

Alcalá de Henares 2026/02/06

Restaurando los cielos oscuros y estrellados

Jaime Zamorano



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

@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

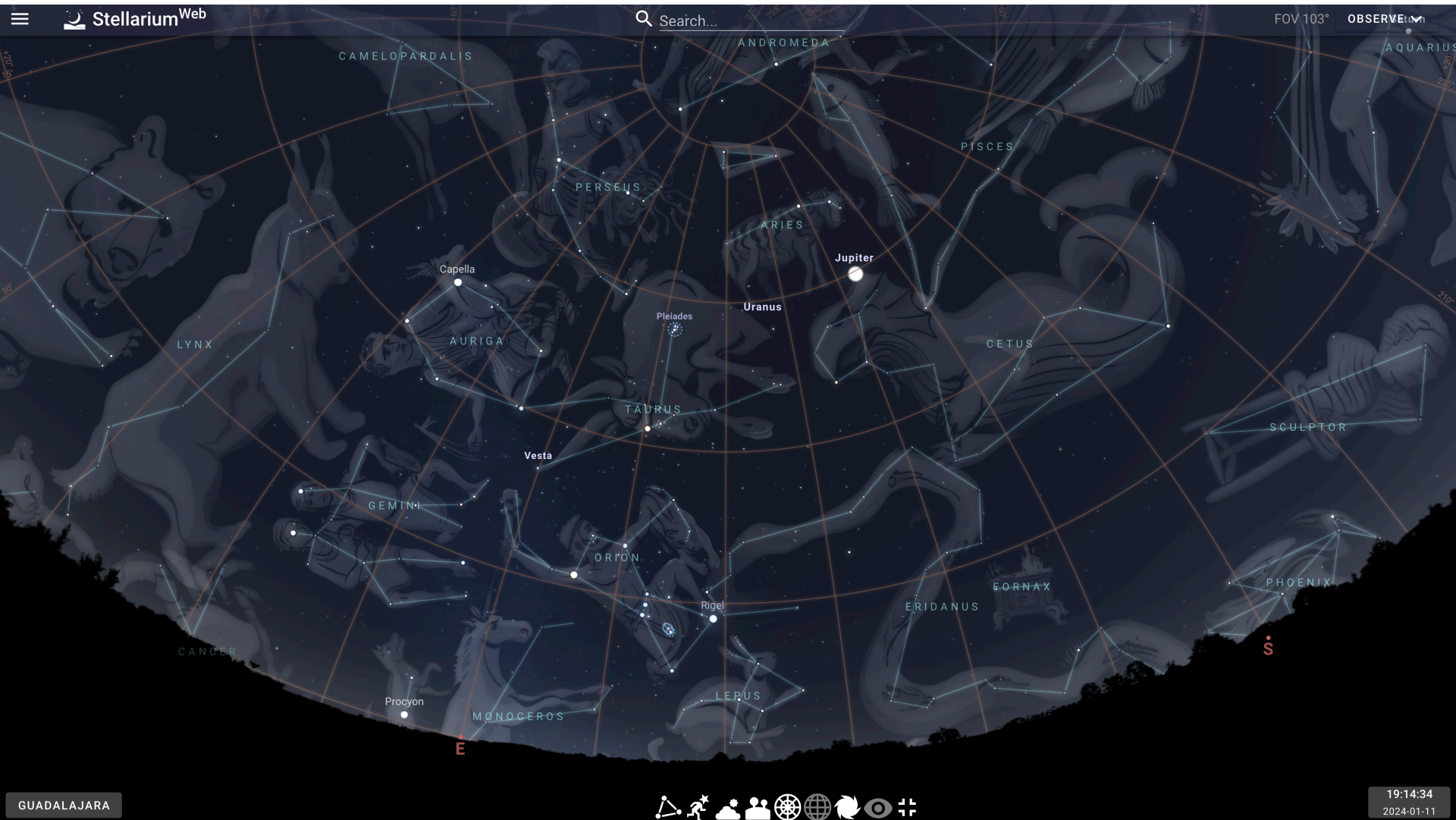
Madrid

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)

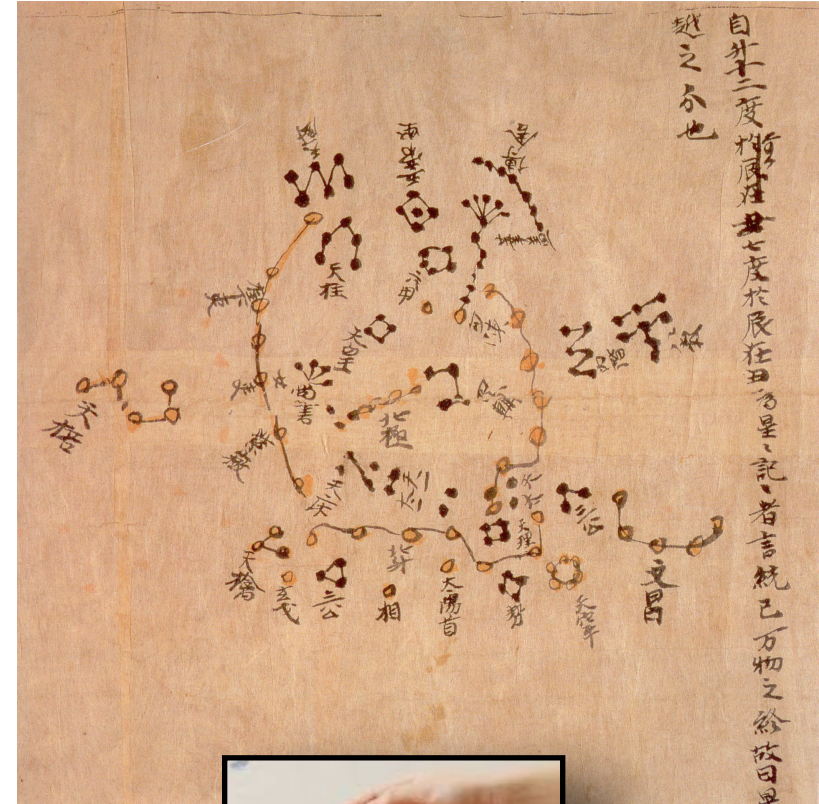
Las historias del cielo nocturno



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.



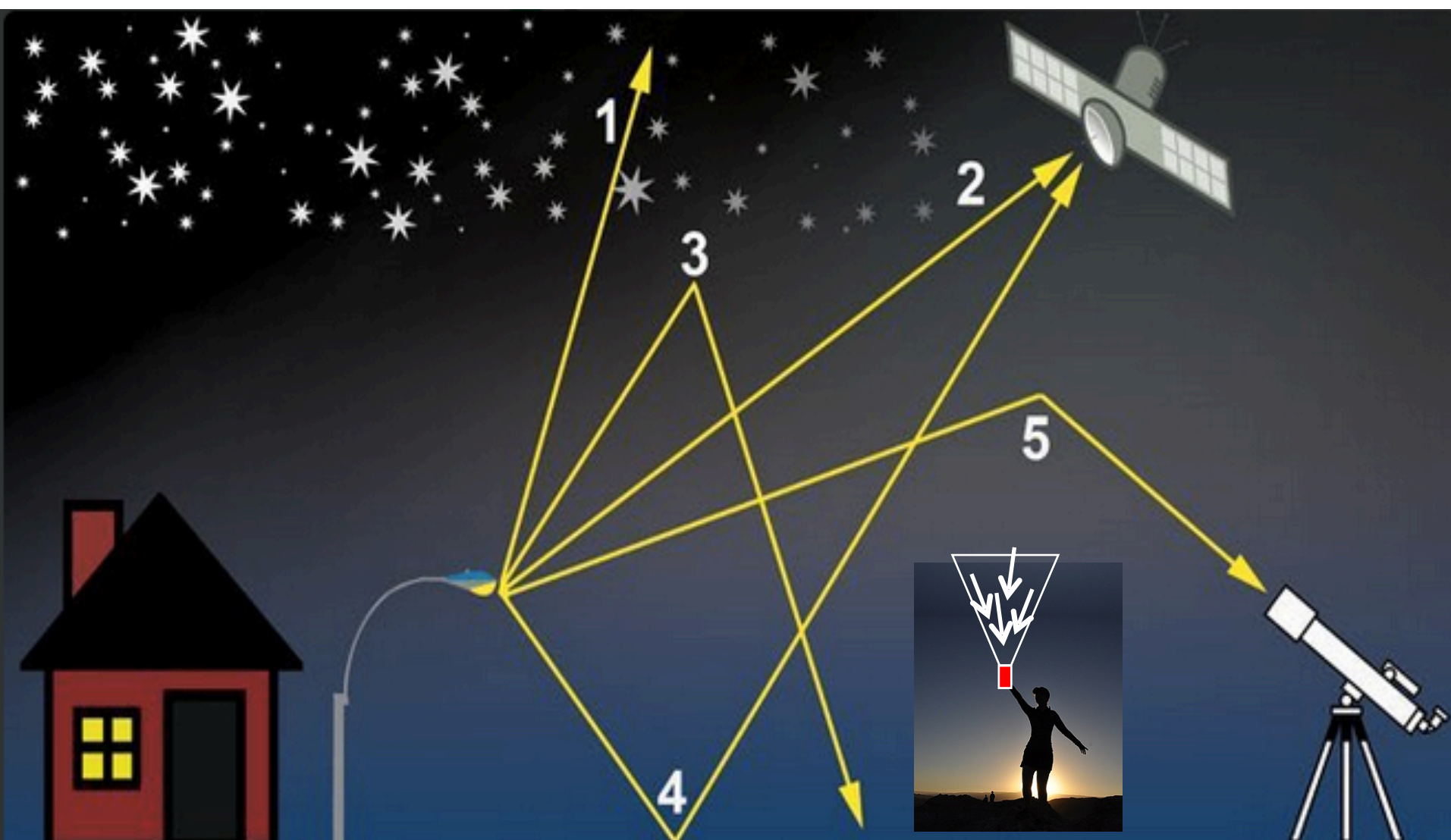
<http://www.ianridpath.com/startales/sagittarius.html>

http://judy-volker.com/StarLore/Myths/AncientChina_R-Z.html

<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



Artificial light in the Palomar sky looking SW toward Escondido (Palomar/Caltech)

Brillo del cielo nocturno

La contaminación colorea las nubes



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



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)



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

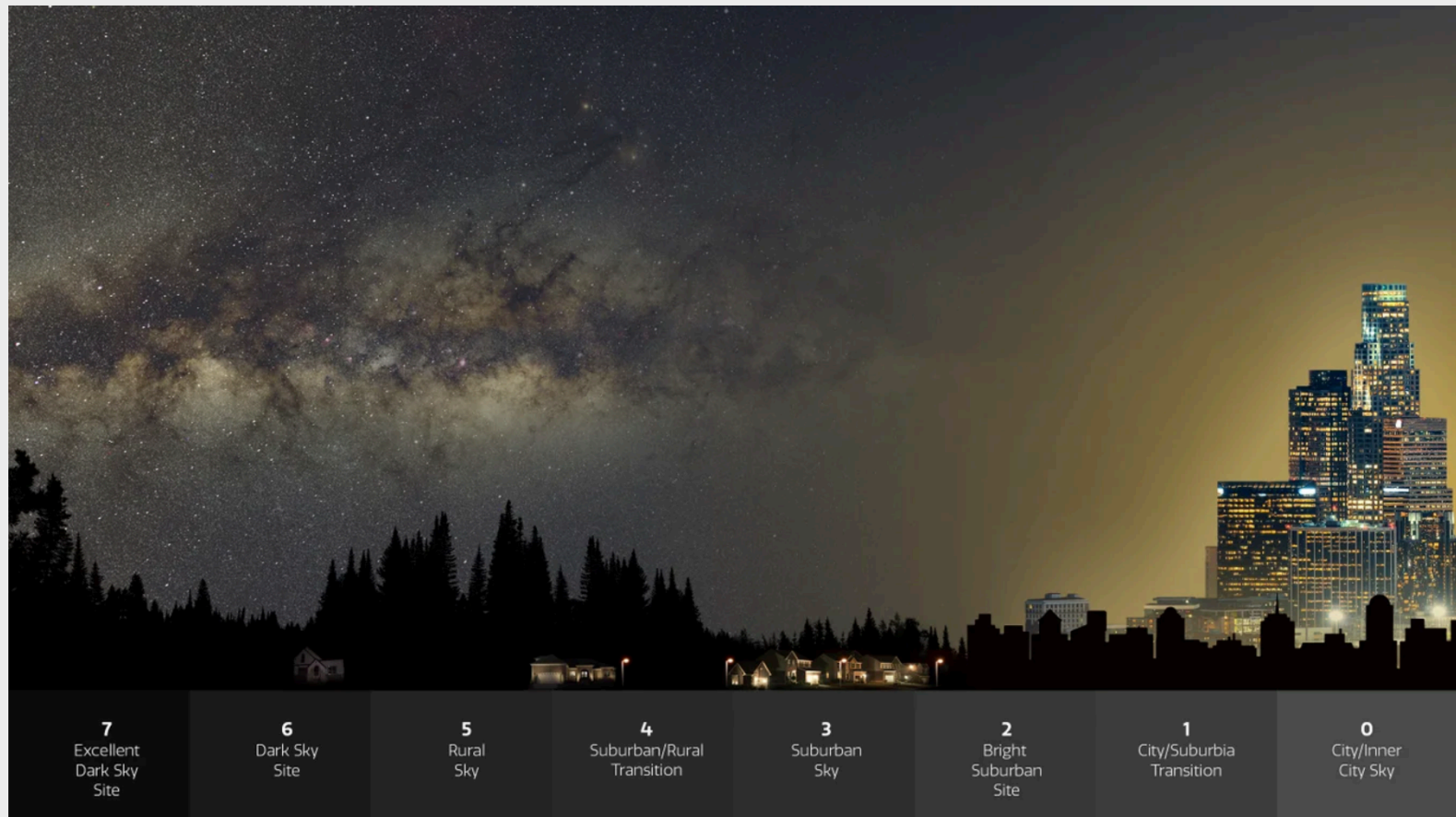
- En defensa de la calidad de los cielos nocturnos.
- Por el derecho a la observación de las estrellas.

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

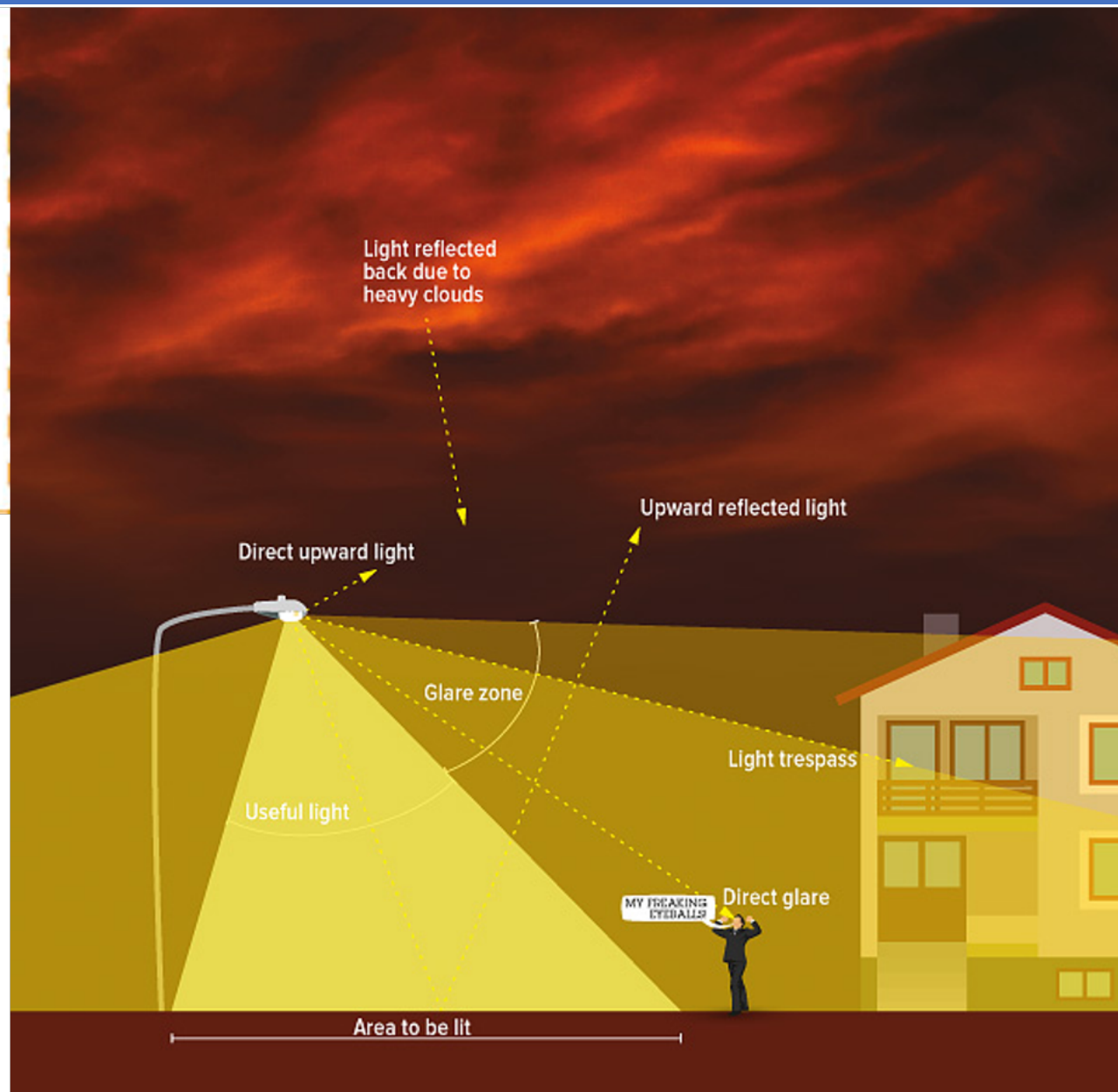


Image from Anezka Gocova, in “The Night Issue”, Alternatives Journal 39:5 (2013)

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



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

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



www.worldmigratorybirdday.org

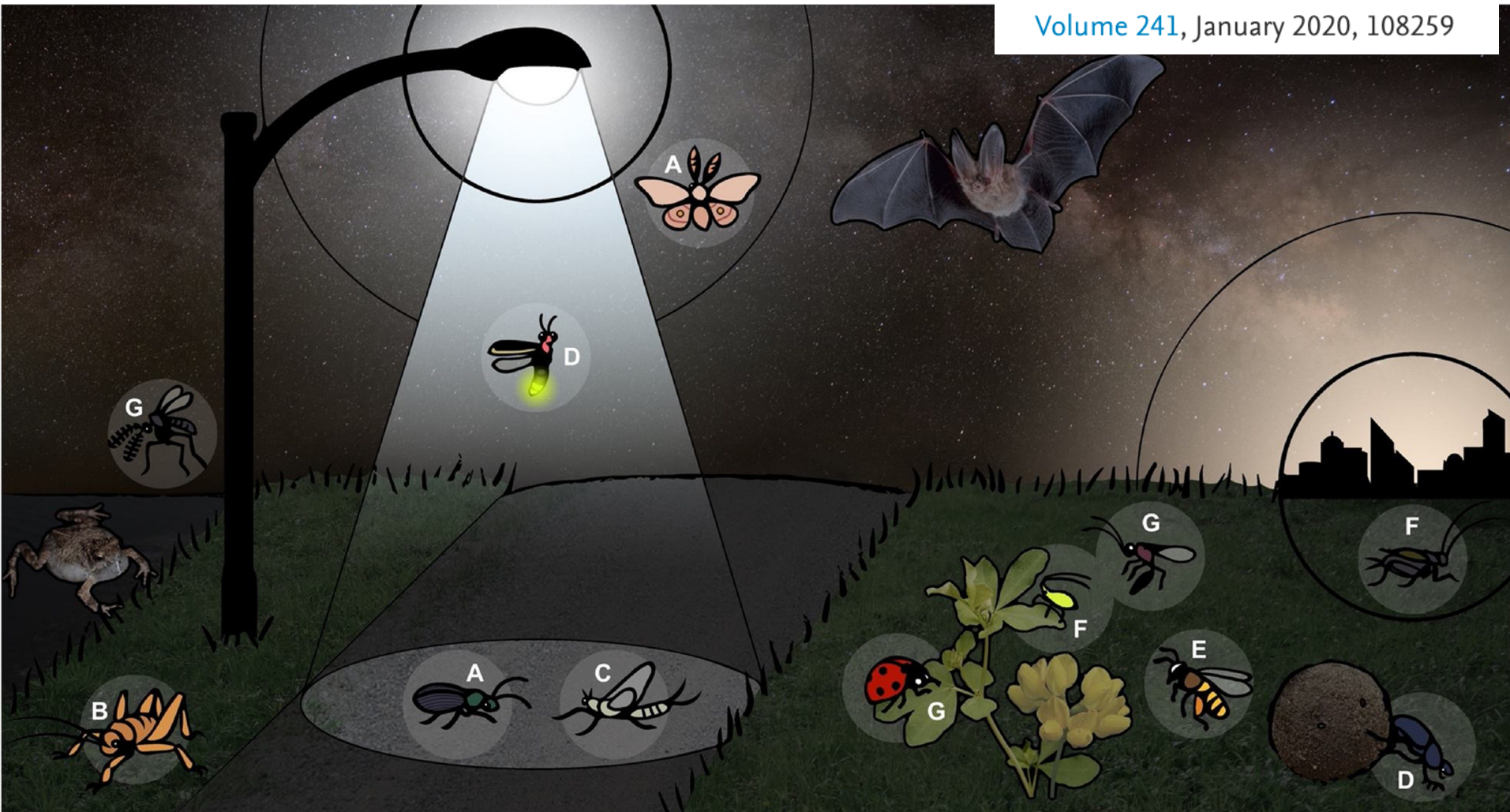


Contaminación Lumínica amenaza a los insectos

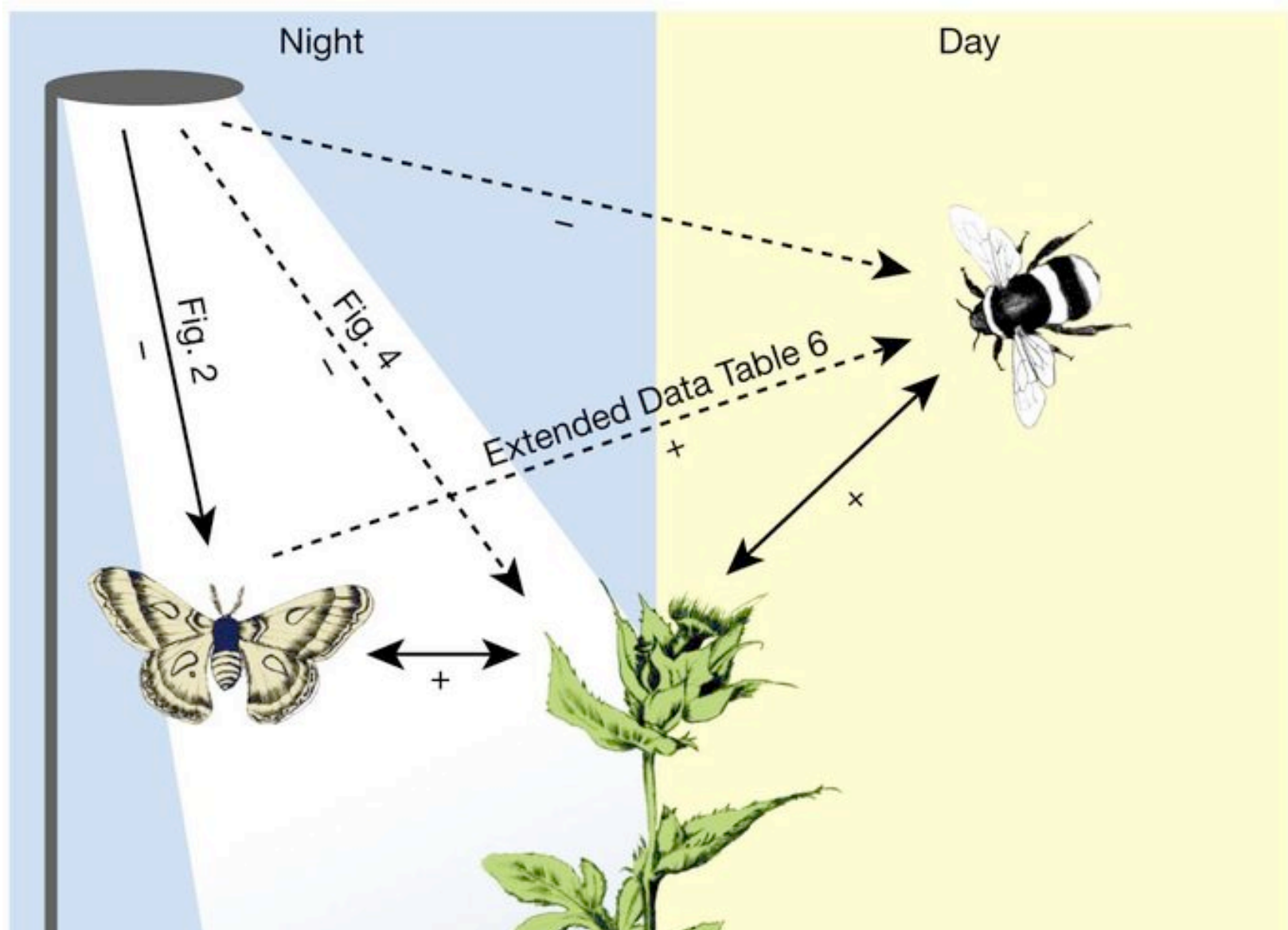
Light pollution is a driver of insect declines

