección)
- ¿Cuales son sus efectos en la salud (medicina)
y en el medio ambiente? (ecología)
- ¿Cómo regular la iluminación nocturna para aprovechar sus beneficios evitando sus impactos negativos? (normativa)



STARS4ALL

H2020-SWAFS-2019 CITIZEN SCIENCE



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement number 824603.

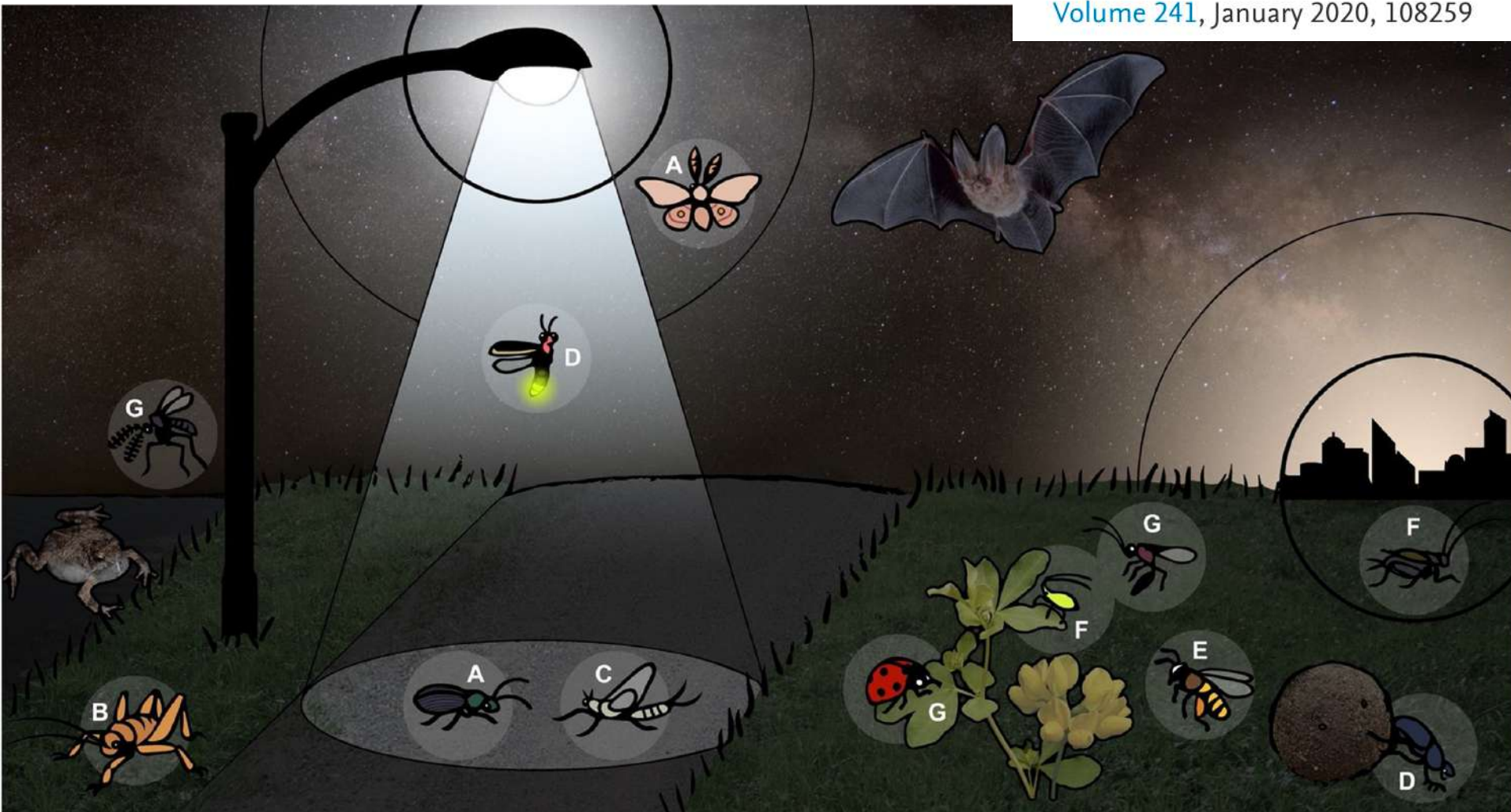


Contaminación Lumínica amenaza a los insectos

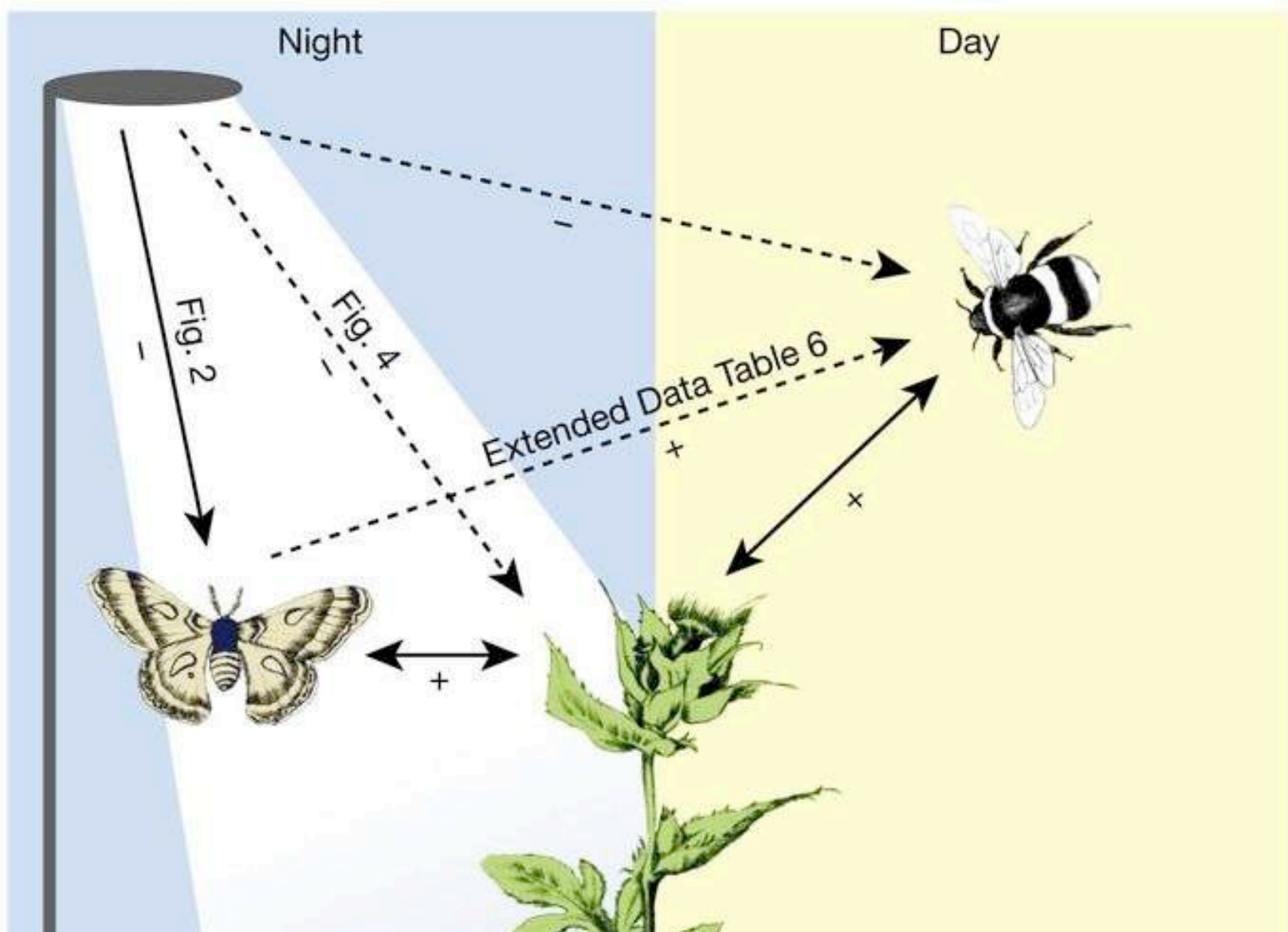
Light pollution is a driver of insect declines

Biological Conservation

Volume 241, January 2020, 108259



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



Atracción de los insectos nocturnos por la luz azul

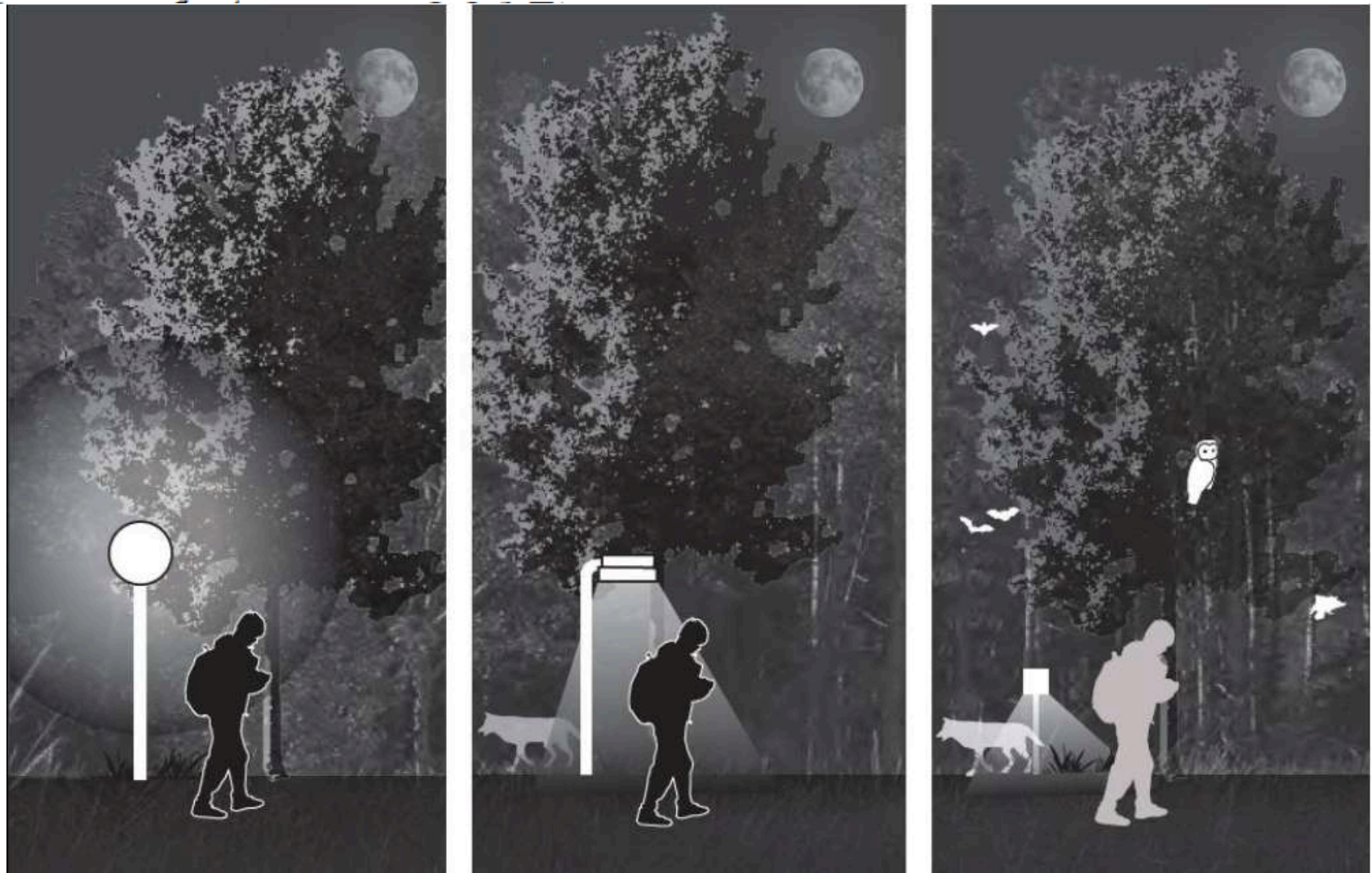


Macgregor CJ, Pocock MJO, Fox R, Evans DM.

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

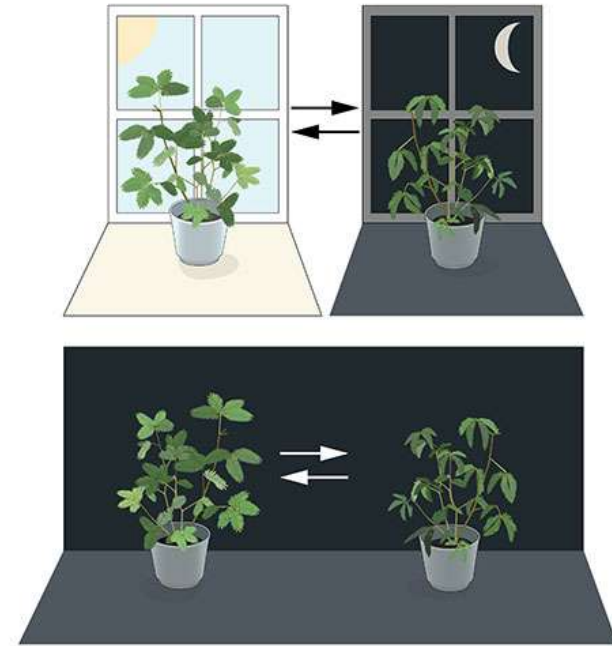
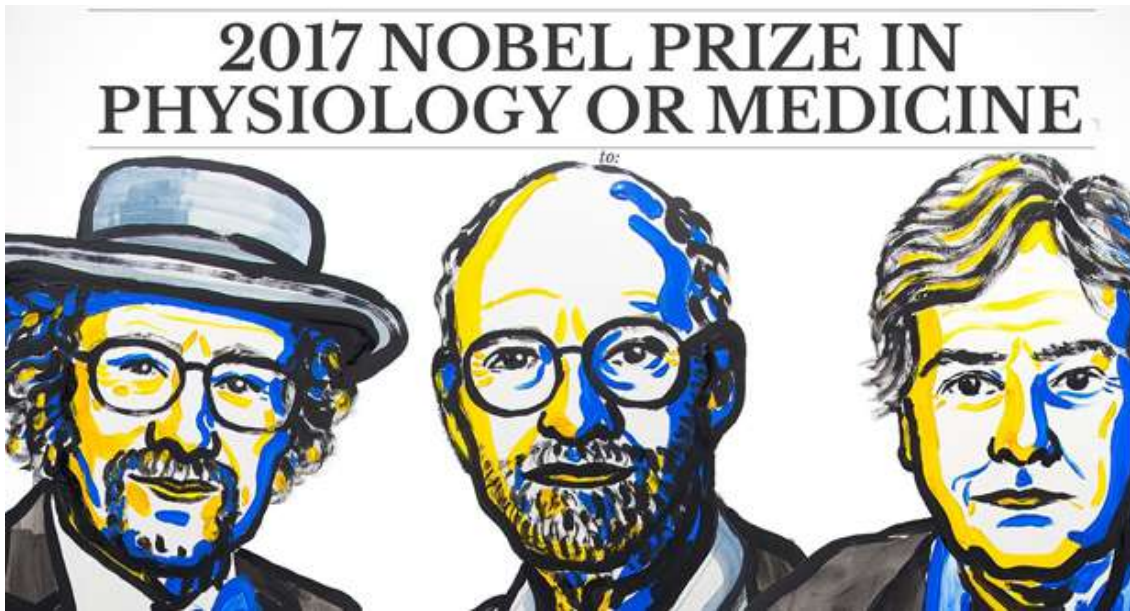
Artificial Night Lighting and Protected Lands

Ecological Effects and Management Approaches



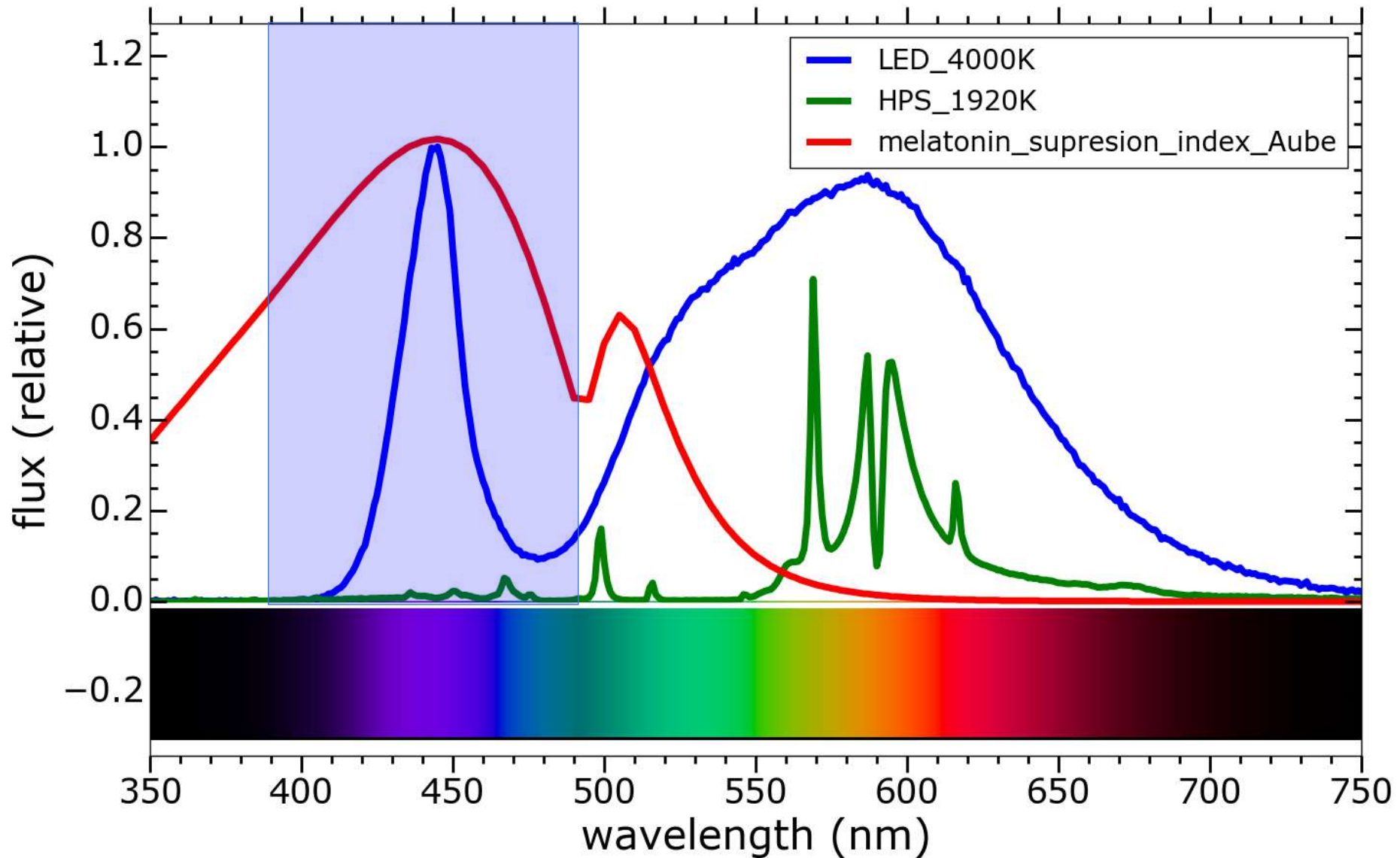
Travis Longcore^{1,2,3} and Catherine Rich¹ with illustrations by Leigha DelBusso²

Efectos en la salud humana: Cronobiología



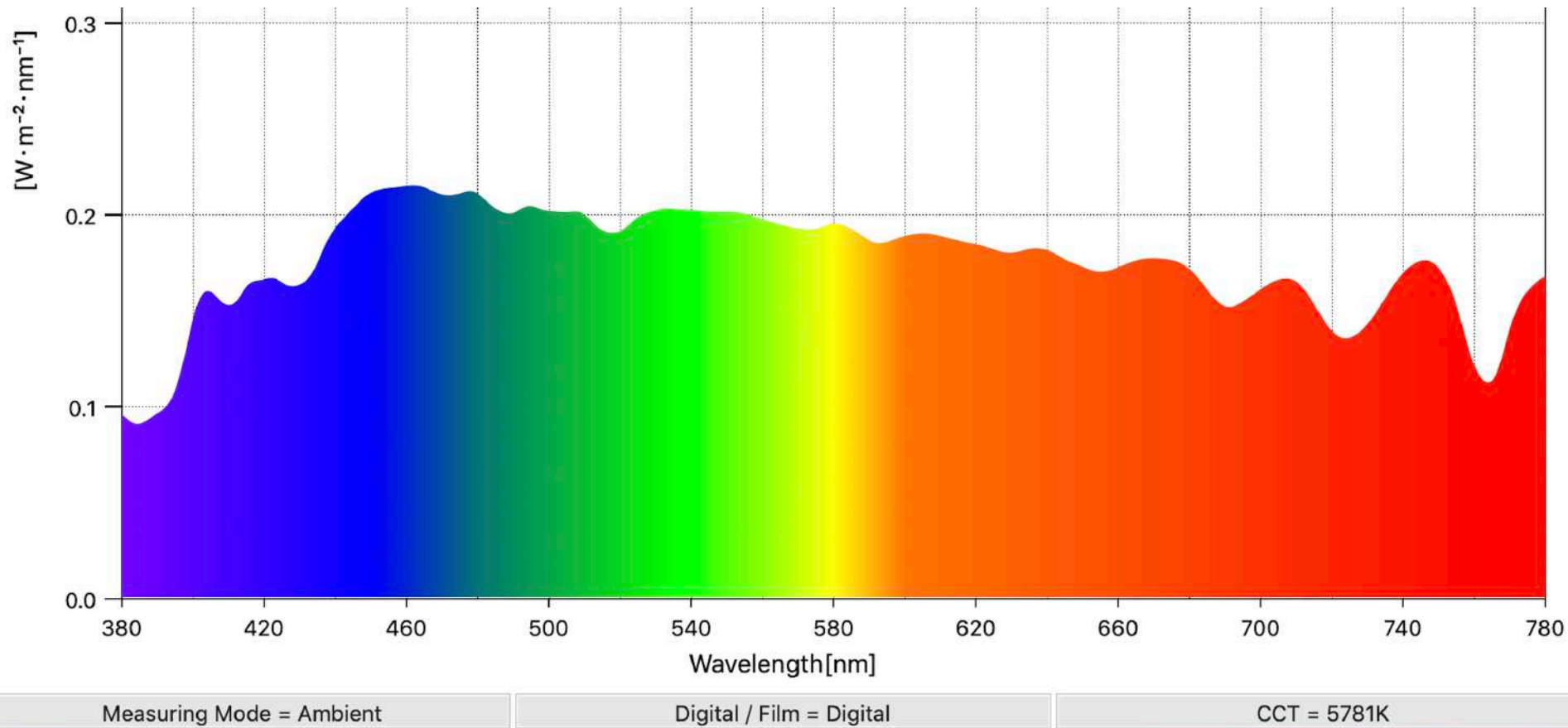
- Organismos vivos en la Tierra adaptados al ciclo del día y la noche
- **Necesitamos luz durante el día y oscuridad por la noche.**
- Nuestro reloj interno: el ritmo circadiano.
- Cronodisrupción si se rompe el ciclo.