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

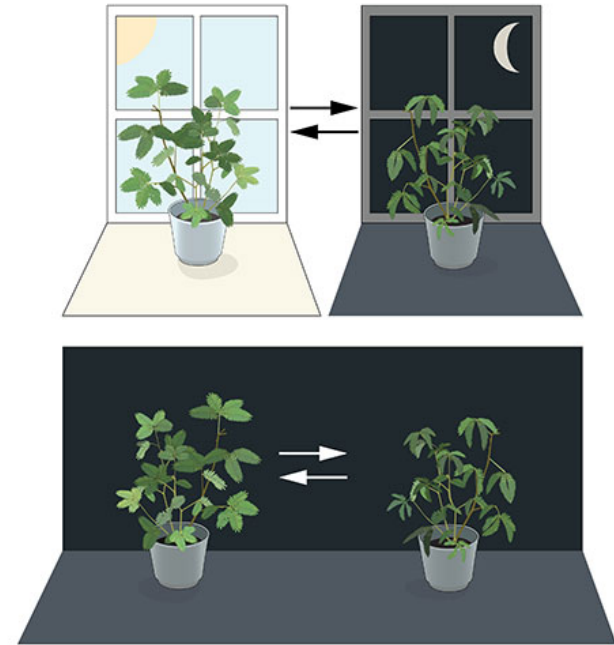
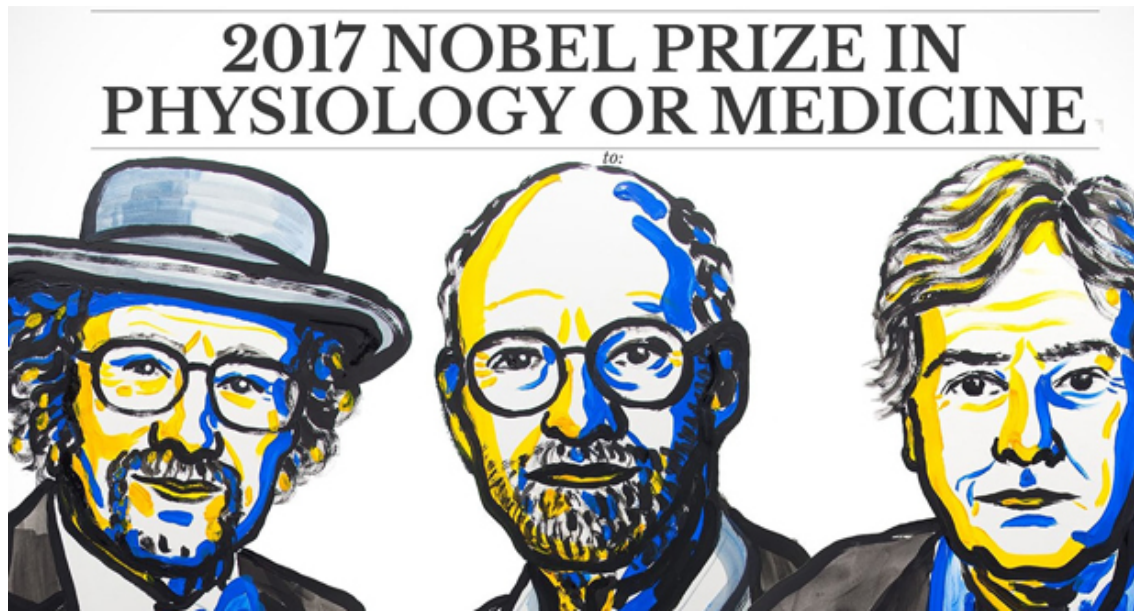
Nature **548**, 206–209 (10 August 2017)

doi:10.1038/nature23288

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

nature
International journal of science

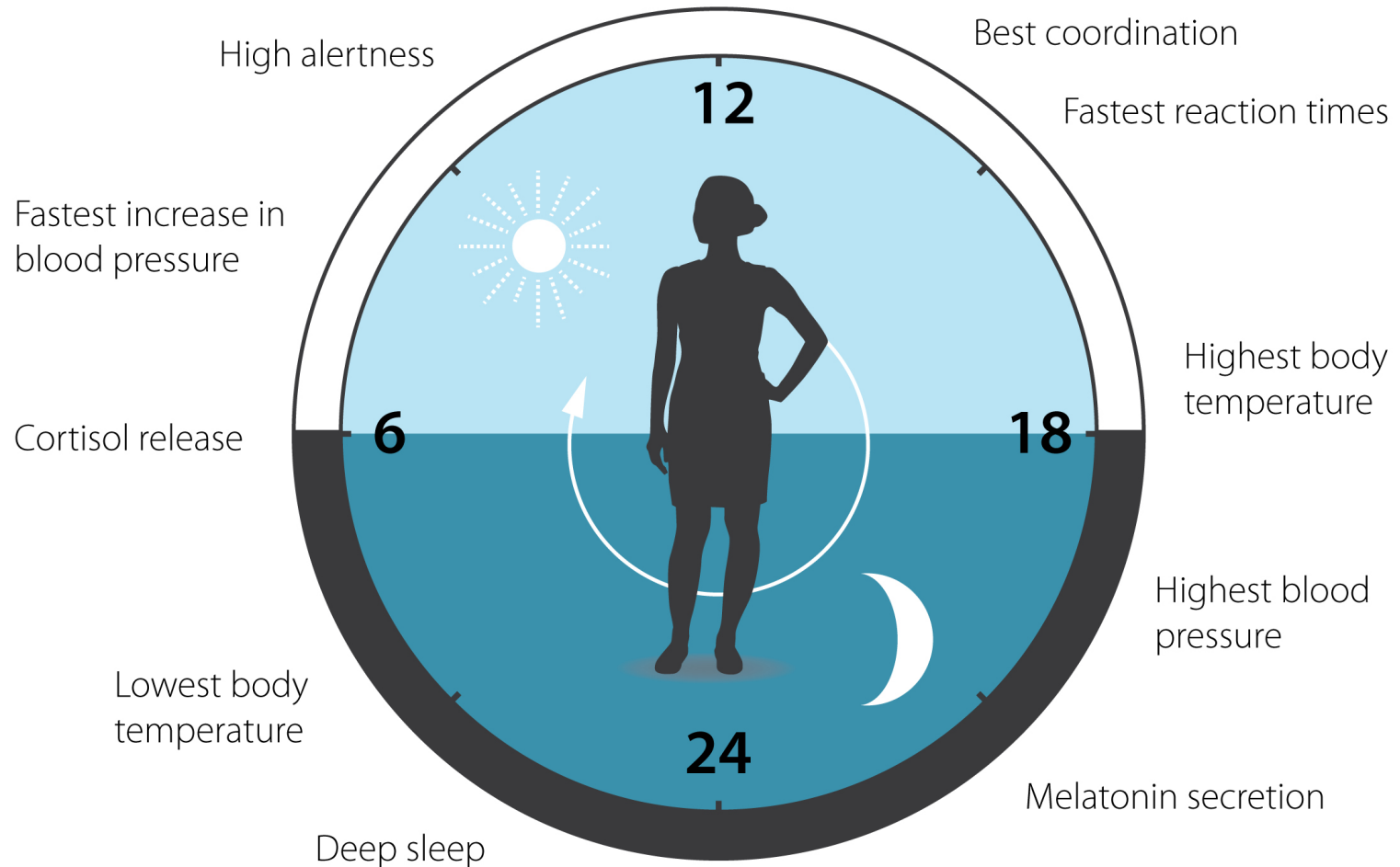
Efectos en la salud humana: Cronobiología



- 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.

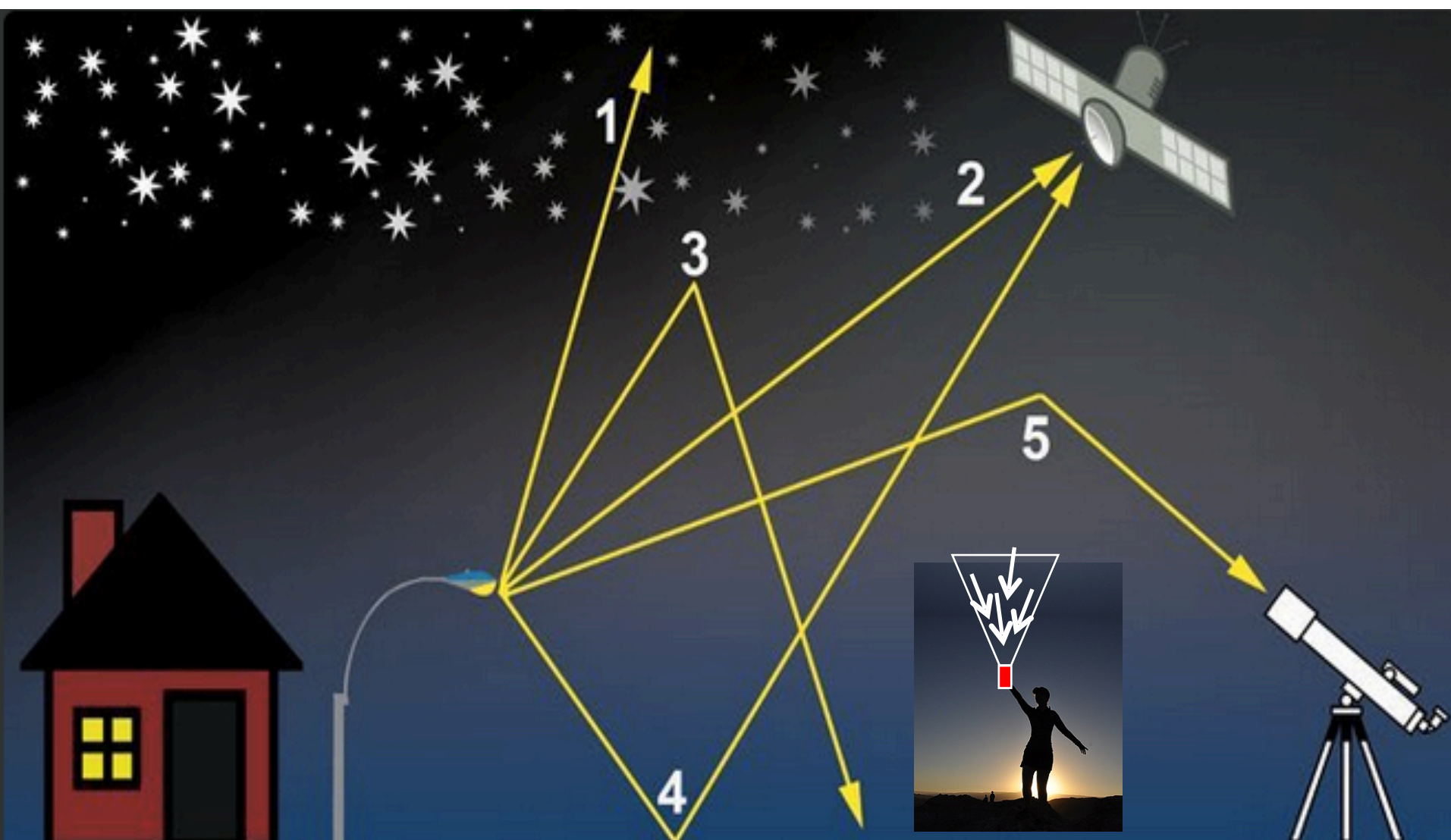
<http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2017/press.html>

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 abrigantamiento 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

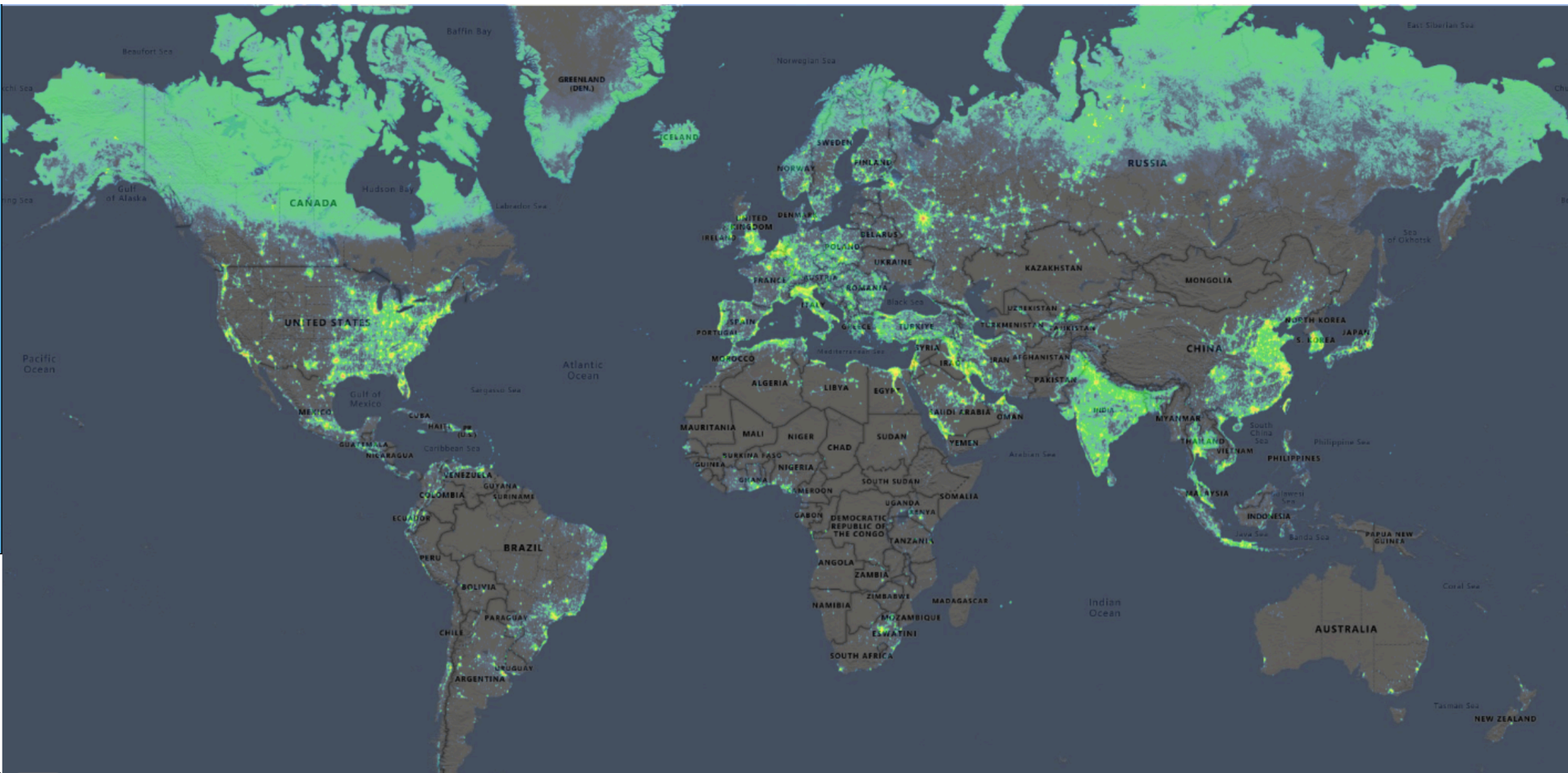
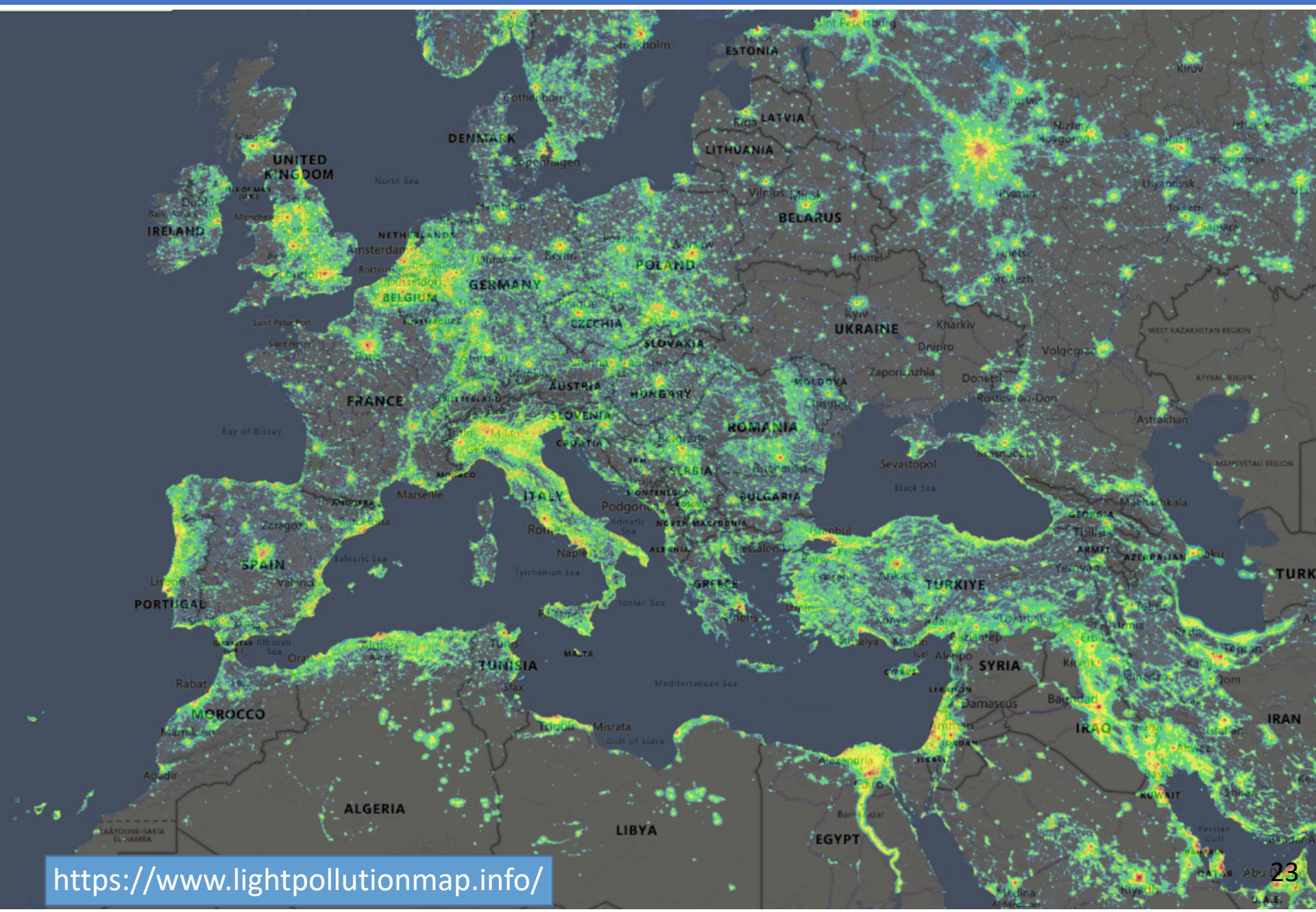
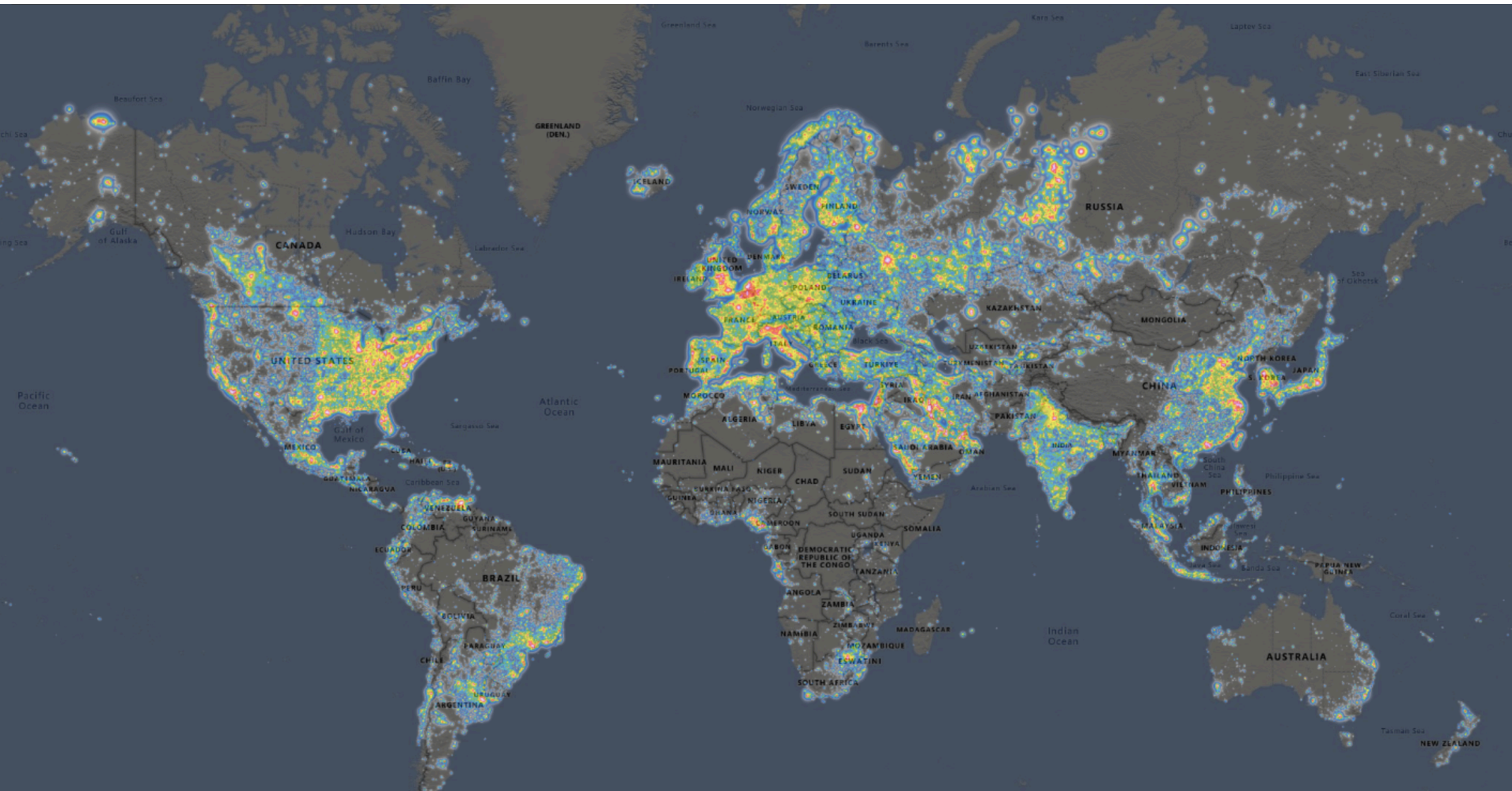
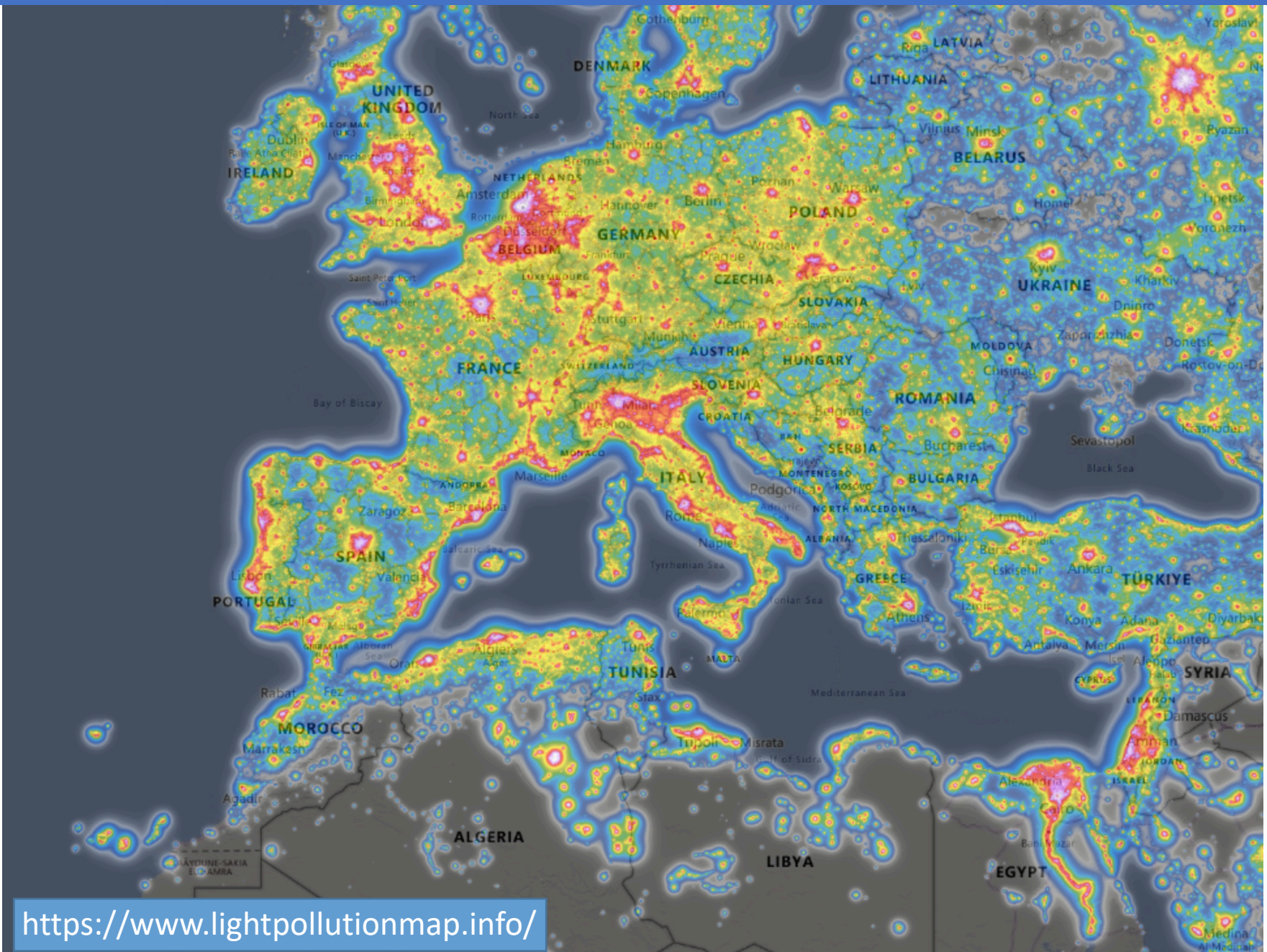


Imagen nocturna desde el espacio Satélite VIIRS2023



Modelo del brillo del cielo





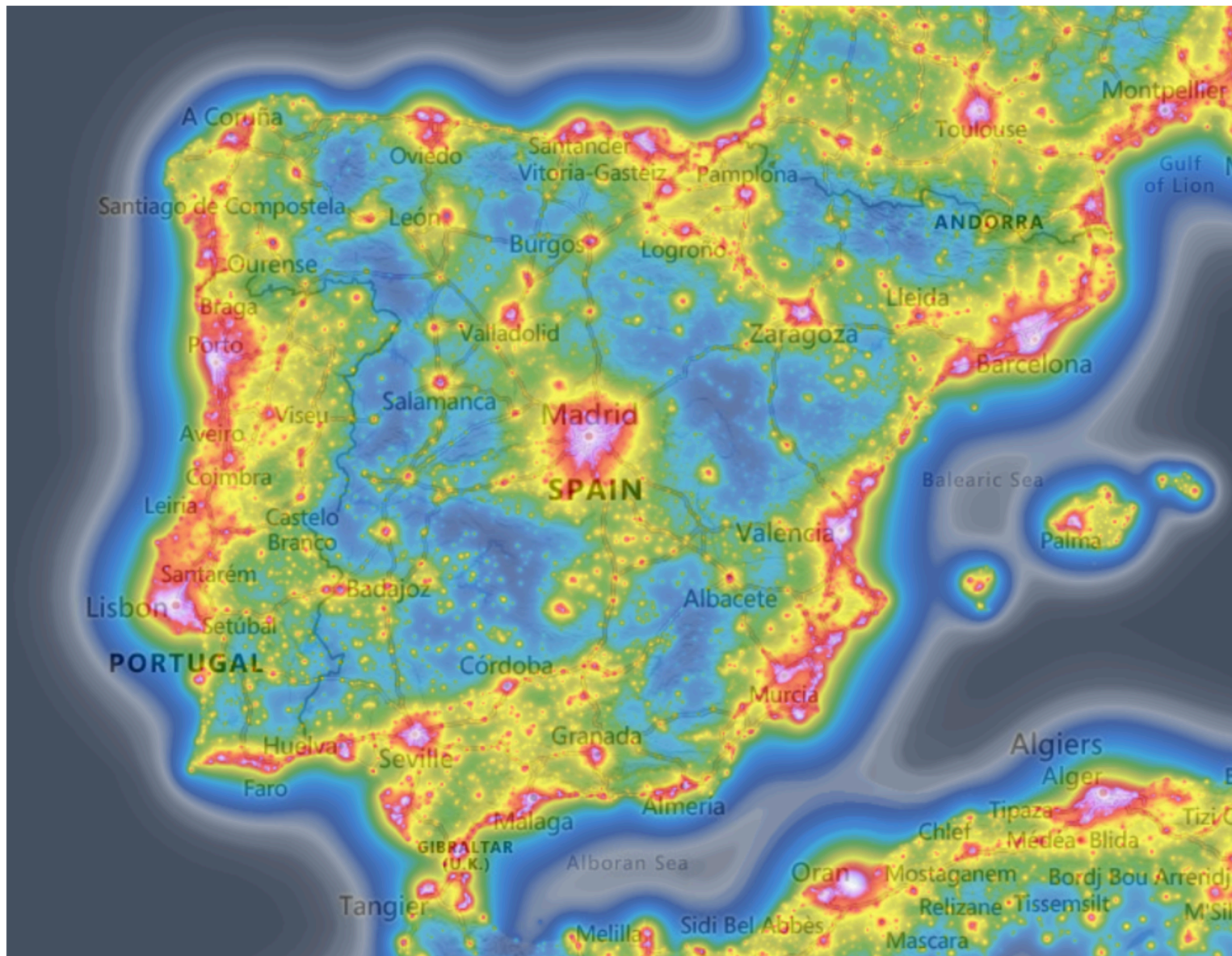
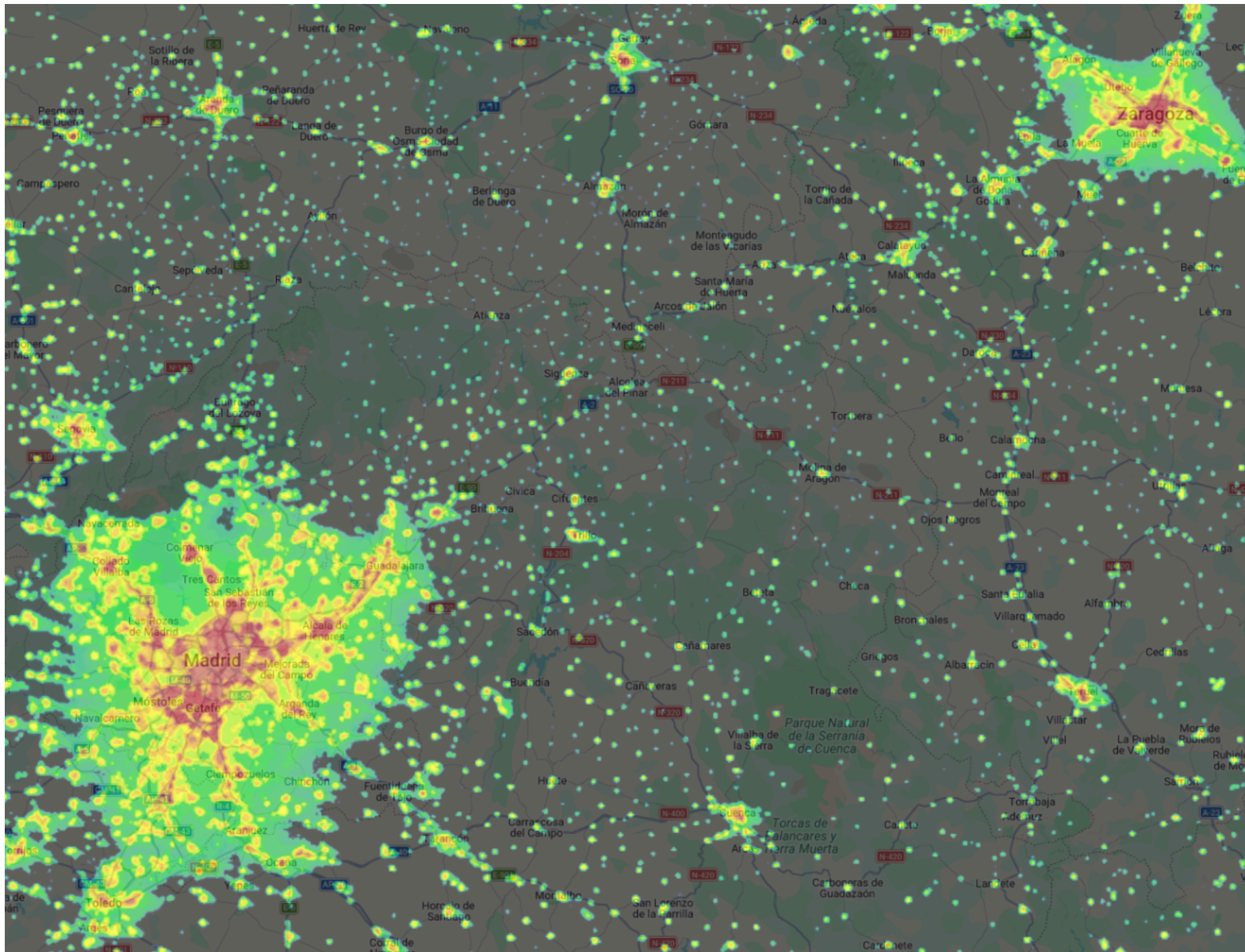
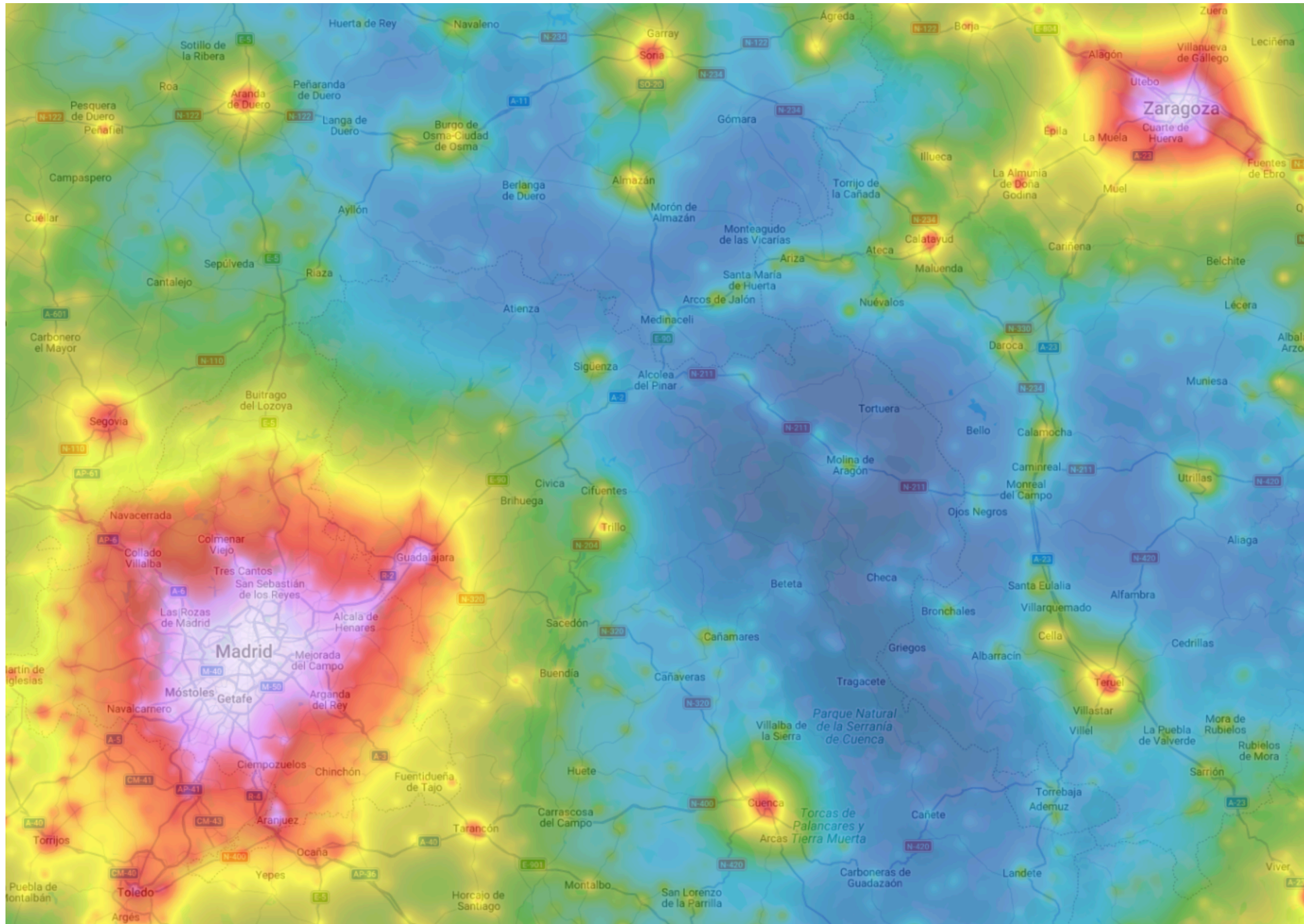


Imagen nocturna desde el espacio Satélite VIIRS2024



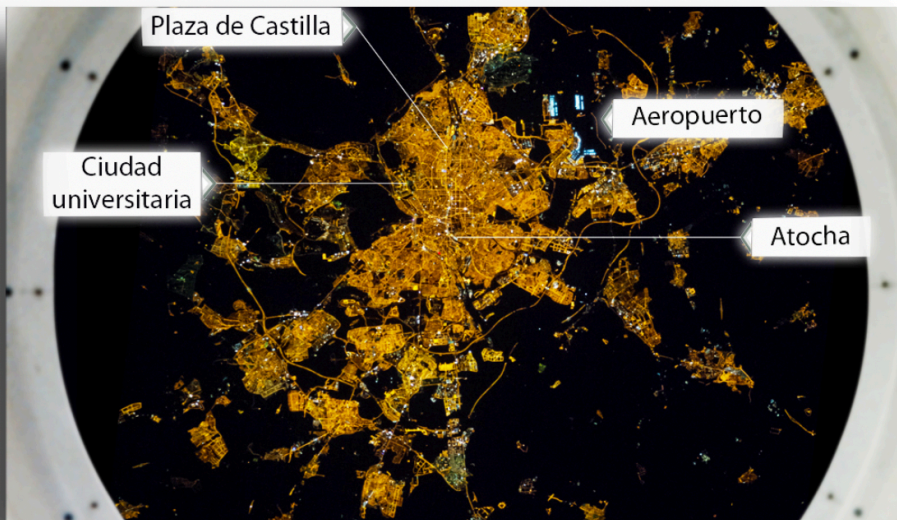
El corredor del Henares aparece como una extensión de la región urbana de Madrid



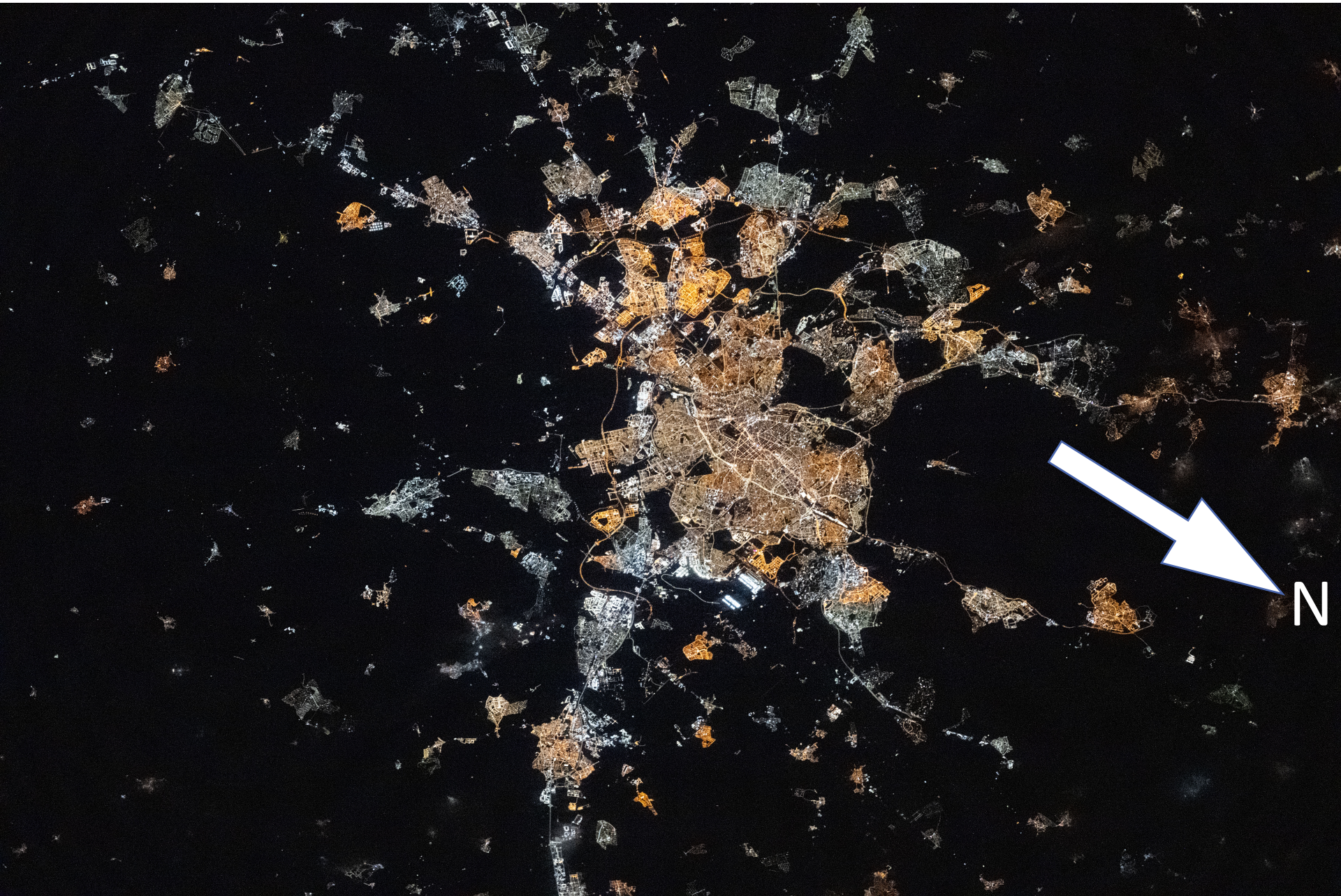
El corredor del Henares aparece como una extensión de la región urbana de Madrid

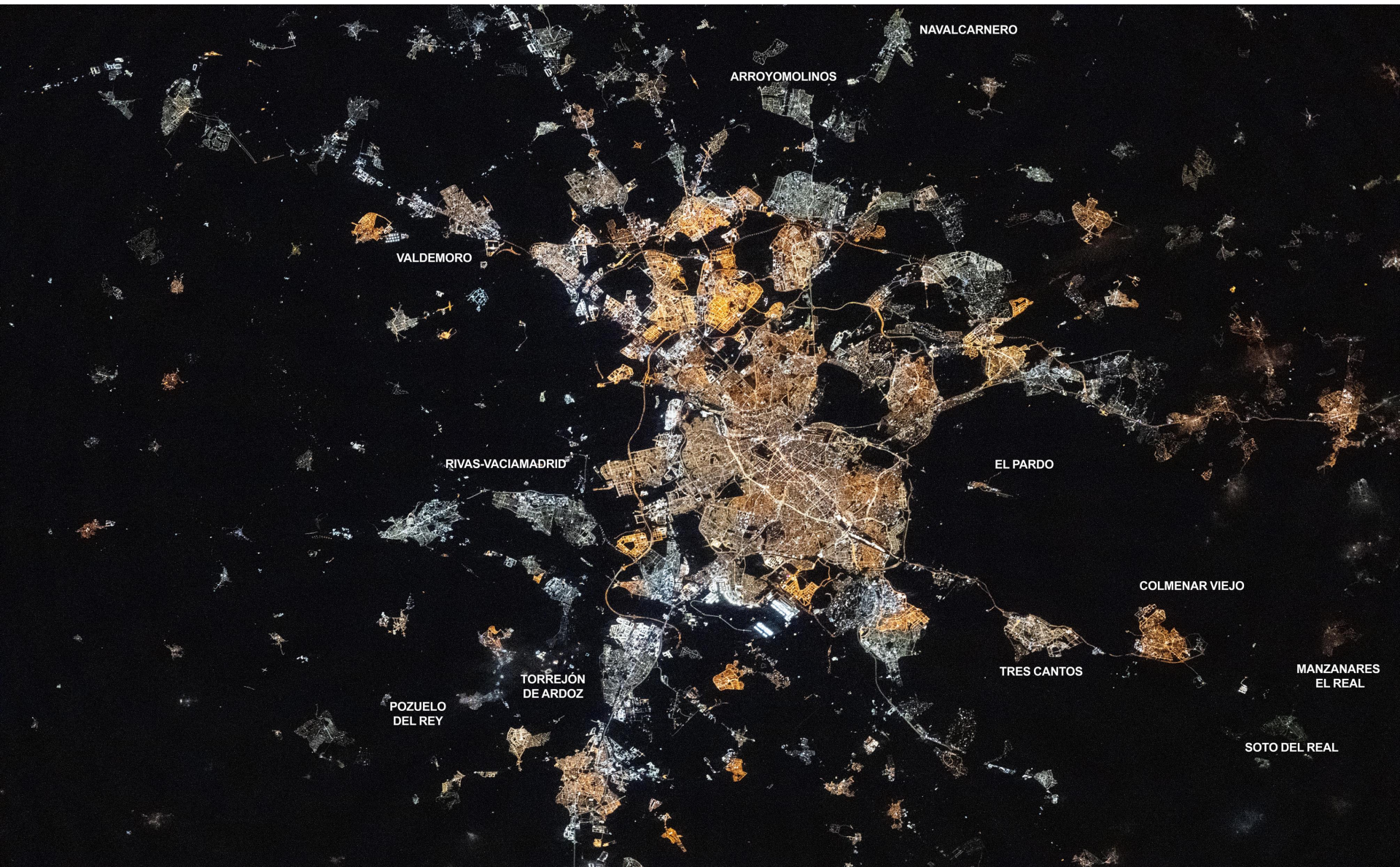
<https://citiesatnight.org>

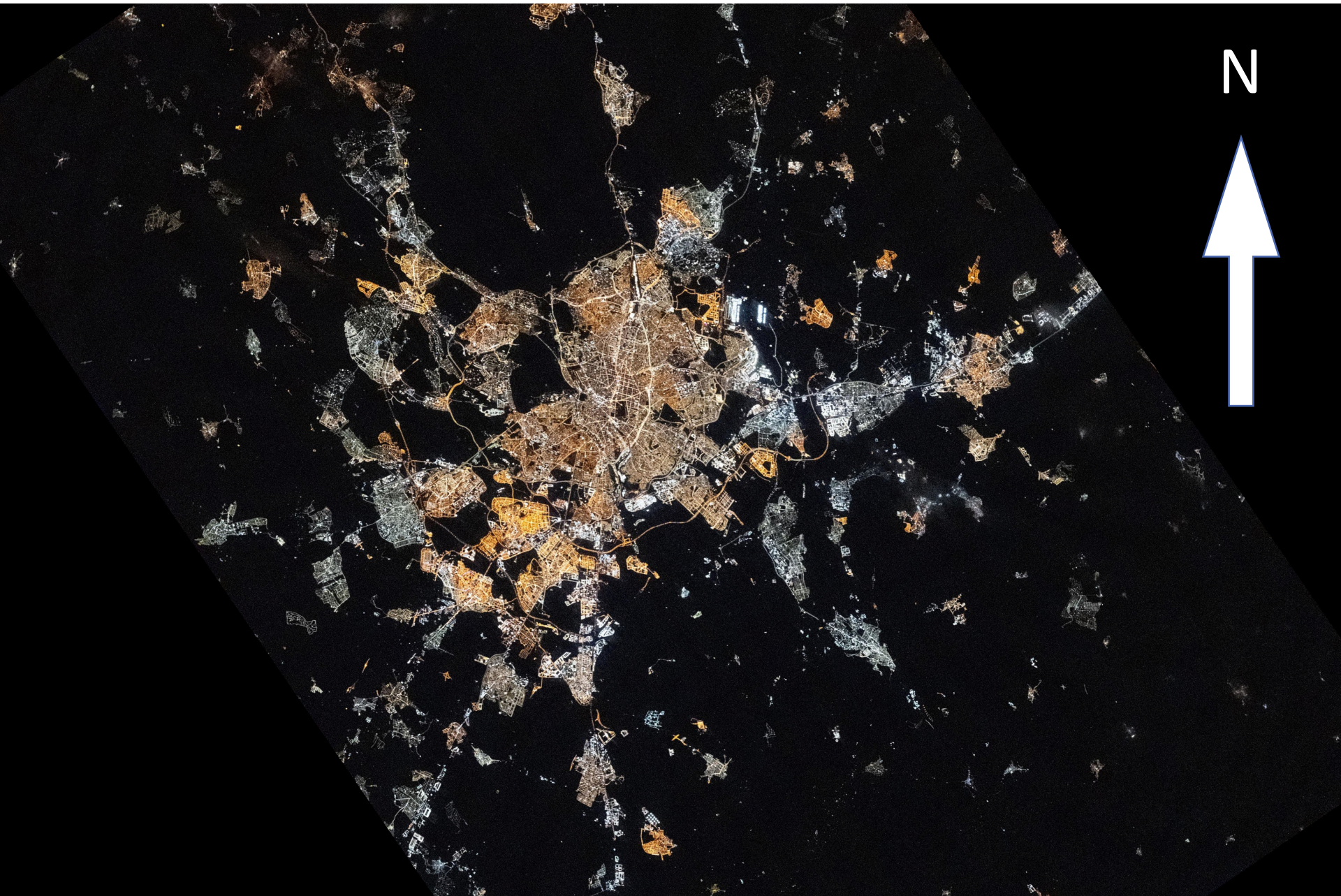
Objetivo: Crear un mapa nocturno del mundo usando las fotografías que hacen los astronautas en la ISS



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









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).