Índice de supresión de la melatonina y LEDs blancos



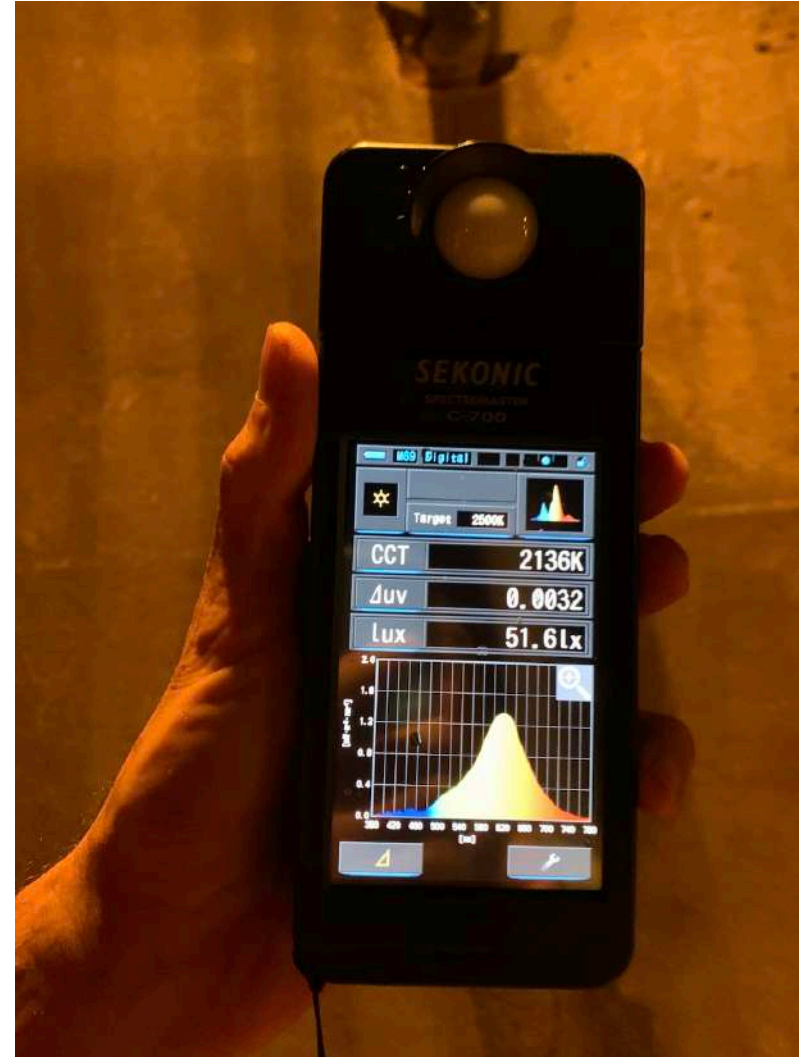
La componente azul de los LEDs y el índice de la supresión de la melatonina están en la misma región del espectro.

Espectro de la luz solar



La luz solar (la que recibimos de día) tiene componente azul.
Es muy parecida al espectro del Sol $T=5500K$

Espectro de las farolas del alumbrado público



Prácticas esta noche con un espectrofotómetro.

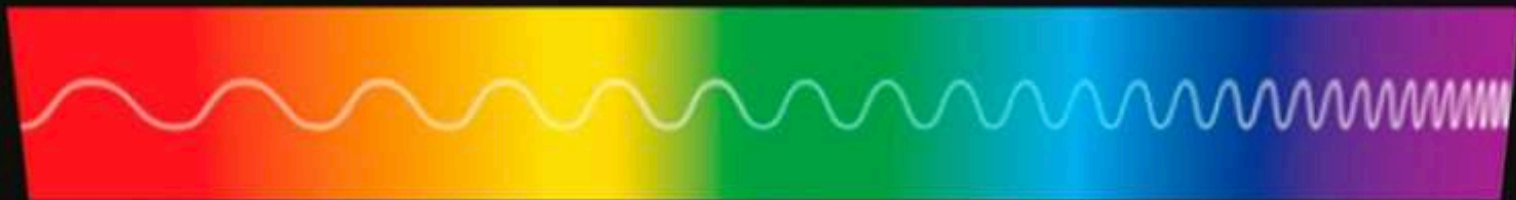
Cambio de sodio HPS a LEDS blancos

2700K 3000K 4000K 5000K



Cálida

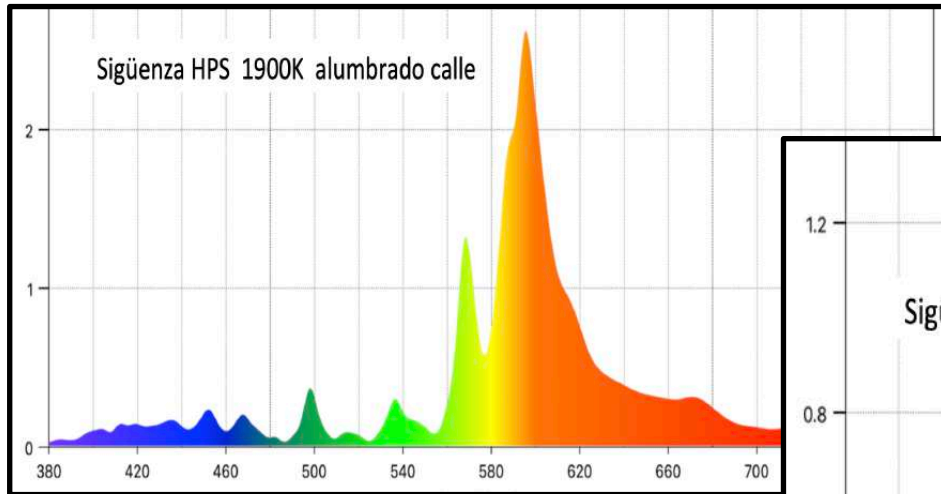
Fría



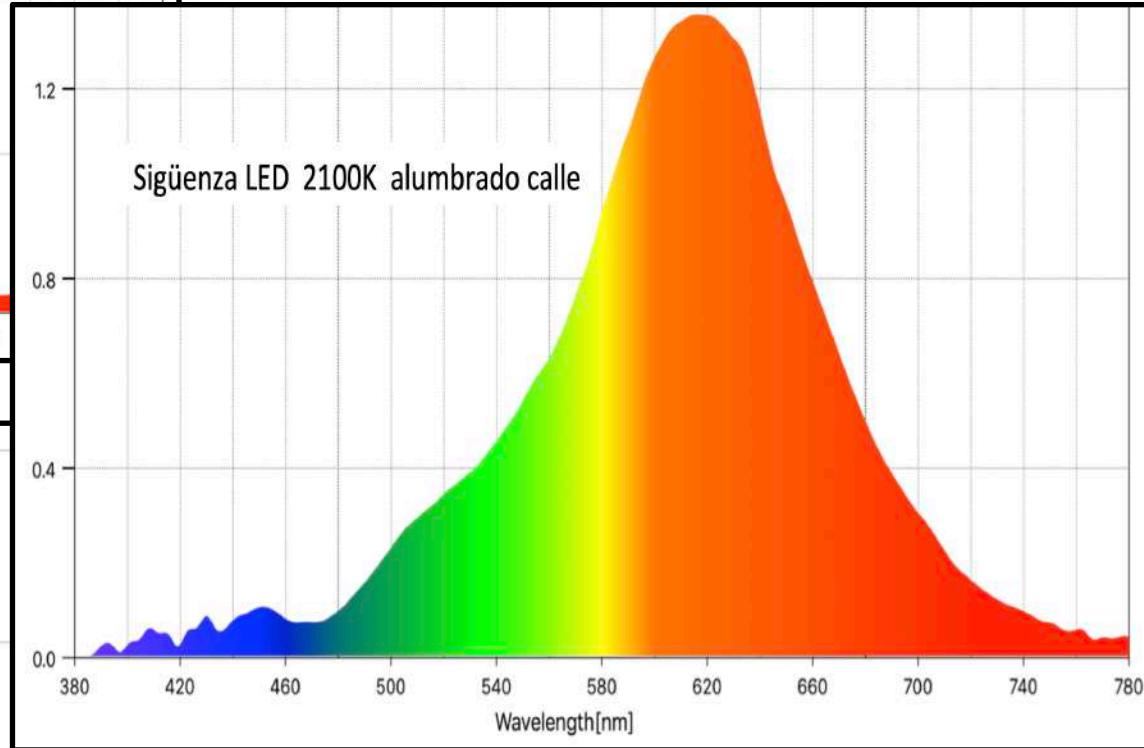
También existen LEDs más cálidos con menos luz azul.

Espectro de las farolas del alumbrado público

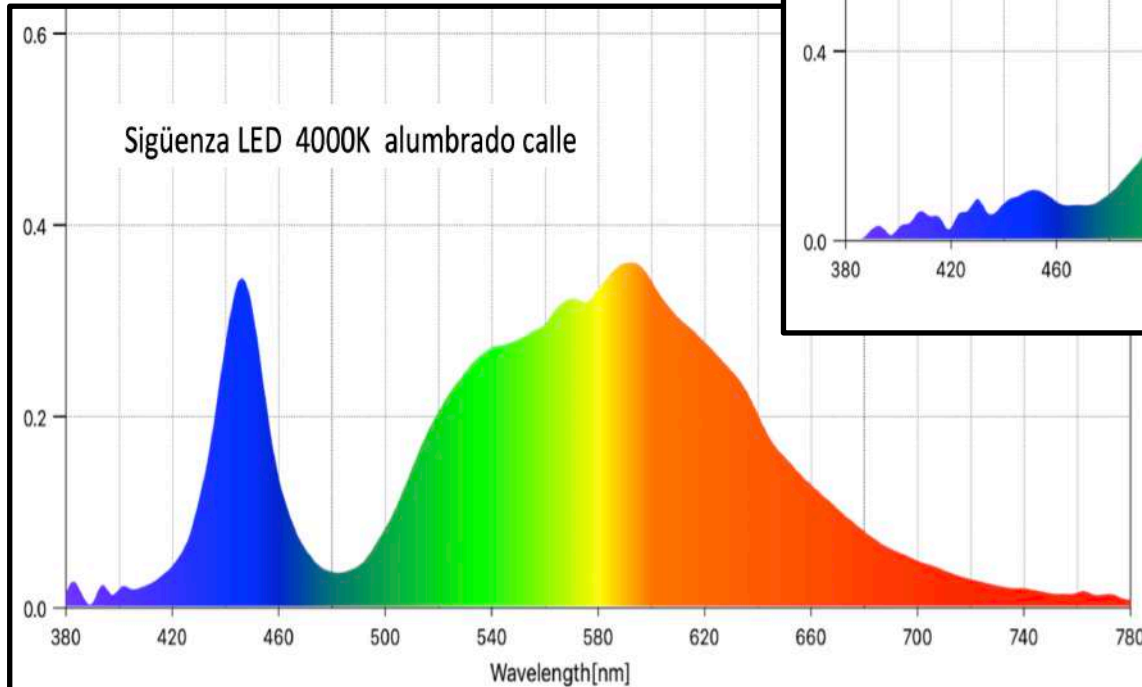
Sigüenza HPS 1900K alumbrado calle



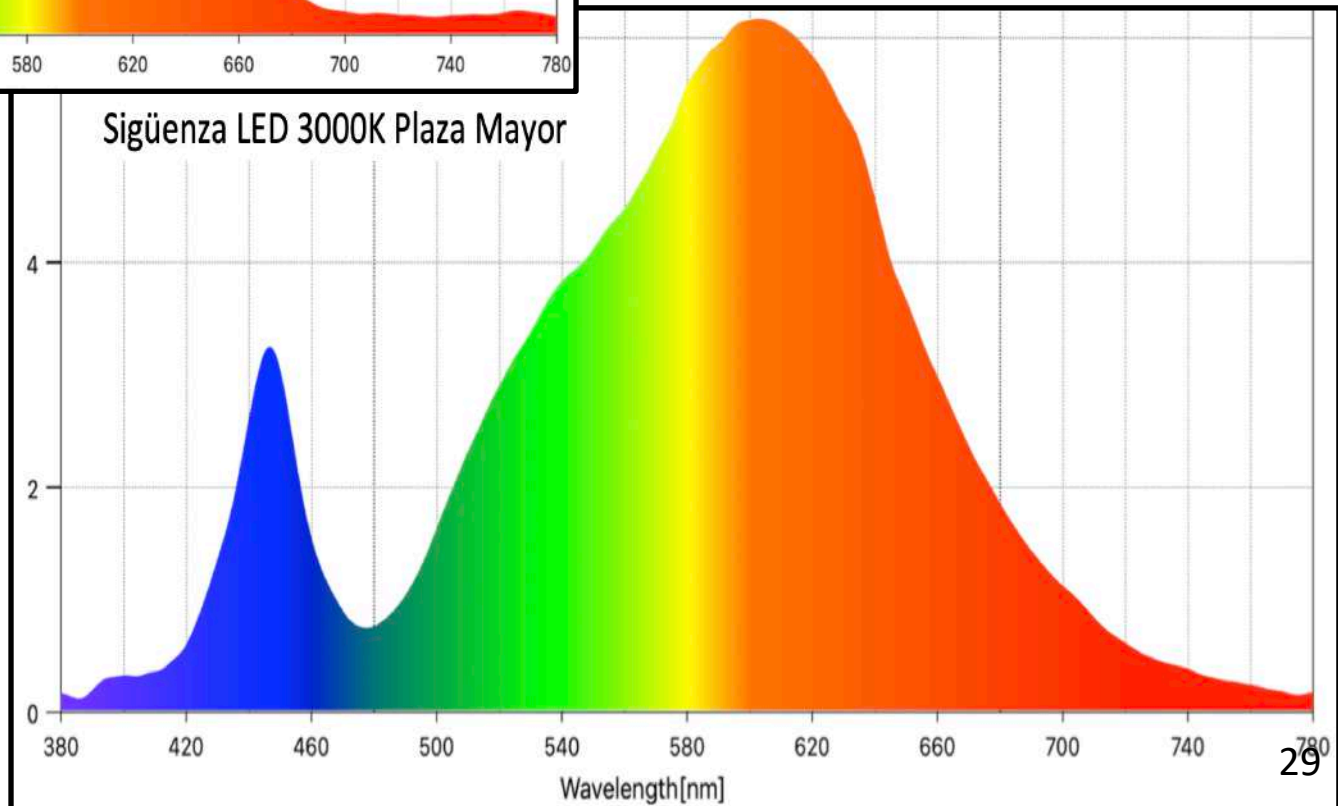
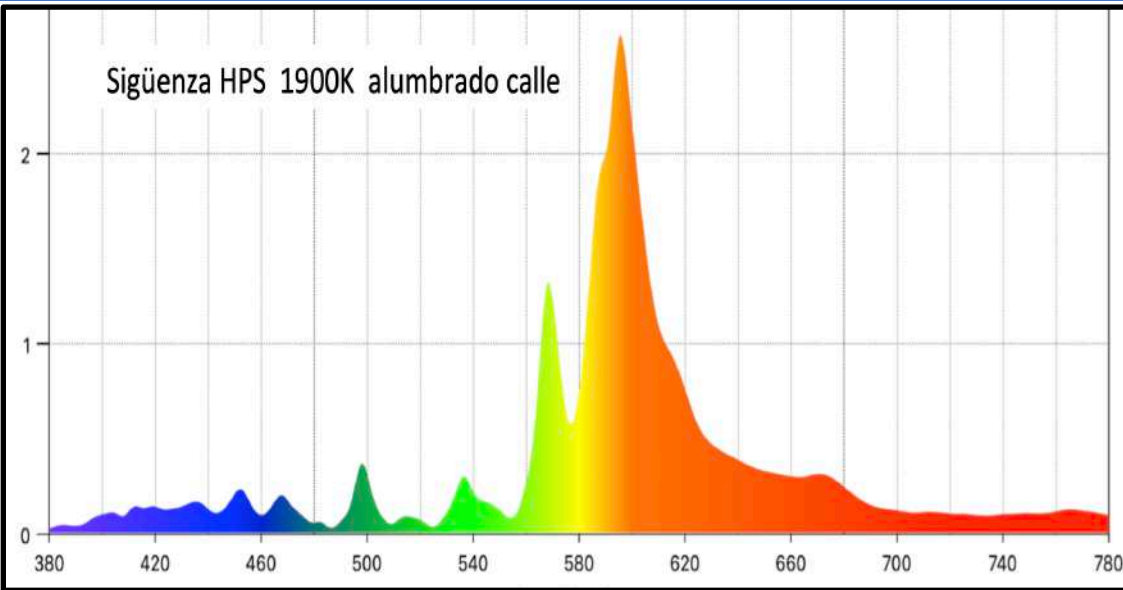
Sigüenza LED 2100K alumbrado calle



Sigüenza LED 4000K alumbrado calle



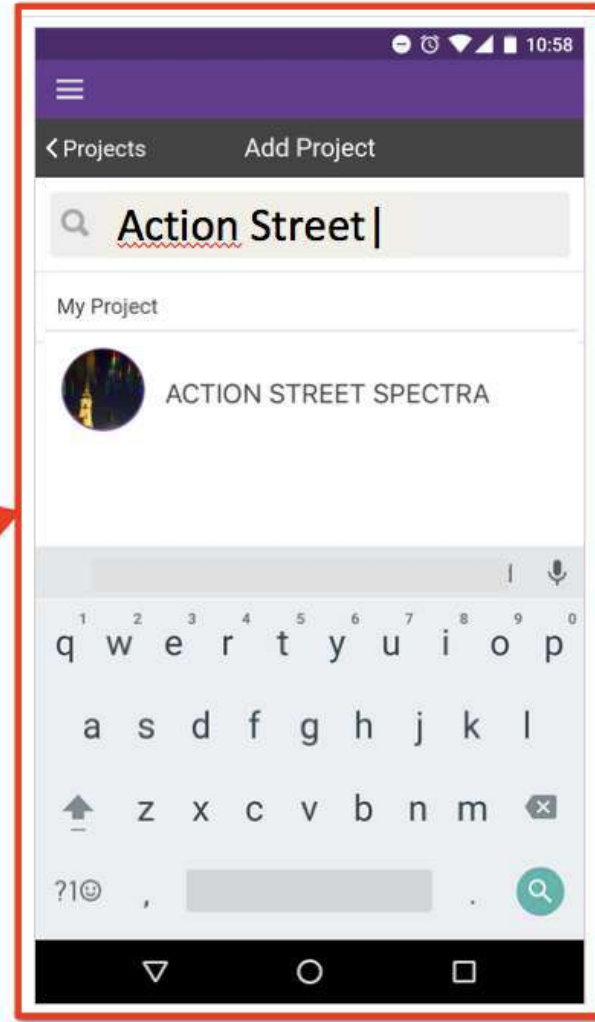
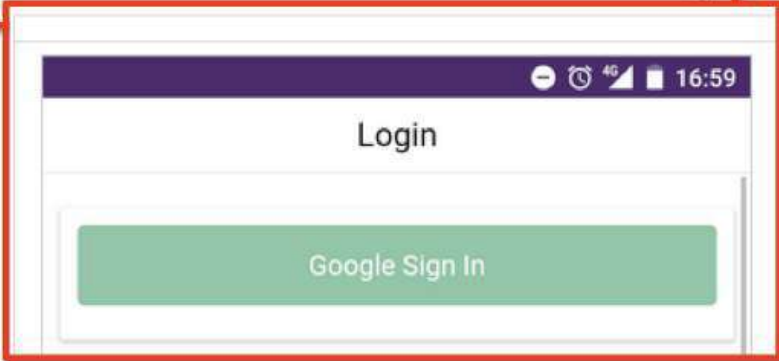
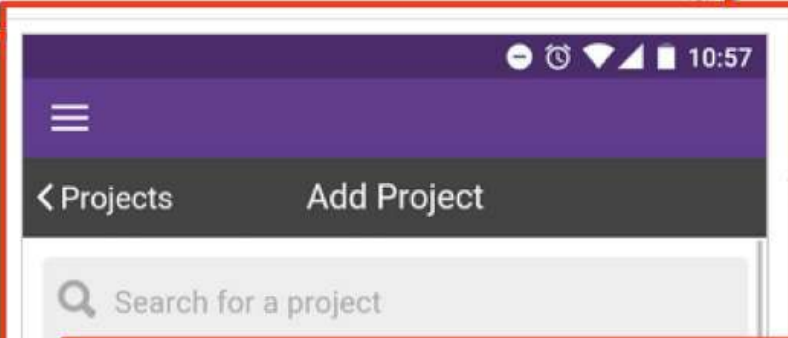
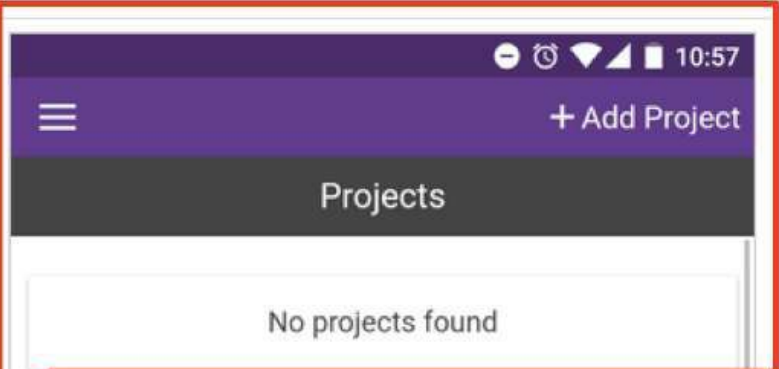
Espectro de las farolas del alumbrado público





Smartphone App

Epicollect5



Prácticas esta noche. Se proporciona red de difracción

Red Española de Estudios sobre Contaminación Lumínica

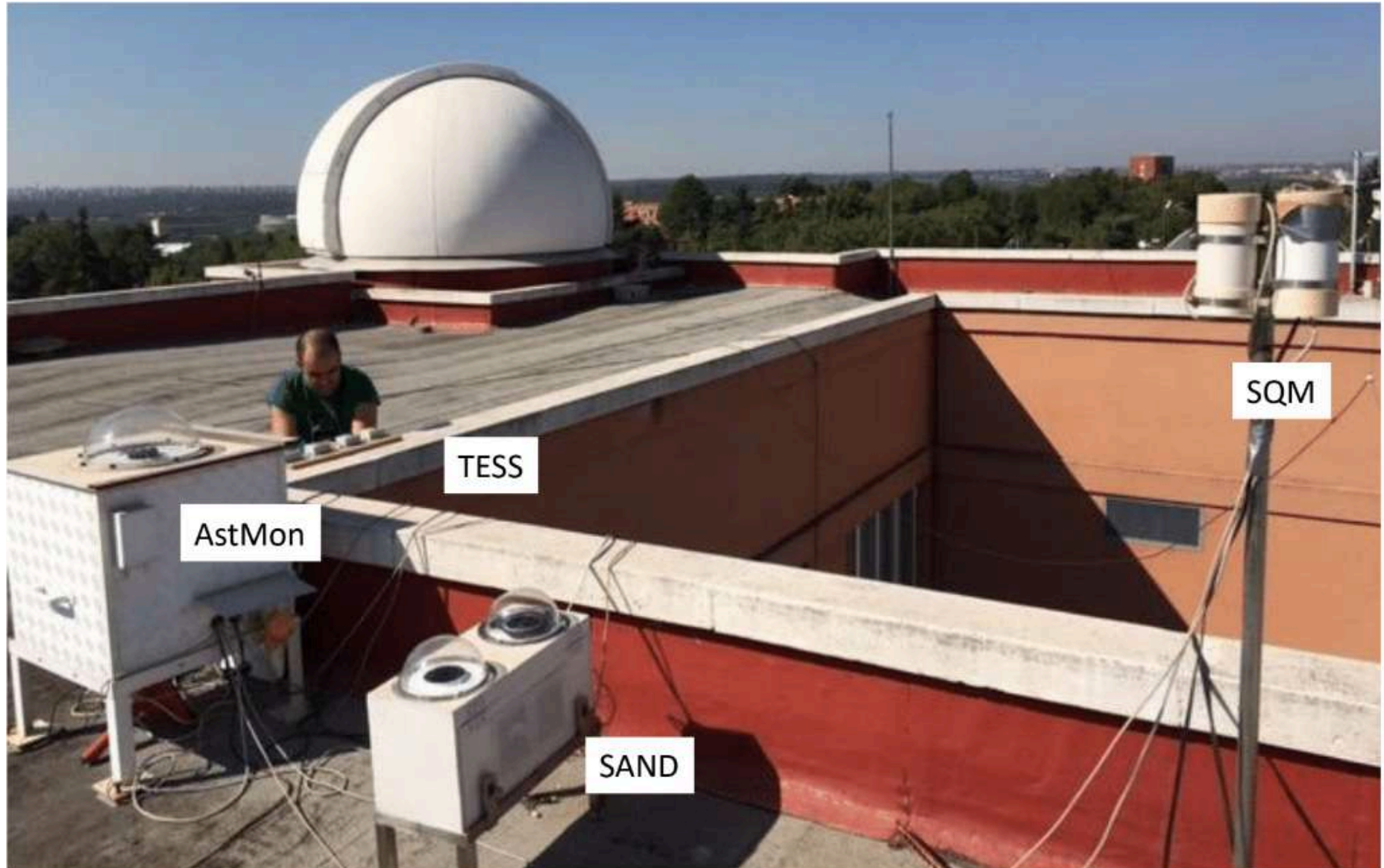


AYA2011-15808-E
AYA2015-71542-REDT.

Reúne a los diferentes grupos de investigación sobre contaminación lumínica que trabajan en España (y Portugal) para facilitar la comunicación con vistas a potenciar la colaboración entre ellos



La luz emitida puede medirse desde tierra (Brillo del cielo)



Red de fotómetros de la REECL



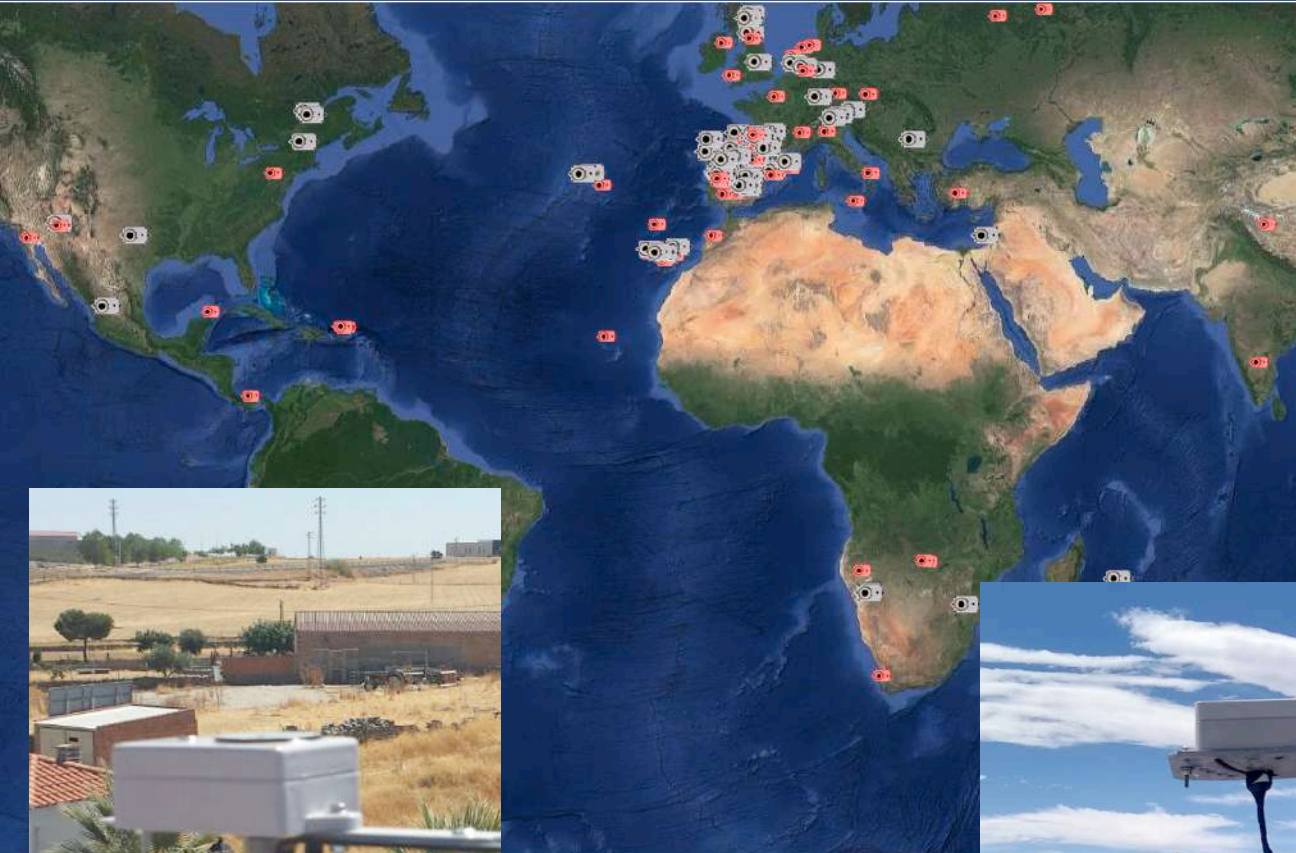
<https://guaix.fis.ucm.es/splpr/SQM-REECL>

<https://tess.stars4all.eu/>



Objetivo: Estudiar la evolución de la contaminación lumínica mediante la monitorización del brillo de cielo nocturno

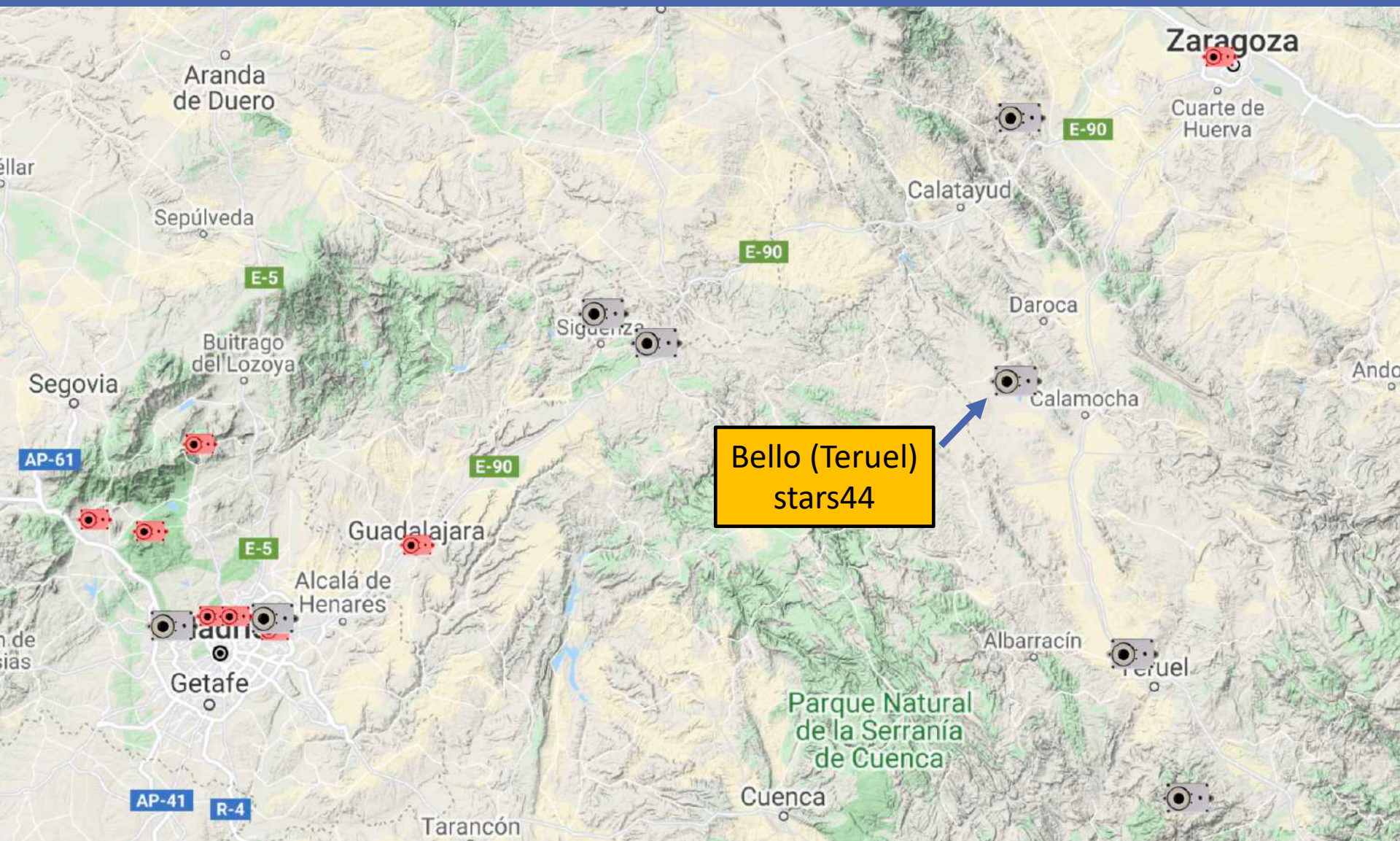
TESS-W photometer network



Red de fotómetros TESS-W



Red de fotómetros TESS-W



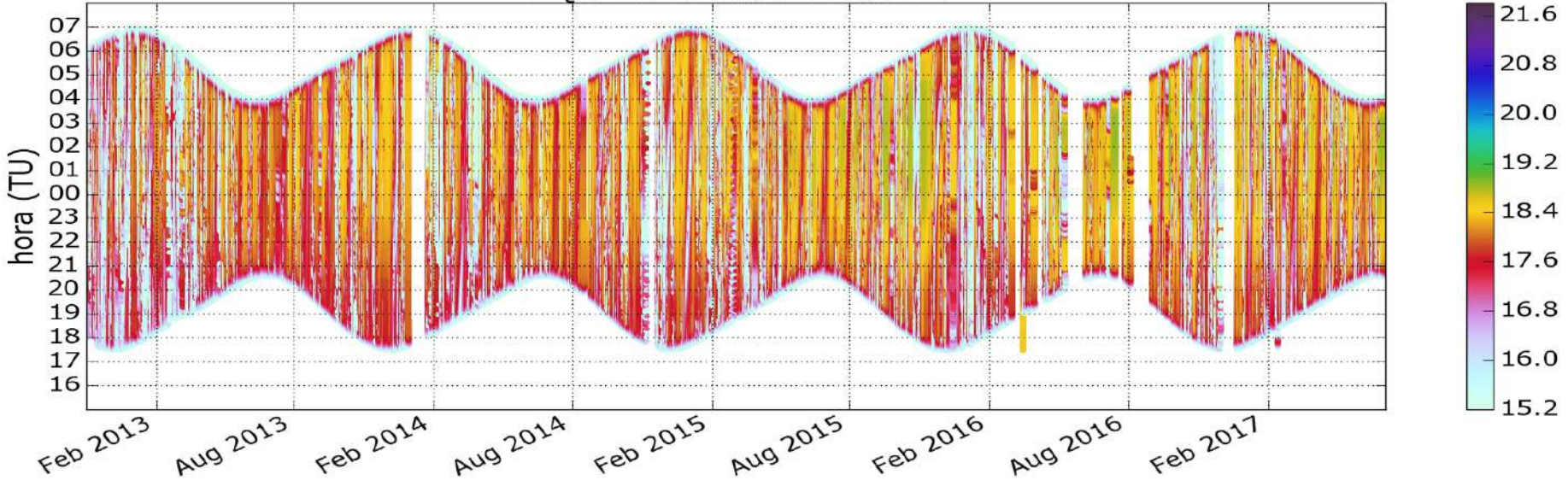


La contaminación lumínica impide el disfrute del cielo estrellado

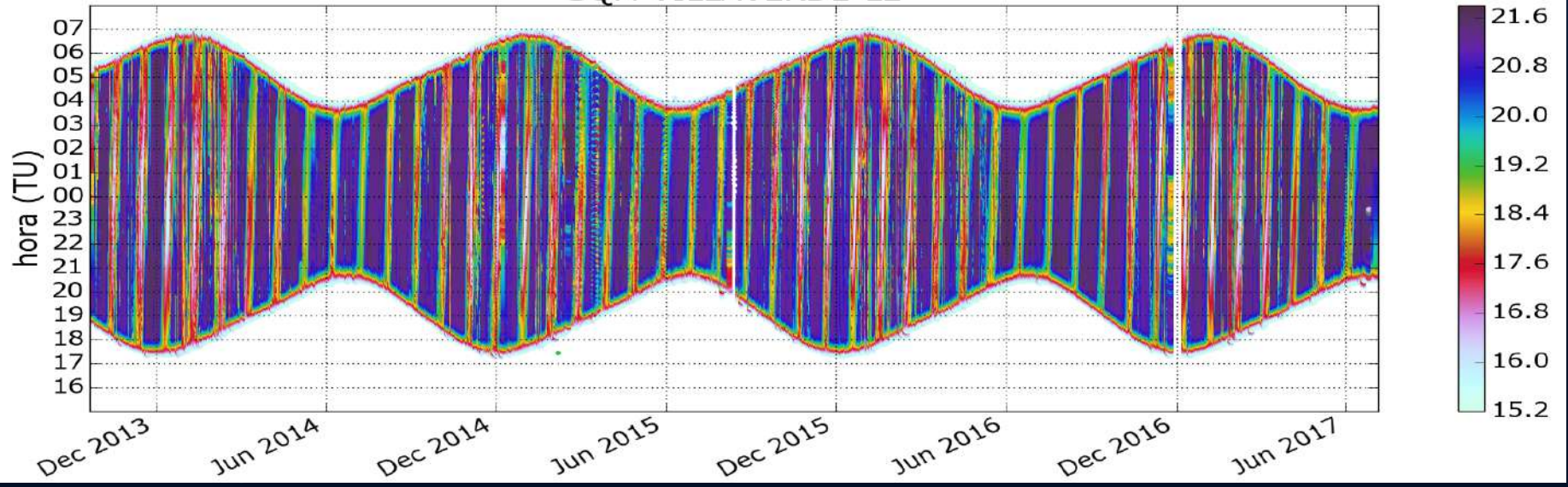
Escala	Descripción	Magnitud límite visual	Brillo del cielo (magnitudes/arcsec ²)
1	Cielo natural	7.6 – 8.0	22
2	Sitio oscuro	7.1 – 7.5	21.5 - 21.7
3	Cielo rural	6.6 – 7.0	21.3 – 21.5
4	Transición hacia rural	6.1 – 6.5	20.4 - 21.3
5	Cielo más lejado de la ciudad	5.6 – 6.0	20
6	Cielo en la periferia de las ciudades	5.0 – 5.5	19.5
7	Transición periferia - centro	4.6 – 5.0	19
8	Cielo centro de ciudad	4.1 – 4.5	18
9	Cielo en grandes urbes	4.0	16 - 17

La contaminación lumínica impide el disfrute del cielo estrellado

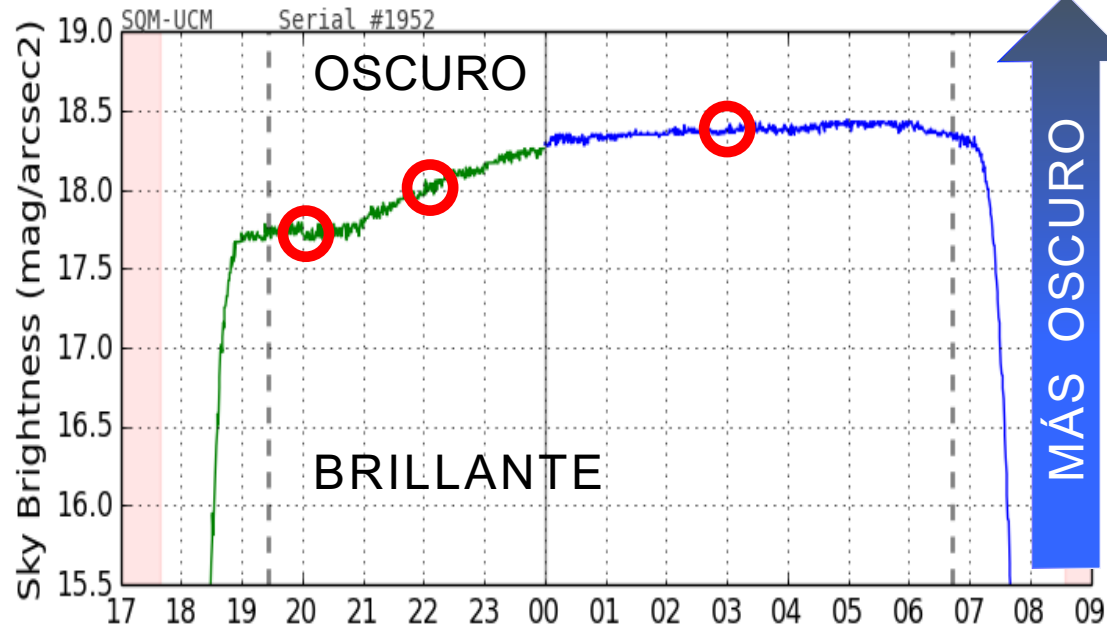
SQM ObservatorioUCM-LE



SQM VILLAVERDE-LE

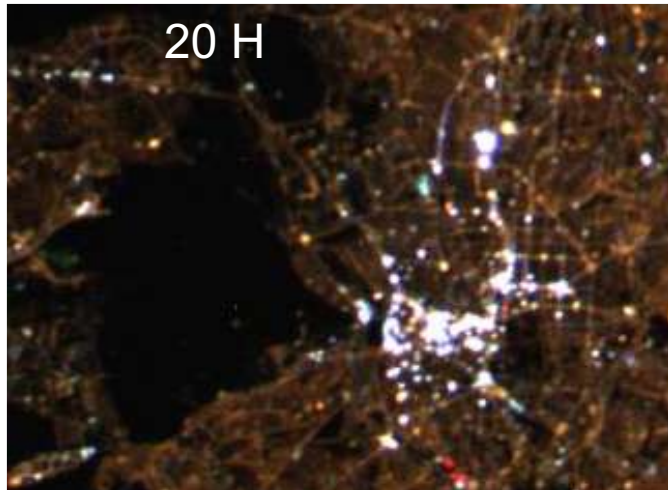


El cielo nocturno de Villaverde del Ducado es 40 veces más oscuro que el de Madrid

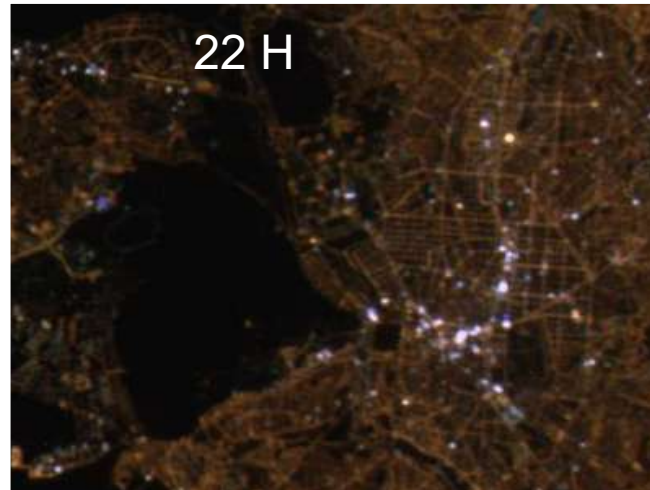


Cielo más oscuro en la segunda parte de la noche (Madrid)