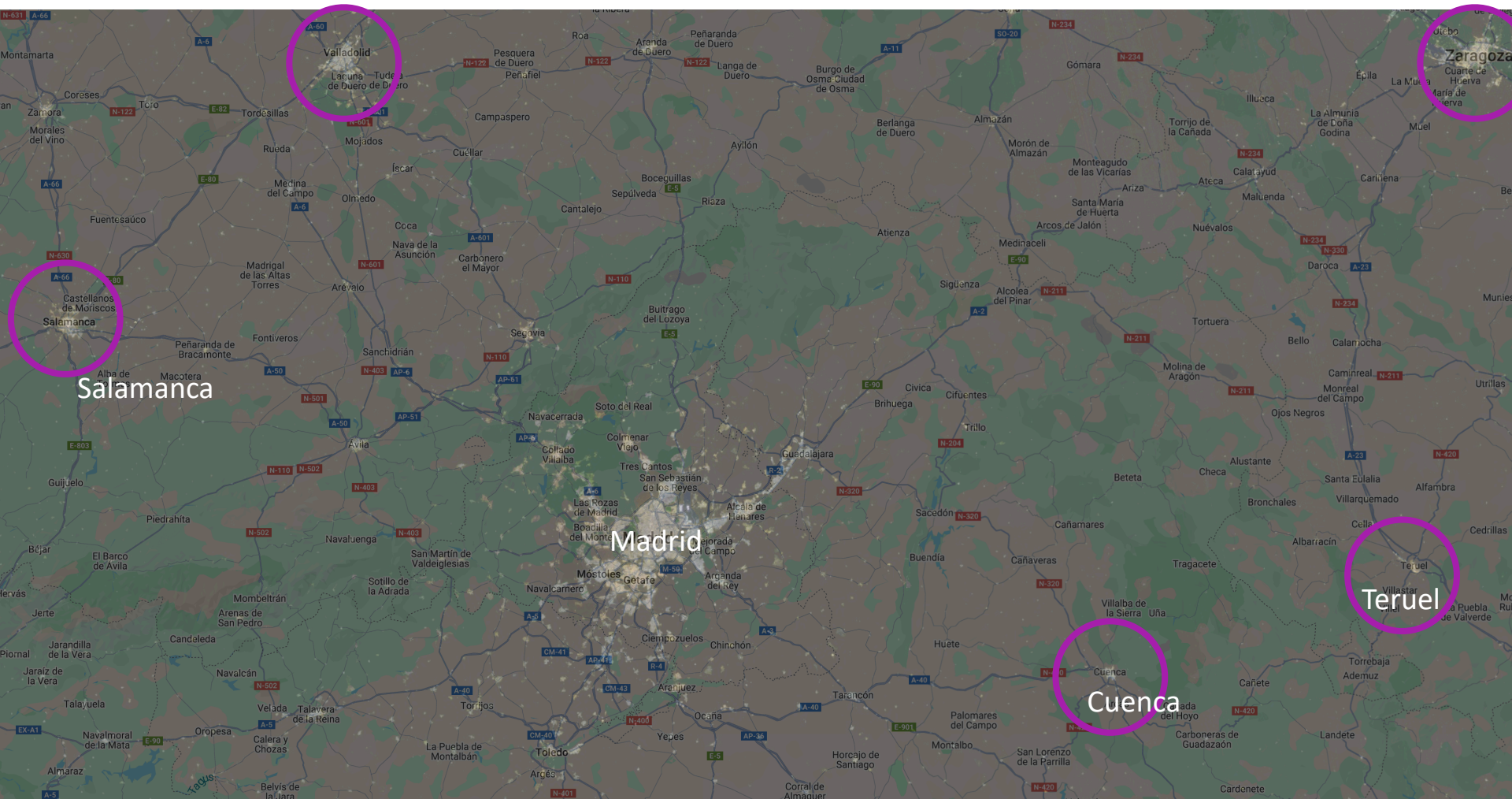


<https://pmisson.users.earthengine.app/view/sdgsat-1-p-iberica>

Entorno de Alcalá de Henares desde el espacio a todo color

Valladolid

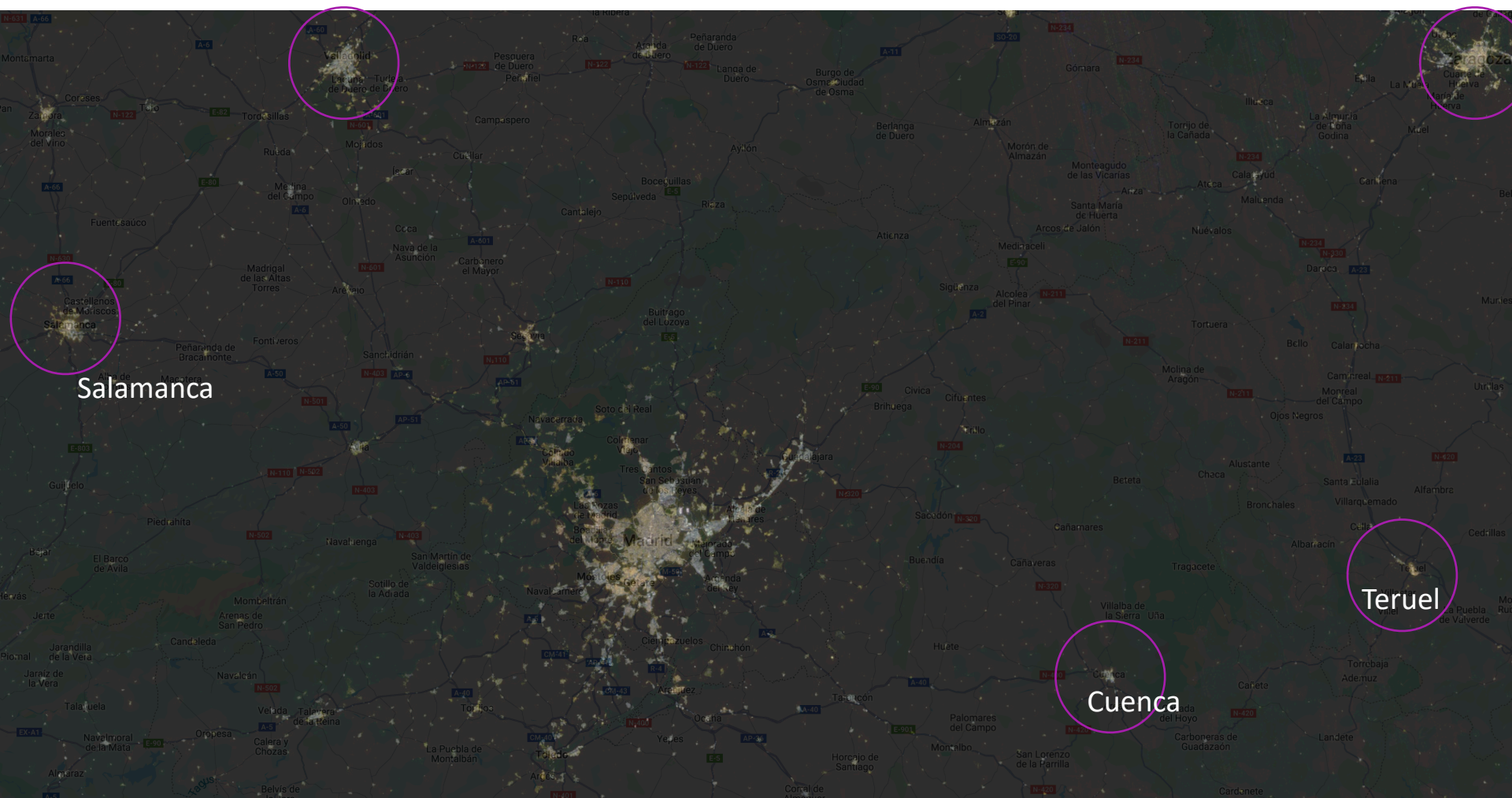
Zaragoza



Entorno de Alcalá de Henares desde el espacio a todo color

Valladolid

Zaragoza



The map displays the Madrid metropolitan area and its surroundings. Four locations are highlighted with pink circles:

- Guadalajara**: Located in the northeast, near the border with Castile-La Mancha.
- Alcalá de Henares**: Located to the east of Madrid, near the border with Castile-La Mancha.
- Villalbilla**: Located to the east of Madrid, near the border with Castile-La Mancha.
- Arganda del Rey**: Located to the south of Madrid, near the border with Castile-La Mancha.

The map shows a dense network of roads, including highways (A, E, M, N) and local roads (CM, GU, M-200, etc.). Major cities and towns are labeled, such as Madrid, Alcalá de Henares, Villalbilla, Arganda del Rey, Guadalajara, and many others. The map also shows the surrounding regions of Castile-La Mancha and Castile and León.

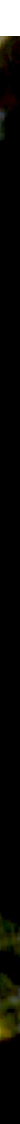
Corredor del Henares desde el espacio a todo color



Corredor del Henares desde el espacio a todo color

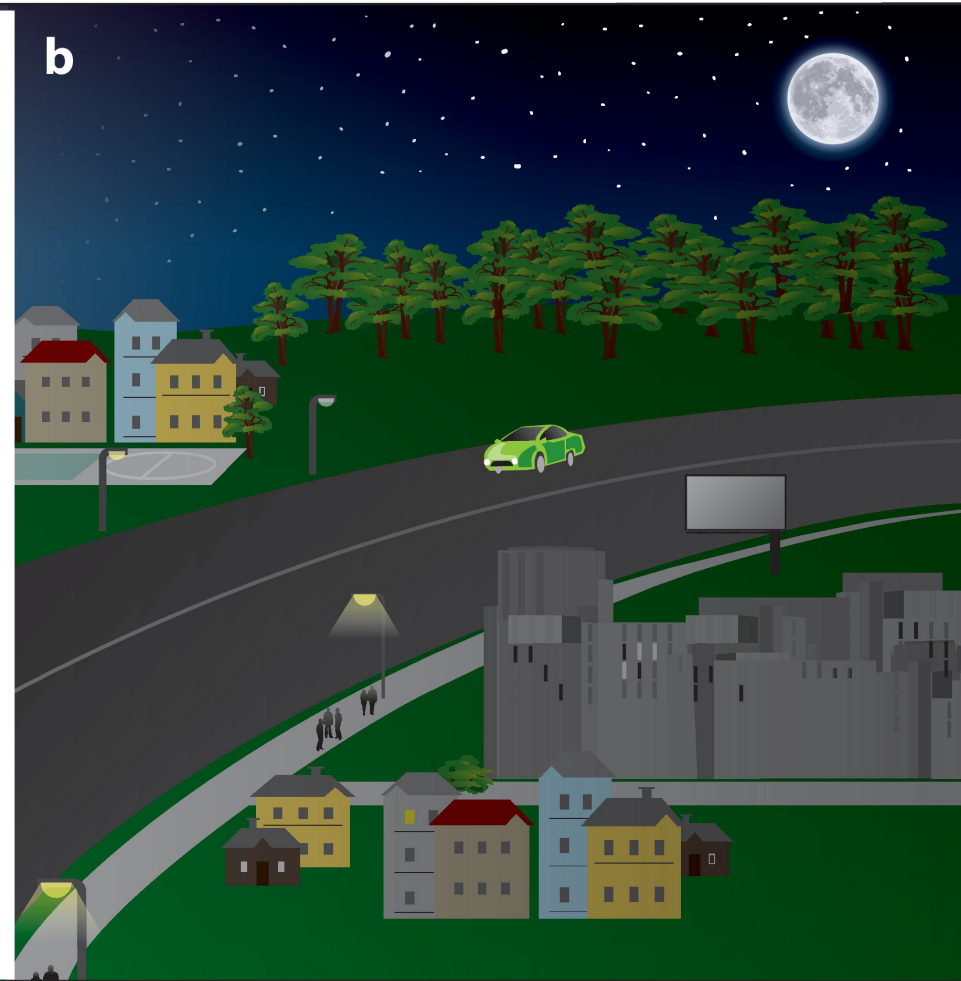
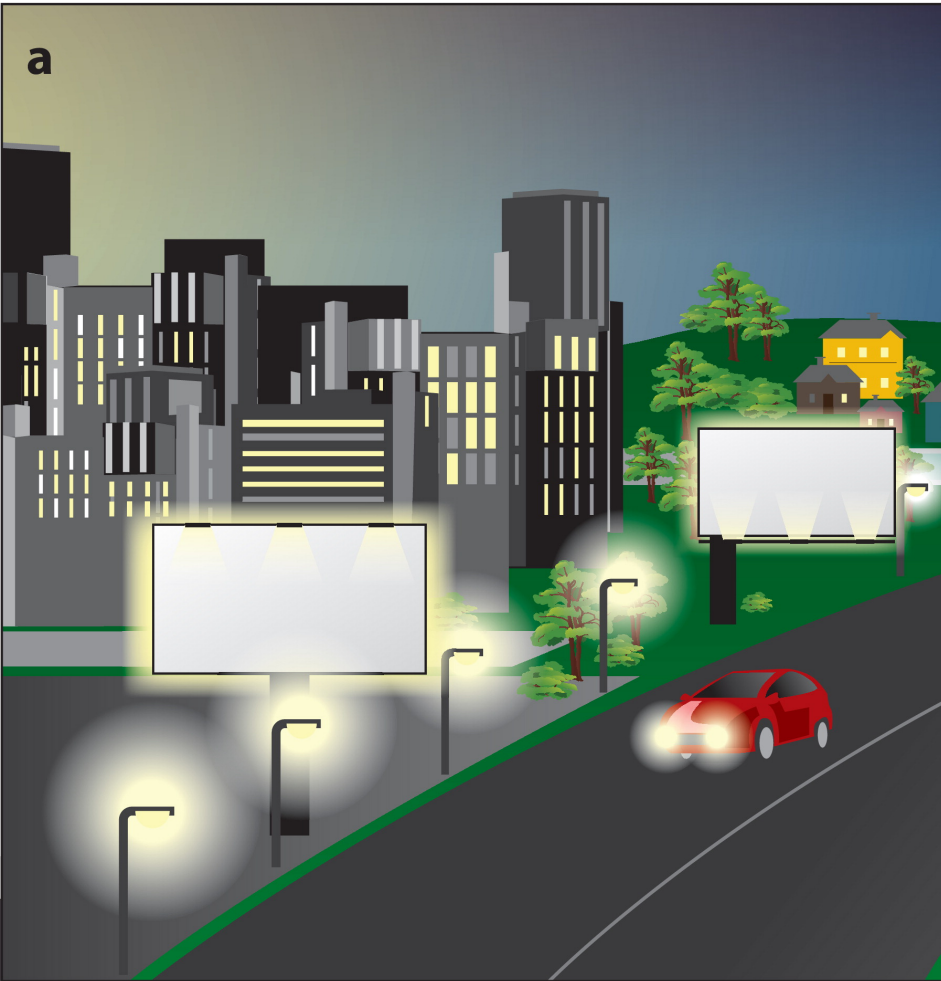


Corredor del Henares desde el espacio a todo color



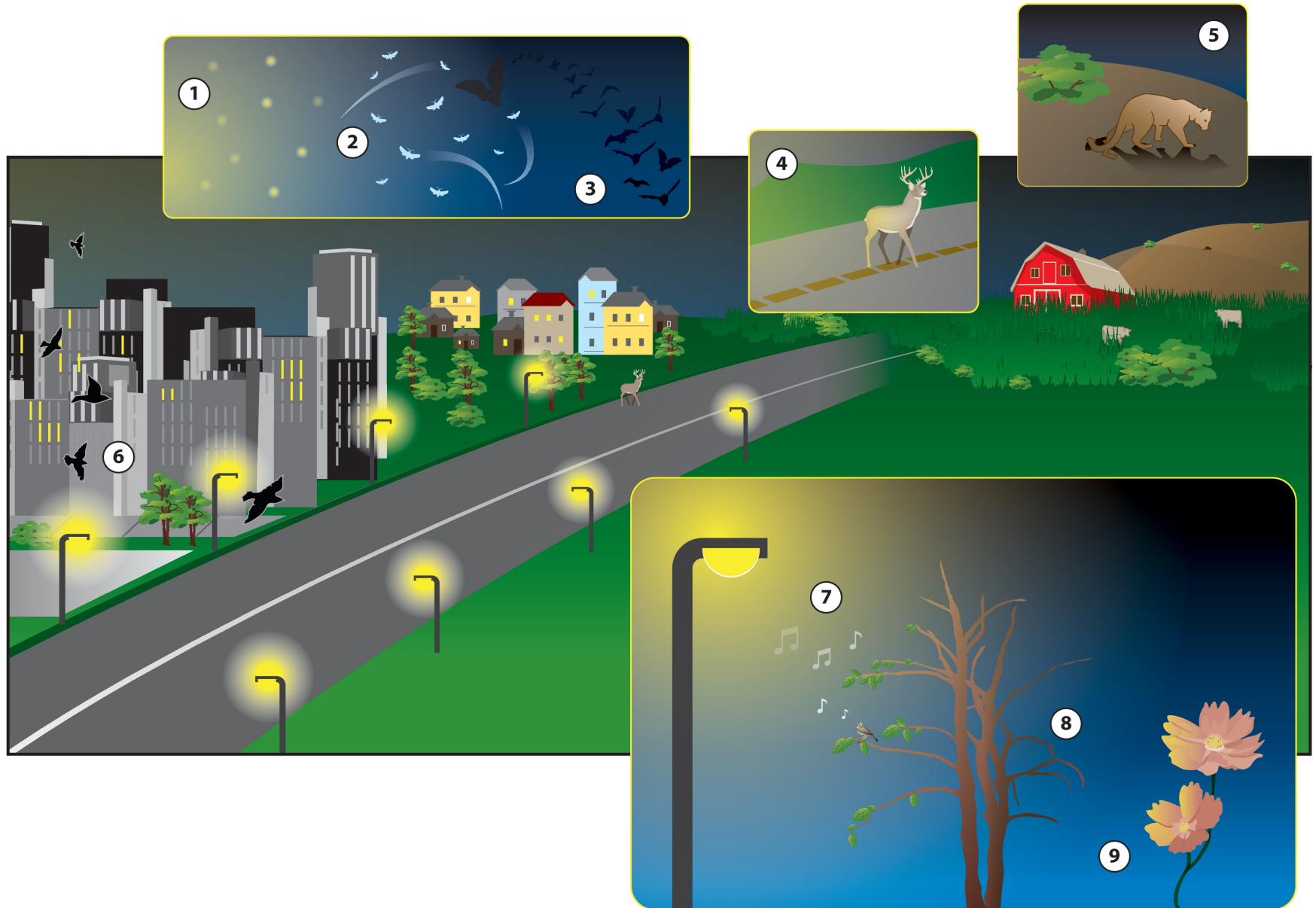
Buenas prácticas en iluminación

(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.

Impacto ALAN en organismos terrestres



Iluminación ornamental en Sigüenza



Iluminación 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

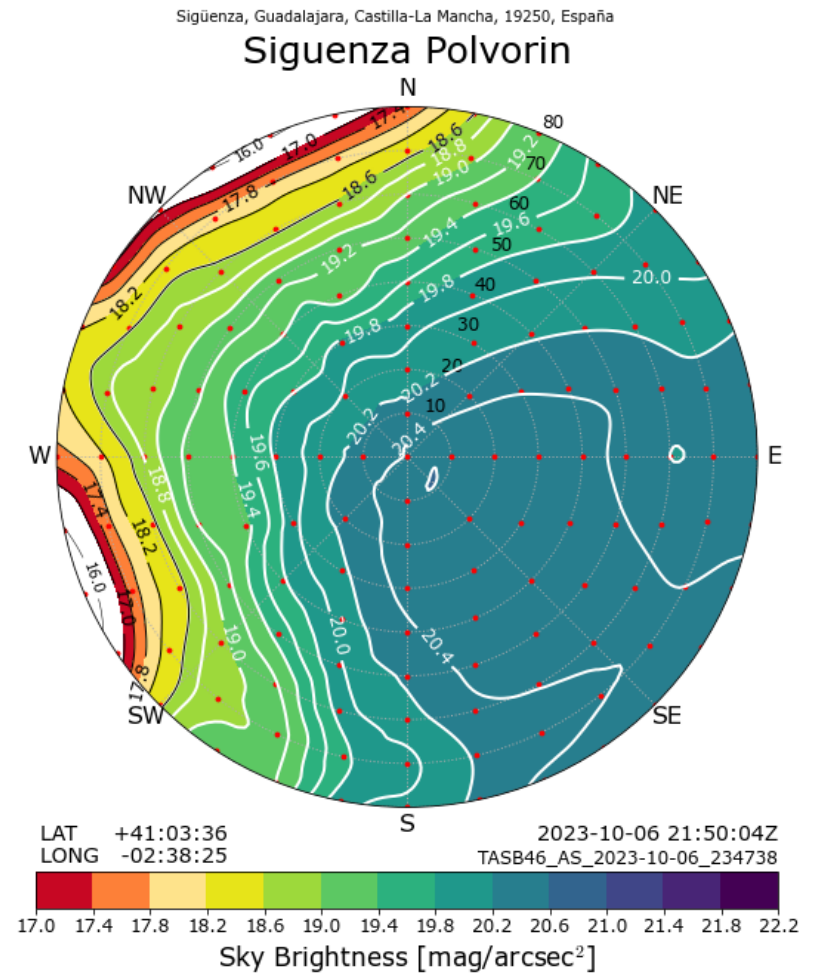
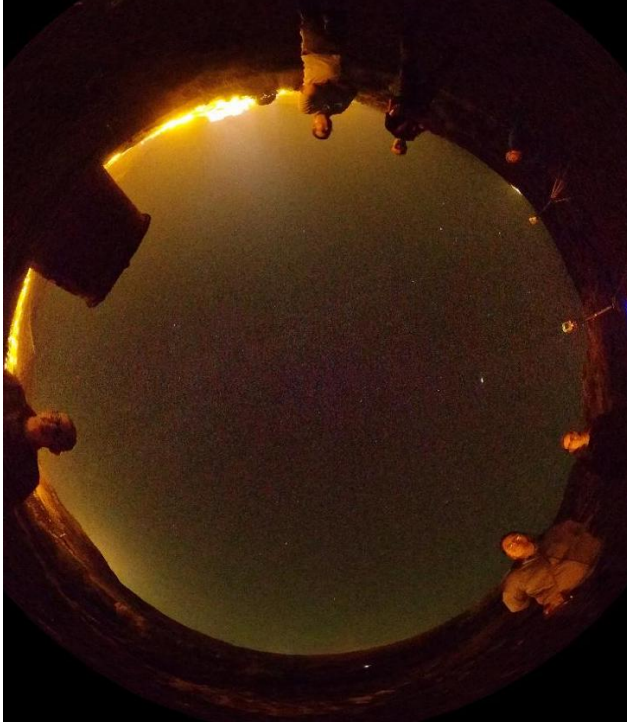
g-IMG-3111