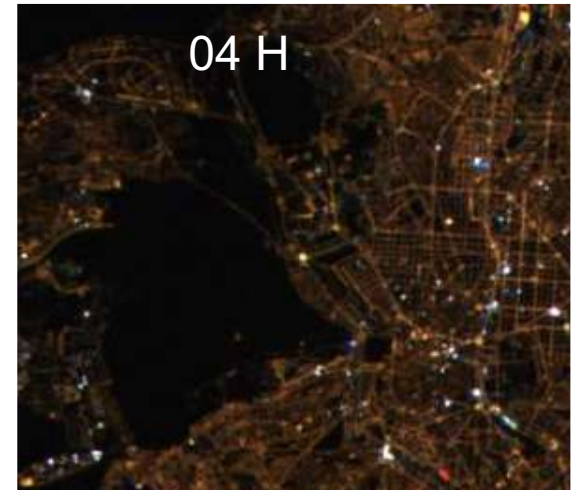
20 H



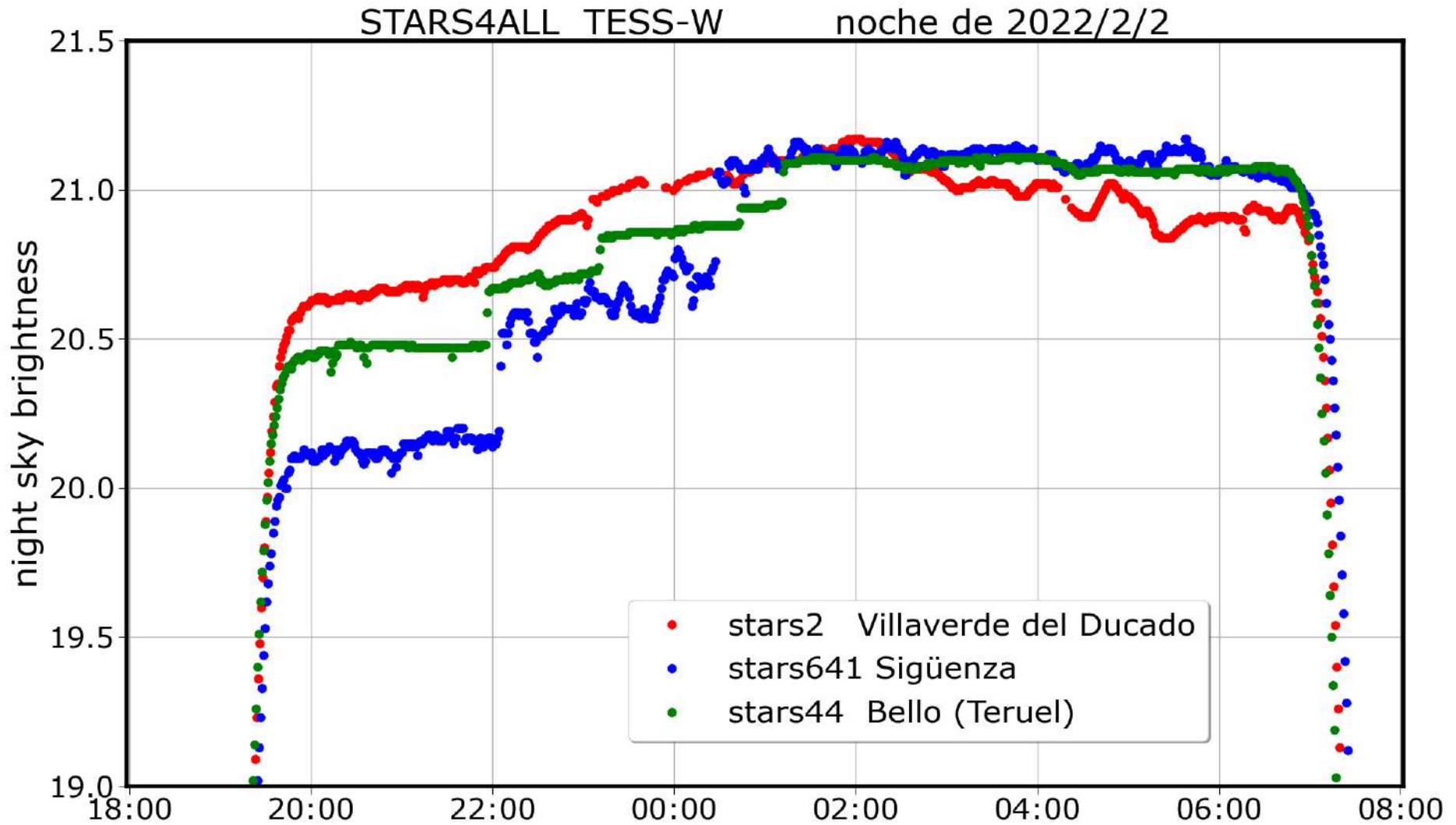
22 H



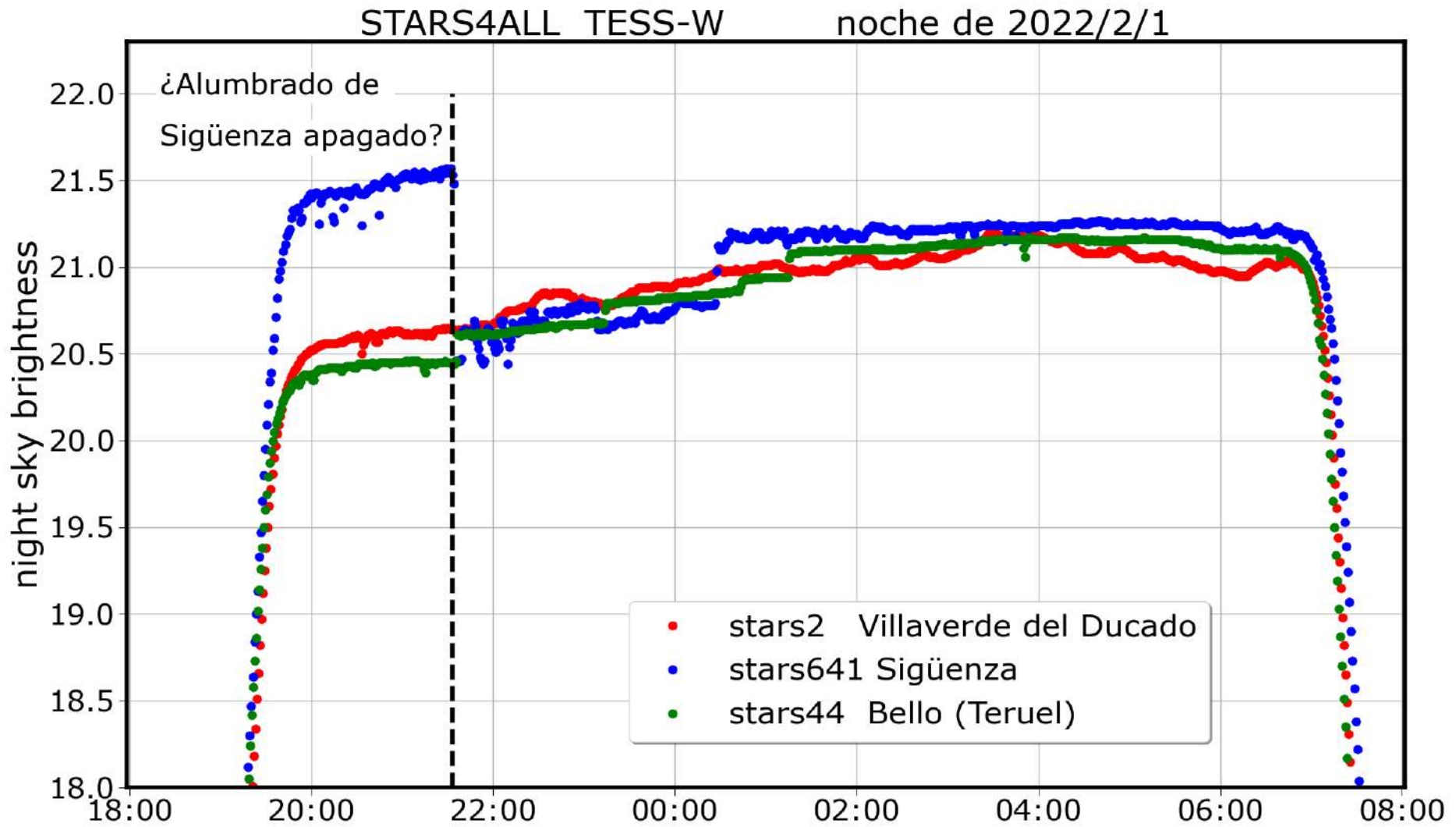
04 H



Red de fotómetros TESS-W



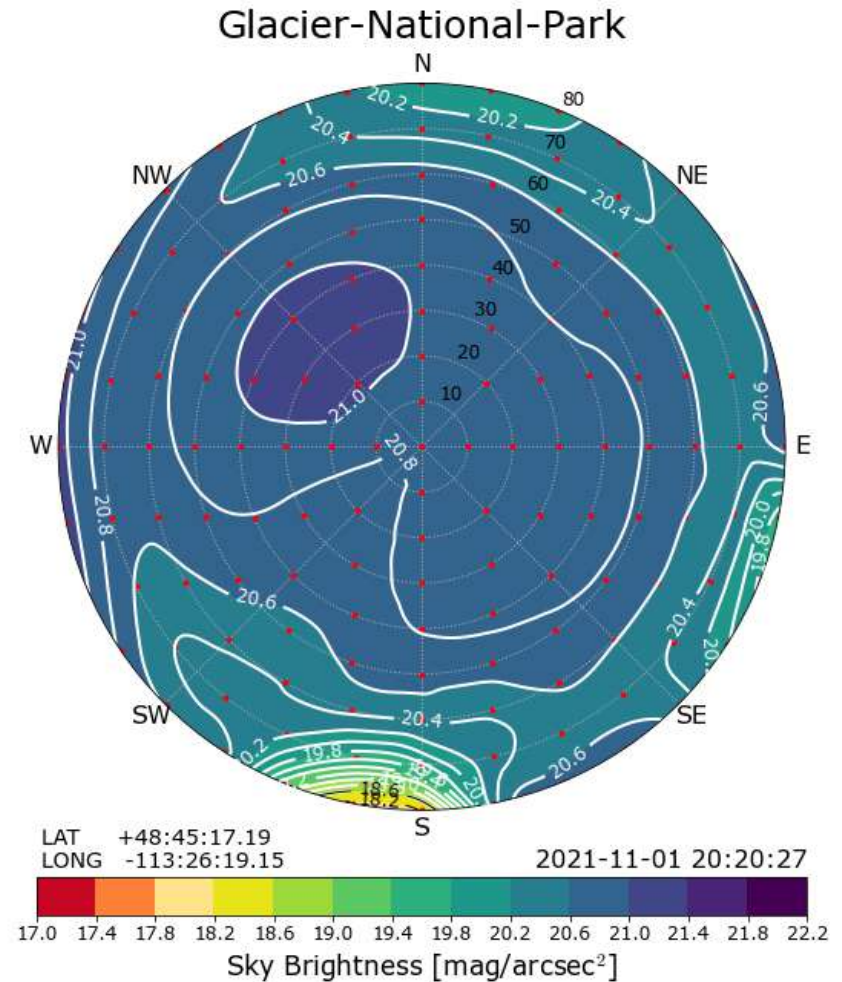
Red de fotómetros TESS-W



Localización de las fuentes de contaminación lumínica



Horizonte en dirección Madrid desde Villaverde del Ducado

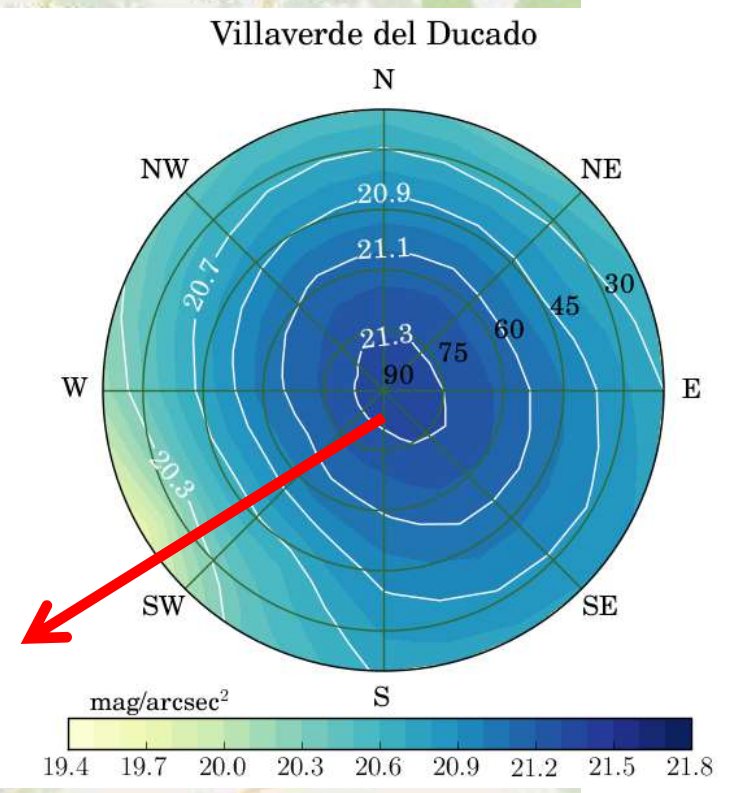


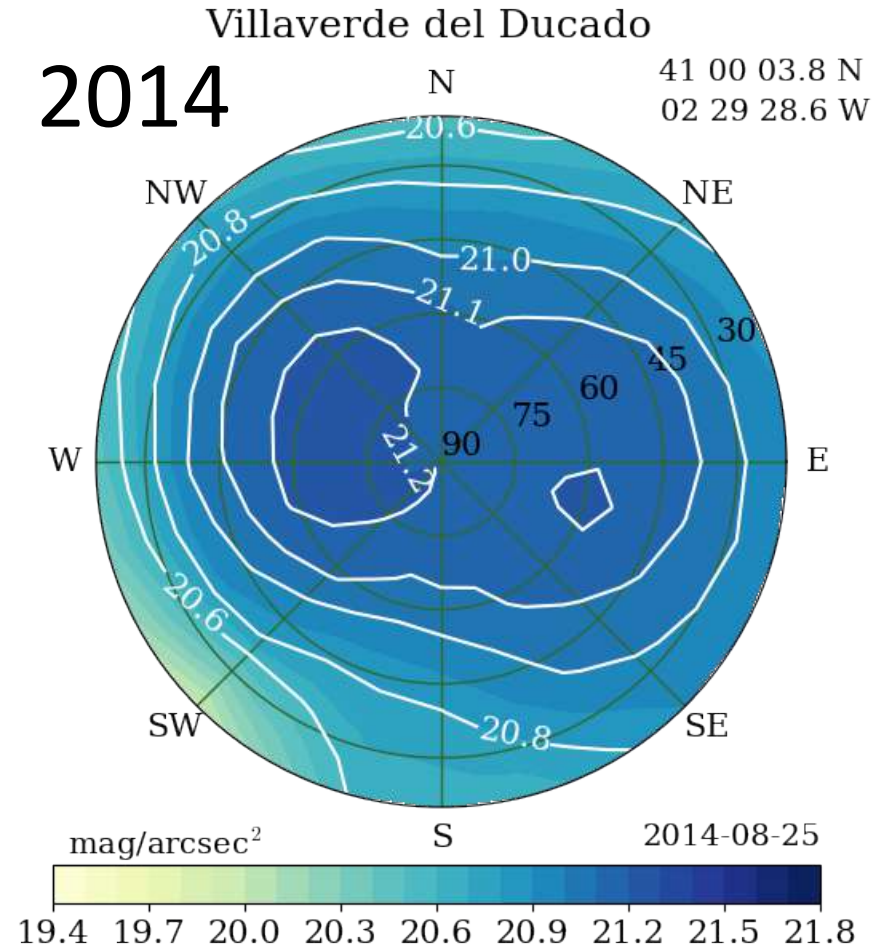
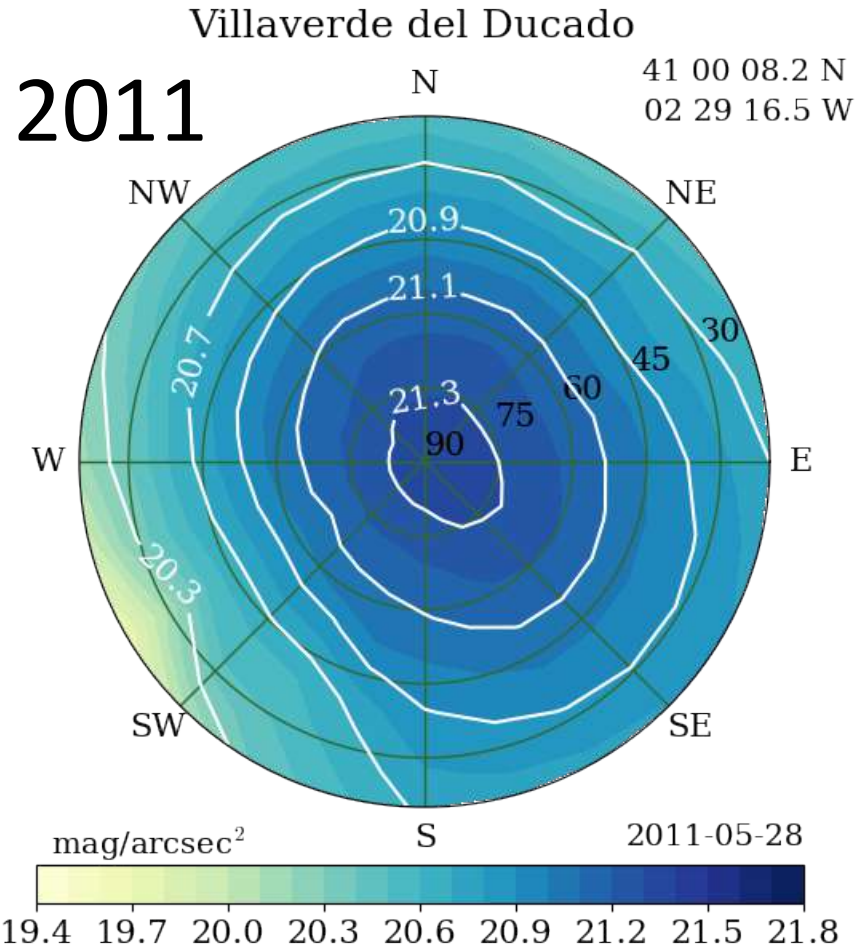
La fotografía de ojo de pez (www.nps.gov/glac/learn/nature/night-sky.htm) muestra la Vía Láctea, el centro de visitantes y una aurora al norte de Glacier National Park (USA). El mapa Nixnox reproduce estos brillantamientos de la bóveda celeste (con equipamiento barato).

<https://nixnox.ucm.es/>

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

Villaverde del Ducado (Guadalajara)
a 130 km de Madrid





Mapas NixNox en Villaverde del Ducado en dos épocas diferentes.
En la segunda la Vía Láctea estaba casi en el cénit.

<https://nixnox.ucm.es/>

Fotómetro TAS para barrido automático del cielo



Prácticas esta noche

<https://tess.stars4all.eu/products/>

Fotómetros TESS (modelos)



TESS-W

Instalación fija.
Estudios continuados.
Red STARS4ALL



TESS-P

Versión de mano.
Lecturas sueltas
Rutas de medida.



TAS (TESS Auto Scan)

Mapas de 144 medidas.
Estudios All-Sky



TESS-W4C

Versión de 4 canales.
Instalación fija.
Integral + RGB

Cartografiando el brillo de cielo nocturno

Fotómetro SQM & GPS sobre automóvil



Zamorano, Sánchez de Miguel, Ocaña, Pila-Díez, Gómez Castaño, Pascual, Tapia, Gallego, Fernández, Nievas
"Testing sky brightness models against radial dependency: A dense two dimensional survey around the city of Madrid, Spain" (2016) JQSRT vol 181, pages 52-66).