f/4 ISO1600 1/10s

Fachada x4-5 Suelo x5-8

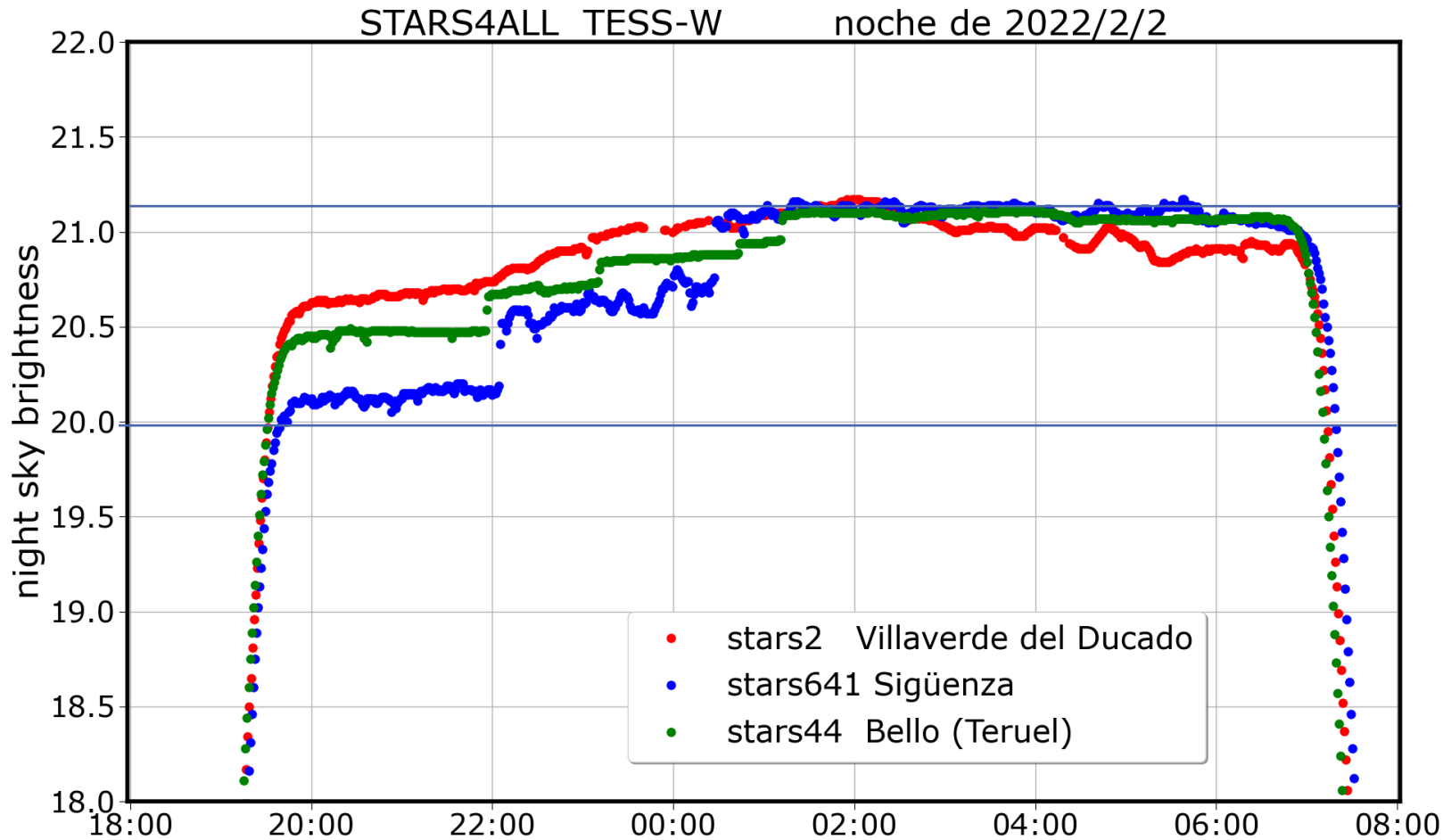


El cielo que podrían disfrutar en Sigüenza



Observaciones en el futuro mirador de estrellas

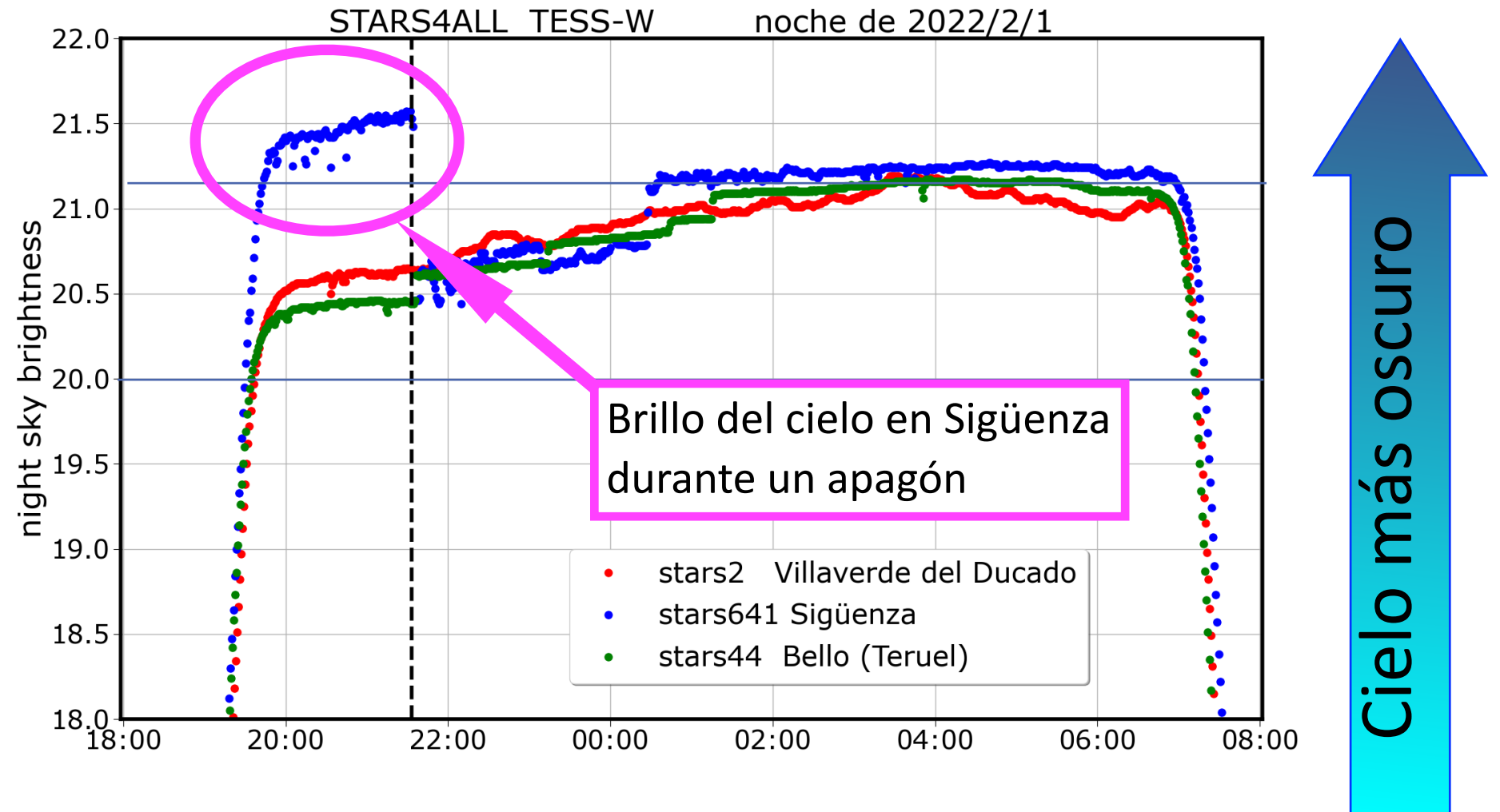
Variación del brillo del cielo a lo largo de una noche



Cielo más oscuro

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.

Iluminación ornamental en Molina de Aragón



Jaime Zamorano
@cefalopodo



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](#)



Iluminación ornamental en Luzaga

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

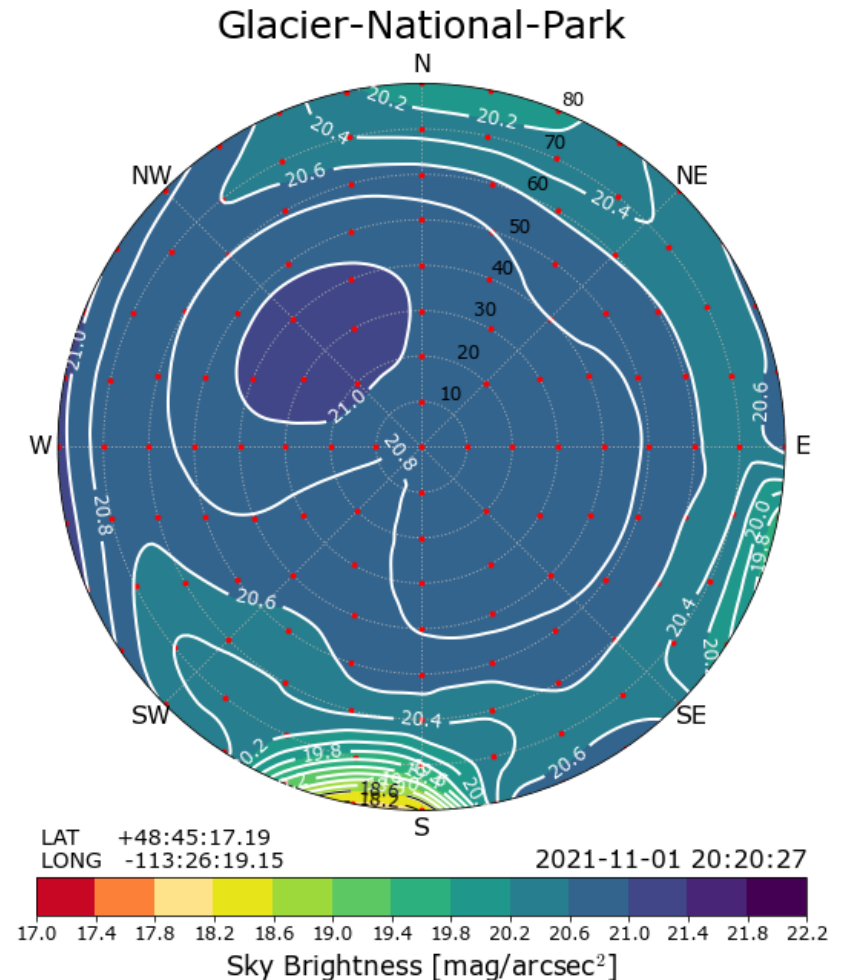
316

317

318

319

320



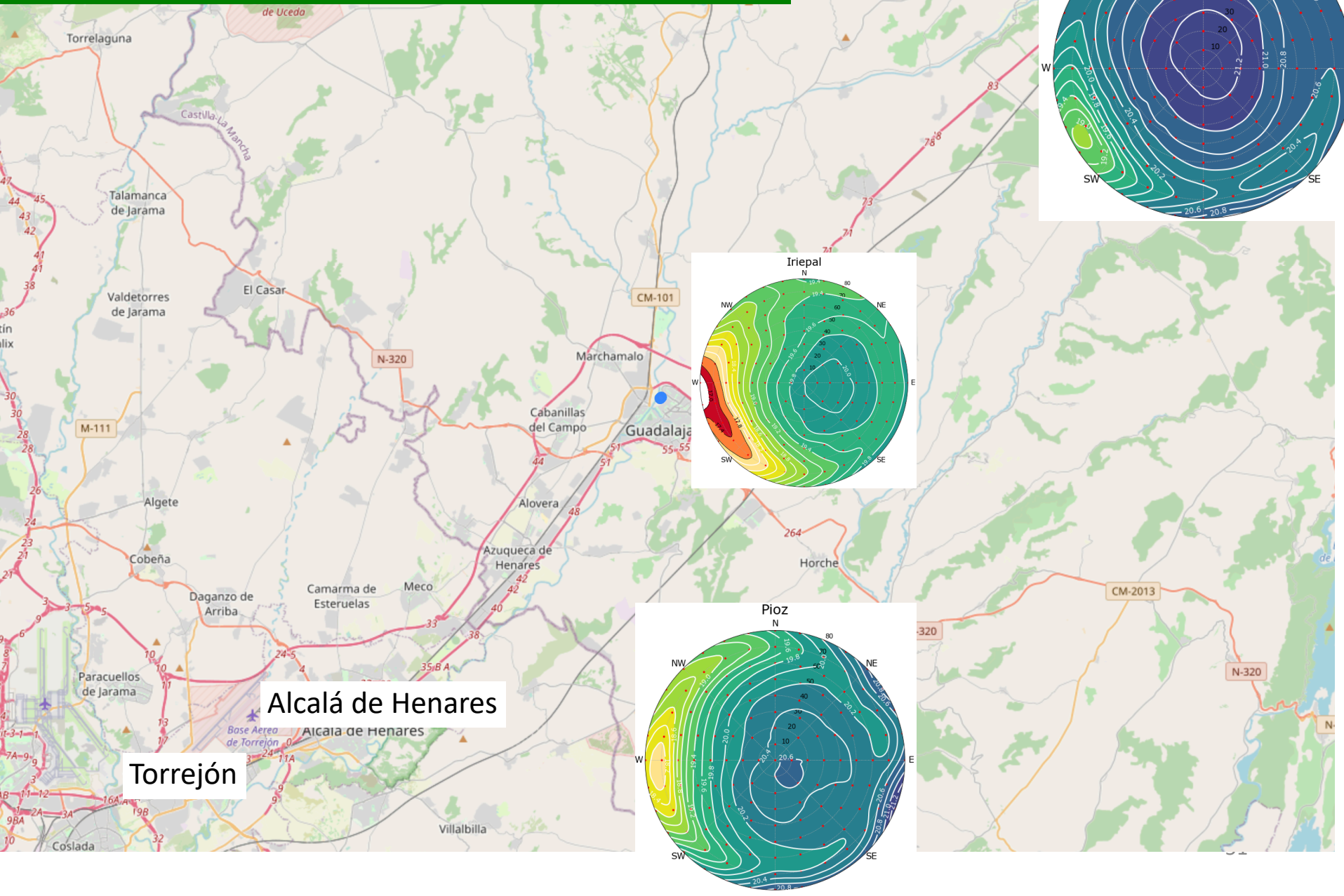
La fotografía de ojo de pez (www.nps.gov/glac/learn/nature/night-sky.htm) muestra la Vía Láctea, el centro de visitantes y una aurora al norte de Glacier National Park (USA). El mapa Nixnox reproduce estos abrillantamientos de la bóveda celeste (con equipamiento baratos).

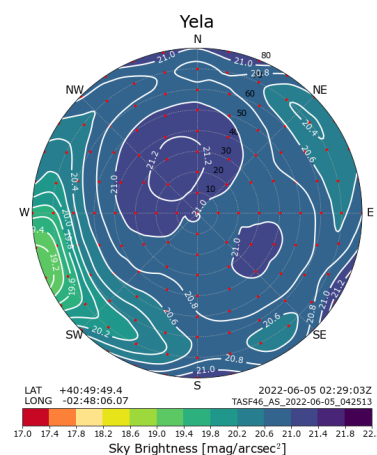
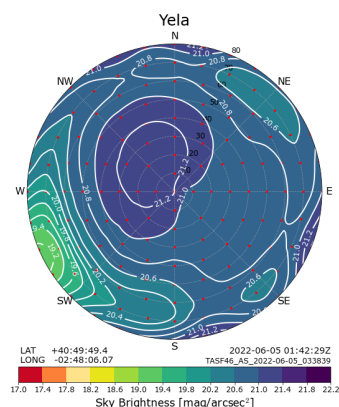
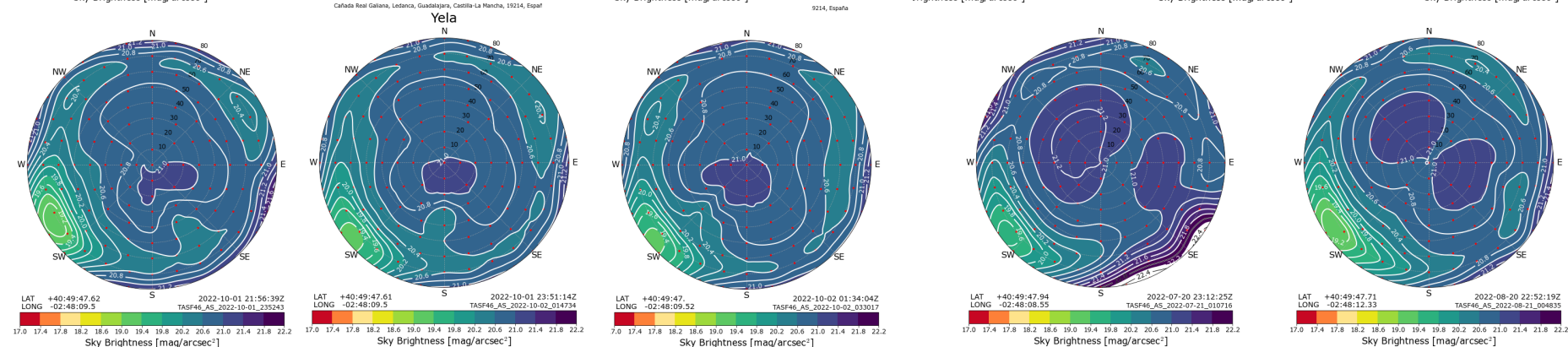
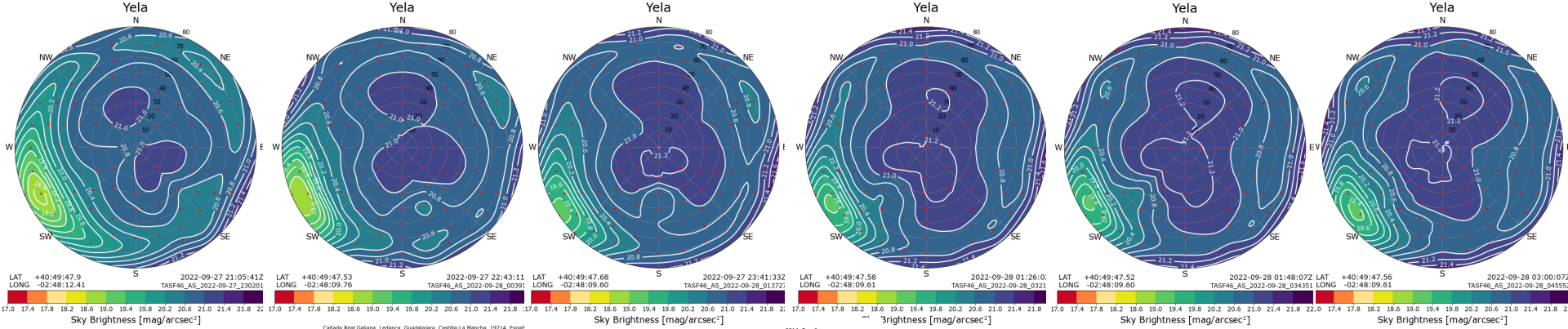
<https://nixnox.ucm.es/>

Fotómetro TAS para barrido automático del cielo



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





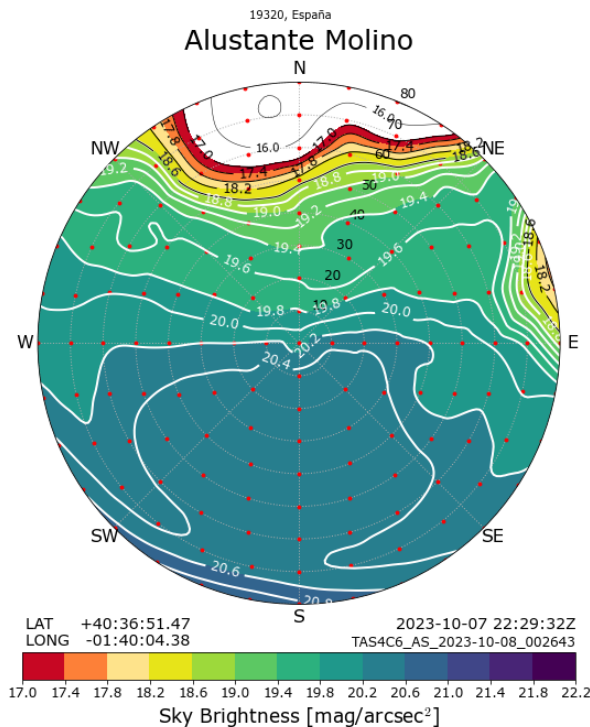
Medidas en diferentes fechas y horas de la noche para descubrir la aparición de nuevos focos y determinar la evolución de la contaminación lumínica.

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

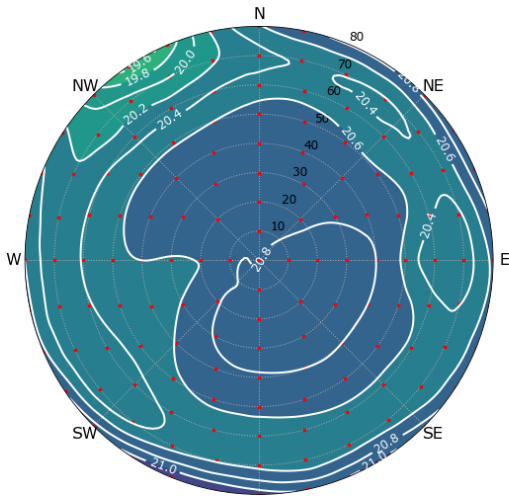


- Mirador y molino iluminado no son compatibles.
- Luz ornamental en el horizonte E no ayuda a la experiencia de la noche estrellada

Observaciones NixNox de José Antonio Rodríguez

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

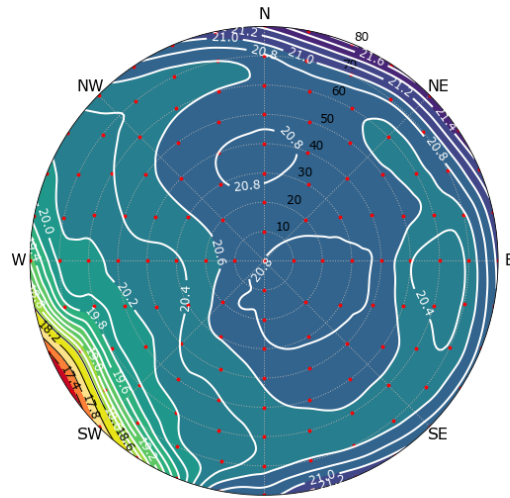
Alcoroches



LAT +40:37:10.48 2023-10-07 21:11:50Z
LONG -01:44:26.6 TAS4C6_AS_2023-10-07_230802
Sky Brightness [mag/arcsec²]

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

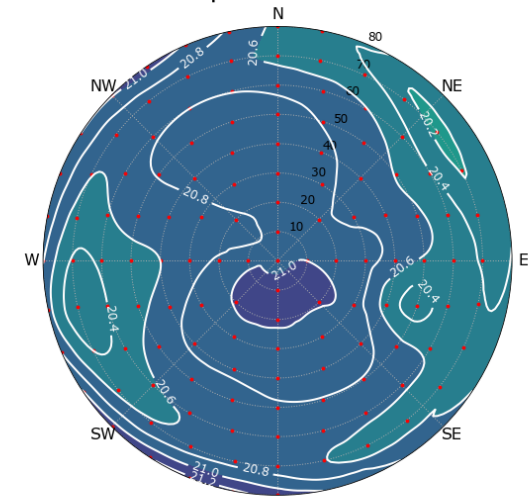
Checa



LAT +40:35:23.09 2023-10-08 21:35:16Z
LONG -01:47:01.57 TAS4C6_AS_2023-10-08_233105
Sky Brightness [mag/arcsec²]

Guadalajara, Castilla-La Mancha, España

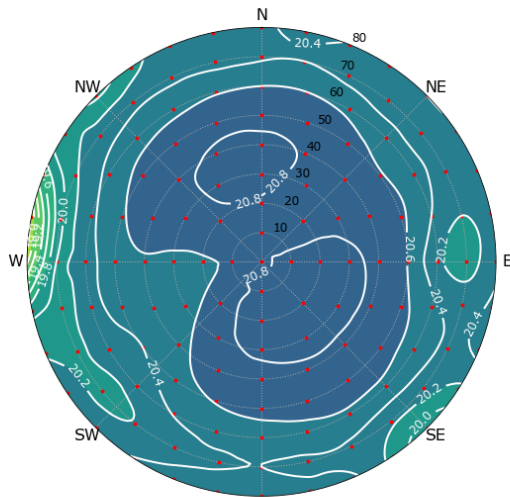
Campillo de Duenas



LAT +40:52:43.09 2023-10-12 22:01:58Z
LONG -01:41:33.80 TAS4C6_AS_2023-10-12_235737
Sky Brightness [mag/arcsec²]

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

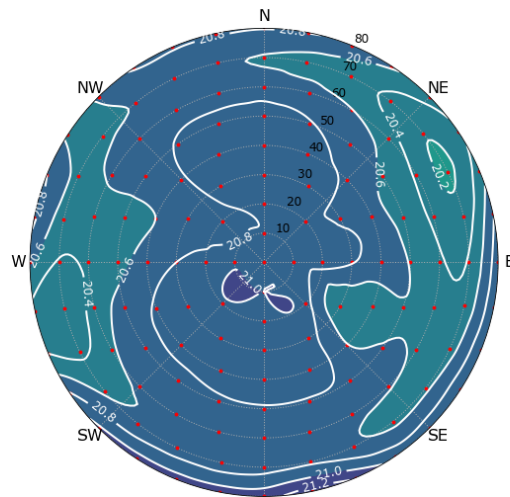
El Pobo de Duenas



LAT +40:46:31.16 2023-10-12 20:34:54Z
LONG -01:37:36.85 TAS4C6_AS_2023-10-12_223137
Sky Brightness [mag/arcsec²]

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

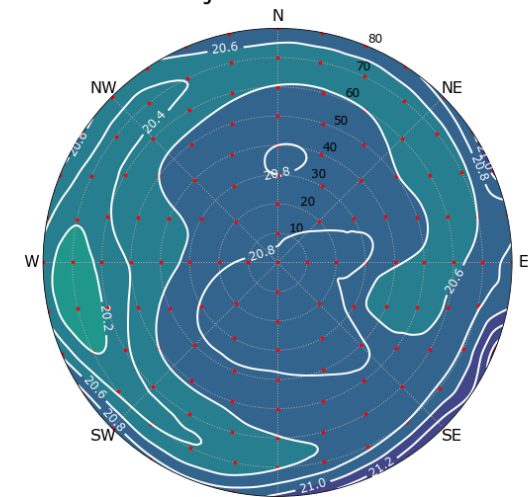
La Yunta



LAT +40:54:45.59 2023-10-12 22:51:56Z
LONG -01:41:18.72 TAS4C6_AS_2023-10-13_004750
Sky Brightness [mag/arcsec²]

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

Peralejos de las Truchas



LAT +40:35:11.55 2023-10-08 22:46:05Z
LONG -01:54:12.91 TAS4C6_AS_2023-10-09_004151
Sky Brightness [mag/arcsec²]

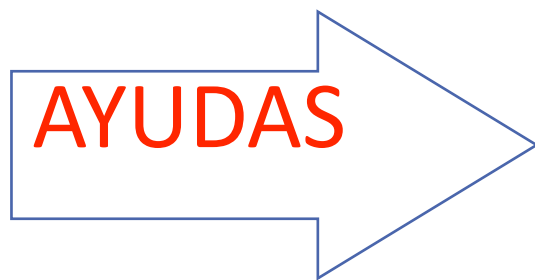
Cambio de sodio HPS a LEDS blancos



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

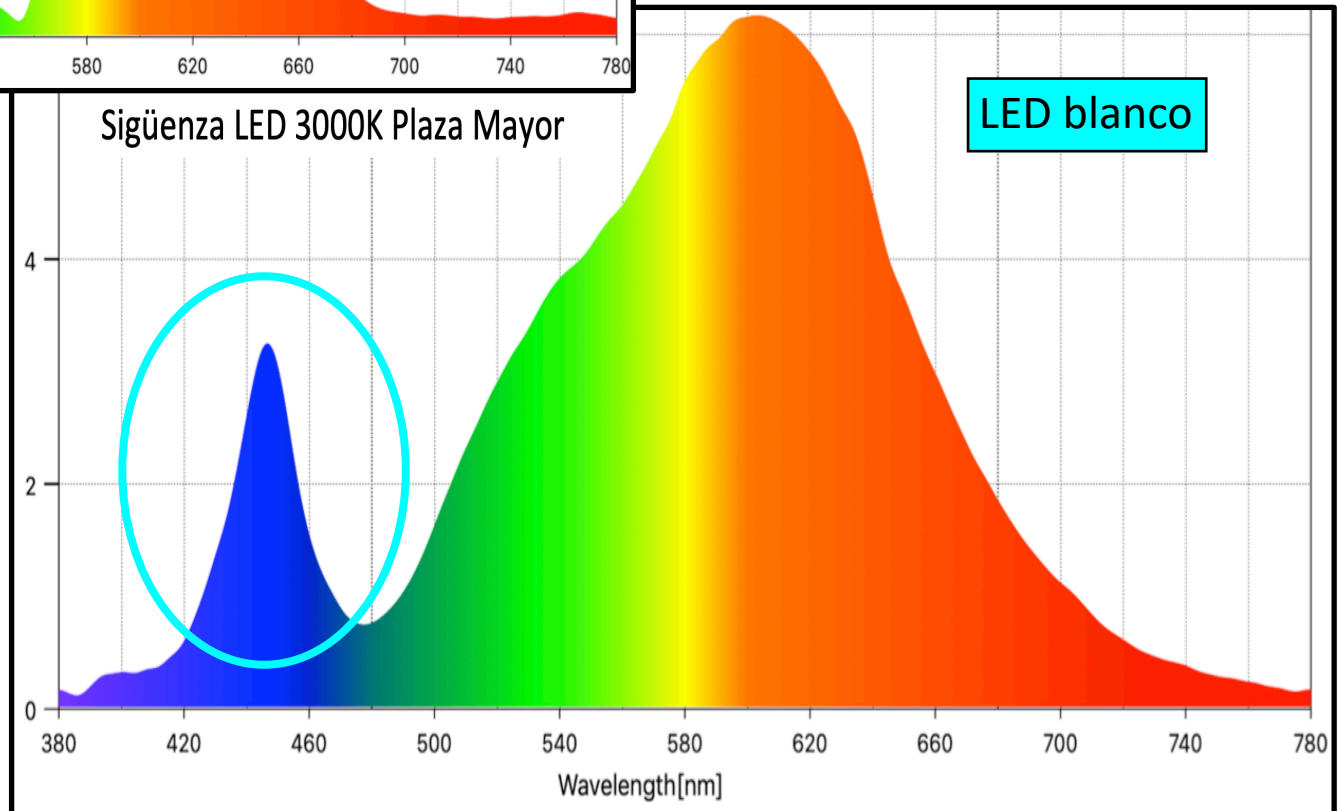
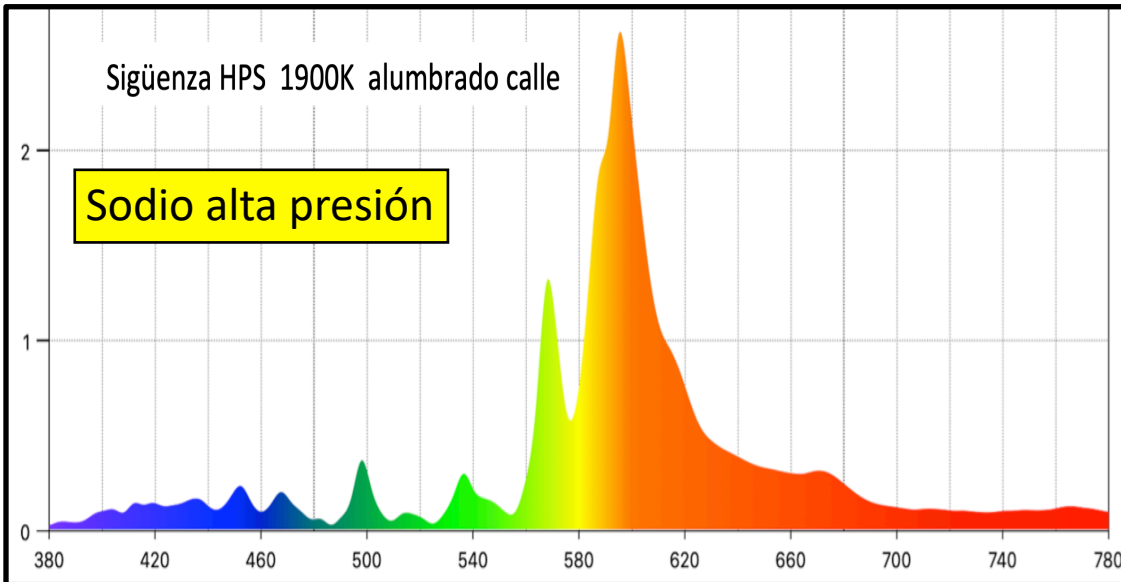
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



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



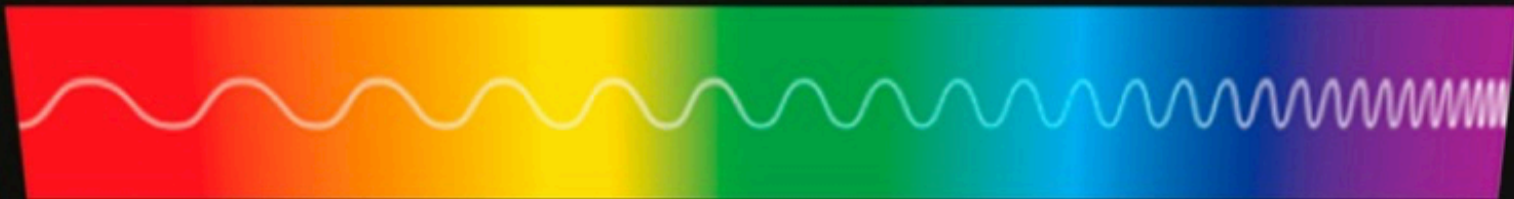
Los colores de los LEDs

2700K 3000K 4000K 5000K



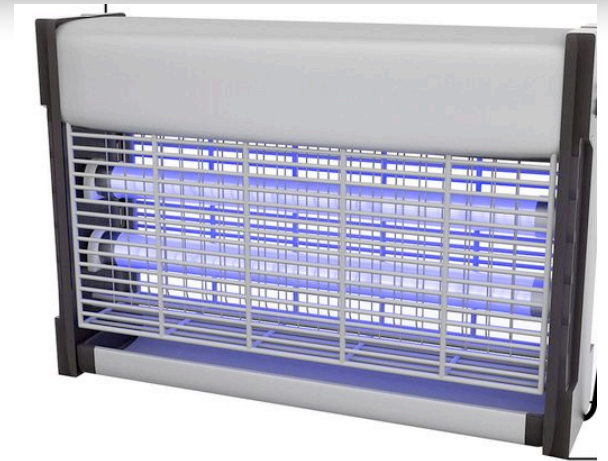
Cálida

Fría



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.

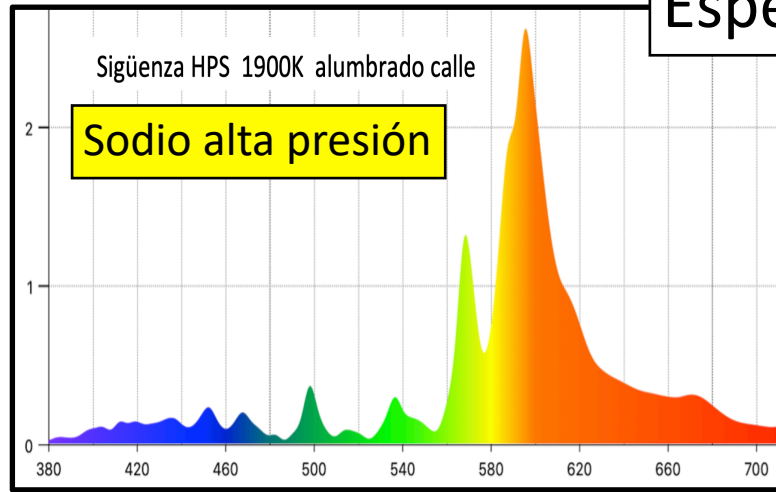
Effects of street lighting technologies on the success and quality of pollination in a nocturnally pollinated plant. *Ecosphere*. 2019;10: e02550

Hay que evitar los LEDs blancos

Espectro de farolas del alumbrado público

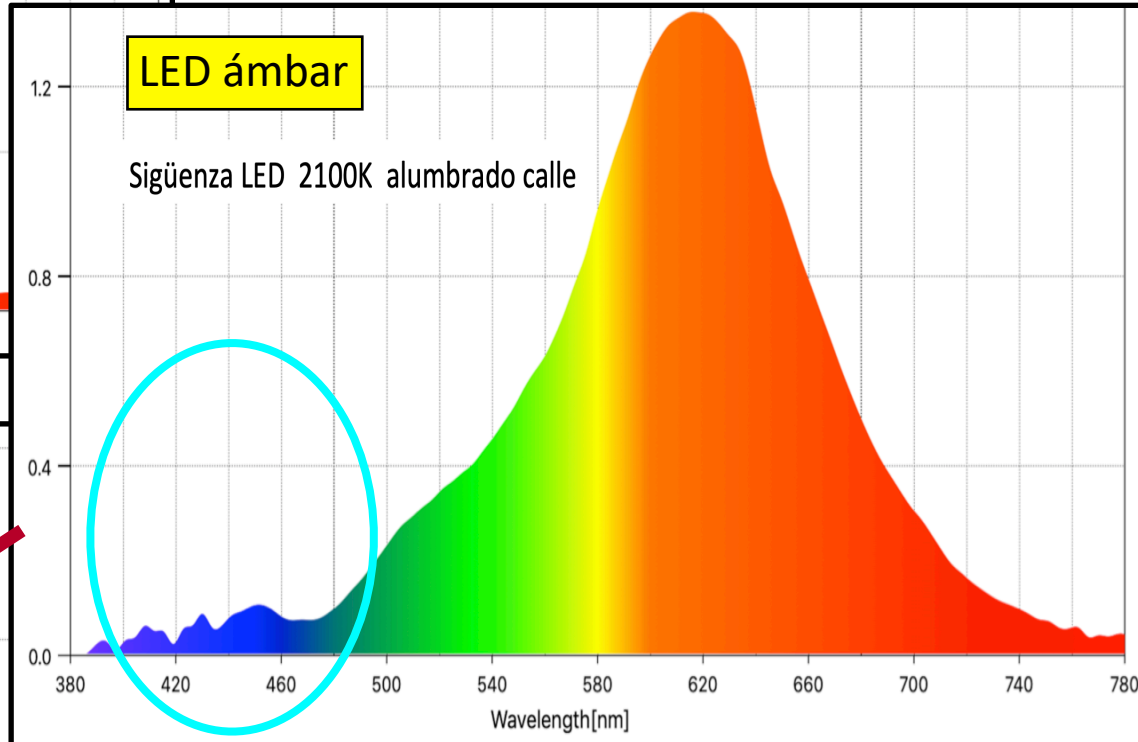
Sigüenza HPS 1900K alumbrado calle

Sodio alta presión



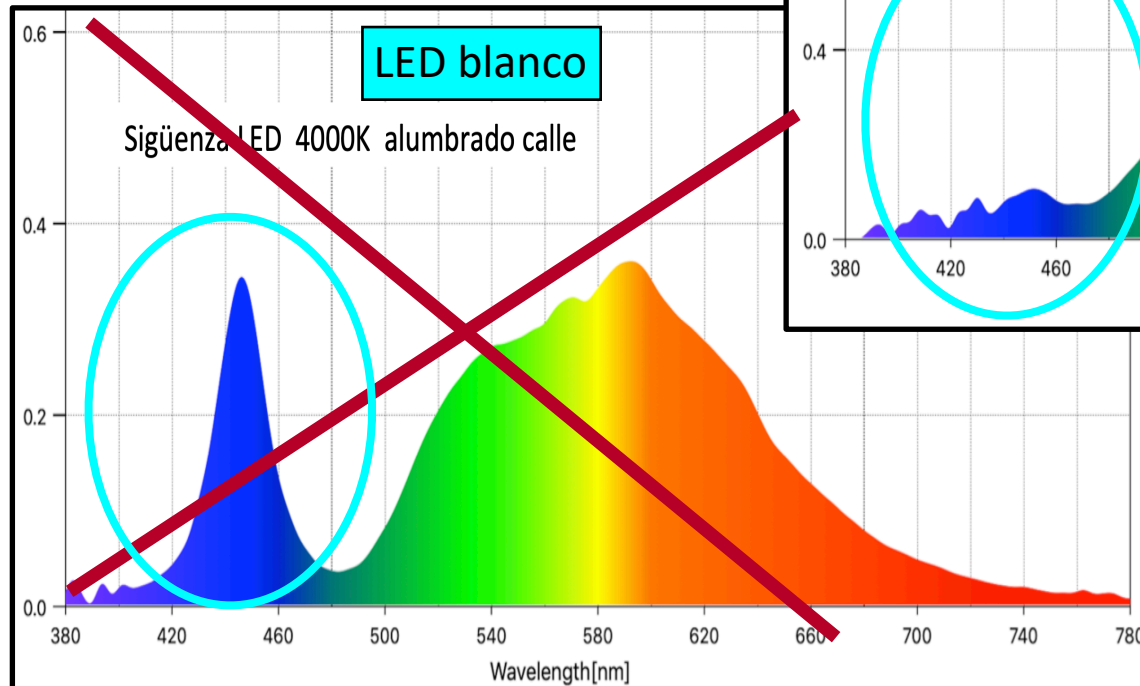
LED ámbar

Sigüenza LED 2100K alumbrado calle



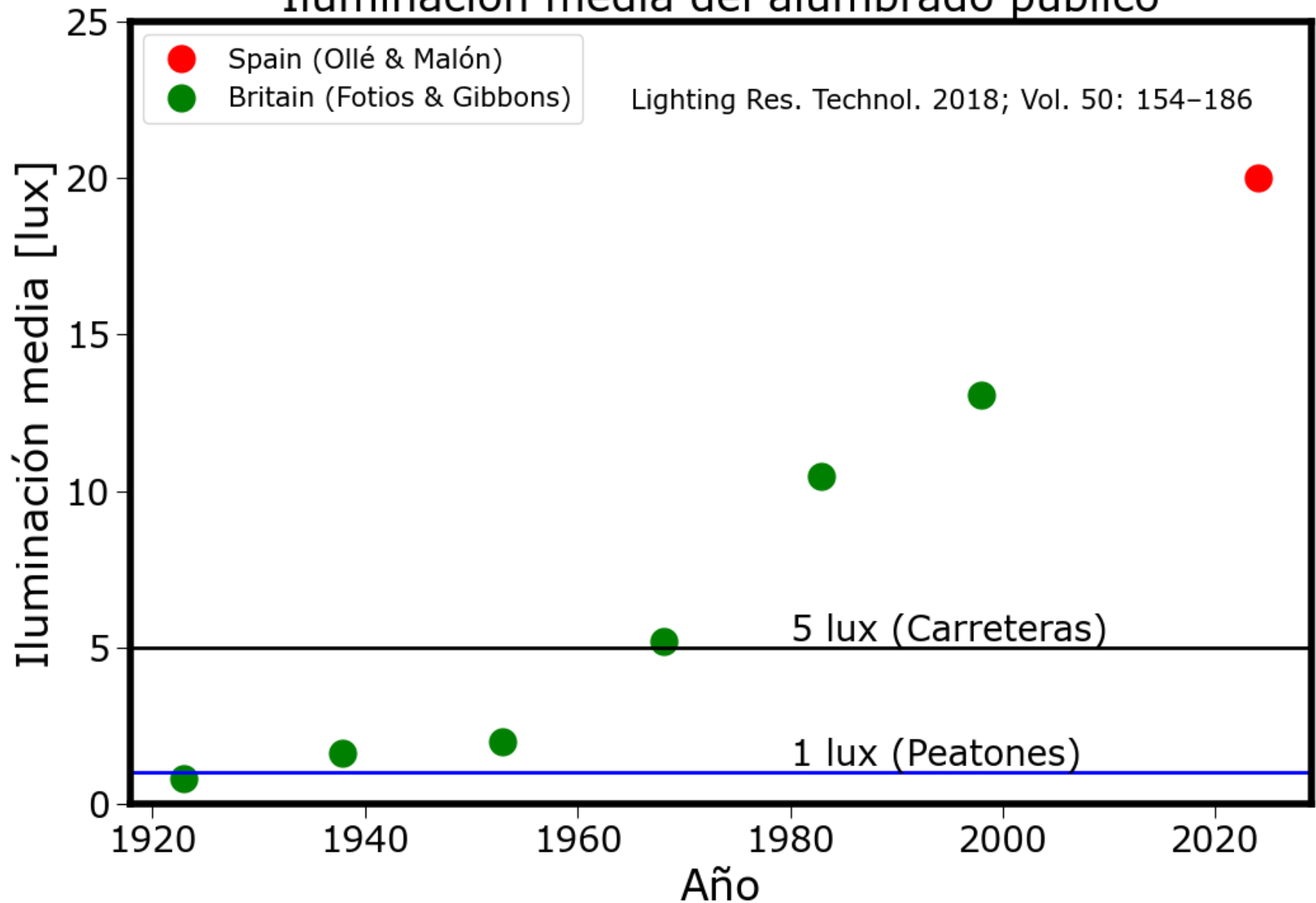
LED blanco

Sigüenza LED 4000K alumbrado calle



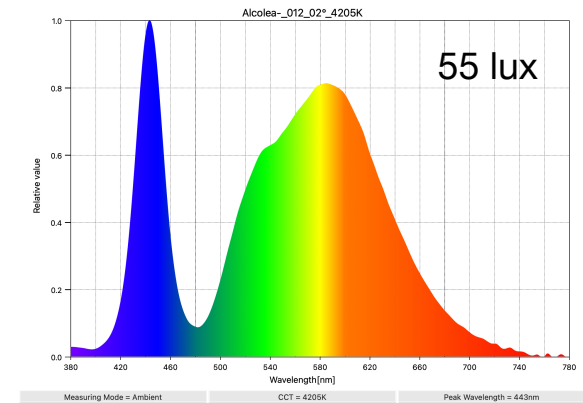
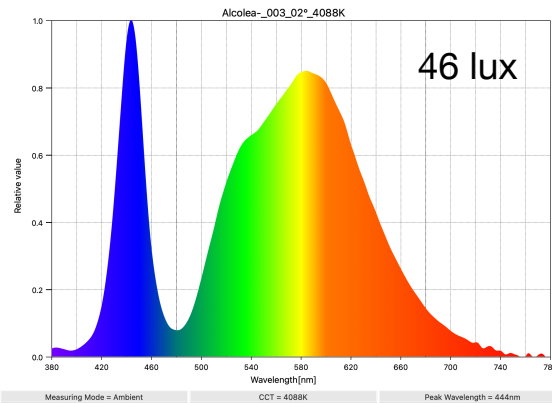
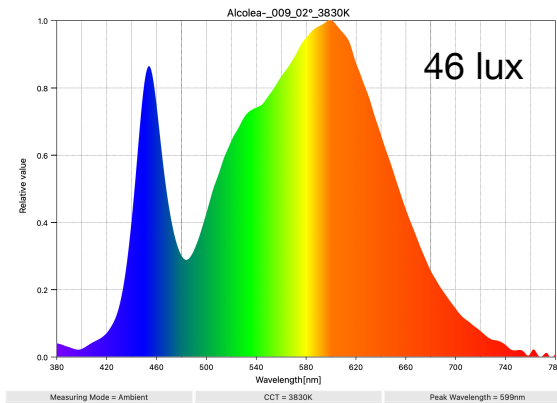
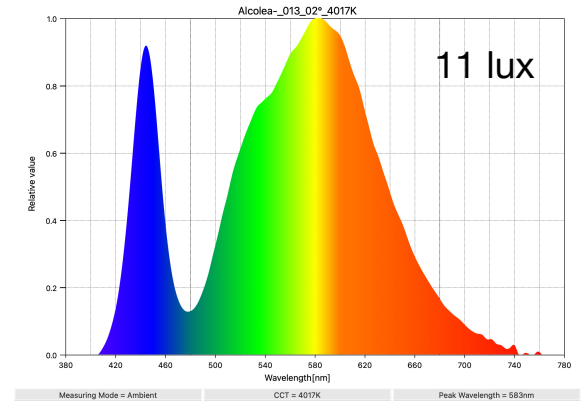
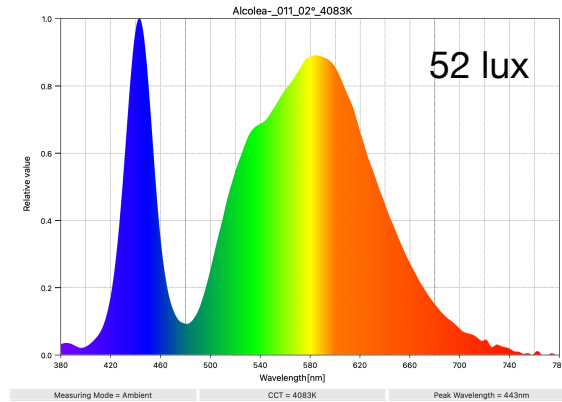
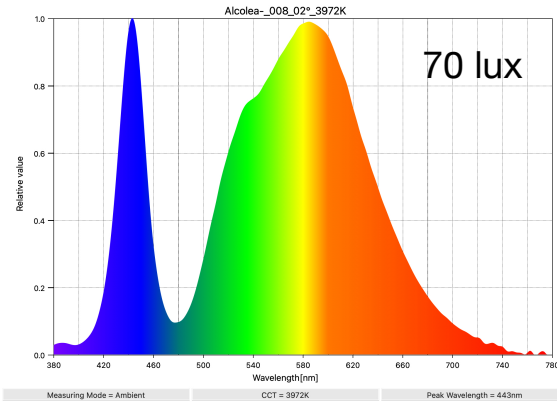
¿Cuánta luz es necesaria en las calles?