Cartografiando el brillo de cielo nocturno

Grabamos brillo del cielo, hora y localización (GPS del teléfono)



TESS-P app

TESS Telescop Encoder & Sky Sensor

40:25,55318 -3:33,39858 704.0

BRILLO: **18.31** NELM: **4.2**

11.846 Hz G: 3.35 OK

T AMB: **24.23** T IR: **23.57**

Nubes: **98** Limite: 40

Alarma: Nube En, min: 10
 Claro

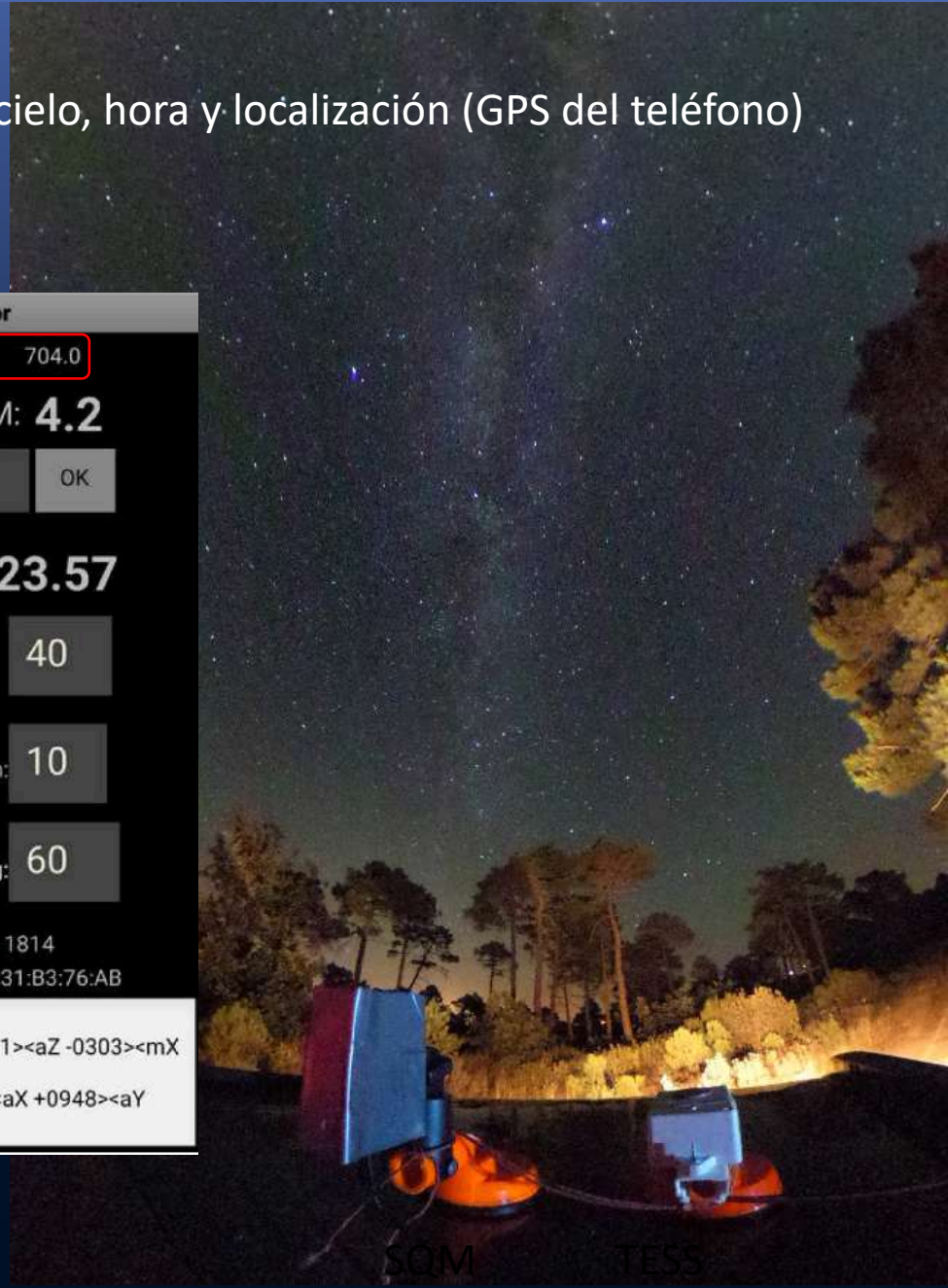
Fichero: Guardar cada,sg: 60

GPS Rx: 1814
 Ver Desconecta 98:D3:31:B3:76:AB

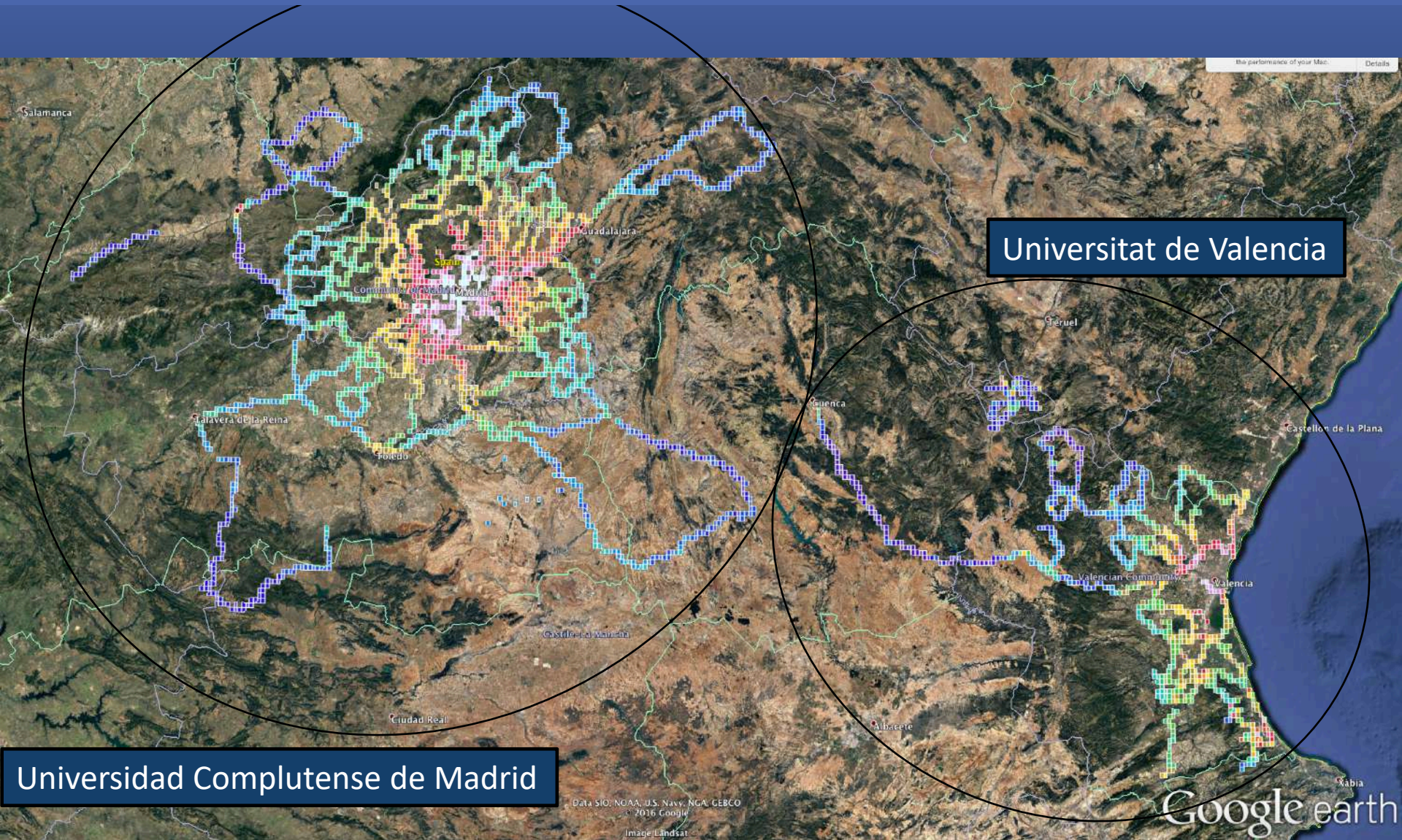
```
69><t0 +2357><aX +0936><aY -0211><aZ -0303><mX +0314><mY +0173><mZ +0081>  
<fm 03536><tA +2673><t0 +2363><aX +0948><aY
```



TESS-P sobre vehículo



Cartografiando el brillo de cielo nocturno



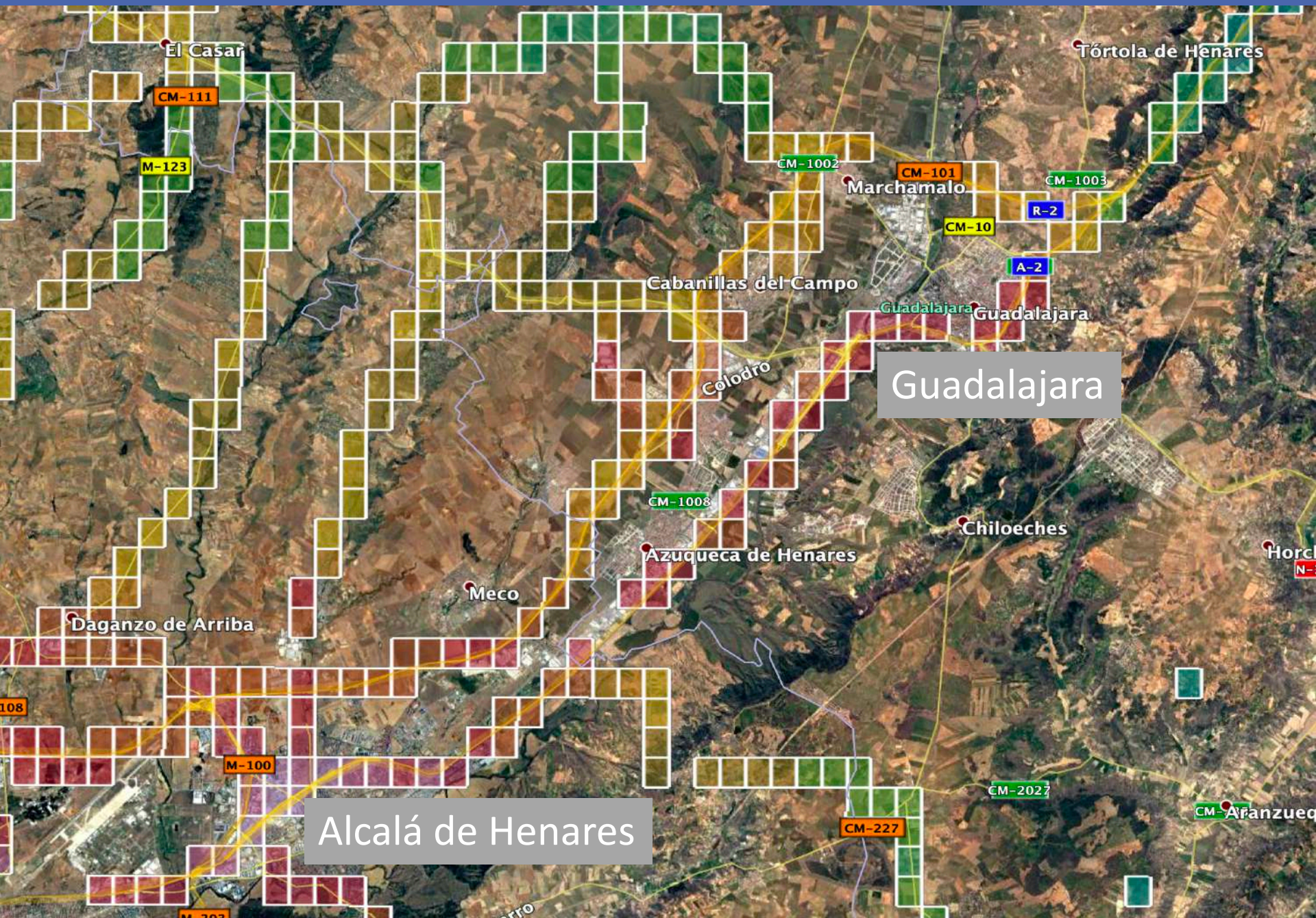
Universitat de Valencia

Universidad Complutense de Madrid

STARS4ALL

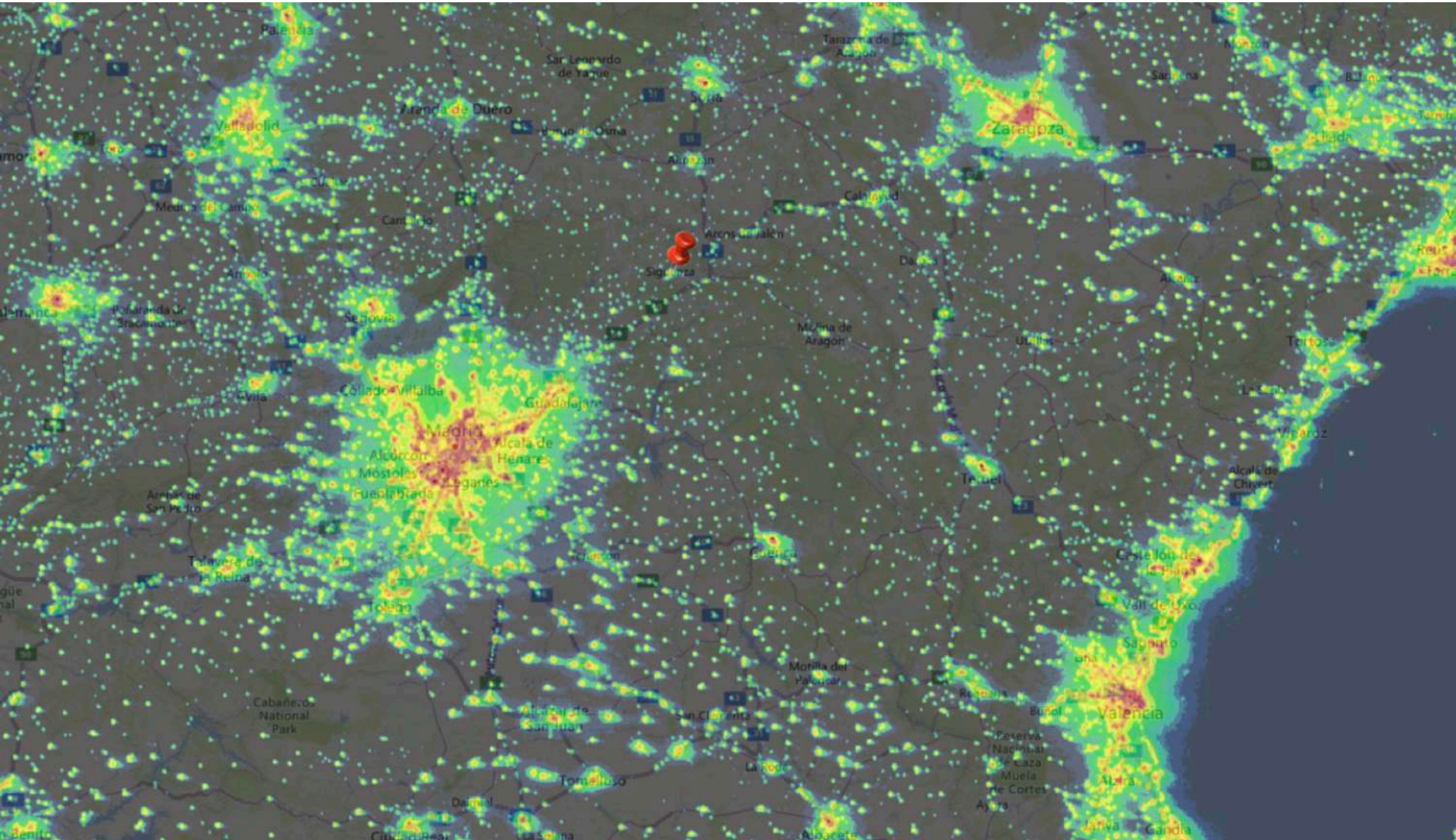
Intentando cartografiar toda la península ibérica