Iluminación media del alumbrado público



¿Cuánta luz tenemos en las calles?

Luminarias del alumbrado público de Alcolea del Pinar

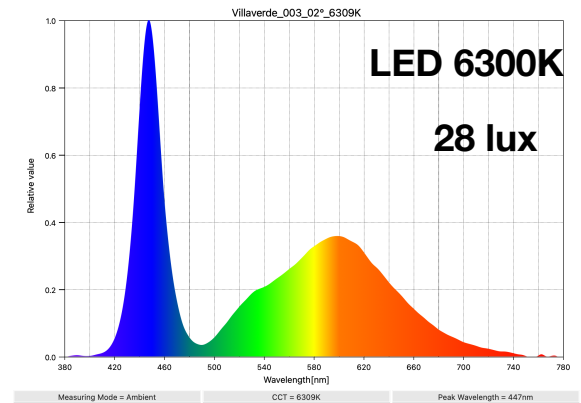
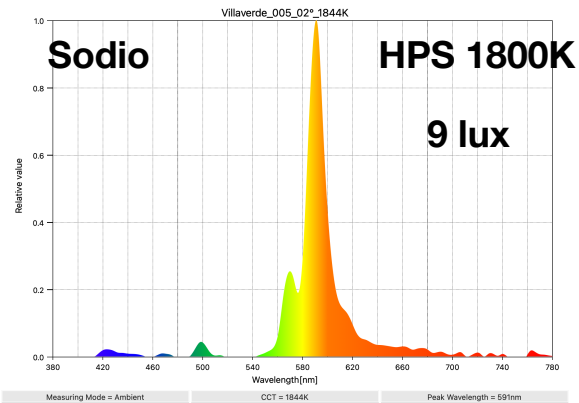
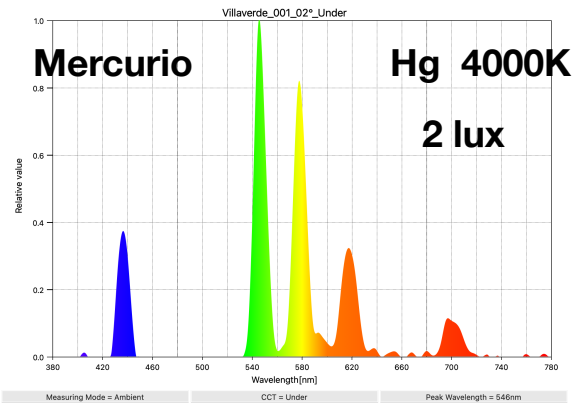
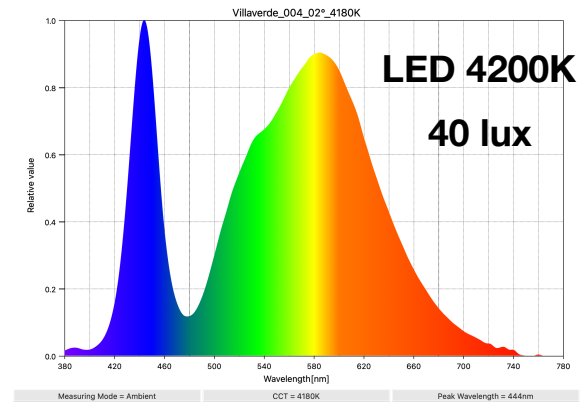
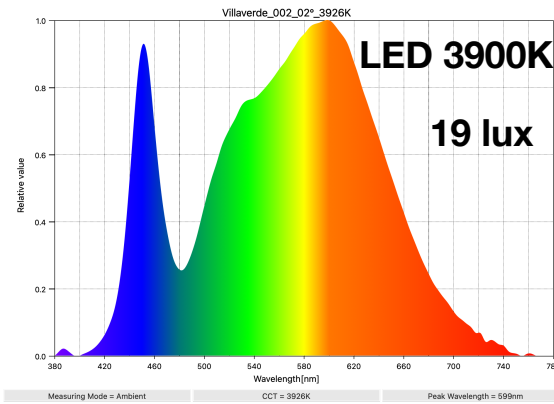
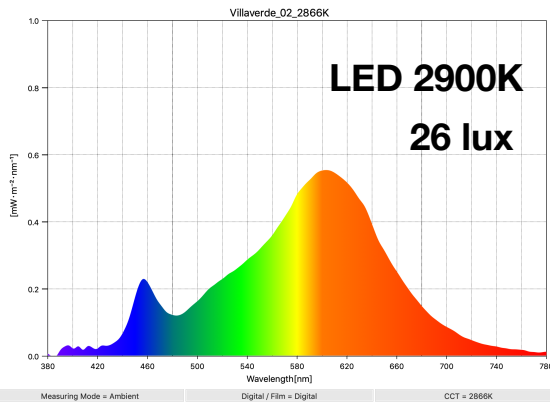


LEDs 4000K

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

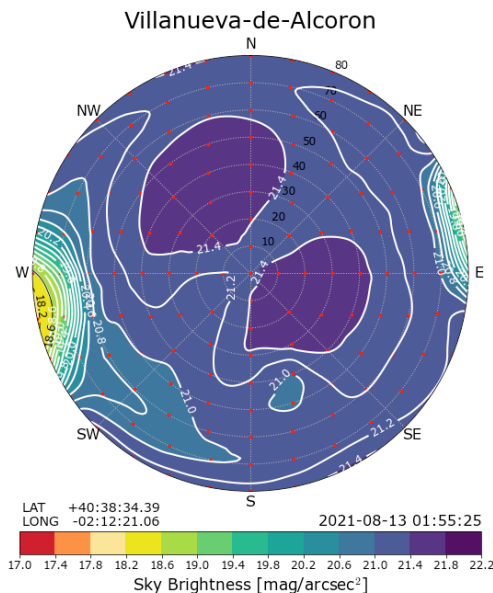
Fabio Falchi and Salvador Bará

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

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)

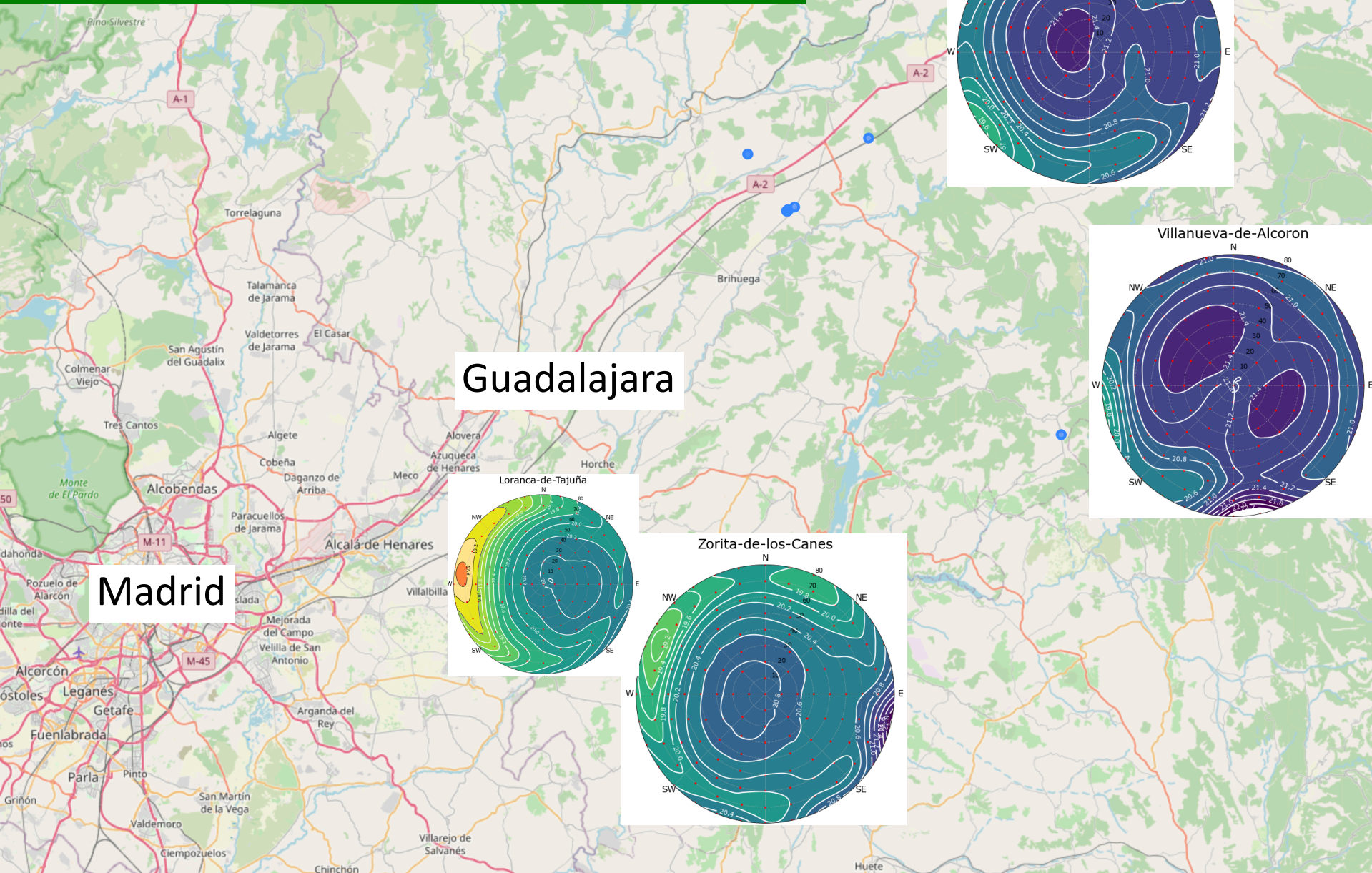


- **El cielo oscuro y estrellado**
 - Es un patrimonio cada vez más escaso y
 - Tenemos el deber de preservarlo.
- **La iluminación artificial nocturna**
 - Es antinatural. La noche es necesaria.
 - Produce un impacto como cualquier contaminación.
 - Debe ser controlada: ¿qué y cómo iluminamos?
¿a qué 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.

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)

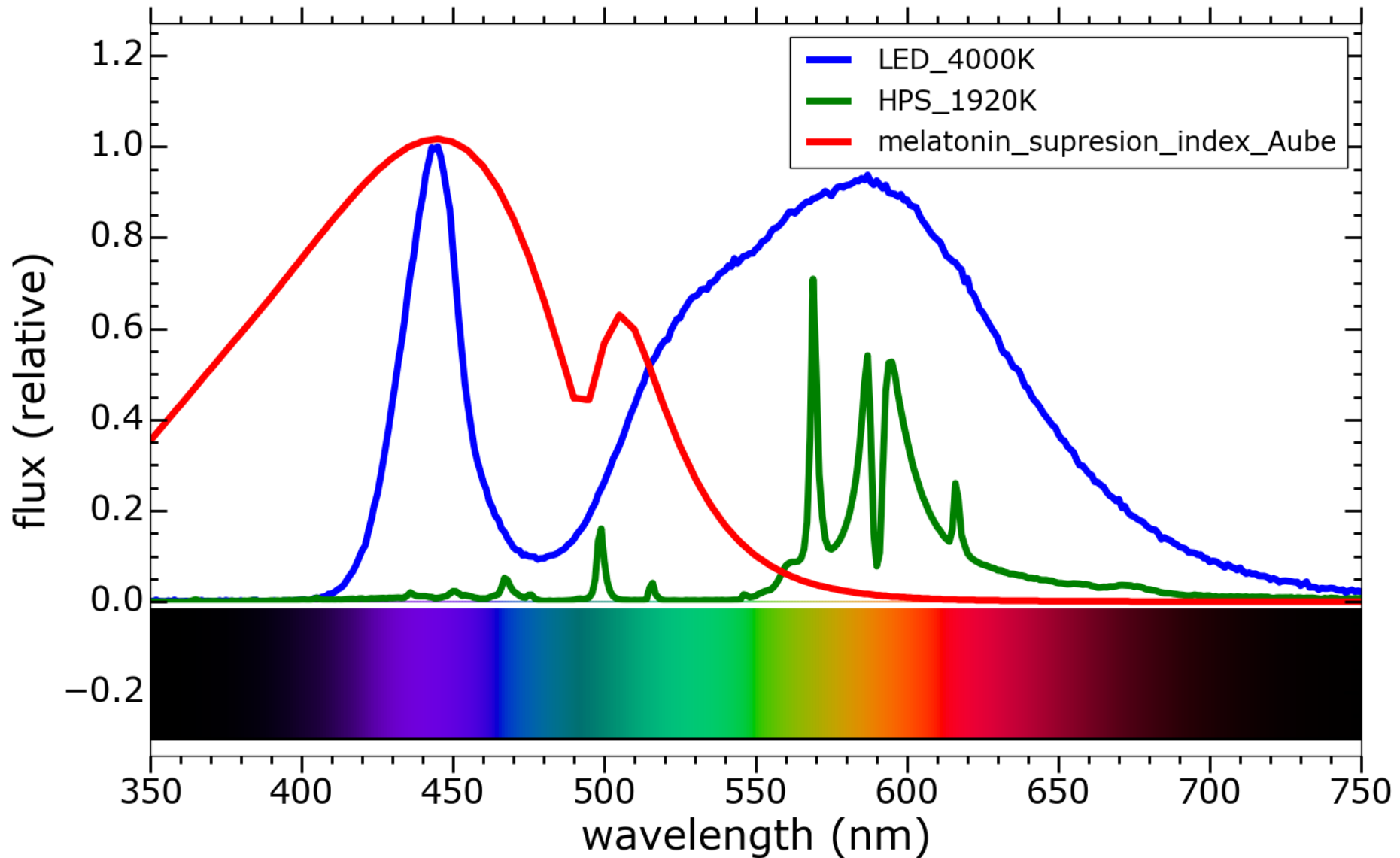
CHULILLA diciembre 2013

LED

(Light emitting diode)

(fotos Enric Marco & Ángel Morales, Universidad de Valencia)

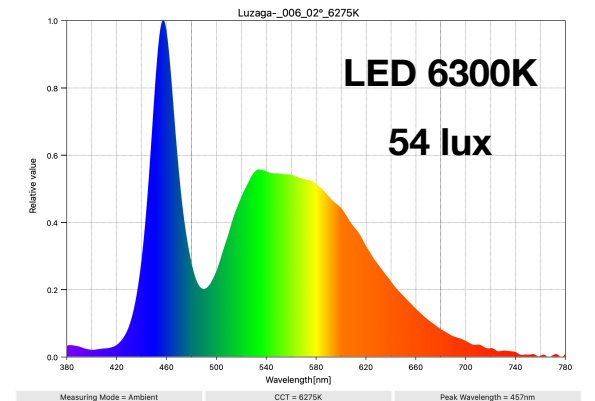
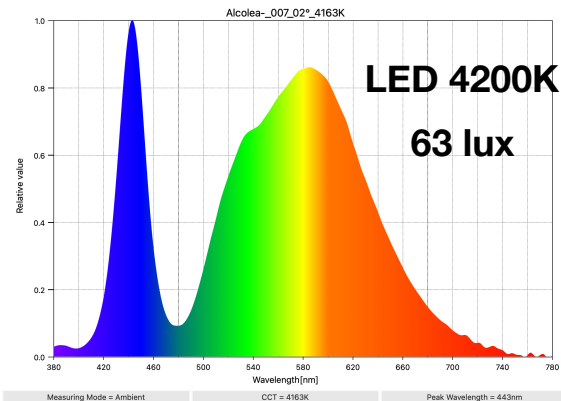
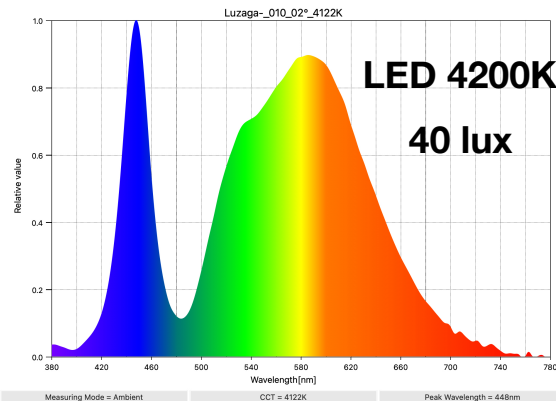
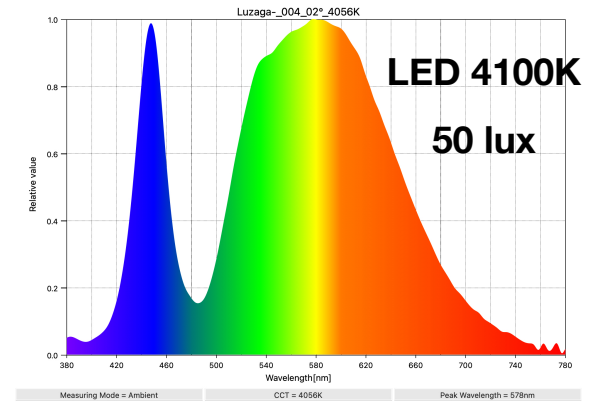
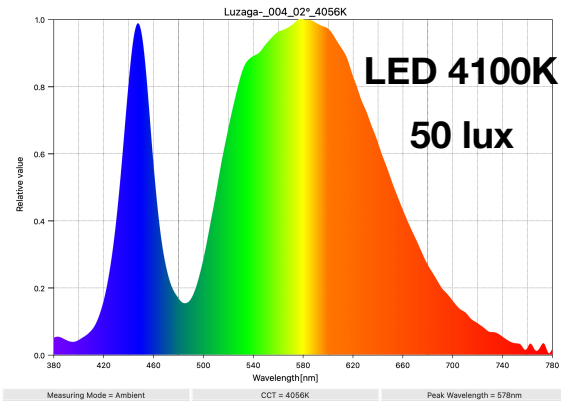
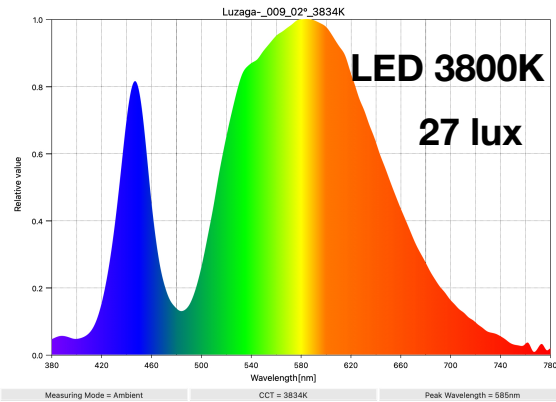
Índice de supresión de la melatonina y LEDs blancos



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

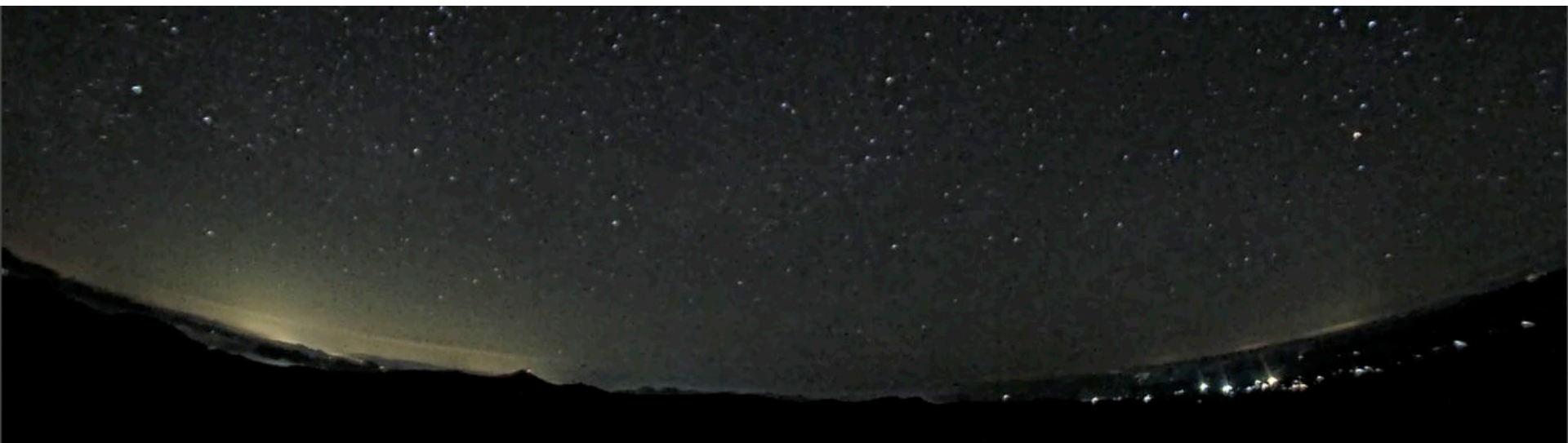
Fabio Falchi and Salvador Bará

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





Noche del 28 de abril

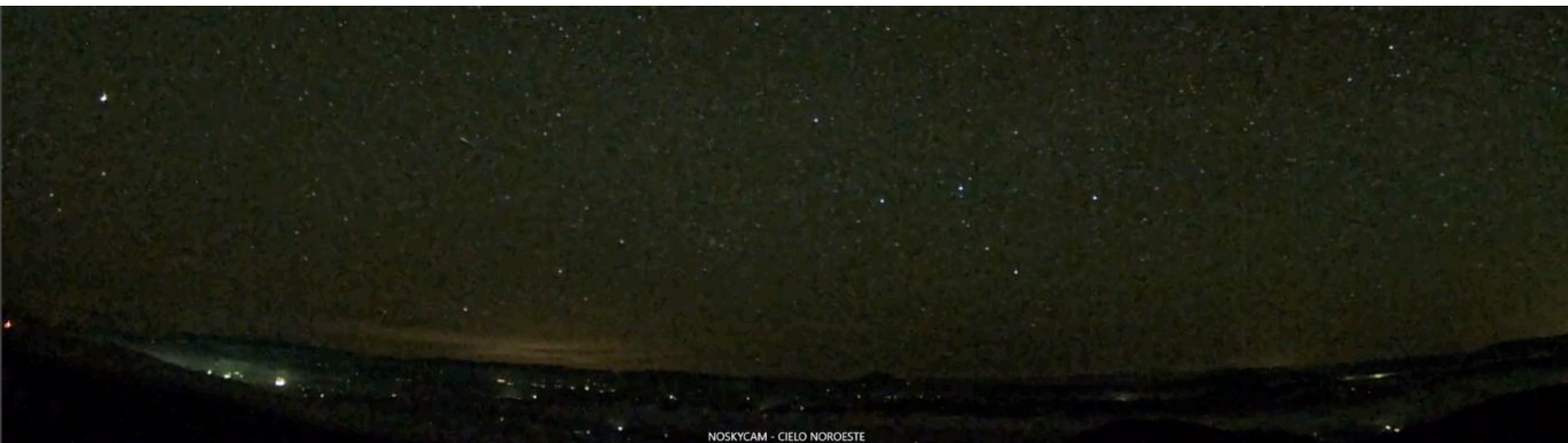


apagón 2025/04/28

Noche del 29 de abril



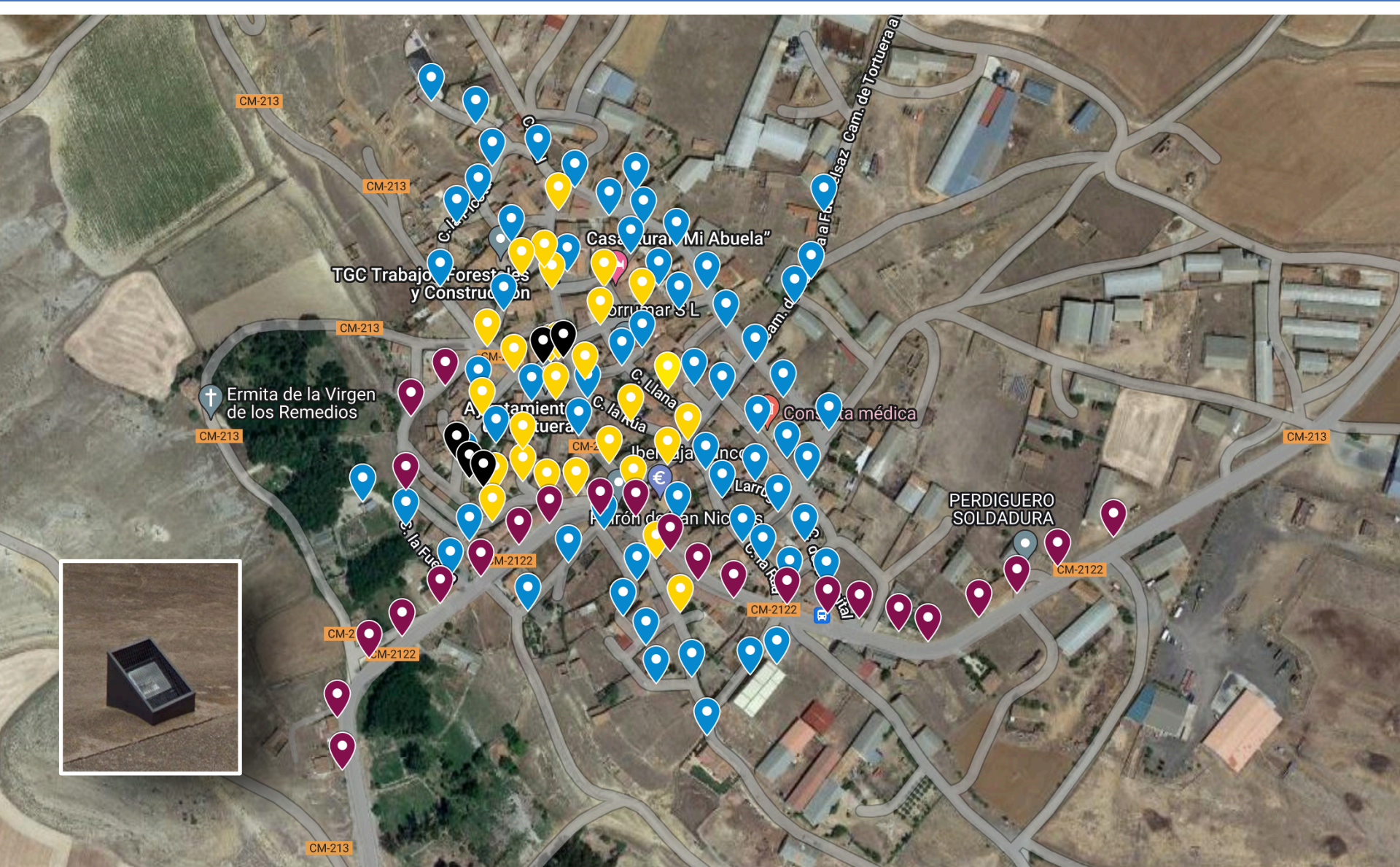
Noche del 28 de abril



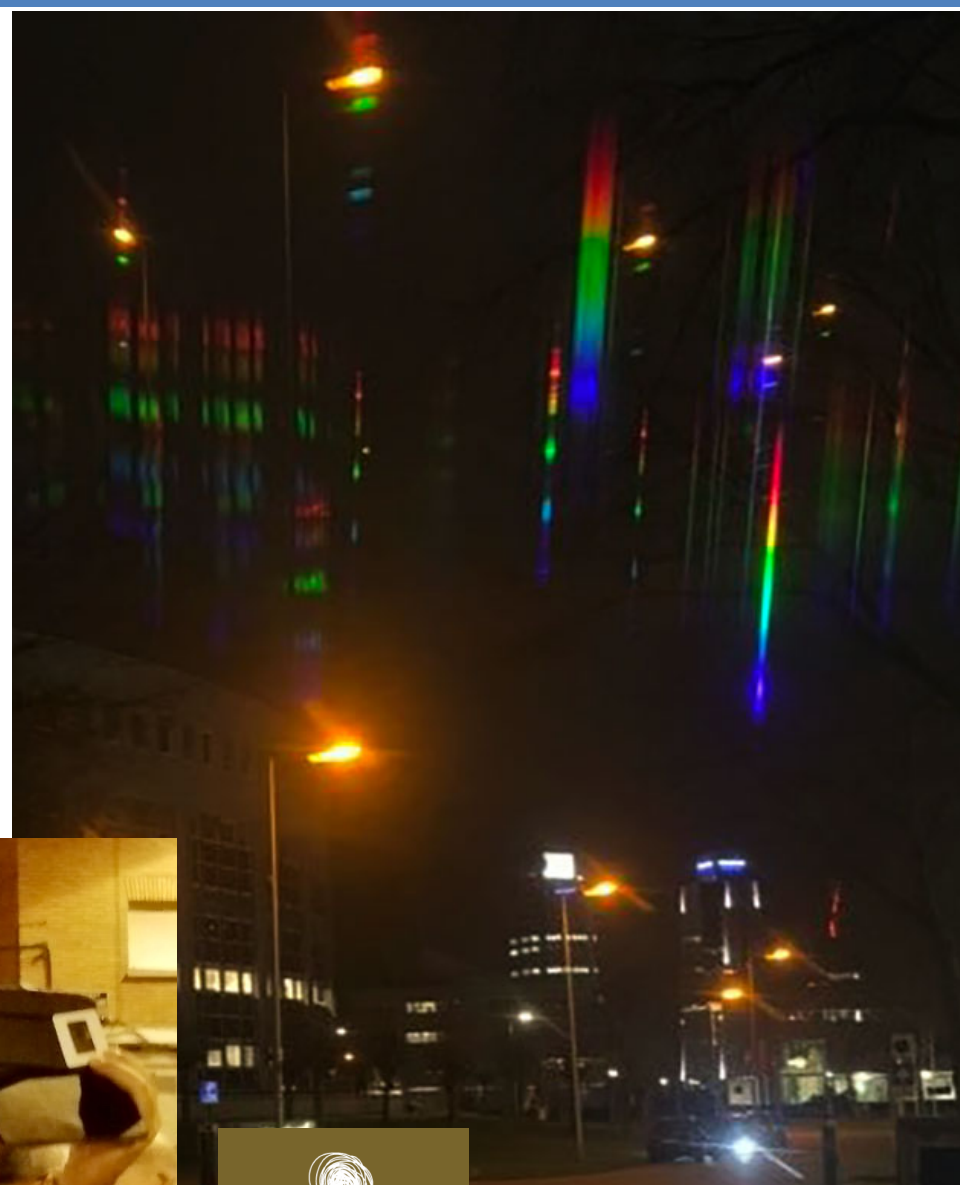
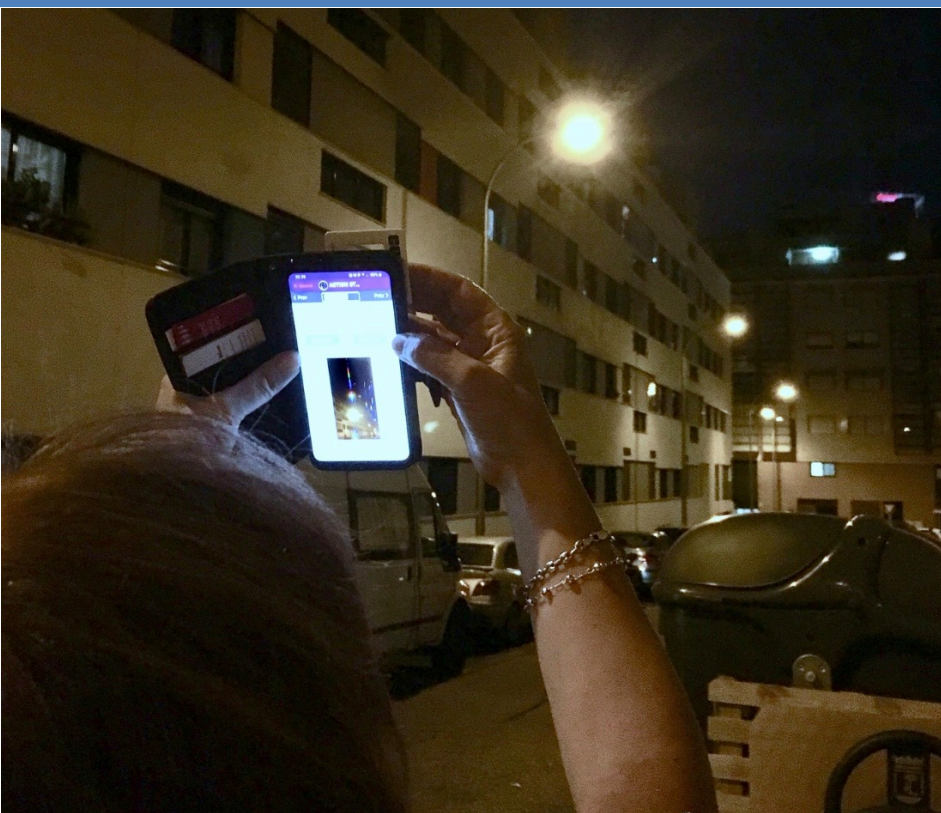
apagón 2025/04/28

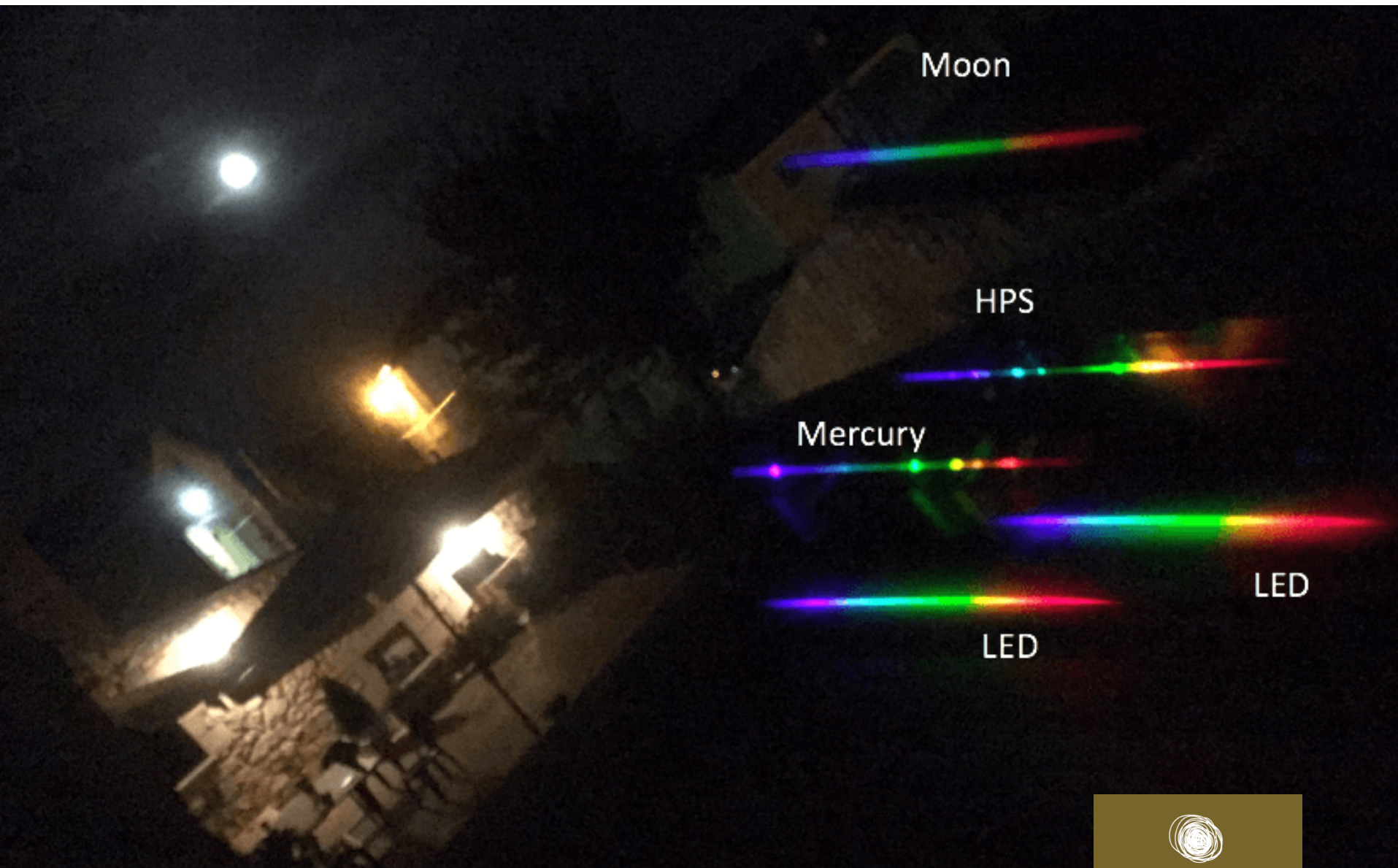
Noche del 29 de abril

Alumbrado en Tortuera (Guadalajara)

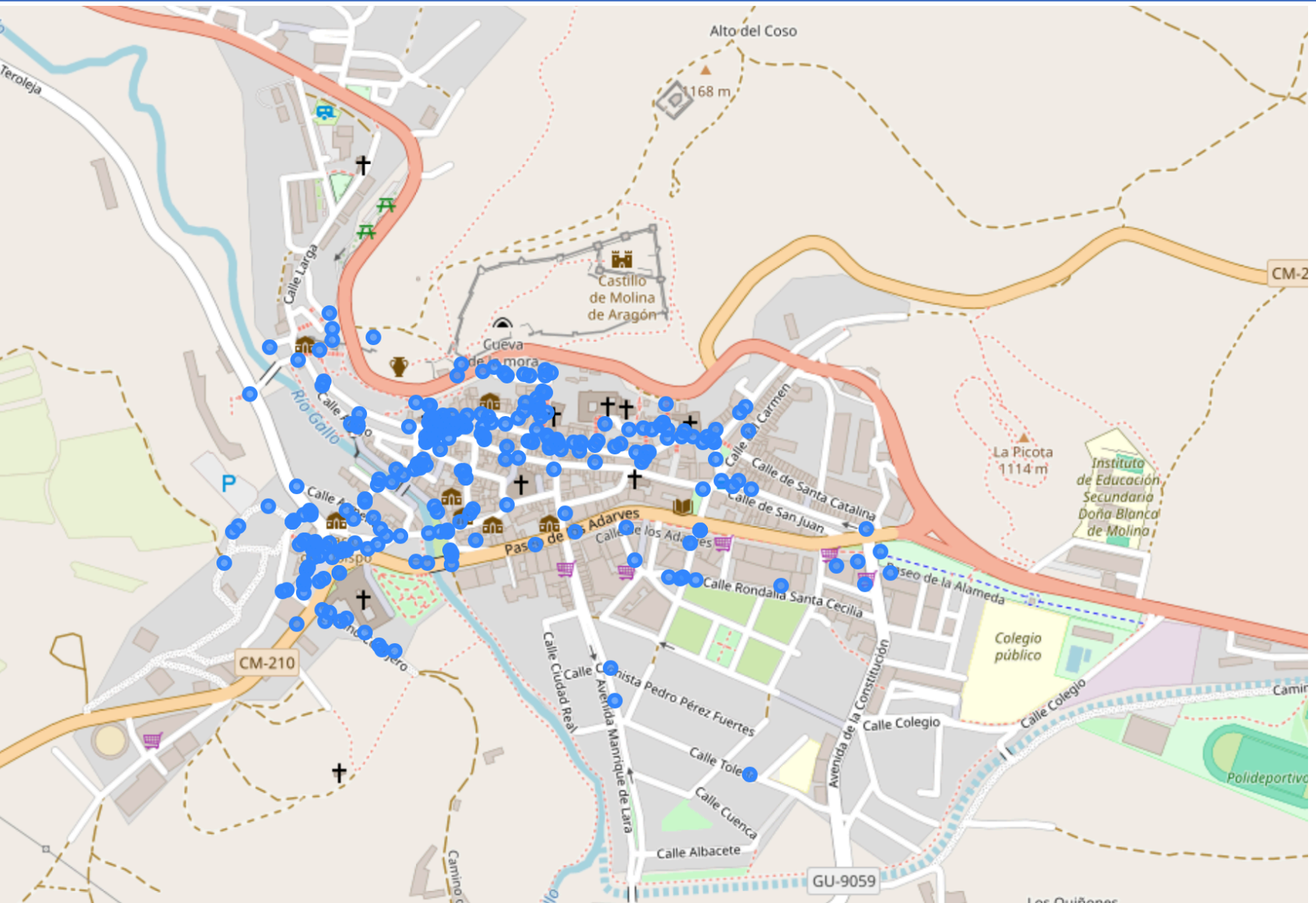


Farolas del alumbrado público y focos ornamentales en Tortuera
Cartografiado por José Ignacio Aynos.



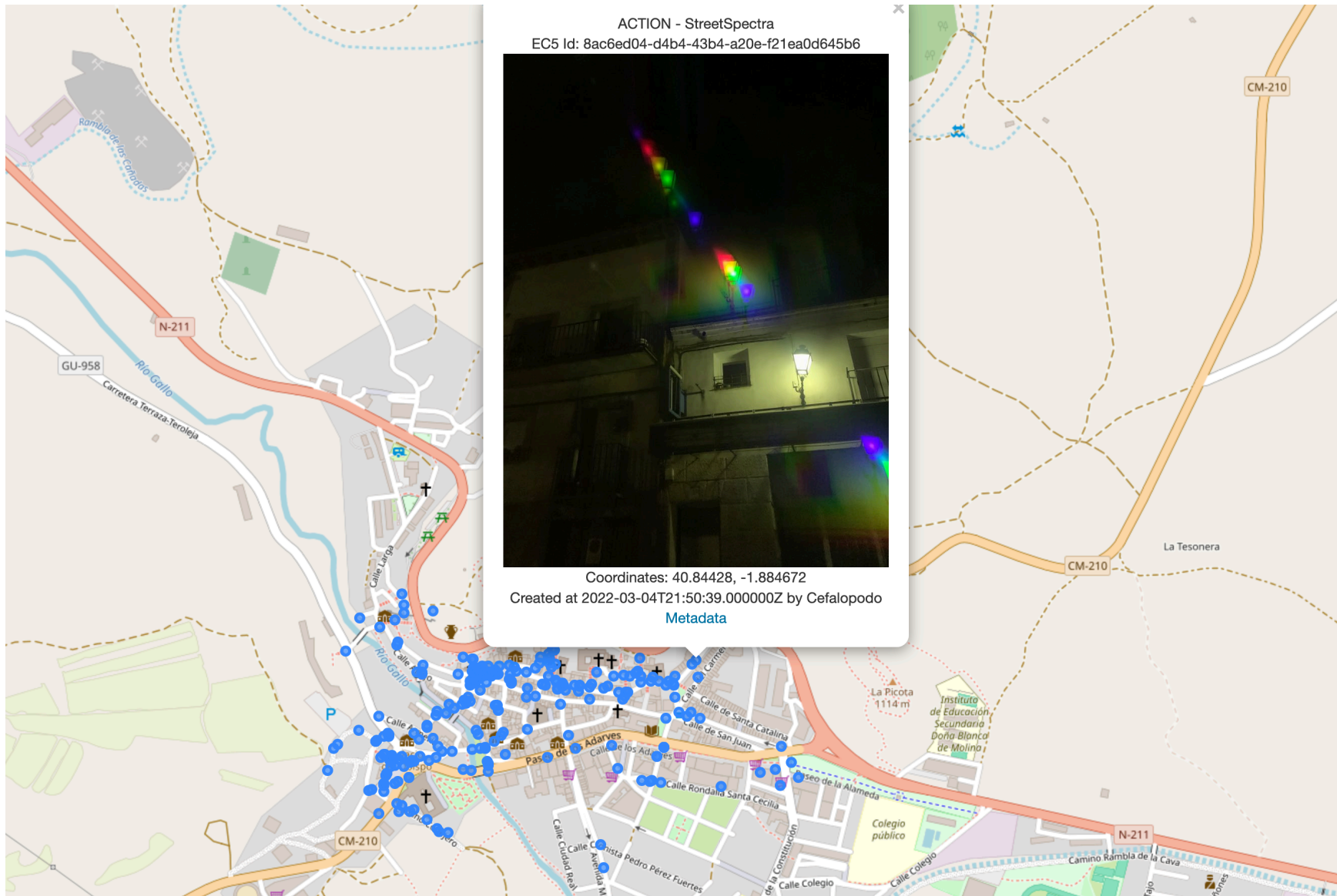


Alumbrado en Molina de Aragón (2022)

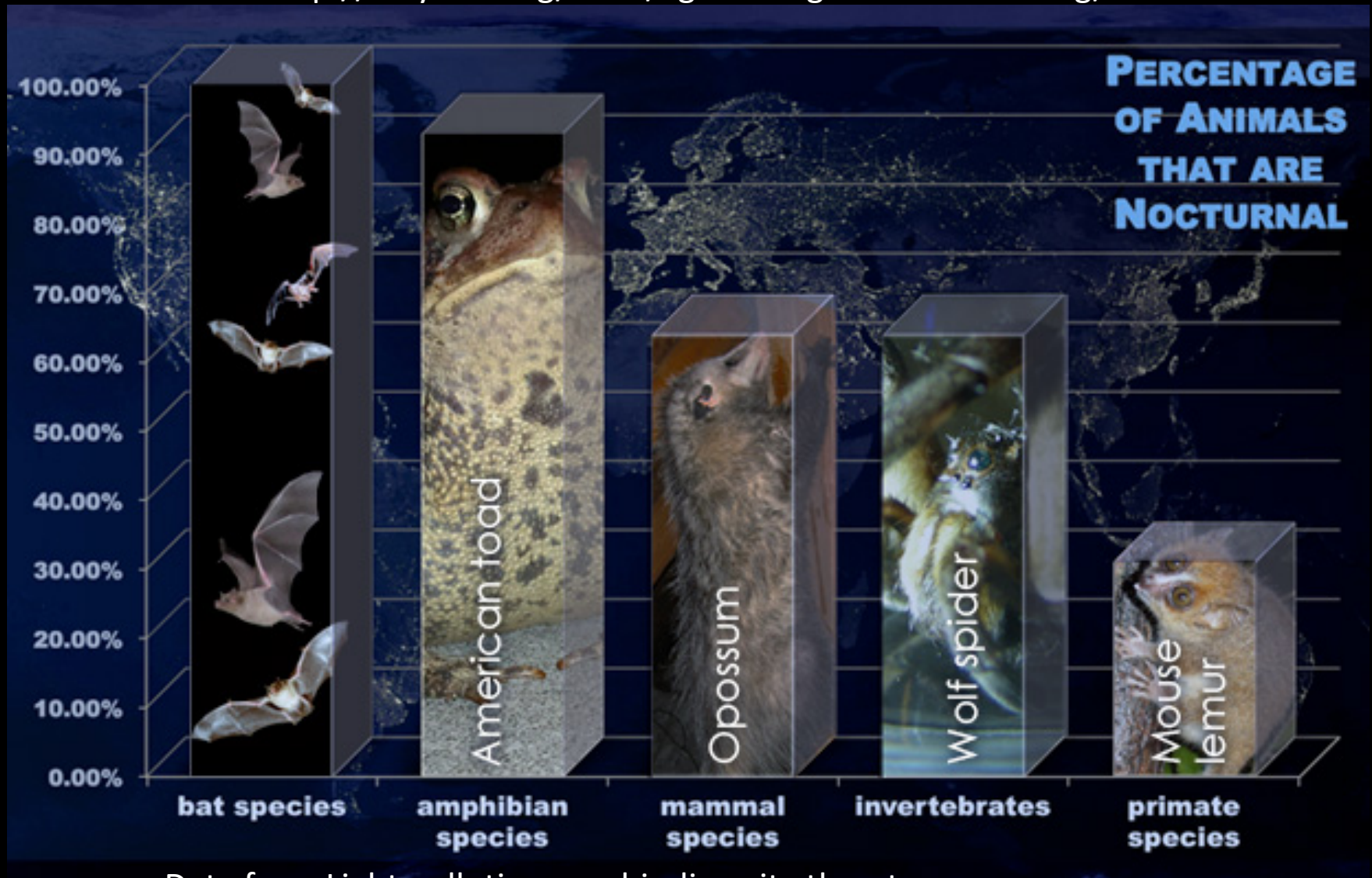


Farolas del alumbrado público cartografiadas por alumnos del curso de monitores Starlight. 79

Alumbrado en Molina de Aragón (2022)



<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, Señorío de Molina, Guadalajara, Castilla-La Mancha, 19311, España

Orea Mirador