Cartografiando el brillo de cielo nocturno

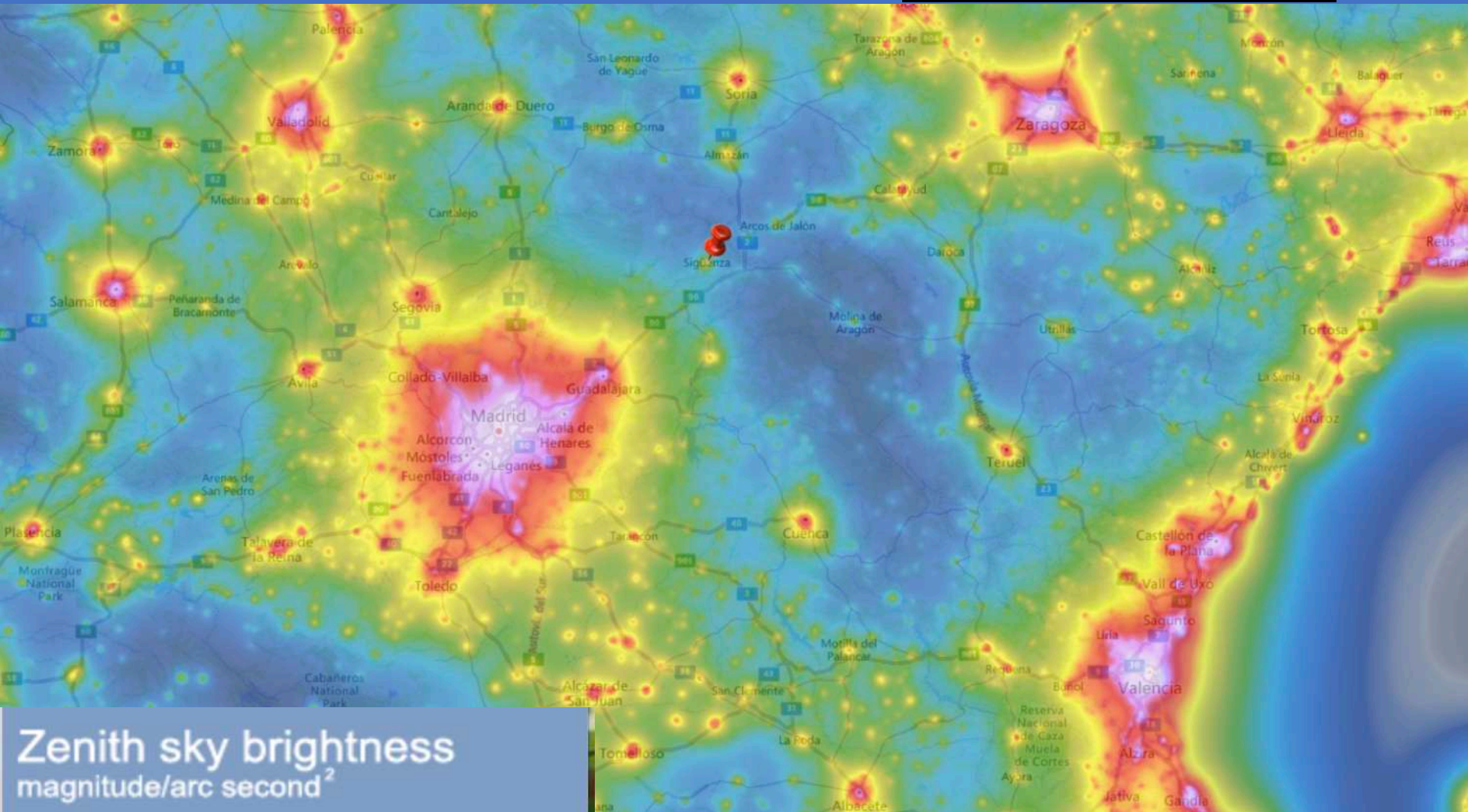


Cartografiando el brillo de cielo nocturno





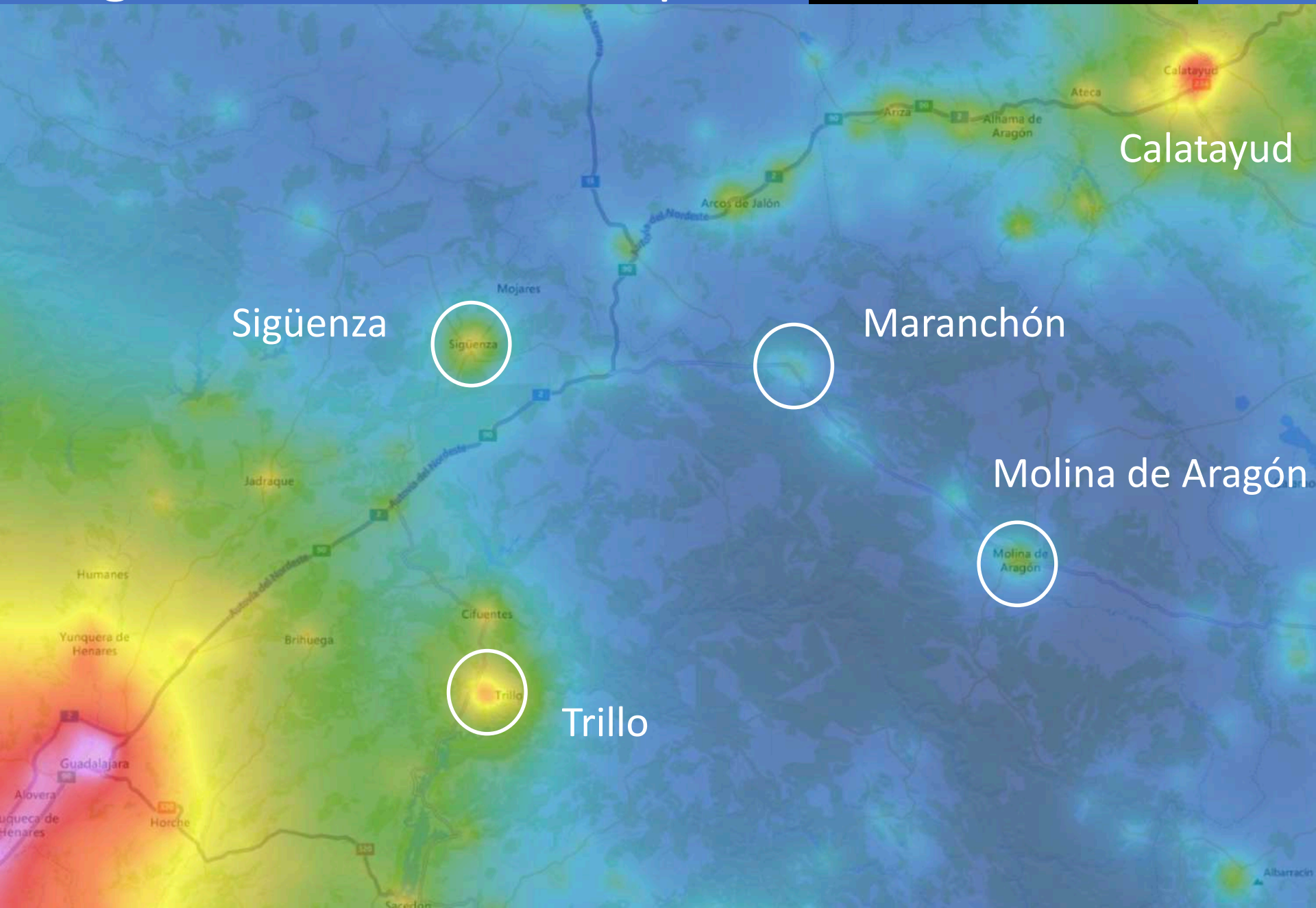
<https://www.lightpollutionmap.info/>

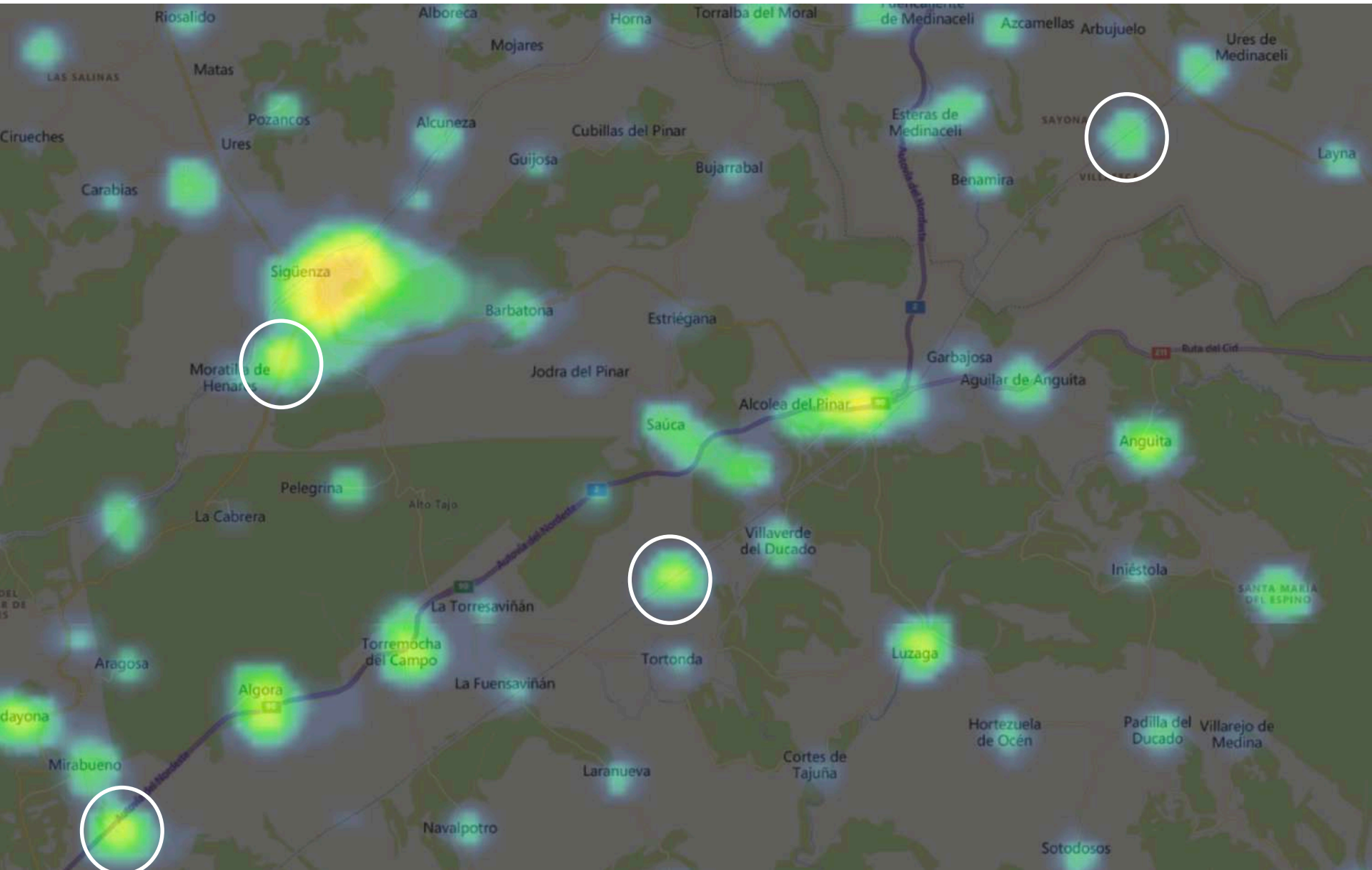


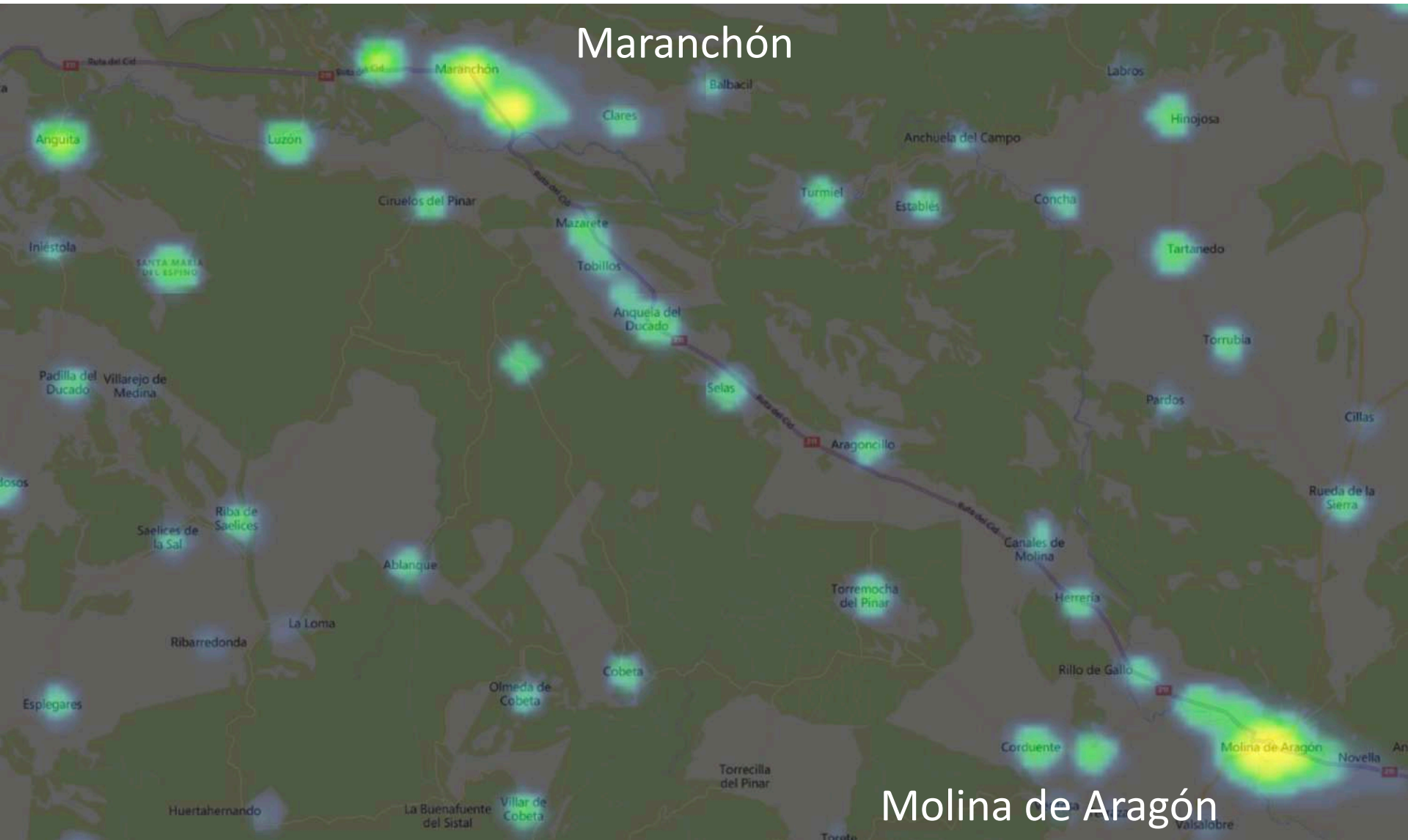
Zenith sky brightness
magnitude/arc second²

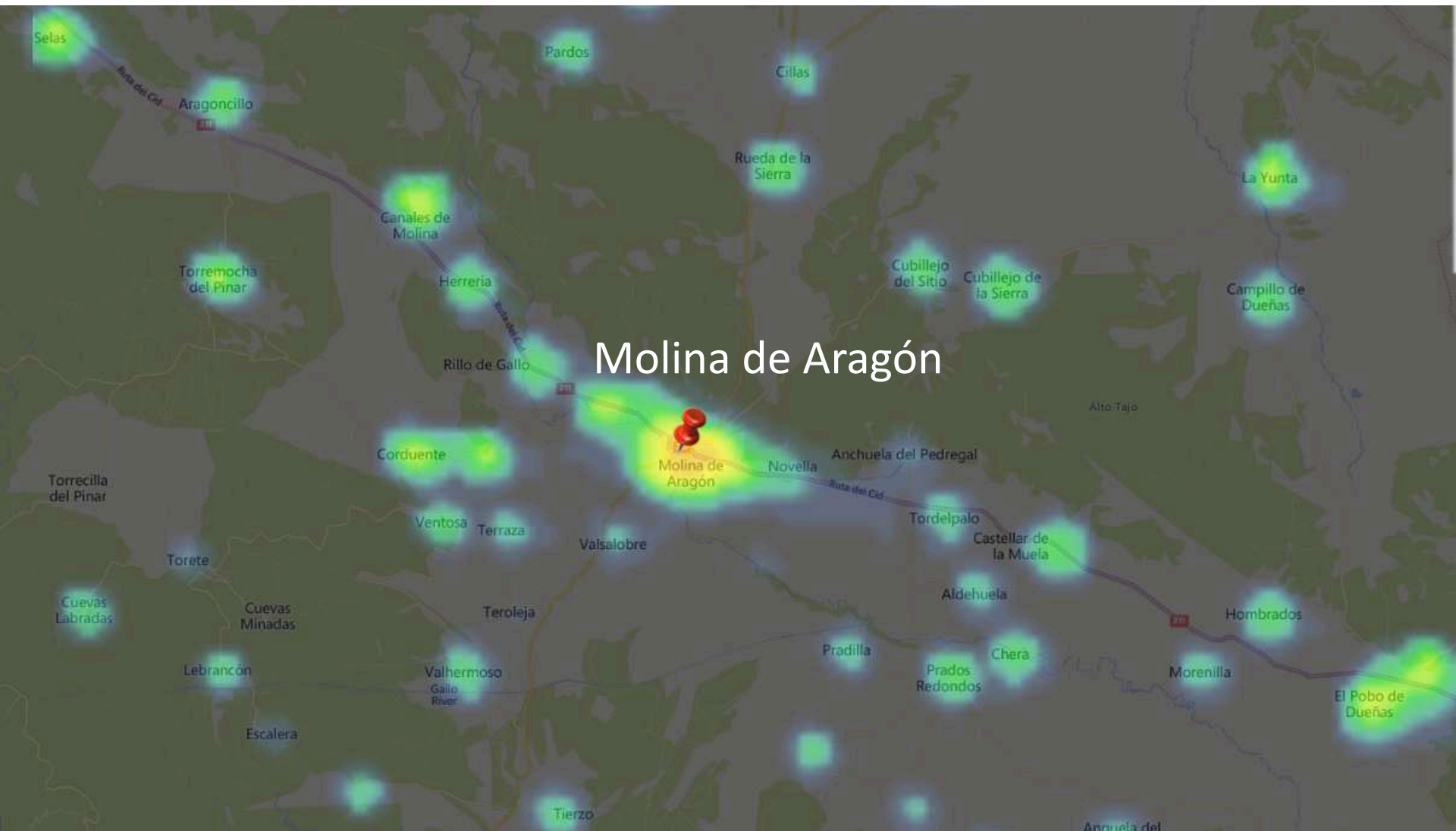


22.0 21.9 21.7 20.6 18.5 <17.5











El Pobo de Dueñas



Tenemos mucho trabajo por delante



La tumba de las luciérnagas (火垂るの墓, *Hotaru no Haka*)
(高畑 勲, *Takahata Isao*) 1988 Cine Bélico

Enlaces

<https://www.celfosc.org/> <https://www.darksky.org/>

<https://citiesatnight.org>

<https://guaix.fis.ucm.es/reecl/>

<http://www.stars4all.eu/>

<https://actionproject.eu/>

<https://tess.dashboards.stars4all.eu/>

<https://tess.stars4all.eu/>

<https://nixnox.stars4all.eu/>

<https://nixnox.ucm.es/>

<https://guaix.ucm.es/azotea>

<https://guaix.ucm.es/streetspectra/>

<https://www.lightpollutionmap.info/>



@cefalopodo

street spectra

UNIDAD DIDÁCTICA

Lucía García
Jaime Zamorano
Rafael González

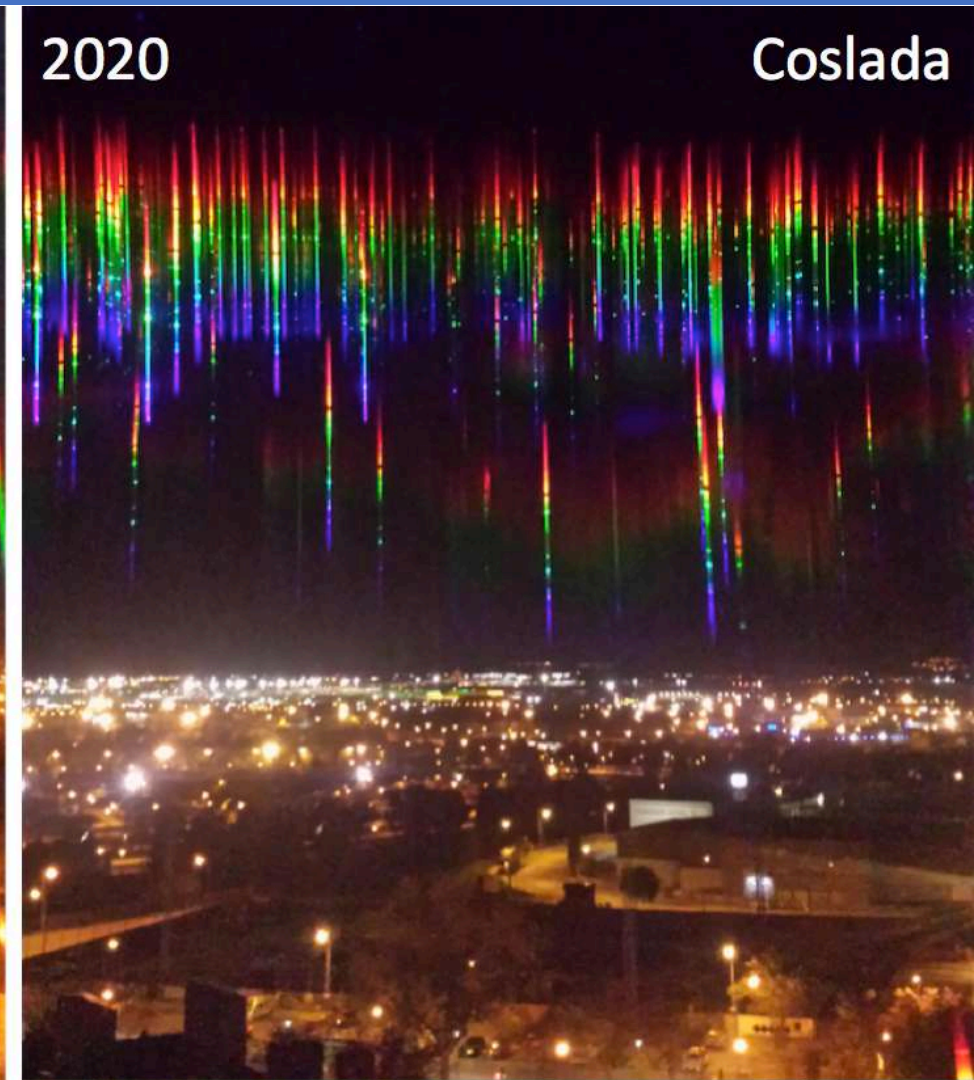
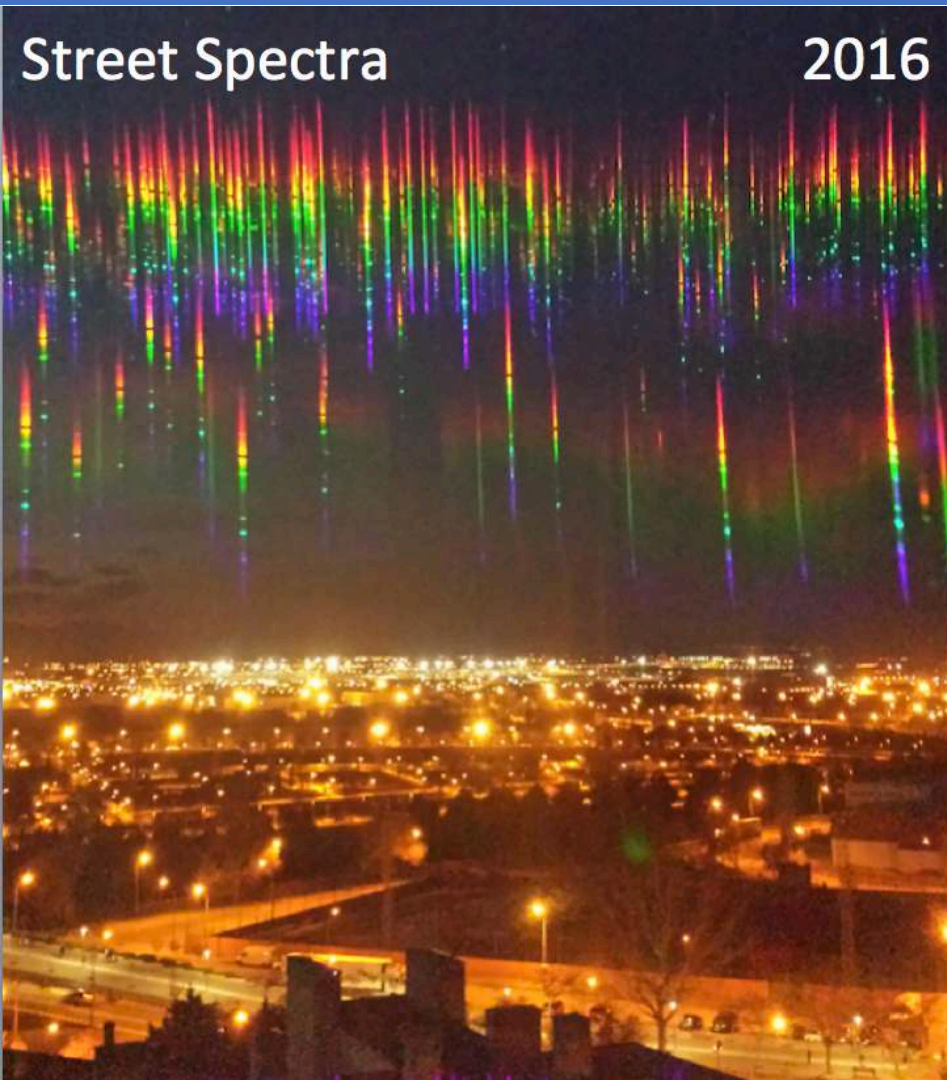


 ACTION



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

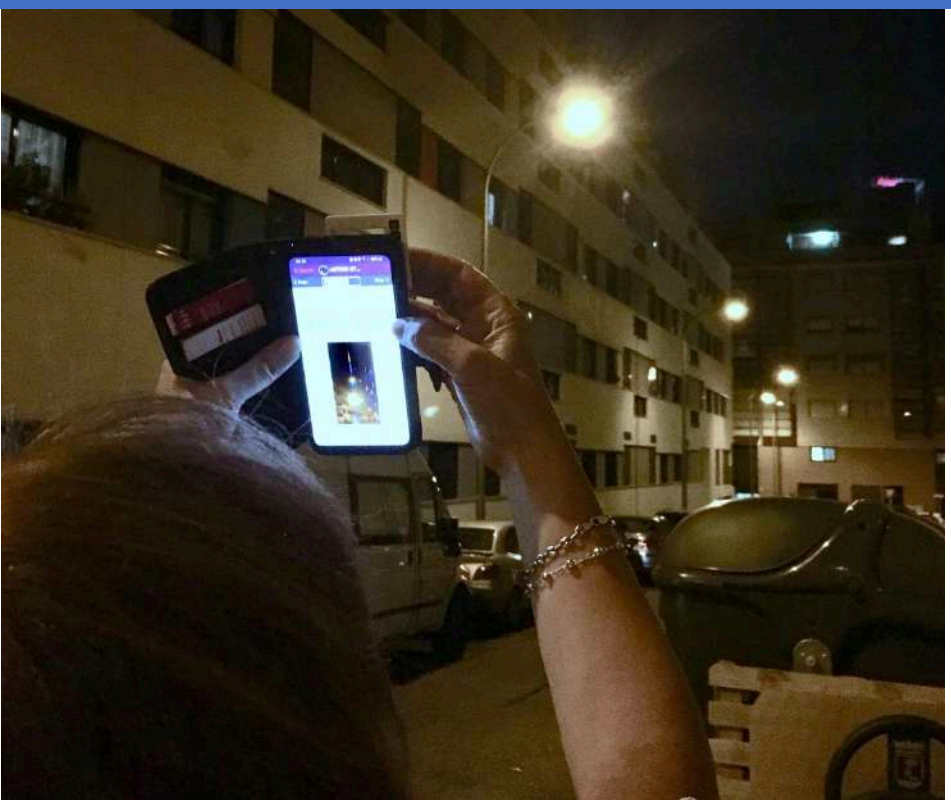


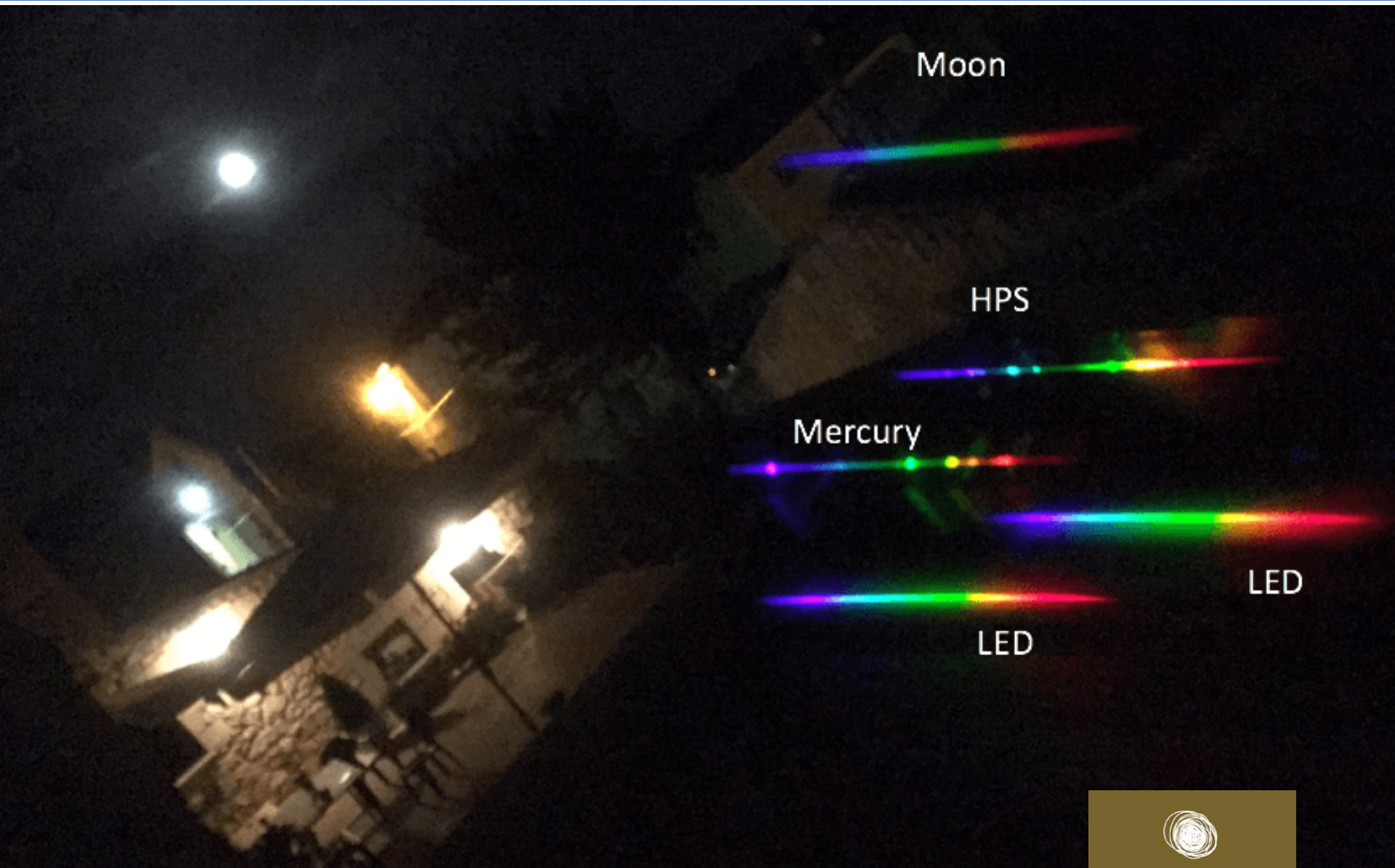


Variación de la iluminación de Coslada entre 2016 y 2020.
Imágenes obtenidas con cámara de teléfono y red de transmisión.
© Cristóbal García



Una red de difracción sobre la lente de la cámara permite registrar los espectros



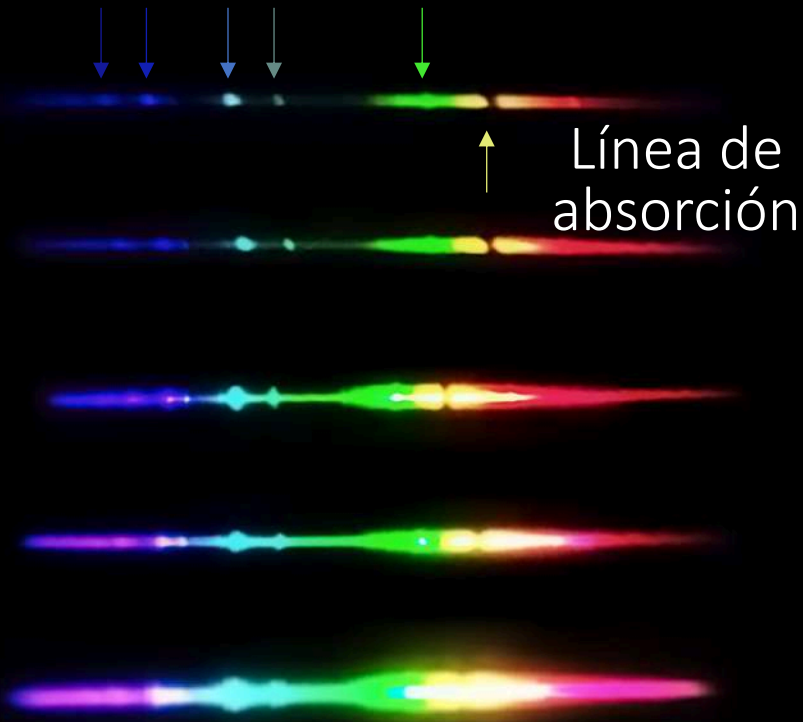


Street Spectra: identificación de espectros

(HPS) SODIO DE ALTA PRESIÓN



Líneas de emisión

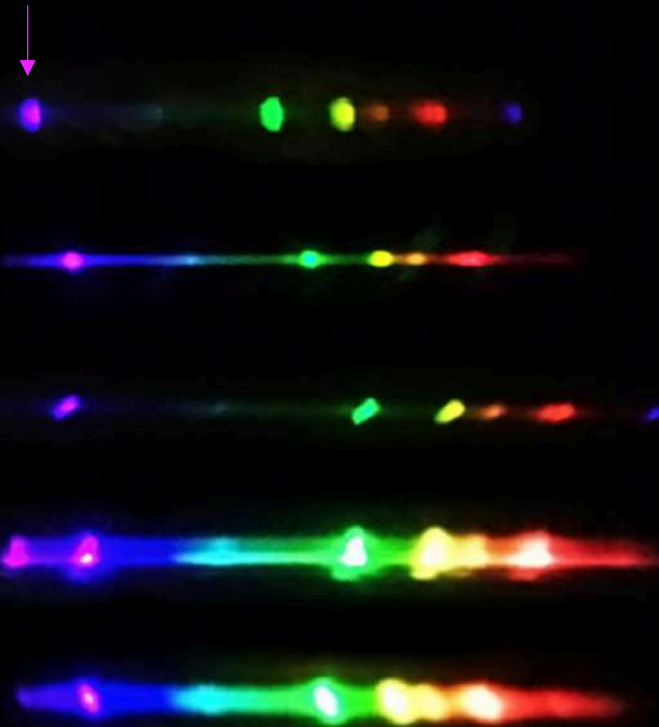


Las lámparas de sodio de alta presión HPS son naranjas y su espectro está dominado por una línea de sodio que presenta una autoabsorción.

Street Spectra: identificación de espectros

(MV) VAPOR DE
MERCURIO

Línea de emisión
brillante
en el violeta

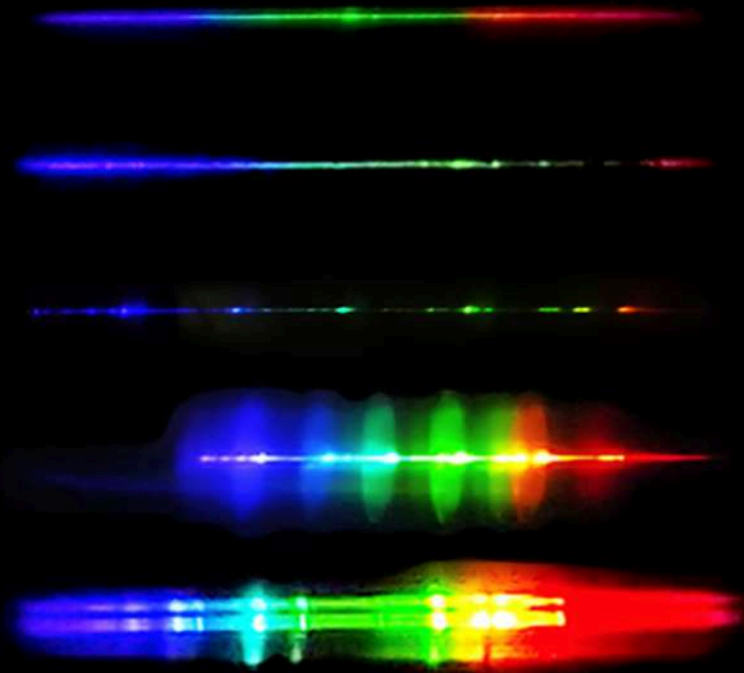


Todavía quedan lámparas de MV que son blancas aunque las más gastadas pueden aparecer verdes. Su espectro tiene líneas de emisión.

Street Spectra: identificación de espectros

(MH) HALOGENUROS
METÁLICOS

En luces ornamentales y
estadios



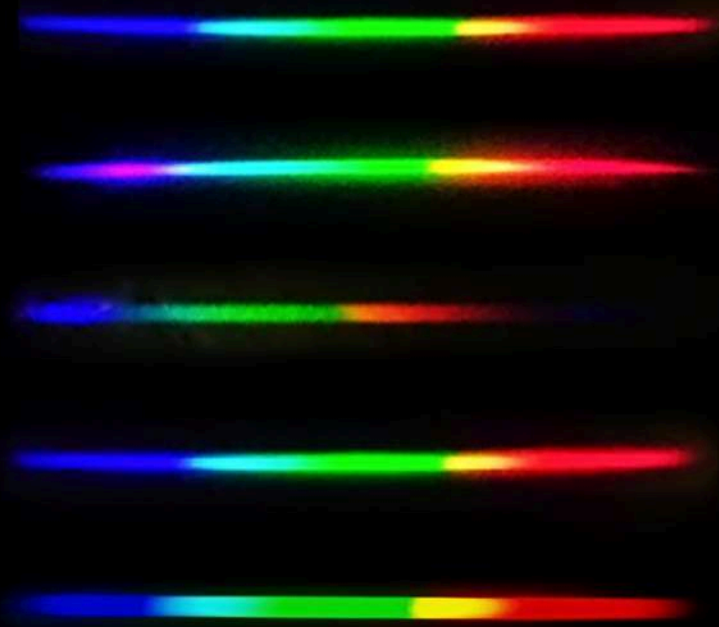
Las lámparas de los focos de las instalaciones deportivas y la luz ornamental suele ser HM. Es muy blanca y presenta líneas de emisión.

Street Spectra: identificación de espectros

DIODO EMISOR DE LUZ
(LED)

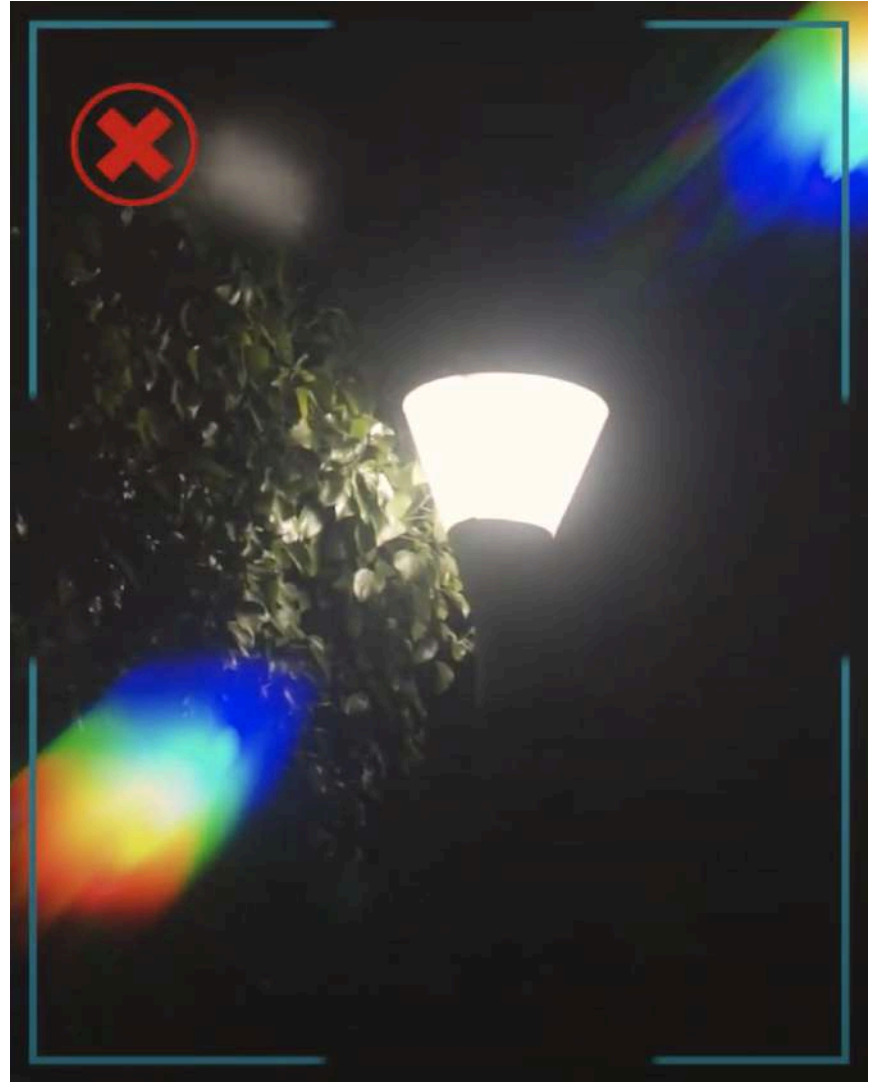
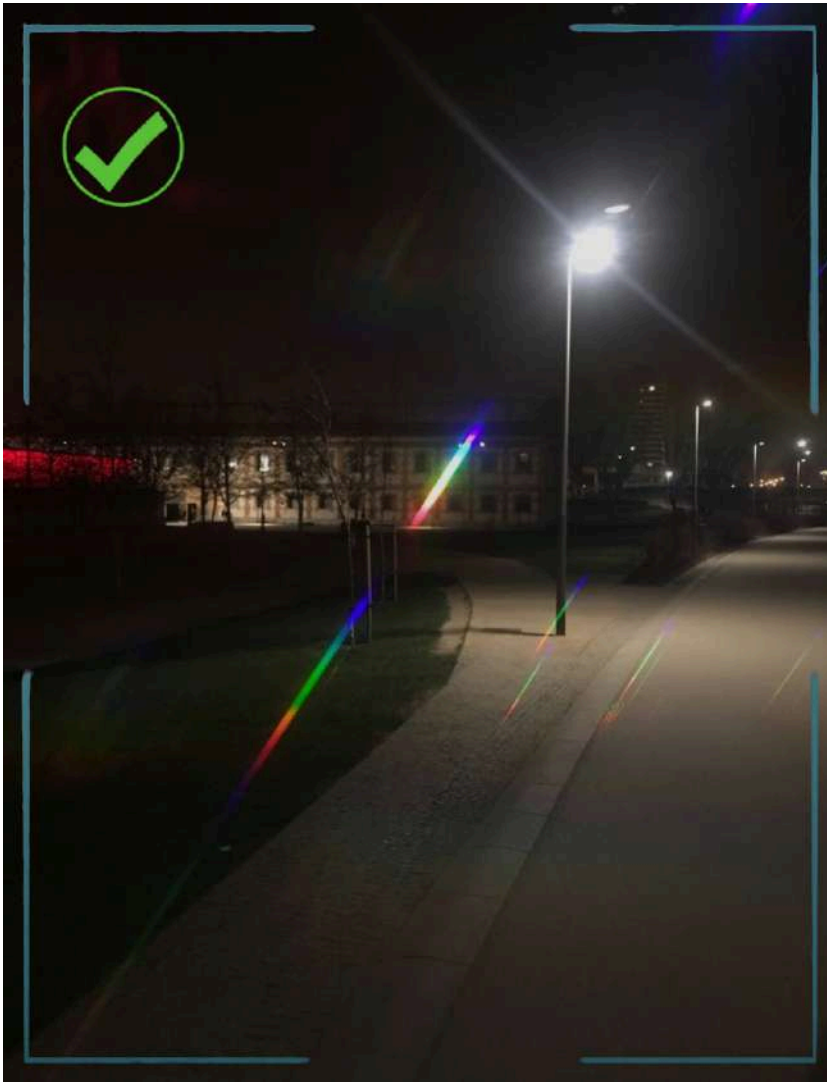


Espectro continuo sin
líneas



Los LED tienen un espectro continuo (sin líneas de emisión).
Dependiendo de su color puede tener más o menos espectro azul.

Street Spectra: Observaciones



- Mejor no acercarse demasiado a la fuente cuyo espectro queremos registrar.
- Queremos que se registre la fuentes de luz y su espectro a la vez.

Street Spectra: Observaciones



- Girando la red de difracción conseguimos que el espectro salga dentro de la imagen.
- Se pueden registrar dos espectros (primer y segundo orden)..

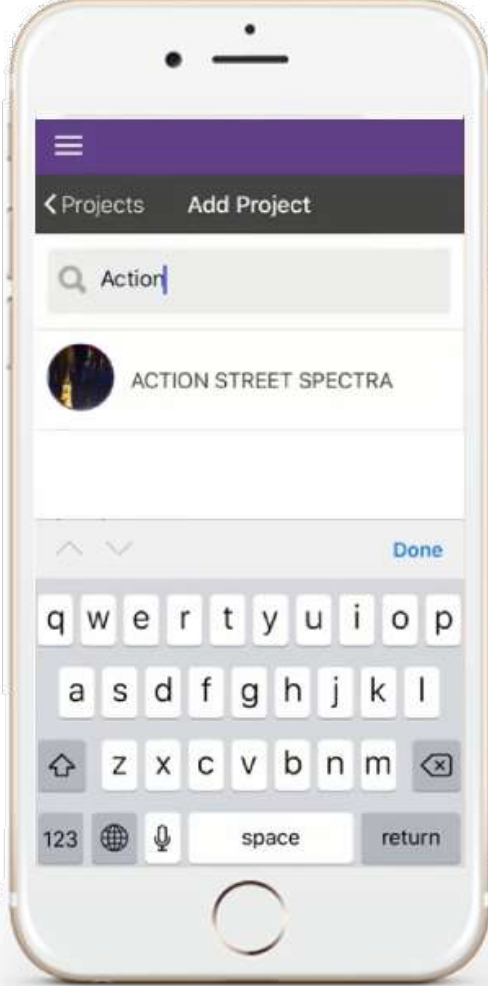
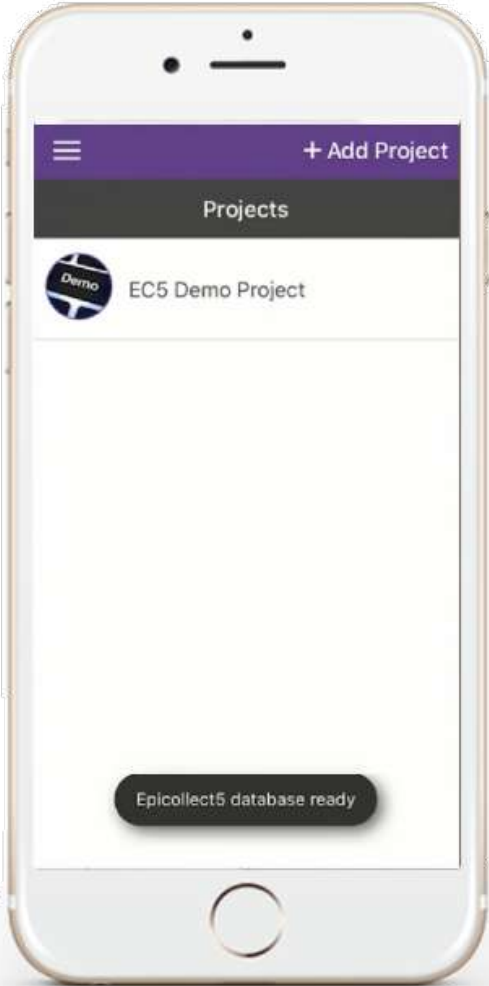
Instalación Smartphone App



Descarga

Añadir proyecto

Busca y selecciona
Action Street Spectra



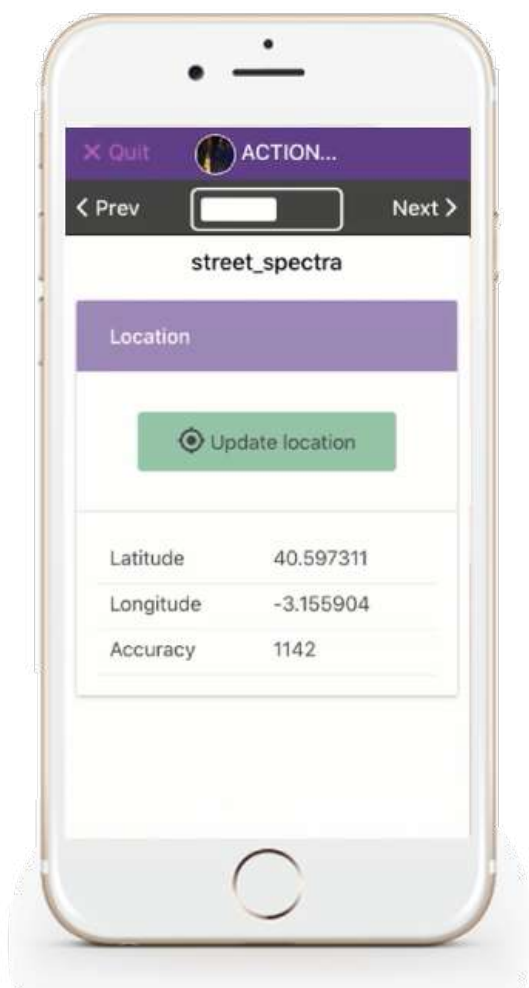
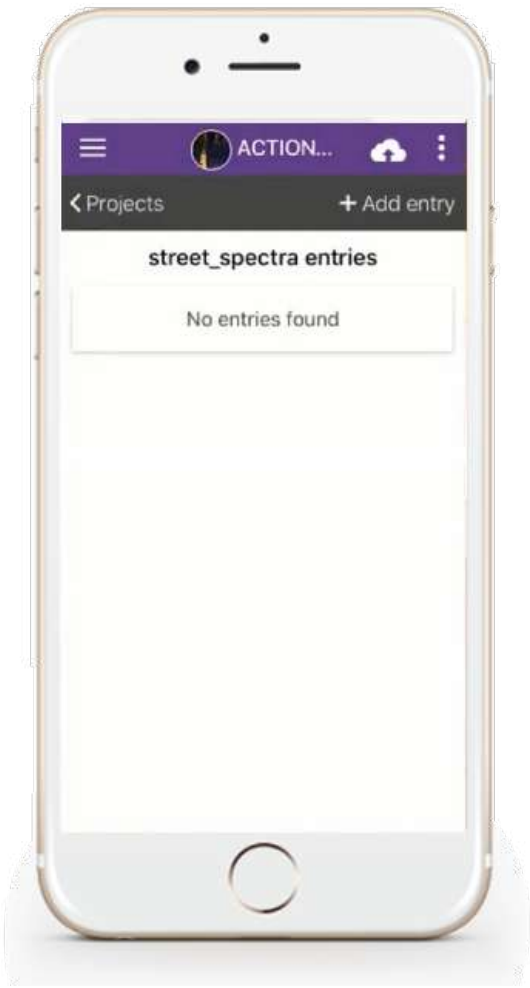
Usando Smartphone App



Añadir entrada

Actualiza tu posición (GPS)

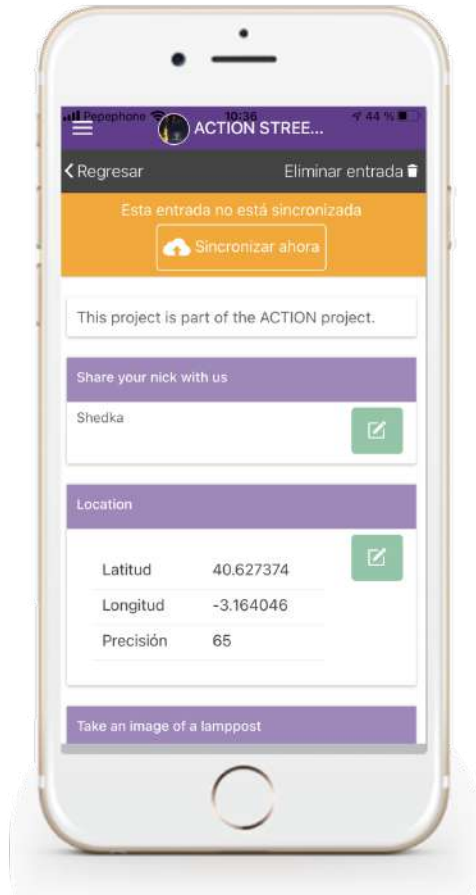
Fotografía la fuente de luz



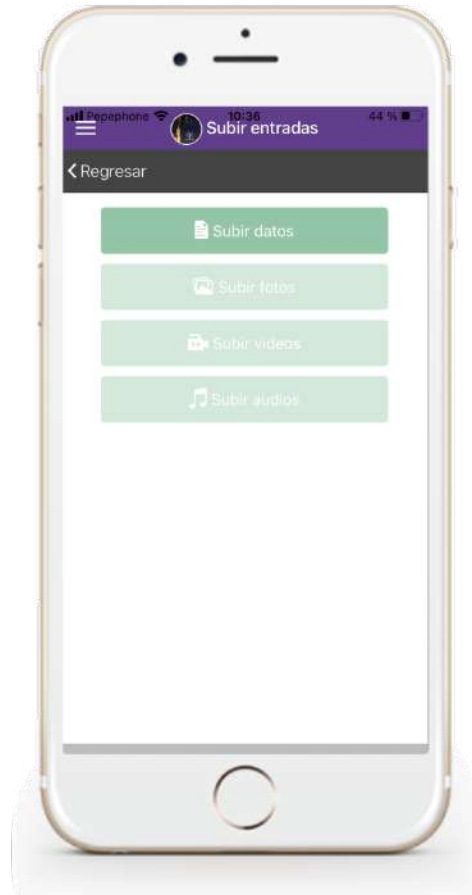
Usando Smartphone App



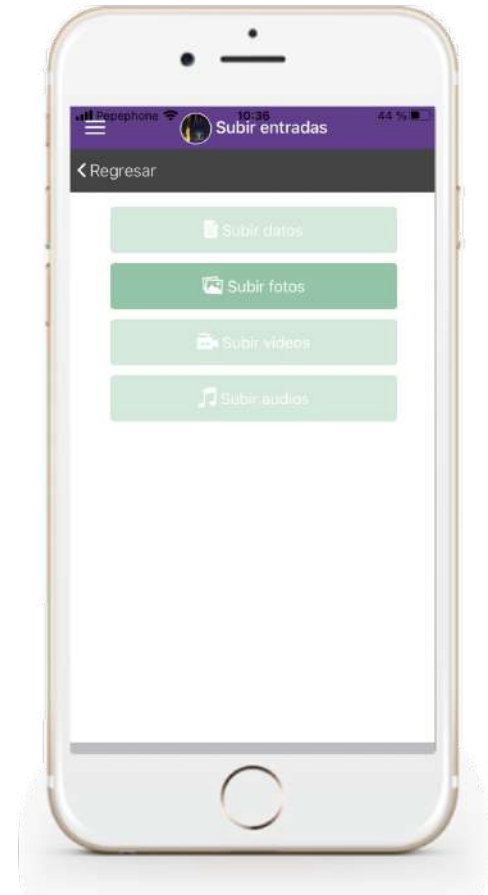
Sincronizar ahora



Subir datos



Subir fotos



- Sólo cuando se sincroniza las observaciones suben al servidor.
- Hay que subir los datos y las imágenes.

Base de datos abierta en



ACTION STREET SPE... street_spectra ▾

Table Map Exit

Total: 3736, 1/75 < >

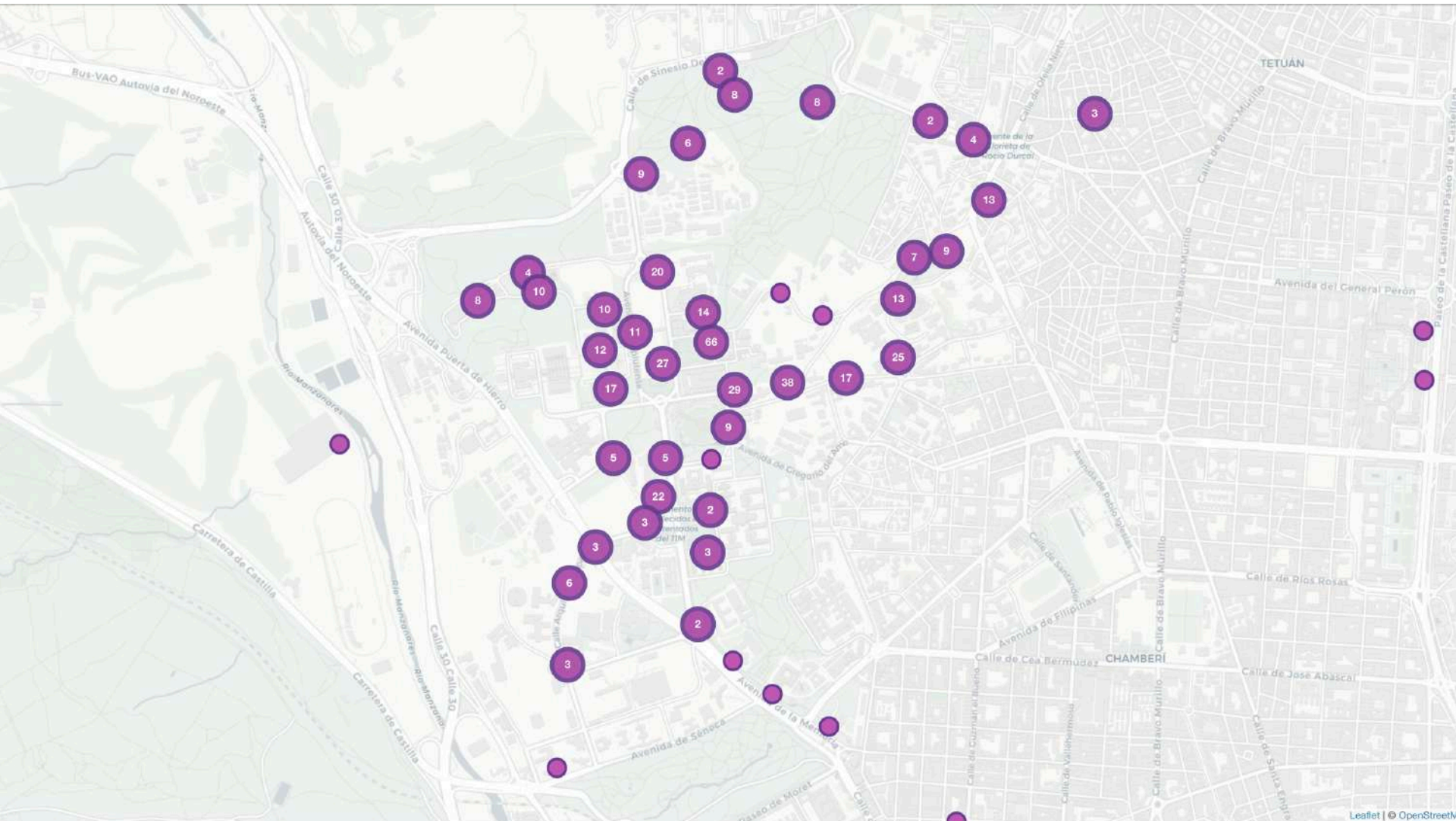
Filter by title

FROM: 02 SEP, 19 TO: 26 FEB, 22 NEWEST ▾ X

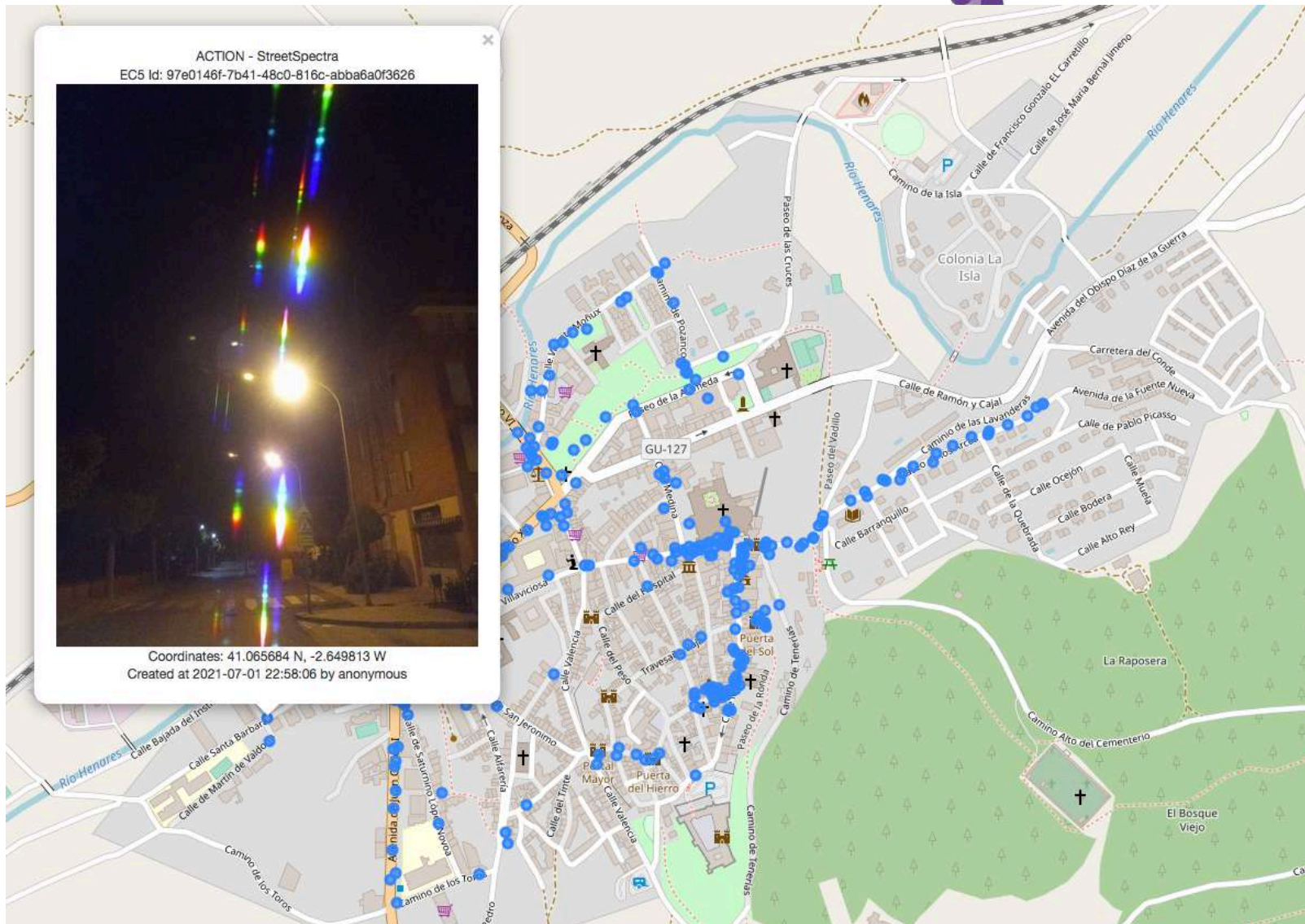
View	Title	Created At	Share your nick with us	Location	Take an image of a lamppost	Illumination source type (opt...	Comments
	15a5a332-4c5a-4a71-...	26th Feb, 2022	Jordi_jmr	41.839326, 2.809016			
	a8319201-7cea-47c5-...	26th Feb, 2022	Jirdi_jmr	41.839003, 2.808935			
	b7419552-d001-4e57-...	26th Feb, 2022	Jordi_jmr	41.838924, 2.80894		LED - Light Emitting Diode	
	04e4b76a-baba-4c6f-...	16th Feb, 2022	Dass	40.387838, -3.648098			
	4ad238db-7468-4f7c-...	16th Feb, 2022	Ceta22	39.543342, -0.34601		LED - Light Emitting Diode	
	8a147d8c-a896-44c4-...	16th Feb, 2022	Ceta22	39.543738, -0.345895		LED - Light Emitting Diode	Led muy cálido
	ed06288d-9ed9-4a59-...	16th Feb, 2022	Ceta22	39.543466, -0.34547		MV - Mercury Vapor	
	03b4bc41-c7ce-444f-...	16th Feb, 2022	Ceta22	39.5433, -0.345091		MH - Metal Halide	
	b82e9680-ad21-4b08-...	16th Feb, 2022	Ceta22	39.543149, -0.344754		LED - Light Emitting Diode	

<https://five.epi collect.net/project/action-street-spectra/data>

Mapa de observaciones

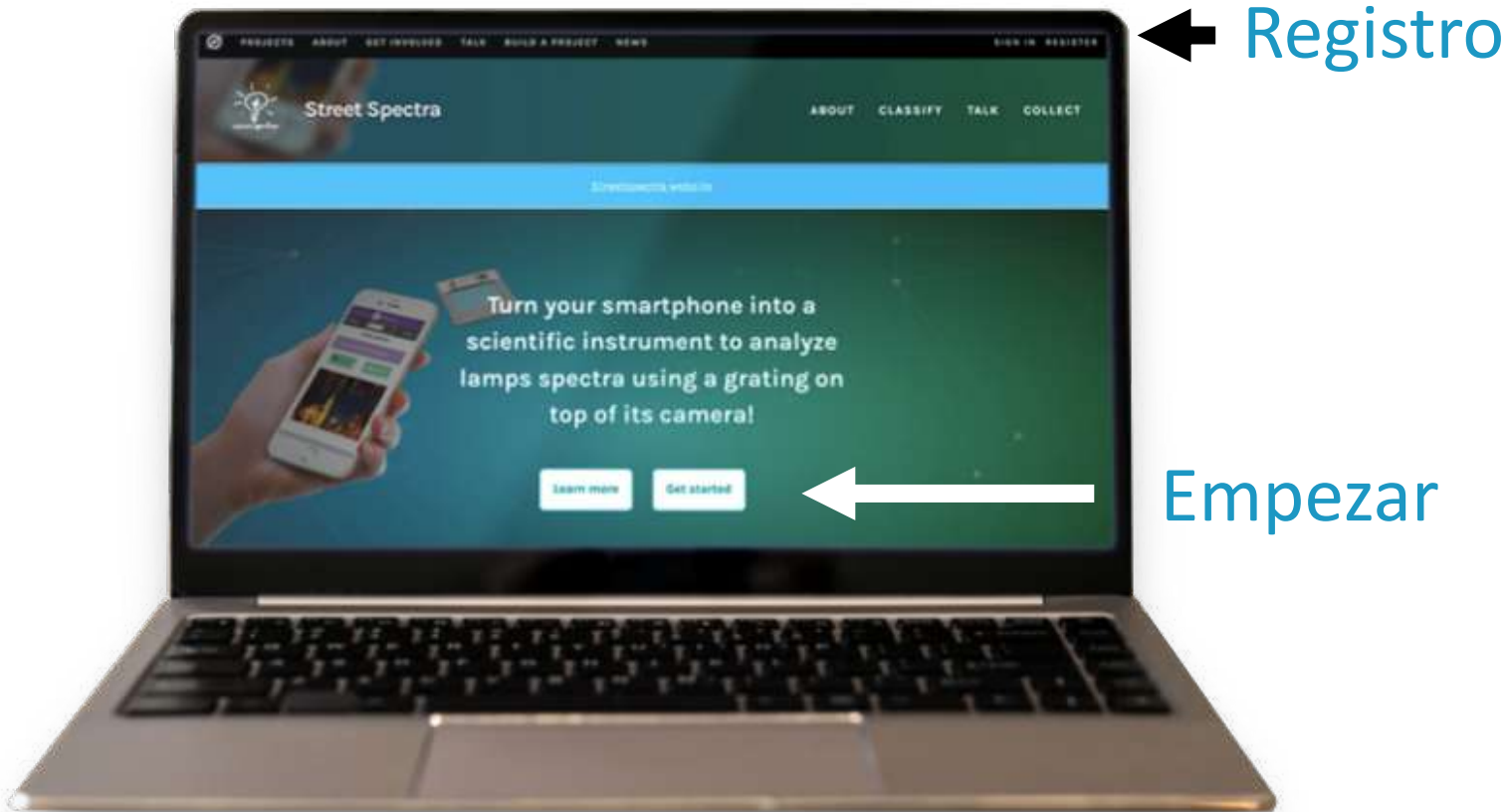


Mapa de observaciones

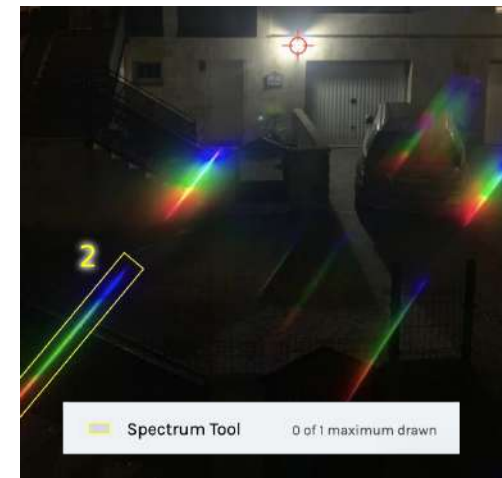
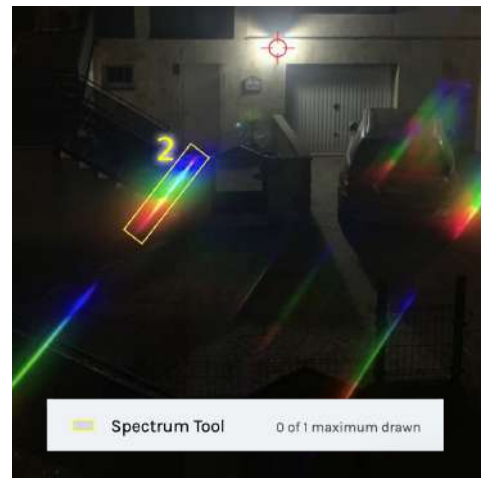
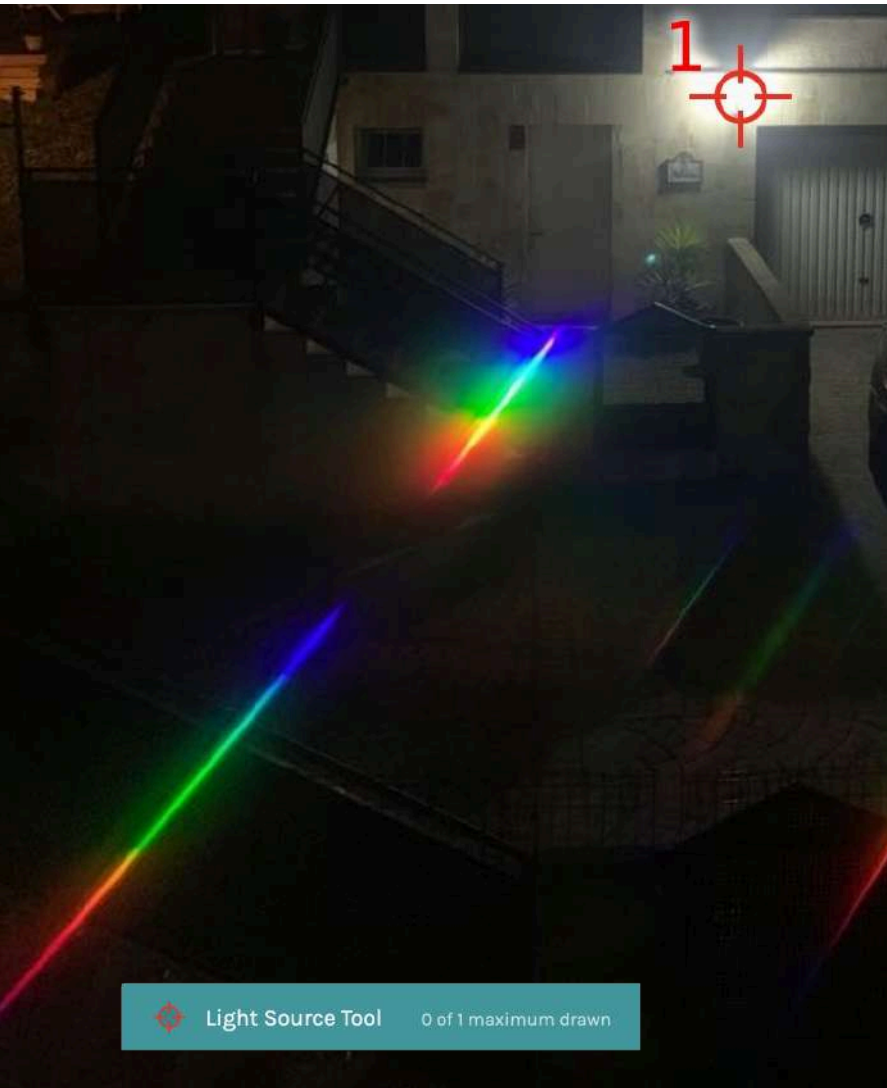


Street Spectra: Clasificación de espectros

Google “Street Spectra Zooniverse”



Street Spectra: Clasificación de espectros



Spectrum type. Frame the spectrum with a rectangle.

- HPS - High Pressure Sodium
- MV - Mercury Vapor
- LED - Light Emitting Diode
- MH - Metal Halide

OK

